



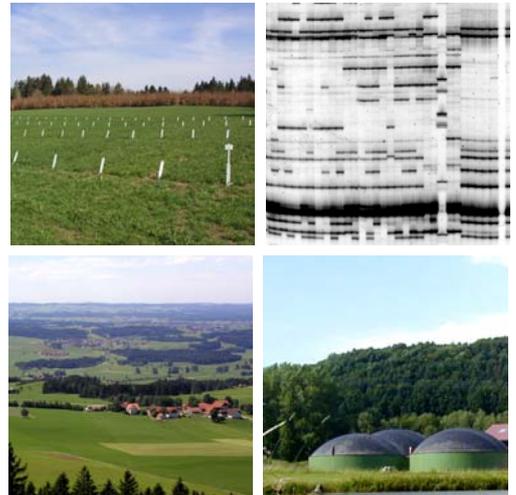
**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



# Die Zukunft von Praxis und Forschung in Grünland und Futterbau

## 50. Jahrestagung der AGGF



**Schriftenreihe**

ISSN 1611-4159

17

2006

**Impressum:**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Am Gereuth 4, 85354 Freising  
E-Mail: [Pflanzenbau@LfL.bayern.de](mailto:Pflanzenbau@LfL.bayern.de)  
Tel.: 08161/713637

1. Auflage August / 2006

Druck: Lerchl-Druck, 85354 Freising

Schutzgebühr: 20,-- €

© LfL



# **Die Zukunft von Praxis und Forschung in Grünland und Futterbau**

**50. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für  
Grünland und Futterbau der Gesellschaft für  
Pflanzenbauwissenschaften e.V.  
in Straubing (Niederbayern)  
vom 31. August – 2. September 2006**

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	Seite
<b>Grünland und Futterbau in Bayern, zukünftige Anforderungen aus öffentlicher Sicht.....</b>	<b>8</b>
Staatsminister J. Miller	
<b>Steinach als Ausgangspunkt der deutschen Grünlandbewegung Ein historischer Streifzug von 1904-1972.....</b>	<b>14</b>
T. Grundler	
<b>Grünlandbewirtschaftung in Süddeutschland – ein Blick in die Vergangenheit .....</b>	<b>20</b>
J. B. Rieder	
<b>Challenges for grassland science: implications for training, research and Grassland Societies.....</b>	<b>25</b>
G. Lemaire	
<b>Die Schwanzhaare von Rindern zeigen die räumliche und zeitliche Variation der Wasserversorgung der Grasnarbe .....</b>	<b>27</b>
K. Auerswald, H. Schnyder, M. Schwertl und R. Schäufele	
<b>Feldspektroskopische Messungen zur Bestimmung des Trockenmasseertrags von Leguminosen/Gras-Gemengen.....</b>	<b>31</b>
S. Biewer, S. Erasmi, T. Fricke, M. Kappas und M. Wachendorf	
<b>Automatische Detektion und Kartierung von Stumpfblättrigem Ampfer (<i>Rumex obtusifolius</i> L.) mit digitaler Kameratechnik und Bildkonversion.....</b>	<b>35</b>
S. Gebhardt und W. Kühbauch	
<b>Etablierung und Bestandesentwicklung von Grünlandnarben auf einem Sandstandort in Abhängigkeit von Nutzungsart, Ansaatgemisch und Saatstärke.....</b>	<b>39</b>
H. Giebelhausen, K. Richter und M. Baumecker	
<b>Eignung verschiedener Ackerfuttermischungen für die Erzeugung von Biogas .....</b>	<b>43</b>
F. Hertwig, K. Neubert, K. Schmalzer und G. Ebel	
<b>Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen mit Hilfe bildanalytischer Methoden – erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs .....</b>	<b>47</b>
M. Himstedt, T. Fricke und M. Wachendorf	
<b>Jährliche Schwankungen der Grünlanderträge.....</b>	<b>51</b>
H. Käding und G. Petrich	
<b>Characterization of substrate pools involved in respiratory carbon release of <i>Lolium perenne</i>.....</b>	<b>55</b>
C. A. Lehmeier, F. A. Lattanzi, M. Wild, R. Schäufele und H. Schnyder	
<b>Projekt Vollweide bei Winterkalbung.....</b>	<b>60</b>
P. Rauch, S. Steinberger und H. Spiekers	
<b>Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen auf Grünlandstandorten .....</b>	<b>64</b>
G. Schalitz und A. Behrendt	
<b>Teilschlagspezifische Düngung auf Grünland .....</b>	<b>68</b>
J. Schellberg und R. Lock	

<b>Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf Leistungsparameter einer <i>Leymus chinensis/Stipa grandis</i>-Pflanzengesellschaft in der Inneren Mongolei – Ergebnisse aus der DFG-Forschergruppe MAGIM .....</b>	<b>72</b>
A. Schiborra, M. Gierus, H. Wan, Y. Bai und F. Taube	
<b>Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Präparate auf Rindergülle.....</b>	<b>77</b>
R. Schröpel und G. Henkelmann	
<b>Characterisation of substrate pools supplying leaf growth of <i>Lolium perenne</i> .....</b>	<b>81</b>
M. Wild, F. A. Lattanzi, C. A. Lehmeier, R. Schäufele und H. Schnyder	
<b>Leistungsfähigkeit von Silomais in Monokultur und in Ackerfutterbaufolgerfolgen.....</b>	<b>85</b>
R. Wulfes, T. Manning und H. Ott	
<b>Energiebewertung von Gras- und Kleeaufwüchsen – Vergleich von Schätzformeln zur Ermittlung der Energiekonzentration – .....</b>	<b>89</b>
C. Berendonk	
<b>Ein Versuch zur Bekämpfung der Flatterbinse (<i>Juncus effusus</i>) unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus .....</b>	<b>93</b>
R. Bockholt, R. Stephan, C. Ehlers und A. Wittchen	
<b>Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneuansaat</b>	
<b>Teil 1: Trockenmasseertrag und Energiegehalte,</b>	
<b>Teil 2: Stickstoffeffizienz.....</b>	<b>98</b>
M. Elsäßer	
<b>Tiefgreifende Reform der Sortenprüfungssysteme bei Futterpflanzen in Deutschland.....</b>	<b>104</b>
S. Hartmann	
<b>Ergebnisse aus ersten Untersuchungen zur toxischen Wirkung von Rostpilzen an Gräsern auf Säugetierzellen .....</b>	<b>108</b>
S. Hartmann, J. Bauer und W. Richter	
<b>Optimierung des Ausdauerindex bei Deutschem Weidelgras für bayerische Grenzlagen .....</b>	<b>112</b>
S. Hartmann und B. Haringer	
<b>Aktuelle Ertrags und Futterwertdaten von Wiesenschweidel in Rein- und Mischbeständen – Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen – .....</b>	<b>118</b>
C. Kalzendorf	
<b>Ertrags- und Futterwertmerkmale von Kleegrasmischungen unter Berücksichtigung der N-Düngung und der Mischungszusammensetzung – Ergebnisse zweijähriger Untersuchungen – .....</b>	<b>122</b>
C. Kalzendorf und C. Berendonk	
<b>Einfluss der Witterung auf Ertrag und Futterqualität von Silomais – eine Simulationsstudie.....</b>	<b>126</b>
S. Kruse, A. Herrmann, A. Kornher und F. Taube	
<b>Schätzung der Gasbildungskinetik von Silomais mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) .....</b>	<b>130</b>
S. Kruse, A. Herrmann, R. Loges und F. Taube	

<b>Aerostabilität von „Hochzucker-Gras“-Silagen nach unterschiedlicher Wachstumsdauer.....</b>	<b>134</b>
H. Laser	
<b>Potentielle Eignung von ausgewählten mono- und dikotylen Grünlandarten für die Biomasseverbrennung in Hinblick auf die Rückstands- und NO<sub>x</sub>-Problematik.....</b>	<b>137</b>
H. Laser, V. Königs, W. Opitz v. Boberfeld und P. Theobald	
<b>Konservierung kleereicher Futtermischungen im Herbst.....</b>	<b>141</b>
H. Nussbaum	
<b>Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneusaaten</b>	
<b>Teil 3: Siliereignung und Gärqualität (1.Aufwuchs 2005).....</b>	<b>146</b>
H. Nußbaum	
<b>Ein Vorschlag zur Ableitung von Ertrag und Futterwert von Grünlandfutter aus Grüngutwerten und Verlustfaktoren für betriebswirtschaftliche Berechnungen .....</b>	<b>150</b>
K. Rutzmoser und M. Dilger	
<b>Schätzgleichungen zur Energieberechnung bei Versuchen im Grünland und Feldfutterbau .....</b>	<b>154</b>
K. Rutzmoser, S. Hartmann und M. Diepolder	
<b>Molekulare Ansätze zur Unterstützung der Gräserzüchtung an der LFL.....</b>	<b>158</b>
S. Seefelder und S. Hartmann	
<b>Gefährdete Pflanzengesellschaften des Grünlandes von M.-V. ....</b>	<b>162</b>
R. Bockholt und P. Foth	
<b>Dauerversuch zur Wirkung saurer und alkalischer Düngung im Grünland .....</b>	<b>167</b>
M. Diepolder, B. Jakob und S. Raschbacher	
<b>Untersuchungen zur Schwefelbelastung des Sickerwassers unter Dauergrünland .....</b>	<b>171</b>
M. Diepolder, B. Jakob und L. Heigl	
<b>Methodische Konzepte zur Biodiversitätsbewertung von Grünlandflächen.....</b>	<b>175</b>
L. Dittmann und R. Bockholt	
<b>Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen - Ergebnisse aus 11 Jahren -.....</b>	<b>180</b>
C. Franke, M. Hofmann und G. Riehl	
<b>Landwirtschaft und Wasserschutz: Beiträge der futterbaulichen Forschung zum Management von Wasserschutzgebieten .....</b>	<b>184</b>
M. Kayser, G. Kühling, J. Müller und J. Isselstein	
<b>Die Habitat-Heterogenität-Hypothese getestet an einem Sukzessionsgradienten des Grünlands .....</b>	<b>188</b>
S. Kesting und J. Isselstein	
<b>Altersstruktur des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland und ihre Beziehungen zu parzellen- und landschaftsbezogenen Raumeigenschaften.....</b>	<b>192</b>
T. Mattern, B. Reger, R. Waldhardt und A. Otte	

---

<b>Extensive Weide als interdisziplinäres Forschungsfeld – Erkenntnisse aus einem fünfjährigen Weideversuch mit Ochsen und Färsen .....</b>	<b>196</b>
U. Mitsch, S. Schäfer, G. Heckenberger und H. H. Swalve	
<b>Einfluss der Besatzdichte weidender Fleischrinder auf die potentiellen Gelegeterluste von Wiesenvögeln.....</b>	<b>200</b>
J. Müller, P. Meissner und M. Kayser	
<b>Modell zur Abschätzung von Umweltwirkungen und Produktivität der Grobfuttererzeugung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben .....</b>	<b>204</b>
M. Müller-Lindenlauf und G. Haas	
<b>Revitalisation der ruderalen Bestände in den Nationalparks der Westkarpaten durch die Samen der heimischen Wildpflanzen.....</b>	<b>208</b>
J. Novák und R. Kostka	
<b>Bedeutung verschiedener Weidebereiche für die Futteraufnahme von Ochsen auf extensiver Standweide .....</b>	<b>213</b>
K.-U. Röver, C. Röver und J. Isselstein	
<b>Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Wiedemanagement .....</b>	<b>217</b>
B. Tonn, P. Weckherlin und U. Thumm	
<b>Zeitliche Verteilung von Nährstoffen auf beweidetem Grünland: Nährstoffverarmung durch Weidehaltung? .....</b>	<b>221</b>
N. Wrage, N. Sahin, K.-U. Röver, M. Hofmann und J. Isselstein	
<b>Innovationen der regionalen Wirtschaft .....</b>	<b>225</b>
<b>Kontaktadressen zu den Postern.....</b>	<b>234</b>

## **Grünland und Futterbau in Bayern, zukünftige Anforderungen aus öffentlicher Sicht**

Staatsminister J. Miller

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten  
Ludwigsstraße 2, 80539 München

Ich begrüße alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der 50. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (AGGF) sehr herzlich hier in Bayern. Mit Steinach haben Sie, meine Damen und Herrn, für diese Jubiläumstagung einen Ort gewählt, der für die Grünlandpraxis und -forschung in Deutschland von großer historischer Bedeutung ist. Hier liegen die Anfänge der modernen Grünlandforschung und auch der AGGF.

### **Rückblick**

Erinnern wir uns: Der Sammelbegriff "Grünland" für alle Arten der Wiesen- und Weidenutzung wurde nach dem Ersten Weltkrieg geprägt, als namhafte Wissenschaftler und interessierte Praktiker Bemühungen zur Verbesserung der Wiesen und Weiden einleiteten. Zu diesem Zweck gründeten sie 1919 in Steinach bei Straubing den "Bayerischen Grünlandverein".

Bereits 1920 fanden in Steinach die ersten Grünlandlehrgänge statt. Noch heute ist die Versuchsstelle Steinach ein Schwerpunkt der angewandten Grünlandforschung und -beratung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) im Verbund mit den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden traditionell mit dem "Steinacher Grünlandheft" und den jährlichen Grünlandtagen in die Praxis getragen und umgesetzt.

Es freut mich, dass wesentliche Programmpunkte Ihrer Tagung in Steinach und gerade der festliche Teil im dortigen Schloss stattfinden, in dem der Begriff "Grünland" geprägt wurde. Da Prof. Grundler auf die geschichtliche Entwicklung am Abend im Detail eingehen wird, beschränke ich mich an dieser Stelle auf den Hinweis, dass die Idee der Grünlandbewegung von Steinach und Bayern ausging. Andere Länder folgten und gründeten ebenfalls Grünlandvereine. Diese schlossen sich 1922 zum "Deutschen Grünlandbund" zusammen, der eng mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) zusammenarbeitete. Bei der Bildung des Reichsnährstandes 1933 wurde der Grünlandbund - wie alle übrigen landwirtschaftlichen Vereinigungen und Verbände auch - aufgelöst. Nach 1945 wurde die Idee des Grünlandbundes in verschiedenen Fachgremien im geteilten Deutschland fortgeführt. Die heutige AGGF ging aus der 1950 gegründeten Arbeitsgemeinschaft deutscher Grünlandinstitute hervor.

Die AGGF versteht sich als Forum für Forschung, Wirtschaft, Agrarverwaltung und Beratung mit der Zielsetzung, den wissenschaftlich begründeten Fortschritt in der Grünlandwirtschaft und im Futterbau zu fördern und das Fachgebiet national sowie international zu vertreten.

Mit ihrem interdisziplinären Ansatz trägt die AGGF zur Lösung der immer komplexer werdenden Fragestellungen in der Grünlandforschung bei. Als Beispiele möchte ich hier den Einsatz neuer Messtechniken wie moderne Bildanalyseverfahren, die Nutzung von

Spektralanalytik zur Qualitätsbestimmung oder statistische Methoden zur noch effizienteren Gestaltung und Auswertung im Versuchswesen herausgreifen.

Besondere Bedeutung kommt der jährlich stattfindenden wissenschaftlichen Tagung zu, die in diesem Jahr unter dem Arbeitstitel "Zukunft von Praxis und Forschung im Grünland und Futterbau" steht. Ich wurde gebeten, im Rahmen dieses Workshops die zukünftigen Anforderungen aus öffentlicher Sicht für Grünland und Futterbau in Bayern zu skizzieren. Dieser Bitte komme ich gern nach.

### **Umfang von Grünland und Futterbau in Bayern**

Die Gebietsfläche Bayerns umfasst rund 7 Mio. ha. 35 % davon sind Wald. 46 %, also rund 3,3 Mio. ha werden landwirtschaftlich genutzt. Davon wiederum sind immerhin rund 36 % Dauergrünland. Sein Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche schwankt je nach Niederschlagsmenge, Bodenqualität und Höhenlage in den einzelnen Landkreisen von 4 % bis nahezu 100 %. Im sogenannten "Grünlandgürtel Bayerns", der weite Teile des Voralpengebietes umfasst und sich über die Mittelgebirgsregionen des Bayerischen und Oberpfälzer Waldes erstreckt, hat Grünland mit Anteilen von meist weit über 50 % den Hauptanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Der Futterbau Bayerns setzt sich zusammen aus insgesamt 1,15 Mio. ha Dauergrünland, hinzu kommen knapp 430.000 ha Feldfutterbau. Davon sind rund 300.000 ha Silomais und ca. 130.000 ha Klee-, Luzerne- und Feldgras. Letztere konzentrieren sich auf die dem klassischen Grünlandgürtel vorgelagerten ackerfähigen Standorte. Der Feldfutterbau trägt in den dortigen Betrieben zur Erzielung sehr hoher Milchleistungen und zur Erweiterung der Fruchtfolgen bei.

Dies bedeutet, dass Grünland und Feldfutterbau - ohne Einbeziehung des Silomaises - knapp 40 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche bedecken. Diese Zahl verdeutlicht, dass für Bayern Änderungen in der Vieh- und Futterwirtschaft direkte Auswirkungen auf die Struktur der Kulturlandschaft haben und damit Fragestellungen aus gesamtwirtschaftlicher und öffentlicher Sicht aufwerfen.

Wiesen stellen in Bayern mit über 70 % traditionell die vorherrschende Nutzungsform der Grünlandbewirtschaftung dar. Bereits in den 50-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts lag der Anteil an Grünlandflächen mit ausschließlicher Schnittnutzung (Wiesen) in Bayern bei rund 80 %. Inklusive der Mähweiden (Wiesen überwiegend einer Weidenutzung) liegt heute der Anteil des Grünlands mit vorwiegender Schnittnutzung bei ca. 90 %.

Nur etwa 20 % des Dauergrünlandes werden gegenwärtig - zumindest periodisch - beweidet, maximal 10 % können jedoch als ausschließliche Weidenflächen bezeichnet werden. Der Umfang an Weiden, Almen, Alpen, Hutungen und Streuwiesen wird in Bayern mit etwa 54.000 ha ausgewiesen. Regionen mit höheren Weideanteilen liegen vor allem im Alpen- und Voralpenland, im Bayerischen Wald und in Unterfranken.

Besonders stolz sind wir darauf, dass - dank unserer gezielten Förderung der Berglandwirtschaft - im bayerischen Alpenraum noch rund 1.400 Almen und Alpen eine Lichtweidefläche von 40.000 ha bewirtschaften.

Schätzungen zur Nutzungsintensität des Grünlandes in Bayern zeigen, dass der Anteil der Flächen mit ein bis zwei Nutzungen pro Jahr in einer Größenordnung von ca. 20 bis 25 % liegt. Der weitaus größte Teil hingegen wird bei drei bis fünf Aufwüchsen pro Jahr mittelstark bis intensiv genutzt. Rund ein Drittel der Flächen erreicht bei vier und mehr Nutzungen ein Brutto-Ertragsniveau von ca. 100 bis 120 dt/ha und darüber. Der Feldfutterbau

entspricht mit seinem Leistungsniveau im Regelfall dem hochintensiven Grünland am jeweiligen Standort.

### **Bedeutung von Grünland und Feldfutterbau in Bayern aus öffentlicher Sicht**

Grünland und Feldfutterbau erfüllen viele Funktionen. Die Verwertung des Grünlandaufwuchses erfolgt in Bayern zum größten Teil über die Milchviehhaltung und die Nachzucht. Die Rinderhaltung, vor allem die Milchviehhaltung - und damit indirekt der Futterbau - ist die tragende Säule der bayerischen Landwirtschaft. Über 50 % der Verkaufserlöse der bayerischen Landwirtschaft werden über die Milch- (36 %) und Rindfleischproduktion (16 %) erzielt.

Die Grünlandbewirtschaftung leistet aber auch einen unverzichtbaren Beitrag zum Erhalt unserer einzigartigen Kulturlandschaft und hat große Bedeutung für Umwelt, Gesellschaft und Tourismus.

Ein wesentlicher Aspekt ist der Ressourcenschutz. Gerade Grünlandflächen sind oft besonders artenreich. In Deutschland kommen auf Dauergrünland im engeren Sinne, also auf Flächen mit Futternutzung, etwa 400 bis 1.000 Pflanzenarten vor, von denen ein nicht unbeträchtlicher Teil selten und im Bestand gefährdet ist. Bezieht man in die Betrachtung noch Streuwiesen, Trockenrasen und alpine Matten mit ein, dann steigt die Artenzahl sogar auf 2.000 an!

Mit einem umfangreichen Grünland-Monitoring stellt die Landesanstalt für Landwirtschaft derzeit die aktuell vorhandene Artenvielfalt in den verschiedenen Nutzungsintensitäten und Regionen Bayerns fest. Sie erarbeitet damit auch eine Datenbasis, um künftige Entwicklungen besser abschätzen und analysieren zu können.

Weiterhin sind Grünland und Feldfutterbau wichtig für den Bodenschutz. Dies gilt vor allem mit Blick auf die erosionsmindernde Wirkung sowie die Minderung der Moorsackung durch ganzjährige Bodenbedeckung.

Dem Dauergrünland kommt zudem eine wichtige Rolle im Gewässerschutz zu. Die meisten Wasserschutzgebiete liegen unter Grünland, weil dort in der Regel bei Schnittnutzung weniger Stickstoff und Phosphor ausgetragen werden als unter Ackernutzung. Langzeituntersuchungen der Landesanstalt für Landwirtschaft belegen, dass auch unter intensiv genutzten Wiesen der Nitratgehalt des Sickerwassers nur einen Bruchteil des Richt- bzw. Grenzwertes für Trinkwasser beträgt.

Für den Erhalt, die Sicherung und Neuschaffung von Retentionsräumen zur Wasserrückhaltung und zum schadlosen Wasserabfluss kommt neben dem Auwald nur Dauergrünland infrage. Dies gilt es nicht zuletzt mit Blick auf den Klimawandel und der prognostizierten Zunahme von Wetterextremen und ihren Folgen zu berücksichtigen.

Das Grünland prägt entscheidend das Bild der bayerischen Kulturlandschaft im Voralpen-, Alpen- und Mittelgebirgsraum, in Fluss- und Bachtälern. Der Erhalt eines flächendeckenden vielgestaltigen Grünlandes gerade in diesen Regionen ist eine Grundvoraussetzung für die Attraktivität dieser Naturräume und hat direkte Auswirkungen auf Tourismus, Freizeit und Erholung.

Die vielfältigen Leistungen der Grünlandbewirtschaftung können schon aus finanzieller Sicht großflächig nie durch die vergleichsweise teuren Landschaftspflegemaßnahmen ersetzt werden. Die hier erbrachten Gemeinwohlleistungen der Landwirte sind langfristig nur zu sichern, wenn sie entsprechend honoriert werden. Die Bayerische Staatsregierung

unterstützt deshalb die Landwirte mit dem Kulturlandschaftsprogramm und der Ausgleichszulage bei der Nutzung und Erhaltung extensiver und artenreicher Grünlandbestände.

### **Zukünftige Anforderungen aus öffentlicher Sicht**

In Bayern ist die Grünlandbewirtschaftung eng verknüpft mit der Milchviehhaltung, die allerdings einem starken Strukturwandel unterliegt.

Seit 1990 hat in Bayern die Zahl der Milchkühe von ca. 1,8 Mio. um rund 500.000 auf derzeit etwa 1,3 Mio. Tiere abgenommen. Dies entspricht einem prozentualen Rückgang von über 25 %. Gleichzeitig sank die Zahl der Milchkuhalter um mehr als 50 %. Der durchschnittliche Tierbesatz je Flächeneinheit für ganz Bayern sinkt damit seit Jahren stetig. Somit wird die für die Milchviehhaltung benötigte Futterbasis immer kleiner und zieht sich zuerst aus Grenzstandorten zurück. Das trifft auf alle Grünfutterflächen, also neben Grünland auch auf den Feldfutterbau und auf Silomais zur Futternutzung, zu.

Für die nächsten 10 Jahre ist nach Expertenmeinung unter Fortschreibung der aktuellen Rahmenbedingungen in der Rinderhaltung mit einer Freisetzung von Grünland in einer Größenordnung von rund 200.000 ha in Bayern zu rechnen. Dies ist Ausdruck des hohen Wettbewerbsdruckes, unter dem die Milchviehbetriebe in Bayern seit Jahren stehen. Dies wird auch durch den Rinderreport Bayern 2002 und den Milchreport Bayern 2004 bestätigt.

Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen sind hohe Milchleistungen pro Kuh in Bayern die häufigste Strategie, den Betriebserfolg zu sichern. Von Neuseeland und der Schweiz wird die alte "intensive Standweide", heute "Kurzrasenweide" genannt, wieder in die fachliche Diskussion gebracht. Diese will u.a. über möglichst lange Weideperioden im Jahr hohe Milchleistungen pro Flächeneinheit erzielen. Bei beiden Strategien wird jedoch der Gewinn immer durch eine hohe Grundfutterleistung deutlich positiv beeinflusst.

Der Zwang zu hohen Grundfutterleistungen, also Aufwüchsen mit möglichst hohen Energiedichten und Verdaulichkeiten, verlangt eine Produktionstechnik mit frühen und häufigen Nutzungen. Das bedeutet, - unabhängig von der jeweils ursprünglich lokal vorhandenen Grünlandgesellschaft - dass diese in Richtung eines Weidelgras-Weißklee-Bestandes gelenkt wird. Dies ist in Gunstlagen des Grünlandes im Rahmen des integrierten Pflanzenbaus möglich.

Problematisch wird es dann, wenn die an den Pflanzenbestand von den Standortgegebenheiten - wie Klima oder Bodenverhältnisse - einerseits und der geänderten Nutzung andererseits gestellten Anforderungen nicht von einem ausreichenden Anteil wertvoller Bestandbildner gleichzeitig erfüllt werden können. Erfolgt die durch die Intensivierung erzwungene Bestandesumschichtung nicht genügend rasch oder misslingt sie gänzlich, ist eine Verschlechterung der Grünlandbestände die Folge. Leider stellen wir genau dies in der Praxis fest. Hier setzen daher unsere praxisorientierte Forschung und Beratung an.

In diesem Zusammenhang möchte ich das Zusammenwirken von Züchtungsforschung und Beratung bis hin zum Hoheitsvollzug hervorheben. So kann Bayern vom eigenen Genpool bei wichtigen Gräserarten direkt profitieren. Diese sind durch langfristige natürliche Selektion an die besonderen Verhältnisse Bayerns bereits grundlegend angepasst. Durch die Zuchtanstrengungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft gelang es in jüngster Zeit, hieraus zulassungsfähige Sorten zu entwickeln. Damit steht unter anderem bei Deutschem Weidelgras als Leistungsträger des Intensivgrünlandes für die Milchviehbe-

triebe gerade in höheren und damit problematischen Lagen besonders angepasstes Saatgut zur Verfügung.

Gerade vor dem Hintergrund des letzten Winters, in dem die Winterhärte auf eine harte Probe gestellt wurde, wird die Bedeutung der regional angepassten Fortentwicklung der Ressource Saatgut im Verbund mit der bayerischen Saatgutwirtschaft deutlich. Durch diese Vorleistungen finden damit auch Sorten ihren Weg in die Praxis, die durch ihre regionale Ausrichtung einen eigenen kommerziellen Zuchtgang nicht tragen würden.

Oder anders ausgedrückt: So wie es ohne Förderung extensiver Nutzungsformen bestimmte Grünlandtypen nicht mehr gäbe, stünde ohne die Förderung des notwendigen Züchtungsaufwandes Betrieben mit Standortnachteilen dieses angepasste Saatgut nicht zur Verfügung. Bayern stellt sich auch in diesem Bereich seiner Verantwortung gegenüber den meist unter ungünstigen Standortbedingungen wirtschaftenden bäuerlichen Betrieben.

### **Strategien zur Förderung der Grünlandnutzung**

Wenn die vielfältigen Funktionen des Grünlandes gesichert werden sollen, bedarf es ökonomisch umsetzbarer Strategien zu Erhaltung und Förderung der Grünlandnutzung. Aus diesem Grunde haben wir bei der Neustrukturierung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft die praxisorientierte Forschung zur Grünlandbewirtschaftung gestärkt und institutsübergreifend den Arbeitsschwerpunkt "nachhaltige, flächendeckende Grünlandbewirtschaftung" gebildet. Die Landesanstalt für Landwirtschaft erarbeitet zur Zeit konkrete Modelle verschiedener Formen künftiger Grünlandbewirtschaftung - als Grundlage einer vorausschauenden Agrar- und Umweltpolitik in Bayern. Dabei reichen die Betriebskonzepte von intensiver Milchviehhaltung und Futterwirtschaft bis hin zu extensiven Weidesystemen.

Bayern misst der angewandten Agrarforschung besondere Bedeutung zu. Auch bei knappen Ressourcen unterhalten wir ein Netz an Forschungs- und Versuchseinrichtungen, das die Lehr- Versuchs- und Fachzentren, die Versuchsgüter der Landesanstalt für Landwirtschaft sowie die Versuchsflächen an den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten umfasst. Der größte Teil der angewandten Forschung im Bereich Grünland und Feldfutterbau wird dabei bislang an den Standorten Spitalhof/Kempton, Steinach und dem Arbeitsverbund Rosenheim/Osterseeon geleistet.

Gerade die ökonomischen Rahmenbedingungen in der Rinderhaltung, speziell in der Milchviehhaltung, erfordern neue Strategien von Politik, Forschung, Beratung und Praxis in der Grünland- und Futterbauwirtschaft. Denn Änderungen in der Vieh- und Futterwirtschaft haben unmittelbare Auswirkungen auf die Struktur der Kulturlandschaft und berühren damit auch gesamtwirtschaftliche und öffentliche Interessen.

Im Rahmen möglicher Grünlanderhaltungs- und Landschaftspflegestrategien müssen auch neue Formen der Verwertung für Futterbauflächen geprüft werden, wie z. B. die Verwertung als Grundstoff für Fasern, Proteine, Milchsäure, Aminosäuren, Alkohol oder die direkte thermische Nutzung.

Ein Verwertungspfad für Grünland könnte z. B. auch die energetische Nutzung in Biogasanlagen sein. Die Forschungs- und Beratungsaktivitäten der verschiedenen Institute in diesem Bereich sind an der Landesanstalt für Landwirtschaft - wie für den Bereich Grünland auch - in einem eigenen Schwerpunkt gebündelt.

Vor gut drei Monaten hat die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ihre Standpunkte zur Landwirtschaft im Jahr 2020 vorgestellt. Sie geht nach ihren Erhebungen da-

von aus, dass in Bayern die für Biogas benötigte Energiepflanzenfläche von rd. 110.000 ha ohne deutliche Anbauverschiebungen zur Verfügung gestellt werden kann.

Auf dem Sektor Biogas haben wir derzeit einen Technologieschub: So entsteht im oberbayerischen Pliening die erste landwirtschaftliche Biogasanlage Bayerns, die Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet und in das nahe gelegene Erdgasnetz einspeist. Dazu muss dem Rohbiogas ein CO<sub>2</sub>-Anteil von etwa 45 % entzogen werden. Ebenfalls notwendig sind eine Entfeuchtung und eine Beseitigung von geringen Mengen an Schwefelwasserstoff. Damit wird Erdgasqualität erreicht.

Ich begrüße in diesem Zusammenhang auch ausdrücklich die Selbstverpflichtung der Deutschen Erdgaswirtschaft, dem als Kraftstoff verwendeten Erdgas bis zum Jahr 2010 bis zu 10 % Biomethan beizumischen. Die Gasversorger sind damit Wegbereiter für den Einsatz von aufbereitetem Biogas in Erdgasnetzen und eröffnen unserer Landwirtschaft neue Chancen.

Das Ziel aus öffentlicher Sicht ist es, einen möglichst hohen Anteil des Grünlandes in seiner Vielfalt zu erhalten. Aus diesem Grunde halte ich es für eine vordringliche Aufgabe von Agrarforschung und Beratung, standortgerechte Nutzungsempfehlungen zu erarbeiten, die überall dort, wo es einzelbetrieblich und gesamtgesellschaftlich wünschenswert ist, angewendet werden können und wirtschaftlich tragbar sind.

Hierzu erwarte ich von Ihrer Tagung wichtige Impulse. Ich danke den Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau für ihr vielfältiges Engagement und wünsche der 50. Jahrestagung einen erfolgreichen Verlauf.

## Steinach als Ausgangspunkt der deutschen Grünlandbewegung Ein historischer Streifzug von 1904-1972

T. Grundler

Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft der Fachhochschule Weihenstephan,  
Am Hofgarten 1, 85350 Freising (thomas.grundler@fh-weihenstephan.de)

Als um 1890 in Frankfurt Dr. jur. Carl von Lang-Puchhof den aus Karlsruhe stammenden Dr. jur. August Schmieder kennen lernt und mit ihm einen gemeinsamen Rennstall für Galopprennpferde gründet, ist nicht zu ahnen, welche große Bedeutung dies für die Grünlandforschung und Futterpflanzenzüchtung Deutschlands haben wird.

Carl von Lang besitzt seit 1870 mit Gut Puchhof bei Straubing den damals flächenmäßig größten Gutsbetrieb Bayerns, wo er in einem weitläufigen Gestüt sehr erfolgreich Rennpferde züchtet. Er überredet August Schmieder seine Pferde auch nach Puchhof zu bringen und so kommt August Schmieder öfters nach Niederbayern. 1897 erbt der 30-jährige August Schmieder nach dem Tod seiner Eltern ein sehr großes Vermögen und erwirbt von seinem Freund Carl von Lang mit Rinkam, Einhausen und Steinach gleich drei landwirtschaftliche Gutsbetriebe in der Nähe



Abb.1: Dr. jur. August von Schmieder

von Straubing. 1902

wird er „wegen seiner großen Verdienste“ von der Krone Bayerns geadelt und heiratet 1904 mit Mary von Lang-Puchhof die Tochter seines „Pferdefreundes“.

Mit den reichlich vorhandenen Geldmitteln investiert August von Schmieder in den Jahren 1904-1910 vor allem in Steinach: Nach den Plänen des Münchner Stararchitekten



Abb.2: Neues Schloss Steinach (1945 zerstört)

Gabriel von Seidl (Deutsches Museum, Bayerisches Nationalmuseum, u.v.a.m.) errichtet er für seine junge Frau das imposante, 200 Räume umfassende „Neue Schloss Steinach“. In Unterniedersteinach wird auf einer Fläche von 75 ha das „Gestüt Steinach“ gebaut, der landwirtschaftliche Betrieb erhält einen neuen Stall für 100 Milchkühe, einen neuen Schweinestall, eine Elektrizitätsanlage, eine eigene Wasserversorgung, eine Brennerei, eine Molkerei, zudem werden alle Ackerflächen drainiert, kurzum: Steinach wird zu einem Musterbetrieb ausgebaut, der viele interessierte Landwirte aus Bayern anzieht, der spätere Bayerische König Ludwig III. von Bayern selbst besichtigt 1910 die moderne „von Schmieder'sche“ Landwirtschaft.

## Die Anfänge (1904-1919)

Um die Neugestaltung der Landwirtschaft zu bewältigen, stellt August von Schmieder 1904 den jungen, auf mehreren Großbetrieben Süd- und Ostdeutschlands ausgebildeten Ludwig Niggel (1875-1971) als Verwalter ein (WOLF, 1995) und findet in ihm einen kongenialen Partner für seine Vorhaben. Als Niggel 1905 beauftragt wird, auf den vernässten, meist sehr sauren Urgesteinsverwitterungsböden in Unterniedersteinach die bestmöglichen Weiden und Wiesen für das neue Gestüt anzulegen, sucht er fachlichen Rat. An der land-



Abb. 3: Ludwig Niggel

wirtschaftlichen Abteilung des Bayerischen Innenministeriums kann ihm Prof. Dr. Ahr zwar keinen bayerischen Grünlandspezialisten nennen, aber auf seine Empfehlung wendet sich Niggel an Prof. Dr. C. Weber von der Moorversuchsanstalt in Bremen (NIGGL, 1953). Mehrfach besucht Prof. Dr. C. Weber in der Folgezeit Steinach und es gelingt mit seiner Hilfe die Gestütsweiden fertig zu stellen. Die Rennpferde gedeihen prächtig: Von 1909 bis 1916 gewinnen die Steinacher Farben das Bayerische Derby in München-Riem in Folge!. In vielen Pflanzenbestandbeur-



Abb. 4: Prof. Dr. Zorn

teilungen stellt Weber aber das für die damalige Zeit Übliche fest: Vielerorts ist das Grünland in einem miserablen Zustand. Durch die üblicherweise geringe Nährstoffrücklieferung und die meist sehr nassen, sauren Böden haben sich sehr minderwertige Pflanzenbestände ausgebildet, die kein qualitativ hochwertiges Futter liefern können. 1913 besucht Prof. Dr. Pott mit seinem damaligen Assistenten Dr. Wilhelm Zorn, dem späteren Professor und Direktor des Tierzuchtinstituts der Universität Breslau und nach dem 2. Weltkrieg Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub Steinach (WOLF, 1995). Zorn weilt von da an häufig in Steinach und unterstützt als Spezialist für Tiererhaltung Ludwig Niggel in seinem Bemühen, die hofeigene Futtergrundlage für die Tierbestände zu verbessern. Im Juli 1914 – kurz vor Ausbruch des 1. Weltkrieges – unternehmen August von Schmieder, Heinrich Ackermann, Ludwig Niggel und Dr. Wilhelm Zorn eine 14-tägige Studienreise nach Sachsen, Brandenburg, Hannover, Oldenburg und Ostfriesland, um vorbildliche Futterbaubetriebe zu besichtigen, u.a. führt die Reise nach Klein-Wanzleben, Schlanstedt und Petkus (ZORN, 1914). August von Schmieder und Ludwig Niggel sehen auf diesen Betrieben die dortigen züchterischen Arbeiten und man beginnt in Steinach mit der Auslese von Gräsern, zunächst zur gezielten Saatgutvermehrung, offiziell wird 1920 die „Saatzucht Steinach“ gegründet, die sich schnell zu einem der führenden Zuchtbetriebe entwickelt.

## 1919 Gründung des Vereins zur Förderung des Grünlandes in Bayern

Nach dem Ende des 1. Weltkrieges besucht Prof. Weber im Oktober 1919 wieder Steinach. Am 19. Oktober 1919 muss er wegen schlechten Wetters seine Pflanzenbestandsaufnahmen unterbrechen und es kommt am Abend zu der entscheidenden Unterredung mit Ludwig Niggel. Weber beklagt sich dabei, dass seine und die Ratschläge so bekannter Wissenschaftler wie Stebler, Schröter, Strecker, Braungart, Falke und anderen zur Verbesserung der „Wiesen und Weiden“ von den meisten Landwirten in Deutschland und anderen europäischen Ländern nicht beachtet werden. Die beiden Männer diskutieren im Turmzimmer des Alten Schlosses in Steinach die ganze Nacht durch und prägen dabei



Abb. 5: Grünlandexkursion in Steinach um 1930

- als „Sammelbegriff für alles grünende Land, das der Futterwirtschaft dient“ - das Wort „Grünland“, das davor im deutschen Sprachgebrauch tatsächlich nicht existiert (NIGGL, 1953). Prof. Weber bedrängt Niggel, dass „ein Vorstoß in diesem überaus wichtigen Gebiet von der Praxis selbst vorgenommen werden sollte, Sie und Herr von Schmieder sollten das in die Hand nehmen“ (NIGGL, 1953). Als August von Schmieder am nächsten Tag seine Unterstützung zusagt, kommt der Stein ins Rollen und bereits 4 Wochen später wird am 19. November 1919 auf Anraten des

späteren bayerischen Landwirtschaftsministers Johann Wutzlhofer in Straubing der „Verein zur Förderung des Grünlandes in Bayern“ gegründet (NIGGL, 1953). Zum Vorsitzenden wird Dr. August von Schmieder bestimmt, zum Stellvertreter Heinrich Ackermann, Gut Makofen, der später durch RR Dr. Weller, dem damaligen Leiter der Futterpflanzenabteilung der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt ersetzt wird. Unter der Führung von Ludwig Niggel wird der junge Verein sofort sehr aktiv: Im März 1920 findet der 1. Weidelehrgang in Steinach statt, der Bayerische Landwirtschaftsminister Steiner besucht Steinach und sagt die Unterstützung der Bayerischen Landwirtschaftsverwaltung zu, bereits im Mai 1920 findet durch Prof. Weber in Steinach der 1. Grünland-Lehrgang statt. Schon 1920 kann mit finanzieller Unterstützung des Landwirtschaftsministeriums in München eine Geschäftsstelle bezogen und mit Dr. H. Hübenthal der erste hauptamtliche Geschäftsführer eingestellt werden (ab 1923 Dr. Kanzler), 1921 zählt der Verein bereits 238 Mitglieder (NIGGL, 1953). Überall in Bayern werden in Beispielsbetrieben und an Landwirtschaftsschulen auf Betreiben des Grünlandvereins „Lehrgräsergärten“ eingerichtet, Ludwig Niggel reist durch ganz Bayern und Deutschland und hält eine große Anzahl von Vorträgen zu Grünland- und Futterbauthemen (NIGGL, 1953).

Jedes Jahr werden drei- bis viertägige „Frühjahrstagungen“ mit ausführlichem Vortrags- und Besichtigungsprogramm in einem Teil Bayerns veranstaltet, die außerordentlich hohes Interesse finden, so nehmen beispielsweise an der 7. Jahrestagung 1927 im Bayerischen Wald 214 Personen teil. Der Name „Steinach“ wird durch diese Aktivitäten überall bekannt und steht in Landwirtschaftskreisen fortan für „Grünland“.

## 1922 Gründung des Deutschen Grünlandbundes

Ab 1922 überschreitet die Grünlandbewegung die weiß-blauen Grenzen und auch in den übrigen Ländern des damaligen Deutschen Reiches werden die ersten Grünlandvereine gegründet. 1926 sind es bereits 18 Grünlandvereine bzw. -institute im Deutschen Reich und in Österreich (WOLF, 1995). Zeitgleich mit der Gründung des „Hessischen Grünlandvereins“, dessen erster Geschäftsführer Dr. Könekamp ist, wird am 31. Mai 1922 in Frankfurt der „Deutsche Grünlandbund“ als Dachorganisation aller Grünlandvereine gegründet, dessen Geschäftsstelle wird in die Geschäftsstelle des Bayerischen Grünlandvereines integriert. Als Vorsitzender agiert wiederum Dr. August von Schmieder, der dieses Amt bis zu seinem Tod im Jahre 1941 innehat.



Abb. 6: Lehrgebäude der „Studiengesellschaft“ im Gestüt Steinach

Welche Begeisterung für die Grünlandbewegung in der Landwirtschaft in diesen ersten Jahren herrscht, kann daran abgelesen werden, dass der 1924 in Straubing im „Lichtspielhaus“ uraufgeführte „Deutsche Grünlandfilm“ mehrere Tage ausverkauft ist! Der Deutsche Grünlandbund hat unter Führung von Dr. August von Schmieder und Ludwig Niggel in der Öffentlichkeit einen sehr hohen Stellenwert erreicht, so werden z. B. die Teilnehmer des Deutschen Grünlandtages 1928 in Köln von Oberbürgermeister Dr. Konrad Adenauer zu einem „Empfang mit Imbiss und Bowle“ eingeladen (N.N.).

### 1930 Gründung der „Studiengesellschaft zur Förderung der Grünlandwirtschaft“

Die Erkenntnis, dass es nicht ausreicht, Vorträge und Tagungen zu halten bzw. einzelne Betriebe zu beraten, führt im Deutschen Grünlandbund zu dem Wunsch ein Institut zu schaffen an dem dauerhaft wissenschaftliche Grünland- und Futterbauversuche durchgeführt werden können. Inzwischen sind - wegen der in den 20-er Jahren sehr schlechten wirtschaftlichen Lage Deutschlands - die Finanzmittel knapp geworden. Insbesondere hatte auch Dr. August von Schmieder durch den Versailler Vertrag und die Weltwirtschaftskrise einen Großteil seines schier unerschöpflichen Vermögens verloren. Erfolgreich sucht Ludwig Niggel nach weiteren Partner für die Idee eines Grünlandinstitutes auf wissenschaftlicher Basis. Anlässlich der Sommertagung der Kali-Industrie, die 1930 von Freiburg über Weihenstephan auch nach Steinach führt, kann Niggel Geheimrat Prentzel vom Deutschen Kali-Syndikat von seiner Idee, in Steinach ein Grünland-Institut einzurichten, überzeugen. Am 11. Juli 1930 wird in Berlin die „Studiengesellschaft zur Förderung der Grünlandwirtschaft“ gegründet. Als Gesellschafter fungieren die Deutsche Kali-Industrie, der Bayerische Staat und Dr. August von Schmieder, der sich bereiterklärt Gebäude, Versuchsfelder, Tierbestände und Personal zur Verfügung zu stellen. Als wissenschaftlicher Beirat fungieren die Herren: Prof. Dr. Remy, Bonn, Prof. Dr. Neubauer, Dresden, Dr. Fingerling, Leipzig, Dr. Scheunert, Leipzig, Prof. Dr. Zorn, Breslau, Dr. Münzinger, Hohenheim, Dr. Raum, Weihenstephan (NIGGL, 1953). Die „Studiengesellschaft“ wird im – nach Aufgabe der Rennpferdezucht – freigewordenen Gestüt Steinach untergebracht. Nach einem kurzen Provisorium übernimmt 1931 mit Dr. Friedrich König der Assistent von Prof. Dr. Könekamp am Institut für Grünlandwirtschaft der Preußischen Forschungsanstalt in Landsberg an der Warthe die Institutsleitung (WOLF, 1995). Im ehemaligen Gestütswärterhaus werden Lehrräume, Speiseraum, Küche und Zimmer eingerichtet und bereits im gleichen Jahr können die ersten Lehrgänge abgehalten werden.



Abb. 7: Prof. Dr. König

Jahr für Jahr werden nun in Steinach mehrere ein- oder zweiwöchige Grünlandkurse für die Landwirtschaftsberater aus Bayern, den anderen Teilen Deutschlands und für Praktiker angeboten. Der gewählte Standort stellt sich als besonders

günstig für die Arbeit der „Studiengesellschaft“ heraus: Der nahe gelegene Bayerische Wald und die Auen der Donauniederung bieten ideale Grünland-Versuchsstandorte und die Saatzucht Steinach mit ihren Futterpflanzenzuchtgärten ist eine ideale Ergänzung für alle Exkursionen der Lehrgangsteilnehmer. Bis zur Einstellung der Lehrgangstätigkeit im 2. Weltkrieg - mehrere Mitarbeiter und auch Dr. König selbst werden zeitweilig Wehrdienst einberufen - werden in Steinach 53 Kurse für 672 Landwirtschaftsberater abgehalten (NIGGL,1953). Die wichtigsten der langjährigen Grünlandversuche können aber auch während des Krieges aufrechterhalten bleiben.

### 1933 Gleichschaltung und Reichsnährstandszeit

Durch die „Gleichschaltung“ nach der Machtübernahme durch die NSDAP werden auch die Grünlandvereine und der Deutsche Grünlandbund zwangsweise aufgelöst, die meisten in diesen Organisationen Tätigen werden vom Reichsnährstand übernommen. Die Lehrgangs- und Versuchstätigkeit in der „Studiengesellschaft“ geht zunächst unvermindert weiter, bis sie 1941 kriegsbedingt eingestellt werden muss. Im gleichen Jahr verstirbt Dr. August von Schmieder, der durch den Ausbau seines Gutes und sein großes Engagement als Vorsitzender des Deutschen und des Bayerischen Grünlandbundes dafür gesorgt hatte, dass die Grünlandbewegung von Steinach ausgehend in ganz Deutschland Verbreitung fand.

### Die Nachkriegszeit bis 1972

Nach dem Zusammenbruch entsteht der Deutsche Grünlandbund nicht von Neuem, sondern die beiden überlebenden Gründungsmitglieder Prof. Dr. Zorn und Ludwig Niggel sind sich einig, dass die Kräfte für den Wiederaufbau einer Landwirtschaftsorganisation am besten in der 1947 neu entstandenen DLG gebündelt werden sollen und empfehlen, innerhalb der DLG eine eigene „Abteilung für Futter- und Grünlandwirtschaft“ zu gründen, die heute noch als „DLG-Ausschuss für Grünland und Futterbau“ existiert.

In Steinach können 1947 wieder die ersten Grünlandkurse gehalten werden. Dr. König habilitiert mit seiner Arbeit über „Die Rolle der Nährstoffversorgung bei der Leistungs-



**Abb. 8:** Prof. Dr. Franz Zürn und Ludwig Niggel, hinten links MR Schröder

steigerung der Wiese“ und hält ab 1949 in Weihenstephan die Grünlandvorlesungen. Wissenschaftliche Mitarbeiter von Prof. Dr. König in Steinach werden u.a.: Dr. Unglaub (bis 1950), Dr. Oskar Schweighardt, Dr. Norbert Mott, und Prof. Dr. Franz Zürn. 1958 wird das Institut umbenannt zum „Lehr- und Forschungsinstitut des Vereins zur Förderung der Grünlandwirtschaft und des Feldfutterbaues“. In diesem Verein sind die maßgeblichen Mitglieder das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und die Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke (WOLF; 1995). Nach dem Tod von Prof. Dr. König im Jahr 1961 wird Prof. Dr. Franz Zürn, der 1953 aus Admont als Mitarbeiter nach Steinach kommt, Leiter des Instituts und Dr. Horst Wolf sein Mitarbeiter. Die Lehrgangs- und Versuchstätigkeit wird weiter geführt, oft werden auswärtige Referenten wie Prof. Dr. Voigtländer, Dr. Voll-

rath, Dr. h.c. Priehäuser, Prof. Dr. Bachthaler, Dr. Scheller, Dr. Rieder in die Lehrgänge einbezogen (WOLF, 1995).

In den anderen Bundesländern sind inzwischen auch Grünlandinstitute entstanden und so werden von dort in den 60er Jahren immer weniger Lehrgangsteilnehmer nach Steinach entsandt. Die Unterbringungsmöglichkeiten sind nicht mehrzeitgemäß, in Bayern wird

gerade eine „Ämterreform“ durchgeführt und als zudem 1972 Prof. Dr. Zürn überraschend verstorbt, wird der Lehrgangsbetrieb mit dem letzten Kurs 1973 eingestellt (WOLF,1995). Insgesamt erleben in 41 Jahren 2.965 Lehrgangsteilnehmer in 200 Kursen (WOLF, 1995) das Grünlandinstitut Steinach mit seinem besonderen Flair, der persönlichen, sehr privaten Atmosphäre und behalten ihr Leben lang Steinach als Wiege der deutschen Grünlandbewegung und damit der gesamten Grünlandforschung in bester Erinnerung.

Trotz der Auflösung des Institutes gelingt es den Versuchsstandort Steinach mit seinen zum Teil historischen Grünlandversuchen zu erhalten. Das technische Personal wird vom Bayerischen Staat übernommen, Dr. Horst Wolf wechselt an das Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur Deggendorf und leitet von dort aus die Versuchsanstellungen in Steinach. Es entsteht die dem jetzigen Amt für Landwirtschaft und Forsten Deggendorf zugeordnete „Versuchsstelle Steinach“, die sich weiterhin intensiv, im Rahmen ihrer Möglichkeiten (die leider nicht mehr die Möglichkeiten des früheren „Grünlandinstitutes sind) unter der technischen Führung vom Herrn Hans Fuchs mit Versuchsfragen auf dem Grünland und im Feldfutterbau beschäftigt.

### **Literaturverzeichnis:**

GRUNDLER, T. (2005): Die Geschichte der Familie von Schmieder in Steinach, Beilage zum Gemeindeboten Steinach.

NIGGL, L. (1953): Die Geschichte der deutschen Grünlandbewegung 1914-1945.

N:N:: Protokolle und Programme der Tagungen des Vereins zur Förderung der Grünlandwirtschaft in Bayern, Archiv Versuchsstelle Steinach.

WOLF, H. (1995): Steinach, die Wiege der deutschen Grünlandbewegung.

ZORN, W. (1914): Manuskript Studienreise 1914 A.v.Schmieder, L.Niggl, W.Zorn, Archiv Versuchsstelle Steinach.

## Grünlandbewirtschaftung in Süddeutschland – ein Blick in die Vergangenheit

J. B. Rieder

Nandlstadt

Der Begriff „Grünlandbewirtschaftung“ als Sammelbegriff für alle Formen der Grünlandnutzung wurde erst in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts geschaffen. Im folgenden Rückblick wird daher von Weiden, Wiesen, Hutungen und Streuwiesen gesprochen.

### Antike und Mittelalter

Blenden wir um 2000 bis 2500 Jahre zurück, so war der süddeutsche Raum zusammen mit dem östlichen Alpenraum von den Kelten besiedelt. Über deren Formen der Landnutzung gibt es nur wenige schriftliche Zeugnisse. Bekannt ist, dass die Kelten Pferdezucht betrieben. Die Pferde brauchten sie als Transportmittel für ihre Handelsbeziehungen. Vor allem die Eisenverarbeitung hatte einen hohen Stellenwert. So standen vor allem ihre Waffen beim römischen Heer hoch im Kurs. Die Römer waren nicht in der Lage, Schwerter gleicher Qualität zu schmieden. In diesem Zusammenhang sei auf eine *Terra X*-Sendung im ZDF vom 09.01.2006 zu einem Meteoriteneinschlag im Zeitraum 500 bis 350 v. Chr. im Chiemgau verwiesen. Hierzu gibt es im Internet eine umfangreiche Dokumentation (<http://www.chiemgau-impakt.de/index.html>). Einen Hinweis auf dieses Ereignis gibt es auch an ganz anderer Stelle. Der griechische Geograph STRABON (63 v. Chr. bis 23 n. Chr.) berichtet in seiner „*Geographie*“ vom Besuch einer keltische Gesandtschaft am Hofe von Alexander dem Großen. Auf die Frage, was die Kelten am meisten fürchteten, erwartete er die Antwort: „Ihn“. Doch die Kelten gaben die Antwort: „Nichts, außer der Himmel fällt ihnen auf den Kopf.“ Diese Äußerung wurde bislang als Zeichen ihrer Furchtlosigkeit gedeutet, doch aus dem Hintergrund dieses Kometeneinschlages, muss ihnen dies tatsächlich wie der Einsturz des Himmels erschienen sein.

Nachgewiesen ist jedoch, dass die Kelten im Alpenbereich Viehwirtschaft betrieben (J. KRIEGER, 1955). Nachweislich haben sie Alpenkäse an römische Händler vertrieben, die ihn bis nach Rom weiterverkauften. Es ist davon auszugehen – gesicherte Beweise fehlen allerdings –, dass Weidewirtschaft überwiegend in den Bergregionen betrieben wurde. Wiesenutzung wird sich auf die nicht pflügbaren, nassen Standorte beschränkt haben, auf Standorte, die wir heute als Streuwiesen bezeichnen. Diese Bewirtschaftungsformen finden sich heute noch im Kaukasus, wo die zeitlich unbegrenzte Auftriebsdauer und der unbegrenzte Bestoss mit Weidetieren allerdings zu starken Erosionserscheinungen führen.

Aus hellenistischer und römischer Zeit gibt es nur wenige Schriften, die sich mit Fragen der Bodennutzung befassen. Aus griechischer Zeit sind Werke von HESIOD („*Werke und Tage*“) und die „*Oikonomikos*“ (Wirtschaftslehre) des XENOPHON bekannt (W. MARX 1907). Als die bekanntesten römischen „Landwirtschaftsautoren“ wären zu nennen: CATO, VERGIL, COLUMELLA UND PLINIUS. Sie alle haben vor allem Probleme des Acker-, Wein-, Obst- und Gemüseanbaus (Rettich und Knoblauch) erörtert. Eine gezielte Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden war vom Altertum bis zum Beginn der Neuzeit unbekannt.

Aus dem Zwang zur Selbstversorgung lag über die Jahrhunderte hinweg das Primat der landwirtschaftlichen Bodennutzung beim Ackerbau. Dies änderte sich auch nicht mit der „Landnahme“ der Bajuwaren und Allemannen im 5. Jahrhundert n. Chr. in Süddeutsch-

land. Die sich zurückziehenden Römer hinterließen den Einwanderern Ackerbaufluren. Ackerbau musste auch unter ungünstigen klimatischen Bedingungen zur Selbstversorgung betrieben werden.

Machen wir einen Zeitsprung zum beginnenden Mittelalter. Nach einem Verzeichnis des *Codex Falkensteinensis* von 1170 war der Hof meiner Vorfahren mit folgenden Abgaben belegt: 1 Modium (Getreidemaß) Getreide, dazu noch Bohnen, Rüben und Har (Flachs) (DETTERBECK, K. U. K. BREITRAINER, 1988).

Der Flachs-anbau hatte im Voralpenraum offensichtlich eine lange Tradition. Gebräuchlich war der Ausdruck „Har“ für Flachs. Der Har musste für die Gewinnung der Fasern zur Leinenherstellung gebrochen werden, d.h. durch Rösten über offenem Feuer wurden die Fasern frei gesetzt. Das „Brechen“ (Rösten) erfolgte wegen der großen Brandgefahr immer außerhalb der Ortschaften in sogenannten Brech- oder Gantstuben. Aus dieser Zeit stammt auch der Ausdruck „auf die Gant kommen“. Auf die Gant kommen besitz- und rechtlose Leute, die von Gantstube zu Gantstube zum Überleben zogen. Man schätzt, dass im Mittelalter bis zu einem Viertel der ländlichen Bevölkerung besitzlos war. Der Flachs-anbau spielte über Jahrhunderte hinweg im gesamten Voralpenraum eine große Rolle. Begehrt war die sogenannte „Allgäuer Leinwand“. Bis zum zweiten Weltkrieg war Leinen immer auch Teil der bäuerlichen Mitgift für die Braut. So bekam meine Mutter 12 Ballen Leinen unterschiedlicher Qualität als Mitgift. Mit Grobleinen wurden die aus Schafwolle gestrickten Arbeitshandschuhe „besetzt“.

## **Almwirtschaft**

Weidewirtschaft im heutigen Sinne war bis zu Beginn der Neuzeit unbekannt. Die vorherrschende Weideform war die Waldweide, die zunächst zu einer Auflichtung der Wälder führte. Dadurch konnten sich Gräser und Kräuter ansiedeln und den Futterwert des „Waldgrases“ verbessern. Die Winterfütterung der Rinder bestand über Jahrhunderte hinweg neben Stroh vor allem aus getrockneten Zweigen von Laubbäumen. Durch „Schneiteln“, dem wiederholten periodischen Abholzen von Zweigen, wurde ein wesentlicher Teil des Winterfutters gewonnen (BROCKMANN-JEROSCH, 1936 U. GEYAN, 1955; ZIT. BEI ELLENBERG, 1963). Dieses Schneiteln war im Mittelalter nicht nur auf den Alpenraum begrenzt, sondern in allen Ländern mit einem hohen Anteil an Laubbäumen verbreitet. Zum Schneiteln eigneten sich vor allem Ulmen, außerdem Birken, Linden, Hainbuchen, Haselnuss und Ahorn. Für eine Kuh wurden für die Winterfütterung rund 1000 Bündel Laubheu benötigt – bei einem mittleren Kuhgewicht von etwa 250 kg. Die Laubfütterung muss übrigens bis in die Bronzezeit zurückreichen, denn bereits ab 3000 v. Chr. sind die Ulmus-Pollenmengen stark zurückgegangen (ELLENBERG, 1963).

Einen ersten Hinweis auf die Bedeutung und den Wert der Almen gab im 8. Jahrhundert der Freisinger Bischof *Arbeo*. Wohl etwas zu euphorisch beschreibt er Bayern – natürlich umfasste sein Bistum nicht ganz Bayern, sondern das heutige Oberbayern und den Alpenraum bis Südtirol – wie folgt: „Bayern ist ein vortreffliches Land, ist reich an Wäldern, bringt Wein hervor, hat Eisen, Gold und Purpur im Überfluss. Der Boden ist fruchtbar, wimmelt von Zugtieren. Hier gibt es fischreiche Fluten und Seen. Die Berge geben fette Weiden und sind reich an liebsamen Kräutern“ (SCHLÖGL, 1954). Für die ersten Jahrhunderte der Landnahme durch die Bajuwaren sind urkundliche Belege für die Almwirtschaft recht spärlich. Als ein erster Quellenhinweis kann der *Indiculus Arnonis* (Bischof Arno von Salzburg) vom Jahre 790 gelten, der belegt, dass Herzog Theodor von Bayern um das Jahr 700 dem Salzburger Bischof Rupert Güter im Berchtesgadener Land mit den Almen *Ganzo* und *Ladusa* geschenkt hat. In den folgenden Jahrhunderten werden Beurkundungen immer häufiger, so dass ab dem 13. Jahrhundert bereits ein deutliches Bild über Besitz-

rechte, Almteilungen und auch Almstreitigkeiten vorhanden ist. Bezüglich der Definition „Alm“ gilt seit dieser Zeit der Grundsatz, dass eine Alm vom Heimgut räumlich getrennt ist und nur während der Weidezeit bewirtschaftet wird – im Gegensatz etwa zu Genossenschaftsweiden, wie sie etwa von FALKE eingerichtet wurden. Für die Almbewirtschaftung gilt der uralte Rechtsgrundsatz, dass ein Mann („Gemeinsgenosse“) nur soviel Tiere auf die Alm treiben konnte, wie er während des Winters im Heimgut füttern konnte. Um die Nachhaltigkeit der Almweiden zu gewährleisten, wurden sehr früh Bewirtschaftungsregelungen getroffen. Im einzelnen waren geregelt: Die Tierart (Rind, Schaf, Pferd), die Auftriebsdauer, das Recht der Schneefucht und Auflagen zur Pflege der Almen. Im Gegensatz zu Talwiesen spielte die Weidepflege auf Almweiden seit dem Mittelalter eine große Rolle. Dies betraf das Aushacken („Schwenden“) von Alpenrosen, Alpenröhlen, Wacholderstauden und das Ausstechen von Alpenampfer, Weißem Germer, Brennesseln, Disteln und Farnkräutern (SPANN, 1923). Das Almpersonal hatte auch dafür zu sorgen, dass die Almweideflächen gleichmäßig abgeweidet wurden. Es wurde also selektives Unter- oder Überbeweiden vermieden.

Hinzuweisen ist noch auf die Besitzstruktur der Almen. Während im bajuwarischen Sprachraum (Oberbayern) die Almen überwiegend in Privatbesitz waren und auch heute noch sind, sind im allemannischen Sprachraum (Allgäu) die Genossenschaftsalmen mit unterschiedlichen Rechtsformen vorherrschend. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass in Oberbayern umfangreiche Waldweiderechte bestanden und teilweise auch heute noch bestehen. Mit Waldweiderechten ist vorzugsweise der Staats- und Kommunalwald belastet. Nach SPANN (1923) erbrachte eine Lichtweide einen Ertrag von 15 Zentner Heu je Hektar, eine Waldweide jedoch nur 3 Zentner Heu je Hektar.

### **Vom 18. ins 20. Jahrhundert**

Machen wir wieder einen Sprung in die beginnende Neuzeit des ausgehenden 18. Jahrhunderts und der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Die Folgen des dreißigjährigen Krieges und speziell in Bayern die Nachwirkungen des Spanischen Erbfolgekrieges von 1701 bis 1714 und des Österreichischen Erbfolgekrieges von 1740 bis 1745 waren überwunden. Es begann die Zeit der Industrialisierung mit einem starken Anstieg der Bevölkerung. Die Bevölkerung des damaligen Gebietes des Deutschen Reiches stieg von 1800 bis 1900 von 24,8 Millionen Einwohnern auf 56 Millionen an. Innerhalb von 100 Jahren hatte sich die Zahl der Menschen mehr als verdoppelt. Die Nachfrage nach Nahrungsmitteln stieg gewaltig an. Die Landwirtschaft musste dieser Entwicklung Rechnung tragen (RIEDER, 1999).

In dieser Zeit erfolgte, ausgehend von der Entwicklung in England, der Wandel von der Jahrhunderte langen Dreifelderwirtschaft zur Klee graswirtschaft und damit zu einer Verbesserung der Futtergrundlage der Rinderhaltung.

Anstelle der Klee graswirtschaft in Norddeutschland entwickelte sich im niederschlagsreichen Voralpenland die Egartwirtschaft. Wann genau die Egartwirtschaft ihren Anfang nahm, ist nicht belegt. Auch bei SCHLÖGL (1954), dem Verfasser der umfangreichen Agrargeschichte Bayern, finden sich keine näheren Angaben. Der Begriff „Egartwirtschaft“ bedeutet einen periodischen Wechsel zwischen Ackernutzung und natürlicher Begrünung und folgender Wiesennutzung. Nach mehreren Jahren der Ackernutzung wurde die Fläche sich selbst überlassen. Es entwickelte sich aus der folgenden Unkrautflora durch mehrmalige Mahd eine kräuterreiche Wiesengesellschaft. Nach einigen Jahren der Wiesennutzung wurde die Fläche wieder umgebrochen und als Acker genutzt. Später wurde die Selbstberasung durch eine Heublumensaat ersetzt. In dieser Art der Bewirtschaftung gibt es also keine starre Trennung zwischen Acker- und Wiesennutzung. In dieser Periode der Egart-

wirtschaft, die bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts reichte, spielte die Weidewirtschaft – abgesehen von der Beweidung magerer Hutungsflächen – keine große Rolle. Rinder wurden ganzjährig im Stall gehalten. Weidewirtschaft war noch kein Thema.

Erste Schritte zur Verbesserung des Grünlandes als Basis einer Intensivierung der Viehhaltung wurden Mitte des 19. Jahrhunderts eingeleitet. 1852 wurden in Bayern die „Wiesenkulturgeetze“ erlassen. Sie sollten die Ent- und Bewässerung der Wiesen im Sinne einer Verbesserung der Bodenkultur regeln. Der durchschnittliche Ertrag der zweischürigen Wiesen lag damals bei rund 20 Dezitonnen Heu je Hektar. Die Wiesenkulturgeetze waren auch der Anfang einer staatlichen Beratungstätigkeit für die Landwirtschaft. In den einzelnen Regierungsbezirken wurden Wiesenbaugehilfen, Wiesenbauassistenten und Wiesenbaumeister bzw. Wieseninspektoren angestellt. Auch R. BRAUNGART, Königl. Bayer. Professor der Landwirtschaft und Verfasser des *Handbüches der rationellen Wiesen- und Weidenkultur* (1899), war in seinen jungen Jahren sechs Jahre lang in Unterfranken als Kreiswiesenbaumeister angestellt.

Rund 100 Jahre früher begann man in Südbayern mit der Trockenlegung der großen Moorflächen. Als erste bekannte Moorkultur in Bayern schufen die Mönche von Benediktbeuren mit Hilfe kriegsgefangener Wenden (Volksstamm) die „Wendenu“ zwischen Loisach und Königsdorf. Es hat nach dem 30jährigen Krieg nicht an Versuchen zur Moorentwässerung gefehlt. Doch erst mit der Anordnung von Kurfürst Karl Theodor von Bayern im Jahre 1778 zur Trockenlegung des 17000 ha großen Donaumooses begann die systematische Moorkultur. Moore gelten bis dahin als herrschaftliche Wildreviere, die vom gemeinen Volk nicht angefasst werden durften. Bei SCHLÖGL (1954) findet sich ein Hinweis, dass sich im Jahre 1567 einige Freisinger unterstanden, im dortigen Gemeindemoos einen „weiten und langen Graben zu führen“. Das bischöfliche Stift war darüber sehr erbost und bestrafte die Übeltäter wegen Aufrührerei.

Der von Karl Theodor eingeleitete erste Abschnitt der Moorbesiedelung umfasste etwa 50 Jahre. Sie ging gründlich daneben. Mit dem Versprechen auf ein gutes Weide- und Ackerland wurden vor allem arme Leute ohne entsprechendes Kapital als Kolonisten gewonnen. Man glaubte nämlich, dass entwässerter Moorboden nach der Entwässerung noch weit fruchtbarer als Mineralboden sei. Erst mit entsprechender Planung der Entwässerungsgräben und Vorfluter und mit den Erkenntnissen von Justus v. Liebig stellte sich ein Erfolg ein. Zudem legte man die einzelnen Kolonien größer an, ließ nur wohlhabende Kolonisten zu und beschränkte das Zerstückelungsrecht der Grundstücke. Zudem konnten die Kolonisten ab Mitte des 19. Jahrhunderts mit dem Bau zahlreicher Eisenbahnlinien nun Torf an die Bahnverwaltung verkaufen und sich damit eine neue Einkommensquelle erschließen.

Was führte nun ab Mitte des 19. Jahrhunderts zum Wandel der Bodennutzung, weg vom Ackerbau und hin zur Wiesen- und Weidenutzung? Was führte vom „blauen Allgäu“ hin zum „grünen Allgäu“ – analog auch in Oberbayern? Diese Entwicklung hat verschiedene Ursachen. Zunächst waren die bäuerlichen Woll- und Leinenwebstühle gegen die industrielle Herstellung von Textilien – ausgehend von England – nicht mehr konkurrenzfähig. Das bäuerliche Weben kam zum Erliegen. Zum zweiten gab es einen Wandel in der Käseherstellung. Wurde bislang die Milch im wesentlichen zu Schmelz- und Magerkäse (Ziger) verarbeitet, fasste nun die Herstellung von Hartkäse nach Emmentaler Art Fuß. Aus dem Berner Oberland wurde von Josef Aurel Stadler ein gewisser JOHANNES ALTHAUS nach Staufeu geholt. Er stellte die ersten Emmentaler von 80-100 Pfund im Allgäu her (WACHTER, 1955). Des weiteren setzte sich in der Rinderzucht die Erkenntnis durch, dass mit den bislang vorhandenen zahlreichen Landschlägen züchterische Fortschritte nicht erzielbar waren. Es wurden daher aus der Schweiz vermehrt Braunvieh und Simmentaler

Fleckvieh importiert. Im Oktober 1837 führte der Gast- und Landwirt OBERMAYER aus Gmund am Tegernsee die ersten 16 Simmentaler Tiere nach Bayern ein. Sie waren die Grundlage des späteren Fleckviehs in Oberbayern. Allmählich setzten sich auch die Erkenntnisse LIEBIGS zur Nährstoffversorgung der Pflanzen durch. Die wirtschaftseigenen Dünger gewannen an Wertschätzung. Entgegen der landläufigen Meinung, dass die Güllewirtschaft eine Erfindung des Allgäus sei, muss aber festgehalten werden, dass ihre Ursprünge auch in der Schweiz liegen. Sie wurde in Verbindung mit dem Import von Brauvieh aus der Schweiz im Allgäu bekannt. Erstmals errichtete man zur Bevorratung von Jauche und Gülle sogenannte *Geschäle*, also Jauche und Güllegruben. Anfangs waren dies noch Innengeschäle im Stall, später wurden sie dann außerhalb des Stalles errichtet.

Der langsame Übergang nach der Bauernbefreiung von 1848 von einer Wirtschaft der Selbstversorgung und Naturalwirtschaft hin zu marktwirtschaftlichen Überlegungen führte zu einer Konzentration der Milch- und Viehwirtschaft. Dieser Umwandlungsprozess zog sich bis ins 20. Jahrhundert hin. Das endgültige Aus der Egartwirtschaft fällt mit dem Ende des Zweiten Weltkriegs zusammen.

## Literatur

- BRAUNGART, R. (1899): Handbuch der rationellen Wiesen- und Weiden-Kultur und Futterverwendung; Th. Ackermann-Verlag, München.
- DETERBECK, K., BREITRAINER, K. (1988): Riederinger Heimatbuch, Riedering.
- KRIEGER, J. (1955): Allgäuer Alpwirtschaft einst und jetzt; in: Geschichte der Allgäuer Alpwirtschaft, von KARL LINDNER, Kempten.
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MARX, W. (1967): Bilder und Skizzen aus der Landwirtschaft, Wien.
- SCHLÖGL, A. (1954): Bayerische Agrargeschichte, BLV-Verlag, München.
- SPANN, J. (1923): Alpwirtschaft; Verlag Datterer, Freising.
- RIEDER, J.B. (1999): Weidewirtschaft – gestern, heute und morgen; 5. Alpenländisches Expertenforum, BAL Gumpenstein, 18. und 19. März 1999.
- WACHTER, C. (1955): Die Allgäuer Milchwirtschaft im 19. Jahrhundert bis zur Gründung des Milchwirtschaftlichen Vereins (1806 – 1887); in: Geschichte der Allgäuer Milchwirtschaft, Kempten.

## **Challenges for grassland science: implications for training, research and Grassland Societies**

G. Lemaire

INRA, Unite d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères, 86600, Lusignan, France;  
<sup>2</sup>Institute of Grassland and Environmental Research, North Wyke, Okehampton EX20  
2SB, England <sup>3</sup>Institute of Natural resources, Massey University, Palmerston North, New  
Zealand. e-mail: [lemaire@lusignan.inra.fr](mailto:lemaire@lusignan.inra.fr)

### **Background**

In most of the world the priority for production-oriented research has been succeeded by the need for grassland research to focus on systems which satisfy requirements relating to the stability and protection of land, water and atmospheric resources and biodiversity, in addition to production efficiency. This dictates not only a new approach to research, but also new approaches for the training and development of research scientists, the organisation of research and the activities of Grassland Societies and organisations.

### **Research approaches**

The concept of multi-functionality provides a new framework for all disciplines in agricultural research. Scientific objectives, methods of investigation and models have to be re-considered with the aim of an integrative approach at a range of scales where the different functions can be evaluated. The multiple functions of grassland demand a genuinely interdisciplinary approach to research. To achieve such objectives it is necessary to produce integrated knowledge, new concepts and new tools at the different levels of organisation of grassland agro-ecosystems: (i) the field plot, where the basic biogeochemical processes are acting, (ii) the farming system, where coherent management procedures are combined, (iii) the landscape where multi-functionality, interaction between different land uses and overall impact can be evaluated and (iv) the region/nation state where socio-economic and political factors become important. In particular we see a requirement for networks of long-term experiments with a wide range of grassland ecosystems and contrasting managements. The evolution of vegetation, soil, populations of organisms, biogeochemical cycles and environmental fluxes need to be assessed and the information developed through process-based models. This physical and biological research needs to be progressed together with socio-economic studies.

### **Implications for education and training**

The requirement for inter-disciplinary programmes comes at a time when most of the recent entrants into agricultural and land use research receive their initial training in one of the specialised physical or biological sciences and may have little appreciation of other disciplines. We need to consider how they can be developed to fully participate in and eventually lead wide inter-disciplinary projects. Should initial training emphasise 'content and awareness', rather than 'depth and detail'? There are requirements for higher degree students to carry out projects in inter-disciplinary teams and for young researchers to move out of their disciplinary comfort zones to participate in more broadly-based projects. Progress needs to be made in giving better recognition to scientists contributions to collaborative programmes.

### **Implications for research organisation and funding**

Programmes on integrated land use often span the responsibilities of different Government Departments, Research Councils and Institutes, making it a major challenge to achieve the timely initiation of appropriate programmes. One would expect there to be benefits from a research structure involving a single body responsible for scientific research, rather than strong sectoral research councils, as in the UK, but we do not see evidence that single bodies have made more rapid progress in this area. Good communication between the different funding bodies and scientists in the different disciplines is of crucial importance. A good model for the future may be the recently established Rural Economy and Land Use programme in the UK ([www.escri.ac.uk/relu/](http://www.escri.ac.uk/relu/)). This has committed funding from three Research Councils and two Government Departments and its own Programme Director. Funds are available both for capacity building and for inter-disciplinary research projects. The funding is, however, for projects of up to 4 year's duration. The timeframe required for the grassland research of the future is, however, more akin to that for ecological rather than agricultural research and more projects need secure funding for up to 10 years.

### **Implications for Grassland Societies and organisations**

There are responsibilities in this changed situation not only for research funding bodies, but also for professional organisations. National Grassland Societies can develop activities that are appropriate to the new requirements for multi-functional grassland. They can embrace scientists and practitioners from areas beyond their traditional base and form alliances and joint activities with bodies centrally involved in health, ecology and socio-economics. Inter-continental and continental bodies, such as the International Grassland Congress, the International Rangeland Congress and the European Grassland Federation could play key roles through the provision of a forum for the early exchange of views of scientists, the evolution of research networks and network experiments, assistance with their promotion through contact with international funding bodies and the subsequent dissemination of research results.

## Die Schwanzhaare von Rindern zeigen die räumliche und zeitliche Variation der Wasserversorgung der Grasnarbe

K. Auerswald, H. Schnyder, M. Schwertl und R. Schäufele

Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Freising

### Einleitung

Die Größe und v. a. die räumliche und zeitliche Heterogenität von Ökosystemen erschweren das Erfassen von Stoffflüssen. Die Untersuchung stabiler Isotope der Bioelemente ist häufig ein elegantes Verfahren, da die Fraktionierung der stabilen Isotope direkt die beteiligten Prozesse indiziert und quantitativ interpretiert werden kann. In Graslandökosystemen bietet sich die Untersuchung der Haare der Weidetiere an, da diese beim Grasens das Weidegebiet flächig beproben und damit kleinräumige Heterogenitäten ausgleichen. Dadurch werden schwache Effekte sichtbar, die sonst im heterogenitätsbedingten Rauschen untergehen. Gleichzeitig speichert das Haar die Information chronologisch und ist retrospektiv analysierbar, wodurch starke saisonale Veränderungen mit wenigen Beprobungen erfasst werden können. Dies könnte genutzt werden, um die Wasserversorgung von Grasland zu quantifizieren, die räumlich auf Grund der Bodeneigenschaften und zeitlich auf Grund des Witterungsverlaufs variiert, was mit konventionellen bodenhydrologischen Methoden nur unzureichend erfassbar ist.

Bei Wassermangel verengt die Pflanze die Spaltöffnungen. Nach FARQUHAR et al. (1989) vermindert dies die  $^{13}\text{C}$ -Fraktionierung bei der Photosynthese:

$$\Delta = a + (b-a) pi/pa \quad \text{Gleichung 1.}$$

Dabei ist  $\Delta$  die Diskriminierung gegenüber  $^{13}\text{C}$  im atmosphärischen  $\text{CO}_2$ ,  $a$  ist die Diskriminierung durch die  $\text{CO}_2$ -Diffusion,  $b$  die durch die  $\text{CO}_2$ -Bindung,  $pi$  ist der  $\text{CO}_2$ -Partialdruck im Interzellularraum und  $pa$  der in der freien Atmosphäre. Mit zunehmender Verengung der Spaltöffnungen sinkt  $pi$  und damit die Diskriminierung. Die Signatur des assimilierten Kohlenstoffs ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{ass}}$ ) ergibt sich dann aus der Diskriminierung und der  $\text{CO}_2$ -Signatur der Umgebungsluft ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{Luft}}$ ):

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{ass.}} = (\delta^{13}\text{C}_{\text{Luft}} - \Delta)/(\Delta - 1) \quad \text{Gleichung 2.}$$

Die Wasserversorgung eines Pflanzenbestandes hängt von der Erschließung des Bodenwassers durch die Wurzeln (effektiver Wurzelraum), von der Speicherfähigkeit der Böden (nutzbare Feldkapazität) und der Witterung (Niederschlag und potentielle Evapotranspiration) ab, die räumlich (Boden) und zeitlich (Witterung) stark variieren.

In Böden stellt sich ein für Standort und Nutzung typischer Humusvorrat ein, bei dem die C-Bilanz ausgeglichen ist und kein Nettofluss auftritt. Eingriffe des Menschen können jedoch aus Böden Nettoquellen oder Nettosenken machen. So macht die Umwandlung von Grasland zu Acker aus den Böden eine Nettoquelle, die Umwandlung von Acker in Grasland dagegen eine Nettosenke, bis schließlich ein neues, an die veränderte Landnutzung angepasstes Fließgleichgewicht erreicht ist. Besonders große Kohlenstoffmengen können in Mooren gespeichert werden. Durch Entwässerung und damit Belüftung können dann dementsprechend hohe Mengen  $\text{CO}_2$  freigesetzt werden. Da der in der organischen Substanz gespeicherte Kohlenstoff wegen der Fraktionierung bei der Photosynthese eine andere isotopische Signatur aufweist als die Atmosphäre, führt sowohl die Nettofixierung wie

die Nettofreisetzung der Böden zu einer isotopischen Verschiebung in der Atmosphäre, was wiederum die Signatur des bei der Photosynthese fixierten Kohlenstoffs beeinflusst (Gleichung 2).

## Material und Methoden

*Standort und Nutzung:* Die Versuche fanden auf dem Versuchsgut Grünschwaige der TU München statt. Dort finden sich dränierte, degradierende Niedermoores und ehemals acker genutzte Mineralböden. Die nutzbare Feldkapazität der Weiden auf Niedermoor liegt zwischen 100 und 186 mm (im Mittel je Weide), bei den Mineralböden zwischen 56 und 83 mm. Die Weiden werden während der Vegetationszeit von ca. 15 Tieren (überwiegend Limousin) beweidet.

*Isotopenanalyse:* Untersucht wurden über 5 Jahre die Schwanzhaare der Rinder, die mit Längen bis über 50 cm mehr als ein Jahr an Informationen speichern (mittlere Haarwachstumsgeschwindigkeit 0,8 mm/d). Die Haare wurden nach SCHWERTL et al. (2003) behandelt, analysiert und ausgewertet.

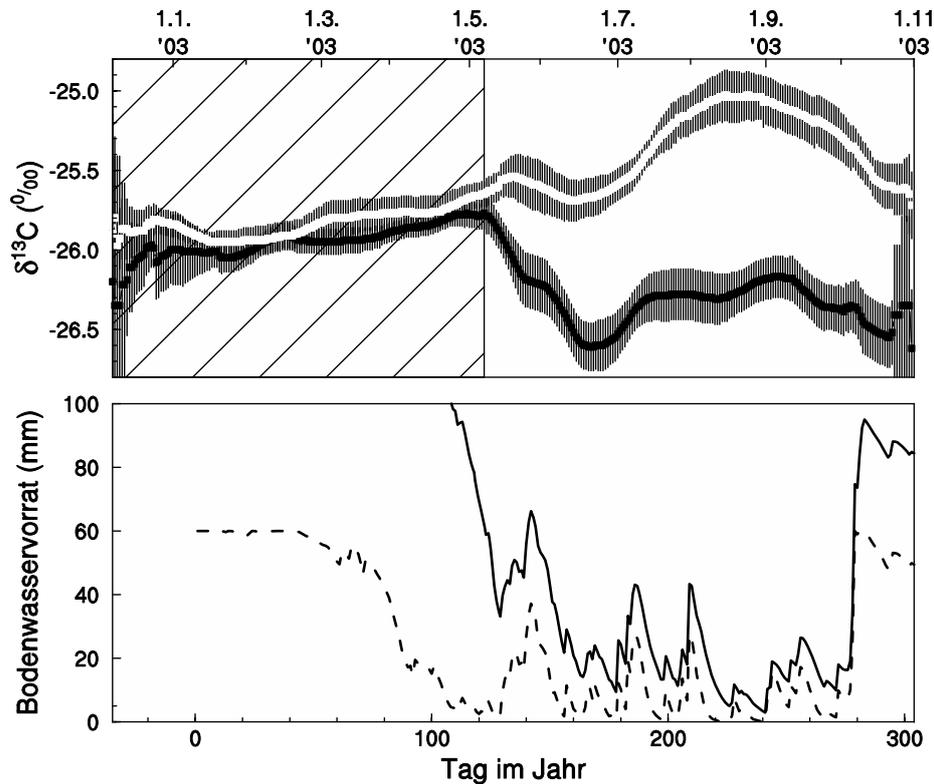
*Witterung und Bodenwasserhaushalt:* Der Wasserhaushalt wurde an ca. 400 repräsentativ verteilten Standorten für diese 5 Jahre modelliert. Dazu wurde der Bodenwasserspeicher entsprechend der täglichen potentiellen Verdunstung entleert. Sank der Bodenwasserspeicher standortsabhängig unter 30% der nutzbaren Feldkapazität, wurde die aktuelle Transpiration linear gegenüber der potentiellen Verdunstung vermindert (LOOMIS und CONNOR 1992). Durch Regen wurde der Bodenwasserspeicher wieder aufgefüllt. Bei Wasserzufuhr über die Feldkapazität wurde Absickerung angenommen. Laterale Zu- und Abflüsse wurden nicht berücksichtigt, da das Untersuchungsgebiet eben ist. By-pass-Flüsse blieben ebenfalls unberücksichtigt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Haare der Tiere zeigten deutliche isotopische Muster, die sich sowohl zwischen Haaren von parallel untersuchten Tieren reproduzieren ließen, wie auch in den Überlappungsbereichen der sukzessiv von gleichen Tieren beprobten Haare. Dadurch ließen sich die Haarsignaturen eindeutig datieren und Veränderungen bestimmten Ereignissen zuordnen, zum Beispiel dem Wechsel zwischen Stall und Weide.

Die Tiere unterschieden sich wenig, wenn sie auf den gleichen oder ähnlichen Standorten gehalten wurden (Abb. 1, oben). Dies zeigt, dass die Haare tatsächlich das Futter widerspiegeln und dass die Standortgruppen sich prägnant unterscheiden. Neben dem klaren Unterschied zwischen der Stall- und der Weideperiode und dem Standortsunterschied während der Weideperiode variierte die Haarsignatur auch während der Vegetationsperiode auf beiden Standortgruppen mehr oder weniger parallel, was auf Witterungseinflüsse hinweist. Der Vergleich der  $^{13}\text{C}$ -Signatur mit der Modellierung des Bodenwasservorrats (Abb. 1, unten) ließ dann auch eine deutliche Übereinstimmung erkennen. Allerdings war die Haarsignatur wesentlich stärker gepuffert, da sie im Unterschied zum Bodenwasser nicht auf jeden Regen reagiert, da von einer Verbesserung der Wasserversorgung nur jeweils der neu fixierte Kohlenstoff beeinflusst wird, während der überwiegende Teil der Biomasse die ererbte Signatur konserviert. Im Tier kommt es dann zu einer weiteren Glättung. Dennoch bleibt erkennbar, dass niedrige Wasservorräte, sei es bedingt durch die unterschiedliche Speicherkapazität der Böden oder durch den Witterungsverlauf, sich in besonders hohen  $^{13}\text{C}$ -Signaturen widerspiegeln. Sogar das ca. 14 Tage andauernde, etwas höhere Wasserangebot um Mitte Mai spiegelte sich in einer etwas niedrigeren Haarsignatur wieder. Dies war in den Haaren allerdings erst Mitte Juni zu be-

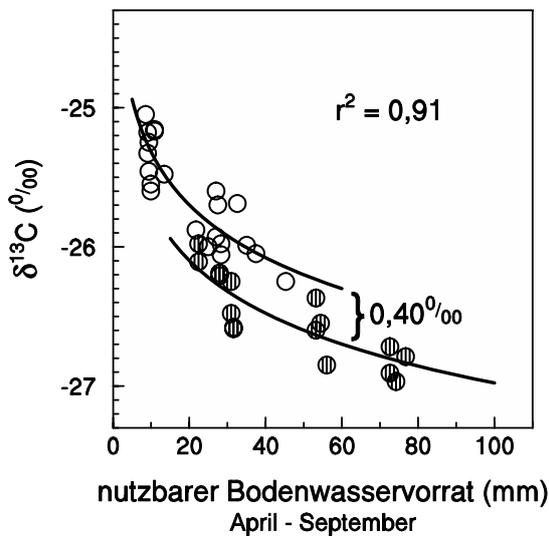
obachten, da der in der Wachstumszone der Pflanzen deponierte, neu assimilierte C erst bis in die Verbisszone wachsen musste, um schließlich in der Haarsignatur aufzutauchen.



**Abb. 1, oben:**  $^{13}\text{C}$ -Signaturen im Jahr 2003 in den Schwanzhaaren, getrennt nach Standortsgruppen; die schwarze Mittelwertslinie markiert degradierte Niedermoore, die weiße Mittelwertlinie neu angelegte Weiden auf Mineralboden; je Standortsgruppe je 2 Tiere von je 5 Weiden und 2 Schwanzhaare je Tier; die vertikalen Striche geben das 95 %-Vertrauensintervall jedes Mittelwertes an; die Stallperiode ist schraffiert.

**Unten:** Pflanzennutzbare Bodenwasser auf einem typischen Moor (durchgezogene Linie) und einem typischen Mineralbodenstandort (gestrichelt).

Die summarische Gegenüberstellung des mittleren nutzbaren Bodenwassers während der Vegetationsperiode und der mittleren Haarsignatur (Abb. 2) erlaubt, die verschiedenen in Abb. 1 zu Standortsgruppen zusammengefassten Weiden nach ihren Bodeneigenschaften zu differenzieren und verschiedene Jahre darzustellen. Dabei hängt die  $^{13}\text{C}$ -Signatur klar vom nutzbaren Bodenwasservorrat ab. Unterscheidet man zusätzlich noch zwischen Flächen mit Humusabbau (altes Grasland auf degradiertem Niedermoor) und Humusaufbau (neu angelegtes Grasland auf Mineralboden), so beträgt  $r^2 = 0,91$ . Die Moorstandorte mit Humusabbau liegen um 0,4 ‰ unter den ehemaligen Ackerstandorten. In dem weiten Bereich an Bodenwasservorrat, in dem sich beide Gruppen überlappen, trennen sie sich klar hinsichtlich der  $^{13}\text{C}$ -Signatur. Der Unterschied von 0,4 ‰ beruht auf dem Unterschied im Substrat der Photosynthese (vergl. Gleichung 2). Zusätzlich zum  $\text{CO}_2$  der freien Atmosphäre steht den Pflanzen isotopisch unterscheidbares  $\text{CO}_2$  aus dem Humusabbau zur Verfügung. Eine einfache Massenbilanzberechnung ergibt, dass die  $\text{CO}_2$ -Konzentration über dem Niedermoor durch den Humusabbau um ca. 2 ‰ gegenüber den ehemaligen Ackerflächen höher sein muss.



**Abb. 2:**  $^{13}\text{C}$ -Signatur im Mittel der während der Weideperiode (ab 6 Wochen nach Auftrieb) gewachsenen Haarabschnitte von altem Grasland auf entwässertem Niedermoor (schraffierte Kreise) und neuem Grasland auf Mineralboden (leere Kreise). Die Linie ist eine multiple Regression mit dem Standorttyp als zweitem Regressor.

## Schlussfolgerung

Anhand der Haarsignatur der Weidetiere lässt sich der Wasserhaushalt heterogener Weiden, der sich mit konventionellen Methoden nur schwer greifen lässt, retrospektiv einfach bestimmen. Wesentlich dafür ist, dass die isotopische Variation der Vegetation entlang der Nahrungskette weitergegeben wird und quasi als isotopischer Fingerabdruck identifiziert werden kann. Vorteilhaft bei der Untersuchung der Haare gegenüber der Vegetation als primärer Quelle des isotopischen Fingerabdrucks ist, dass das Grasens die kleinräumige Variabilität ausgleicht und dass die Information noch retrospektiv gewonnen werden kann.

Eine ausführliche Darstellung findet sich bei SCHNYDER et al. (2006) und AUERSWALD et al. (2005).

## Literatur

- AUERSWALD, K., SCHWERTL, M., SCHÄUFELE, R., und SCHNYDER H. (2005): Let the sheep do the sampling – Tierhaare als Werkzeug der Ökosystemanalyse. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 30: 93-104, Dr. Friedrich Pfeil Verlag, München.
- FARQUHAR, G. D., EHLERINGER, J. R. und HUBICK K. T. (1989): Carbon isotope discrimination and photosynthesis. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology 40: 503-537.
- LOOMIS, R. S., CONNOR und D. J. (1992): Crop ecology: productivity and management in agricultural systems. Cambridge University Press, Cambridge.
- SCHNYDER H., SCHWERTL M., AUERSWALD K. und SCHÄUFELE R. (2006): Hair of grazing cattle provides an integrated measure of the effects of site conditions and inter-annual weather variability on  $\delta^{13}\text{C}$  of temperate humid grassland. Global Change Biology 12: 1-15.
- SCHWERTL M., AUERSWALD K. und SCHNYDER H. (2003): Reconstruction of the isotopic history of animal diets by hair segmental analysis. Rapid Commun. Mass Spectrom. 17: 1312-1318.

# Feldspektroskopische Messungen zur Bestimmung des Trockenmasseertrags von Leguminosen/Gras-Gemengen

S. Biewer<sup>1</sup>, S. Erasmi<sup>2</sup>, T. Fricke<sup>1</sup>, M. Kappas<sup>2</sup> und M. Wachendorf<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fachgebiet Grünlandwissenschaften und Nachwachsende Rohstoffe, Universität Kassel

<sup>2</sup>Geographisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

## Einleitung

Der Informationsgehalt des reflektierten Sonnenlichts an Oberflächen wird in der Satellitenfernerkundung genutzt, um Aussagen über die Besiedlung, die Bebauung oder die Beschaffenheit der Erdoberfläche zu treffen. Dieselben Methoden werden in der Feldspektroskopie angewendet, nur dass sich hier der Sensor direkt über dem Pflanzenbestand befindet. Die gewonnenen Messwerte variieren u. a. je nach Pflanzenart, Bestandesarchitektur, Entwicklungsstadium, Ernährungszustand oder Pflanzendichte der Bestände. Diese Unterschiedlichkeit kann dazu genutzt werden, um auf verschiedene Parameter wie z. B. den Trockenmasseertrag, den Proteingehalt oder den Blattflächenindex der Pflanzen zu schließen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass hierfür die Pflanzenbestände weder abgeerntet noch in anderer Form gestört werden.

Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit der feldspektroskopischen Erfassung des Trockenmasseertrags verschiedener Leguminosen/Gras-Gemenge. Der Versuch wurde unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus durchgeführt. Damit sollten, insbesondere für die feldspektroskopischen Messungen, äußere Störeinflüsse wie z. B. unterschiedliche Strahlungsverhältnisse ausgeschlossen werden.

## Material und Methoden

Es wurden 16 verschiedene Varianten in drei Wiederholungen zu vier verschiedenen Entwicklungsstadien geprüft. Neben Reinsaaten von Einjährigem Weidelgras, Rotklee, Weißklee und Luzerne wurden verschiedene Gemengevarianten in unterschiedlichen Ansaatverhältnissen ausgesät (Tab.1). Es wurde keine der Varianten gedüngt.

	Ansaatverhältnis (kg/ha)				
Einjähriges Weidelgras (EW)	20				
Rotklee/EW	2:20	4:20	6:20	8:20	8:0
Weißklee/EW	1:20	2:20	3:20	4:20	4:0
Luzerne/EW	4:20	8:20	12:20	16:20	16:0

**Tab. 1:** Saatmengen (kg/ha) und Ansaatverhältnisse der Versuchsbestände.

Art der Gemenge	N	Mittelwert	s.e.	Min.	Max.
alle Gemenge u. Reinsaaten	188	26.1	23.9	0	91.5
Bestände mit Rotklee	58	33.3	22.7	7.8	91.5
Bestände mit Weißklee	60	20.1	20.7	1.8	83.6
Bestände mit Luzerne	58	30.5	25.8	1.5	90.3

**Tab.2:** Verteilung der Ertragsanteile von Leguminosen (in %) im Gemenge und Reinsaat.

Um Bestände in verschiedenen Altersstufen beobachten und vergleichen zu können, wurden alle Varianten an vier Aussaatterminen in 2wöchigem Abstand gesät. Nach einem ersten Schröpfungsschnitt, der bei jeder Aussaat nach 9 Wochen erfolgte, standen zum gemeinsamen Erntezeitpunkt 4, 6, 8 sowie 10 Wochen alte Bestände zur Verfügung. Die Aussaat erfolgte von Hand in einem Reihenabstand von 12 cm und einer Saattiefe von 0,5 cm. Die

Holzgefäße (40 x 40 x 20 cm) wurden mit 16 cm homogenisiertem, feinkrümeligem Boden (sL- 1S; 3,6% S, 73% U, 23,4% T und ca. 2% Humus) befüllt. Die Phosphor-, Magnesium- und Kalium Versorgung lag bei einem pH-Wert von 6,7 in den Gehaltsklassen D bis E. Für die Bestimmung der Bestandeszusammensetzung wurde zur Ernte die gesamte oberirdische Biomasse in Gras, Leguminosen und nicht angesäte Arten fraktioniert. Nach der Bestimmung aller Arten wurden die Fraktionen für eine spätere Qualitätsbestimmung 30h bei 65°C getrocknet.

Vor jeder Ernte wurden alle Varianten unter Kunstlichtbedingungen mit einem Spektrometer der Firma Analytical Spectral Devices (ASD) im Wellenlängenbereich zwischen 350 und 2500 nm gemessen. Aus den Daten dieser Messungen wurden vier verschiedene Vegetationsindizes errechnet und mit den Daten der geernteten Gesamterträge in Beziehung gesetzt. Verwendet wurden die Indizes Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), Simple Ratio (SR) und Enhanced Vegetation Index (EVI), die aus dem Verhältnis nahinfraroter und roter Strahlung berechnet werden. Als weiterer Index wurde der Red Edge Index (REI) berechnet, der den Wendepunkt des Kurvenanstiegs zwischen sichtbarer und nahinfraroter Reflektion darstellt; (MW = Mittelwert):

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{MW } 800\text{nm}-900\text{nm}) - (\text{MW } 650\text{nm}-700\text{nm})}{(\text{MW } 800\text{nm}-900\text{nm}) + (\text{MW } 650\text{nm}-700\text{nm})}$$

$$\text{SR} = \frac{940\text{nm}}{640\text{nm}}$$

$$\text{EVI} = \frac{((\text{MW } 800\text{nm}-900\text{nm}) - (\text{MW } 650\text{nm}-700\text{nm}))}{(\text{MW } 800\text{nm}-900\text{nm}) + 6 * (\text{MW } 650\text{nm}-700\text{nm}) - 7,5 * (\text{MW } 450\text{nm}-500\text{nm}) + 1} * 2$$

$$\text{REI} = 700 + 40 * \left( \frac{((670\text{nm} + 780\text{nm}) / 2) - 700\text{nm}}{(740\text{nm} - 700\text{nm})} \right)$$

## Ergebnisse und Diskussion

Für die TM-Ertragschätzung der untersuchten Pflanzenbestände eignet sich EVI von den vier untersuchten Vegetationsindizes am besten (Tab.3). Während der NDVI und der SR durch einfache Verhältnisbildung zwischen nahinfraroter und roter Strahlung errechnet werden, stellt der EVI eine weiter entwickelte Form dieser Indizes dar. Durch Korrekturwerte für atmosphärische Störungen und Hintergrundsignale der Pflanzenbestände wie z. B. Boden, abgestorbene oder verholzte Pflanzenteile kann eine genauere Erfassung der

**Tab. 3:** Standardfehler (s.e.) und Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) der multiplen Regressionsanalysen des TM-Ertrags aller Ansaaten in Abhängigkeit von den Vegetationsindizes (EVI, REI, NDVI, SR) und den Ertragsanteilen der Leguminosen.

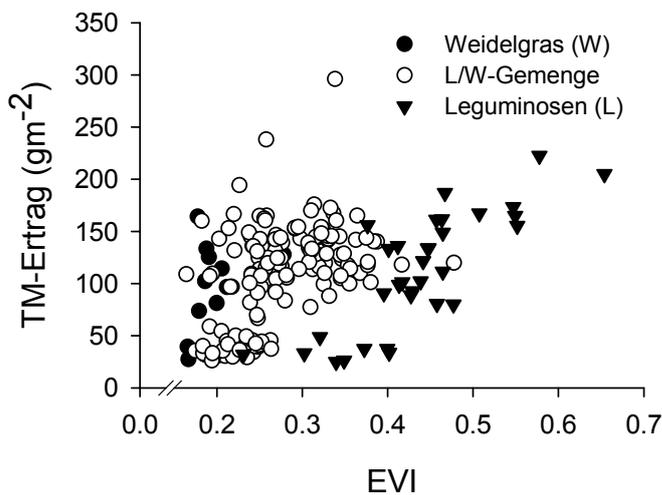
EVI		REI		NDVI		SR	
$R^2$	s.e.	$R^2$	s.e.	$R^2$	s.e.	$R^2$	s.e.
0.34	40.2	0.09	47.1	n.s.		n.s.	

er für die Schätzung des TM-Ertrags der untersuchten Bestände nicht so gut geeignet zu sein.

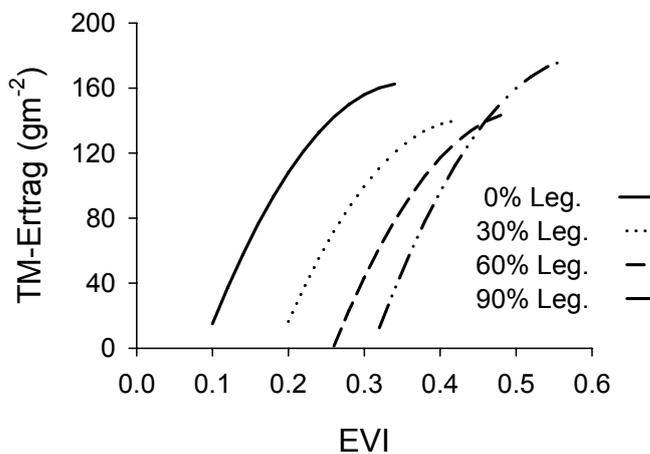
Die untersuchten Pflanzenbestände befanden sich je nach Saatzeitpunkt (2-wöchiger Abstand zwischen den Aussatterminen) in den Entwicklungsstadien Bestockung, Schossen, Ährenschieben und Anfang Blüte. Da bei der Feldspektroskopie das gesamte Reflexions-signal einer Variante gemessen wird, haben Bestandesarchitektur und Anteile sichtbaren Bodens einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung der Messwerte. Große Anteile des



**Abb. 1:** Leguminose und Weidelgras in seitlicher Ansicht (a, c) und in Aufsicht (b, d).



**Abb. 2:** TM-Erträge von Weidelgras, Leguminosen/ Weidelgras-Gemenge und Leguminosenreinsaat in Abhängigkeit vom EVI.



**Abb. 3:** TM-Ertrag in Abhängigkeit vom EVI ( $x_1$ ) und vom Ertragsanteil der Leguminosen ( $x_2$ ).

$R^2 = 0.34$ ; s.e. = 40.2

$$y = (-123,14) + 1607,7x_1 - 2258,38x_1^2 - 5,42x_2 + 11,81x_1 * x_2$$

Bodens waren vom Sensor aus bei allen Varianten des jüngsten Aufwuchses sichtbar. Bei den drei älteren Aufwüchsen war bei allen Leguminosenreinsaaten kein Boden mehr zusehen, wohingegen das Weidelgras durch seine erectophile Blattstellung auch bei höheren Biomasseerträgen noch größerer Areale Bodens in der Aufsicht zeigte (Abb.1).

Der Einfluss der Bestandesarchitektur ist vermutlich auch für die uneinheitliche Beziehung zwischen EVI und TM-Ertrag verantwortlich (Abb.2). In Abb.2 sind die TM-Erträge der Reinsaaten von Weidelgras und Leguminosen sowie von Leguminosen/Weidelgras-Gemengen in Abhängigkeit vom EVI dargestellt. Das Einjährige Weidelgras in Reinsaat weist relativ geringe Werte des Vegetationsindex auf, wohingegen die Leguminosenreinsaaten hohe Werte zeigen. Die Indexwerte der Leguminosen/Weidelgras-Gemenge liegen zwischen denen der Leguminosen- und Grasreinsaaten. Die Vermutung liegt hier nahe, dass der Ertragsanteil der Leguminosen im Gemenge die Beziehung zwischen EVI und dem TM-Ertrag beeinflusst. Aus diesem Grund wurde neben dem EVI der Leguminosenanteil als Einflussgröße für die

Berechnung des TM-Ertrages aller Gemengevarianten hinzugezogen (Abb. 3, Tab. 2). Das Ergebnis dieser Regressionsanalyse ergibt einen signifikanten negativen quadratischen Effekt des EVI mit einer positiven Interaktion zwischen EVI und dem Ertragsanteil der

Leguminosen. Der TM-Ertrag der verschiedenen Varianten nimmt also mit steigendem Vegetationsindex EVI bis zu einem Maximum zu. Im abfallenden Bereich der Kurve sind keine Messwerte vorhanden, so dass an diesen Stellen die Funktion nicht unterstützt wird und daher auch nicht dargestellt ist. Daneben erhöhen sich gleichzeitig die Werte des EVI mit zunehmendem Ertragsanteil der Leguminosen im Gemenge. Die Ertragskurve verschiebt sich also mit steigendem Anteil Leguminosen in den Gemengen nach rechts. Für die untersuchten Pflanzenbestände scheint eine Abschätzung des TM-Ertrags durch den Vegetationsindex EVI demnach nicht möglich zu sein, wenn der Leguminosenanteil im Gemenge nicht bekannt ist. Dahinter könnte sich aber auch die Tatsache verbergen, dass der Ertragsanteil der Leguminosen auch als Indikator für die Bodenbedeckung dienen könnte. Mit zunehmendem Ertragsanteil der Leguminosen im Gemenge nimmt nämlich auch der Anteil sichtbaren Bodens ab. Die Einbeziehung des Deckungsgrades von Pflanzenbeständen wäre demnach ein vielversprechenderer Ansatz für die Schätzung des TM-Ertrages.

### **Fazit**

- Für die Schätzung des TM-Ertrages von Leguminosen/Gras-Gemengen eignet sich von den untersuchten Vegetationsindizes SR, NDVI, REI und EVI vor allem EVI, da er relativ unempfindlich gegenüber äußeren Störeinflüssen wie z. B. die des Bodens und der Atmosphäre ist.
- Das einfallende Licht wird von Leguminosen- und Einjährigem Weidelgrasbeständen aufgrund ihrer verschiedenartigen Bestandesarchitektur unterschiedlich stark reflektiert. Pflanzenbestände mit einem höheren Ertragsanteil von Leguminosen im Gemenge weisen bei gleichem TM-Ertrag höhere Werte des EVI auf als grasdominierte Bestände. Diese positive Beziehung zwischen EVI und dem Ertragsanteil der Leguminosen erschwert die Schätzung des TM-Ertrags von Leguminosen/Gras-Gemengen.
- Hinter dem Ertragsanteil der Leguminosen im Gemenge verbirgt sich indirekt auch der Anteil sichtbaren Bodens im Gemenge. Das Einjährige Weidelgras der untersuchten Pflanzenbestände war sehr schnellwüchsig und wuchs deshalb rasch in die Höhe ohne vorher gut zu Bestocken. Diese in der Praxis unüblichen Pflanzenbestände hatten daher große Anteile sichtbaren Bodens, obwohl sie einen relativ hohen Biomasseertrag aufwiesen. Zur besseren Schätzung des TM-Ertrags solcher Gemenge sollte aus diesem Grund in weiteren Untersuchungen der Deckungsgrad der Pflanzenbestände mit einbezogen werden.

# **Automatische Detektion und Kartierung von Stumpfblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) mit digitaler Kameratechnik und Bildkonversion**

S. Gebhardt und W. Kühbauch

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Allgemeiner Pflanzenbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn.

## **Zusammenfassung**

Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius* L., (*R. o.*)) ist eines der schwierigsten Unkräuter im Grünland des gemäßigten Klimas. Bei hohen Populationsdichten ist *R. o.* mit Einzelpflanzenbehandlungen nur mit sehr hohem Arbeitsaufwand auszuschalten. Die vorgestellten Untersuchungen zielen deshalb auf eine automatische Detektion u. Kartierung von *R. o.* mit Hilfe digitaler Kameras und Bildverarbeitung zur Gewinnung von Textur- und Farbmerkmalen, welche zur Klassifikation der Bildobjekte verwendet werden. Es wurden Detektionsraten, bezogen auf individuelle Blätter des *R. o.* von 93% erzielt. Anhand der räumlichen Verteilung der Blätter von *R. o.* erfolgte sowohl eine Plausibilitätsanalyse der Klassifikationsergebnisse als auch die kartographische Abbildung des Ampfers in der Fläche.

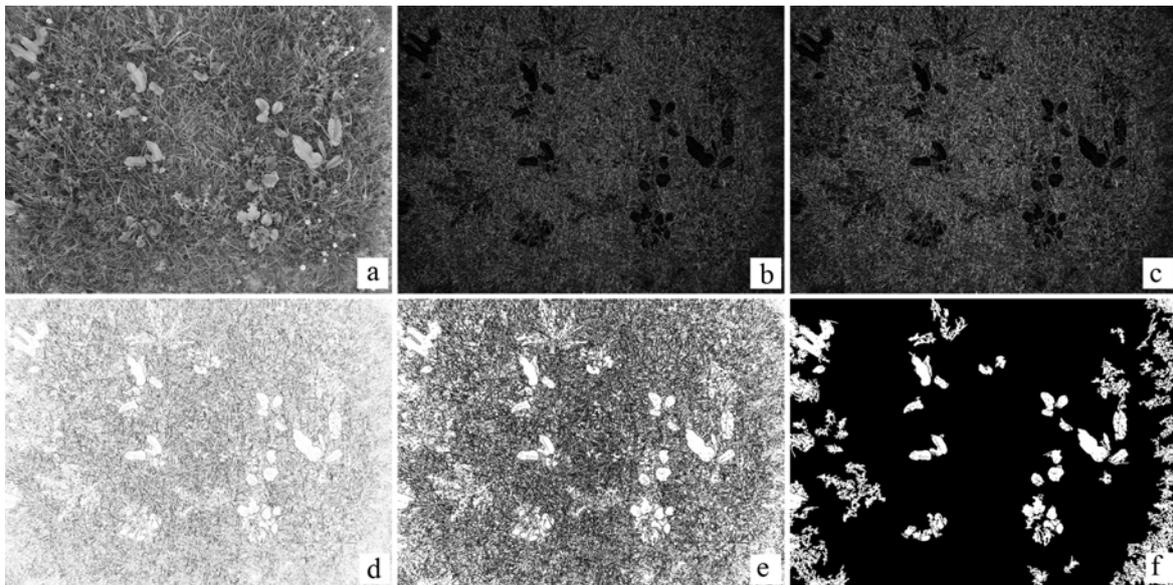
## **Einleitung**

Die Entwicklung von Verfahren zur automatischen Kartierung verschiedener Unkrautarten mittels digitaler Bildverarbeitung sind im Ackerbau bereits seit Jahren Forschungsgegenstand (PETRY und KÜHBAUCH 1989; SÖKEFELD *et al.* 1994; THORP und TIAN 2004). Darauf basierende Unkrautverteilungs- und Herbizidapplikationskarten ermöglichen eine ortsgenaue Unkrautkontrolle mit teilweise erheblichen Herbizideinsparungen und einer Reduzierung der Kosten (OEBEL *et al.* 2004). Für Graslandflächen sind solche Verfahren bislang nicht verfügbar. Mit Hilfe der Fernerkundung konnte man in ausgedehnten Graslandflächen anhand der auffälligen Färbung bestimmter Unkrautarten während der Blüte deren Verteilung kartieren (HUNT JR *et al.* 2003). Die Detektion von Einzelpflanzen ist jedoch mit solchen Verfahren aufgrund der unzureichenden räumlichen Auflösung der Fernerkundungssensoren nicht möglich. Bildaufnahmen im Nahbereich sind Voraussetzung für das Erkennen verschiedener Pflanzenindividuen. Das Ziel der hier vorgestellten Arbeit war die Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems zur automatischen Erkennung von Grünlandunkräutern, insbesondere von *Rumex obtusifolius*. Erste Ergebnisse wurden von Gebhardt *et al.* (2006) vorgestellt.

## **Material und Methoden**

Auf der Lehr- und Forschungsstation Rengen (Eifel) der Universität Bonn wurden Parzellen (ca. 2,5 x 2,0 m<sup>2</sup>) mit Deutsch-Weidelgras Ansaat angelegt. Pflanzen von *Rumex obtusifolius* (*R.o.*), *Plantago major* (*P.m.*), *Taraxacum officinale* (*T.o.*) und *Trifolium repens* wurden sowohl separat als auch gemeinsam in Parzellen angelegt. An drei Terminen im Sommer 2005 (19.07, 22.07, 28.07.) wurden alle Parzellen mit einer digitalen Kamera fotografiert. Alle Parzellen wurden an exakt gleicher Position aus einer Höhe von ca. 1,60 m aufgenommen. Eine Canon Powershot Pro1 RGB Kamera mit 8 Megapixel Auflösung wurde verwendet. Die Pixelgröße betrug dabei ungefähr 0,6 x 0,6 mm.

Für die objekt-orientierte Bildklassifikation wurden die RGB Bilder zunächst in Graustufenbilder umgewandelt und daraus die Gradientenbilder und Bilder der Standardabweichung berechnet. Aus den Gradientenbildern und den Bildern der Standardabweichung wurde die lokale Homogenität als Graustufenbild berechnet und daraus mittels Schwellwert ein Binärbild erzeugt auf welches abschließend eine morphologische Bildöffnung angewendet wurde. Alle Objekte kleiner 5000 Pixel (ca. 17 cm<sup>2</sup>) wurden danach im Binärbild eliminiert. Abbildung 1 veranschaulicht die Bildsegmentierung.



**Abb 1:** Bildsegmentierung. (a) berechnetes Graustufenbild, (b) Gradientenbild, (c) Bild der Standardabweichung, (d) lokale Homogenität, (e) Binärbild, (f) Binärbild nach Bildöffnung und Eliminieren kleiner Objekte. Die verbleibenden weißen Bildregionen sind Objekte.

Für alle segmentierten Objekte wurden 12 Merkmale zur Beschreibung der Objektfarbe und -textur berechnet. Dies waren jeweils die Mittelwerte und die Standardabweichung der Objektpixel im (1) roten und (2) grünen Kanal des Originalbildes, (3) des berechneten Graustufenbildes, (4) des Gradientenbildes, (5) des Bildes der Standardabweichung und (6) der lokalen Homogenität.

Mit diesen Merkmalen wurde eine Maximum-likelihood Klassifikation durchgeführt. Ziel war die Unterscheidung der Objekte in die fünf Klassen: (i) *R.o.*, (ii) *P.m.*, (iii) *T.o.*, (iv) Boden und (v) Rest. Der Klassifikator wurde mit allen Objekten einer Teilmenge Musterbilder vom 22.07. trainiert. Alle restlichen Objekte dieses Termins und die vom 19.07. und 28.07. wurde anschließend klassifiziert.

Für alle als Ampfer klassifizierte Objekte wurde der geometrische Schwerpunkt im Bildkoordinatensystem berechnet. Anschließend wurde der Koordinatenursprung von der linken oberen Ecke in den Bildmittelpunkt verschoben und die Koordinaten der Objekte wurden mit diesem Bezugspunkt neu berechnet. Die Koordinaten wurden mit der Pixelgröße von 0,6 mm multipliziert und somit in metrische Koordinaten umgewandelt. Für die Objekte jedes Bildes wurde eine Affintransformation durchgeführt, um die Objekte mittels ihrer geografischen Koordinate in der Parzelle abzubilden. Die Parzellen wurden zuvor via GPS vermessen. Die Parzellenmittelpunkte wurden berechnet und in Gauß-Krüger Koor-

dinaten umgewandelt. Die transformierten Objektkoordinaten wurden in ein GIS importiert und damit die Ampferverteilungskarte erstellt.

## Ergebnisse

Insgesamt 1216, 1429 und 1380 Objekte wurden in den Bildern der drei Termine segmentiert. Aus der Diskriminanzanalyse der 1429 Objekte vom 22.07. ergab sich, dass nur Farb- und Texturmerkmale Einfluss auf die Klassifikation haben (Tabelle 1). Lediglich für die Objektfläche der abgebildeten Pflanzen wurde ein geringer Beitrag zur Klassifikation und deshalb vernachlässigt

In Tabelle 1 sind die Klassifikationsergebnisse zu sehen. Die Klassifikationsrate über alle Pflanzenarten lag bei 76-83%. Die Rate richtig klassifizierter Ampferobjekte betrug 85-93%. Fehl-klassifikationen anderer Objekte zu Ampfer lagen unter 7%.

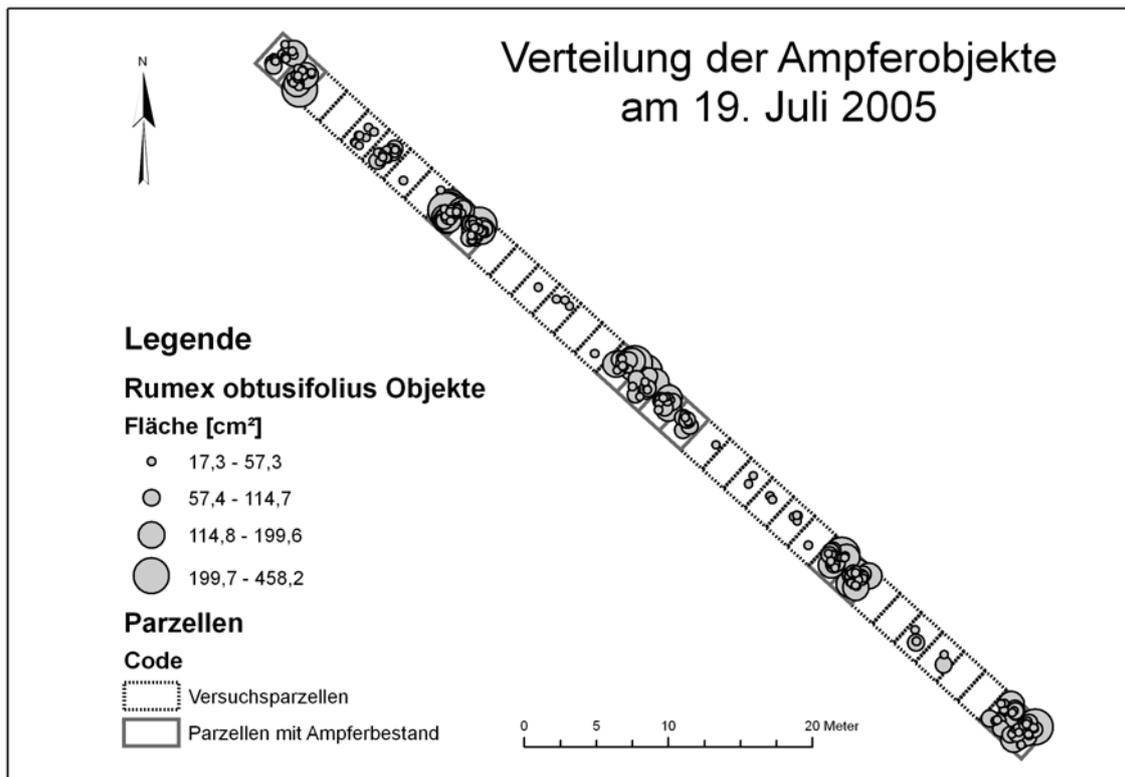
**Tab. 1:** Ergebnisse der Klassifikation. Die Erkennungsraten bildanalytisch identifizierter Pflanzenarten *Rumex obtusifolius*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale* und der Bodenfläche sowie die Fehlerraten der fälschlich als *R.o.* klassifizierten Objekte.

Datensatz	Gesamt-detek-tions-rate [%]	<i>R.o.</i> Rate [%]	<i>T.o.</i> vs. <i>R.o.</i> Fehler [%]	<i>P.m.</i> vs. <i>R.o.</i> Fehler [%]	Boden vs. <i>R.o.</i> Fehler [%]	Rest vs. <i>R.o.</i> Fehler [%]
05/07/19	82.7	91.4	4.0	6.8	0.0	0.8
05/07/22	80.4	92.5	2.0	1.4	0.0	0.9
05/07/28	75.9	85.2	6.7	3.4	0.0	1.2

Abbildung 2 zeigt die Karte der Ampferverteilung. Die Parzellen des Versuches wurden durch ihre Grenzen in einer Karte dargestellt. Parzellen in denen Ampfer angepflanzt wurde sind dick umrandet. Ampferobjekte werden in vier Stufen unterschiedlicher Objektfläche quantisiert.

## Diskussion

Die Rate richtig erkannter Ampferobjekte lag im Durchschnitt bei ungefähr 90%. Weil einzelne Pflanzen aus mehreren Objekte (Blättern) bestehen, dürfte die Rate erkannter Ampferpflanzen noch deutlich höher ist. Fehlerhaft als Ampfer klassifizierte Objekte werden in der Karte ebenso ausgewiesen und würden bei einer darauf basierenden Herbizidbehandlung gespritzt werden. Fehler mit weniger als 7% können jedoch bei Unkrautkontrollmaßnahmen im Grünland durchaus toleriert werden. Eine zusätzliche Verbesserung der Kartierung könnte mittels Analyse der räumlichen Beziehungen der Objekte zueinander erreicht werden. Durch die Berechnung einer Dichtekarte (Anzahl der Blätter pro m<sup>2</sup>) können Ausreißer eliminiert werden, weil davon auszugehen ist, dass Ampferpflanzen mehr als ein Blatt aufweisen und somit eine höhere Objektdichte gegeben ist. Bei einer Objektgröße von ca. 100 cm<sup>2</sup> ist andererseits davon auszugehen, dass sich Ampferblätter überlagern. Die Kombination von Objektfläche und Objektdichte könnte also für eine Validierung der Klassifikation in Frage kommen.



**Abb 2:** Kartierung von Stumpfbläättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) im Parzellenversuch am 19. Juli 2005 anhand der Bildklassifikation und Objektverortung.

## Literatur

- GEBHARDT, S., SCHELLBERG, J., LOCK, R. und KÜHBAUCH, W. (2006): Identification of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) on grassland by means of digital image processing. *Precision Agriculture* 7, DOI: 10.1007/S11119-006-9006-9.
- HUNT JR, E. R., EVERITT, J. H., RITCHIE, J. C., MORAN, M. S., BOOTH, D. T., ANDERSON, G. L., CLARK, P. E. und SEYFRIED, M. S. (2003): Applications and research using remote sensing for rangeland management. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 69(6), 675-693, 2003.
- OEBEL, H., GERHARDS, R., BECKERS, G., DICKE, D., SÖKEFELD, M., LOCK, R., NABOUT, A. und THERBURG, R. D. (2004): Site-specific weed control using digital image analysis and georeferenced application maps - first field experiences. *Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue XIX*, 459-465.
- PETRY, W. und KÜHBAUCH, W. (1989): Automatic distinction of weed species using form parameters by means of digital image processing. *Journal of Agronomy and Crop Science* 163(5), 345-351.
- SÖKEFELD, M., GERHARDS, R. und KÜHBAUCH, W. (1994): Automatische Erkennung von Unkrautarten mit digitaler Bildverarbeitung. *Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue XIV*, 143-152.
- THORP, K. R. und TIAN, L. F. (2004): A review on remote sensing of weeds in agriculture. *Precision Agriculture* 5(5), 477-508.

# Etablierung und Bestandesentwicklung von Grünlandnarben auf einem Sandstandort in Abhängigkeit von Nutzungsart, Ansaatgemisch und Saatstärke

H. Giebelhausen<sup>1</sup>, K. Richter<sup>1</sup> und M. Baumecker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau, <sup>2</sup>Lehr- und Forschungsstation, Arbeitsgruppe Freiland

## Einleitung

Die Chancen zur ackerbaulichen Nutzung ertragsschwacher Sandböden verringern sich aus ökonomischen Gründen und der Trend zur Umwandlung dieser Flächen in extensiv bewirtschaftetes Grünland nimmt im Land Brandenburg zu. Großflächige Aufforstungen würden die Landschaft verändern und zu größerem Verlust an Biodiversität führen. Grünlandansaat mit schnellem Narbenschluss und eine auf die ökologischen Funktionen des Grünlandes ausgerichtete extensive Bewirtschaftung könnten dazu eine Alternative sein. Brache mit Selbstbegrünung spart zunächst Kosten, doch ist die Entwicklung dieser Bestände unsicher und oft mit Mehraufwendungen zur Narbenkorrektur verbunden. Ziel eines Versuches auf einem Sandboden ist es, den Einfluss von Nutzungsart und Ansaatmischung sowie ihrer Saatstärke auf den Etablierungsverlauf von Extensivgrünland zu untersuchen. Nachfolgend werden Ergebnisse ausgewählter Versuchsjahre vorgestellt.

## Material und Methoden

Die Bodenart am Versuchsstandort in Thyrow (Lks. Teltow-Fläming) ist ein schluffiger Sand mit hohem Fein- und Mittelsandanteil, der Bodentyp eine Salmtieflehm-Fahlerde/Sand-Rostbraunerde. Der C<sub>t</sub>-Gehalt im Oberboden beträgt 0,52 % und der N<sub>t</sub>-Gehalt 0,04 % (ANONYMUS 2004). Im langjährigen Mittel fallen nur 495,3 mm Jahresniederschlag bei einer Tagesmitteltemperatur von 8,9 °C. Die Gehalte des Bodens an Phosphor und Kalium waren zu Versuchsbeginn mittel bis gut.

Nach der Vorfrucht Winterroggen wurde am 9. April 1998 ein Parzellenversuch mit folgenden Prüffaktoren und Faktorstufen als Spaltanlage in vierfacher Wiederholung unter Deckfrucht Grünhafer angelegt (Tab.1).

**Tab. 1:** Prüffaktoren und Faktorstufen der Versuchsanlage in Thyrow

Faktoren	Faktorstufen
A Nutzung	a <sub>1</sub> 2 mal Mulchen
	a <sub>2</sub> 2 Schnitte
B Ansaattyp	b <sub>1</sub> Rot-/Schafschwingel
	b <sub>2</sub> Knautgras/Wieserisppe
	b <sub>3</sub> Artenreiche Mischung
C Saatstärke	c <sub>1</sub> Volle Saatstärke (100 %)
	c <sub>2</sub> Reduzierte Saatstärke (25 % von c <sub>1</sub> )

b<sub>3</sub>: Glatthafer, Wehrlose Trespe, Rotschwingel, Wiesenschwingel, Wieserisppe

Als Zusatzprüfglied (ZP) wurde die Brache (ohne Ansaat) in die Stufe  $a_1$  und  $a_2$  aufgenommen. In den  $27,0 \text{ m}^2$  großen Parzellen wurden ab 1999 Mitte Juni und Mitte September je  $4,0 \text{ m}^2$  aus der Parzellenmitte zur botanischen Bestandsanalyse ausgewählt (Deckungsgrad %, Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN) und je  $6,75 \text{ m}^2$  zur Biomassebestimmung gemäht. Das Erntegut der Mahdparzellen wurde abgeräumt und die Biomasse der Mulchparzellen mit einem Mulcher auf 5 bis 10 cm zerkleinert und dort belassen. Für das Merkmal floristische Biodiversität der Grünlandnarbe wurde der Shannon-Index (HAEUPLER 1982) mit den Ertragsanteilen berechnet. Zur Darstellung der Mannigfaltigkeit wird die Evenness (in %) als der Grad der maximal möglichen Gleichverteilung der Arten im Bestand verwendet. Zu Versuchsbeginn wurde die Düngung eingestellt und ab 2002 wegen zu geringer Biomasse nur noch einmal Mitte Juli genutzt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Biomasse

Die Biomasseerzeugung der untersuchten Grünlandbestände liegt mit 12 bis  $23 \text{ dt ha}^{-1}$  Trockenmasse sehr niedrig, was auf ein geringes Wasser- und Nährstoffangebot, insbesondere auch an Stickstoff, des Standortes hinweist. Nur die Ansaattypen unterschieden sich in den Jahren 1999 (und 2000) hinsichtlich ihrer TM-Erzeugung, während die Nutzungsart und die Saatstärke ohne signifikanten Einfluss waren (Tab. 2).

**Tab. 2:** Biomasse ( $\text{dt ha}^{-1}$  TM) von Extensivgrünland in Abhängigkeit von Nutzung, Ansaattyp und Saatstärke. Mittelwerte der Hauptwirkungen, Thyrow 1999 bis 2005

Faktor	Faktorstufe	1999	2001	2003	2005	1999/2
Nutzung	Mulchen	22,8	20,5	11,2	16,2	16,5
	Mahd	20,3	15,6	11,4	16,4	15,2
Ansaattyp	<i>Festuca</i> -Spez.	21,8	20,2	11,3	16,9	16,1
	Knaulgr./Wi.- Rispe	19,7	19,2	11,5	16,9	15,6
	Artenreiche Mischung	23,1	17,7	11,7	16,8	16,2
	Brache (ZP)	16,8	17,9	11,6	16,8	15,6
Saatstärke	voll	21,2	18,5	11,7	16,5	16,1
	red.	21,9	17,6	11,8	16,6	16,0
GD $\alpha \leq 5\%$ (t-Test)	A-Mittel	12,7 n.s.	9,6 n.s.	3,2 n.s.	2,9 n.s.	2,4 n.s.
	B-Mittel	2,5 sig.	3,0 n.s.	1,6 n.s.	1,4 n.s.	1,1 n.s.
	C-Mittel	2,1 n.s.	2,5 n.s.	1,3 n.s.	1,2 n.s.	1,1 n.s.
	ABC-Mittel	13,3 n.s.	10,8 n.s.	4,2 n.s.	3,2 n.s.	3,3 n.s.

Mit der Umstellung auf nur eine Nutzung glich sich die Höhe der Biomasseerzeugung der Ansaaten immer mehr an. Die Ansaaten von *Festuca rubra* L. mit *Festuca ovina* L. sowie die artenreiche Mischung erzeugten in der Tendenz auf dem Versuchsstandort mehr Biomasse als die von *Dactylis glomerata* L. mit *Poa pratensis* L. sowie die Brache. Die geringe Biomasse der Bestände und die geringe Futterqualität bei später Ernte dürften eine Mähfütternutzung ausschließen. Beweidung mit Schafen und Ziegen oder mit Mutterkühen könnten die Biodiversität der Narben erhöhen (MILIMONKA et al. 2002) und die Gewinnung von Einstreu könnte ihrer Verbuschung entgegenwirken

### Biodiversität

Im vorliegenden Experiment bewirkten Mahd und reduzierte Saatstärke während der Bestandsetablierung von 1999 bis 2001 gegenüber dem Mulchen eine Zunahme der Pflanzenarten (GIEBELHAUSEN et al. 2002). Offenbar behinderte die Mulchschicht die Keimung

von Diasporen und die zersetzte Biomasse bewirkte auch eine stärkere N-Immobilisierung im Boden. Trockenheit erhöhte den Wettbewerb um das Wasser und den Stickstoff. Insofern erklärt das mit die höheren Evenness-Werte der gemähten gegenüber der gemulchten Parzellen in der ersten Phase der Bestandsetablierung (Tab. 3).

**Tab. 3:** Biodiversität (Evenness, %) von Extensivgrünland in Abhängigkeit von Nutzungsart, Ansaattyp und Saatstärke im 1. Aufwuchs bei Einbeziehung aller Pflanzenarten. Mittelwerte der Hauptwirkungen, Thyrow 1999 bis 2001

Nutzung	Ansaattyp	Saatstärke	1999	2000	2001
Mulchen			37,0	29,4	39,7
Mahd			39,2	38,1	42,2
	<i>Festuca</i> -Spez.		35,0	24,0	24,5
	Knaulgr./Wi.-Ri.		23,4	34,4	51,5
	Artenr. Mischung		55,9	42,9	46,9
	Brache		49,0	55,2	62,1
		voll	32,1	30,1	37,6
		red.	44,2	37,5	44,3
GD	A-Mittel		12,7 n.s.	14,0 n.s.	14,5 n.s.
$\alpha \leq 5\%$	B-Mittel		5,4 sig.	7,9 sig.	7,1 sig.
(t-Test)	C-Mittel		4,4 sig.	6,4 sig.	5,8 sig.

Den größten Einfluss auf die Biodiversität übten die Ansaaten sowie die Brache und die Saatstärke aus. Die dichten Rot- und Schafschwingelnarben mit starker Durchwurzelung des Oberbodens behinderten offenbar das frühe Einwandern anderer Arten. Demgegenüber förderte die zunehmende Lückigkeit der Knaulgras-/Wiesenrispenbestände die Einnahme der Fehlstellen durch Rot- und Schafschwingel sowie Glatthafer aus den benachbarten Parzellen. Die artenreichere Ansaatmischung und die Brache zeigten die höchsten Evenness-Werte. Dies weist einerseits auf ihre gute Standortanpassung und bei der Brache auf eine hohe Dynamik bei der Besiedlung freier Standräume hin. Die durch die Reduktion der Saatmenge auf 25 % der Normal Saatstärke erzielte Bestandesdichte war ausreichend, um das begrenzte Wasser- und Nährstoffangebot auszunutzen und um Räume für die Ansiedlung von Kräutern wie *Rumex acetosella* L., *Hieracium pilosella* L., *Knautia arvensis* L., *Geranium sylvaticum* L., *Tragopogon pratensis* L. oder *Helichrysum anerarium* L. zu schaffen. Aus der mehrjährigen Sukzession auf den Brache-Parzellen kann abgeleitet werden, dass wenn eine Fläche in versetzten Streifen nur zur Hälfte angesät und etwa 3 Jahre lang ab Mitte Juli zur Samenreife vieler Arten im Heumulchverfahren (BOSSHARD 1999) beerntet würde, eine gute Verteilung fertiler Diasporen zur Entwicklung von Extensivgrünland auf Ackerland erreichbar scheint.

### Nährstoffgehalt und pH-Wert des Bodens

Die Ergebnisse der Bodennährstoffuntersuchung und des pH-Wertes zeigen, dass die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor, Kalium und Magnesium sowie der pH-Wert kaum limitierend (meist Stufe C) auf die Biomasseerzeugung gewirkt haben (Tab. 4). Bei den gemulchten Parzellen war dies durch die Rückführung der in der Biomasse enthaltenen Nährstoffe kaum zu erwarten. Die mit der Mahd zu geringe Abfuhr von Nährstoffen hat im Zeitraum von 1999 bis 2003 auch bei Kalium zu keiner deutlichen Veränderung im Trophiestatus des Bodens geführt.

**Tab. 4:** pH-Wert sowie P-, K- und Mg-Gehalt ( $\text{mg } 100^{-1}$  g Boden, in 0 bis 20 cm Tiefe) im Boden von Extensivgrünland in Abhängigkeit von Nutzungsart, Ansaattyp und Saatstärke. Thyrow, Herbst 2001 und 2003

Nutzung	Ansaattyp	(C)	pH		P, DL		K, DL		Mg, $\text{CaCl}_2$	
			2001	2003	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Mul-	<i>Festuca</i> -Spez	voll	5.8	5.7	8.4	8.3	8.9	8.8	2.2	2.2
		red.	5.6	5.6	7.9	7.9	9.7	9.7	2.7	2.6
	Knaulgr./ Wi.-Rispe	voll	6.1	6.0	9.3	9.2	12.0	11.9	2.1	2.1
		red.	5.6	5.6	7.5	7.5	10.9	10.9	2.4	2.4
	Artenreiche Mischung	voll	6.0	5.9	8.7	8.7	11.1	11.1	2.5	2.4
		red.	6.0	6.0	8.7	8.6	10.3	10.3	2.5	2.5
	Brache	-	6.0	6.0	8.1	8.1	13.3	13.2	2.5	2.5
Mahd	<i>Festuca</i> -Spez	voll	6.1	6.0	9.3	9.1	7.0	6.8	2.2	2.2
		red.	6.1	6.1	9.3	9.0	7.1	7.0	2.6	2.5
	Knaulgr./ Wi.-Rispe	voll	5.9	5.9	8.6	8.5	12.2	12.0	2.6	2.4
		red.	6.3	6.2	10.4	10.2	9.7	9.7	2.5	2.5
	Artenreiche Mischung	voll	6.1	6.1	9.1	9.0	9.9	9.8	2.7	2.6
		red.	6.2	6.2	9.4	9.3	10.0	10.0	2.6	2.4
	Brache	-	6.0	6.0	8.7	8.7	11.5	11.0	3.1	3.0

## Zusammenfassung

In einem Parzellenversuch am Standort Thyrow wird seit 1999 der Einfluss von Nutzungsart, dem Ansaattyp sowie der Saatstärke auf den Etablierungsverlauf von Grünland auf vormals ertragschwachem Ackerland untersucht. Die auf dem Sandboden ohne Düngung bei ein- bis zweimaliger Mulch- oder Mähnutzung erzeugte Biomasse liegt bei 12 bis 23 dt ha<sup>-1</sup> TM. Die Ansaat von Rot- und Schafschwingel und ein Gemisch aus 5 Gräsern erreichten die höchsten Phytomasse-Erträge. Das Grünland sollte mit Schafen/Ziegen oder Mutterkühen beweidet sowie durch Mahd/Mulchen vor Verbuschung geschützt werden. Die gemähten Bestände und das mit reduzierten Saattmengen etablierte Grünland wiesen die größte Biodiversität auf. Die Gehalte an P, K, Mg und der pH-Wert des Bodens der nicht mehr gedüngten Grünlandbestände wiesen im Zeitraum von 1999 bis 2003 noch keine faktorbedingten Veränderungen auf, so dass das geringe Wasser- und Stickstoffangebot des Standortes die Höhe der Biomassebildung bestimmt. Bei der Anlage von Extensivgrünland auf sandigem Ackerland kann mit stark reduzierten Saattmengen gearbeitet werden.

## Literatur

- ANONYMUS (2004): Versuchsführer der Versuchsstation Pflanzenbauwissenschaften. Humboldt-Univ. zu Berlin, Institut f. Pflanzenbauwiss., Eigenverlag, Berlin. 201 S.
- BOSSHARD, A. (1999): Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden. Dissertationes Botanicae, Bd. 303, Stuttgart.
- GIEBELHAUSEN, H., MILIMONKA, A. und RICHTER, K. (2002): Etablierung von Extensivgrünland auf einem grundwasserfernen Sandstandort. Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwiss., 14, 223-224, Freising.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Dissertationes Botanicae 65.
- MILIMONKA, A., GIEBELHAUSEN, H. und RICHTER, K. (2002): Wirkung differenzierter Bewirtschaftungsintensität auf die Zusammensetzung einer Weidenarbe. Natur und Landschaftsplanung 34, (5), 152-157.

## Eignung verschiedener Ackerfuttermischungen für die Erzeugung von Biogas

F. Hertwig<sup>1</sup>, K. Neubert<sup>1</sup>, K. Schmalzer<sup>2</sup> und G. Ebel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg, Referat Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue, <sup>3</sup>Referat Acker- und Pflanzenbau Güterfelde, <sup>2</sup>Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau

### Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen eines Verbundprojektes zur Entwicklung von Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen in Deutschland soll in den Jahren 2005 bis 2007 die Eignung von mehrschnittigem Ackerfutter für die Erzeugung von Biogas unter den regionalen Bedingungen Brandenburgs ermittelt werden. Die Versuche werden in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen durchgeführt. Die Resultate des mehrschnittigen Ackerfutters müssen sich mit Ergebnissen zu Silomais messen, der in verschiedenen Versuchsprogrammen ebenfalls auf die Eignung für die Biogaserzeugung geprüft wird.

### Material und Methoden

An den zwei Standorten im Land Brandenburg wurden im Jahre 2005 sechs mehrjährige Ackergras-Mischungen bzw. Leguminosen-Gras-Gemenge angelegt, die für die regionalen Bedingungen ausgewählt wurden. Die Versuche wurden aufgrund der Standortunterschiede (Tabelle 1) am 20. April am Standort Berge mit dem Saatpartner Sommergerste (Saatstärke 80 kg ha<sup>-1</sup>) bzw. am 14. April am Standort Paulinenaue in Blanksaat ausgesät. Die Höhe der N-Startgabe lag bei der Ansaat mit Sommergerste bei 60 kg ha<sup>-1</sup> bzw. bei Blanksaat bei 40 kg ha<sup>-1</sup>. Bei der Versuchsanlage handelt es sich um eine zweifaktorielle Spaltanlage mit vier Wiederholungen (A/B-R). Die Prüffaktoren sind dabei Nutzungsregime (Großteilstücke) und Ackerfuttermischungen bzw. -gemenge (Kleinteilstücke). Die Nutzung soll in den ersten und zweiten Hauptnutzungsjahren 2006 und 2007 differenziert werden (Tabelle 2).

**Tab. 1:** Standortcharakteristik

Merkmal	Standort Berge	Standort Paulinenaue
Lage	Nauener Platte	Havelländisches Luch
Ackerzahl	35 bis 45	30
Bodentyp	Parabraunerde	Gley
Bodenart	schwach bis mittel lehmiger	Sand
Humusgehalt (0...20 cm)	1,4 %	8...12 %
Mittlerer Jahresniederschlag	502 mm	514 mm
Mittlere Jahrestemperatur	9,2°C	9,0°C
Geografische Breite	52°37' N	52°41' N
Geografische Länge	12°47' E	12°43' E
Höhe ü. NN	40 m	28 m
Besonderheiten		grundwasserbeeinflusst

**Tab. 2:** Nutzung in den Hauptnutzungsjahren (Versuchsfaktor A, Großteilstücke)

Faktorstufen	Schnittzeitpunkt	Beschreibung	Schnitte pro Jahr
1	1. Aufwuchs	2. Knoten wahrnehmbar bei Gräsern (Stadium 32) bzw. Knospenstadium bei Leguminosen (Stadium 51)	4 bis 5
	Folgeaufwüchse	Ende der Schossphase (Stadium 39)	
2	1. Aufwuchs	Ende Blütenstandsentwicklung bei Gräsern bzw. Ende Knospenstadium bei Leguminosen (Stadium 59)	3
	Folgeaufwüchse	Ende der Schossphase (Stadium 39)	

Die Auswahl der Mischungen bzw. Gemenge an beiden Standorten ist mit Ausnahme der Faktorstufe 5 identisch. Am Standort Berge (B) wird Luzerne-Gras-Gemenge geprüft, am Standort Paulinenaue (P) Rotklee mit Bastardweidelgras (Tabelle 3). Die Gräsermischungen 1 und 2 wurden nach dem ersten Schnitt im Ansaatjahr mit  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  Stickstoff gedüngt. In den Hauptnutzungsjahren ist hierbei die Aufteilung der N-Gaben von 60, 70, 60 und  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  (bei 4-Schnittnutzung) bzw. von 60, 70 und  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  (bei 3-Schnittnutzung) geplant. Für alle weiteren Aufwüchse der Leguminosen-Gras-Gemenge ist im Ansaatjahr sowie in den folgenden zwei Hauptnutzungsjahren keine weitere N-Düngung vorgesehen worden.

**Tab. 3:** Ackerfuttermischungen bzw. –gemenge (Versuchsfaktor B, Kleinteilstücke)

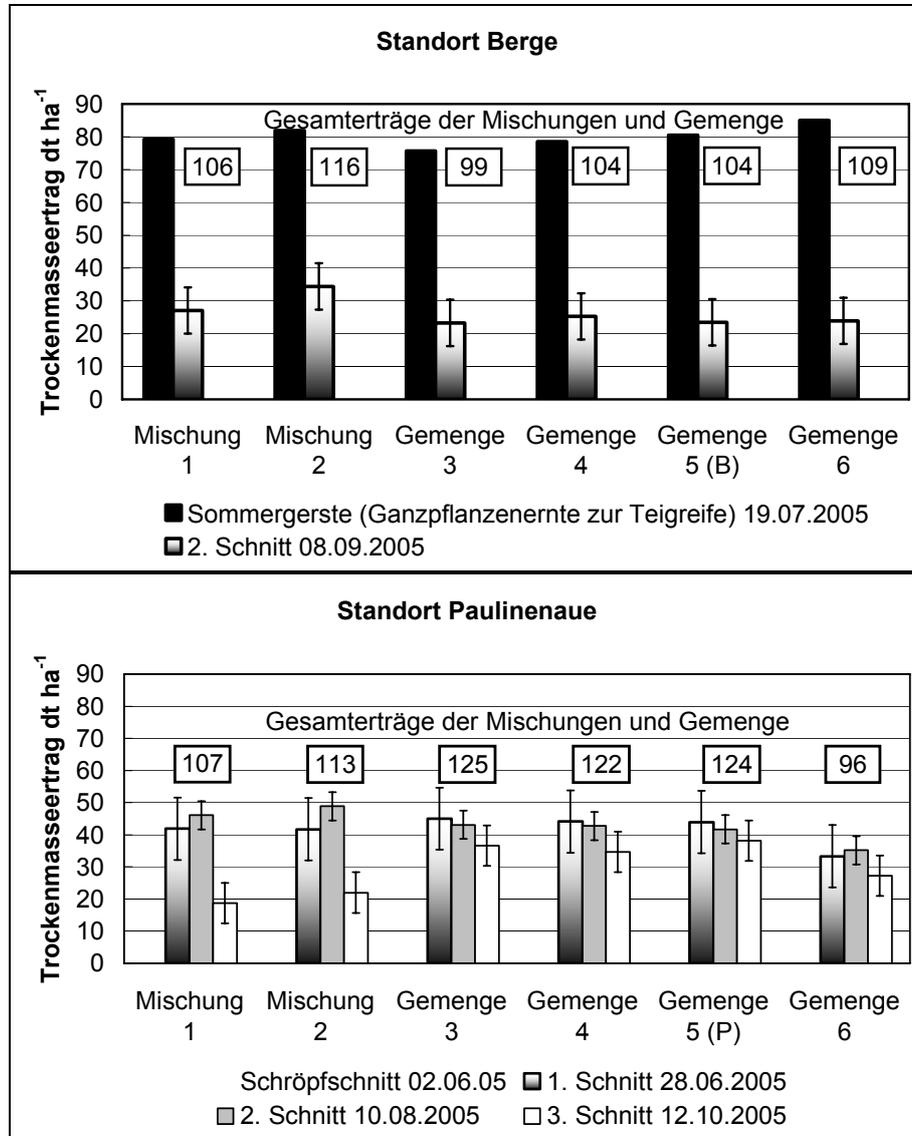
Art	Sorte	Faktorstufen						
		1	2	3	4	5(B)	5(P)	6
<i>x Festulolium braunii</i>	Paulita	15	-	-	8	8	-	8
<i>Lolium multiflorum</i>	Fabio	20	-	-	-	-	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	Mondora	-	10	7,5	-	-	-	-
<i>Lolium hybridum</i>	Ibex	-	10	7,5	-	-	15	-
<i>Lolium perenne</i>	Twins	-	15	10	-	-	-	-
<i>Phleum pratense</i>	Liphlea	-	-	-	2	2	-	2
<i>Trifolium pratense</i>	Titus	-	-	10	12	-	-	2
<i>Trifolium pratense</i>	Temara	-	-	-	-	-	10	-
<i>Medicago varia</i>	Planet	-	-	-	-	18	-	12

Es liegen erste Untersuchungen zu den Inhaltsstoffen vor, die im Gemeinschaftslabor Analytik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät (Humboldt-Universität zu Berlin) durchgeführt wurden. Die C-, N- und S-Bestimmung erfolgte mit dem Elementaranalysator MAX CNS. Die NIRS-Bestimmung der weiteren Inhaltsstoffe und die Energieschätzung (Formeln von TILLMANN bzw. WEIßBACH) übernahm das LVL Brandenburg (Referat Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue).

## Ergebnisse

Die mehrschnittigen Ackerfutterbestände konnten an beiden Standorten erfolgreich etabliert werden. Die Sommergerste wurde am Standort Berge als Ganzpflanze nach 91 Aufwuchstagen geerntet und lieferte einen Trockenmasseertrag von  $80 \text{ dt ha}^{-1}$ . Die eingesäten Mischungen und Gemenge erreichten einen Ertragsanteil von 8 bis 26 % am Erntegut,

bewirkten aber keine signifikanten Ertragsunterschiede (Abbildung 1). Im Folgeaufwuchs war die Mischung 2 gegenüber den anderen Mischungen und Gemengen im Ertrag signifikant überlegen. Signifikante Unterschiede im Ertragsniveau des Ansaatjahres (Summe von Gerst- und Folgeaufwuchs) bestanden nicht. Die Gräser (Mischungen 1 und 2) wiesen ab der zweiten Augushälfte am Standort Berge einen starken Kronenrost-Befall auf.



**Abb 1:** Trockenmasseerträge der Ackergras-Mischungen und Leguminosen-Gras-Gemenge im Ansaatjahr 2005 (Mittelwertvergleich der Schnitterträge, t-Test bei  $\alpha < 5\%$ )

Zur Reduzierung der Unkrautbelastung erfolgte am Standort Paulinenaue ein Schröpfschnitt. Bei optimalen Wachstumsbedingungen bis in den Oktober hinein wurde hier ohne Saatpartner mit drei Aufwüchsen ein mittlerer Trockenmasseertrag von  $114 \text{ dt ha}^{-1}$  erzielt. Das Gemenge 5 (Luzerne, Rotklee und Gras) war im Gesamtertrag den Ackergras-Mischungen und Rotklee-Gras-Gemengen signifikant unterlegen (Abbildung 1).

Erste Ergebnisse zum Vergleich der stofflichen Zusammensetzung verschiedener Futterpflanzen sind für das Ansaatjahr in Tabelle 4 enthalten.

**Tab. 4:** Inhaltsstoffe und Energiegehalte in der Trockenmasse von mehrschnittigem Ackerfutter im Vergleich zu Silomais (S 240) am Standort Berge im Jahr 2005

Parameter	Sommergerste (Ganzpflanze)			Folgeaufwuchs			M a i s
	von	bis	Mittel	von	bis	Mittel	
<b>Organische TM %</b>	<b>94.9</b>	<b>93.0</b>	<b>94.2</b>	<b>87.9</b>	<b>86.3</b>	<b>86.9</b>	<b>95.9</b>
<b>C-Gehalt %</b>	<b>45.6</b>	<b>46.7</b>	<b>46.3</b>	<b>44.2</b>	<b>45.5</b>	<b>44.8</b>	<b>45.5</b>
<b>N-Gehalt %</b>	<b>1.31</b>	<b>1.38</b>	<b>1.35</b>	<b>1.93</b>	<b>2.47</b>	<b>2.24</b>	<b>1.28</b>
<b>S-Gehalt %</b>	<b>0.14</b>	<b>0.15</b>	<b>0.14</b>	<b>0.19</b>	<b>0.22</b>	<b>0.20</b>	<b>0.07</b>
<b>NIRS-Parameter</b>							
<b>XF-Gehalt %</b>	<b>26.3</b>	<b>28.7</b>	<b>28.0</b>	<b>25.5</b>	<b>28.5</b>	<b>26.5</b>	<b>20.7</b>
<b>XP-Gehalt %</b>	<b>4.06</b>	<b>6.84</b>	<b>5.70</b>	<b>11.75</b>	<b>15.93</b>	<b>14.24</b>	<b>6.74</b>
<b>XL-Gehalt %</b>	<b>1.98</b>	<b>2.44</b>	<b>2.24</b>	<b>2.86</b>	<b>4.22</b>	<b>3.43</b>	<b>-</b>
<b>EULOS %</b>	<b>31.3</b>	<b>37.5</b>	<b>35.0</b>	<b>23.1</b>	<b>30.8</b>	<b>27.2</b>	<b>31.4</b>
<b>ME (MJ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9.45</b>	<b>10.28</b>	<b>9.86</b>	<b>10.53</b>
<b>NEL (MJ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5.57</b>	<b>6.16</b>	<b>5.86</b>	<b>6.29</b>

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Die verschiedenen mehrschnittigen Ackerfutterbestände lieferten an den Standorten Berge und Paulinenaue bei unterschiedlichen Ansaatverfahren und Nutzungshäufigkeiten ähnlich hohe mittlere Trockenmasseerträge von 106 bzw. 114 dt ha<sup>-1</sup>. Das entspricht für die geprüften Mischungen und Gemenge 58 bis 68 % bzw. 44 bis 57 % des Biomasseertragsniveaus einer Silomaisart, die an beiden Standorten als Vergleich zur Verfügung stand (S 240, Ernte bei Trockenmassegehalt von 28 %). Es ist zu berücksichtigen, dass es sich um Ergebnisse aus dem Ansaatjahr handelt und die Ergebnisse aus den Hauptnutzungs Jahren zu einer veränderten Bewertung der mehrschnittigen Ackerfutterpflanzen führen können. Eine einseitige Ausrichtung auf Silomais, der derzeit als Energiepflanze aufgrund des eingeführten und sicheren Anbauverfahrens und der hohen Biomasseerträge im Vordergrund steht (OTT 2005), kann aber aus verschiedenen Gründen auch kritisch hinterfragt werden. Dazu zählen die Standorteignung, Fragen des Umweltschutzes und der Bodenfruchtbarkeit sowie der wachsende Maisanteil in den Fruchtfolgen, aber auch spezifische Methanausbeuten und Methanerträge. Nach AMON et al. (2004) eignen sich Pflanzen mit hohem Protein- und Fettgehalt und hohem standortspezifischen Biomassebildungs vermögen am besten zur Biogaserzeugung. Mischungen aus protein- und energiereichen Pflanzenarten ermöglichen gleichermaßen hohe Methanausbeuten. Ein ausgewogenes Protein-Energie-Verhältnis des Gärgutes kann mit Mischungen aus protein- und energiereicher Biomasse von Grünlandaufwüchsen und energiereichem Mais erreicht werden.

## Literatur

- AMON, T., KRYVORUCHKO, V., AMON, B., BUGA, S., ZOLLITSCH, W. und E. PÖTSCH (2004): Biogas aus Mais – Gibt es Sortenunterschiede? Mais. Sonderheft, 11-12.
- OTT, M. (2005): Biogas – das Multitalent für die Energiewende. Fakten im Kontext der Energiepolitik-Debatte. Fachverband Biogas e. V..
- Verbundprojekt (2005 bis 2008): Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands. Förderung durch das BMELV über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Projektkoordination: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

# **Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen- mit Hilfe bildanalytischer Methoden – erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs**

M. Himstedt, T. Fricke und M. Wachendorf

Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Universität Kassel

## **Einleitung**

Futterbaubestände weisen in ihrer Zusammensetzung oft eine große Heterogenität auf, die sich auf zahlreiche Leistungsparameter auswirkt. Um die Bestandeszusammensetzung effizienter und flächengener ermittelt zu können soll eine indirekte, nicht destruktive Methode entwickelt werden. Wichtigstes Kriterium hierbei ist der Ertragsanteil der Leguminosen, da er entscheidenden Einfluss auf die meisten Leistungsparameter, wie z. B. N-Fixierungsleistung und Ertrag hat. Die Methoden sollen längerfristig in Konzepte für teilflächenspezifische Bearbeitung einfließen, da unter Berücksichtigung der Bestandesunterschiede einzelne Bearbeitungsverfahren und auch die N-Versorgung der Nachfrucht genau abgestimmt werden können.

Zur Entwicklung der bildanalytischen Methode werden verschiedene Leguminosen-Gras Gemenge eines Gefäßversuchs digital fotografiert. Erste Ergebnisse der Bildanalyse werden mit visuell klassifizierten Deckungsgraden der Leguminosen und mit den durch Fraktionierung der geernteten Biomasse erhaltenen Leguminosen-Ertragsanteilen korreliert, um die Genauigkeit der bildanalytischen Methode abzuschätzen. Für die Bildanalyse wird das Programm Optimas<sup>®</sup> der Firma Media Cybernetics<sup>®</sup> verwendet.

## **Material und Methoden**

In einem 9-wöchigen Gefäßversuch wurden unterschiedliche Leguminosen-Gras Gemenge unter kontrollierten Licht-, Temperatur- und Feuchtebedingungen untersucht. Angesät wurden Reinsaaten und binäre Gemenge von Rotklee, Weißklee, Luzerne und Deutschem Weidelgras in jeweils vier Wiederholungen. Das Substrat bestand aus homogenisiertem, feinkrümeligem Boden der Versuchsstation Neu-Eichenberg (sL- IS; 3,6% S, 73% U, 23,4% T und ca. 2% Humus; pH-Wert 6,7; P-, Mg-, K- Versorgung in Gehaltsklassen D bis E). Für die Bestimmung der Bestandeszusammensetzung wurde zur Ernte nach 77 Tagen Aufwuchszeit die gesamte oberirdische Biomasse in Gras, Leguminosen und nicht angesäte Arten fraktioniert. Die Fraktionen wurden für eine spätere Qualitätsbestimmung 18h bei 65°C getrocknet.

Vor jeder Ernte wurden die Varianten mit einer Digitalkamera fotografiert. Ein horizontal in Aufwuchshöhe platzierter Aluminiumrahmen ermöglicht die für die Bildanalyse nötige Georeferenzierung der Bilder mit SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses Version 2.0, Göttingen, 2005) anhand von vier konkreten Eckpunkten.

Die Bildanalyse mit Optimas<sup>®</sup> erfasst den Deckungsgrad der Leguminosen in Prozent der Gesamtfläche des digitalen Bildes. Um eine direkt vergleichbare Referenz zu erhalten, wurden mit dem GIS-Programm TopoL<sup>®</sup> (Version 6.5) bei acht ausgewählten Versuchsbeständen die Leguminosen visuell klassifiziert und durch Umranden der Leguminosen-Flächen vektorisiert. Ausgewählt wurden jeweils eine Gras(G)-, Rotklee(R)-, Weiß-

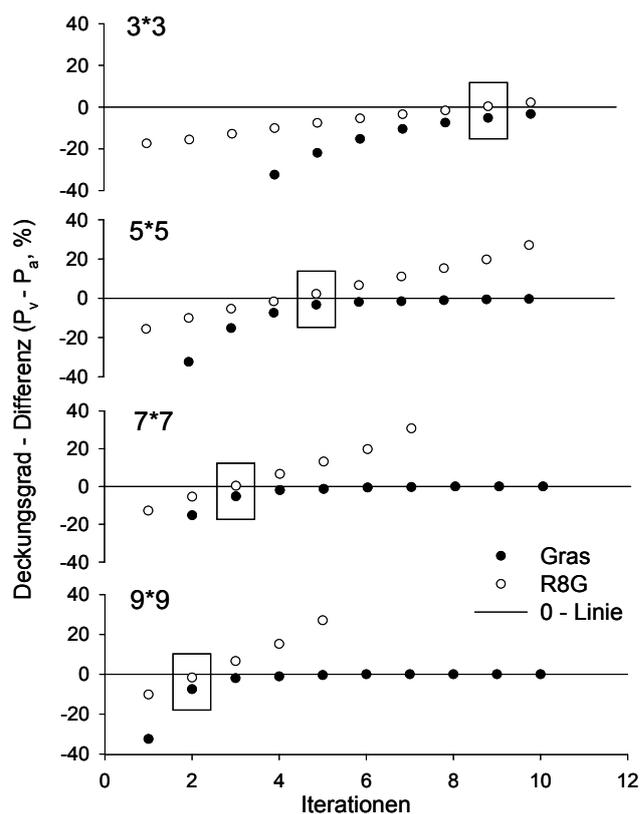
klee(W)- und Luzerne(L)-Reinsaat, zwei Rotklee-Gras-Gemenge mit 8kg/ha (R8G) bzw. 2 kg/ha (R2G) Aussaatstärke des Rotkleees, ein Weißklee-Gras(WG)- und ein Luzerne-Gras(LG)-Gemenge. Die in den Bildern vektorisierten Leguminosenbestandteile wurden als Fläche ausgewiesen und in Prozent der Gesamtfläche angegeben (visuelle Bildklassifikation  $P_v$ ). Dieser Deckungsgrad wird verglichen mit dem mit Optimas<sup>®</sup> ermittelten Flächen-Anteil der Leguminosen (Bildanalyse mit Optimas<sup>®</sup>  $P_a$ ).

Die Ermittlung des Leguminosen-Deckungsgrades  $P_a$  wurde in folgenden Schritten durchgeführt:

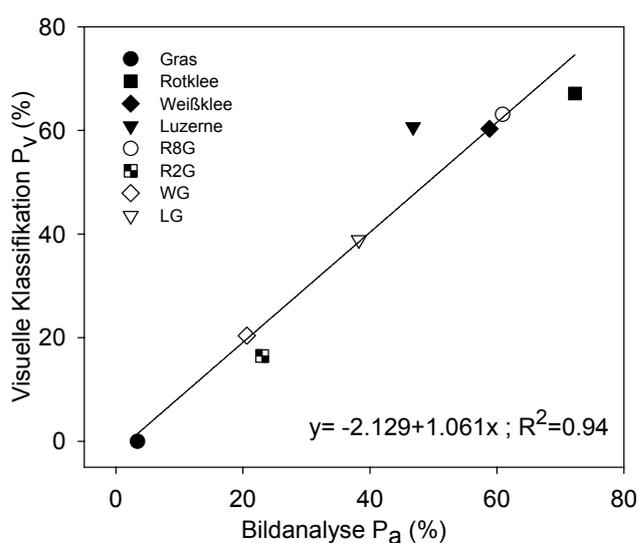
1. Einlesen der digitalen Bilder in Optimas<sup>®</sup> im tiff-Format.
2. Konvertierung der digitalen Farbbilder in 8 bit Graustufenbilder.
3. Segmentieren des Bildinhaltes in Vorder- und Hintergrund (Schwellenwert). Der Vordergrund enthält den Anteil des Bildes aus dem Informationen gewonnen werden sollen, also möglichst alle Leguminosen und wenig Gras, Beikräuter und Boden. Der Schwellenwert wurde für jedes Bild neu berechnet, indem jeweils 10% der Bildpunkte mit den höchsten (hellsten) und niedrigsten (dunkelsten) vorhandenen Grauwerten dem Hintergrund zugeordnet wurden. Nur Bildpunkte mit Grauwerten innerhalb des Schwellenwertbereichs werden in die Berechnung der Fläche am Ende der Prozedur mit einbezogen.
4. Da die sichtbaren Leguminosenflächen im Gegensatz zu den Gräsern auf den Bildern breiter sind, kann die Kombination der Prozeduren *Erode* (abschneiden) und *Dilate* (erweitern) zu einem ersten Ergebnis führen. Mit der Erodierung werden alle Graustufenwerte der Pixel einer Nachbarschaft mit dem Graustufenwert des dunkelsten Pixels innerhalb der Nachbarschaft (Nachbarschaft definierbar durch Größe und Form des Probengitters) ersetzt. Durch diese Aktion werden schmale Flächen eliminiert und nur noch Flächen mit einer bestimmten Größe bleiben erhalten. Durch eine anschließende Dilatation in gleichem Umfang wie die Erodierung werden die verbliebenen Flächen wieder auf ihre Ausgangsgröße gebracht. Der Deckungsgrad der noch vorhandenen Flächen im oben festgelegten Graustufenbereich (Schwellenwert) kann nun bestimmt werden. Die Erodierung und Dilatation kann in verschiedenen großen Nachbarschaften (Probengitter mit 3\*3, 5\*5, 7\*7 und 9\*9 Pixel) und in verschiedenen Iterationen (Wiederholung der Prozedur) durchgeführt werden. Als Form der Nachbarschaft wurde einheitlich ein Quadrat gewählt. Um die beste Kombination von Größe und Iteration zu ermitteln wurden an acht Digitalbildern alle möglichen Verfahrens-Kombinationen geprüft und mit den vorliegenden visuell klassifizierten Leguminosen-Deckungsgraden verglichen.
5. Die beste Kombination wurde durch Differenzbildung der durch Bildanalyse ermittelten Deckungsgrade ( $P_a$ ) und der durch visuelle Klassifikation ( $P_v$ ) ermittelten Deckungsgrade berechnet. Das Verfahren ist umso günstiger zu beurteilen, je mehr sich Mittelwert und Standardabweichung der Differenz dem Wert Null nähern.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Auswirkungen der beiden Faktoren Größe der Nachbarschaft und Iteration von *Erode* und *Dilate* auf die Güte der Ermittlung des Deckungsgrades ist in Abb.1 dargestellt. Am Beispiel der Varianten Gras-Reinsaat und Rotklee-Gras (R8G) sind die Differenzen von  $P_v - P_a$  dargestellt, die Bezugslinie ist die Null-Linie. Je geringer die Differenz-Werte, desto besser ist die Abschätzung des Leguminosen-Deckungsgrades durch Bildanalyse mit



**Abb.1:** Differenzen der ermittelten Leguminosen-Deckungsgrade der geprüften Kombinationen (Größe 3\*3, 5\*5, 7\*7, 9\*9 Pixel und Iterationen) der Erode/ Dilate-Prozedur am Beispiel der Gras-Reinsaat und des Rotkleeegrases (R8G). Die Kästchen heben die Prozeduren mit minimalen Differenzen hervor. Differenzen > 40% werden nicht dargestellt.



**Abb.2:** Beziehung zwischen den durch Bildanalyse errechneten Deckungsgraden  $P_a$  und den visuell klassifizierten Deckungsgraden  $P_v$  der acht Kalibrationsbestände.

Optimas<sup>®</sup> ( $P_a$ ) bezogen auf die visuell klassifizierte Deckungsgrade ( $P_v$ ). Mit zunehmender Iterationszahl nähern sich die Differenzen der Null-Linie, bis sie sie durchschneiden. Ist die Differenz negativ, so wurde mit der Bildanalyse ( $P_a$ ) ein höherer Deckungsgrad errechnet als visuell klassifiziert ( $P_v$ ) wurde. Ist die Differenz positiv, so wurden mit der Bildanalyse weniger Leguminosen ermittelt als vorhanden. Bei der Gras-Reinsaat bleibt die Differenz ab einer bestimmten Iterationsstufe bei Null, da durch die Bildanalyse keine Flächen mehr erkannt wurden. Das bedeutet, dass mit diesem Verfahren zu Beginn auch in der Gras-Reinsaat Leguminosenblätter identifiziert wurden, obwohl keine vorhanden waren.

Entscheidend für die Wahl der optimalen Prozedur ist diejenige Iterationszahl, an der das Gras nicht mit zum Leguminosen-Deckungsgrad gerechnet wird, aber noch möglichst wenig von der Leguminosen-Fläche durch Erodieren eliminiert wurde. Der Vergleich der verschiedenen Prozeduren anhand von Mittelwert und Standardabweichung ergab die besten Ergebnisse bei einer Nachbarschaftsgröße von 5\*5 Pixeln mit 5 Iterationen. Der Mittelwert der Differenzen der acht Varianten ist mit 0,36 sehr nah bei Null ( $s=6,3$ ).

Die oben ermittelte optimale Prozedur liefert anhand der acht ausgewählten Varianten Leguminosen-Deckungsgrade, die in einem sehr engen linearen Zusammenhang zu den durch visuelle Klassifizierung ermittelten Deckungsgraden stehen (Abb. 2). Es stellt sich nun die Frage, ob diese Güte der Beziehung auch zwischen den berechneten Deckungsgradwerten  $P_a$  und den gemessenen Leguminosen-Ertragsanteilen besteht. Das Ergebnis ist in

Form einer Regressionsanalyse in Abb. 3 dargestellt, wobei alle Varianten in jeweils vier Wiederholungen untersucht wurden (insgesamt 32 Bilder). Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen  $P_a$  und den Ertragsanteilen ( $R^2=0.7$ ), der allerdings nicht ein so hohes Bestimmtheitsmaß wie im Vergleich mit  $P_v$  aufweist. Auffällig ist, dass Rotklee und Weißklee in Reinsaat und Mischung eher auf einer Linie liegen, Luzerne und Gras dagegen etwas abweichen.

Bei der Gras-Reinsaat wurde mit der Bildanalyse  $P_a$  mehr Leguminosen identifiziert als vorhanden waren. Ursache hierfür könnten rundblättrige Beikräuter wie *Stellaria media* und der teilweise sichtbare Boden

sein. Die Luzerne dagegen wurde mit der Bildanalyse  $P_a$  mit geringerem Deckungsgrad gemessen als die Ertragsanteile ergaben. Hier könnte die längliche Blattform der Luzerneblätter eine Rolle spielen, sodass sie durch zu starke Erodierung nicht vollständig miterfasst wurden. Bei einem Vergleich von  $P_a$  und den durch Fraktionieren ermittelten Ertragsanteilen der Parzellen muss auch bedacht werden, dass unter dem Blätterdach der Leguminosen vorhandene Beikräuter und Gräser nicht mit in den von Optimas ermittelten Deckungsgrad einfließen, den Ertragsanteil aber entscheidend beeinflussen können.

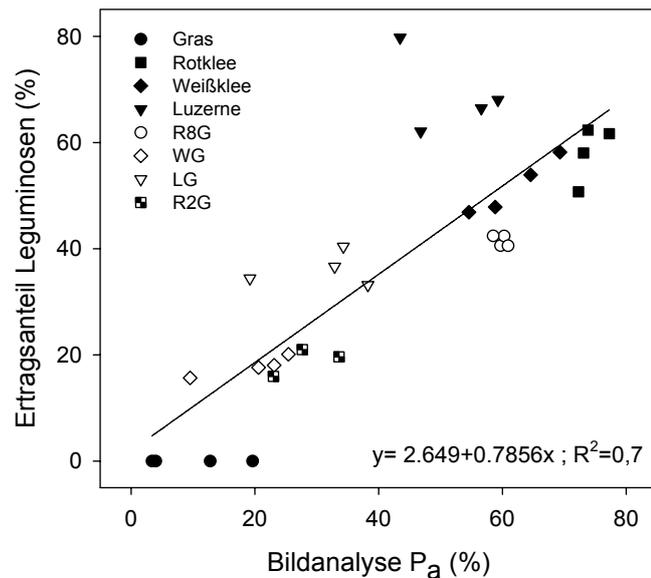
Es bleibt anhand umfangreicher Versuchsanstellungen zu prüfen unter welchen Bedingungen ein robuster Zusammenhang besteht und welche weiteren Möglichkeiten der Mustererkennung für die Ermittlung der Leguminosen-Ertragsanteile eingesetzt werden können (komplexe Klassenzugehörigkeitskriterien wie z. B. Rechtwinkligkeit/ Rundheit, Größe).

### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Anhand von acht Kalibrationsbeständen wurde eine optimale *Erode-Dilate*-Prozedur zur bildanalytischen Bestimmung des Leguminosen-Deckungsgrades ermittelt und eingesetzt. Es besteht eine sehr gute lineare Beziehung zwischen diesen ermittelten Deckungsgraden und den visuell klassifizierten Referenz-Deckungsgraden der acht Bestände ( $R^2=0.94$ ). Die Prozedur angewendet auf insgesamt 32 Bestände und verglichen mit den jeweils gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen bestätigte auch hier einen guten Zusammenhang durch eine Regressionsanalyse ( $R^2=0.7$ ). Der Einsatz der Bildanalyse zur Ermittlung der Bestandeszusammensetzung zeigt erste gute Ergebnisse. Es folgen weitere Versuchsanstellungen zur Prüfung robuster Zusammenhänge auch in Bezug auf das Bestandalter. Weitere Möglichkeiten der Mustererkennung werden ebenfalls geprüft.

### Literatur

Media Cybernetics® The Imaging Experts, 81999, Optimas 6.5 From Images to Answers™ User Guide and Technical Reference, 9. Ausgabe, Silver Spring.



**Abb.3:** Beziehung zwischen Deckungsgrad nach Bildanalyse  $P_a$  und dem gemessenen Ertragsanteil der Leguminosen in 77 Tage alten Beständen, alle Varianten in je 4 Wiederholungen.

# Jährliche Schwankungen der Grünlanderträge

H. Käding und G. Petrich

Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

## Einleitung

Trotz gleichbleibender Grünlandbewirtschaftung sind die Ertragsschwankungen zwischen den einzelnen Jahren erheblich. Die Auswertung eines langjährigen Versuches auf Niedermoor soll die Ursachen aufzeigen und die Ergebnisse darstellen, sowie die Langzeiteinflüsse bei unterschiedlich hoher N-Düngung verdeutlichen.

Ein entsprechender Grünlanddauerversuch auf Niedermoor existiert in Paulinenaue seit 1961 und ermöglicht nunmehr die Auswertung von 45 Versuchsjahren.

Jahrzehntelange gestaffelte Stickstoffdüngung des Niedermoorstandortes lässt Auswirkungen auf die Ertragsleistung und die Erzeugungsleistung des Stickstoffdüngers erwarten. Trendberechnungen über die gesamte Versuchszeit zum Ertragsverlauf bei unterschiedlichem Intensitätsniveau und in Beziehungen zur Witterung wurden vorgenommen.

Zum Standortvergleich wurde ein N-Düngungsversuch auf einem grundwasserfernen Sandstandort herangezogen (17 Versuchsjahre).

## Material und Methoden

Der 1961 begonnene Dauerversuch auf Niedermoorgrünland wurde bei gleicher Grunddüngung (0 31,8 kg P bzw. 72,9 kg  $P_2O_5$  und 139,4 kg K bzw. 167,8 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>) jährlich mit N-Gaben von 0, 60, 120, 240 und 480 kg ha<sup>-1</sup> versorgt. Bei durchgeführter Dreischnittnutzung erfolgte auch die jährliche N-Düngung in 3 gleichgroßen Teilgaben.

Die Versuchsfläche liegt im Havelländischen Luch, nahe Paulinenaue. Sie ist als mitteltiefgründiges Moor einzustufen. Der Moorkörper wurde vorwiegend aus Schilf- und Seggentorf gebildet. Die oberste Bodenschicht ist heute vermullt mit mittlerer bis hoher Zersetzung. Zu Versuchsbeginn war sie als vererdet eingestuft worden. Die mittleren Sommergrundwasserstände schwanken zwischen 40 und 80 cm unter Flur.

Ein N-Düngungsversuch auf einem grundwasserfernen Sandboden mit gleichen N-Stufen und gleicher PK-Düngung wurde von 1958 bis 1974 durchgeführt. Er befand sich in Institutsnähe, in der Paulinenaue Ortslage. Die unterschiedlichen Standortverhältnisse werden als Vergleich genutzt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Trockenmasseerträge und Erzeugungsleistung des N-Düngers

Mit steigender N-Düngung erzielten die Varianten 0, 60, 120, 240, 480 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> auf Niedermoor durchschnittlich Erträge von 77,6; 88,2; 98,2; 108,9; 112,0 dt TM ha<sup>-1</sup>. Von 0 bis 120 kg N ha<sup>-1</sup> ist ein steiler Ertragsanstieg erkennbar, der dann mit höheren Gaben abflacht. Bei einer Grenzdifferenz (GD: 5%) von 10,8 sind die Differenzen der Jahreserträge zwischen Prüfgliedern mit Gaben ab 120 kg N ha<sup>-1</sup> und der ungedüngten Variante signifikant. Die TM-Erträge schwankten in den vergangenen 45 Versuchsjahren in Abhängigkeit von N-Düngung und Witterungseinflüssen erheblich. Die 120 kg N-Variante hatte bei den Jahreserträgen die geringste Streuung; bei 0 und 480 kg war sie am größten.

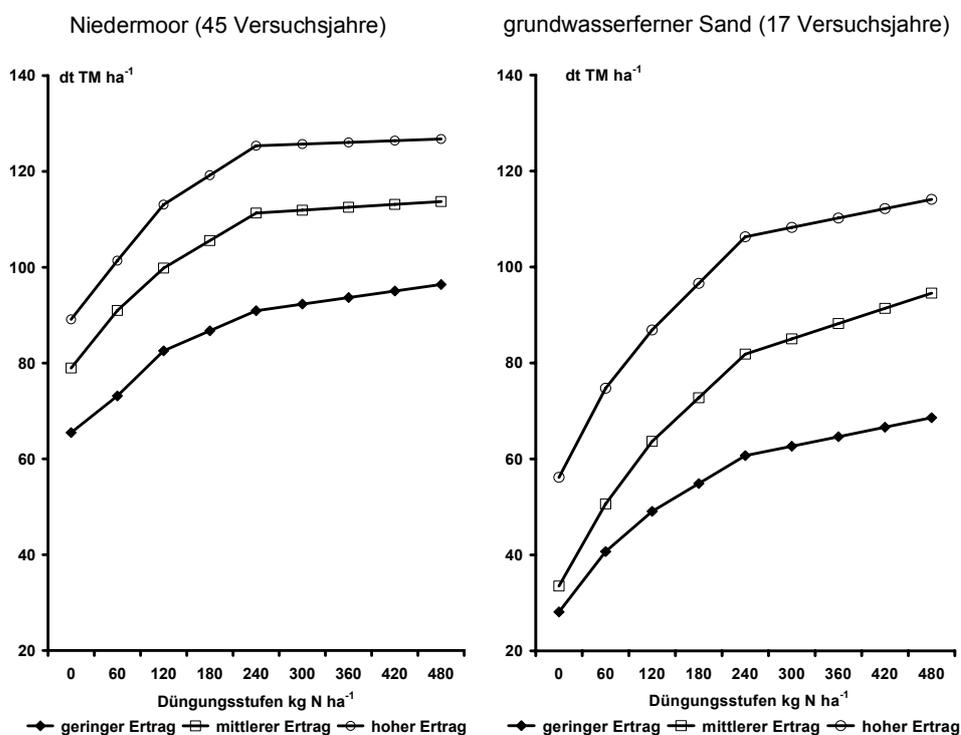
Die lineare Trendanalyse der einzelnen N-Stufen ergab bei den mit Stickstoff gedüngten Prüfgliedern keinen Ertragsabfall der auf eine Standortverschlechterung und damit auf ein verringertes standörtliches Ertragspotential während der Versuchsperiode hindeutet. Die quadratische Trendfunktion zeigt gegenüber der linearen eine bessere Anpassung mit höherem Bestimmtheitsmaß. Bei den hohen N-Gaben ist zur Mitte der Versuchszeit ein Ertragsabfall erkennbar, der danach wieder ansteigt.

Die Erzeugungsleistung des Stickstoffdüngers als Ausdruck der Stickstoffwirkung ist unabhängig von der Aufwandmenge während der 45-jährigen Versuchszeit nicht zurückgegangen.

Zur Ermittlung der Ursachen von Ertragsschwankungen wurden die Jahreserträge in ertragsschwach, mittlerer Ertrag und ertragsstark gruppiert. Jede Ertragsgruppe beinhaltet beim Versuch auf Niedermoor 15 Versuchsjahre.

Die Gruppe der ertragsstarken Jahre weist bereits bei der Variante ohne N-Düngung hohe Jahreserträge aus. Mit steigender N-Düngung nimmt die Ertragsüberlegenheit dieser Ertragsgruppe gegenüber den ertragsschwächeren Jahren weiter zu und zeigt somit eine höhere Effizienz der N-Düngung an (Abb. 1). Dieser Tatbestand ist auch an der Erzeugungsleistung des N-Düngers erkennbar.

Auf dem grundwasserfernen Sandboden erzielten die Varianten 0, 60, 120, 240, 480 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> durchschnittliche Erträge von 38,3; 54,2; 65,3; 81,6; 91,1 dt TM ha<sup>-1</sup>. Der geringe N-Vorrat des Sandbodens bewirkte die deutlich geringeren Erträge bei der Variante ohne mineralische N-Düngung. Zufuhr von N-Dünger führte zu höheren Ertragsanstiegen als auf Niedermoorboden und damit zu einer höheren Stickstoffeffizienz (Abb 1). Ertragsstarke Jahre haben auf diesem Standort ebenfalls die höchste Erzeugungsleistung des N-Düngers gegenüber ertragsschwachen Versuchsjahren.

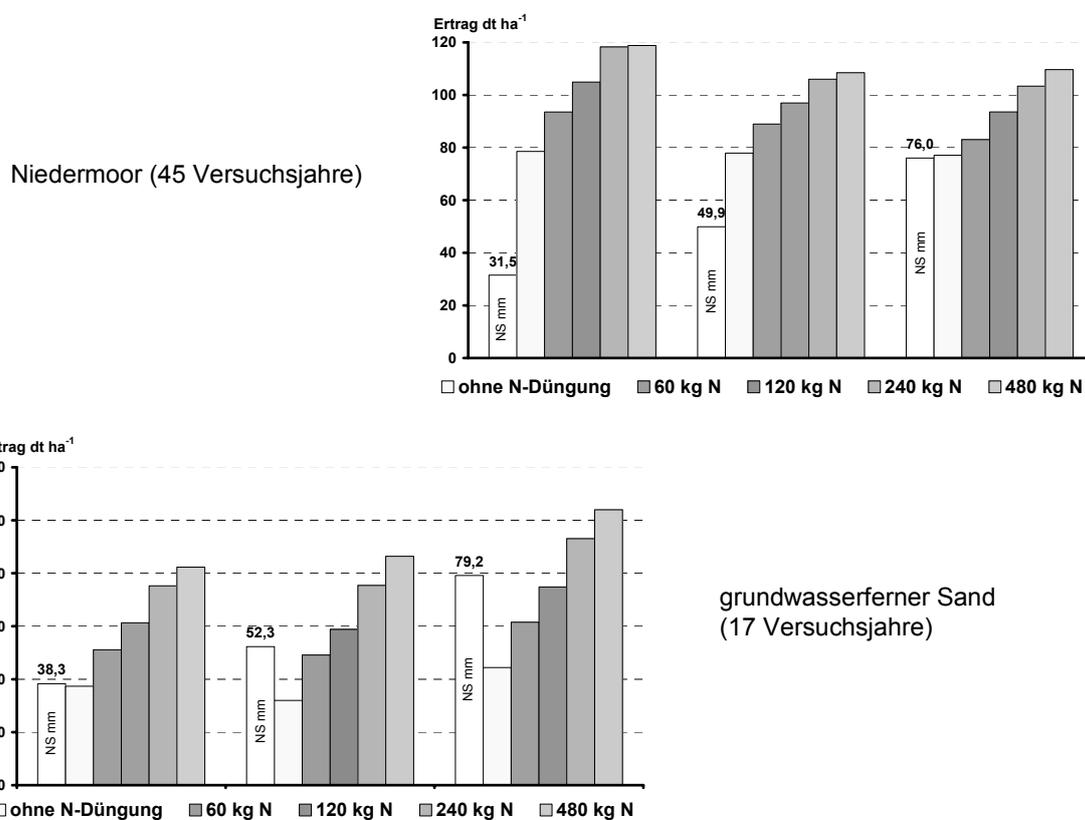


**Abb. 1:** Erträge bei unterschiedlicher N-Düngung

## Einfluss der Niederschläge auf den Ertrag

Die Witterung als mögliche Ursache für unterschiedliche Jahreserträge wurde untersucht und den Ertragsdaten gegenübergestellt. Gruppirt wurde auf dem Niedermoorstandort nach den 15 niederschlagsärmsten bzw. Jahren mit durchschnittlicher Niederschlagsmenge und niederschlagsreichen Jahren.

Auf dem feuchten Niedermoorstandort wirkten nasse Perioden im Vorsommer (Mai/Juni) mit durchschnittlich 76 mm/Monat ertragsreduzierend gegenüber Jahren mit durchschnittlich 49,9 bzw. 31,5 mm Niederschlag (Abb. 2). Auf dem trockenen Sandstandort wirkten höhere Niederschläge im Mai/Juni leicht ertragserhöhend.



**Abb. 2:** Niederschlagseinfluss (0 Mai/ Juni) auf den Trockenmasseertrag

Regenreiche Phasen im Nachsommer (Juli/August) lieferten auf beiden Standorten höhere Jahreserträge. Während die Ertragserhöhungen auf dem Niedermoor geringer ausfielen sind auf dem grundwasserfernen Sand schon durch Niederschlagserhöhungen von 35,5 auf 59,6 mm pro Monat bei allen N-Stufen statistisch gesicherte Mehrerträge erzielt worden.

## Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag dient der Ermittlung von Langzeitwirkungen gestaffelter N-Düngung unter dem Aspekt nachhaltiger Landnutzung. Gleichzeitig erfolgt Ursachenforschung zu den Ertragsschwankungen während der Versuchszeit.

Dazu wurden ein 45-jähriger Grünlanddauerversuch auf einem mitteltiefgründigen Niedermoorstandort und ein 17-jähriger Versuch auf grundwasserfernem Sand mit gestaffelter Stickstoff- und konstanter PK-Düngung ausgewertet.

Erträge und Stickstoffwirkung blieben trotz Jahresschwankungen im Trend über die Versuchszeit nahezu gleich. Langjährige N-Düngung führte im Untersuchungszeitraum zu keiner Verschlechterung der Ertragsfähigkeit des Niedermoorstandortes.

Zur Ermittlung der jährlichen Ertragsschwankungen wurden die Daten nach Ertragsstärke gruppiert. Ertragsstarke Jahre zeigen auf beiden Standorten eine höhere Effizienz der N-Düngung.

Hohe Niederschläge im Mai/Juni wirkten auf Niedermoor ertragsreduzierend und im Juli/August leicht ertragserhöhend. Auf dem grundwasserfernen Sandboden wurden durch höhere Niederschläge im Mai/Juni geringfügige, nicht signifikante Mehrerträge erzielt, während die Wirkung im Juli/August stärker ertragserhöhend war und statistisch gesichert ist.

Die monatlichen Temperaturunterschiede hatten im Vergleich zu den Niederschlagsdifferenzen nur geringe Auswirkungen auf den Ertrag.

## Literatur

KÄDING, H., WERNER, A. und SCHALITZ G. (2003): Auswirkungen langjähriger N-Düngung auf Standorteigenschaften, Erträge, Stoffgehalte und Vegetationszusammensetzung des Niedermoorgrünlandes, Pflanzenbauwissenschaften, 7 (1) S. 13 bis 20.

## Characterization of substrate pools involved in respiratory carbon release of *Lolium perenne*

C. A. Lehmeier, F. A. Lattanzi, M. Wild, R. Schäufele und H. Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München-Weihenstephan

### Introduction

Grassland ecosystems play a significant role in the global terrestrial C (carbon) budget. Large amounts of CO<sub>2</sub> are fixed during photosynthesis and are partitioned to organic substrate pools with possible differences in both chemical and functional identity. Part of the C is eventually released back to the atmosphere by way of autotrophic respiration. To improve our understanding of whole plant C metabolism and also of ecosystem CO<sub>2</sub> fluxes, it is important to know which substrate pools are involved in respiratory C release.

Here, we applied steady-state <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> labelling in conjunction with gas exchange measurements and followed the labelling kinetics of respired CO<sub>2</sub> of individual ryegrass plants, grown in controlled environments. We analyzed the tracer time-course of respired CO<sub>2</sub> with compartmental analysis to identify and characterize substrate pools that are involved in respiratory C release at the whole plant level.

### Materials & Methods

Seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, cv. Acento) were sown individually in plastic pots and arranged in two growth chambers, where plants experienced continuous irradiance at 275 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> PPFR, temperature of 20°C and relative humidity near 85%. Stands were irrigated every 3 hours with an excess of nutrients. The two growth chambers formed part of the <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> gas exchange and labelling system described by SCHNYDER et al. (2003). Both CO<sub>2</sub> concentration of 360 ppm and C isotope composition (δ<sup>13</sup>C) of CO<sub>2</sub> in the chambers was controlled online by an infrared gas analyser (IRGA) and a continuous-flow <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> isotope-ratio mass spectrometer (CF-IRMS). One chamber received CO<sub>2</sub> with δ<sup>13</sup>C -28.8‰, while the other received CO<sub>2</sub> with δ<sup>13</sup>C -1.7‰. Once homogeneous stands were established, labelling was performed by swapping randomly selected, individual plants between the chambers. At the end of target labelling times of 1, 2, 4, 8, 16 hours and 1, 2, 4, 8, 12, 17 and 25 days, plants were removed from the stands and used in respiration measurements. For this, plants were fixed in cuvettes and arranged in a growth cabinet, held at 20°C. The system allowed a separation of shoot and root respiratory CO<sub>2</sub> fluxes. Both plant parts were connected to an open gas exchange system which consisted of an IRGA and a CF-IRMS (see LÖTSCHER et al. 2004 for further details). Respiration rates as well as the isotopic signatures of respired CO<sub>2</sub> of shoots and roots of labelled and non-labelled plants were measured for about 5-6 hours in the dark. After measurements, plants were harvested, dried and aliquots of ground sample material were combusted and analysed for total C and <sup>13</sup>C content with the CF-IRMS.

The proportions of C in respired CO<sub>2</sub> that were assimilated before ( $f_{\text{unlabelled}}$ ) and during labelling ( $f_{\text{labelled}}$ ) were estimated as given by SCHNYDER & DE VISSER (1999):

$$f_{\text{unlabelled}} = (\delta_S - \delta_{\text{labelled}}) / (\delta_{\text{unlabelled}} - \delta_{\text{labelled}}), \text{ and } f_{\text{labelled}} = 1 - f_{\text{unlabelled}},$$

where  $\delta_S$ ,  $\delta_{\text{unlabelled}}$  and  $\delta_{\text{labelled}}$  are the isotopic signatures of the respired  $\text{CO}_2$  of a sample plant, and of plants growing continuously in the chamber of origin (unlabelled) and in the labelling chamber, respectively.

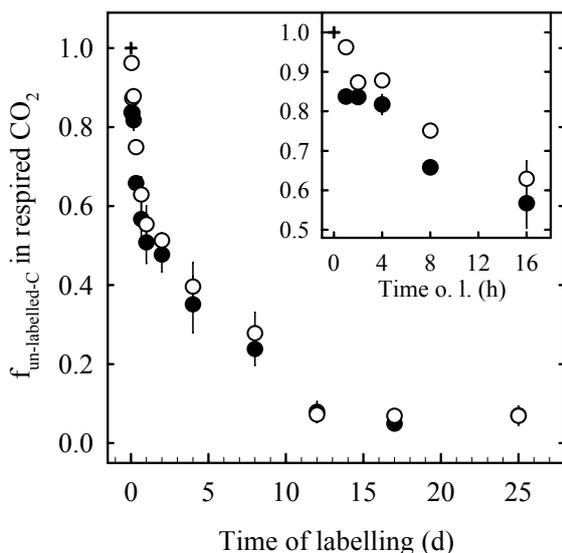
The labelling kinetics of respired  $\text{CO}_2$  was evaluated with compartmental analysis. The underlying idea of this approach is that photosynthetically assimilated tracer may move through a number of metabolic pools before it is released in respiration. In a compartmental system, there are characteristic transfer coefficients that determine the rates of exchange between pools and their respective sizes. Separate pools appear in the labelling kinetics, if they show marked differences in their turn-over rates, which can be detected by application of exponential decay-functions. Compartmental analysis has been used to study tracer export from source leaves (e.g. MOORBY & JARMAN 1975). Recently, it was also applied to characterize substrate pools supplying leaf growth of ryegrass (LATTANZI et al. 2005), another main sink for photoassimilate in grasses.

## Results

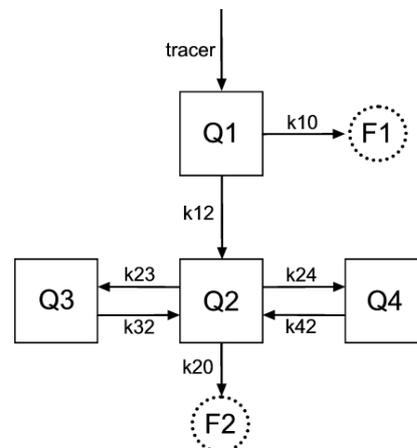
Figure 1 shows the fraction of non-labelled C in respired  $\text{CO}_2$  of shoots and roots of ryegrass plants with increasing labelling time. The kinetics reveals several distinct features.

In the shoot, new C already accounted for 17% of total shoot respired  $\text{CO}_2$  after only 1h of labelling. This was followed by a lag period of about 3 hours in which the degree of labelling did not change. Then, the proportion of unlabelled C decreased fast, but the rate of decrease slowed down strongly after about 1d and, again, after about 12d of labelling.

**Fig. 1 (left):** Fraction of un-labelled carbon in  $\text{CO}_2$ , respired by shoots (closed symbols) and roots (open symbols) of ryegrass plants, labelled for different time intervals. Error bars denote 1 SE ( $n = 4$ ). The cross denotes  $t = 0$ , where no tracer was incorporated.



**Fig. 2 (right):** 4-pool compartmental model of tracer assimilation in photosynthesis. The model is based on the assumptions of a steady-state system and first-order kinetics, that is, pool sizes are constant in time and fluxes are the product of pool size ( $Q_x$ ,  $Q_y$ ) times a rate constant ( $k_{xy}$ ; numbers refer to donor and receptor pools, respectively). Respiratory C release in  $\text{CO}_2$  via F1 and F2.



The labelling kinetics of roots was very similar to that of shoots, except that initial labelling was somewhat slower (~1h delay) and weaker. From 2h until 8d, the proportion of tracer in root respired CO<sub>2</sub> was generally about 5% less than in shoot respired CO<sub>2</sub>. After that, there was no difference between shoots and roots until 25d when the investigation stopped.

The labelling kinetics of shoot respired CO<sub>2</sub> served as the basis for a compartmental analysis. First, we determined how many pools with different turnover times were involved in creating the tracer signal time course. 1- or 2-exponential decay functions did not provide a good fit. Also, the use of more than four exponential terms did not improve the fit, which was similar for 3- and 4-exponential functions. This indicated that the system included three or four major pools. Thereafter, we implemented a wide range of 3- and 4- compartment systems in the software ModelMaker (version 4.0; Cherwell Scientific, Oxford, UK). None of the 3-pool models was able to provide a satisfactory prediction of the data.

Among the huge number of possible 4-pool models, we finally selected the arrangement shown in Figure 2. This selection was based on two main arguments: (i) it was the simplest model which gave a good prediction of the data, and (ii) it provides a physiologically meaningful interconnection of metabolic C flows in the plant.

This model predicts that tracer is first incorporated in pool Q1 where it can be respired directly (via F1) or transferred to Q2, which is regarded as a “transport pool”. Once in Q2, tracer may be respired directly (via F2) or it may exchange with Q3 and/or Q4 (temporary storage pools) before it is finally respired via F2 (Figure 2).

Model parameters were estimated numerically by ModelMaker, and optimised rate constants were used to derive the parameters shown in Table 1, which characterize the different pools.

**Tab. 1:** Model optimisation results; the relative importance to CO<sub>2</sub> release is calculated as the probability of tracer leaving a pool in a certain flux (e.g.  $k_{10} / (k_{10} + k_{12})$ )

	Q1	Q2	Q3	Q4
half-time of pool ( $t_{0.5}$ )	11 min	2.5h	21h	4d
pool-size in mg C g <sup>-1</sup> plant C	<1	14	50	89
relative importance in shoot	17%	26%	39%	18%
contribution to total CO <sub>2</sub> , released via	F1	F2		
shoot	17%	83%		
root	12%	88%		
Import of tracer = Export = F1 + F2 = specific respiration rate = 1.5mg C * g <sup>-1</sup> plant C * h <sup>-1</sup>				

## Discussion

This is the first comprehensive and quantitative analysis of the properties of metabolic pools that provide substrate for shoot and root respiration. The study was based on following <sup>13</sup>C tracer incorporation in respiratory CO<sub>2</sub> in time steps ranging from 1 h to almost 1 month. This led to the identification of four major substrate pools which together supplied 95% of all C released in respiration (Figures 1 + 2).

The results demonstrate that the size of a pool is not a proper measure for its importance as a source of substrate for respiration. This is most evident in the case of Q1, which was a very small pool. Its short half-time (~11 min) meant that the flux of C through it was very

high, resulting in a contribution of 17% to total dark respiration in the shoot (F1 in Figure 2, Table 1). We believe that Q1 is located in photosynthesizing cells of mature tissue, and includes primary photosynthetic products such as triosephosphates or organic acids. Interestingly, Q1 also supplied root respiration (Figure 1, Table 2), demonstrating that C from Q1 was also translocated below-ground.

Q2 is best seen as a transport pool for C, in which all fixed C that is not released *via* F1, must enter. The half-time of 2.5h for Q2 is near the upper limit of reported half-times for transport sucrose, which is the most abundant product of photosynthesis (cf. FARRAR 1989). But, other fast labelled substrates like some amino-acids could also contribute to Q2. In studies of C export from source leaves, a compartmentation of sucrose was reported repeatedly. Here, the estimated sizes of 14 and 50 mg C g<sup>-1</sup> plant C for Q2 and Q3 (thus 22:78%) is in line with the reported sucrose compartmentation (cf. FARRAR 1989). The half-time of 21h for Q3 is close to that expected for short-term (diurnal) vacuolar sucrose storage.

Q4 was the biggest pool and had the slowest turn-over. This may be regarded as a “long-term” storage pool. The half-time of 4d lies in the range of half-times found for protein turn-over (e.g. DUNKEY & DAVIES 1982). Also, stored fructans could contribute to Q4, but relatively little is known about its involvement in respiration. In spite of the large size of Q4, its contribution to respiratory C release was relatively low (ca. 18%). Interestingly, LATTANZI et al. (2005) found that long-term stores supply only about 5% of C to leaf growth in grasses. This suggests different importance of C stores in supplying different C sinks, such as growth and respiration.

In conclusion, we demonstrate, that about 43% of respiratory C release of *Lolium perenne* originated from (very) recent assimilation, whereas 57% of the substrate was stored temporarily before it was released in respiration (Table 1). The whole set of respiratory substrate pool was almost completely exchanged within 2 weeks. Notably, the proposed model was able to predict the labelling kinetics of root respired CO<sub>2</sub> without implementation of additional pools for the roots. This would suggest that the labelling kinetics of substrate transported below-ground is very similar to that of root respired CO<sub>2</sub> and that the storage pools supplying respiration are mainly located in the above-ground parts of the grass plant.

## Literature

- DUNGEY NO. und DAVIS DD. (1982): Protein turnover in attached leaves of non-stressed and stressed barley seedlings. *Planta* 154: 435-440.
- FARRAR, JF. (1989): Fluxes and Turnover of Sucrose and Fructans in Healthy and Diseased Plants. *Journal of Plant Physiology* 134: 137-140.
- LATTANZI FA., SCHNYDER H. und THORNTON B. (2005): The Sources of Carbon and Nitrogen Supplying Leaf Growth. Assessment of the Role of Stores with Compartmental Models. *Plant Physiology* 137: 383-395.
- LÖTSCHER, M., KLUMPP, K. und SCHNEYDER H. (2004): Growth and maintenance respiration for individual plants in hierarchically structured canopies of *Medicago sativa* and *Helianthus annuus*: the contribution of current and old assimilates. *New Phytologist* 164: 305-316.
- MOORBY, J. und JARMAN, PD. (1975): The use of compartmental analysis in the study of the movement of carbon through leaves. *Planta* 122: 155-168.

- SCHNYDER, H. und DE VISSER, R. (1999): Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. *Plant Physiology* 119: 1423-1435.
- SCHNYDER, H., SCHÄUFELE R., LÖTSCHER, M. und GEBBING, T. (2003): Disentangling CO<sub>2</sub>-fluxes: direct measurements of mesocosm-scale natural abundance <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> gas exchange, <sup>13</sup>C discrimination, and labelling of CO<sub>2</sub> exchanges flux components in controlled environments. *Plant, Cell and Environment* 26: 1863-1874.

## Projekt Vollweide bei Winterkalbung

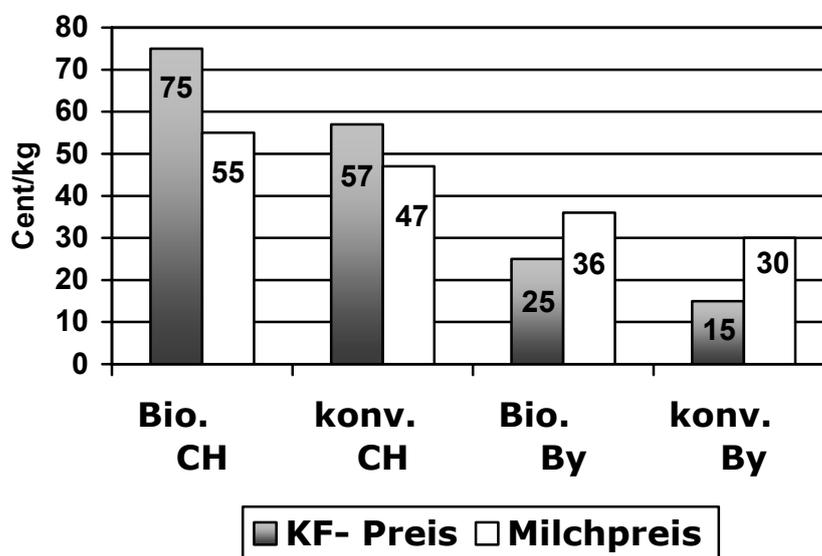
P. Rauch, S. Steinberger und H. Spiekers

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Grub

Die optimale Nutzung der Weide als kostengünstigstes Futter ist eine Möglichkeit, die Kosten in der Milchviehhaltung zu senken. Untersuchungen in der Schweiz zeigten, dass eine saisonale und damit an das Graswachstum angepasste Abkalbung im Frühjahr und das System der Kurzrasenweide bzw. intensiven Standweide sowohl arbeitswirtschaftliche als auch ökonomische Vorteile bringt.

Auch in Bayern gibt es eine Vielzahl von Flächen, die für eine Weidenutzung in Frage kommen, aber aus verschiedensten Gründen nicht mehr beweidet werden. Unter dem Gesichtspunkt, dass in Zukunft Grünlandflächen verstärkt frei werden, für die es eine sinnvolle Nutzung zu finden gilt, kann die Weidehaltung auch in Bayern wieder von Interesse sein.

In den typischen „Grasländern“ Neuseeland, Irland und einigen Schweizer Regionen herrschen jedoch andere Voraussetzungen, die ein Vollweidesystem mit saisonaler Abkalbung und keinem bzw. geringen Kraftfutteraufwand wirtschaftlich machen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, liegen die Kraftfutterpreise in der Schweiz über dem erzielbaren Milchpreis, es macht daher Sinn, so wenig wie möglich Kraftfutter einzusetzen. In Bayern stellt sich die Situation aber anders dar, der Einsatz von Kraftfutter lohnt sich im stärkeren Maße.



**Abb. 1:** Vergleich Kraftfutter- und Milchpreise Schweiz – Bayern; Quelle: Stocker, F., LK Steiermark und eigene Darstellung

Außerdem liegen die Festkosten eines Betriebes in Bayern durch längere Stallhaltung höher als in klimatisch günstigeren Grasregionen wie Irland, was eine aus ökonomischen

Gründen höhere Milchleistung je Stallplatz erfordert. Die kürzere Vegetationsperiode beschränkt außerdem die Möglichkeit zur Milchproduktion aus Weidegras.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde das Schweizer „low-cost“-System modifiziert und versucht, sowohl die Vorteile einer mittleren Milchleistung als auch die kostengünstige Fütterung zu nutzen.

Das Projekt Vollweide mit Winterabkalbung sieht folgende Rahmenbedingungen vor:

#### **Winterkalbung von Dezember bis Februar:**

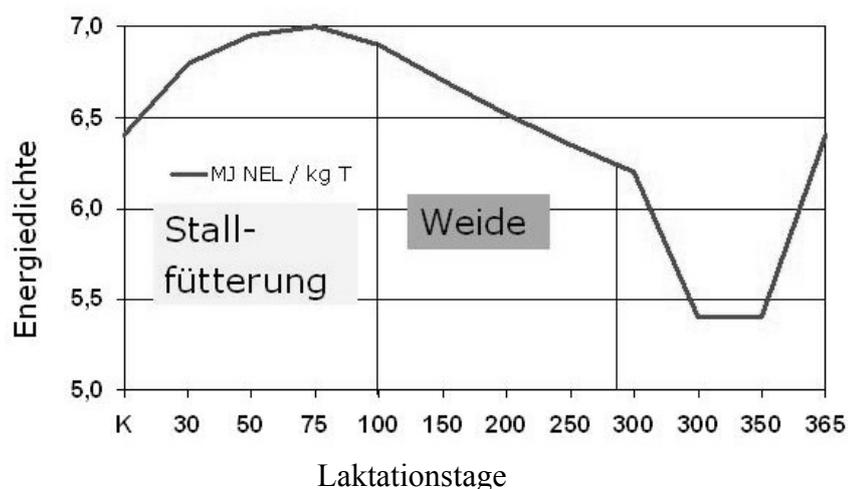
Um die Laktationskurve optimal dem Grasaufwuchs anzupassen, ist eine saisonale Abkalbung erforderlich. Anders als in den Schweizer Pilotbetrieben soll aber der Schwerpunkt nicht auf der Frühjahrskalbung liegen, sondern im Winter. Es soll vermieden werden, dass die genetisch zur Hochleistung veranlagten Kühe im ersten Drittel zu stark ins Energiedefizit fallen. Die Beschränkung auf Weidegras ermöglicht maximale Milchmengen von ca. 26-27 kg Milch je Kuh und Tag.

Das erste kritische Laktationsdrittel wird im Stall leistungsgerecht mit entsprechendem Kraftfuttereinsatz ausgefüttert werden. Der Kraftfuttereinsatz wird nicht gedeckelt.

In dieser Zeit kann auch der größte Teil des Besamungsmanagement mit Belegen und Trächtigkeitsuntersuchung der Tiere im Stall ablaufen.

#### **Umstellung auf Vollweide im Kurzrasensystem:**

Der Weideaustrieb zu Vegetationsbeginn sichert eine langsame Umstellung der Fütterung von konservierten Futtermitteln auf Weidegras. Bei ausreichendem Wachstum wird die Stallfütterung bis auf kleine Gaben Heu eingestellt. Durch die hohe Qualität des jungen Weidegrases wird die angestrebte tägliche Milchleistung von ca. 24-26 kg ohne Zufütterung erreicht. Zum Zeitpunkt des Austriebes sinkt die Laktationskurve der Herde bereits, so dass die Milchleistung dem Graswachstum optimal angepasst ist. Das System der Kurzrasenweide sieht eine konstante Grashöhe von 6-8 cm Wuchshöhe vor. Dadurch wird die erforderliche hohe Energie- und Eiweißkonzentration im Weidegras erreicht (Abb. 3).



**Abb. 3:** Notwendige Energiekonzentration während der Laktation (ca. 7500 kg Milch) bei Vollweide und Winterkalbung; eigene Darstellung

Das Projekt der „Vollweide bei Winterkalbung“ sieht die Erprobung und Entwicklung des Systems in Pilotbetrieben vor. Über eine systematische Beratung, Begleitung und Datenerhebung soll ein schneller Erkenntnisfortschritt gesichert werden. Einzelbetrieblich werden die Ziele und Schritte vom Landwirt in Abstimmung mit der Beratung festgelegt. Aus dem Projekt sollen direkt Aussagen für die Beratung resultieren unter Einbeziehung der Erfahrungen weiterer Projekte in Österreich, der Schweiz und Baden-Württemberg. Das Projekt läuft in Kooperation mit den beteiligten Ämtern für Landwirtschaft und der FH Weihenstephan.

Für die Auswahl der Pilotbetriebe wurden folgende Voraussetzungen festgelegt:

- Lage des Betriebes im bayerischen Voralpenland (Grünlandgürtel)
- mittlere Milchleistung je Kuh (6000-8000 kg)
- Verpflichtung zur Buchführung (BZA), um die ökonomischen Auswirkungen des Systems zu überprüfen
- ausreichend große Flächen in Stallnähe, um lange Triebwege zu vermeiden
- genügend Stallkapazität, um eventuelle Bestandsaufstockungen und den zeitlich geblockten Kälberanfall realisieren zu können
- positive Einstellung zur Kurzrasenweide, um eine Kontinuität der Zusammenarbeit aller Beteiligten zu gewährleisten

**Tab. 1:** Teilnehmende Betriebe am Projekt Vollweide mit Winterkalbung:

Anzahl	8
Lage	Landkreise Traunstein, Rosenheim, Miesbach, Freising und Weilheim
Milchleistung	6000-8000 kg
Kuhzahl	18-60
Bewirtschaftungssystem	4 Betriebe ökologisch, 4 konventionell
Einkommenslage	4 im Vollerwerb, 4 im Zu- /Nebenerwerb

Eine Kennzeichnung der Betriebe ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Seit Beginn des Projektes werden auf den Betrieben Daten zur Tierproduktion und Weideführung erfasst.

Dazu gehören:

- Bewertung der Körperkondition (BCS) und der Rückenfettdicke im 6wöchigen Rhythmus
- wöchentliche Messung der Bestandshöhe
- Weidezu- und abteilungen
- produktionstechnischen Daten: Milchmenge, Milchinhaltsstoffe, Zwischenkalbezeit und Besamungsindex
- betriebswirtschaftliche Daten der Betriebszweigauswertung (BZA)
- Erfassung der Winterfütterung durch Futteruntersuchungen, Rationsberechnungen und Erhebung der Futteraufnahme.

Für das Jahr 2010 wurden folgende Zielvorgaben festgelegt:

Milchleistung: 7000-8000 kg/Kuh

Kraftfutterverbrauch: 1000-1200 kg/Kuh

Grundfutterleistung: 4800-5500 kg/Kuh

Weiterhin werden im Rahmen dieses Projektes auch 2 private Mutterkuhbetriebe sowie die Mutterkuhherden der Landwirtschaftlichen Lehranstalt Bayreuth und des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums Kringell in der Fütterung und Weideführung begleitet. Die ersten Erfahrungen zeigen, dass gerade bei dem schwierigen Frühjahr 2006 die systematische Beratung für einen erfolgreichen Einstieg der Betriebe unverzichtbar war.

### **Literatur:**

- RAUCH, P., SPIEKERS, H. und SPANN, B. (2006): Bedeutung der Weidenutzung in Bayern, BLW 1, 32.
- STARZ, W. und STEINWIDDER, A. (2006): Erste Erfahrungen zur Vollweidehaltung, Der fortschrittliche Landwirt 10, 10-11.
- STEINWIDDER, A. (2005): Strategien bei Vollweidehaltung von Milchkühen, Tagungsband Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 9.-10. Nov. 2005, Raumberg-Gumpenstein.
- STOCKER, F. (2005): Grenzen der Vollweidehaltung von Milchkühen in Bezug auf Ökonomie und Mensch, Tagungsband Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 9.-10. Nov. 2005, Raumberg-Gumpenstein.
- WEIß, D. und THOMET, P. (2005): Mit Vollweide die Kosten radikal senken, dlz-Magazin 3, 104-107.

## Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen auf Grünlandstandorten

G. Schalitz und A. Behrendt

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. Müncheberg, Forschungsstation Paulinenaue

### Einleitung und Problemstellung

Viele autochthon vorkommende Grünlandpflanzen gelten als Heil- und Gewürzpflanzen, die man früher von Hand gesammelt hat. Sie haben den Wert des Futters meist verbessert, wenn man von einigen Giftpflanzen absieht.

Die meisten Grünlandstandorte blieben bislang von einem geregelten Anbau ausgeschlossen, obwohl hier große Vorteile für das Gedeihen spezieller Arten mit höheren Wasseransprüchen bestehen. Seit der politischen Wende in den neuen Bundesländern hat das Grünland einen großen Bedeutungsverlust hinnehmen müssen. Ca. 20 % der Grünlandfläche werden bei einem mittleren Tierbesatz  $\square$  1 GV/ha nicht mehr für Futterzwecke benötigt (HOCHBERG, 2003). Sie stehen alternativ für die Landschaftspflege aber auch für den Anbau nachwachsender Rohstoffpflanzen, wozu wir die Heil- und Gewürzpflanzen rechnen, zur Verfügung. Auf Grünland- und Grünlandgrenzstandorten werden neue Möglichkeiten der Anbauausweitung gesehen, wobei es gilt, die besseren technischen und technologischen Möglichkeiten gegenüber den Ländern mit billigen Handarbeitskräften zu nutzen.

### Material und Methoden

Zunächst wurden in den Jahren 1998 bis 2000 einige große Grünlandgebiete hinsichtlich des Vorkommens von Heil- und Gewürzpflanzen kartiert. Es handelt sich um das Rhin-Havelluch und das Trockenrasengebiet an der unteren Oder bei Schwedt. Es sollten die für den Anbau auf vergleichbaren Standorten geeigneten Arten sondiert werden. Die Parzellenversuche mit Ertrags- und Qualitätsermittlung fanden von 1998 bis 2003 überwiegend auf dem Parzellenversuchsfeld der Forschungsstation Paulinenaue statt. Diese Flächen sind durch flachgründiges, stark vermulltes Niedermoor gekennzeichnet, das teilweise schon in Moornachfolgeböden übergegangen ist. Der Standort ist für das gesamte 87 000 ha große Rhin-Havelluch weitgehend repräsentativ (SCHALITZ, HÖLZEL UND BEHRENDT, 2002).

Für die interessantesten Arten waren die Besonderheiten des Anbaues auf Grünland herauszuarbeiten und Anbauempfehlungen abzuleiten. Bei Arten wie Pestwurz ging es um Neuführung bzw. „Wiederentdeckung“, so dass sehr differenzierte Grundlagenuntersuchungen notwendig waren. Die Versuche waren als randomisierte Blockanlagen, Streifenanlagen oder Streuversuche angelegt. Ergänzend sind Lysimetruntersuchungen zu Wasserverbrauch bzw. -bedarf durchgeführt worden (SCHALITZ, 2004). In einigen Fällen wurde der Großflächenanbau erprobt und ausgewertet.

### Ergebnisse und Diskussion

Die häufigsten natürlich vorkommenden Heilpflanzen im Grünland auf Niedermoor, Anmoor und Sand-Humus-Gley waren Große Brennessel (*Urtica dioica* L.) und der Gemeine Löwenzahn (*Taraxacum officinale* L.). Mit ihnen sind keine Anbauversuche durchgeführt worden, da die Eignung für N-reiche Standorte klar ist. Auf natürlichem Feuchtgrünland

wurde verschiedentlich der Baldrian (*Valeriana officinale L.*) gefunden. Seine Feuchtigkeitsansprüche wurden in Lysimetern überprüft (Tab.1).

**Tab. 1:** Trockenmasseerträge von Baldrian in den Lysimetern (Sand-Humus-Gley)

Jahr	Grundwasserstand	Blattertrag	Wurzelertrag
1999	30 (nass)	24,9	25,0
	60 (feucht)	23,7	33,4
	90 (trocken)	22,0	12,9
2000	30 (nass)	34,9	47,0
	60 (feucht)	37,9	51,7
	90 (trocken)	16,7	17,4

Trockene Standorte scheiden damit eindeutig aus.

Baldrian wird im zeitigen Frühjahr im Gewächshaus angezogen. Wenn Anfang Mai mit der Pflanzmaschine ausgepflanzt wird, haben die Pflanzen bis zum Herbst Zeit, eine volle Blattrosette zu entwickeln und genügend Wurzeln als Speicherorgane auszubilden. Unbedingt zu beachten ist, dass die Grundwasserstände zum Winter hin ansteigen können, was die Wurzelernte erschwert. Ein Erntezeitpunktvergleich zeigte Vorteile bei dem mittleren Erntetermin (Ende November) im Vergleich zu früher Ernte (Anfang November) und später Ernte (Dezember). Es können 100 – 200 dt·ha<sup>-1</sup> frische Wurzeln (25 – 50 dt·ha<sup>-1</sup> Trockenware) erreicht werden. Die Grenze der Wirtschaftlichkeit liegt etwa bei 22 dt·ha<sup>-1</sup> Wurzeltrockenmasse. Im 2. Lebensjahr geht der Baldrian in die generative Phase, es können 80 – 100 kg·ha<sup>-1</sup> Samen geerntet werden, wobei die Saatgutreinigung schwierig ist.

Beinwell (*Symphytum officinale L.*) und Engelwurz (*Angelica archangelica L.*) haben eine hervorragende Eignung für feuchte Grünlandstandorte gezeigt. Sie lassen sich über Nachsaaten auch relativ unkompliziert in Grünlandbestände zurück verwandeln.

Spitzwegerich (*Plantago lanceolata L.*) ist auf frischen Grünlandstandorten guter Nährstoffversorgung meist im Bestand vorhanden. Die Neuansaat nach Grünlandumbruch erwies sich als relativ unproblematisch. Der Schnitt der Blätter sollte noch vor dem Erscheinen der Blütenstände mit dem Mähader erfolgen. Bei Frühjahrsaussaat ergeben sich 2 – 3 Schnitte und im Folgejahr 3 – 4 Schnitte, das sind 30 – 40 dt·ha<sup>-1</sup> bzw. 60 – 80 dt·ha<sup>-1</sup> Trockenware Blatt. Ab Mitte Juli können im 2. Nutzungsjahr Samen geerntet werden. Es besteht hoher Saatgutbedarf an Spitzwegerich für Futtersaaten, weil eine gesundheitsfördernde Wirkung auf Tiere auszugehen scheint. Nachgewiesen wurde ein freieres Atmen und die Vorbeugung von Erkältungskrankheiten insbesondere bei ganzjähriger Freilandhaltung (TAMURA UND MASUMI, 2005).

Gut geeignet für Grünlandstandorte erwies sich auch der Wiesenkümmel (*Carum carvi L.*). Im Ansaatjahr (Frühjahrsaussaat) ist der Unkrautdruck relativ hoch und im folgenden Winter besteht bevorzugter Wildverbiss. Dann aber zeigt der Wiesenkümmel eine rasante generative Entwicklung und bringt im Juli Erträge von 10 bis 20 dt·ha<sup>-1</sup> Samen. Die Bevorzugung des Wiesenkümmels als Futter hat dazu geführt, dass er gezielt zur Einmischung in Futtersaaten verwendet wird (LYDUCH UND TRZASKOS, 1991).

Pestwurz (*Petasites hybridus L.*)

Die Wurzeln und Blätter dieser alten Heilpflanze sind heute als Rohstoff für die pharmazeutische Industrie sehr begehrt. Da die Ergebnisse einen hohen Neuigkeitswert haben, sollen sie etwas ausführlicher ausgewertet werden. Die Pestwurz wächst vor allem im Mittelgebirgsraum aber auch im Flachland im Auenbereich von Flüssen und Bächen d.h. vorzugsweise in Grünlandgebieten. Wir konnten dort bedeutsame Vorkommen ermitteln,

wo sie einst von Mönchen angebaut worden war (z. B. Kloster Lehnin, Raum Potsdam/Brandenburg). Als vor Jahrhunderten die Pest grassierte, stellte man fest, dass insbesondere die Blätter beim Auflegen auf Pestbeulen die Schmerzen linderten. Vor ca. 30 Jahren fand man eine allgemein entkrampfende (spasmolytische) Wirkung der Droge. Inzwischen ist auch eine Stärkung des Immunsystems nachgewiesen. Geprüft wurde ein spezielles Zuchtmaterial, das der Kooperationspartner Pharmaplant GmbH Artern bereitstellte. Es verfügt über einen erhöhten Petasin- bzw. Wirkstoffgehalt. Auf einem frischen und einem feuchten Niederungsstandort kamen zwei Blockversuche zur Anlage um den Einfluss des Standorts als auch der Schnitffrequenz auf den Ertrag zu überprüfen. Insgesamt sind im Herbst 1999 3400 Rhizome in 2 x 24 Parzellen zur Auspflanzung gekommen. Die Parzellengröße betrug  $7,5 \times 2 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$ , Reihenanzahl pro Parzelle 4, Reihenabstand in der Parzelle 0,5 m, Anzahl der Pflanzen pro Parzelle 100. Ein Einfluss des Standortes auf die Erträge an oberirdischer und unterirdischer Biomasse war nicht zu verzeichnen. Damit zeigte sich eine große ökologische Anpassungsbreite der Pflanze an Grundwasserstände von 70 – 100 cm im Sommerhalbjahr und hohen winterlichen Grundwasserstand, der zeitweise bis zur Bodenoberfläche reichte. Diese Befunde konnten in den parallel geführten Lysimeteruntersuchungen bestätigt werden. Der jährliche Wasserverbrauch der Pestwurz war mit 500 ... 600 mm Wasser nicht sonderlich hoch. Die Schnitffrequenzen über die Standorte zeigten hingegen meist deutliche Signifikanzen in den Gesamterträgen (Tab. 2).

**Tab. 2:** Pestwurerträge (TM Blatt + Stängel)

Schnitte	2000			2001		
	dt·ha <sup>-1</sup> TM	1 Schnitt	3 Schnitte	dt·ha <sup>-1</sup> TM	2 Schnitte	3 Schnitte
1	43,0		-	81,2	*	*
2	37,7	-	*	115,9		-
3	60,7	-		120,7	-	

\* statistisch gesicherte Differenzen (Tukey test)

Der Vergleich der Versuchsjahre fiel eindeutig signifikant aus, was auf die noch schwächere Entwicklung des Blattertrages im ersten Hauptnutzungsjahr hinweist ( $0,47,1 \text{ dtAha}^{-1}$  TM:  $105,9 \text{ dt·ha}^{-1}$  TM,  $n = 24$ ). Die Wurzelernte (Ausläufer und Wurzeln) fand nach Abschluss der Untersuchungen im Spätherbst 2001 statt. Wie bei den Blatt- und Stängelerträgen ergaben sich auch im Wurzelertrag keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den Standorten frisch und feucht. Die Schnitffrequenz wirkte sich allerdings hinsichtlich der Bildung unterschiedlicher Masse aus. Während die reine Wurzelbildung nicht beeinflusst schien, waren bei den Rhizomen signifikante Unterschiede zu verzeichnen (Tab. 3).

**Tab. 3:** Erträge an unterirdischer Trockenmasse 2001 (Rhizome + Wurzeln) von Pestwurz

Schnitte	dt·ha <sup>-1</sup> Wurzeln	dt·ha <sup>-1</sup> Rhizome	3 Schnitte	2 Schnitte
1	15,1	23,8	*	*
2	14,5	18,2	-	
3	17,4	16,3		-

\* gesicherte Differenzen (Tukey test)

Damit war nachzuweisen, dass eine geringere Erschöpfung des Blattapparates zu einer höheren Bildung an unterirdischer Masse führt. Je nach Verarbeitungsverfahren des Ernteproduktes ist zu entscheiden wo die Prioritäten anzusiedeln sind und wie danach die

Nutzung zu erfolgen hat. Zur Zeit wird die ausschließliche Wurzelexernte (höhere Petasinsgehalte) favorisiert, obwohl auch der Blattapparat eine beträchtliche Wirkstoffausbeute erbringt. Die Überführung der Ergebnisse in die Praxis wurde hauptsächlich über die Einrichtung der LEB Friesack (Ländliche Erwachsenenbildung) realisiert (HEBESTREIT, 2002). Inzwischen werden im Havelluch ca. 30 ha Pestwurz angebaut, wodurch mehrere Betriebe sich eine sichere Einnahmequelle erschließen konnten.

### **Schlussfolgerungen**

Der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen mit höheren Wasseransprüchen ist auf Niederungsstandorten des Grünlandes mit gutem Erfolg möglich. Das betrifft insbesondere die Arten Baldrian, Beinwell, Spitzwegerich, Wiesenkümmel, Engelwurz und Pestwurz. Sandig-humose bis moorige aber steinfreie Böden bieten geeignete Ausgangsbedingungen für die Reinigung und Verarbeitung der Wurzelmasse. Anbauende Betriebe sollten zuerst die vertraglichen Bindungen mit Verarbeitern oder Pharmabetrieben suchen und sich auf wenige, aber standörtlich gut geeignete Arten spezialisieren.

### **Literatur**

- HEBESTREIT, R. (2002): Präsentation Pestwurz, 16. Fachseminar, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe „Anbau und Verwertung von Sonderkulturen zur Gewinnung von Wert- und Inhaltsstoffen“, Tagungsband 31-50, GBE Schlieben.
- HOCHBERG, H. (2003): Alternative Verwertungsmöglichkeiten des Grünlandes. Deutscher Grünlandtag 2003, BRALA Paaren/Glien, Tagungsmaterial.
- LYDUCH, L. und TRZASKOS, M. (1991): Weed control in a sward by sowing *carum carvi*. Report of the EGF-Symposium “Grassland renovation and weed control in Europe”. Graz, Proceedings p. 189-191.
- SCHALITZ, G., HÖLZEL, D., und BEHRENDT, A. (2002): Einfluss unterschiedlicher Grundwasserstandsverläufe auf botanische Zusammensetzung, Wasserverbrauch und Ertrag auf reliefiertem Niedermoor bei differenzierter Bewirtschaftung. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 48, S. 181-193.
- SCHALITZ, G. (2004): Heil- und Gewürzpflanzen auf Grünland. MLUR Brandenburg, Potsdam, 100 S.
- TAMURA, Y. und MASUMI, T. (2005): Evaluation amnion radical scavening activities of plantains and pastures by electron spin resonance (ESR). XX. International Grassland congress Ireland, Proceedings p. 275.

## Teilschlagspezifische Düngung auf Grünland

J. Schellberg und R. Lock

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz; Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau; Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn

### Einleitung

Gülle ist in Grünlandbetrieben der wichtigste organische Dünger. Gülledüngung auf Grünland kann zu erheblicher Umweltbelastung führen, nämlich dann, wenn die Gülle- bzw. Nährstoffmengen nicht dem tatsächlichen Bedarf der Grünlandbestände angepasst sind und folglich durch Auswaschung und Entgasung verloren gehen (JARVIS *et al.*, 1996). Die Bemessung der Höhe einer Gülledüngung erfolgt in der Regel schlageinheitlich nach vorheriger Bodenuntersuchung und Nährstoffbilanzierung. Die Bewirtschaftungseinheiten sind jedoch hinsichtlich des Pflanzenbestands und der Bodeneigenschaften räumlich heterogen (GEYPENS *et al.*, 1999). Die Grenzen eines Schlages oder einer Nutzungseinheit umschließen meist Teilflächen mit wechselnden Bodeneigenschaften (JORDAN *et al.*, 2003). Diese Bodeneigenschaften variieren umso stärker, je größer die Schläge werden, zum Beispiel durch die Flächenzusammenlegung zum Zwecke der Arbeitsrationalisierung.

Die schlageinheitliche Gülle- und Nährstoffzufuhr wird dieser Heterogenität innerhalb eines Schlages nicht gerecht. Tatsächlich ist es sogar möglich, dass die Heterogenität innerhalb eines Schlages größer ist als diejenige zwischen zwei Schlägen, für die verschiedene Nährstoffbilanzen gerechnet werden. In Grünlandgebieten ist die Heterogenität der Böden häufig größer als in den traditionellen Ackerbaugebieten (Topografie, Erosion). Will man den räumlich ungleich verteilten Nährstoffentzug berücksichtigen, darf sich die Gülledüngung auf Grünland nicht allein nach einer schlagbezogenen Bilanz richten, sondern muss vielmehr im Sinne des Präzisionspflanzenbaus teilschlagspezifisch erfolgen.

Solange sich die Gülleausbringung nicht an dem kleinräumig wechselnden Bedarf innerhalb eines Schlages orientiert, ist lokaler Nährstoffüberschuss oder -mangel möglich. Dies gilt in besonderem Maße in ökologisch sensiblen Arealen und in der Nähe von Gewässern jeder Art. Daher wird ein besonderer Vorteil der teilschlagspezifischen Gülleapplikation auch in der Kontrolle von Sicherheitsabständen zu Gewässern und anderen ökologisch sensiblen Arealen gesehen, die sich in unmittelbarer Nähe landwirtschaftlicher Nutzflächen befinden. Bereits bei der Ausbringung können Sicherheitsabstände genau eingehalten und anhand der Ausbringungskarte "online" dokumentiert werden.

Eine teilschlagspezifische Applikation von Gülle ist heute technisch umsetzbar; sie drängt sich im Grünland geradezu auf angesichts der zeitgleichen, rasanten technischen Entwicklung der teilschlagspezifischen Bewirtschaftung auf Ackerflächen (ROBERT, 2002; van ALPHEN und STOOBVOGEL, 2000; ZHANG *et al.*, 2002). Bei diesen Verfahren werden während der Bewegung im Feld die GPS-Positionen an den PC übermittelt und die für diese Position in der Applikationskarte niedergelegte Ausbringungsmenge (z. B. von Herbiziden) an die Gerätesteuerung übertragen. Nach gleichem Prinzip ist eine gezielte Applikation von Gülle auf Grünland technisch möglich. Für die Anwendung in Mais steht nach Kenntnis der Autoren derzeit ein "Gülleselbstfahrer" allein der Fa. AGCO ([www.ago.com](http://www.ago.com)) zur Verfügung. Feldversuche zur Erfolgskontrolle der teilschlagspezifi-

schen Ausbringung auf Mais- oder Grünlandflächen sind jedoch nicht bekannt (WOLLENHAUPT, 2006).

Die Erstellung einer präzisen Applikationskarte im GIS (Geoinformationssystem) stellt bisher ein großes Hindernis für die Umsetzung einer teilschlagspezifischen Gülleapplikation dar, weil die Interpretation der Boden- und Ertragsdaten im Hinblick auf den tatsächlichen Nährstoffbedarf schwierig ist. Einerseits kann mit einer vorherigen Ertragskartierung der Entzug an Nährstoffen ermittelt werden. Aus der Ertragskarte ist dann die nötige Nährstoffergänzung für den Folgeaufwuchs zu kalkulieren und in der Applikationskarte abzulegen. Andererseits bedeuten niedrige Erträge nicht zwangsweise Nährstoffmangel; sie können vielmehr durch ungünstige Wachstumsbedingungen (Bodeneigenschaften) verursacht sein, an denen eine Regulierung der Nährstoffversorgung nichts ändern könnte. An solchen Stellen innerhalb eines Schlages wäre eine Steigerung der Düngung fatal. Dies bedeutet, dass Bodenkarten verfügbar sein müssen, die im GIS abgelegt und dort mit der Ertragskarte "verschnitten" und hinsichtlich ihres Ertragspotentials interpretiert werden.

Abgesehen von der richtigen Bemessung der zu applizierenden Nährstoffmenge stellt die schnelle und genaue Einstellung der zu applizierenden Güllemenge während der Fahrt ein technisches Problem dar. Je langsamer die Regelung erfolgt, desto mehr weicht die tatsächliche von der geforderten Güllemenge in einem Teilschlag ab. Dies gilt vor allem für die Mengenregelung in kleinen Teilschlägen und in kurzen Abständen. Daraus folgt auch, dass die Fahrgeschwindigkeit für die technische Ausführung der Mengenregelung von besonderer Bedeutung ist.

Ziel des hier beschriebenen Projektes ist es, ein Verfahren zur teilschlagspezifischen Gülleapplikation auf Grünland zu entwickeln und zur Praxisreife zu bringen. Außerdem soll im Feldversuch die räumliche Verteilung der mit Gölledüngung verteilten Nährstoffe kontrolliert werden. Mit der Entwicklung und dem Bau eines GPS-gesteuerten "teilschlagspezifischen" Gölleverteilers soll eine Technik geschaffen werden, mit der die Ausbringung von Gölle reguliert werden kann. Das heißt, dass es vor allem in viehstarken landwirtschaftlichen Arealen zu einer erheblichen Reduzierung der N-Verluste in gasförmiger und flüssiger Phase kommen könnte, ohne dass die Landwirte auf die Ausschöpfung des Ertragspotentials der Flächen verzichten müssten. Die Registrierung und digitale Aufzeichnung der applizierten Göllemengen mit Ortsbezug ist ein neues Instrument zum Management organischer Dünger, das sich mit anderen Anwendungen des Präzisionspflanzenbau (z. B. Fahrtroutenplaner für Lohnunternehmer, teilschlagspezifischer Pflanzenschutz in Mais und Getreide) verknüpfen lässt, vor allem aber für den Gewässerschutz von Nutzen wäre.

## **Material und Methoden**

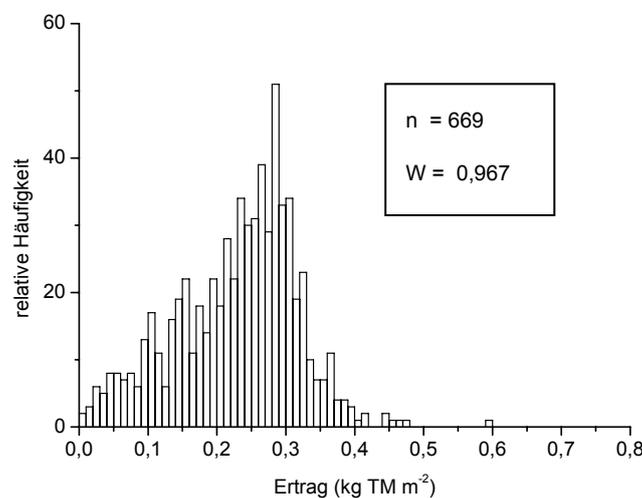
Auf der Lehr- und Forschungsstation Rengen/Eifel der Universität Bonn wurde ein 6 m<sup>3</sup> Göllepumpfass und ein Gleitfußverteiler (Fa. Peecon, NL) umgerüstet. Die Arbeitsbreite dieses Gerätes beträgt 7.20 m, die Zahl der Auslässe 32. Größe und Arbeitsbreite dieses Gerätes sind den topografischen Bedingungen und der üblichen Schlaggröße im Mittelgebirgsgrünland angepasst. Das Fass verfügt über einen Dreiwegehahn mit Schieber, der während der Fahrt jeweils soweit geöffnet wird wie es die vom Steuerungsprogramm angegebene Durchlassmenge erfordert. Überschüssige Gölle wird permanent in das Fass zurückgepumpt. Die Stellung des Schiebers wird reguliert über das Steuerungsprogramm in Abhängigkeit von der mittels GPS bestimmten bzw. in der Applikationskarte niedergelegten Position im Feld. Die Applikationskarte besteht aus einer Matrix mit geografischen Koordinaten für die Teilschläge sowie den zugehörigen Applikationsmengen. Für eine

ausgewählte Grünlandfläche auf der Lehr- und Forschungsstation Rengen wurde eine solche Applikationskarte aus der Ertragskarte abgeleitet.

Zur Erstellung der Ertragskarte wurden erstmals im Jahr 2004 mit einem Grünland-Vollernter auf ca. 1.3 Hektar in annähernd gleichmäßigem Raster insgesamt 669 Proben des oberirdischen Aufwuchses gezogen, getrocknet, rückgewogen und der Trockenmasseertrag ermittelt. Anschließend wurde im Rengener Geoinformationssystem (GIS, ARCMAP<sup>®</sup> ESRI) ein Raster von 7,20·7,20 m<sup>2</sup> über die zu begüllende Grünlandfläche gelegt und die interpolierte Ertragskarte (Verfahren *Inverse Distance Weighted*) in dieses Raster eingepasst. Das heißt, dass die Grünlandfläche mit der Größe von ca. 1.3 Hektar in ca. 279 Teilschläge / Elemente zerlegt wurde. Geografischer Bezugspunkt für den jeweiligen Teilschlag ist der Mittelpunkt jedes Elementes in diesem Raster (Centroid). Die Verbindung dieser Centroide ergibt den Pfad, dem der Gülleverteiler im Idealfall folgt (Verfahren *Point to Path*, Hawth Tools<sup>®</sup>).

## Ergebnisse und Diskussion

Die für diesen Versuch ausgewählte Grünlandfläche in Rengen bietet aufgrund ihrer auffälligen natürlichen Heterogenität - sowohl hinsichtlich der Bodeneigenschaften als auch des Grünlandertrags - ideale Voraussetzungen für das Experiment. Die Beschaffenheit der Fläche ist durchaus typisch für das Grünland in den Mittelgebirgsregionen; sie verfügt sowohl über ertragreiche feuchte Senken (Pseudogley-Braunerde) als auch über eine magerere Kuppe mit sehr geringer Bodenmächtigkeit (Ranker) und Ertragsfähigkeit. Die daraus resultierende Variation des Ertrags wird im Versuch benötigt, um die Mengenregelung der Gülle in voller Spannweite zu erproben. Die Grenze zu einem Naturdenkmal (Wacholderheide) erfordert im übrigen einen Mindestabstand der Gülleausbringung, wie er vielerorts zu ökologisch sensiblen Areal zukünftig gefordert wird.

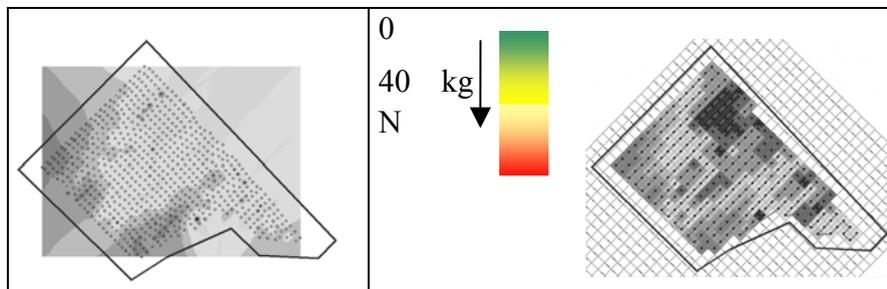


**Abb. 1:** Häufigkeitsverteilung der Trockenmasseerträge in einer Mähweide (14.463 m<sup>2</sup>) aus 669 Probenahmestellen (Datum: 14. 7. 2004)

Die Flächenbeprobung im Jahr 2004 ergab nicht normalverteilte Erträge ( $P=0.05$ ). Die statistischen Kennwerte des Shapiro-Wilk-Tests (Shapiro and Wilk, 1965) sind in der Inset-Tabelle der Abbildung 1 gezeigt.

Die interpolierte Ertragskarte vom 14. Juli 2004 weist 106596 Pixel auf; die Ertragsspanne reicht von 0.0072 bis 0.59 kg TM m<sup>2</sup>. Der über den Nährstoffentzug berechnete Bedarf an

Stickstoff wurde in 8 Stufen ("Klassen") eingeteilt und reicht von 0 bis 40 kg N ha<sup>-1</sup> (s. Abb. 2). Die räumliche Verteilung dieser Klassen für den N-Bedarf spiegelt sich in der Bodenkarte der Versuchsfläche wider, hoher N-Entzug und Bedarf besteht in den feuchten Teilflächen mit stärker Auflage des A<sub>h</sub>-Horizonts des Pseudogleys.



**Abb. 2:** Darstellung der Ertragskarte gerastert und abgestuft in 8 Klassen (links) und die resultierende Applikationskarte für die Gülle in den Teilflächen (rechts).

Die Applikationskarte in Abb. 2 ist Grundlage der GPS-gesteuerten Ausbringung der Gülle, deren N-Konzentration bei Befüllung des Fasses gemessen und im Steuerungsprogramm voreingestellt wird. Erste Probefahrten mit Wasser im Frühsommer 2006 außerhalb der Versuchsfläche haben ergeben, dass die Steuerung des Gülleauslasses dem in der Karte abgelegten Wert folgt. Bei GPS- und Programm-gesteuerter Ausbringung von Gülle traten Schwankungen in der vom Durchflussmesser registrierten Menge auf, die durch Partikel in der Gülle verursacht werden und durch Kalibrierung zu beseitigen sind. Eine erstmalige Begüllung der Versuchsfläche ist für Juli 2006 vorgesehen.

## Literatur

- GEYPENS, M., VANONGEVAL, L., VOGELS, N. und MEYKENS, J. (1999): Spatial variability of agricultural soil fertility parameters in a gleyic podzol of Belgium, *Prec. Agric.*, 1, 319-326.
- JARVIS, S.C. (1993): Nitrogen cycling and losses from dairy farms. *Soil Use Manag.*, 9, (3), 99-105.
- JORDAN, C., SHI, Z., BAILEY, J.S. und HIGGINS, A.J. (2003): Sampling strategies for mapping "within-field" variability in the dry matter yield and mineral nutrient status of forage grass crops in cool temperate climates. *Prec. Agric.*, 4, 69-86.
- ROBERT, P.C. (2002): Precision Agriculture: a Challenge for Crop Nutrition Management. *Plant and Soil*, 247, 143-149.(1).
- SHAPIRO, S.S. und WILK, M.B. (1965): An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, (3/4), 591-611.
- VAN ALPHEN, B.J. und STOOBVOGEL, J.J. (2000): A methodology for precision nitrogen fertilization in high-Input farming systems. *Precision Agriculture*, 2, 319-332.
- WOLLENHAUPT, N. (2006): AGCO, USA, persönl. Mitt.
- ZHANG, N., WANG, M. und WANG N. (2002): Precision agriculture-a world-wide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36, 113-132.

*Danksagung: Das Projekt wird gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (AZ 23483-34). Die Autoren bedanken sich für die freundliche Unterstützung durch ASCOS / E-ON Ruhrgas für die kostenlose Bereitstellung des GPS-Korrekturdienstes.*

# **Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf Leistungsparameter einer *Leymus chinensis/Stipa grandis*-Pflanzengesellschaft in der Inneren Mongolei – Ergebnisse aus der DFG-Forschergruppe MAGIM**

A. Schiborra<sup>1</sup>, M. Gierus<sup>1</sup>, H. Wan<sup>2</sup>, Y. Bai<sup>2</sup> und F. Taube<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; <sup>2</sup>Institute of Botany, The Chinese Academy of Science, Beijing, V.R. China

## **Einleitung**

Die Überbeweidung der Steppenlandschaft der Inneren Mongolei, V.R. China, ist sowohl ein großes ökologisches, wie agronomisches Problem. Die stetige Zunahme der Tierzahlen in der Region seit den 1980er Jahren führte unweigerlich zur Überbeweidung des natürlichen Graslands, so dass inzwischen etwa 20% des natürlichen Bestandes als nicht nutzbar und ein weiteres Drittel als degradiert gelten (YU et al. 2004). Im Rahmen der DFG-Forschergruppe MAGIM ([www.magim.net](http://www.magim.net)) verfolgt die Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, CAU Kiel, in Zusammenarbeit mit dem Institute of Botany, CAS, Beijing, das Ziel, den Prozess der Degradierung mit Hilfe verschiedener pflanzenbaulich relevanter Parameter zu charakterisieren. Diese Parameter sollen als Anzeiger kritischer Bestandsveränderungen fungieren. Am Ende der Untersuchungen soll die Definition von Schwellenwerten stehen, die es in Zukunft ermöglichen, drohende nachhaltige Bestandsschädigungen frühzeitig zu erkennen, um so entgegen wirken zu können. Die Versuche werden an der Forschungsstation IMGERS (116°42' O, 43°38' N) des Institutes of Botany durchgeführt, die sich etwa 500 km nördlich von Peking auf dem mongolischen Plateau (etwa 1000 bis 1200 m ü. N.N.) befindet. Dort herrscht mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 1,7°C und durchschnittlichen Niederschlägen von etwa 320 mm im Jahr ein semi-arides Steppenklima. Die Vegetationsperiode ist etwa 150 Tage lang (Mai bis September), wobei es nur etwa 100 - 135 frostfreie Tage gibt. In einem ersten Versuch wurde ein natürlicher Grasbestand verschiedenen Nutzungsintensitäten ausgesetzt, und verschiedene Ertrags- und Qualitätsparameter über bisher 2 Versuchsjahre erfasst. Im Folgenden werden Ergebnisse zu ertragsrelevanten Parametern beschrieben, und ihre Eignung als Anzeiger für Bestandsveränderungen bewertet.

## **Material und Methoden**

Für die Untersuchungen wurde ein 0,7 ha großes Areal mit homogener Bestandszusammensetzung ausgewählt. In einer randomisierten Blockanlage mit 4-facher Wiederholung wurden 3 Behandlungen geprüft. Die Behandlungen unterschieden sich in ihrer Nutzungsintensität:

- Behandlung I (BI) wurde einmal, am Ende der Vegetationsperiode (Mitte September) geschnitten (praxisüblicher Heuschnitt)
- Behandlung II (BII) wurde ab Anfang Juli alle 6 Wochen geschnitten (simulierte, moderate Beweidungsintensität)
- Behandlung III (BIII) wurde ab Anfang Juli alle 3 Wochen geschnitten (simulierte, hohe Beweidungsintensität)

Im Jahr 2004 wurde die Beprobung der BI und BII im Abstand von 2 Wochen, der BIII von 3 Wochen (jeweils vor dem Schnitt) durchgeführt. Im Jahr 2005 wurden die BI und BII nur noch alle 6 Wochen (mit dem Schnitt von BII) beprobt, während BIII weiterhin alle 3 Wochen beprobt wurde. Bei den Beprobungen wurden pro Parzelle vier  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> große Quadrate in der Fläche verteilt und auf 1 cm Höhe über dem Erdboden geschnitten. Für die simulierte Beweidung wurden die Schnitte der gesamten Parzelle mit einem Rasenmäher bis auf 2,5 cm Höhe, der Heuschnitt mit praxisüblichem Gerät auf etwa 8 cm Höhe ausgeführt. Die bei der Beprobung geerntete Biomasse wurde in 4 Fraktionen aufgeteilt: die Hauptarten *Stipa grandis* und *Leymus chinensis*, die jeweils etwa  $\frac{1}{3}$  des Bestandes ausmachen, alle restlichen Arten und das nekrotische Material. Die Triebdichten von *S. grandis* und *L. chinensis* wurden mit Hilfe eines Zählgitters ermittelt. Dafür wurden pro Versuchsparzelle an 4 verschiedenen Stellen je dreimal 10x10 cm ausgezählt. In beiden Versuchsjahren wurden nach der letzten Aufwuchsbeprobung an 10 zufällig ausgewählten Punkten mit einem Wurzelbohrer (10 cm Durchmesser, 15 cm Bohrtiefe) Wurzelproben auf allen Versuchspartzen genommen. Die Proben des Aufwuchses wurden bei 60°C für 24 Stunden im Trockenschrank getrocknet und im Anschluss mit einer Zentrifugalmühle auf 1 mm vermahlen. Die Wurzelproben wurden gefriergetrocknet und auf gleiche Weise vermahlen. Alle Proben wurden dann in Kiel mit dem Nah-Infrarot-Spektrometer (NIRS) gescannt, der N-Gehalt an ausgewählten Proben im C/N-Analyzer bestimmt und anschließend für alle Proben mittels NIRS geschätzt. Bei dem Versuch handelt es sich um eine vollständig randomisierte Blockanlage. Die Einzelbeobachtungen wurden einer Varianzanalyse unterzogen. Bei signifikantem F-Wert ( $P < 0,05$ ) wurden die entsprechenden Mittelwerte anhand eines Student-t-Tests geprüft, und die Irrtumswahrscheinlichkeiten nach Bonferroni-Holm korrigiert. Die Jahre 2004 und 2005 wurden unabhängig von einander ausgewertet.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Jahr 2004 erzielte BI einen Ertrag von etwa 2,0 t/ha (Tab. 1), in den anderen beiden Behandlungen (BII und BIII) konnten die Erträge signifikant auf 2,7 bzw. 2,8 t/ha gesteigert werden. Im Jahr 2005 fiel in allen Behandlungen der Ertrag wesentlich geringer aus: in BI konnten nur 0,9 t/ha geerntet werden, in BII 1,0 t/ha und in BIII 1,6 t/ha.

**Tab. 1:** Kumulierter Ertrag (kg/ha) 2004 und 2005

	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<i>SE</i>
<b>2004</b>	2042 <sup>b</sup>	2723 <sup>a</sup>	2773 <sup>a</sup>	95,1
<b>2005</b>	865 <sup>c</sup>	998 <sup>b</sup>	1581 <sup>a</sup>	24,4

unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0,05$ ) Unterschiede innerhalb eines Jahres

Grund für den erheblichen Ertragsunterschied zwischen den Jahren ist die geringe Niederschlagsmenge im Jahr 2005. Wie Tab. 2 zeigt, ist die Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode (Mai-September) 2005 um 140 mm geringer als im Jahr 2004.

Grund für den erheblichen Ertragsunterschied zwischen den Jahren ist die geringe Niederschlagsmenge im Jahr 2005. Wie Tab. 2 zeigt, ist die Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode (Mai-September) 2005 um 140 mm geringer als im Jahr 2004.

**Tab.2:** Niederschläge Mai-Sept. (mm)

	Mittelwert seit 1983	2004	2005
Mai	31,1	22,8	12,8
Juni	55,5	28,6	38,5
Juli	101,9	50,2	43,2
August	71,3	133,4	22,6
September	36,3	53,3	29,8
<b>Summe</b>	<b>296,1</b>	<b>288,3</b>	<b>146,9</b>

Berücksichtigt man die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge von 320 mm, wird die Dimension dieses Rückgangs deutlich. In einer Untersuchung von XIAO et al. (1995) an einem vergleichbaren Standort über 10 Jahre, konnten 70% der Variation im Ertrag mit der Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode erklärt werden.

Tab. 3 zeigt, dass der N-Ertrag mit zunehmender Nutzungsintensität signifikant zunimmt. Das gilt für beide Versuchsjahre, allerdings sind die N-Erträge 2005 wesentlich geringer als 2004, was

unmittelbar mit dem geringen Ertrag und einer geringen N-Konzentration im Aufwuchs zu erklären ist. Bei Ertrag und N-Ertrag zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitäten.

**Tab. 3:** Kumulierter N-Ertrag (kg/ha) 2004 und 2005

	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<i>SE</i>
<b>2004</b>	28,5 <sup>c</sup>	48,8 <sup>b</sup>	60,2 <sup>a</sup>	1,65
<b>2005</b>	12,1 <sup>c</sup>	19,2 <sup>b</sup>	28,3 <sup>a</sup>	0,53

unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0,05$ ) Unterschiede innerhalb eines Jahres.

Als weiterer Parameter wurde die Entwicklung der Artenzusammensetzung erfasst. Tab. 4 zeigt die Artenzusammensetzung jeweils im September der beiden Versuchsjahre, speziell die Hauptbestandbildner *L. chinensis* und *S. grandis*.

**Tab. 4:** Artenzusammensetzung (% TM) im September 2004 und 2005

	<b>2004</b>				<b>2005</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<i>SE</i>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<i>SE</i>
<i>Stipa grandis</i>	32,0 <sup>a</sup>	21,9 <sup>b</sup>	25,4 <sup>ab</sup>	3,0	40,3 <sup>a</sup>	14,8 <sup>b</sup>	11,6 <sup>b</sup>	3,5
<i>Leymus chinensis</i>	28,4 <sup>a</sup>	15,9 <sup>b</sup>	27,6 <sup>a</sup>	1,4	21,4	17,4	22,5	2,7
Restliche Arten	27,6 <sup>c</sup>	62,2 <sup>a</sup>	47,0 <sup>b</sup>	4,0	28,1 <sup>b</sup>	67,8 <sup>a</sup>	65,9 <sup>a</sup>	2,6
Nekrotisches Material*	12,0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,2	10,1 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0,1

unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0,05$ ) Unterschiede innerhalb eines Jahres und einer Art.  
\* Null-Werte wurden für die statistische Berechnung mit der Formel  $(y+0,5)^{0,5}$  transformiert

Durch die intensivere Nutzung in BII und BIII, werden die Anteile von *S. grandis* 2005 signifikant reduziert. Die Anteile von *L. chinensis* gehen 2004 in BII leicht zurück, in BIII zeigt sich aber kein Unterschied zu BI, in 2005 zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen. Deutliche Unterschiede ergeben sich im Anteil der restlichen Arten, diese nehmen in BII und BIII in beiden Jahren signifikant zu. Vor allem Arten mit planophiler Blattstellung und geringer Wuchshöhe, wie *Cleistogenes squarrosa* und *Carex kroschinskyi* werden durch die häufigere Nutzung in diesen Behandlungen begünstigt. Das nekrotische Material wird in BII und BIII durch die Schnitte aus dem Bestand entfernt. Betrachtet man *L. chinensis* und *S. grandis* vor dem Hintergrund der Eignung als Anzeiger, dann scheint *L. chinensis* weniger geeignet zu sein, da sich der Be-

standsanteil nach 2 Jahren zwischen den unterschiedlichen Nutzungen nicht signifikant verändert. Anders verhält es sich bei *S. grandis*, wo sich signifikante Veränderungen der Ertragsanteile zeigen. Langjährige Untersuchungen (z. B. WANG & RIPLEY, 1997) haben gezeigt, dass mit zunehmender Nutzungsintensität die Arten *S. grandis* und *L. chinensis* zurück- bzw. verdrängt werden. Es ist somit interessant, dass die beginnende Veränderung der Artenzusammensetzung, vor allem *S. grandis*, nach 2 Versuchsjahren bereits auf einen Degradationsprozess hindeuten könnte. Dies wird in den Folgejahren überprüft werden.

Gleiches gilt für den Parameter Triebdichte, bei dem keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen gemessen werden konnten, wohl aber zwischen den Beprobungsterminen. Wie Tab. 5 zeigt, nimmt die Triebdichte im Vegetationsverlauf ab, was der typischen Entwicklung von Gräsern über die Vegetationsperiode entspricht.

**Tab. 5:** Mittlere Triebdichten (Triebe/m<sup>2</sup>) 2004 und 2005

	<i>Stipa grandis</i>		<i>Leymus chinensis</i>	
	2004	2005	2004	2005
Anfang Juni	2335 <sup>a</sup>	846 <sup>a</sup>	879 <sup>a</sup>	260 <sup>a</sup>
Mitte Juli	1012 <sup>b</sup>	947 <sup>a</sup>	334 <sup>b</sup>	257 <sup>a</sup>
Anfang September	870 <sup>b</sup>	553 <sup>b</sup>	230 <sup>b</sup>	134 <sup>b</sup>
SE	199,5	115,7	53,2	18,3

unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0,05$ ) Unterschiede innerhalb der Arten und Jahre.

Bei beiden Arten zeigt sich, dass dieser Rückgang 2005 später eingesetzt hat als 2004, was mit der anhaltenden Trockenheit erklärt werden kann, durch die die Entwicklung der Pflanzen verzögert wurde. Insgesamt sind die Triebdichten 2005 wesentlich geringer als 2004. Da sich zwischen den Behandlungen, und somit zwischen den Nutzungsintensitäten keine signifikanten Unterschiede zeigen, ist die Eignung der Triebdichte als Anzeiger nach so kurzer Versuchsdauer fraglich.

Als weiterer Parameter zur Einordnung der Auswirkungen einer gesteigerten Nutzungsintensität zeigt Tab. 6 die Wurzelmassen zum Ende der Vegetationsperiode Ende September.

**Tab. 6:** Wurzelmassen (g TM/m<sup>2</sup>) bis 15 cm Tiefe im September

	BI	BII	BIII	SE
2004	1660	1781	1617	267,2
2005	1448 <sup>a</sup>	1095 <sup>b</sup>	1152 <sup>ab</sup>	77,43

unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante ( $P < 0,05$ ) Unterschiede innerhalb eines Jahres.

Im Jahr 2004 zeigt sich kein signifikanter Einfluss der Nutzung auf die Wurzelmasse. In 2005 zeigt sich, wie beim Ertrag, eine Reduzierung der Wurzelmasse über alle Behandlungen hinweg. Diese Reduzierung fällt in den intensiver genutzten Behandlungen höher aus. In BII lässt sich der Rückgang statistisch sichern, für BIII die Tendenz ( $P < 0,1$ ).

## Schlussfolgerungen

Die Parameter Ertrag und N-Ertrag, die Artenzusammensetzung und die Wurzelmasse zeigen kurzfristige Veränderungen bei steigenden Nutzungsintensitäten. Sie könnten damit als Anzeiger für Bestandsveränderungen genutzt werden. Bei der Triebdichte ist eine Reaktion auf die gesteigerten Nutzungsintensitäten bisher nicht zu erkennen, womit die Eignung als Degradations-anzeiger fraglich ist. Für alle Parameter gilt aber, dass nach

zwei, zumal so unterschiedlichen Jahren, keine klar gerichteten Veränderungen erkennbar sind.

## Literatur

- YU, M., ELLIS, J.E. und EPSTEIN, H.E. (2004): Regional analysis of climate, primary production, and livestock density in Inner Mongolia. *Journal of Environmental Quality* 33, 1675-1681.
- XIAO, X.M., WANG, Y.F., JIANG, S., OJIMA, D.S. und BONHAM, C.D. (1995): Interannual variation in the climate and above-ground biomass of *Leymus chinense* steppe and *Stipa grandis* steppe in the Xilin river basin, Inner Mongolia, China. *Journal of Arid Environments* 31, 283-299.
- WANG, R.Z. und RIPLEY, E.A. (1997): Effects of grazing on a *Leymus chinensis* grassland on the Songnen plain of north-eastern China. *Journal of Arid Environments* 36, 307-318.

# Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Präparate auf Rindergülle

R. Schröpel und G. Henkelmann

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Einleitung und Problemstellung

In einer Reihe von Bundesländern wird in der Grünlandbewirtschaftung der Verzicht auf schnellwirkende Mineraldünger mit staatlicher Prämienzahlungen honoriert. Durch diese Wirtschaftsweise gewinnen die im Betrieb vorhandenen Wirtschaftdünger an Bedeutung. Um einige unangenehme Eigenschaften der Gülle auszugleichen oder um die pflanzenbauliche Wirkung zu verbessern, werden auf dem Markt eine Reihe von Zusatzstoffen angeboten. Sie unterliegen als Bodenhilfsstoffe nicht dem Düngemittelgesetz und ein Nachweis der Wirkung ist daher nicht erforderlich. So konnten BUCHGRABER und RESCH (1997) eine Veränderung der Gülle durch die geprüften Zusatzstoffe nicht nachweisen. Die LVVG Aulendorf (2004) berichtet in ihren Versuchen über eine unzureichende Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei der Verwendung von Zusatzstoffen in der Gülle. Beide Versuchsansteller beschränkten sich jedoch auf die Messung verschiedener Gülleparameter; Feldversuche wurden nicht durchgeführt.

Außerdem wurden im vorliegenden Versuchsvorhaben zwei stickstoffhaltige Zusatzstoffe geprüft, um Erkenntnisse zu bekommen, ob in die Gülle eingerührter Stickstoff in seiner Wirkung einem separat ausgestreuten Mineraldünger gleichkommt. Die Praxis könnte somit einen Arbeitsgang einsparen.

## Material und Methoden

In einem 3-jährigen Versuch wurden insgesamt 4 verschiedene Güllezusätze geprüft :

- Catomin, ein Kalkschlamm mit 30 %  $\text{CaCO}_3$ , in einer Menge von 25 kg/m<sup>3</sup> Gülle
- Bio-Aktiv-Pulver, eine hochreine Kreide, das durch einen biologischen Prozess eine Sauerstoffaktivierung erhält. Aufwandmenge: 10 g/1 m<sup>3</sup> Gülle
- Ammoniumsulfatlösung (ASL) 40%ig mit 8 % Stickstoff
- Harnstoff, 46% Stickstoff

Die Zusatzstoffe wurden in eine vorgelagerte Gülle aus unserem Milchviehstall eingerührt. Die Größe der Versuchsbehälter betrug 38 m<sup>3</sup>. Es erfolgte jeweils eine Gülleaufbereitung pro Jahr.

Die Fließfähigkeit wurde mit einem eigens entwickelten Gerät (SCHRÖPEL 2002) einmal pro Versuchsjahr untersucht.

Der Feldversuch wurde als Exaktversuch in 4-facher Wiederholung am Standort Kempten angelegt (730 m Höhe, 1300 mm Jahresniederschlag, 7,0 C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus sandig-schluffigem Lehm).

Die Untersuchungen der Stickstoffemissionen wurden in sog. „open-top“ Kammern durchgeführt. Dabei wurden Kunststoffküvetten von etwa 20 cm Durchmesser und einer Länge von 1,2 m nach der Aufbringung der Gülle auf Grünland aufgestellt. Mit Hilfe eines Ventilators und eines Luftverteilungskanal wird jede Kammer mit der gleichen Menge Umgebungsluft gleichmäßig durchströmt. Aus jeder Kammer wird in zeitlicher Folge

**Tab. 1:** Versuchsvarianten

Variante	Dünger
1	Gülle unbehandelt
2	Gülle + Catomin
3	Gülle + "Bioaktiv"
4	Gülle + Harnstoff
5	Gülle + ASL 40
6	Gülle + KAS, 10 Tage später
7	Gülle + KAS im Wechsel

nacheinander Probenluft angesaugt und dem Analysator zugeführt, der direkt die Konzentrationen für NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> an den PC zur Datenspeicherung weiterleitet. Aus der Differenz der Konzentrationen in den Messkammern (mit Gülle) und den Referenzkammern (ohne Gülle) kann die N-Emission im Tagesgang gemessen werden. Die gasförmigen Emissionen von Ammoniak wurden auf ungestörtem Grünlandbewuchs im Oktober bei ca. 14 °C Lufttemperatur durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Fließfähigkeit

Die Gülle hatten einen durchschnittlichen Trockenmasse-Gehalt von 4,5 %, mit einer Schwankungsbreite von 0,2 %. Da mit dieser im Verhältnis 1:1 verdünnten Gülle ein sehr gutes Fließverhalten erreicht wurde, konnten die Zusätze die Fließfähigkeit nicht deutlich verbessern. Nur mit der ASL-Lösung wurde eine geringe Erhöhung des Gülleabflusses erzielt (Tabelle 2). Diese Ergebnis bestätigt, dass die Fließfähigkeit der Gülle vor allem von deren Trockensubstanz-Gehalt abhängt und dass eine durch einen Zusatz allenfalls bescheidene Veränderungen der physikalischen Eigenschaften der Gülle möglich sind.

**Tab. 2:** Abgeflossene Güllemenge nach verschiedenen Prüfzeiten

Variante	Abgeflossene Menge Gülle in kg nach .... sek				
	3	5	15	25	200
Gülle	3,523	4,889	7,526	8,264	9,319
Catomin	3,526	4,951	7,672	8,415	9,378
Bioaktiv	3,404	4,822	7,487	8,226	9,332
Harnstoff	3,542	4,954	7,672	8,398	9,379
ASL	3,605	5,048	7,828	8,574	9,478
GD 1%	0,27	0,13	0,12	0,125	0,07

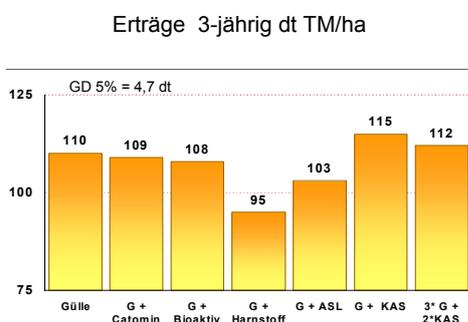
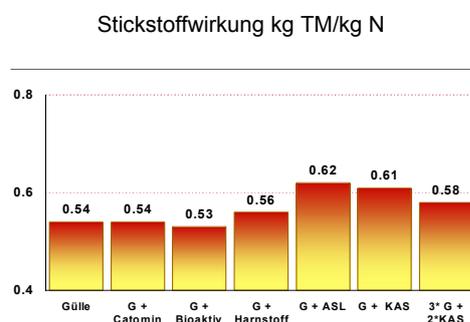
### Erträge

Auf durchschnittlich 107 dt/ha Trockenmasse wurden im Versuch die am Spitalhof bei 4-maliger Gülledüngung üblichen Erträge erzielt. Unterdurchschnittlich schnitt die Variante 4 (Harnstoff zur Gülle) ab, hier wurden nach einigen Gülledüngungen Ätزشäden an der Grasnarbe beobachtet. Über dem Durchschnitt lagen die Varianten mit Verwendung von mineralischem Stickstoff (Abbildung 1).

**Tab 3:** Ausgebrachte N-Mengen

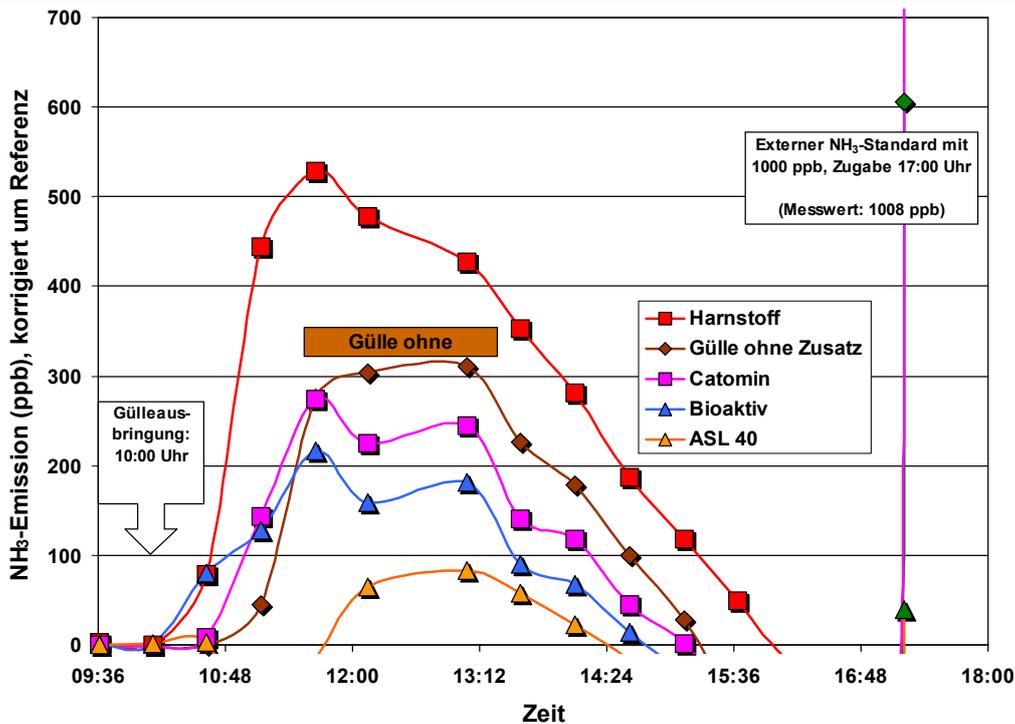
Variante	Gülle m <sup>3</sup> /ha	aus Gülle kg N	KAS kg N/ha	Gesamt kg/ha
1	75	182	-	182
2	75	177	-	177
3	75	180	-	180
4	30	158	-	158
5	30	157	-	157
6	30	75	105	180

Ertragsleistung (Stickstoffwirkung kg TM/kg N) berechnet. Hier ergibt sich eine etwas anderes Bild. Die Variante „Gülle + Harnstoff“ war der unbehandelten Gülle gleichzusetzen, während die Variante „Gülle + ASL“ eine deutlich höhere Ertragsleistung erzielte, die sogar die Varianten mit KAS übertraf. (Abbildung 2).

**Abb. 1:** Trockenmasse-Erträge**Abb. 2:** Stickstoffwirkung in kg Trockenmasse/ha pro kg N

### Stickstoffemissionen

Bei den Freilanduntersuchungen in den Jahren 1999 bis 2004 zeigte sich, dass die Emission von Ammoniak bereits unmittelbar bei und nach der Ausbringung einsetzt. Nach etwa 2 Stunden ist das Maximum der Ammoniakemissionen erreicht und nach weiteren 2-4 Stunden war in allen Versuchen die Konzentration von Ammoniak im Luftraum wieder auf ein deutlich niedrigeres Niveau abgefallen. Nur bei tiefen Luft- und Bodentemperaturen kann die N-Emission stärker verzögert und sogar vermindert werden. In der Abbildung 4 sind die Ammoniakemission von Gülle ohne Zusatz und vier unterschiedliche Güllezusätze auf Grünland dargestellt. Die Kurven sind die um die Hintergrundwerte korrigiert. Gegen Ende der Messreihe wurde um 17 Uhr durch Einblasen eines externen NH<sub>3</sub>-Standards die Qualität der Messung überprüft. Betrachtet man die Gesamtemissionen im Tagesgang, so liegen die möglichen Minderungen etwa zwischen 10 und 50 % gegenüber der Variante Gülle ohne Zusätze. Durch den Zusatz von Stickstoff in Form von Harnstoff scheint die Emission anzusteigen. Die Zugabe von ASL 40 (Ammoniumsulfat-Lösung) erbrachte in diesem Versuch die deutlichste Verminderung der Ammoniakemission. Dies ist vermutlich auf eine Erhöhung der Fließfähigkeit und damit des Ablaufverhaltens am Blatt und auf chemische Eigenschaften von Ammoniumsulfat zurückzuführen. Doch kann diese Minderung der Emissionen auch damit zusammenhängen, dass die Verluste schon vor der Ausbringung, d.h. im Stall und bei der Lagerung (z. B. bei zu geringer Schwimmschicht oder nicht abgedeckten Güllegruben) aufgetreten waren. Bei der anschließenden Ausbringung der Gülle sind dann die NH<sub>3</sub>-Emissionen entsprechend geringer.



**Abb. 4:** Ammoniakemissionen auf Grünland im Oktober (14°C-Lufttemperatur) nach der Ausbringung von Gülle mit unterschiedlicher Güllezusatzstoffen und Gülle ohne Zusatzstoffe

Die Verwendung von Güllezusätzen hat den Untersuchungen zufolge daher nur einen begrenzten Einfluss auf die Verminderung der Gesamt-NH<sub>3</sub>-Emissionen. So kann z. B. eine Verdünnung der Gülle mit Wasser schon ähnliche Minderungen der N-Verluste bei der Ausbringung hervorrufen. Noch größere Einflüsse auf die N-Emission haben jedoch die Ausbringtechnik, die Temperatur zum Zeitpunkt der Ausbringung und die Bodenfeuchte. Auf Grünland wird die höchste Emissionsminderung mit der Gülleinjektion (bis zu 90 % gegenüber dem Breitverteiler) erreicht. Gut geeignet sind auch Schleppschuh und Gülleschlitztechnik (Minderung etwa 40 – 60 %). Ein Schleppschlauchverfahren bringt im Grünland bei Rindergülle etwa 10 %. Diese Massnahmen, Ausbringtechnik, Verdünnung und Ausbringung vor Niederschlägen auf nicht ausgetrocknete Böden führt zu einer Minderung von Ammoniakemissionen, die durch die untersuchten Güllezusätze nicht erreicht werden kann.

## Literatur

- BUCHGRABER, RESCH (1997): Einfluss unterschiedlicher Güllebehandlungsverfahren auf chemische und physikalische Eigenschaften sowie auf den Geruch der Gülle.
- HORLACHER, D., MARSCHNER, H., (1990), Schätzrahmen zur Beurteilung von Ammoniakverlusten nach Ausbringung von Rinderflüssigmist, Z.Pflanzenernähr. Bodenk., 153, 107-115.
- STAATLICHES LEHR-, VERSUCHS- UND FACHZENTRUM FÜR VIEHHALTUNG UND GRÜNLANDWIRTSCHAFT (2004): Jahresbericht.
- MERKBLATT DER LFL, (2003), Verminderung gasförmiger Emissionen in der Tierhaltung, Merkblatt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), RB-Nr. 08/03/16.
- SCHRÖPEL (2002): Untersuchungen zur Fließfähigkeit von Rindergülle, 46. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau.

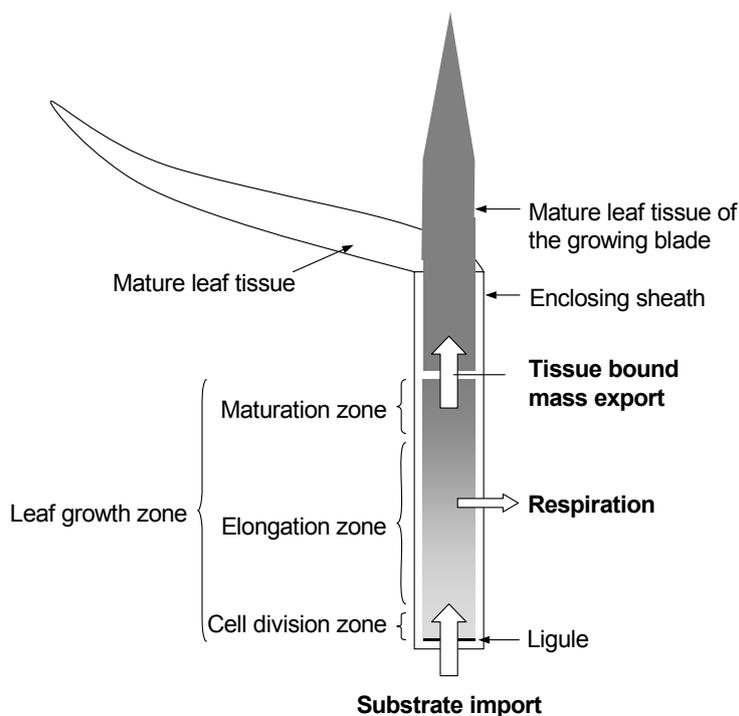
## Characterisation of substrate pools supplying leaf growth of *Lolium perenne*

M. Wild, F. A. Lattanzi, C. A. Lehmeier, R. Schäufele und H. Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

### Introduction

The growth of a grass leaf depends on carbon (C) substrate supply to the leaf growth zone (LGZ) (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.), which may originate from current photosynthesis or from stores. The substrate is partly incorporated in new tissue and partly respired. During undisturbed growth, export and respiration are balanced by substrate import (LATTANZI et al., 2004).



**Fig. 1:** Schematic view of a growing grass leaf. Cells are produced in the cell division zone and shifted away from it as a result of the production of new cells. At the same time cells elongate and mature. The cell division, elongation and maturation zone together are called the 'leaf growth zone' (LGZ). As cells divide, elongate and mature, they incorporate C substrate that is imported into the LGZ (adapted from LATTANZI et al., 2004)

Until now only little is known about the relative importance of current photosynthesis and stores in supplying C to leaf growth. LATTANZI ET AL. (2005) found that long-term stores supplied little C to leaf growth of a C<sub>3</sub> and a C<sub>4</sub> grass, and that this was true in different situations of competition. Nothing is known about the role of short-term stores and on how nitrogen (N) nutrition might affect the relationships.

Thus, the aim of this study was to determine the importance of fast C pools (transport and short-term storage pools) in relation to long-term stores in supplying leaf growth in *Lolium perenne* growing with low and high N supply. The number and characteristics of pools supplying leaf growth was assessed by steady-state <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> labelling and compartmental modelling of the time-course of tracer incorporation in C imported into the LGZ.

## Materials and Methods

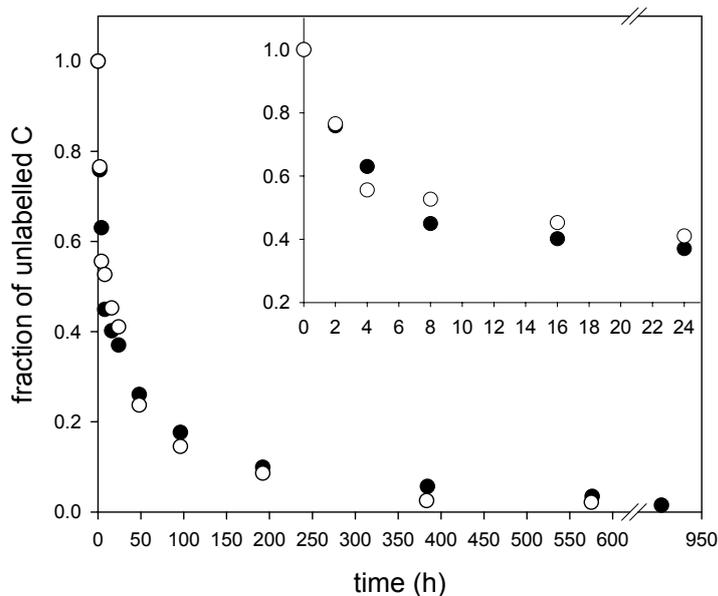
Plants of ryegrass (*Lolium perenne*, cv. Acento) were grown in four growth chambers in continuous light with an irradiance of  $275 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PPFD, a temperature of  $20^\circ\text{C}$  and a relative humidity of 85%. Stands were watered eight times per day with modified Hoagland nutrient solution. Two N treatments were established. Low N (N-) plants received  $1.0 \text{ mM NO}_3^-$  and high N (N+) plants  $7.5 \text{ mM NO}_3^-$ . The growth chambers formed part of an open  $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$  gas exchange and labelling system described by SCHNYDER ET AL. (2003). In each N treatment, one chamber received  $\text{CO}_2$  with a  $\delta^{13}\text{C}$  of  $-28.8\text{‰}$ , and the other  $\text{CO}_2$  with  $\delta^{13}\text{C}$  of  $-1.7\text{‰}$ . For labelling plants were swapped between chambers. Plants were harvested at different times following swapping (from 2 h up to 39 d), and LGZ and newly exported tissue (NT) were sampled as explained by LATTANZI ET AL. (2005).

The isotopic composition of LGZ and NT was analysed in an isotope-ratio mass spectrometer and the fraction of labelled C ( $f_{\text{labC}}$ ) and unlabelled C ( $f_{\text{unlabC}}=1-f_{\text{labC}}$ ) in tissues calculated using a two-component-mixing model (SCHNYDER und DE VISSER, 1999). The tracer kinetics in imported substrate was estimated according to LATTANZI ET AL. (2005).

## Results and Discussion

**Import kinetic of growth substrate** Fig. 2 shows the time course of  $f_{\text{unlabC}}$  in C substrates imported into the LGZ. In both N treatments, three different phases were detected. The first phase showed a rapid decrease, which lasted about 4 h in N+, and 8 h in N-. In the second phase  $f_{\text{unlabC}}$  decreased at a slower rate in both N treatments, but more so in N+. Both treatments reached similar values of  $f_{\text{unlabC}}$  at 48 h. Thereafter the kinetics of N- and N+ were virtually the same and  $f_{\text{unlabC}}$  gradually approached zero.

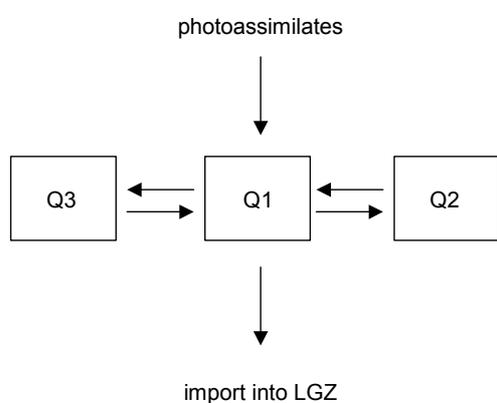
Three-term exponential functions described this tracer time-course very well in both N treatments, giving evidence for three distinct pools supplying the LGZ with substrates. A two-term exponential was not describing the data points well, and a four-term exponential did not improve the goodness of fit. N did not have an effect on the number of pools.



**Fig. 2:** Kinetic of the fraction of unlabelled carbon imported into the LGZ over time. Comparison of the low N ( $\bullet$ ) and the high N treatment ( $\circ$ )

### Structure of the pool model: half-times and importance of the pools

We then constructed a 3-pool model (Fig. 3) and implemented it in ModelMaker (Version 3.0.4; Cherwell-Scientific, Oxford, UK) to estimate the pool characteristics and exchange fluxes between pools (LATTANZI et al., 2005).



**Fig. 3:** Structure of the used model. Photoassimilates from photosynthesis are entering the first pool  $Q_1$  (transport pool). From there substrates are either transported directly to the LGZ or are first cycling through one of the two storage pools ( $Q_2$  and  $Q_3$ ).

Rate constants, describing the fluxes between pools, were optimized to fit the model to the experimental data points ( $R^2$  of the fit was 0.99 for N- and N+). From rate constants half-times ( $Q_x t_{0.5}$ ) and relative sizes of the pools ( $Q_x/\text{tillerC}$ ) were derived (Tab. 1). High N reduced the half-times of the two fast pools  $Q_1$  and  $Q_2$  to about half of the values of low N, but did not change the half-time of the long-term storage pool  $Q_3$ . N had only an effect on the relative size of  $Q_2$ ; it increased with N+. The relative size of the other pools was not influenced.

The result of a higher N status of the plant was that less photoassimilates were passed directly to the LGZ ( $p_{10}$  in Tab. 1), and more were cycled first through the short-term storage pool  $Q_2$  ( $p_{12}$ ).

**Tab. 1:** Results of the pool model. Half-times of the pools ( $Q_1 t_{0.5}$ ,  $Q_2 t_{0.5}$  and  $Q_3 t_{0.5}$ ), the relative size of the pools ( $Q_x/\text{tillerC}$ , in mgC per g tillerC) are shown. The probability,  $p$ , of C flowing directly to the LGZ ( $p_{10}$ ) or being stored in  $Q_2$  or  $Q_3$  before ( $p_{12}$ ,  $p_{13}$ ) entering the LGZ is also given ( $\pm$  standard error, SE).

	N-	N+
$Q_1 t_{0.5}$	71 min	40 min
$Q_1/\text{tillerC}$	2.6 mg g <sup>-1</sup>	2.5 mg g <sup>-1</sup>
$Q_2 t_{0.5}$	21 h	13 h
$Q_2/\text{tillerC}$	17.5 mg g <sup>-1</sup>	25.4 mg g <sup>-1</sup>
$Q_3 t_{0.5}$	7.2 - 8.2 d	6.4 - 6.7 d
$Q_3/\text{tillerC}$	36.9 mg g <sup>-1</sup>	35.3 mg g <sup>-1</sup>
$p_{10}$	0.53 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.07
$p_{12}$	0.38 $\pm$ 0.07	0.51 $\pm$ 0.07
$p_{13}$	0.09 $\pm$ 0.06	0.06 $\pm$ 0.04

## Discussion

We found that three distinct pools supplied C to leaf growth in both N treatments. High N decreased the half-times of the two fastest pools ( $Q_1$  and  $Q_2$ ), and increased the relative size of  $Q_2$ .

Substrate in  $Q_1$  was labelled very quickly ( $\sim 1$  h). For this,  $Q_1$  was titled “transport pool”. Precursors of sucrose, sucrose and amino acids in the cytosol and apoplast are possibly included in this pool, because the half-times of these are reported to be about 1 h (FARRAR, 1989). This pool represented less than 1% of tiller C, but about half of C substrates for leaf growth was directly supplied via this pool. With more N the importance of this pool decreased slightly.

The second pool,  $Q_2$ , probably consists of a mixture of vacuolar sucrose, fructans and amino acids, which have a reported half-time of 7-25h (FARRAR, 1989). For this we termed it “short-term storage pool”. This pool was affected most by N. The relative size of the pool increased with N, as did the importance in supplying the LGZ. Together the two fast pools provided more than 90% of the substrate, in both N treatments. Only the relation between the relative size of  $Q_1:Q_2$  changed. High N reduced the half-times of the two pools by about one half. This meant that the flux through the pools must have increased with N, since the relative size of the pools did not decrease. In fact it increased by 45%.

The long-term storage pool,  $Q_3$ , contributed less than 10% of the C flux to the LGZ. The half-time of this pool indicated that it contained substrates with a slow turnover. This could include C from protein turnover or fructans in leaf sheaths. The half-times, the relative size and the importance of this pool was not affected by N.

In conclusion we have shown that leaf growth in undisturbed *Lolium perenne* is primarily based on recent assimilates with a half-time less than 1 d, and largely independent of long-term stores. N did not change these relationships. This extends the findings of LATTANZI ET AL. (2005) and shows the rigidity of this pattern also under different N levels.

## References

- FARRAR J.F. (1989): Fluxes and turnover of sucrose and fructans in healthy and diseased plants. *Journal of Plant Physiology*, 134, 137-140.
- LATTANZI F.A., SCHNYDER H. und THORTTON B. (2004): Defoliation effects on carbon and nitrogen substrate import and tissue-bound efflux in leaf growth zones of grasses. *Plant Cell and Environment*, 27, 347-356.
- LATTANZI F.A., SCHNYDER H. und THORTTON B. (2005): The sources of carbon and nitrogen supplying leaf growth. Assessment of the role of stores with compartmental models. *Plant Physiology*, 137, 383-395.
- SCHNYDER H. und DE VISSER R. (1999): Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. *Plant Physiology*, 119, 1423-1435.
- SCHNYDER H., SCHÄUFELE R., LÖTSCHER M. und GEBINGT T. (2003): Disentangling CO<sub>2</sub> fluxes: direct measurements of mesocosm-scale natural abundance (CO<sub>2</sub>)-C-13/(CO<sub>2</sub>)-C-12 gas exchange, C-13 discrimination, and labelling of CO<sub>2</sub> exchange flux components in controlled environments. *Plant Cell and Environment*, 26, 1863-1874.

# Leistungsfähigkeit von Silomais in Monokultur und in Ackerfütterbaufolgentfolgen

R. Wulfes, T. Manning und H. Ott

FH Kiel, Fachbereich Landbau, Osterrönhof.

## Einleitung

Die Grundfutterproduktion in Milchvieh-/Fütterbaubetrieben Schleswig-Holsteins basiert im Wesentlichen auf Dauergrünland und Maisanbau in Monokultur auf humos-sandigen Böden der Geest. Der Maisanbau in Monokultur ist mit einer Reihe von Problemen behaftet, wie z. B. Bodenerosion, Humusabbau und Nährstoffverlagerung bei nicht vorhandener Pflanzendecke außerhalb der Vegetationsperiode. Angepasste N-Düngung zum Mais (WULFES et al., 2000) sowie Maisanbau in Fruchtfolgesystemen (VOLKERS, 2004) können besonders die Nährstoffeffizienz positiv beeinflussen. Vergleichende Untersuchungen verschiedener Ackerfütterbaufolgentfolgen über längere Zeit sind selten. Ziel dieser Untersuchung ist es, die Leistungsfähigkeit von Silomais in verschiedenen Ackerfütterbaufolgentfolgen für die Bedingungen auf einem typischen Ackerfütterbaustandort in Schleswig-Holstein längerfristig vergleichend zu untersuchen. Dazu werden erste Ergebnisse für den Silomais aus einer 3-jährigen Rotation unterschiedlicher Fruchtfolgen vorgestellt. Die Ergebnisse der gesamten Fruchtfolgen werden in einer parallelen Arbeit in diesem Band dargestellt (MANNING et al., 2006).

## Material und Methoden

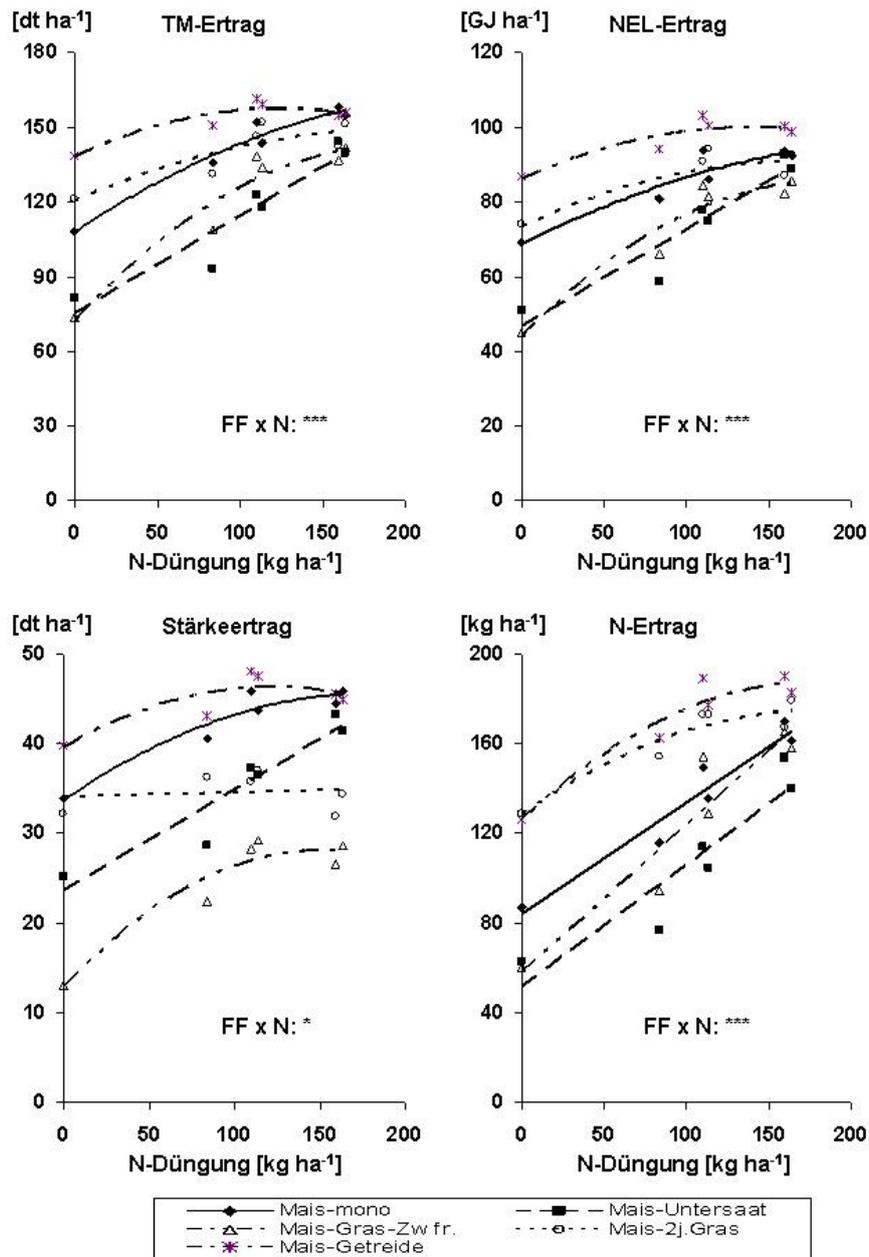
Der Feldversuch läuft seit 2001 auf dem Versuchsstandort Ostenfeld des Fachbereichs Landbau der Fachhochschule Kiel (IS, ca. 40 Bodenpunkte). Die dargestellten Ertragsparameter (TM-, NEL-, Stärke-, N-Ertrag) und Qualitätsparameter (TM-, NEL-, Stärke-, RP-Gehalt) für die Sorte Tassilo (FAO 200) stammen aus einer 3-jährigen Rotation (2002 – 2004) nach einer einjährigen Vorlaufzeit für die Etablierung der Vorfrüchte der einzelnen Fruchtfolgen. Übersicht 1 zeigt den Versuchsaufbau. Die N-Intensitäten beziehen sich nur auf den Mais. Die anderen Fruchtfolgentglieder wurden nach ähnlichem Schema aber Kulturart spezifisch gedüngt (vgl. MANNING et al., 2006).

Übersicht 1: Versuchsaufbau und untersuchte Merkmale

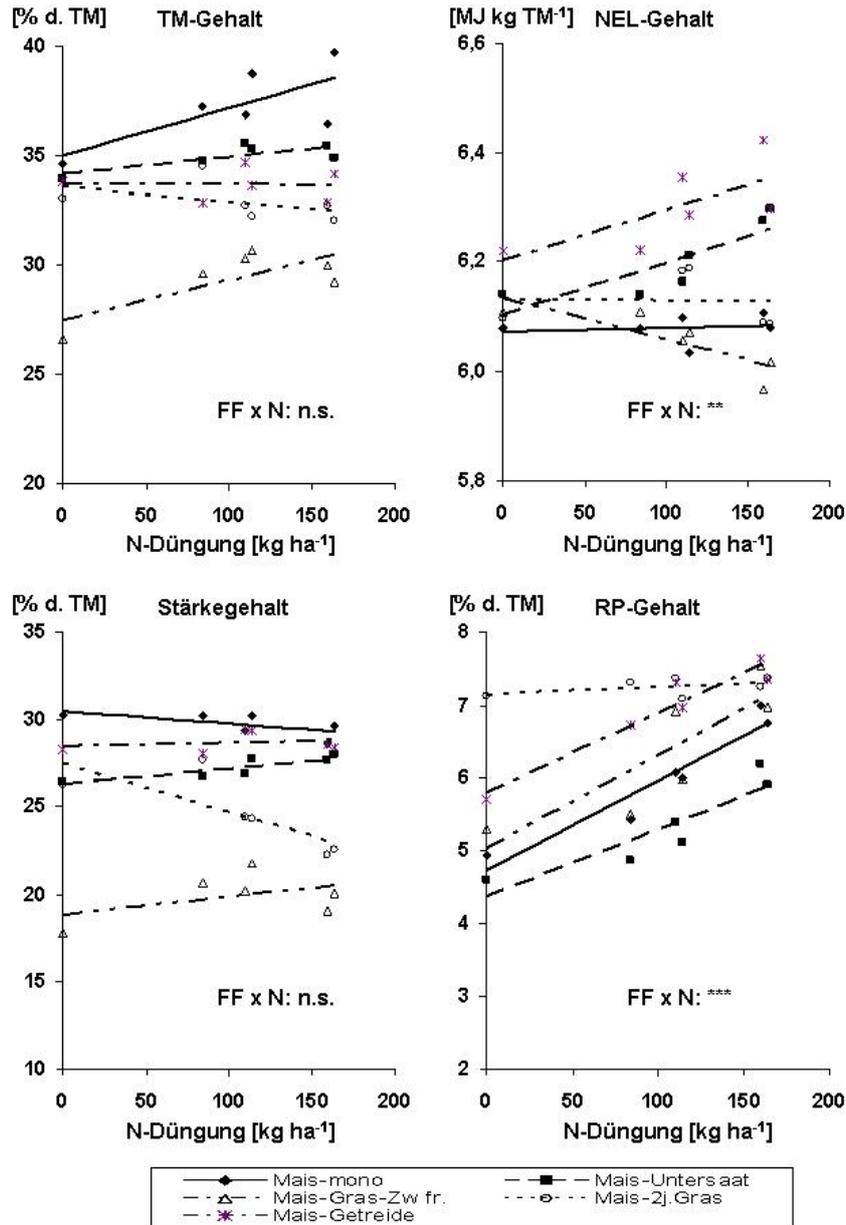
<b>Versuchsstandort:</b>	Ostenfeld (RD); Bodenart: IS, ca. 40 Bodenpunkte
<b>Versuchsanlage:</b>	Spaltanlage mit 3 Wiederholungen
<b>Versuchsfaktoren:</b>	<b>Faktorstufen</b>
1. Fruchtfolge (FF):	11 Mais-Monokultur 12 Mais-Monokultur mit Grasuntersaat 13 Mais-Monokultur mit Zw.fr. Nutzung Gras (1. Schnitt) 14 Mais-Ackergras-Ackergras 15 Mais-Wi-Weizen-GPS-Wi-Gerste-GPS-Ölrettich Zw.fr.
2. N-Düngungsintensität (N):	extensiv (0 bzw. 80 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> als Gülle) reduziert (110 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> min. bzw min. + Gülle) optimal (160 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> min. bzw min. + Gülle)
3. Gölledüngung (G):	0 20 m <sup>3</sup> (ca. 80 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )

## Ergebnisse und Diskussion

Die Varianzanalyse zeigte hohe ( $p < 0.01$ ) bis sehr hohe ( $p < 0.001$ ) Signifikanzniveaus für den Versuchsfaktor Fruchtfolge für alle untersuchten Parameter und mit Ausnahme der Stärke- und TM-Gehalte auch signifikante Wechselwirkungen mit der N-Intensität. Die Wechselwirkungen Fruchtfolge x Gülledüngung waren ausnahmslos nicht signifikant, so dass die Darstellung der Ergebnisse als Wechselwirkung Fruchtfolge x N-Düngung über lineare und quadratische Regressionen unter Einbeziehung aller Düngungsvarianten erfolgt (Abb. 1 und Abb. 2).



**Abb. 1:** Ertragsparameter des Maises in Abhängigkeit von der Fruchtfolge (FF) und der N-Düngung (N, mineralisch + Gülle). Regressionsstatistik siehe Tab. 1



**Abb. 2:** Qualitätsparameter des Maises in Abhängigkeit von der Fruchtfolge und der N-Düngung (mineralisch + Gülle). Regressionsstatistik siehe Tab. 1

Die Beziehungen zwischen den Ertragsparametern und der N-Düngung können größtenteils mit quadratischen Regressionen erfasst werden und sind überwiegend signifikant, während die Beziehungen für die Qualitätsparameter ausnahmslos linear abgebildet werden, allerdings nur selten signifikant sind (Tab. 1). Ertraglich (Abb. 1) schneidet der Mais in der Getreide-GPS Fruchtfolge bei allen N-Intensitäten am besten ab, nach der Gras-Zwischenfrucht am schlechtesten. Dem Mais nach der Gras-Zwischenfrucht fehlt auch offensichtlich die Zeit, ausreichend auszureifen, wie die geringeren Stärke- und TM-Gehalte zeigen (Abb. 2). Mit höherer N-Intensität werden die Unterschiede in den Silomaisserträgen der Fruchtfolgen geringer. Ertragssteigerungen des Silomaises durch höhere N-Intensitäten sind in der Getreidefruchtfolge und in der Ackergrasfruchtfolge am geringsten ausgeprägt, beim Mais nach der Gras-Zwischenfrucht am stärksten. Hier spiegeln

sich die unterschiedlich konservierten N-Mengen der organischen Substanz nach den verschiedenen Vorfrüchten wider, erkennbar am N-Entzug und am RP-Gehalt des Maises.

**Tab. 1:** Regressionsstatistik ( $r^2$ ,  $SE$ ) für die Beziehung zwischen Ertrags- und Qualitätsparametern des Silomais und der N-Düngung für die Fruchtfolgen

Ertragsparameter Fruchtfolge	TM-Ertrag		NEL-Ertrag		Stärkeertrag		N-Ertrag	
	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$
Mais-Mono	0,96**	4,35	0,89*	4,19	0,93*	1,62	0,94**	8,24
Mais-Untersaat	0,98**	8,68	0,90**	5,81	0,90**	2,50	0,87**	14,25
Mais-Gras Zw.fr.	0,93**	10,12	0,91*	6,27	0,91*	2,45	0,84**	18,56
Mais-2j. Ackergras	0,75ns	7,68	0,74ns	5,12	0,01ns	2,39	0,91**	7,40
Mais-Getreide GPS	0,86*	3,89	0,84ns	3,07	0,74ns	2,00	0,93*	8,27
Qualitätsparameter Fruchtfolge	TM-Gehalt		NEL-Gehalt		Stärkegehalt		RP-Gehalt	
	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$	$r^2$	$SE$
Mais-Mono	0,50ns	1,43	0,55ns	0,06	0,43ns	0,55	0,92**	8,24
Mais-Untersaat	0,58ns	0,44	0,84**	0,04	0,74*	0,36	0,83*	0,28
Mais-Gras Zw.fr.	0,57ns	1,07	0,68*	0,04	0,24ns	1,32	0,65ns	0,60
Mais-2j. Ackergras	0,20ns	0,90	0,00ns	0,05	0,64ns	1,42	0,68*	0,19
Mais-Getreide GPS	0,00ns	0,81	0,53ns	0,06	0,04ns	0,66	0,93**	0,21

$r^2$ : Bestimmtheitsmaß;  $SE$ : Standardfehler; \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ ; ns: nicht sign.

## Zusammenfassung

Aus einem mehrjährigen Feldversuch werden Ertrags- und Qualitätsdaten von Silomais aus unterschiedlichen Fruchtfolgen vorgestellt. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der N-Intensität und der Gülledüngung interpretiert.

## Literatur

- MANNING, T., WULFES, R. und OTT, H. (2006): Leistungsfähigkeit von Ackerfutterbaufruchtfolgen im Vergleich zu Silomais-Monokulturen (dieser Band).
- VOLKERS, K. (2004): Auswirkungen einer variierten Stickstoffintensität auf Leistung und Stickstoffbilanz von Silomais in Monokultur sowie einer Ackerfutterbaufruchtfolge auf sandigen Böden Norddeutschlands. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, CAU Kiel, 40.
- WULFES, R., OTT, H. und TAUBE, F. (2000): Effects of reduced nitrogen application rates on the herbage yield and quality of forage maize. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, Denmark, 140 – 142.

Der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft sei an dieser Stelle ganz herzlich für die finanzielle Unterstützung der Arbeit gedankt.

# Energiebewertung von Gras- und Kleeaufwüchsen – Vergleich von Schätzformeln zur Ermittlung der Energiekonzentration –

C. Berendonk

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Landwirtschaftszentrum Haus Riswick,  
Fachbereich Grünland und Futterbau, Kleve

## Einleitung:

Serienuntersuchungen zur Energiebewertung von Aufwuchsproben aus Sortenprüfungen oder anbautechnischen Versuchen mit Gräsern und Leguminosen des Dauergrünlandes basieren in der Regel auf Schätzformeln. Bei der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen sind derzeit vornehmlich zwei Methoden gebräuchlich. In der älteren Methode wird die Energiekonzentration im Aufwuchs von Frischgrasproben nach Analyse der Rohnährstoffgehalte, Rohasche, Rohfaser und Rohprotein geschätzt (Rohnährstoffformel). Die Schätzgenauigkeit dieser Methode wird vom Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie mit einem Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,63$  für den 1. Schnitt und  $r^2 = 0,31$  für die Folgeaufwüchse recht gering bewertet. Als Folge der Einführung der NIRS-Analytik eröffnete sich die Möglichkeit, weitere Parameter wie den Rohfettgehalt und die Gasbildung in Serienanalysen im Labor zu ermitteln und somit auch diese Parameter in die Schätzung der Energiekonzentration einzubeziehen (Gasbildungsmethode). Diese Methode hat den Vorteil, dass alle Aufwüchse mit der gleichen Formel geschätzt werden und dass bei einem Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,93$  die Schätzgenauigkeit erheblich verbessert wird.

Die Ergebnisse beider Schätzungen führen in Abhängigkeit von Pflanzenart und Pflanzenalter allerdings zeitweise zu sehr widersprüchlichen Ergebnissen. Die Gasbildungsmethode lieferte teilweise sehr unwahrscheinliche Werte. Anhand der Aufwuchsproben eines Versuches an den drei Standorten Kleve (Niederrhein), Dollendorf (Eifel) und Eslohe (Sauerland) in Nordrhein-Westfalen soll deshalb aufgezeigt werden, unter welchen Bedingungen beide Methoden besonders divergieren.

## Methodik:

Das Pflanzenmaterial für den Vergleich wurde einem Versuch zur Klärung der Frage nach der Veränderung der Energiekonzentration und Nutzungselastizität der wichtigsten Gräser und Leguminosen auf dem Dauergrünland im Frühjahr, Sommer und Herbst entnommen (Tabelle 1). Für die Untersuchungen wurden der 1., 3. und 5. Aufwuchs 2005 jeweils zu 3 Terminen im Abstand von 10 Tagen beprobt. In die Auswertungen wurden die Analyseergebnisse von Reinsaaten der Arten *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne* und *Trifolium repens* sowie einer Mischung aus *Lolium perenne* und *Trifolium repens* einbezogen.

Die Analyse der Rohnährstoffgehalte erfolgte mit der NIRS-Methode. Die Energiekonzentration im Aufwuchs wurde mit den vom Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GFE, 1998) empfohlenen Formeln geschätzt (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Formeln zur Schätzung des Energiegehaltes in Dauergrünlandaufwüchsen**

**Rohnährstoffformel (RN):**

1. Schnitt:  $ME_{RN} = 14,06 - 0,0137 * XF + 0,00483 * XP - 0,0098 * XA$ , ( $r^2=0,63$ )

weitere Schnitte:  $ME_{RN} = 12,47 - 0,00686 * XF + 0,00388 * XP - 0,01335 * XA$ , ( $r^2=0,31$ )

**Gasbildungsformel (GB):**  $ME_{GB} = 1,12 + 0,4348 * XL - 0,0002915 * XL * XA + 0,000278 * XL * XP - 0,003997 * XL * XL - 0,003699 * Gb * XL + 0,001896 * Gb * Gb$ , ( $r^2=93$ )

$NEL = ME * (0,48 + 10,37 * ME / (1000 - XA))$  (WEISSBACH et al., 1996)

**XA** = Rohasche in g/kg T

**XP** = Rohprotein in g/kg T

**XF** = Rohfaser in g/kg T

**XL** = Rohfett in g/kg T

**Gb** = Gasbildung in ml/200mg T

**ME** = umsetzbare Energie in MJ/kg T

**NEL** = Nettoenergie Laktation in MJ/kg T

## Ergebnisse und Diskussion:

Die Unterschiede zwischen beiden Methoden sind besonders ausgeprägt im Frühjahr im 1. Aufwuchs. Besonders bei frühem Schnitt liefert die Schätzung mit der „Rohnährstoffformel“ höhere Energiekonzentrationen als die Schätzung mit der „Gasbildungsformel“ (siehe Abb. 1-3). Die größten Unterschiede bestehen im 1. Aufwuchs bei *Trifolium repens* und den spät schossenden Sorten von *Lolium perenne*. Bei der Berechnung mit der Rohnährstoffformel nimmt bei *Lolium perenne* die Energiekonzentration mit zunehmendem Pflanzenalter im 1. Aufwuchs sukzessive ab, bei der Berechnung mit der Gasbildungsformel hingegen zu. Bei den stärker schossenden Arten *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata* und *Poa pratensis* sind die Unterschiede zwischen den Methoden etwas weniger ausgeprägt.

Die Darstellung der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt in Abb. 4 und 5 bestätigt die Vermutung, dass die Unterschiede zwischen den Methoden sehr stark vom Pflanzenalter beeinflusst sind, denn im 1. Aufwuchs zeigt sich eine deutliche Interaktion zwischen Rohfasergehalt und Methode. Bei niedrigen Rohfasergehalten, ca. unter 22-23 %, wie sie bei intensiv genutzten Flächen häufig angetroffen werden, führen beide Methoden zu erheblichen Differenzen in den Energiegehalten, während in den Sommer- und Herbstaufwüchsen die Abweichungen zwischen den Methoden geringer sind und nicht mehr primär durch den Rohfasergehalt erklärt werden können.

## Fazit:

Die Umstellung der Energiebewertung in Serienuntersuchungen von Frischgrasproben aus dem Dauergrünland hat sehr häufig eine Verschlechterung der Energiebewertung des Grünlandgrundfutters zur Folge. Besonders betroffen sind junge Aufwüchse von *L. perenne* und *T. repens* im 1. Schnitt im Frühjahr. Es besteht dringender Handlungsbedarf, die Energieschätzung dieser Grundfuturaufwüchse durch in-vivo-Versuche zu überprüfen.

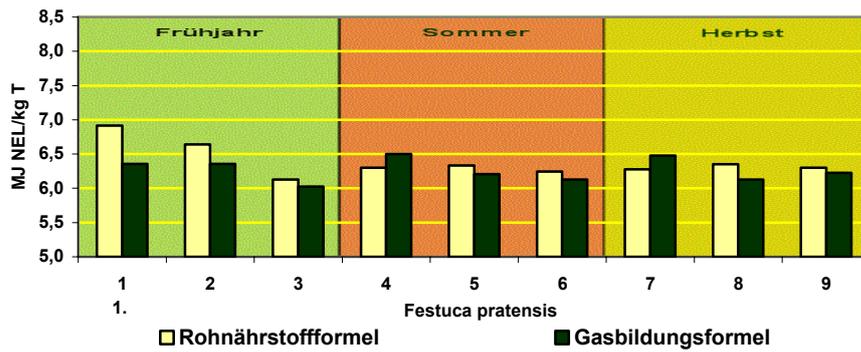


Abb. 1: Einfluss der Methodik der Energieschätzung bei *Festuca pratensis*

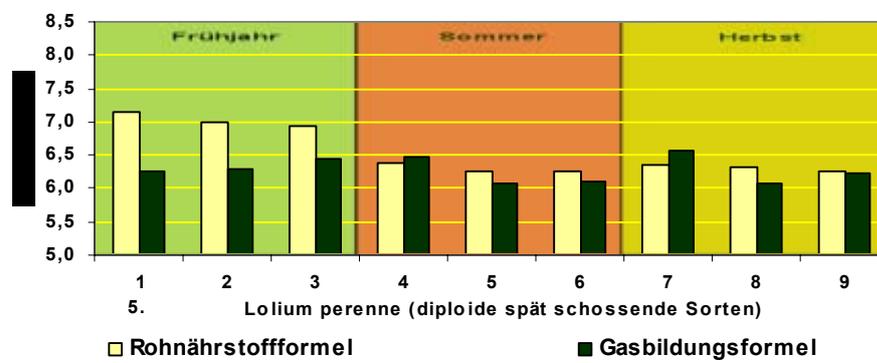


Abb. 2: Einfluss der Methodik der Energieschätzung bei *Lolium perenne*

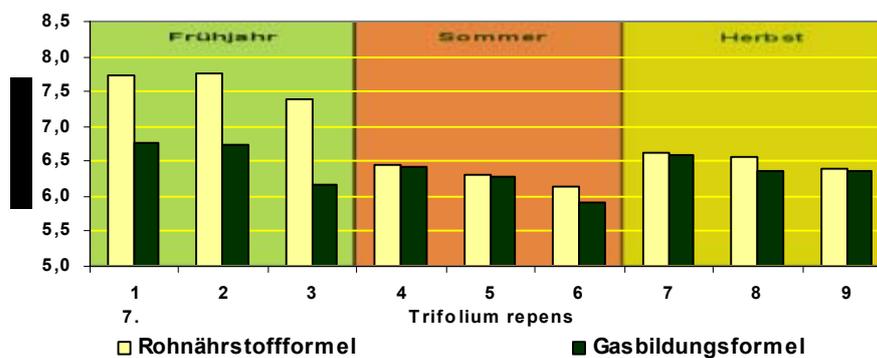


Abb. 3: Einfluss der Methodik der Energieschätzung bei *Trifolium repens*

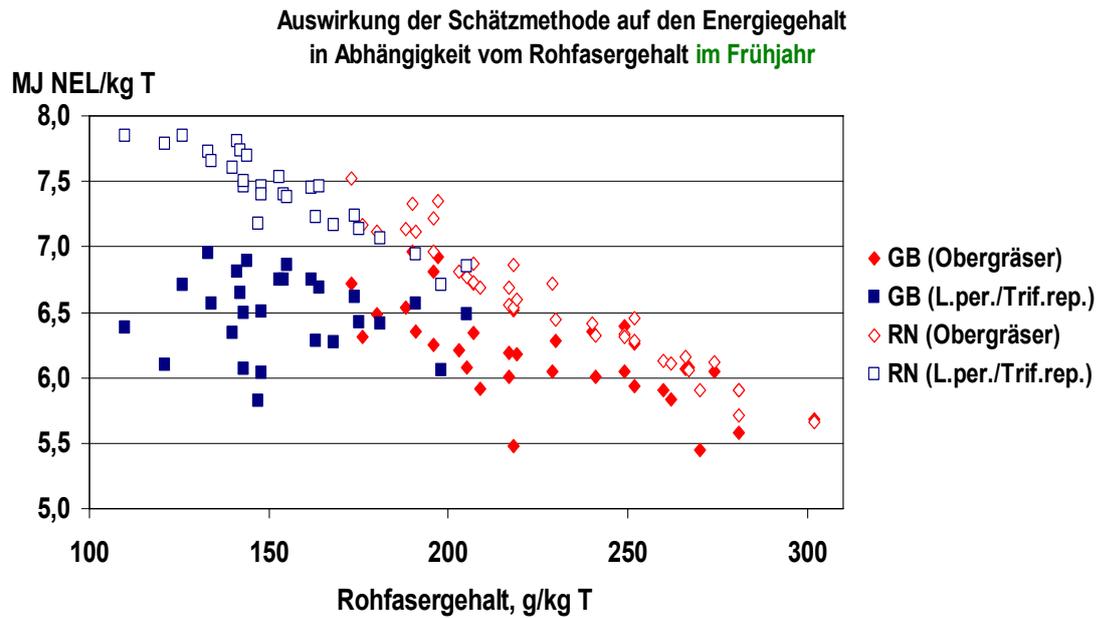


Abb. 4

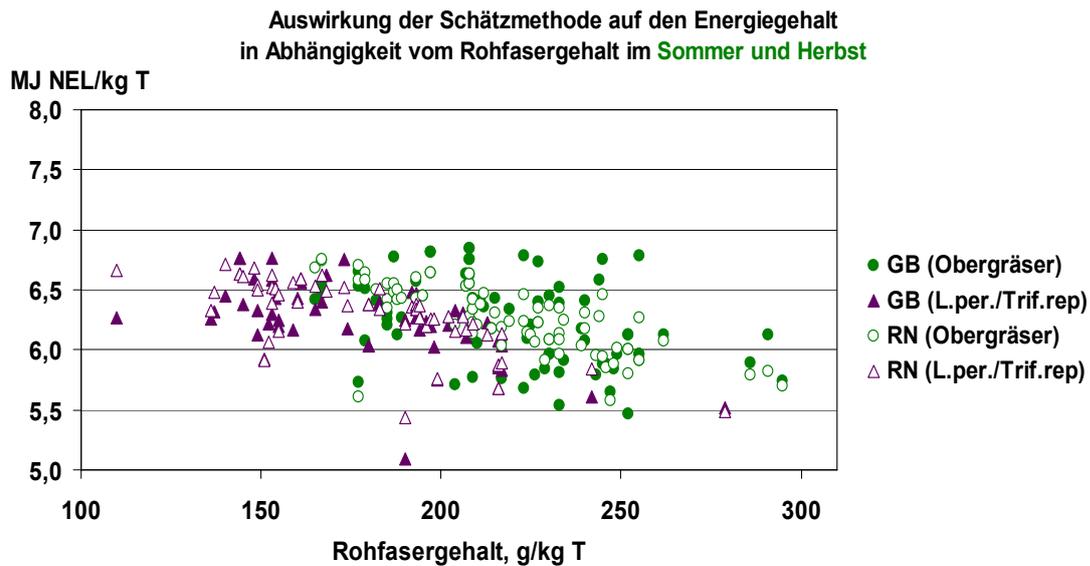


Abb. 5

### Literatur:

GSF, GESELLSCHAFT FÜR BEDARFSNORMEN (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 7, 141 - 150.

WEISSBACH, F., SCHMIDT, L. und KUHLA S. (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 5, 117.

# Ein Versuch zur Bekämpfung der Flatterbinse (*Juncus effusus*) unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus

R. Bockholt, R. Stephan, C. Ehlers und A. Wittchen

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock / Gut Zingst/ Firma Kalinke

## Einführung

Die Flatterbinse (*Juncus effusus*) nimmt unter dem Einfluss der Extensivierung des Dauergrünlandes seit 1992 in Mecklenburg Vorpommern (auch in Niedersachsen und Schleswig-Holstein) ständig zu. Von diesen unschönen und futterwirtschaftlich ungünstigen Veränderungen des feuchten Dauergrünlandes sind Betriebe des ökologischen Landbaus und Naturschutzgebiete besonders betroffen. Bei intensiver Grünlandnutzung sind wirkungsvolle Bekämpfungsmethoden bekannt (Herbizideinsatz, Entwässerung, Umbruch und Neuansaat der Altnarbe), diese sind aber im Ökologischen Landbau und bei der Naturschutzgerechten Grünlandnutzung nicht erlaubt.

## Standortverhältnisse / Lösungsweg / Parzellenversuch

Es handelt sich um Dauergrünland im Kurort Prerow an der Ostseeküste Mecklenburg – Vorpommerns, langjährige Klimamittel sind: Jahresniederschlag 599 mm, Jahresmitteltemperatur 8° C. Der Bodentyp ist ein Feinsandgley der Wasserstufe 3+ mit einem Sommer-Grundwasserniveau von 40-60 cm. Die Nährstoffversorgung des Bodens war zu Beginn des Versuches in B (Phosphor), B (Kalium), C (Magnesium) und C (pH-Wert = 4,9) eingestuft.

**Faktor A:** Düngung mit im ökologischen Landbau erlaubten Düngemitteln (4 Stufen: ohne Düngung, Düngung mit Magnesia-Kainit (100 kg K/ha), Düngung mit Patent - K (100 kg K/ha), Düngung mit Patent - PK (35 kg P/ha, 100 kg K/ha)

**Faktor B:** Schnitthäufigkeit (3 Stufen: Ohne Nutzung = Sukzession, 2 bzw. 3 Schnitte)

**Faktor C:** Einsaat einer Rotklee - Weidelgrasmischung (2 Stufen: mit und ohne)

**Faktor D:** vertikale Dränage mit einem Gerät zur Bodenlockerung für die Rasenpflege „Verti - Drän“, 2 Stufen, mit und ohne Verti – Drän

**Faktor (E):** Zusätzlich innerhalb der Parzellen; unterirdisches Abschneiden der Wurzeln in 2 cm Bodentiefe mit einem Gerät zur Gewinnung von Rollrasen (2 Stufen, mit und ohne Unterschneidung); keine separate Parzellenernte, Auswertung nur in Bezug auf die botanische Zusammensetzung

## Ergebnisse

### 1. Ertrag, Futterqualität und Nährstoffentzug

Das ursprüngliche Ertragsniveau von 43 dt TM/ha (ohne Düngung) konnte durch die im Ökologischen Landbau erlaubte Kalium- und Phosphor-Kaliumdüngung entscheidend erhöht werden: Während die Erträge durch die Variation der Schnittnutzung nur unwesentlich beeinflusst worden sind, brachten die Einsaat einer Klee-Grasmischung und der Einsatz der vertikalen Dränage Mehrerträge.

Auf Stickstoffmangel des Standortes weisen die geringen Erträge, auf Kaliummangel des Standortes weisen die geringen Kaliumgehalte des Futters der ungedüngten Parzellen in Verbindung mit deren Ertragsniveau hin. Kaliummangel tritt deutlich in Erscheinung, während Phosphormangel trotz schlechter Versorgungsstufe des Bodens nicht wirksam wurde. Ohne mineralische Stickstoffdüngung und mit geringem Leguminosenanteil lieferte die Grasnarbe je nach Jahreswitterung jährlich 70 bis 130 kg N/ha im Futterertrag.

## 2. Botanische Zusammensetzung

In der Ausgangssituation dominierten *Agrostis stolonifera* (24%, *Juncus effusus* (10%) und *Ranunculus repens* (9%) vor *Lolium perenne* (7%; Einsaat!) und *Trifolium repens* (5%). Die Düngung wurde schon seit 1992, 2 Jahre vor dieser Auswertung differenziert durchgeführt. Die Kaliumsulfat – Variante war deshalb schon zu Beginn der Auswertung (1994) durch geringere Anteile von Flatterbinse begünstigt.

**Tab. 1:** Ertrag, Qualität u. Entzug im Parzellenversuch „Flatterbinsen in Prerow“

Faktoren	TM (dt/ha)	Roh- Protein dt/ha	N (%)	P (%)	K (%)	Entzug N (kg)	Entzug P (kg)	Entzug K (kg)
<b>A: Düngung</b>								
Ohne Düngung	42,6	5,7	2,1	0,32	0,64	92	14	29
Patent – PK	59,1	7,0	1,9	0,32	1,75	113	19	105
Mg-Kainit	54,6	6,1	1,8	0,30	1,52	97	16	84
Patent-Kali	52,6	6,2	1,9	0,33	1,24	100	17	66
<b>B: Schnitte</b>								
2 Schnitte	52,8	6,1	1,8	0,30	1,21	97	16	68
3 Schnitte	51,6	6,5	2,0	0,33	1,36	104	17	74
<b>C: Einsaat</b>								
Ohne Einsaat	50,3	6,0	1,9	0,32	1,29	94	16	68
Mit Einsaat	54,1	6,5	1,9	0,32	1,29	106	17	74
<b>D: Verti-Drän</b>								
O. Verti –Drän	49,8	6,0	1,9	0,32	1,28	96	17	74
Mit Verti -Drän	54,6	6,6	1,9	0,32	1,29	105	16	68
<b>Gesamtmittel</b>	<b>52,2</b>	<b>6,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,32</b>	<b>1,29</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>71</b>
Jahr 2004	64	8,2	2,1	0,32	1,43	132	21	93
Jahr 2005	41	4,3	1,7	0,31	1,15	68	12	48

## 3. Anteile der Flatterbinse in Abhängigkeit von den Prüffaktoren und Stufen

Alle Maßnahmen haben sich positiv, also reduzierend auf die Flatterbinse ausgewirkt, so dass eine Kombination von Maßnahmen in Bezug auf die Zurückdrängung der Flatterbinse den größten Erfolg verspricht.

Ohne Düngung nehmen die Anteile von Flatterbinse zu, während bei Kaliumdüngung und Kaliumphosphatdüngung keine Tendenz des Anstiegs zu erkennen ist. Die Düngung mit Kaliumsulfat tritt als positive die Flatterbinsen reduzierende Variante in Erscheinung.

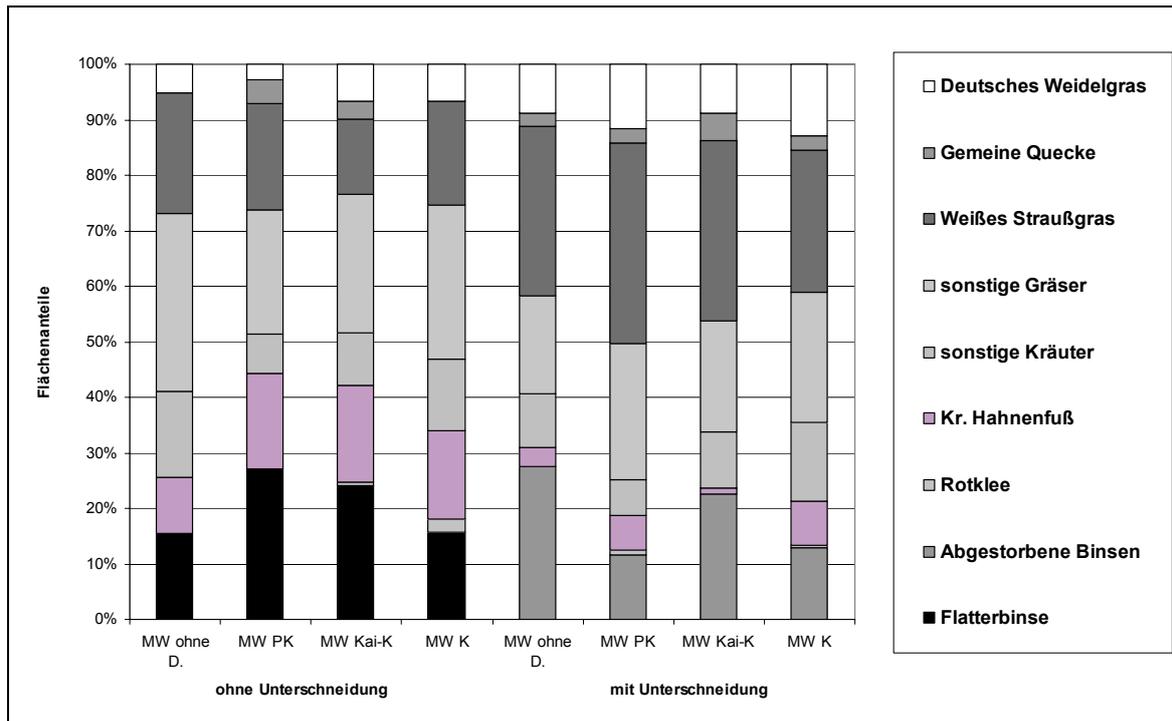


Abb. 1: Botanische Zusammensetzung am 3.6.2004, nach Durchführung der Maßnahmen

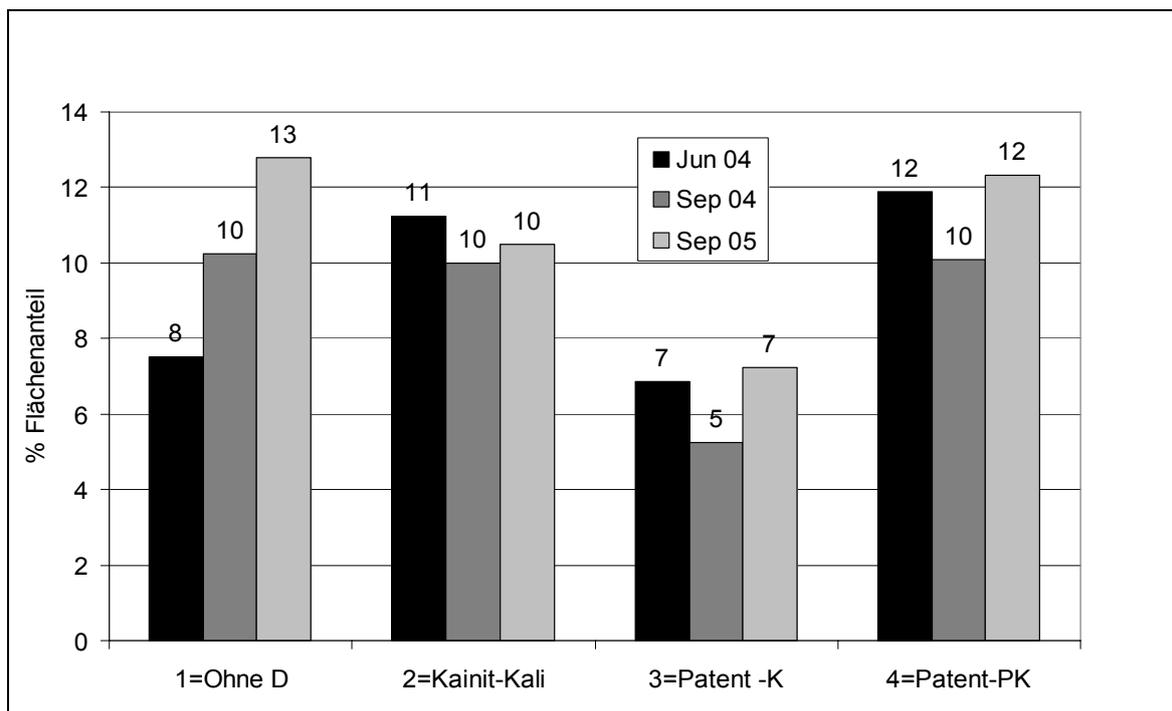
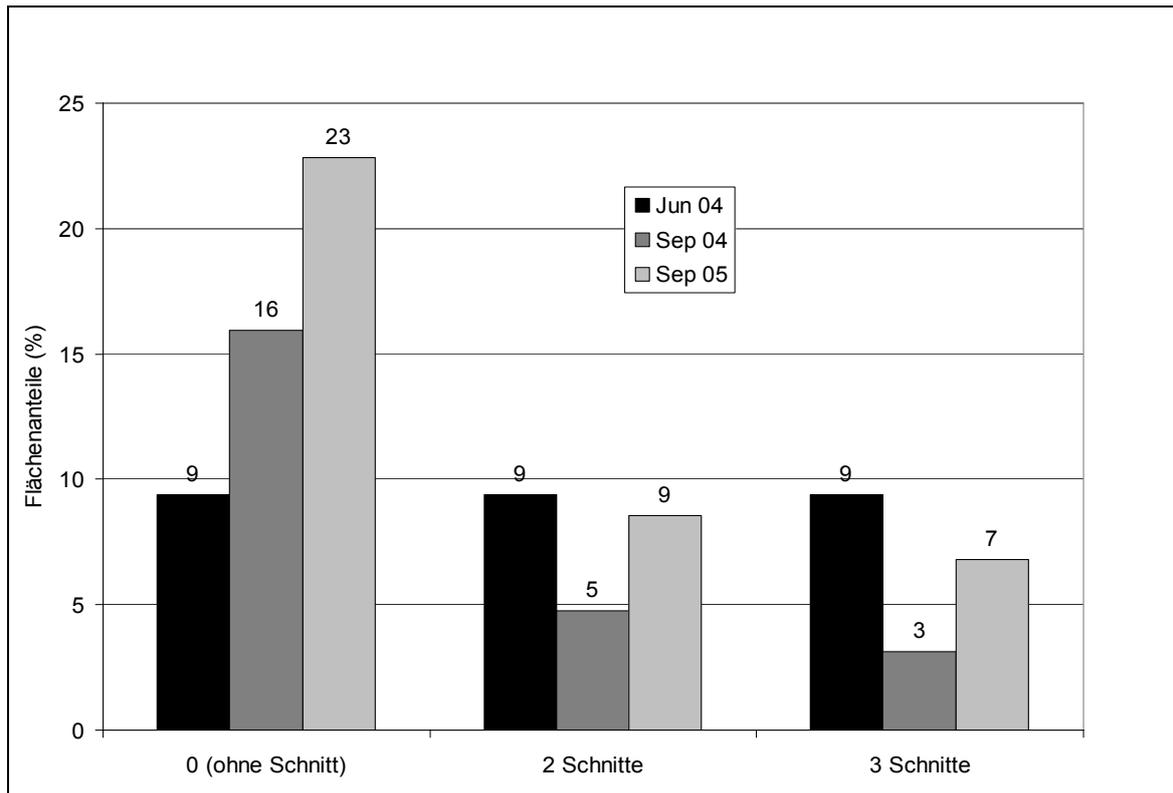
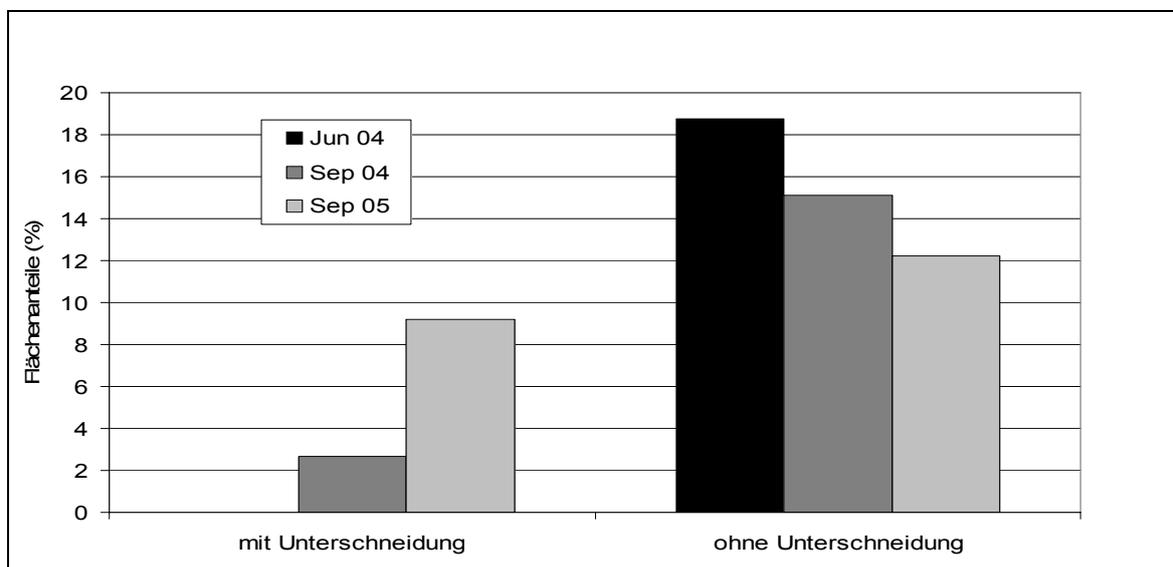


Abb. 2: Mittelwerte der Flatterbinse in Abhängigkeit von der Düngung



**Abb. 3:** Mittelwerte der Flatterbinse in Abhängigkeit von der Schnittfrequenz



**Abb. 4:** Anteile der Flatterbinse mit und ohne Unterscheidung in 2 cm Bodentiefe

Diese positive Wirkung des Kaliumsulfats kann aber zur Zeit von den Versuchsanstellern nicht noch erklärt werden. Ohne Schnittnutzung nimmt der Anteil der Flatterbinse ebenfalls kontinuierlich zu, während der Anteil durch 2 oder 3 Schnitte auf einem wesentlich tieferen Niveau gehalten werden kann. Die Zweischnittnutzung zeigt gegenüber der 3-Schnittnutzung keinerlei Nachteile. Das Abschneiden der Wurzeln in 2 cm Bodentiefe wirkte sofort 100 %ig. Das Ergebnis ist 0 % Flatterbinse, sofern die Schneidmesser nicht abrutschen. Aber das Rohrglanzgras, das für die 2-Schnittnutzung auf solchen Standorten gut geeignet ist, wurde ebenfalls radikal vernichtet. Deshalb und auch, weil aus der

Sicht der Futterbewertung gute, aber kleinwüchsige Rasengräser gefördert werden, sollte man diese Maßnahme nur auf die Weideflächen beschränken. Nach einem Jahr beginnen die Flatterbinsen aber, sich zu regenerieren, so dass die Maßnahme nach 2 Jahren, spätestens nach 3 Jahren wiederholt werden muss. Die Einsaat von Rotklee – Weidelgras - Gemischen und die vertikale Dränage können ebenfalls gravierend zur anteiligen Reduzierung der Flatterbinse beitragen, wenn auch die Differenzen des prozentualen Anteils zwischen behandelten und unbehandelten Varianten nach vertikaler Dränage in den Folgejahren wieder abnehmen.

**Tab. 2:** Anteile der Flatterbinse in Abhängigkeit von vertikaler Dränage und Einsaat in %

Faktoren und Stufen	Juni 2004	September 2004	September 2005
<b>Verti-Drän</b>			
Ohne Verti-Drän	9 %	18 %	12%
Mit Verti-Drän	9 %	7%	9%
<b>Einsaat</b>			
Ohne Einsaat	10 %	13 %	14 %
Mit Einsaat	8 %	4%	6 %
<b>Unterschneidung</b>			
Ohne Unterschneidung	19 %	15 %	12%
Mit Unterschneidung	0 %	3 %	9%

**Tab. 3:** Schädigung bzw. Förderung von Gräsern durch Abschneiden der Wurzeln

Vernichtete Arten	Geförderte Arten
Flatterbinse ( <i>Juncus effusus</i> )	Deutsches Weidelgras ( <i>Lolium perenne</i> )
Rohrglanzgras ( <i>Phalaris arundinacea</i> )	Flechtstraußgras ( <i>Agrostis stolonifera</i> )
Ufersegge ( <i>Carex riparia</i> )	

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

K- Düngung, PK – Düngung, 2- oder 3- Schnittnutzung, Einsaat, vertikale Dränage und Abschneiden der Wurzeln in 2 cm Tiefe sind Maßnahmen, durch die die Flatterbinse anteilmäßig reduziert werden kann. Am wirksamsten sind die regelmäßige Schnittnutzung und das Abschneiden der Wurzeln in 2 cm Tiefe. Während 2- und 3-Schnittnutzung nicht 100%ig, aber nachhaltig wirkten, wirkte die Unterschneidung sofort mit 100%igem Erfolg. K-Düngung, mindestens 2-Schnittnutzung und Einsaaten mit hochwertigen Rotklee – Grasgemischen sind bei Verwendung der Flächen für Heu und Silagebereitung zu empfehlen. Das Abschneiden der Wurzeln wird nur bei Weidenutzung empfohlen, da außer der Flatterbinse auch hoch wachsende, für die Schnittnutzung sehr gut geeignete Gräser geschädigt und andererseits für Weidenutzung geeignete Gräser gefördert werden.

# Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneusaaten

## Teil 1: Trockenmasseertrag und Energiegehalte, Teil 2: Stickstoffeffizienz

M. Elsäßer

Bildungs- und Wissenszentrum fuer Viehhaltung, Gruenlandwirtschaft,  
Wild- und Fischereiforschung, Aulendorf

### Abstract

The optimum management intensity of grassland swards is mainly judged by dry matter (DM)- and protein-yields. For the sustainable use of grassland systems the efficiency of the applied nitrogen and technical equipment has also to be considered.

In an experiment in Aulendorf, South Germany, 9 different variants of grassland swards (renewed grassland with late and early varieties of *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Medicago sativa*) with different cutting frequencies (4 to 6 per year) and different date of first harvest of primary growth were compared and judged to their efficiency in view of yields of dry matter, crude protein and net energy. Moreover the N-efficiency has to be determined.

After 5 experimental years (2001 - 2005; not all investigation data yet available), the results show, that legume based grassland swards are much higher in N-efficiency than grass based swards (in average 46,7 kg DM kg<sup>-1</sup> N for grass-based swards compared with 114,8 for white clover and 220,5 kg DM kg<sup>-1</sup> N for lucerne). Dry matter yields were highest in lucerne variants with 4 cuts, also even the amount of net-energy was highest in both lucerne swards. In grass based swards net-energy could be increased by high utilisation frequency. The results suggested, that the optimum intensity of grassland use in South-Germany depends on the reference factor. Highest forage quality in grassland growths will be obtained with high cutting frequency; highest N-efficiency by 4 cuts. A main factor for sustainable farming systems is the use of legumes.

### Introduction

The intensity of grassland production depends on local attributes of the grassland site and the specific use of the produced forage. Moreover „optimum intensity“ is depending on economic factors and agropolitical structures. Doubtless high yielding dairy cows need a high energy density in their forage. If such forage should be produced from permanent grassland, it is to investigate if highest cutting intensity gave the highest yields and a sufficient energy density. Further it is to ask, if the use of the applied mineral nitrogen, as a main factor in energy consumption on farm level is efficient. Results of former investigations show (WHITEHEAD, 1995; ELSAESSER, 1999; KELM ET AL., 2003), that N-delivery is rather low for grassland, but could be increased fundamentally by using legumes. Additionally the efficiency of nitrogen application is to increase by legumes. The objective of the 2001 installed experiment in Aulendorf was to investigate the effects of high intensive production on grassland with different yield parameters.

## Materials and methods

In spring 2001, 9 seed-variants of grassland and forage mixtures were sown on a field of the experimental station in Aulendorf, which was used before as temporarily grassland (South Germany, altitude mASL 590, average yearly rainfall: 900mm). The variants are tested under different utilization conditions with 4 replications. Plot size was 1,5 x 6,0 m. All variants were sown with a basic seed mixture and received additional species (table 1). Details of seed mixtures and utilization regime are given in table 2.

**Tab. 1:** Basic seed mixture

Species	Cultivars	Var. 1-5	Var. 6,7	Var. 8,9
<i>Lolium perenne</i>	Toledo, Respect, Recolta: middle	6 kg ha <sup>-1</sup>	8 kg ha <sup>-1</sup>	3 kg ha <sup>-1</sup>
<i>Festuca pratensis</i>	Cosmolit	5 kg ha <sup>-1</sup>	7 kg ha <sup>-1</sup>	8 kg ha <sup>-1</sup>
<i>Phleum pratense</i>	Tiller, Lirocco	5 kg ha <sup>-1</sup>	5 kg ha <sup>-1</sup>	7 kg ha <sup>-1</sup>
<i>Poa pratensis</i>	Lato, Oxford	4 kg ha <sup>-1</sup> ;	6 kg ha <sup>-1</sup>	4 kg ha <sup>-1</sup>
<i>Festuca rubra</i>	Gondolin	3 kg ha <sup>-1</sup>	3 kg ha <sup>-1</sup>	0 kg ha <sup>-1</sup>
<i>Trifolium repens</i>	Lirepa	2 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>

**Tab. 2:** Mixture variants and cutting frequency

Var- iant	Basic seed mix- ture (see table 1) plus	Cultivars	Date of 1st cut 2001/02/03	Cutting frequency	Fertili- sation kg N ha <sup>-1</sup>
1	<i>Lolium perenne</i> 10 kg ha <sup>-1</sup>	Labrador, Sambin (early)	9.5./8.5./6.5.	6	340
2	<i>Lolium perenne</i> 10 kg ha <sup>-1</sup>	Labrador, Sambin (early)	9.5./8.5./6.5.	5	250
3	<i>Lolium perenne</i> 10 kg ha <sup>-1</sup>	Parcour, Linocta (late)	9.5./8.5./6.5.	5	250
4	<i>Lolium perenne</i> 10 kg ha <sup>-1</sup>	Parcour, Linocta (late)	9.5./8.5./6.5.	4	180
5	<i>Lolium perenne</i> 10 kg ha <sup>-1</sup>	Parcour, Linocta (late)	16.5./16.5./16.5.	5	250
6	<i>Trifolium repens</i> 6 kg ha <sup>-1</sup>	Lirepa	9.5./8.5./6.6.	5	90
7	<i>Trifolium repens</i> 6 kg ha <sup>-1</sup>	Lirepa	16.5./16.5./16.5.	4	90
8	<i>Medicago sativa</i> 3 kg ha <sup>-1</sup>	Europe	16.5./16.5./16.5.	4	90
9	<i>Medicago sativa</i> 3 kg ha <sup>-1</sup>	Europe	25.5./16.5./5.6.	3	60

## Results and Discussion

### Drymatter and energy yields

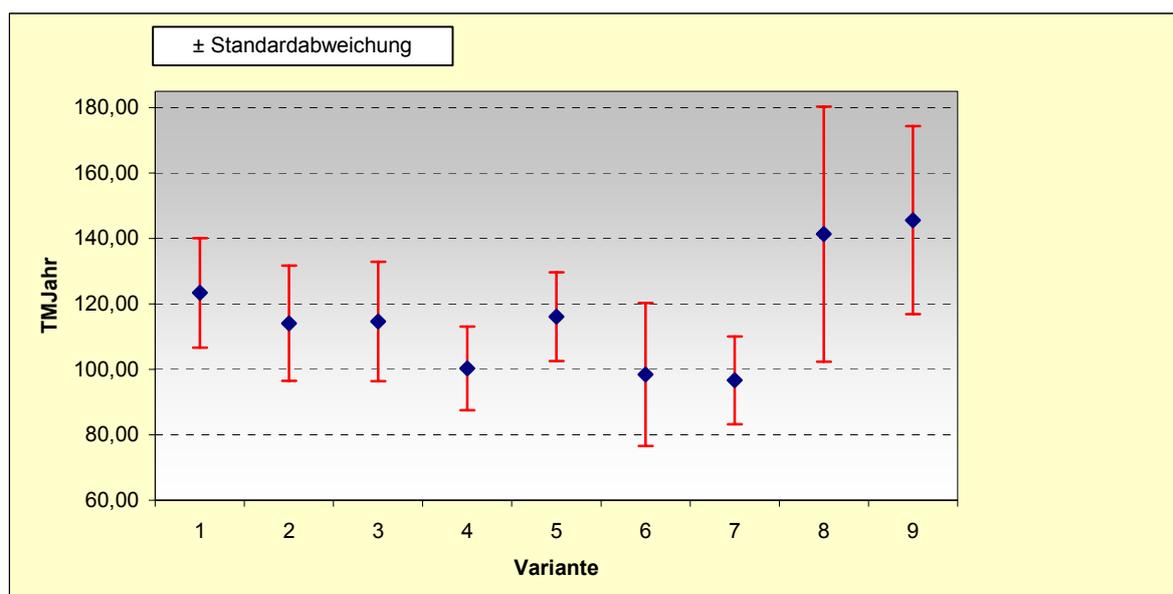
The seed variants differed widely in DM-yield per ha and year (table 3 and figure 1). Highest yields were obtained with 14,1 and 145,6 t DM ha<sup>-1</sup> for both of the lucerne variants, but the first cut at optimum stage (early = beginning of May) had higher dry matter and energy yields. Grass variants were lower and some of them were significantly differ-

ent to lucerne. The rise of cutting frequency from 4 to 5 and moreover to 6 cuts per year gave DM yields of 10,0, 11,4 and 12,3 t ha<sup>-1</sup> and increased the energy yields (table 4) from 62,3, 69,5 to 77,0 GJ NEL ha<sup>-1</sup>. The comparison between early and late cultivars of *Lolium perenne* (var. 2 and 3), both used in optimum stage, showed same results, but gave no significant differences in energy yield, N-yield and N-efficiency. Also the effects of date of first cut were negligible, because parameters gave no significant difference between the same cultivars of *Lolium perenne* (variants 3 and 5). Even the energy yields were nearly the same, however the amounts of net energy differed markedly. The swards with *white clover* gave lowest drymatter and net energy yields.

Great variations are visible between the experimental years. The dry conditions in 2003 resulted nearly in all variants in lower drymatter yields. Similiar yields could only be observed in *lucerne* variants, which were both nearly the same and much higher than all of the other variants (Figure 1).

**Tab. 3:** DM-yields (2001-2005 in t ha<sup>-1</sup>)

Variant and cultivar	Cutting time	Cuts	2001	2002	2003	2004	2005	Mean values
1 <i>Lolium per.</i> early	early	6	13,7	14,1	9,8	12,5	11,6	<b>12,3</b>
2 <i>Lolium per.</i> early	early	5	11,8	13,7	9,0	12,3	10,3	<b>11,4</b>
3 <i>Lolium per.</i> late	early	5	12,4	13,8	8,9	12,1	10,2	<b>11,5</b>
4 <i>Lolium per.</i> late	early	4	10,7	11,7	8,3	9,7	9,7	<b>10,0</b>
5 <i>Lolium per.</i> late	late	5	12,1	13,2	9,4	11,8	11,5	<b>11,6</b>
6 <i>Trifolium repens</i>	early	5	12,1	12,4	7,7	8,3	8,7	<b>9,8</b>
7 <i>Trifolium repens</i>	late	4	10,8	11,2	7,8	9,4	9,2	<b>9,7</b>
8 <i>Medicago sativa</i>	late	4	15,4	18,2	15,5	12,1	9,5	<b>14,1</b>
9 <i>Medicago sativa</i>	very late	4	14,0	15,8	16,9	15,0	11,1	<b>14,6</b>
<b>Mean values</b>			<b>12,5</b>	<b>13,8</b>	<b>10,4</b>	<b>11,5</b>	<b>10,2</b>	



**Fig. 1:** Drymatter yields per year in dt ha<sup>-1</sup> (2001 - 2005)

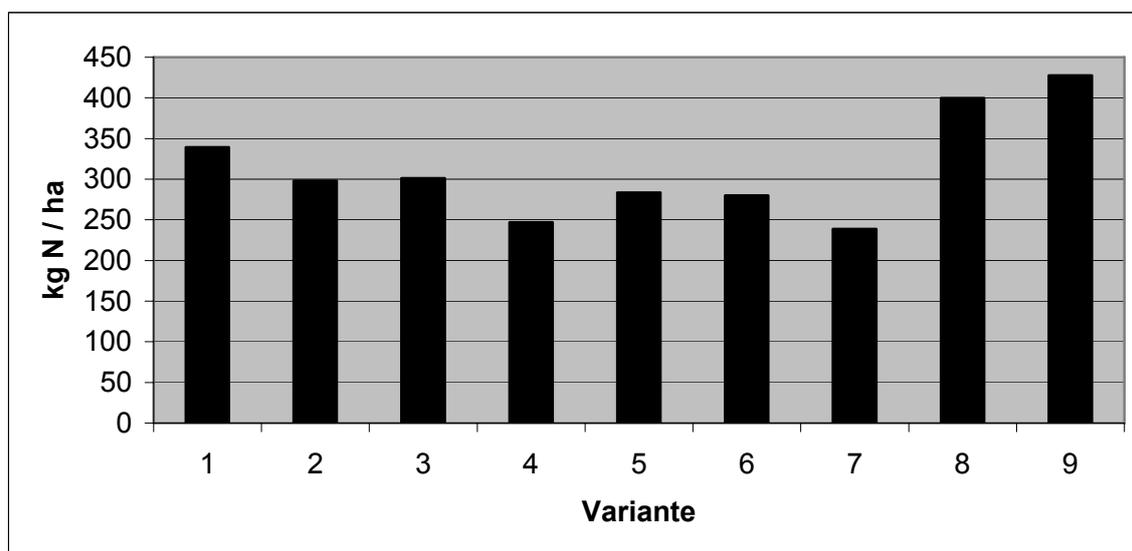
**Tab. 4:** Energy yields, N delivery and N efficiency (2001 - 2003)

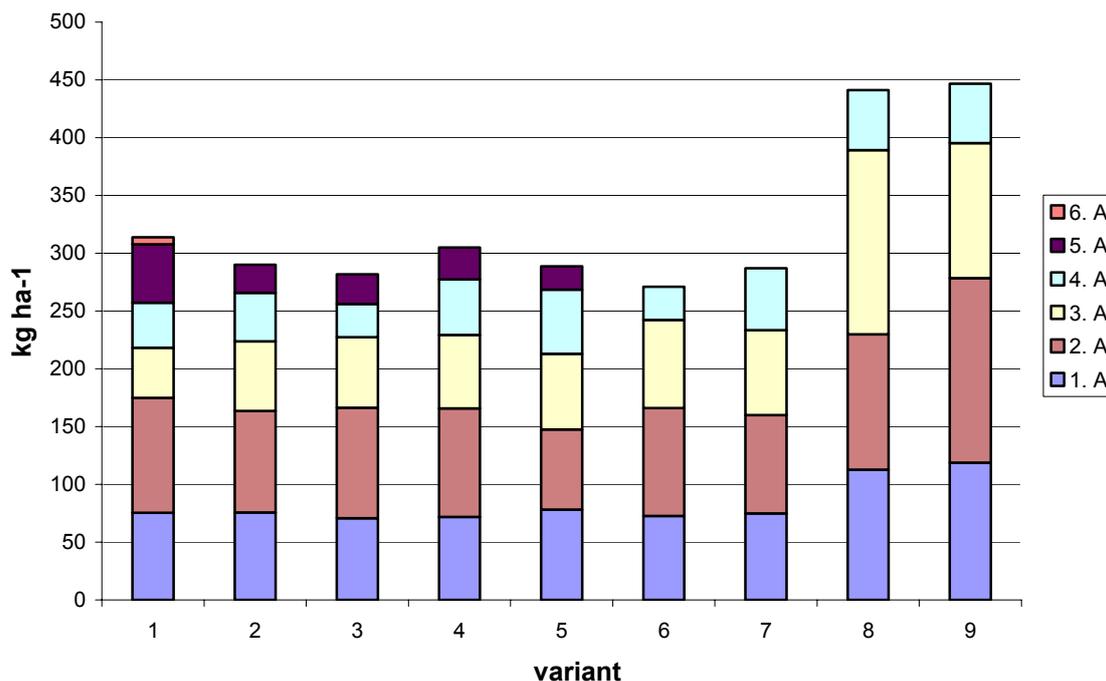
Variant and cultivar	Cutting		DM-yield t ha <sup>-1</sup>	Energy-yield MJ NEL ha <sup>-1</sup>	N-yield kg N ha <sup>-1</sup>	N efficiency kg DM kgN <sup>-1</sup>
	time	cuts				
1 <i>Lolium per.</i> early	early	6	123,4	77 037 ab	342 ab	36,9
2 <i>Lolium per.</i> early	early	5	114,1	69 485 ab	300 ab	46,0
3 <i>Lolium per.</i> late	early	5	114,7	70 849 ab	306 ab	46,7
4 <i>Lolium per.</i> late	early	4	100,3	62 255 b	262 b	57,5
5 <i>Lolium per.</i> late	late	5	116,1	70 781 ab	296 ab	46,3
6 <i>Trifolium repens</i>	early	5	98,5	65 763 ab	310 ab	119,4
7 <i>Trifolium repens</i>	late	4	96,7	59 760 b	262 b	110,1
8 <i>Medicago sativa</i>	late	4	141,4	94 698 a	431 a	181,8
9 <i>Medicago sativa</i>	very late	4	145,6	88 676 a	434 a	259,3

Different letters indicate significant differences at the 0.05 level of significance

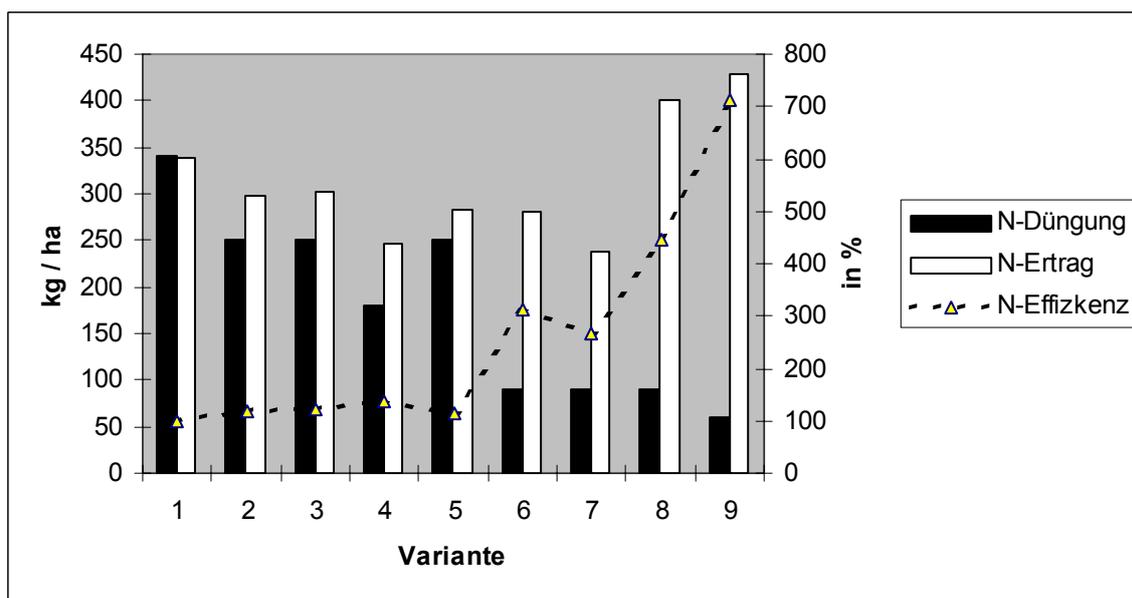
### Nitrogen yields and efficiency of nitrogen use

Nitrogen yields, calculated with the crude protein contents, were highest for the Lucerne variants. Significant deeper were variant 4 and 7, *Lolium perenne* with late cultivars and late cut of primary growth and *Trifolium repens* with 4 cuts and also a late cutting date (Figure 2 and 3). The efficiency of nitrogen use was reverse for these variants: Highest efficiency was observed by 4 cuts with 57,5 kg DM per kg used N. Compared with this the highest cutting frequency (6 cuts a<sup>-1</sup>) gave only an N efficiency of 36,9 kg DM kg N<sup>-1</sup>. Legume based variants resulted in highest N-efficiency, whereas the *lucerne* variants with 181,8 and 259,3 kg DM kg N<sup>-1</sup> were much higher than those with *Trifolium repens*.

**Fig. 2:** Nitrogen yield in kg ha<sup>-1</sup> (2001-2004)



**Fig. 3:** Average nitrogen yield in kg N ha<sup>-1</sup> (2001 - 2003) (A = Aufwuchs)



**Fig. 4:** Fertilization of nitrogen (kg ha<sup>-1</sup>), N- yield (kg ha<sup>-1</sup>) and N-efficiency in % (2001 - 2004)

The use of legumes gave great increase of productivity because of the much higher N efficiency, but there exist significant differences between *white clover* and *lucerne*. It seems to be absolutely crucial to use *white clover* based grassland swards with higher cutting frequency. Only 4 cuts and a late date of the first cut gave lowest DM and energy yields. Whereas *lucerne* used with 4 cuts per year and an early harvest of primarily growth had best results in this experiment. Even a late first cut had the same DM- and net energy yields like the most intensive grass variant.

## Conclusion

Highest cutting frequency gave highest dry matter and energy yields of grass-based swards. Optimum date of first cut in intensive grassland has maybe effects on energy density, but the energy yields showed no differences. Similiar observations could be made for the comparison of early and late cultivars of *Lolium perenne* under the conditions of this experiment. Four cuts were too less for producing highest dry matter and energy yields. Legume based grassland swards had much better results for nitrogen efficiency than grasses. The use of legumes has to be forced even for reaching highest amounts of net energy.

Observations in 2003, a year with an exceptional drought, show, that the advantage for legume based grassland swards compared with grass based swards was still higher than in the first two experimental years. Best success gave the lucerne variants.

## References

- ELSAESSER, M. (1999): Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung auf Erträge, Futterwert und Botanische Zusammensetzung von Dauergrünland sowie Nährstoffverhältnisse im Boden. Habilitationsschrift, Universität Hohenheim, Wissenschaftsverlag Dr. Fleck, Gießen.
- ELSAESSER, M. (2005): Optimum management intensity of legume- and grass-based new sown grassland swards. In: Grassland reswoing and grass arable crop rotatitions, Report No. 3, Wageningen (in press).
- KELM, M., WACHENDORF, M., TROTT, H., VOLKERS, K. und TAUBE, F. (2003): Energieeffizienz im Futterbau - Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm. Mitteilungen Pflanzenbauwissenschaften, 15, 202-204.
- WHITEHEAD, D.C. (1995): Grassland nitrogen. CAB International, Wallingford.

# **Tiefgreifende Reform der Sortenprüfungssysteme bei Futterpflanzen in Deutschland**

S. Hartmann

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Am Gereuth 4, 85354 Freising

## **Gründe für den laufenden Reformprozess und allgemeine Grundsätze**

Auf allen Beteiligten des Versuchswesens lastet ein zunehmender Kostendruck. Der oft damit verbundene Personalabbau an den Länderdienststellen führte zu einem Rückgang der Prüfdichte bei den versuchstechnisch aufwändigen Futterpflanzen und hier besonders bei sogenannten kleinen Arten. Aus diesem Grund war die Notwendigkeit einer länderübergreifenden Zusammenarbeit im Vergleich zu den anderen Fruchtarten bei Futterpflanzen früher offensichtlich. Nicht zuletzt durch die, durch schrumpfende Kapazitäten, zutage getretenen Probleme wurde man sich auch auf politischer Ebene der Bedeutung des Sortenprüfwesens bewusst. Denn ein funktionierendes Feldversuchswesen ist die Basis jeder wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisgewinnung im Pflanzenbau. Auf dem Fundament seiner Exaktversuche bauen letztlich alle Beratungsaussagen oder Stellungnahmen auf. Daher ist die Sicherung der notwendigen Funktionalität dieses Bereichs der angewandten Forschung von besonderem Interesse. Diese Entwicklungen wurden durch die für alle Fruchtarten politisch wegweisenden Beschlüsse, die im Rahmen der Agrarministerkonferenz am 7. Oktober 2004 auf der Burg Warberg gefasst wurden, beschleunigt und formalisiert. Als wichtigste daraus abgeleitete allgemeine fruchtartenspezifische Grundsätze für das Sortenprüfwesen in Deutschland lassen sich festhalten:

- Organisierte Ergänzung der Datenbasis der Landessortenversuche (LSV) durch Ergebnisse der Wertprüfung (WP) für die Sortenberatung der Länder.
- Nach Möglichkeit Integration von LSV und WP an WP-Standorten.
- Länderübergreifende Zusammenarbeit im Rahmen der Datengewinnung für die Sortenberatung der Länder, basierend auf fruchtartenspezifischen Anbaugebieten, die wiederum auf fruchtartenspezifischen Bodenklimaräumen (BKR) aufbauen.
- Reduktion der Umfänge bei den Landessortenversuchen auf das für die Beratung der Länder unabdingbare Mindestmaß - unter Beachtung von Absprachen auf Bundesebene zwischen den Länderdienststellen (LDS) und dem Bundessortenamt (BSA).
- Nutzung neuer statistischer Methoden und einheitlicher Softwarestandards im Versuchswesen

## **Fruchtartenspezifische Umsetzung der allgemeinen Grundsätze**

Die Ergänzung der Datenbasis der Landessortenversuche durch WP-Ergebnisse für die regionale Sortenberatung der Länder ist auf Grund der geringen Zahl an WP-Datensätzen (10 Versuche im gesamten Bundesgebiet) nur in Einzelfällen möglich. Der Nutzen dieser Daten liegt eher im Bereich einer möglichen Vorauswahl für die Anbauplanung, wie weiter unten dargestellt.

Die Integration von LSV und WP an WP-Standorten fand bereits vor der allgemeinen Reform im großen Umfang bei Futterpflanzen statt. Damit entfällt bei Futterpflanzen dieser Einspareffekt, da er ja bereits zuvor realisiert wurde.

Der Arbeitskreis "Koordination von Grünland und Futterbauversuchen des Verbandes der Landwirtschaftskammern" erstellte als erste Arbeitsgruppe eine auf Bundesebene zwischen Ländern abgestimmte Karte zu Anbaugebieten bei Futterpflanzen.

Aufgrund der Integration bislang parallel verlaufender Entwicklungen (z. B. im Pflanzenschutz) in das fruchtartenspezifische BKR-System und weiteren Dateninputs (Ergebnisse aus Clusteranalysen von Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes) erfolgten leichte Korrekturen der Grenzen zwischen einzelnen Anbaugebieten. Die grundsätzliche Karte zu Anbaugebieten bei Futterpflanzen bleibt jedoch unverändert bestehen und wurde lediglich mit einer genaueren Datengrundlage hinterlegt.

Zur länderübergreifend Koordination der LSV's wurden bereits 2004 drei Ländergruppen gebildet. Der erste in diesem Rahmen koordinierte Anbau der LSV's bei Futterpflanzen erfolgte zur Saat 2006.

Die Beschränkung der LSV-Umfänge bei mehrjährigen Futterpflanzen auf das für die Beratung der Länder unabdingbare Mindestmaß dargestellt am Beispiel der bayerischen Sortimentsfindung bei Deutschen Weidelgras im Rahmen der Gruppe „Mitte-Süd“.

Bei den bekannt knappen Ressourcen für die langfristige sichere Organisation von LSV bei Deutschem Weidelgras ist es unabdingbar, früh eine klare Begrenzung auf die für den Beratungsauftrag unbedingt notwendigen Umfang zu finden. Bei Deutsches Weidelgras können Neuzulassungen nicht wie bei Getreide oder Mais an Hand der Ergebnisse des ersten LSV-Jahres für den weiteren Anbau in den Folgejahren ausgewählt werden. Das heißt, die analog zu den anderen Fruchtarten vorzunehmende Gruppenbildung muss vor der Saat an Hand der zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Datenbasis erfolgen. Für die Ländergruppe „Mitte-Süd“ sind dies die Ertragsergebnisse der Wertprüfung, die Ergebnisse der Prüfungen zur „besonderen Eignung für Höhenlagen“ und die Ergebnisse der Prüfungen zur „Anfälligkeit gegenüber Rostregern“ im Gebiet der Ländergruppe. Einteilung der seit der letzten Ansaat eines LSV's neu zugelassenen Sorten in zwei Gruppen:

**Gruppe I:** Sorten mit hoher Wahrscheinlichkeit einer Relevanz in der Beratung

Diese Sorten werden an allen Versuchsstandorten in „Mitte-Süd“ geprüft. Auswahl: die 5 erfolgreichsten in den Ertragsprüfungen der WP, die 5 mit der günstigsten Beurteilung in den Prüfungen „besondere Eignung für Höhenlagen“ und 5 weitere Sorten, die aufgrund weiterer Merkmals(-kombinationen) oder Ergebnisse interessant erscheinen.

**Gruppe II:** Übrige Sorten

Diese werden nach den Vereinbarungen mit dem BSA im Rahmen des Versuchswesens in einem zugesagten Mindestumfang von den LDS bundesweit geprüft. Die Umsetzung dieser allgemeinen Vereinbarung zwischen BSA und LDS bedeutet für die Gruppe der Futterpflanzen konkret:

Das BSA führt an 10 Standorten Prüfungen mit Ertragsfeststellung durch. Im Gegenzug stellt die Gesamtheit der LDS mindestens 10 Datensätze von jeder neuzugelassenen Sorte in Deutschland zur Verfügung. Für die LDS der Gruppe „Mitte-Süd“ kommt damit eine Verpflichtung von ca. 5 Datensätzen zu. Bei 11 Versuchsorten im Gebiet dieser Länder heißt dies, dass Sorten aus dieser Gruppe nur an jedem zweiten Versuchsort oder nur jeweils die Hälfte der Sortengruppe II an jedem Ort geprüft werden muss.

**Prüfung der in der Beratung stehenden Sorten** zum präziseren Vergleich mit Neuzulassungen.

Die Datengrundlage ist bei Futterpflanzen schon aus den biologischen Gegebenheiten im Vergleich mit Arten wie zum Beispiel den Getreidearten deutlich geringer. Letztere besit-

zen pro Aussaat nur eine Ernte und Nutzung und die Versuchslaufzeit pro Ansaat ist deutlich geringer. Somit kann bei Getreide jedes Jahr ein von den Vorjahren unabhängiger Datensatz erstellt werden, während man bei Futterpflanzen für einen vollständigen Datensatz pro Sorte naturgemäß mehrere Jahre (je nach Art 2 bis 4) benötigt, da ja die Erträge der Folgejahre von den Bedingungen der Vorjahre nicht unabhängig sind. Konkret beruht z. B. die Abschätzung des regionalen Ertragsvermögens für die Beratung in Bayern auf folgender Datengrundlage:

- 10 Ergebnisse aus bundesweiten Prüfungen im Rahmen der Wertprüfung, davon nur jedes 2. Jahr 1 Standort in Bayern und weitere 3 in teilweise vergleichbaren Umwelten aus der Gruppe „Mitte-Süd“
- maximal 11 Ergebnisse aus Landessortenversuchen in teilweise vergleichbaren Umwelten aus der Gruppe „Mitte-Süd“, davon 3 Standorte in Bayern

Das heißt, aktuell erfolgt die Abschätzung des regionalen Ertragsvermögens für die Beratung in Bayern auf der Basis von (21 incl. Vorauswahl bzw.) 14 Datensätzen aus den 6 Bundesländern der Gruppe „Mitte-Süd“ und 2 Ansaaten (also 6 Jahren).

Zum Vergleich: bei Winterweizen werden nur in Bayern bereits 14 LSV pro Jahr angelegt. Eine dritte Ansaat zumindest für die von der Beratung empfohlenen Sorten erscheint daher sinnvoll. Um den Umfang dieses Teils des LSV's ebenfalls zu begrenzen, wird am einzelnen Prüfort nur jeweils die Hälfte des empfohlenen Sortimentes angesät. In der folgenden Ansaat wird dann die andere Hälfte angelegt. Empfohlene Sorten stellen bereits eine auf die regionalen Bedürfnisse positive Auswahl dar, d.h. auch bei beschleunigtem Sortenwechsel steht eine Sorte in der Regel mehr als 4 Jahre in der Empfehlung. Trifft dies nicht zu, besteht andererseits auch nicht der Bedarf zu einer weiteren Prüfung.

### **Nutzung des allgemein laufenden Reformprozesses zur fachlichen Weiterentwicklung des Sortenprüfwesens in Deutschland**

Neben den bisher üblichen Ertragsprüfungen der WP werden die Prüfungen auf die besondere Eignung für Höhenlagen und Moor sowie eine Prüfung zur Anfälligkeit gegenüber Rosterregern in das Wertprüfungssystem integriert und damit generell zulassungsrelevant. Die Richtlinienentwürfe für die Prüfungen auf „besondere Eignung für Höhenlagen“ und „Anfälligkeit gegenüber Rosterregern“ wurden von Bayern (IPZ 4b/LfL), die für die Prüfung auf „Eignung für Moor“ von den Vertretern der Norddeutschen Kammern (Lwk Hannover) vorgelegt und zwischen den Beteiligten abgestimmt. Über die Entwürfe wurde zwischen BSA, BDP und LDS am 25. Januar 2006 in Hannover diskutiert und ein fachlicher Konsens erzielt. Die Prüfung auf „besondere Eignung für Höhenlagen“ deckt sich damit in der Durchführung mit der langjährig unter Einbeziehung von Beratung und Züchtung optimierten Prüfung zur „Eignung für weidelgrasunsichere Lagen“ in Bayern. Die Ergebnisse der Prüfungen zur „besonderen Eignung für Höhenlagen“ können von der Ländergruppe „Mitte – Süd“ (Anbauggebiete 7 – 12), dem auch Bayern angehört, als erste frühe Voreinstufung für die Eignung im Grünland herangezogen werden. Da im Rahmen des Zulassungsverfahrens nur eine entsprechende Prüfung (in Süddeutschland 3) mit verkürzter Laufzeit (Wertprüfungszeitraum) in Bayern durchgeführt wird, werden diese Vorergebnisse aus dem Zulassungsverfahren für dieses in Bayern wichtige Merkmal der regionalen Winterhärte und Ausdauer in den landeseigenen Versuchen an 5 Standorten verifiziert. Hier kann dann die Laufzeit bis zu 7 Jahren und darüber betragen (1. Empfehlung nach 4 Wintern). Die Stärkung der für wichtige Grünlandgebiete entscheidenden Merkmale „besondere Eignung für Höhenlagen“ bzw. „Eignung für Moor“ im Zulassungsprozess, sollte zu einer stärkeren Beachtung dieser Merkmale bei den Züchtungshäusern führen.

Am 03.11.2005 einigten sich BSA, BDP und LDS in Bonn auf folgenden Prüfungsumfang bei Deutschem Weidelgras:

- 10 Standorte mit WP-Ertragsprüfung
- 4 Standorte mit Prüfungen zur „Eignung für Moor“
- 3 Standorte mit Prüfungen für „besondere Eignung für Höhenlagen“
- 2 Standorte zu besonderen Prüfung auf Rosterreger

Das Ergebnis dieser Gespräche führte zur Bekanntmachung Nr. 01/06 des Bundessortenamtes vom 1. Januar 2006 „über das Prüfsystem bei Deutschem Weidelgras mit Ausnahme von Sorten, deren Aufwuchs nicht zur Nutzung als Futterpflanze bestimmt ist“. Damit wurde die rechtliche Grundlage für das neue gemeinsam vereinbarte Wertprüfungsschema zur Saat 2006 geschaffen.

### **Nutzung neuer statistischer Methoden u. einheitlicher Softwarestandards**

Als bundeseinheitliches Planungs-, Informations- und Auswertungssystem für das Feldversuchswesen wurde PIAF festgelegt. Bei der gemeinsamen Auswertung soll die sog. „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ (MICHEL u. PIEPHO 2001, 2006) zum Einsatz kommen. Das neue Verrechnungsverfahren wird 2006 jedoch erst in zwei Pilotvorhaben in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern an Winterweizen endgültig validiert. Erfahrungsgemäß sind mindestens vier Ergebnisse pro Anbaugebiet für die statistische Absicherung im Sortenversuchswesen notwendig. Folglich sind pro Anbaugebiet ist mindestens fünf Versuche anzulegen. Der Vorteil der oben genannten Methode gründet auf der Einbeziehung der Versuchsorte aus den Nachbargebieten in die Verrechnung entsprechend ihrer „genetischen Ähnlichkeit“. Die „genetische Ähnlichkeit“ ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Sortenreihungen vorausgegangener Versuche an den einbezogenen Standorten. Es wird angestrebt, in der Summe der Gewichte mindestens 4 Versuche je Zielgebiet zu erreichen. Damit sollte bei dem bestehenden sehr dünnen Netz an Versuchsstandorten eine deutliche Verbesserung der Ergebnisse möglich werden.

### **Fazit**

Trotz des erweiterten Umfangs an Prüfungsfragen kann der notwendige Aufwand durch eine Umschichtung von vergleichsweise teuren Ertragsprüfungen zu kostengünstigeren Prüfungen, die sich auf Boniturerhebungen beschränken, konstant gehalten werden (HARTMANN et al. 2006).

### **Literatur**

- HARTMANN S., HOCHBERG H. und GRAF R. (2006): Das pflanzenbauliche Versuchswesen „Futterbau“ in Bayern : Teil 3 - Verbesserungen für das Bayerische Versuchswesen bei Futterpflanzen durch die verstärkte Integration in länderübergreifende Strukturen.
- MICHEL, V. und PIEPHO, H.P (2001): Ertrags-Auswertung der Sortenversuche in Mecklenburg-Vorpommern. In: Landwirtschaftliches Versuchswesen. Sommertagung der Arbeitsgruppen.. Sommertagung der Arbeitsgruppen, Gülzow, 21.06.2001. S. 51-59.
- MICHEL, V. und PIEPHO, H.P. (2006): PIAFStat-Verfahren für die „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ [www.biomath.de/biomath/deu/load/mw.pdf](http://www.biomath.de/biomath/deu/load/mw.pdf) im Internetangebot der Gesellschaft für Angewandte Mathematische Statistik in Biologie und Medizin mbH.

## Ergebnisse aus ersten Untersuchungen zur toxischen Wirkung von Rostpilzen an Gräsern auf Säugetierzellen

S. Hartmann<sup>1</sup>, J. Bauer<sup>2</sup> und W. Richter<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising; <sup>2</sup>Lehrstuhl für Tierhygiene der Technischen Universität München, Freising; <sup>3</sup>Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing-Grub

### Einleitung

In der Ordnung *Uredinales* (Rostpilze) werden parasitische biotrophe Pilze zusammengefasst. Das heißt Pilze, die zu ihrem Wachstum stets lebendes Wirtsgewebe benötigen. Diese Ordnung wird von 120 Gattungen mit ca. 5.000 Arten gebildet (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1983). Der Name bezieht sich auf die oft rostbraune Farbe bestimmter Sporenlager, die im Laufe des hoch differenzierten Entwicklungszyklus der Erreger auf dem Wirtsgewebe gebildet werden. Die bei Gramineen wichtige Gattung *Puccinia* umfasst ca. 3.000 bis 4.000 dieser oft sehr hoch wirtsspezialisierten Arten, also die deutliche Mehrheit der „Roste“. Die Spezialisierung bei der Auswahl der Wirte beschränkt sich dabei in der Regel nicht nur auf einzelne Wirtsarten, sondern darüber hinaus auf einzelne Genotypen, Sorten oder Herkünfte. Aus der Vielzahl von Arten wurden für die Toxizitätstests die bei Gräsern bedeutsamen Arten Gelbrost (*P. striiformis*) und Kronenrost (*P. coronata*)

Die Angaben in der bekannten Literatur zur toxischen Wirkung von Rostbefall des Erntegutes auf die Gesundheit des Viehs sind eher älteren Datums und beschreiben in der Regel Symptome, die auf Grund von Beobachtungen aus der Praxis mit dem Befall des Futters mit Rost in Beziehung gebracht wurden (HAPKE 1988, WIESNER 1970, STÄHLIN 1957). So wird von örtlichen Reizungen auf Haut und Schleimhäuten, Lähmungen, als auch dem Auftreten von blutigen Durchfall, bis hin zum Verwerfen und Todesfällen berichtet. Aktuelle Ergebnisse mit direktem Bezug sind nicht bekannt.

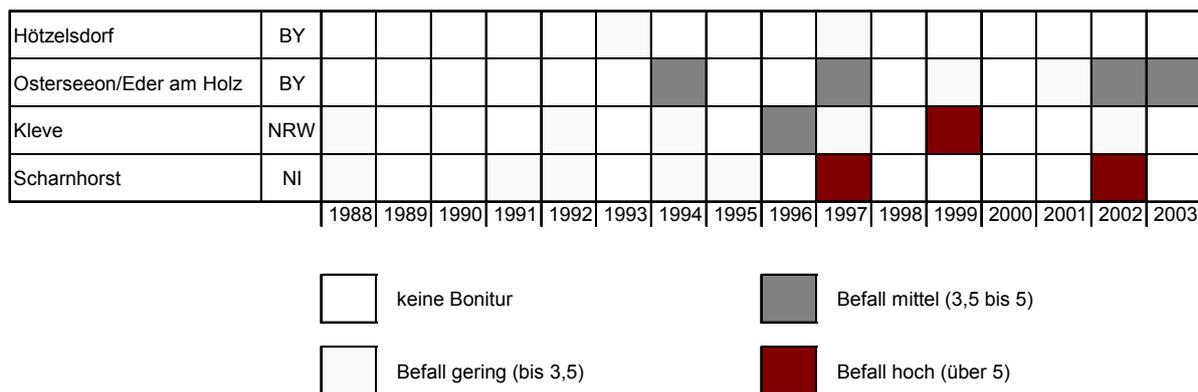
Eine Kontrolle der Roste auf Futterflächen durch Fungizide ist nicht möglich (fehlende Zulassung) und auch nicht sinnvoll (z. B. bei Übertragung der Wartezeiten im Getreidebau ohne Berücksichtigung einer deutlich schwierigeren Rückstandssituation).

Daher beschränken sich die Möglichkeiten auf eine gezielte Sortenwahl und auf einen möglichst raschen Schnitt nach der Wahrnehmung eines ersten Befalls (je nach Witterungsverlauf August/September). Betroffen ist in der Regel der Jahre damit der 4. Schnitt. In Befallslagen bedeutet dies bereits eine Beeinflussung des 3. Schnittes, da sich sonst kein erntefähiger Bestand bilden kann bzw. für einen Schröpfungsschnitt (nach Möglichkeit aus der Fläche entfernen!) zuviel auf der Fläche steht.

Während mit der Sortenwahl bei Neuansaat (Dauergrünland, Feldfutterbau, Zwischenfrucht) die Resistenz der Bestände und damit die Qualität der Futteraufwüchse deutlich beeinflusst werden kann, ist dies bei Nachsaaten auf Dauergrünlandflächen nur bedingt möglich („Verdünnungseffekt“ durch die Altnarbe). Aber auch bei der Sortenwahl für Nachsaaten sollte die Sortenresistenz gegen Roste berücksichtigt werden.

## Zielstellung

Diese langfristigen pflanzenbaulichen Empfehlungen sind jedoch keine Lösungen für akuten Rostbefall in Betrieben mit knapper Futterbasis. Die Entwicklung auf der Erregerseite, wie auch die Kenntnis um das begrenzte Resistenzvermögen im Grünland Bayerns, lassen eine zunehmende Verbreitung der Erreger und damit auch ein stärkeres Auftreten von höher belastetem Futter erwarten. Wie Abb. 1 zeigt, tritt Rost an Deutschem Weidelgras in anderen Regionen Deutschlands schon seit längerer Zeit auf - in Bayern hingegen erst in den letzten Jahren. In Höhenlagen Bayerns, wie zum Beispiel der Standort Hötzelsdorf, ist er bis heute die seltene Ausnahme.



**Abb. 1:** Auftreten von Rosten an den Vergleichs- und Verrechnungsorten in Versuchen bei Deutschem Weidelgras an ausgewählten Standorten in Deutschland (Quelle: LfL, BSA)

Aus der Beratung werden von Seiten der LfL Lösungen zur Vermeidung von belasteten Futter und Abwägungen zu dessen Einsatz, wie auch zu den Grenzen einer möglichen Verwendung erwartet. Ziel der Arbeit ist es, eine mögliche Toxinwirkung von Rostpilzen an Futtergräsern auf landwirtschaftliche Nutztiere besser abschätzen zu können. Auf der Basis von Zelltesten sollen hierzu erste Ergebnisse erarbeitet werden, die erste quantitative Abschätzungen für die Beurteilung von Futter erlauben und damit erste Hinweise für Sortenpotenzial und Produktionstechnik aber auch Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung aufzeigen. Dieses Projekt soll hierzu erste Beiträge leisten.

## Material und Methoden

Im Gewächswach von IPZ 4b wurde Deutsches Weidelgras angezogen. Ein Teil dieses Pflanzenmaterials wurde mit *Puccinia coronata* Sporen, die aus Freilandsammlungen im Raum Oberbayerns gewonnen wurden, inokuliert. Durch Besprühen der Pflanzen mit Wasser und Einhüllen mit Klarsichtfolien konnte von diesen Pflanzen jeweils definiert befallenes Material geerntet werden. Der andere Teil wurde parallel als unbefallene Kontrolle angezogen.

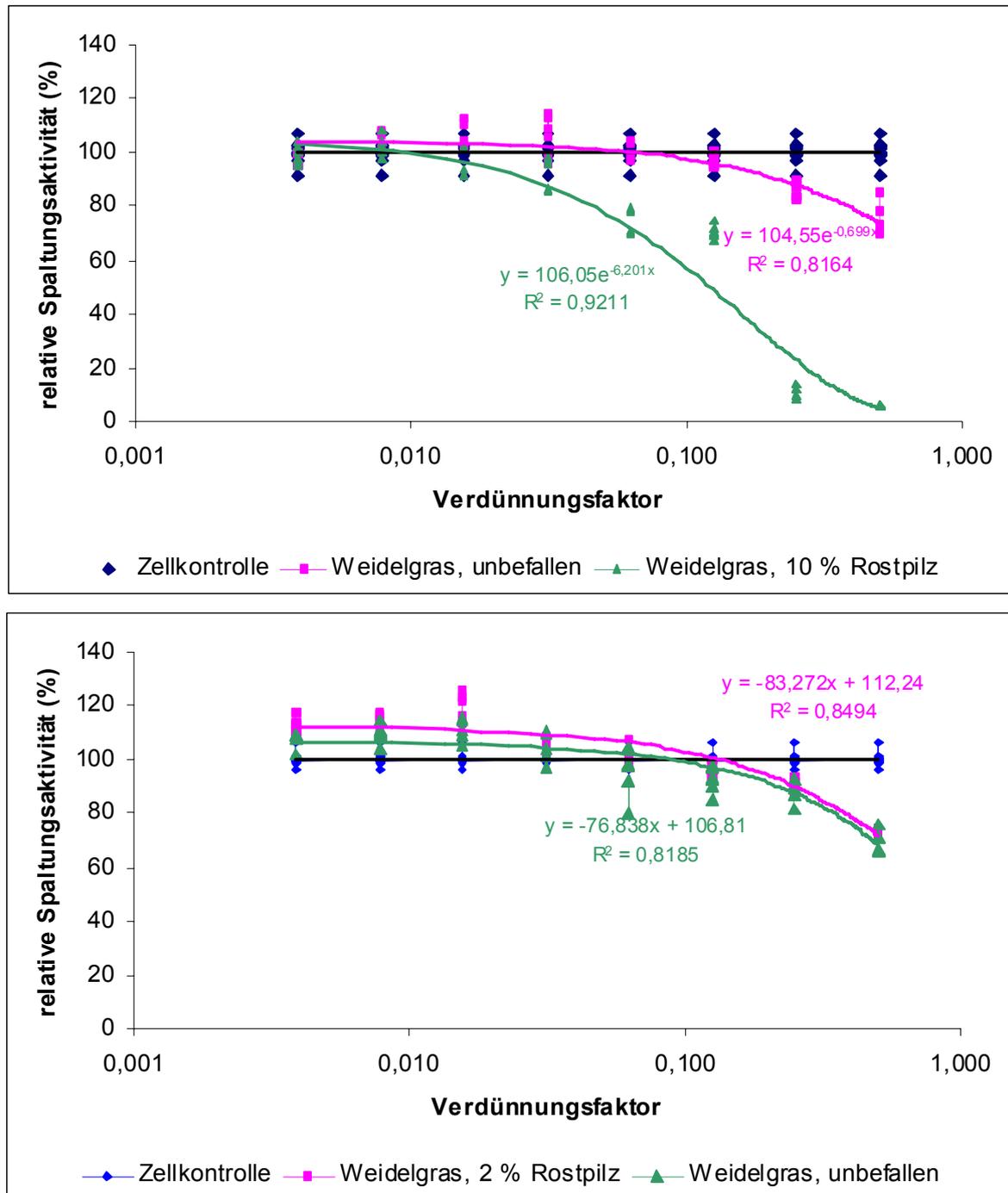
Aus den gewonnen Pflanzenproben wurden jeweils Extrakte hergestellt (TANAKA et al., 1985). Diese Probenkonzentrate wurden im Zellkulturmedium auf 0,4 geq/ml eingestellt.

Vero B4 Zellen (Zelllinie aus Affennieren) wurden nach Protokoll trypsiniert und in einer Konzentration von  $1 \times 10^6$  Zellen/ml in einem Volumen von 100  $\mu$ l in die Vertiefung einer 96er Mikrotiterplatte pipettiert, wobei die Randvertiefungen frei blieben. In die Randvertiefungen kamen pro Well 200  $\mu$ l PBS. Die Platte wurde ca. 24 h bei 37 °C, 5 % CO<sub>2</sub> und 95 % Luftfeuchtigkeit inkubiert. Im 3fach Ansatz pro Platte und im Doppelansatz wurde

von der zu testenden Substanz 0,1 ml pro Vertiefung zugegeben (Verdünnungsreihe von 1:2 – 1:256).

Als Negativkontrolle dient der Zusatz von Kulturmedium.

Als Positivkontrolle dient Gliotoxin (von 10 µg/ml – 0,3125 µg/ml)



**Abb. 2 und 3:** Einfluss von unterschiedlichen Rostbefalls an Gräsern auf die Stoffwechselaktivität an Säugetierzellen am Beispiel von Kronenrost (*Puccinia coronata*) an Deutschem Weidelgrass (*Lolium perenne* L.)

In den Randvertiefungen wurde das PBS mit je Well 0,1 ml Medium ersetzt, dies diente als Matrixkontrolle. Die Zellen wurden dann für weitere 24 h kultiviert. Pro Vertiefung pipettierte man 20 µl MTT Lösung (5mg/ml) und inkubierte die Zellen für weitere 4 h im Brutschrank. Durch Abpipettieren wurde das Kulturmedium entfernt. Die Zellen wurden durch Zugabe von 100 µl DMSO lysiert und der Farbstoff damit herausgelöst. Dieser Vorgang wurde durch 5 min schütteln auf dem Plattenschüttler verstärkt. Nach gutem Durchmischen (es sollen keine Zelltrümmer mehr zu sehen sein) wurde die Absorption bei 492 nm im ELISA Reader gemessen.

## Ergebnisse

Vergleicht man die beiden Ansätze mit Extrakt aus Material mit geringem Rostbefall (ca. 2 % Blattfläche) und hohem (ca. 10 % Blattfläche), so fällt die deutlich stärkere Abnahme der Stoffwechselaktivität bei der Variante mit hohem Befall im Vergleich zur unbefallenen Variante auf. Dies deutet auf ein mögliches toxisches Potenzial ab einem Blattbefall von mehr als 10 % hin (siehe Abb. 2 und 3).

## Diskussion und Ausblick

Diese ersten Tastversuche zeigen ein mögliches toxisches Potenzial bei hohen, aber in der Praxis durchaus auftretenden Befall mit *Puccinia coronata* an Deutschem Weidelgras. Noch nicht untersucht ist die Wirkung einer Silierung auf die Toxizität des Erntegutes. Auch die toxisch wirkenden Stoffe sind noch unbekannt.

Aktuell bleibt damit für die Beratung die Bestätigung möglichst auf mit Rost befallenen Erntegut in der Fütterung zu verzichten.

Aus fachlicher Sicht ist daher eine Fortführung dieser ersten Tastversuche, einerseits mit Modellen, die nun näher an der Praxis liegen können und die andererseits Fragen der Wirkung einer Silierung auf das toxische Potenzial abdecken, wünschenswert.

Dank geht an das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten für die kurzfristige Bereitstellung der für diese Arbeit notwendigen Sachmittel.

## Literatur

- HAPKE H.-J. (1988): Toxikologie für Veterinärmediziner. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- HOFFMANN, G.M. und SCHMUTTERER; H. (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer.
- STÄHLIN, A. (1957): Methodenbuch XII Beurteilung der Futtermittel VDLUFA Neumann Verlag Hadebeul und Berlin.
- TANAKA T., HASEGAWA, A., MATSUKI, Y., ISHII, K. und UENO, Y. (1985): Deoxynivalenol and nivalenol in cereals. Food Add. Contam., **2**, 125-137.
- WIESNER, E. (1970): Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere VEB G. Fischer Verlag Jena.

## Optimierung des Ausdauerindex bei Deutschem Weidelgras für bayerische Grenzlagen

S. Hartmann<sup>1</sup> und B. Haringer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising; <sup>2</sup>Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft der Fachhochschule Weihenstephan; Freising

### Einleitung

Das ursprünglich wahrscheinlich aus dem Mittelmeergebiet stammende (HOFFMANN 1985) Deutsche Weidelgras vereinigt wie keine andere Art eine Reihe von Vorteilen: Hoher Ertrag und hohe Futterqualität bei rechtzeitiger Nutzung, gute Beweidungseignung, Vielschnittverträglichkeit und sehr gute Verwertung von Gülle (RIEDER 1983). Dies drückt sich z. B. bereits in den Einstufungen durch DE VRIES et al. (1942) und KLAPP et al. (1953) aus. Weltweit zählt es zu den am intensivsten züchterisch bearbeiteten Futtergräsern. Daraus resultiert eine große Sortenvielfalt und es ist heute fast in allen gemäßigten Klimazonen der Erde zu finden.

Für das Dauergrünland Bayerns sind Winterfestigkeit und Ausdauer unter den regionalen Bedingungen entscheidende, wenn nicht die wichtigsten Eigenschaften ausdauernder Gräserarten. Diese Ausdauerleistung wird aber zum Beispiel in Höhenlagen über 600 m mit manchmal dreimonatiger Schneebedeckung und bei extremen Spätfrösten anders gefordert, als im Durchschnitt der in Deutschland vorhandenen Versuchsorte oder gar in den günstigen Naturräumen Norddeutschlands, der Niederlande, Großbritanniens oder Frankreichs. So führt das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) schon seit mehr als 30 Jahren Sortenversuche bei Deutschem Weidelgras an Standorten durch, an denen nach langjähriger Erfahrung regelmäßig nach dem Winter größere Schäden zu erwarten sind, also das Ausdauervermögen extrem gefordert wird. Die an diesen Standorten erhobenen Daten dienen in Bayern als Schlüsselkriterium für die amtliche Sortenempfehlung bei Deutschem Weidelgras für Grünland.

### Zielstellung

Für eine differenzierende Sortenbeurteilung sind sowohl (ein fehlender oder) ein zu geringer wie auch ein zu hoher Druck für ein optimales Ergebnis ungünstig. Entweder können sich Träger potenziell hoher Ausprägungsstufen nicht vom übrigen Sortiment abheben oder bei zu hohem Druck die Träger mittlerer Ausprägungsstufen nicht von den Trägern niedriger Ausprägungsstufen. Bei Freilandversuchen ist jedoch auch bei sorgfältigster Standortwahl das Ausmaß der Differenzierung quantitativer Merkmale von der deutlich schwankenden Interaktion von Standort und Jahr abhängig. Fasst man nun Boniturdaten von gut und weniger gut differenzierenden Standorten oder Jahren gleichgewichtig zusammen, werden vorhandene Unterschiede mit dem Anteil der geringer differenzierenden Standorte oder Jahre und deren Grad an geringerer Differenzierung undeutlicher. Dies ist jedoch unerwünscht.

Ziel der Arbeit war es, einen von Hartmann vorgeschlagenen allgemeinen Algorithmus auf seine Anwendbarkeit zur Gewichtung unterschiedlich differenzierender Orte und Jahre zu

prüfen. Dabei sollte dieser konkret zur Optimierung des Indexwertes für die „Sorteneignung für Grenzlagen in Bayern“ verwendet werden.

## Material und Methoden

Zur Umsetzung kommt jeweils angewendet auf die zu gewichtende Datenherkunft (Ort oder Jahr) folgender Gedanke:

Die einzelne Datenherkunft H wird mit dem Ausmaß ihrer Differenzierung R für das betrachtete Merkmal M im Verhältnis zu den übrigen Datenherkünften bei der Bildung eines gewichteten Mittels einbezogen.

Für die einzelne Sorte werden dabei jeweils bereits aggregierte Daten verwendet; also z. B. arithmetische Mittel über die Wiederholungen am Einzelort oder Teilindizes bei der Bildung von höher aggregierten Indizes. Hierdurch wird der Effekt von Ausreißern weitgehend eliminiert und das einfache und nichtparametrische Streuungsmaß „Range“ kann angewendet werden.

Als Datengrundlage dienen die im Rahmen der „Überprüfung der Anbaueignung von Sorten des Deutschen Weidelgrases in Grenzlagen“ an der LfL erhobenen Bonituren. Diese Versuchsreihe wird alle zwei Jahre mit allen in diesem Zeitraum neu zugelassenen Sorten mit jeweils vier Wiederholungen an Standorten, an denen es regelmäßig zu Auswinterrungsschäden bei Deutschem Weidelgras kommt, neu angelegt. Die Versuchsdauer beträgt Anlagejahr plus vier Hauptnutzungsjahre. Die erhobenen Bonituren werden jeweils zu einem Jahresindex und über alle Jahre zu einem Gesamtindex zusammengefasst. Dadurch erhält man eine Rangfolge für die Eignung der einzelnen Sorten in Grenzlagen, woraus schließlich die Sortenempfehlung für diese Lagen abgeleitet wird.

Zur Speicherung und Analyse der Versuchsdaten diente das Statistikprogramm SAS (Statistical Analysis System) Version 9.1.3. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit MS Office 2000. Das Betriebssystem der verwendeten Computer ist Microsoft Windows XP Professional Version 2002 mit Service Pack 2.

Die folgenden Formeln zerlegen die Bildung des Gesamtindex in seine einzelnen Arbeitsschritte, wobei mehrfach auf den oben dargestellten allgemeinen Algorithmus zurückgegriffen wird.

### **Formel I : Mittelwert der Sorte y für das Merkmal x am Ort z:**

Es wird für einzelne Merkmale der arithmetische Mittelwert über die Wiederholungen und die jeweiligen Einzelerhebungen am Ort z gebildet. So gehen z. B. für das Merkmal „Weidelgrasanteil“ alle Bonituren vor und nach den durchgeführten Schnitten (WDAVS\_i bzw. WDANS\_i, i = 1 bis n) sowie vor und nach Winter (WDANW bzw. WDAVW) in diesen Mittelwert ein.

$$Mw_{S_y M_x O_z} = \frac{(WDANW_{WDH_1} + \dots + WDAVS_{-3_{WDH_1}} + \dots + WDAVW_{WDH_4})}{\text{Anzahl der Erhebungen}}$$

### **Formel II : Gewicht für Ort z des Merkmals x:**

$$GeO_z M_x = \frac{(Max_{O_z M_x} - Min_{O_z M_x})}{\sum_{i=1}^n (Max_{O_i M_x} - Min_{O_i M_x})}$$

Für jeden Ort z wird nach dem Ausmaß der Sortendifferenzierung an diesem Ort (ausgedrückt im Range für das betrachtete Merkmal x im Verhältnis zu den übrigen Datenherkünften) ein Gewicht  $GeO_z M_x$  gebildet.

**Formel III : Gewichtetes Mittel für Merkmal x über Orte einer Sorte y:**

$$GwMM_{x,aOS_y} = \frac{\sum_{j=1}^n (Mw_{SyM_xO_j} \times GeO_jM_x)}{\sum_{i=1}^n GeO_jM_x}$$

Für jede Sorte y wird für jedes Merkmal x ein gewichtetes Mittel ( $GwMM_{x,aOS_y}$ ) über die Orte gebildet. Hierbei erhält je nach Differenzierungsgrad des einzelnen Merkmals am einzelnen Ort, dieser für das betrachtete Merkmal einen auf dieses Merkmal bezogenes Gewicht.

**Formel IV : Indexwert für die Sorte y für das Jahr a:**

Für jede Sorte y wird für alle in den Jahresindex  $IndexJ_aS_y$  einbezogenen Merkmale i ein gewichtetes Mittel gebildet. Hierbei sind die einbezogenen Merkmale und Gewichte fest definiert (siehe Tabelle).

$$IndexJ_aS_y = \frac{\sum_{i=1}^n (GwMM_i aOS_y \times GeM_i)}{\sum_{i=1}^n GeM_i}$$

Definition der Gewichte der in den Index berücksichtigten Merkmale ( $GeM_i$ ):		
i	Merkmal	Gewicht
1	Weidelgrasanteil	4
2	Dichtigkeit	4
3	Stand nach Winter	1
4	Fusariumresistenz	1
5	Rostresistenz	1

**Formel V : Gewichte des Einzeljahres a über alle Sorten:**

$$GeJ_a = \frac{(Max_a - Min_a)}{\sum_{i=1}^n (Max_i - Min_i)}$$

Für jedes Jahr a wird nach dem Ausmaß der Differenzierung der Jahressortenindizes  $IndexJ_aS_y$  für die betrachteten Jahre (ausdrückt im Range für  $IndexJ_aS_y$  im Verhältnis zu den übrigen Jahren) ein Gewicht  $GeJ_a$  für das Einzeljahr a gebildet.

**Formel VI : Gesamtindex für die Sorte y über alle Jahre :**

$$GesIndex_y = \frac{\sum_{i=1}^n (IndexJ_iS_y \times GeJ_i)}{\sum_{i=1}^n GeJ_i}$$

Damit ergibt sich der Gesamtindex  $GesIndex_y$  für die Sorte y als gewichteter Mittelwert aus den Jahresindizes für diese Sorte. (Analog zur Bildung der gewichteten Merkmalsmittel über Orte)

**Abkürzungen :**

Max = größter Wert  
 Min = kleinster Wert  
 O = Ort  
 M = Merkmal  
 S = Sorte  
 Index = Winterhärteindex für ein Jahr

GesIndex = Winterhärteindex über alle Jahre des Versuchs  
 Mw = Mittelwert  
 Ge = Gewicht  
 GwM = Gewichtetes Mittel  
 WDA = Weidelgrasanteil

**Ergebnis und Diskussion**

Wie in der Beispielberechnung zu sehen treten an den verschiedenen Standorten (Ort1 bis Ort3) für die einzelnen Merkmale unterschiedliche Streuungen auf. So kann man am Ort1 für das Merkmal Weidelgrasanteil (WDA) die größte Differenzierung (gemessen als Range) feststellen. Hierdurch erhält Ort1 auch das größte Gewicht für dieses Merkmal. Ort2 hat auf Grund der im Ortsvergleich geringsten Differenzierung auch das geringste Gewicht. Betrachtet man nun das Merkmal Rost so wird erstens deutlich, dass die Orte für

dieses Merkmal neu gewichtet werden und zweitens, dass für einzelne Merkmale nicht differenzierende Orte von der Bewertung für dieses Merkmal konsequenterweise kein Gewicht (bzw. das Gewicht 0) erhalten und damit keinen Beitrag zur Sortenbewertung für dieses Merkmal leisten.

Veranschaulichung der Formeln an einem Beispiel

Gewichtetes Mittel für das Merkmal WDA über die Orte Ort1 bis Ort3 für die Sorten S1 bis S3:							
Ort	Sorte	Mw <sub>S<sub>y</sub></sub> WDAO <sub>z</sub>	Grenzen	Range	GeO <sub>z</sub> WDA	Sorte	GMwWDAS <sub>y</sub>
Ort1	S1	4	⇒min	3	0,50 ③	S1	4,17
Ort1	S2	6				S2	5,67
Ort1	S3	7 ②	⇒max			S3	6,50 ①
Ort2	S1	5	⇒min	1	0,17 ⑤	① = (②×③+④×⑤+⑥×⑦)/⑧ (Anwendung der Formel III auf das Merkmal WDA im Bsp.)	
Ort2	S2	6	⇒max				
Ort2	S3	6 ④	⇒max				
Ort3	S1	4	⇒min	2	0,33 ⑦		
Ort3	S2	5					
Ort3	S3	6 ⑥	⇒max				
Summe	-	-	-	6	1,00 ⑧		

Gewichtetes Mittel für das Merkmal DICH über die Orte Ort1 bis Ort3 für die Sorten S1 bis S3:							
Ort	Sorte	Mw <sub>S<sub>y</sub></sub> DICHO <sub>z</sub>	Grenzen	Range	GeO <sub>z</sub> Dich	Sorte	GMwDichS <sub>y</sub>
Ort1	S1	3	⇒min	4	0,50	S1	3,25
Ort1	S2	4				S2	4,00
Ort1	S3	7	⇒max			S3	6,25
Ort2	S1	4	⇒min	2	0,25	(Anwendung der Formel III auf das Merkmal DICH im Bsp.)	
Ort2	S2	4	⇒min				
Ort2	S3	6	⇒max				
Ort3	S1	3	⇒min	2	0,25		
Ort3	S2	4					
Ort3	S3	5	⇒max				
Summe	-	-	-	8	1,00		

Gewichtetes Mittel für das Merkmal ROST über die Orte Ort1 bis Ort3 für die Sorten S1 bis S3:							
Ort	Sorte	Mw <sub>S<sub>y</sub></sub> RostO <sub>z</sub>	Grenzen	Range	GeO <sub>z</sub> Rost	Sorte	GMwRostS <sub>y</sub>
Ort1	S1	5	⇒min	2	0,67	S1	5,00
Ort1	S2	7	⇒max			S2	6,67
Ort1	S3	6				S3	5,67
Ort2	S1	5	⇒min	1	0,33	(Anwendung der Formel III auf das Merkmal ROST im Bsp.)	
Ort2	S2	6	⇒max				
Ort2	S3	5	⇒min				
Ort3	S1	8	⇒min/max	0	0,00		
Ort3	S2	8	⇒min/max				
Ort3	S3	8	⇒min/max				
Summe	-	-	-	3	1,00		

Indexwert für die Sorten S1 bis S3 über die Orte Ort1 bis Ort3 für ein Jahr:				
GeWDA	4	Sorte	Index	① = (②×③+④×⑤+⑥×⑦)/⑧ (Anwendung der Formel IV im Bsp.)
GeDICH	4	S1	3,85	
GeRost	1	S2	5,04	
Summe	9	S3	6,30	

Bildung des Gesamtindex (incl. Jahresgewichte) für die Sorten S1 bis S3:														
Jahr	Sorte	Index	Grenzen	Range	GeJ <sub>a</sub>									
Jahr1	S1	5,40 ②				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sorte</th> <th>GesIndex<sub>Sy</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>4,14 ①</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>4,92</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>6,26</td> </tr> </tbody> </table> $\textcircled{1} = (\textcircled{2} \times \textcircled{3} + \textcircled{4} \times \textcircled{5} + \textcircled{6} \times \textcircled{7} + \textcircled{8} \times \textcircled{9}) / 10$ (Anwendung der Formel VI im Bsp.)	Sorte	GesIndex <sub>Sy</sub>	S1	4,14 ①	S2	4,92	S3	6,26
Sorte	GesIndex <sub>Sy</sub>													
S1	4,14 ①													
S2	4,92													
S3	6,26													
Jahr1	S2	5,30	⇒min	1,40	0,17 ③									
Jahr1	S3	6,70	⇒max											
Jahr2	S1	4,60 ④	⇒min											
Jahr2	S2	5,20		1,90	0,23 ⑤									
Jahr2	S3	6,50	⇒max											
Jahr3	S1	3,80 ⑥	⇒min											
Jahr3	S2	4,90		2,40	0,29 ⑦									
Jahr3	S3	6,20	⇒max											
Jahr4	S1	3,40 ⑧	⇒min											
Jahr4	S2	4,50		2,50	0,31 ⑨									
Jahr4	S3	5,90	⇒max											
Summe	-	-	-	8,20	1,00 ⑩									

Die Gewichte der Merkmale für die Jahresindizes wurden nach deren Bedeutung für das komplexe Merkmal „Sorteneignung für Grenzlagen in Bayern“ ausgewählt. Diese Bedeutung wurde abgeleitet aus Vorarbeiten (HOLLWECK 2000) und durch iterative Anpassung der aus diesem Gesamtindex resultierenden Sortenreihungen an die bekannten Sortenreihungen des bisherigen Indexes optimiert.

Tab. 1: Vergleich des Sortenrankings eines Sortimentes nach neuer bzw. alter Berechnung

Sorte	neu	Sorte	alt
Limona	6,48	Limona	7,39
Alligator	5,85	Picaro	6,94
Picaro	5,82	Alligator	6,86
Bree	5,74	Bree	6,84
Montando	5,64	Option	6,62
Proton	5,57	Telstar	6,60
Aubisque	5,54	Proton	6,58
Pastoral	5,50	Montando	6,57
Turandot	5,50	Respect	6,52
Acento	5,46	Aubisque	6,51
Bargala	5,45	Pastoral	6,48
Merkem	5,35	Acento	6,44
Option	5,24	Bargala	6,42
Telstar	5,23	Merkem	6,41
Litempo	5,21	Indiana	6,40
Gladio	5,17	Gladio	6,40
Meradonna	5,15	Turandot	6,36
Indiana	5,10	Meradonna	6,33
Respect	5,10	Litempo	6,25
Sambin	4,71	Sambin	6,25

max	6,48	max	7,39
min	4,71	min	6,25
Streuung	1,77	Streuung	1,14

Am Beispiel der Bildung des Gesamtindex wird deutlich, dass auch die Gewichtung der Nutzungsjahre dynamisch nach der in diesen auftretenden Sortendifferenzierung erfolgt. Da die in den einzelnen Jahren für einzelne Merkmale wie „Weidelgrasanteil“ (WDA) erhobenen Bonituren nicht unabhängig sind – eine Sorte, die im Vorjahr einen geringen WDA hatte, wird im Folgejahr kaum eine sehr hohe Bonitur für dieses Merkmal erhalten – kommt es naturgegeben zu einer zunehmenden Spreizung der Indexwerte im Laufe der Jahre und damit auch zu einer höheren Gewichtung späterer Jahre innerhalb des Versuchs.

Bei dem konkreten Beispiel der Auswertung des Versuchs 404 Anlagejahr 2002 mit den Hauptnutzungsjahren 2003-2006 ist in der vorläufigen Beurteilung über die ersten drei Hauptnutzungsjahre 2003-2005 im Vergleich zur Auswertung nach der bisherigen Methode (arithmetisches Mittel über alle erhobenen Bonituren einer Vegetationsperiode) eine deutlich stärkere Spreizung der Werte des Gesamtindex festzustellen, wobei die Sortenreihung weitgehend erhalten bleibt (Tab.1).

### Vorteile des neuen Indexes:

- Der alte Index war in seiner Stabilität stark abhängig von der vorhandenen langjährigen Ortstreue der Versuchsanlage, da die Bonituren in ein rein arithmetisches Mittel eingingen, womit Orte mit höherer Schnittfrequenz mit mehr Erhebungen und damit prinzipiell höherem Gewicht eingingen als Orte mit geringerer Nutzungsfrequenz. Jetzt wird jeder Ort gemäß seiner Differenzierung für die jeweilige Merkmalsbeurteilung herangezogen. Damit ist das neue Modell leichter um Orte zu erweitern.
- Auf die Versuchsansteller wird ein Druck ausgeübt, Versuche an möglichst gut differenzierenden Standorten anzulegen.
- Die Gewichtung der Jahre erfolgt nicht auf Grund fester Vorgaben, sondern ebenfalls transparent aus den erhobenen Daten selbst.

### Nachteile des neuen Indexes:

Es ist ein höherer Rechenaufwand als zuvor nötig, der heutzutage jedoch nicht ins Gewicht fällt.

### **Ausblick**

Die vorgestellte Verrechnung wird seit 2006 in Bayern angewendet. Zur Zeit ist die Abbildung in PIAFStat in Arbeit und steht danach prinzipiell allen Nutzern von PIAF zur Verfügung.

### **Literatur**

- HOFFMANN, W. (Hrsg.) (1985): Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen - Bd. 2: Spezieller Teil; 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 434 Seiten.
- HOLLWECK, I. (2000): Multivariate statistische Auswertung der 18 jährigen Versuchsreihe zur Eignung von Sorten Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) für weidelgrasunsichere Lagen (Ausdauerprüfung in Bayern) der LBP; Diplomarbeit Fachhochschule Regensburg Fachbereich Informatik und Mathematik 105 S.
- KLAPP, E., BOEKER, P., KÖNIG, F. und STÄHLIN, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen, Grünland 2, S. 8-40.
- RIEDER, J.-B. (1983): Dauergrünland, BLV Verlagsgesellschaft, Frankfurt, 192 Seiten
- VRIES, D.M. DE und EN'T HART, M.L. (1942): Een waardeering van grasland op grond van de plantkundige samenstelling, Landbouwk. Tijdschrift 54, S. 245-265.

## **Aktuelle Ertrags und Futterwertdaten von Wiesenschweidel in Rein- und Mischbeständen -Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen –**

C. Kalzendorf

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

### **Problemstellung/ Untersuchungsziel**

Die Produktion von hochwertigem Grünfutter, welches zugleich in der Tierfütterung übertragende Akzeptanz findet, ist eine wesentliche Voraussetzung zur Steigerung des Betriebsgewinnes.

Vor diesem Hintergrund sind die bestehenden Mischungskonzepte im Grünland- und Ackerfutterbau oftmals Diskussionsgegenstand. Das Einmischen leistungsfähiger Sorten ist dabei nur ein Baustein für erfolgreiche Futtermischungen. Auf den Prüfstand stehen aber auch die Mischungsanteile der Grasarten und die Möglichkeit, andere und zum Teil neue Graspartner in Mischungen zu integrieren.

In diesem Zusammenhang ist auch der Wiesenschweidel erneut in Diskussion gekommen, denn im nordostdeutschen Raum hat sich das Kreuzungsprodukt aus Welschem Weidelgras und Wiesenschwingel einen guten Ruf erworben. Dort schätzt man das Bastardgras sowohl aufgrund seiner Konkurrenzkraft auf grundwassernahen sowie schwer bewirtschaftbaren Grünlandstandorten als auch aufgrund seiner beachtlichen Ertragsfähigkeit.

Von dem Wiesenschweidel ist derzeit nur die 19-Jahre alte Sorte Paulita zugelassen. Daher sollte im Rahmen dieser Untersuchungen geprüft werden, ob

- die Sorte Paulita in einem Leistungsvergleich mit anderen aktuellen Genotypen ertragsstarker Ackerfuttergräser bestehen kann und
- bei Integration von Paulita in speziellen Ackerfuttermischungen der Ertrag und Futterwert verbessert werden kann.

### **Methodik**

Die Untersuchungen zur Prüfung des Wiesenschweidels auf seine Ertrags- und Futterwertleistung wurde auf einem Seemarschstandort der Versuchsstation Sophienhof in dem Zeitraum von 2000 bis 2003 durchgeführt. Der Versuch umfasste insgesamt 19 Varianten mit je vier Wiederholungen. Einen Auszug aus den wesentlichen Grasarten und Sorten gibt Tabelle 1. Aus der Sortencharakteristik der Tabelle 1 geht hervor, dass die Wiesenschweidelsorte Paulita ein sehr früher Genotyp ist. Um Paulita mit den anderen Graspartnern besser vergleichen zu können, wurden aus den Sortimenten des Deutschen Weidelgrases und des Bastardweidelgrases gleichfalls sehr frühe Sorten ausgewählt. Auf eine detaillierte Aufzählung aller weiteren Varianten, in denen Paulita in verschiedenen Mischungsanteilen mit Deutschem Weidelgras geprüft wurde, wird an dieser Stelle verzichtet und auf den aktuellen Versuchsbericht des Fachbereiches der Landwirtschaftskammer Niedersachsen verwiesen.

**Tab. 1:** Beschreibung der geprüften Grasarten und Sorten

Grasart	Sorte	Ploidie	RG	Ähren- schieben	Tage nach 1. April	Ertrag gesamt
WSW	Paulita	d	früh	3	51	5
DW	Monet	d	früh	3	55	5
DW	Aubisque	t	f.- m.	4	58	7
DW	Premium	d	mittel	5	60	6
DW	Twins	t	mittel	5	61	6
BW	Sherpa	t	früh	3	54	6

WSW = Wiesenschweidel; DW = Deutsches Weidelgras; BW = Bastardweidelgras

## Ergebnisse

### Ertragsleistung

Die Ertragsergebnisse aus dem dreijährigen Prüfungszeitraum zeigt Tabelle 2. Die Ertragswerte aller geprüften Grasarten weisen ein sehr hohes Niveau auf. Im allgemeinen wurden von den Prüfsorten fünf schnittreife Aufwüchse über die drei Nutzungsjahre erzielt.

Zwischen dem Bastardweidelgras und dem Wiesenschweidel konnten keine signifikanten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Die Erträge dieser beiden Grasarten lagen in den ersten beiden Nutzungsjahren stets über dem Niveau des Deutschen Weidelgrases. Erst im dritten Nutzungsjahr fiel das Ertragsniveau von Bastardweidelgras und dem Wiesenschweidel etwas ab und es kam zu einer weitestgehenden Ertragsannäherung zwischen ihnen und dem Deutschen Weidelgras.

**Tab. 2:** Ertragsvergleich von Futtergräsern

Grasart / Sorte	Kenngröße	Einzeljahre			Mittelwert
		2003	204	2005	2003 - 2005
Wiesenschweidel (Paulita)	dt TM/ha und Jahr relativ in %*	195,9	197,7	179,7	191,1
		100,8	109,2	100,6	106
Bastardweidelgras (Sherpa)	dt TM/ha und Jahr relativ in %*	196	196,3	175	189,1
		108,1	108,4	97,9	104,8
Deutsches Weidelgras (Mittel aus 4 Sorten)	dt TM/ha und Jahr relativ in %*	181,3	181,1	178,7	180,4
		100	100	100	100

\*: 100 % = Deutsches Weidelgras

### Futterwert

Tabelle 3 zeigt die Futterwertdaten der Gräser. Da es zwischen den Untersuchungsjahren zu gleichen Beobachtungen kam, wurden hier beispielhaft die Daten aus dem Jahr 2005 aufgeführt. Hinsichtlich des Energiegehaltes konnten zwischen dem Bastardweidelgras und dem Wiesenschweidel keine Unterschiede festgestellt werden. Auch in den anderen Parametern wurden zwischen diesen beiden Grasarten große Übereinstimmungen beobachtet. Lediglich im Zuckergehalt kam die Wiesenschweidelsorte Paulita nicht gänzlich an das Niveau des Bastardweidelgrases heran. Dennoch ist der hohe Zuckergehalt vom Wiesenschweidel beachtlich.

Das Deutsche Weidelgras zeigt im Futterwert gegenüber den beiden anderen Grasarten einige Vorteile, die sich sowohl im Energiegehalt als auch im Zuckergehalt und in den geringeren Rohfasergehalten widerspiegeln. Bezüglich des Rohfasergehaltes wird deutlich, dass die frühreife Wiesenschweidelsorte Paulita gleichfalls zu einem sehr frühen

Schnitt zwingt. Dies gilt vor allem für den ersten Aufwuchs, denn hier erreichte der Rohfasergehalt des Wiesenschweidels im Vergleich zu den anderen Graspartnern stets das höchste Niveau. Insofern sind auch die Inhaltsstoffe der Grasarten stets aus dem Blickwinkel des Entwicklungsstadiums zu bewerten.

**Tab. 3:** Vergleich der Futterwertdaten von Wiesenschweidel, Bastard- und Deutschen Weidelgras (Ergebnisse aus dem Jahr 2005)

Grasart	Sorte	1- 3. Schnitt						
		TM %	RP	Rfa	RA	NEL MJ/ kg TM	nRP	Z
WSW	Paulita	17,4	12,5	24,9	9,5	6,0	13,0	19,0
DW	Monet	21,0	11,7	22,9	9,2	6,1	13,0	22,8
DW	Aubisque	18,9	10,8	22,2	9,8	6,1	12,8	25,1
DW	Twins	19,5	11,6	21,8	9,5	6,2	13,1	24,8
DW	Premium	20,3	11,2	23,5	9,2	6,1	12,9	21,5
BW	Sherpa	17,3	11,5	23,8	9,7	6,0	12,8	21,3
DW	Mittel DW	<b>19,9</b>	<b>11,3</b>	<b>22,6</b>	<b>9,4</b>	<b>6,1</b>	<b>13,0</b>	<b>23,6</b>

WSW =Wiesenschweidel, DW = Deutsches Weidelgras; BW = Bastardweidelgras

### Mischanbau mit Deutschem Weidelgras

Der Wiesenschweidel wurde des weiteren im Mischanbau mit Deutschem Weidelgras geprüft. Die Mischungsanteile des Deutschen Weidelgrases betragen dabei 50% oder 75 % . Hierbei wurden entweder Deutsch Weidelgrassorten aus der frühen oder mittleren Reifegruppe verwendet.

Aus Sicht des Ertrages erbrachte der Mischanbau keine nennenswerten Effekte. Jedoch wurde der Futterwert durch den Mischanbau verbessert. Dieses kam in einer Minderung des Rohfasergehaltes als auch in einer Zunahme des Energie- und Zuckergehaltes zum Ausdruck. Die Effekte waren bereits bei einem Anteil des Deutschen Weidelgrases von 50 % zu beobachten. Der beste Futterwert wurde hierbei mit den Deutsch Weidelgrassorten der mittleren Reifegruppe erzielt.

### Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Als 19-Jahre alte Wiesenschweidelsorte ist Paulita auch gegenwärtig von einem hohen Ertragsniveau geprägt. Die Prüfsorte des Wiesenschweidels hat im Versuch gezeigt, dass sie durchaus mit jüngeren Sorten des Bastardweidelgrases oder des Deutschen Weidelgrases konkurrieren kann.

Der Wiesenschweidel ist hinsichtlich des Futterwertes mit Bastard- und dem Deutschen Weidelgras gut vergleichbar. Lediglich im Zuckergehalt konnte der Wiesenschweidel nicht ganz an das hohe Niveau der Deutschen Weidelgräser herankommen. Dennoch waren die ermittelten Werte im Zuckergehalt auch beim Wiesenschweidel beachtlich.

Der kombinierte Anbau von Wiesenschweidel und Deutschem Weidelgras erbrachte keine ertraglichen Vorteile. Durch den Mischanbau konnte allerdings der Futterwert verbessert werden, was sich vor allem in höheren Energie- und Zuckergehalten sowie geringeren Rohfasergehalten widerspiegelte.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass für die frühe Sorte des Wiesenschweidels die passenden Mischungspartner eine entscheidende Rolle spielen, um den optimalen Schnitzeitpunkt zu sichern und damit das Verhältnis zwischen Ertrag und Futterwert zu optimieren. Vor diesem Hintergrund ist der Einsatz des Wiesenschweidels eher im Bereich von Ackergrasmischungen wie beispielsweise der A3-Mischung zu sehen, die nach üppiger Massebildung im Frühjahr rechtzeitig zu ernten sind.

In Grünlandmischungen ist die Integration dieser frühen Sorte stets dann ungeeignet, wenn die Mischungskonzepte eher auf späte Sorten ausgerichtet sind. Die Dominanz später Sorten in Grünlandmischungen wird aber auch weiterhin der Trend für die Mähweiden in der nordwestdeutschen Region sein. Insofern wird der Wiesenschweidel im Grünlandsektor unserer Region erst dann Bedeutung erlangen, wenn durch Züchtungsmaßnahmen auf späte Sorten hingearbeitet wird.

Allerdings wird der konkurrenzstarke Wiesenschweidel in nordostdeutschen Regionen aber auch gern in Grünlandmischungen zur Nachsaat oder Neuansaat eingesetzt, da er sich schnell in Lücken etablieren kann und unerwünschten Fremdbesatz zurückdrängt. Für diese Fragestellung könnte der Wiesenschweidel weiterhin von Interesse sein, wenn es beispielsweise gilt, eine Grünlandverbesserung in Wasserschutzgebieten auf umbruchlosem Wege zu bewerkstelligen.

Inwieweit sich künftig der Wiesenschweidel in der Praxis durchsetzen kann, wird neben den Ertrags- und Futterwertdaten aber auch von den Saatgutkosten, den Vermehrungseigenschaften, und der weiteren züchterischen Tätigkeit sowie der Beratungsarbeit abhängen.

## **Ertrags- und Futterwertmerkmale von Kleegrasmischungen unter Berücksichtigung der N-Düngung und der Mischungszusammensetzung – Ergebnisse zweijähriger Untersuchungen –**

C. Kalzendorf<sup>1</sup> und C. Berendonk<sup>2</sup>

Landwirtschaftskammer Niedersachsen<sup>1</sup>; Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen<sup>2</sup>

### **Problemstellung/ Untersuchungsziel**

Nicht nur im ökologischen Landbau sondern auch vor dem Hintergrund der Erzeugung energiereichen Grundfutters werden klee grasreiche Mischungen wieder verstärkt angebaut.

Mit der A5-Mischung wird seit nunmehr fünf Jahren eine weitere Ackergrasmischung empfohlen, die zu 100 % aus Deutschem Weidelgras besteht. Die A5-Mischung enthält vorzugsweise ertragsbetonte Sorten. Ihr Anteil an tetraploiden Genotypen ist unbegrenzt. Besteht diese Mischung darüber hinaus ausschließlich aus mittleren und späten Genotypen des Deutschen Weidelgrases, so wird diese Mischung als A5-spät bezeichnet.

Über eine zusätzliche Integration von Weiß- oder Rotklee in eine A5-spät-Mischung liegen bisher noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.

Vor diesem Hintergrund wurden die nachfolgend aufgeführten Klee grasmischungen auf mehreren Standorten in Nordwestdeutschland geprüft. Folgende offene Fragen standen im Interesse der Untersuchungen:

- Welches Ertragsniveau wird durch diese Mischungen im Vergleich zu den empfohlenen Klee grasmischungen auf der Basis von Ackerfuttergräser erzielt?
- Bestehen prinzipielle Unterschiede im Futterwert der Mischungen?
- Welchen Einfluss übt die N-Düngung im Hinblick auf das Ertragsgeschehen und den Futterwert aus?
- Sind Rot- und Weissklee als Mischungspartner für Deutsches Weidelgras geeignet?

### **Methodik**

Der zweifaktorielle Versuch wurde auf sechs typischen Ackergrasstandorten Nordwestdeutschlands angelegt. Einen Überblick über die Versuchsanlage und Varianten gibt Tabelle 1.

Die Aussaaten erfolgten bis auf den Standort Kleve im Spätsommer des Jahres 2003. In Kleve wurden die Versuche witterungs- und standortbedingt im Frühjahr 2004 angelegt.

Zu wesentlichen Untersuchungsdaten gehörten der Trockenmasseertrag, die Bestimmung der Nährstoff- und Energiegehalte sowie des Anteiles an im Bestand vorkommenden Leguminosen.

**Tab 1:** Varianten des Versuches

Faktor des Versuches	Stufen des Versuches	Zusammensetzung der Mischungen
<b>Kleegras- mischungen</b>		
Nr.1	25 kg/ha A1 + 10 kg/ha RKL	<b>WV:</b> 25% Fabio T, 25 % Mondora T, 25 % Alamo, 25 % Zarastro; <b>RKL:</b> 50 % Temara T, 50 % Milvus
Nr.2	25 kg/ha A3 + 10 kg/ha RKL	<b>WV:</b> 25% Fabio T, 25 % Mondora T, 25 % Alamo, 25 % Zarastro; <b>WB:</b> 50 % Rusa, 50 % Tapirus; <b>WD:</b> 25 % Premium, 25 % Twins T, 25 % Sponsor, 25 % Tivoli T; <b>RKL:</b> 50 % Temara T, 50 % Milvus
Nr.3	25 kg/ha A3 + 6 kg/ha RKL + 4 kg/ha WKL	<b>WV:</b> 25% Fabio T, 25 % Mondora T, 25 % Alamo, 25 % Zarastro; <b>WB:</b> 50 % Rusa, 50 % Tapirus; <b>WD:</b> 25 % Premium, 25 % Twins T, 25 % Sponsor, 25 % Tivoli T; <b>RKL:</b> 50 % Temara T, 50 % Milvus; <b>WKL:</b> 50 % Milkanova, 50 % Alice
Nr.4	20 kg/ha A5spät + 10 kg/ha RKL	<b>WD:</b> 25 % Premium, 25 % Twins T, 25 % Sponsor, 25 % Tivoli T; <b>RKL:</b> 50 % Temara T, 50 % Milvus
Nr.5	20 kg/ha A5spät + 4 kg/ha WKL	<b>WD:</b> 25 % Premium, 25 % Twins T, 25 % Sponsor, 25 % Tivoli T; <b>WKL:</b> 50 % Milkanova, 50 % Alice
Nr. 6	20 kg/ha A5spät + 6 kg/ha RKL + 4 kg/ha WKL	<b>WD:</b> 25 % Premium, 25 % Twins T, 25 % Sponsor, 25 % Tivoli T; <b>RKL:</b> 50 % Temara T, 50 % Milvus; <b>WKL:</b> 50 % Milkanova, 50 % Alice
<b>N-Düngung</b>	0 kg N/ ha 90 kg N/ha (40-30-20)	
<b>Standort</b>	Schuby Dasselsbruch Sophienhof Kleve Lindlar Dollendorf	Gley-Podsol Podsol-Gley Seemarsch Aueboden Pseudogley-Parabraunerde Braunerde

RKL = Rotklee; WKL = Weissklee, WV = Welsches Weidelgras; WB = Bastardweidelgras, WD = Deutsches Weidelgras

## Ergebnisse

### Ertragsergebnisse und Kleeanteile

Beispielhaft sollen an dieser Stelle vorrangig die aktuellen Befunde aus dem Erntejahr 2005 aufgeführt werden. Die Beobachtungen sind weitestgehend mit den Untersuchungen des ersten Nutzungsjahres (2004) vergleichbar.

Wie Tabelle 2 zeigt, fallen die Ertragsergebnisse der Kleegrasmischungen mit Deutschem Weidelgras signifikant geringer aus als die Ertragsergebnisse von Kleegrasmischungen auf der Basis von Ackerfuttergräsern.

Die zusätzlichen Gaben an Stickstoff, welche bis zum dritten Aufwuchs verabreicht wurden, erbrachten im 1. Nutzungsjahr eine geringfügige und im 2. Nutzungsjahr keine Ertragssteigerung. Mit der N-Gabe wurde jedoch erwartungsgemäß Einfluss auf die Kleeanteile im Bestand genommen.

Zwischen den Kleeanteilen der empfohlenen Kleegrasmischungen auf Basis der Ackerfuttergräser und den Kleegrasmischungen mit Deutschem Weidelgras gibt es dabei in den ungedüngten Varianten keine Unterschiede. Lediglich bei der Gabe von 90 kg N/ha und Jahr wurde ein höherer, aber nicht signifikanter Kleeanteil zugunsten der Kleegrasmischung mit Deutschem Weidelgras ermittelt.

**Tab 2:** Trockenmasseerträge der Kleegrasmischungen des Erntejahres 2005 unter Berücksichtigung der N-Düngung (in dt/ha und Jahr)

N-Düngung	Anbaumischung	Standorte						Mittel
		Schuby	Dasselbruch	Sophienhof	Kleve	Lindlar	Dollendorf	
0 kg N/ha	25 kg/ha A1 + 10 kg/ha RKL	95,1	128,6	169,4	132,7	153,9	76,9	126,1
	25 kg/ha A3 + 10kg/ha RKL	92,2	118,6	166,2	134,5	135,5	76,5	120,6
	25kg/ha A3 + 6kg/ha RKL + 4kg/ha WKL	88,3	118,2	180,5	137,1	147,2	73,5	124,1
	20 kg/ha A5 spät + 10 kg/ha RKL	90,2	118,2	161,0	118,2	137,6	77,0	117,0
	20 kg/ha A5 spät + 4 kg/ha WKL	67,6	90,4	164,2	111,3	100,3	59,9	99,0
	20kg/ha A5 spät + 6kg/ha RKL + 4kg/ha WKL	82,0	104,6	164,2	120,2	126,1	77,5	112,4
90 kg/ha (40+30+20)	25 kg/ha A1 + 10 kg/ha RKL	100,9	117,5	173,1	149,3	134,5	85,9	126,9
	25 kg/ha A3 + 10kg/ha RKL	105,9	96,6	179,6	148,1	144,3	86,0	126,7
	25kg/ha A3 + 6kg/ha RKL + 4kg/ha WKL	97,8	105,7	167,5	147,2	143,8	79,0	123,5
	20 kg/ha A5 spät + 10 kg/ha RKL	98,5	95,1	163,3	136,2	123,5	76,3	115,5
	20 kg/ha A5 spät + 4 kg/ha WKL	94,1	100,1	153,1	123,6	102,0	64,7	106,3
	20kg/ha A5 spät + 6kg/ha RKL + 4kg/ha WKL	101,8	87,5	167,4	130,2	132,1	77,1	116,0
NO		<b>85,9</b>	<b>113,1</b>	<b>167,6</b>	<b>125,7</b>	<b>133,4</b>	<b>73,6</b>	<b>116,5</b>
N1		<b>99,8</b>	<b>100,4</b>	<b>167,3</b>	<b>139,1</b>	<b>130,0</b>	<b>78,2</b>	<b>119,2</b>
	GD 5%	<b>8,2</b>	<b>18,1</b>	<b>13,4</b>	<b>10,4</b>	<b>9,5</b>	<b>14,9</b>	

### Futterwert der kleereichen Mischung unter Berücksichtigung der N-Düngung

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Varianten der geprüften Kleegrasmischungen höhere Energiegehalte erzielten, wenn keine N-Düngung erfolgte (Abbildung 1). Mit der N-Gabe und den daraus resultierenden geringeren Kleeanteilen nahm auch der Energiegehalt ab.

Die Energiekonzentrationen zwischen den Kleegrasmischungen auf der Basis von Deutschem Weidelgras einerseits und den empfohlenen Kleegrasmischungen andererseits waren in den ungedüngten Varianten auf vergleichbarem Niveau. Erst durch eine N-Gabe traten Unterschiede in der Energiekonzentration zugunsten der Kleegrasmischung mit Deutschem Weidelgras auf. Diese Differenzen waren aber nicht signifikant.

Durch die N-Düngung kam es in allen Varianten zu teilweise signifikanten Veränderungen im Nährstoffwert der Kleegrasmischungen. Diese kommen in einer Erhöhung des Rohfasergehaltes sowie in einer Abnahme des Rohprotein- und Rohaschegehaltes zum Ausdruck.

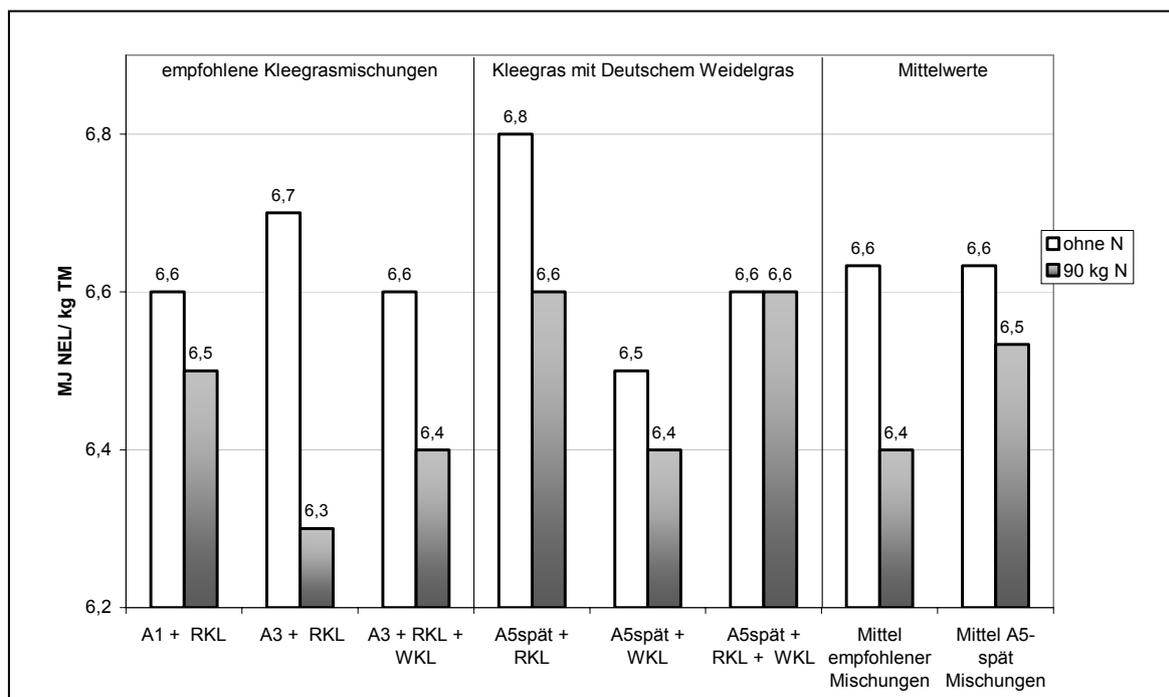
Unabhängig von der N-Düngung wurden für die Kleegrasmischungen mit Deutschem Weidelgras in der Tendenz bessere Nährstoffwerte (höhere Protein- und Rohaschegehalte) gegenüber den empfohlenen Kleegrasmischungen beobachtet.

### Ertrags- und Futterwertergebnisse der Kleegrasmischungen mit Deutschem Weidelgras

Im Folgenden soll der Frage nachgegangen, welche Kleearten sich als Mischungspartner mit Deutschem Weidelgras besonders bewährt haben.

Betrachtet man die Ergebnisse unter diesem Gesichtspunkt, so lassen sich im allgemeinen geringfügige Unterschiede feststellen. Jedoch wies die Mischung mit Deutschem Weidelgras und Weissklee im Ertragsniveau beider Untersuchungsjahre stets die geringsten Werte im Vergleich zur Deutsch-Weidelgrasmischungen mit Rotklee und dem kombinierte Anbau von Rot- und Weissklee auf.

Im zweiten Nutzungsjahr zeigten sich zudem im energetischen und nutritiven Futterwert tendenzielle Vorteile für diese beiden zuletzt genannten Mischungen.



**Abb. 1:** Energiegehalte der Kleegrasmischungen unter Berücksichtigung der N-Düngung (gewogenes Mittel aus fünf Standorten\* des Erntejahres 2005)

## Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Kleegrasmischungen auf der Basis von Deutschem Weidelgras können zwar nicht im Ertrag mit den empfohlenen Kleegrasmischungen auf der Basis von Ackerfuttergräsern konkurrieren, doch weisen die Ergebnisse einen tendenziell besseren Futterwert aus.

Im zweiten Nutzungsjahr haben sich Klee grasbestände im allgemeinen so etabliert, dass eine N-Düngung keinen nennenswerten, ertragsfördernden Effekt erbringt. Ob auf eine N-Gabe ab dem zweiten Nutzungsjahr prinzipiell verzichtet werden kann, muß jedoch von der Nutzung der Bestände abhängig gemacht werden. Bei weidebetonter Nutzung kann durch zusätzliche N-Gaben Einfluss auf den Kleeanteil genommen werden. Der Weidegang von Klee-dominanten Beständen kann in Einzelfällen für den Wiederkäuer problematisch sein.

Bei schnittbetonter Nutzung wirkt sich ein hoher Kleeanteil im allgemeinen nicht nachteilig auf die gesamte Futterration und Futterakzeptanz aus, so dass auf N-Gaben durchaus verzichtet werden kann, zumal der Futterwert der ungedüngten Klee grasmischungen gegenüber den gedüngten Varianten stets besser bewertet wurde. Allerdings sollte ein zu starker Rückgang der Gräser in den Klee grasbeständen vermieden werden, da den Gräsern eine wichtige Funktion für die Narbenbildung der Bestände obliegt.

Sowohl der Rotklee als auch der Weissklee sind als Mischungspartner für das Deutsche Weidelgras geeignet. Bei der Sortenauswahl ist auf einen annähernd identischen Wachstumsrhythmus hoher Wert zu legen.

Ogleich eine abschließende Beurteilung der Ergebnisse und ein wirtschaftlicher Vergleich zwischen den Mischungen erst nach drei Untersuchungsjahren getroffen werden sollte, wird von der Arbeitsgemeinschaft der nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern bereits in diesem Jahr eine Empfehlung für Klee grasmischungen mit Deutschem Weidelgras ausgesprochen. Die Mischungszusammensetzung entspricht dabei den in Tabelle 1 aufgeführten Nummern 4 und 6.

## **Einfluss der Witterung auf Ertrag und Futterqualität von Silomais – eine Simulationsstudie**

S. Kruse, A. Herrmann, A. Kornher und F. Taube

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau

### **Einleitung und Problemstellung**

In den letzten Jahrzehnten ist Silomais zu einem wichtigen Rationsbestandteil in der Rinderfütterung geworden, begründet durch ein hohes Ertragspotential und eine hohe Silagequalität. Abgesehen vom Genotyp, der eine wichtige Determinante der Silomaisqualität darstellt, spielen Umweltbedingungen eine entscheidende Rolle für die Ertrags- und Qualitätsentwicklung, insbesondere in Grenzregionen des Silomaisanbaus. Trotz oftmals optimaler Nährstoff- und Wasserversorgung limitieren niedrige Temperaturen und Einstrahlungsintensitäten in sensitiven Phasen der vegetativen und generativen Entwicklung die Abreife und reduzieren somit Ertrag und Qualität (u.a. BOS ET AL., 2000; WILSON ET AL., 1995; STRUIK 1983). Der im Vergleich zu wärmeren Klimaten längeren Entwicklungs- und Kornfüllungsphase steht vor allem eine reduzierte Entwicklungsrate gegenüber, die die vollständige Ausnutzung des genetischen Potentials verhindert.

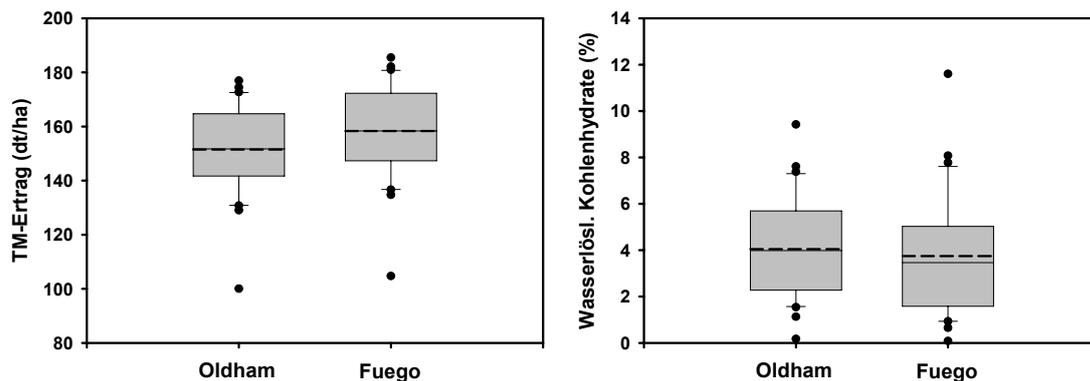
Ziel der hier vorgestellten Untersuchung ist es, die umweltbedingte Variation des Trockenmasse-Ertrages und ausgewählter Futterqualitätsparameter (Trockensubstanzgehalt, Gerüstsubstanzen, wasserlösliche Kohlenhydrate, Stärke) anhand einer Simulationsstudie mit den Modellen FOPROQ und FONSCH (KORNHER et al., 1991; WULFES et al., 1999) zu quantifizieren. Dies ermöglicht auch eine Risikoabschätzung der Silomaisproduktion in marginalen Regionen Norddeutschlands.

### **Material und Methoden**

Die vorgestellte Simulation beruht auf Daten, die in einem dreijährigen Feldversuch auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Universität Kiel im Rahmen des Projektes ‚Regionale Erntezeitprognose Silomais‘ (HERRMANN et al., 2005) an einer frühen (Oldham, S 220/-) und einer mittelfrühen Maissorte (Fuego, S 250/K220, stay-green) erhoben wurden. An 6 Terminen (ein Termin vor, fünf nach der Blüte) wurden jeweils zehn Maispflanzen geerntet, nach Kolben und Restpflanzen fraktioniert und gehäckselt. Für die Qualitätsanalytik wurden Unterproben gefriergetrocknet. Mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) wurden die Gehalte an Gerüstsubstanzen (NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), Hemicellulose und Cellulose), wasserlöslichen Kohlenhydraten (WSC) und Stärke im Kolben bzw. in der Restpflanze ermittelt. Zur näheren Beschreibung der Probenahme, der nasschemischen Analysen der Kalibrations- und Validationssubsets bzw. zur Güte der NIRS-Schätzung siehe KRUSE et al., 2004, 2005. Mit den Modellen FOPROQ und FONSCH wurde eine Simulation unter Verwendung historischer Wetterdaten (1976-2005) des Standortes Kiel (Schleswig-Holstein) durchgeführt. Als Kriterium für die Siloreife wurde ein Trockensubstanz (TS)-Gehalt von 35% angenommen. Falls die Siloreife aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse nicht erreicht werden konnte, wurde der spätest mögliche Erntetermin auf den 10. Oktober festgelegt.

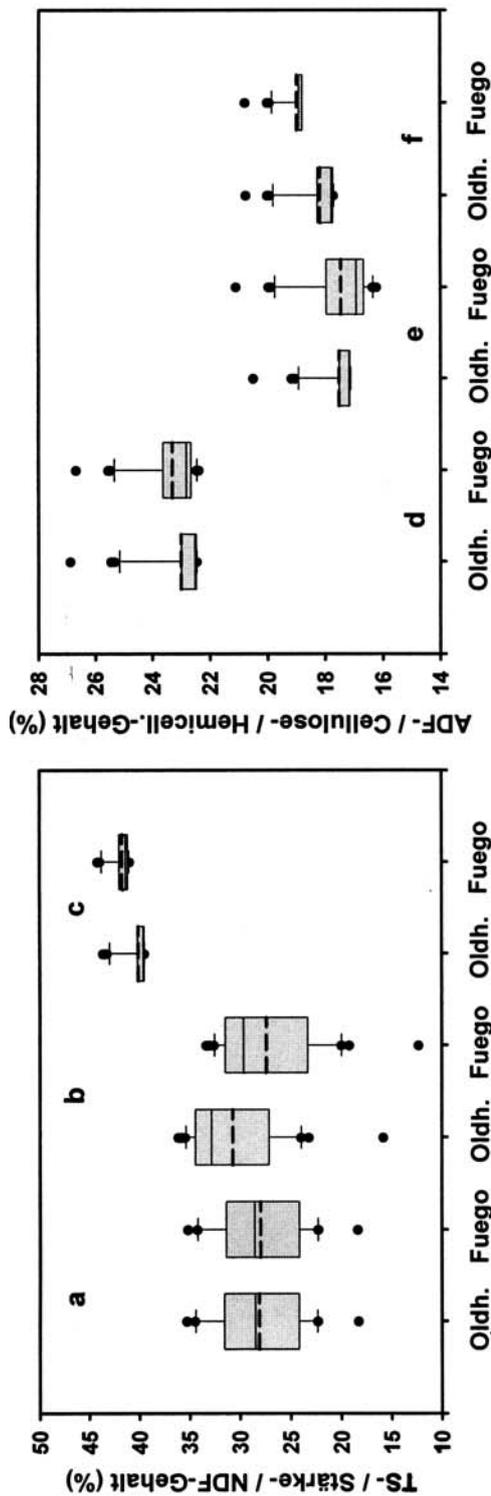
## Ergebnisse und Diskussion

Um die umweltbedingte Variation des Trockenmasse (TM)-Ertrages und der Futterqualitätsparameter der untersuchten Sorten zu quantifizieren, wurden die Häufigkeitsverteilungen der 30-Jahre Simulation analysiert. Die Verteilungen waren zum Teil nicht symmetrisch, sondern rechts- oder linksschief. Die Lage der Verteilungen wurde daher jeweils über den Mittelwert und zusätzlich über den Median charakterisiert, s. Abb. 1 und 2. Die Dispersion der Verteilungen wurde über den Variationskoeffizienten, die Schiefe und die Kurtosis beschrieben. Positive Werte der Schiefe zeigen eine rechtsschiefe, negative Werte eine linksschiefe Verteilung an, während positive Kurtosis-Werte einen zu steilen und negative Werte einen zu flachen Peak im Vergleich zur Normalverteilung anzeigen, d.h. ein Risiko erhöhter Instabilität.



**Abb. 1:** Ergebnis der Simulationsstudie (1976-2005) für den TM-Ertrag (dt/ha) und den Gehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate (%) als Boxplots mit 10, 25, 50, 75 und 90% Quantilen, Ausreißer (●) und Mittelwert (---).

Für den TM-Ertrag zeigen beide Sorten ähnliche Verteilungen auf mit vergleichbaren Werten für Variationskoeffizient (CV), Schiefe und Kurtosis (Abb. 1, Tab. 1). Erwartungsgemäß weist die mittelfrühe Sorte Fuego ein etwas höheres Ertragspotential auf als die frühe Sorte Oldham. Die geringsten Erträge werden für beide Sorten im Jahr 1987 simuliert, hervorgerufen durch geringe Temperaturen in der Vegetationsperiode (12.9°C) im Vergleich zum langjährigen Mittel (1976-2005: 14.6°C). Die höchsten Erträge werden im Jahr 2002 erzielt, welches sich durch hohe Temperaturen bei ausreichenden Niederschlagsmengen auszeichnet. Auch für den TS-Gehalt weisen beide Sorten ähnliche Verteilungen auf, obwohl sie unterschiedlichen Reifegruppen angehören und die Sorte Fuego als stay-green Typ anzusprechen ist. Variationskoeffizienten von 16% belegen einen größeren Witterungseinfluss auf den TS-Gehalt verglichen zum TM-Ertrag. Der Ziel-TS-Gehalt von 35% wird bei beiden Sorten in über 90% der Jahre nicht erreicht. Dies ist jedoch nicht mit einem Produktionsausfall gleichzusetzen, da sich die simulierten Werte für eine Reihe von Jahren nahe dem Zielwert bewegen. Betrachtet man 29% als den unteren Grenzwert für eine erfolgreiche Silierung, liegen für Oldham 53% und für Fuego 57% der Werte darunter. In den letzten 15 Jahren sinkt der Prozentanteil aufgrund höherer Temperaturen auf jeweils 40% ab. Was den Stärkegehalt betrifft, weist Oldham mit einem Median von 32.8% erwartungsgemäß höhere Werte auf als Fuego (29.6%). Negative Werte der Schiefe belegen eine linksschiefe Verteilung, d.h. einen höheren Anteil geringer Stärkegehalte. Variationskoeffizienten von 15.8% (Oldham) und 19.1% (Fuego) deuten auf eine etwas höhere Sensitivität bezüglich Witterungsbedingungen von Fuego hin. So liegt bei Fuego in 57% aller Jahre der Stärkegehalt unter 30%, während dies für Oldham nur in 37% der Jahre der Fall ist.



**Abb. 2.** Ergebnis der Simulationsstudie (1976-2005) für die Gehalte (%) von Trockensubstanz (a), Stärke (b), NDF (c), ADF (d), Cellulose (e) und Hemicellulose (f) als Boxplots mit 10, 25, 50, 75 und 90% Quantilen, Ausreißer (●) und Mittelwert (---).

**Tab. 1.** Ergebnis der Simulationsstudie (1976-2005), dargestellt als Minimum- und Maximumwert, Mittelwert, Median, Variationskoeffizient CV (%), Schiefe und Kurtosis.

	Ertrag (dt/ha)		TS-Gehalt (%)		NDF (%)		ADF (%)		Cellulose (%)		Hemicell. (%)		WSC (%)		Stärke (%)	
	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego	Oldh.	Fuego
Min.	100.0	104.7	18.2	18.3	39.4	40.9	22.4	22.4	17.1	16.2	17.7	18.8	0.2	0.1	15.8	12.3
Max.	176.9	185.5	35.2	35.1	43.6	44.1	26.9	26.7	20.5	21.1	20.7	20.8	9.4	11.6	36.1	33.3
Mittel	151.5	158.3	28.1	28.0	40.1	41.7	23.0	23.3	17.5	17.5	18.2	19.0	4.0	3.7	30.7	27.4
Median	151.7	158.4	28.5	28.6	39.6	41.4	22.5	22.8	17.2	16.9	17.8	18.8	4.0	3.5	32.8	29.6
CV (%)	11.2	11.2	16.2	16.1	2.9	2.1	4.6	4.4	4.3	6.8	4.2	2.4	54.1	68.9	15.8	19.1
Schiefe	-0.8	-0.8	-0.1	-0.1	2.3	1.8	2.6	1.8	2.8	1.5	2.2	3.0	0.5	1.0	-1.2	-1.1
Kurtosis	1.4	1.3	-0.8	-0.9	4.4	2.5	6.6	3.2	8.2	2.0	4.2	9.1	-0.2	1.5	1.4	0.7

Eine deutlich höhere Umweltabhängigkeit wird für die WSC-Gehalte sichtbar mit Variationskoeffizienten von 55 bzw. 70%, wobei mittlere Gehalte von 3.5-4% ausgewiesen werden. Die höchsten Gehalte werden für das Jahr 2003 berechnet, welches sich durch hohe Temperaturen und frühe Erntetermine auszeichnet. Niedrige Gehalte im Bereich von 1% oder darunter treten beispielsweise in den Jahren 1980 und 1988 auf, die aber weder extreme Temperatur- noch Niederschlagsverhältnisse aufweisen. Im Gegensatz zu den Nichtstruktur-Kohlenhydraten zeigt die Variation der Gerüstsubstanzegehalte, d.h. NDF, ADF, Cellulose und Hemicellulose, nur einen vergleichsweise geringen Witterungseffekt, wie an Variationskoeffizienten unter 7% zu erkennen ist. Darüber hinaus sind die Verteilungen durch eine ausgeprägte rechtsschiefe und hohe Kurtosiswerte gekennzeichnet. Extreme Gerüstsubstanzegehalte treten vor allem in Jahren mit niedrigen Temperaturen in der Vegetationsperiode auf.

## Fazit

Die Simulationsstudie dokumentiert für den Standort Kiel und damit für Grenzlagen der Silomaisproduktion in Norddeutschland eine starke witterungsbedingte Variation sowohl für den TM-Ertrag als auch für den TS-Gehalt, den Stärkegehalt und insbesondere den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten. Im Gegensatz dazu wird der Gehalt an Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, Cellulose, Hemicellulose) in deutlich geringerem Umfang durch die Umweltbedingungen determiniert. Der Effekt der Sorte auf den TM-Ertrag und die Futterqualitätsparameter erscheint im Vergleich zu den Witterungsbedingungen als marginal.

## Literatur

- BOS, H.J., TIJANI-ENIOLA, H. und STRUIK, P.C. (2000): Morphological analysis of leaf growth of maize: responses to temperature and light intensity. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 48, 181-198.
- HERRMANN, A., KORNER, A., HÖPPNER, F., RATH, J. und TAUBE, F. (2005): Erntezeitprognose von Silomais – Validierung und Umsetzung in die Praxis. *Mitt. AG Grünland und Futterbau*, Band 7, 119-122.
- KORNER, A., NYMAN, P. und TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNER, A. und TAUBE, F. (2004): Modelling of water-soluble carbohydrates in forage maize. *Grassland Science in Europe* 9, 963-965.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNER, A. und TAUBE, F. (2005): Wetterbasierte Modellierung der Gehalte an Gerüstsubstanzen im Vegetationsverlauf von Silomais. *Mitt. AG Grünland und Futterbau*, Band 7, 138-141.
- STRUIK, P.C. (1983): Effect of temperature on development, dry-matter production, dry-matter distribution and quality of forage maize (*Zea mays* L.). An analysis. *Medelingen Landbouwhogeschool Wageningen. Nederland*. 83-3, 1-41.
- WULFES, R., NYMAN, P. und KORNER, A. (1999): Modelling non-structural carbohydrates in forage grasses with weather data. *Agricultural Systems* 61, 1-16.
- WILSON, D.R., MUCHOW, R.C. und MURGATROYD, C.J. (1995): Model analysis of temperature and solar radiation limitations to maize potential productivity in a cool climate. *Field Crops Research*, 43, 1-18.

## Schätzung der Gasbildungskinetik von Silomais mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS)

S. Kruse, A. Herrmann, R. Loges und F. Taube

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau

### Einleitung und Problemstellung

Die *in vitro* Gasbildungsanalyse in Anlehnung an den Hohenheimer Futterwerttest nach MENKE UND STEINGASS (1988) wird häufig zur Bewertung des energetischen Futterwertes, u.a. von Silomais, herangezogen. Diese Methode basiert auf der engen Beziehung zwischen der *in vivo* Abbaubarkeit und dem bei der Fermentation des Futtermittels durch Pansensaft gebildeten Gasvolumen. Sie liefert eine Reihe von Informationen über die Rate und Höhe des Abbaus von Futtermitteln und/oder deren Inhaltsstoffen. Durch den Einsatz der praxisbewährten Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) zur Schätzung der Gasbildung könnte ein höherer Probendurchsatz erzielt und der Bedarf an Zeit und Kosten minimiert werden. In bisherigen Untersuchungen, die sich mit der Möglichkeit beschäftigt haben, die Gasbildungskinetik mit Hilfe der NIRS zu schätzen, wurden meist mathematische Modelle an die Gasbildungskurven angepasst und die Kurvenparameter anschließend mittels NIRS geschätzt. Die vorliegenden Studien zeigen jedoch nur eine unzureichende Schätzgenauigkeit (HERRERO *et al.*, 1997; LOVETT *et al.*, 2004). Für Silomais wurde dies auf die Heterogenität der Inhaltsstoffzusammensetzung (Stärke und Faser) zurückgeführt (LOVETT *et al.*, 2004).

Im Rahmen der vorgestellten Untersuchung wurde daher die Hypothese überprüft, ob durch die getrennte Betrachtung von Kolben und Restpflanze die NIRS-Schätzgenauigkeit bezüglich der Gasbildungskinetik gesteigert werden kann. Weiterhin wurde die Gasbildungskinetik durch das gebildete Gasvolumen in definierten Intervallen charakterisiert, da angenommen wird, dass dieses mit dem Abbau spezifischer Inhaltsstoffe in Verbindung steht.

### Material und Methoden

Die vorgestellte Untersuchung basiert auf Daten, die in einem dreijährigen Feldversuch (2001-2003) auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel erhoben wurden. Geprüft wurden 8 Silomaisorten, die hinsichtlich Reifegruppe, Abreifeverhalten und zu erwartender Inhaltsstoffzusammensetzung das Sortenspektrum von Silomais repräsentieren. An 6 unterschiedlichen Terminen (ein Termin vor, fünf nach der Blüte) wurden jeweils zehn Maispflanzen geerntet, nach Kolben und Restpflanzen fraktioniert, gehäckselt und anschließend gefriergetrocknet. Insgesamt umfasste das Datenmaterial 480 Kolben- und 640 Restpflanzenproben, die auf 1 mm vermahlen und deren Absorptionsvermögen anschließend mit einem NIRS-Gerät (NIRSystems 5000, Foss) im Nah-Infrarot-Bereich (1100-2500 nm) in jeweiligem Abstand von 2 nm ermittelt wurde. Mit Hilfe der ISI-Software<sup>®</sup> und der Option 'centre samples' wurden fehlerbehaftete Messungen von der weiteren mathematischen Behandlung ausgeschlossen. Die Auswahl von Kalibrationsproben, die die gesamte Probenpopulation abdecken, erfolgte für Restpflanzen- und Kolbenproben getrennt mit der Option 'select samples', wohingegen die Validationsproben zufällig ausgewählt wurden. Ausgewählte Kalibrations subsets umfassten 88 Kolben- und 210 Restpflanzenproben, Validation subsets je 40 Proben. Zur Auf-

stellung der Schätzgleichungen wurden die mathematisch/statistischen Parameter dahingehend optimiert, dass der Kalibrationsfehler (SEC) minimiert und das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) maximiert wurden. Die entsprechenden Kalibrationen wurden mit der Modified-Partial-Least-Squares (MPLS) Methode aufgestellt, die die gemessenen den geschätzten Werten mit oder ohne Streuungskorrektur gegenübergestellt.

Zur Bestimmung der Gasbildung nach Menke und Steingass (1988) wurden ca. 200 mg der Kalibrations- bzw. Validationsproben mit Pansensaft-Puffer-Lösung versetzt und bei 39°C in einem Rotor inkubiert. Das gebildete Gasvolumen wurde nach 1, 3, 5, 7, 12, 16, 24, 48 und 72 h dokumentiert. Nach der Korrektur der Gasbildung auf 200 mg Trockenmasse (TM) wurden rechnerisch die Gasvolumina ermittelt, die in den Inkubationsintervallen 3-5 h, 3-7 h, 5-12 h, 7-12 h, 5-16 h, 7-16 h, 12-16 h, 12-24 h, 24-72 h und 16-72 h gebildet wurden. Mit SigmaPlot wurde eine lineare Regression der mittels NIRS geschätzten und der im Labor gemessenen Werten durchgeführt, wobei das Bestimmtheitsmaß und die Steigung der Regressionsgeraden als Maßstab für die Genauigkeit der Beziehung herangezogen wurden.

## Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der aufeinander folgenden Erntetermine wiesen die Kolbenproben Trockensubstanz (TS)- Gehalte von 15.6 bis 57.1% und die Restpflanzenproben von 9.6 bis 30.2% auf. Zur näheren Beschreibung der Verläufe verschiedener Kohlenhydratfraktionen des Probenmaterials im Vegetationsverlauf siehe KRUSE *ET AL.*, 2004, 2005.

Das gebildete Gasvolumen nach 72 h Inkubation von Kolben- und Restpflanzenproben betrug 88.4 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM bzw. 67.9 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM (Daten nicht gezeigt). Das hohe Niveau der Gasbildung kann durch die Probenbehandlung erklärt werden, da in dieser Untersuchung in Kolben und Restpflanzen fraktioniertes, gefriergetrocknetes und auf 1 mm vermahlendes Frischmaterial inkubiert wurde.

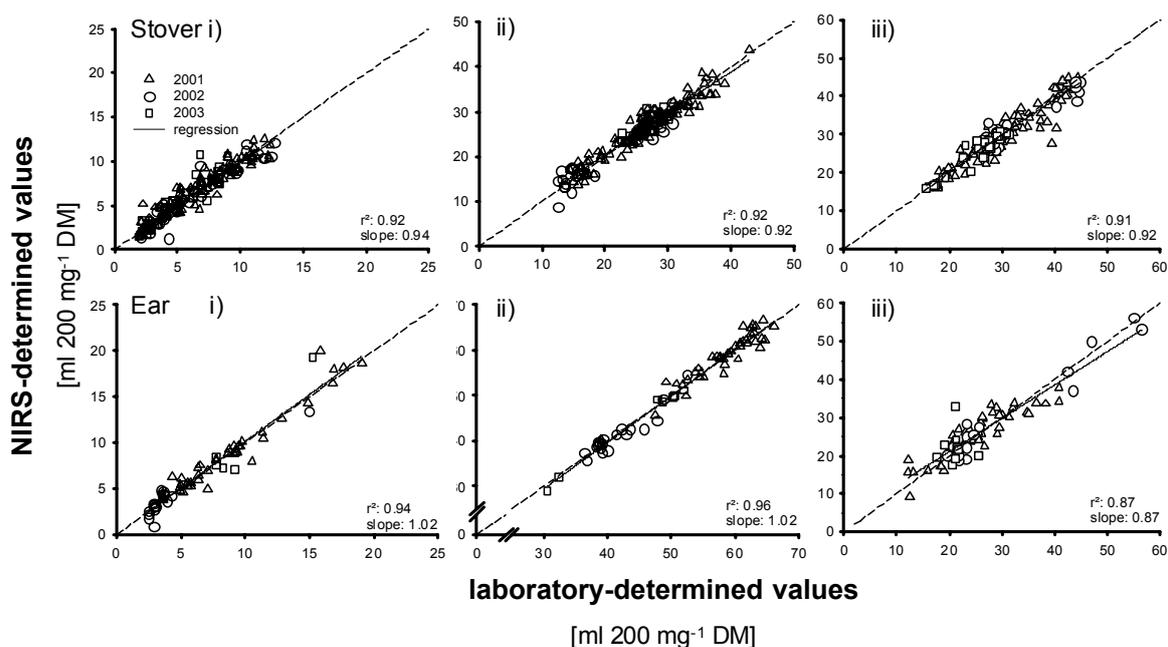
**Tab. 1:** Kalibrationsstatistik der Gasbildung in verschiedenen Inkubationsintervallen für Kolben und Restpflanzen.

Inkubations- intervall [h]	n (1)		Wertebereich(2)				Mittelwert (3)		S.D. (4)		SEC (5)		R <sup>2</sup> (6)	
	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.
3-5	63	173	2.5	19.1	2.0	12.7	7.5	6.5	4.29	2.99	1.07	0.87	0.94	0.92
5-16	67	168	30.6	66.2	12.5	42.9	52.3	25.7	9.20	6.36	1.81	1.82	0.96	0.92
16-72	69	162	12.1	56.6	15.7	44.8	26.3	29.9	8.88	7.43	3.17	2.20	0.87	0.91

(1): Probenanzahl der Kalibration; (2): Minima und Maxima der produzierten Gasvolumina [in ml 200mg<sup>-1</sup> TM]; (3): Mittelwert der produzierten Gasvolumina [in ml 200 mg<sup>-1</sup> TM]; (4): Standardabweichung der Laborwerte; (5): Standardfehler der Kalibration; (6): Bestimmtheitsmaß der Beziehung zwischen geschätzten und gemessenen Werten

Durch fehlerhafte Labormessungen und Ausschluss der Proben im Kalibrationsprozess flossen die gemessenen Werte von 63-71 Kolben- und 162-173 Restpflanzenproben in die aufgestellten Schätzgleichungen für die Gasbildung in den 10 betrachteten Inkubationsintervallen ein. Bei Betrachtung aller relevanten Parameter zur Bestimmung der Schätzgenauigkeit zeigten die im Folgenden dargestellten Intervalle 3-5 h, 5-16 h und 16-72 h die größte Stabilität. Da die Gasbildung abhängig ist von der Rate und der Höhe des Abbaus verschiedener Inhaltsstoffe, wird davon ausgegangen, dass die Gasbildung im ersten Intervall vornehmlich mit dem Abbau wasserlöslicher Kohlenhydrate in Verbindung steht, darauf folgend Stärke und anschließend Gerüstsubstanzen abgebaut werden.

Die Kolbenproben zeigen eine große Variation an gebildetem Gasvolumen in den betrachteten Inkubationsintervallen von 2.5 bis 66.2 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM, wobei im Intervall 5-16 h die größten Volumina erzielt werden. Die Gasbildung der Restpflanzenproben variiert mit 2.0-44.8 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM in einem engeren Bereich (Tab. 1).



**Abb. 1:** Beziehung zwischen gemessenen und geschätzten Gasvolumina in Inkubationsintervall 3-5 h (i), 5-16 h (ii) und 16-72 h (iii) von Kolben (ear) und Restpflanzen (stover) -Kalibrationsproben.

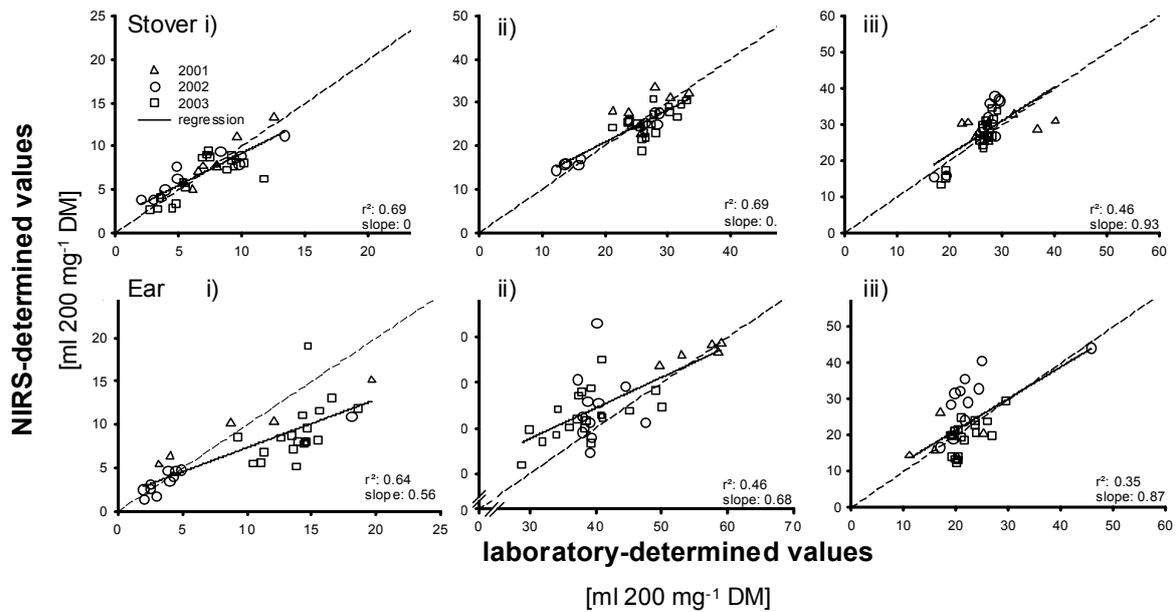
Die Kalibrationsstatistik (Tab.1) zeigt eine zufrieden stellende Genauigkeit mit Bestimmtheitsmaßen zwischen 0.87 und 0.96 und geringen Kalibrationsfehlern unter 3.17 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM. Die Beziehungen zwischen den im Labor gemessenen und mittels NIRS geschätzten Daten (Abb. 1) zeigt eine enge Beziehung, die dokumentiert wird durch Steigungen der Regressionsgeraden zwischen 0.87 und 1.02. Die Validationsstatistik hingegen weist eine geringere Genauigkeit mit Bestimmtheitsmaßen von 0.35-0.69 und Fehlern bis zu 6 ml 200 mg<sup>-1</sup> TM auf (Tab. 2). Die Steigung der Regressionsgeraden variiert zwischen 0.56 und 0.93 und schneidet teilweise die Winkelhalbierende, so dass die Gehalte im unteren Wertebereich von NIRS überschätzt und im oberen Wertebereich unterschätzt werden (Abb.2).

**Tab. 2:** Validationsstatistik der Gasvolumen in verschiedenen Inkubationsintervallen für Kolben und Restpflanzen.

Inkubationsintervall [h]	n (1)		Wertebereich(2)				Mittelwert (3)		SEV (4)		R <sup>2</sup> (5)	
	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.	Kolben	Rest.
3-5	35	36	1.9	19.7	1.9	13.3	10.3	7.0	3.58	1.55	0.64	0.69
5-16	35	36	28.8	59.0	12.1	33.3	41.4	25.3	6.06	2.67	0.46	0.69
16-72	35	36	11.1	45.8	16.8	40.1	21.7	26.6	5.92	4.07	0.35	0.46

(1): Probenanzahl der Validation; (2): Minima und Maxima der produzierten Gasvolumina [in ml 200 mg<sup>-1</sup> TM]; (3): Mittelwert der produzierten Gasvolumina [in ml 200 mg<sup>-1</sup> Tm]; (4): Standardfehler der Validation; (5): Bestimmtheitsmaß der Beziehung zwischen geschätzten und gemessenen Werten

Obwohl eine Fraktionierung der Mais-Gesamtpflanze in Kolben und Restpflanze vorgenommen und die Gasbildung in einzelne Inkubationsintervalle unterteilt wurde, fällt die Genauigkeit der NIRS-Kalibrationsgleichung nicht zufrieden stellend aus.



**Abb. 2:** Beziehung zwischen gemessenen und geschätzten Gasvolumina in Inkubationsintervall 3-5 h (i), 5-16 h (ii) und 16-72 h (iii) von Kolben (ear) und Restpflanzen (stover) -Validationsproben.

Schwierigkeiten bezüglich der Reproduzierbarkeit der Gasbildungsergebnisse im Labor können ebenso wie die zwar in verschiedenen Raten, trotzdem aber gleichzeitig ablaufende Fermentation der Kohlenhydratfraktionen Fehlerquellen darstellen, die eine genauere Schätzung der Gasbildung in verschiedenen Inkubationsintervallen von Kolben und Restpflanzen verhindern. Eine weitere Verbesserung der Methodik ist nötig, um die Vorteile der NIRS zur erfolgreichen Schätzung der Gasbildung nutzen zu können.

## Literatur

- HERRERO, M., JESSOP, N.S., FAWCETT, R.H., MURRAY, I. und DENT, J.B. (1997): Prediction of the in vitro gas production dynamics of kikuyu grass by near-infrared reflectance spectroscopy using spectrally-structured sample populations. *Animal Feed Science and Technology*, 69, 281-287.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNHER, A. und TAUBE, F. (2004): Modelling of water-soluble carbohydrates in forage maize. *Grassland Science in Europe*, 9, 963-965.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNHER, A. und TAUBE, F. (2005): Genotypbedingte Veränderungen der Gehalte an Gerüstsubstanzen im Vegetationsverlauf von Silomais. *Mitt. AG Grünland und Futterbau*, Band 7, 142-145.
- LOVETT, D.K., DEAVILLE, E.R., MOULD, F., GIVENS, D.I. und OWEN, E. (2004): Using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict the biological parameters of maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 115, 179-187.
- MENKE, K.H. und STEINGASS, H. (1988): Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

## Aerostabilität von „Hochzucker-Gras“-Silagen nach unterschiedlicher Wachstumsdauer

H. Laser

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II – Arbeitsgruppe Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig Universität Gießen

### Einleitung

Hochzucker-Gras-Sorten (HZG) von *Lolium perenne*, mit deren Züchtung in England begonnen wurde, gewinnen zunehmend auch in Mitteleuropa an Bedeutung. Hohe Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten sollen unter anderem auch die Siliereignung von Gras-Aufwüchsen positiv beeinflussen, jedoch ist auch nicht auszuschließen, dass hohe Restzuckergehalte in Silagen aus Hochzucker-Sorten bewirken, dass sich diese nach der Öffnung des Silos schneller erwärmen. In dieser Arbeit wird dargestellt, wie aerostabil Silagen aus einer HZG-Sorte im Vergleich zu vergleichbaren anderen Sorten sind.

Der Freilandversuch wurde im Ende Mai 2005 auf der Lehr- und Forschungsstation Linden-Forst bei Gießen als Lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen mit den Faktoren *Lolium perenne*-Sorte (= Aberavon als HZG-Sorte, Gladio, Summit und Tivoli als Referenz-Sorte) und Erntetermin (35. Woche = Hochsommer bzw. 39. Woche = Anfang Herbst, jeweils als Primäraufwuchs) mit einer Parzellengröße von 7 x 1,4 m angelegt. Die Bestände wurden im Juli einheitlich mit 80 kg N als KAS gedüngt. Der Trockensubstanzgehalt vor dem Einsilieren betrug 17 % (= Termin 1) bzw. 19 % (= Termin 2), auf ein Vorwelken wurde verzichtet, um Respirationsverluste bezogen auf leicht verfügbare Kohlenhydrate weitgehend auszuschließen. Nach dem Häckseln der Proben wurde das Pflanzenmaterial in luftdichten Behältern mit einem Volumen von 2000 cm<sup>2</sup> verdichtet. Die Lagerungsdauer in den Silierbehältern betrug jeweils 90 Tage. Die Ergebnisse wurden mittels Varianzanalysen mit der Software SPSS for Windows 12.0 verrechnet. Voneinander abweichende Buchstaben in den Abbildungen symbolisieren signifikante Unterschiede. Die Aerostabilität wurde über den Zeitraum charakterisiert, der für die Erhöhung der Temperatur der ausgelagerten Silagen um 1°C notwendig war (HONIG1990). Dazu wurde die Temperaturentwicklung nach Luftzutritt kontinuierlich in einem konstant klimatisierten Raum mittels an Data-Loggern angeschlossenen Temperaturfühlern erfasst. Die Bestimmung der Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten (= wLK) erfolgte mittels der Anthronmethode nach YEMM & WILLIS (1954).

### Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt die wLK-Konzentrationen der vier untersuchten *Lolium perenne*-Sorten. Zum früheren Erntetermin in der 35. Woche weist die HZG-Sorte (= Sweetgrass) Aberavon deutlich höhere Konzentrationen auf als alle drei Referenzsorten. Der Unterschied beträgt bis zu drei Prozentpunkte. Zum späteren Nutzungstermin sind die Unterschiede weniger stark ausgeprägt, Aberavon hat aber auch hier signifikant höhere wLK-Konzentrationen als Gladio und Summit. Abb. 2 verdeutlicht die Aerostabilität von Silagen der Hochzucker-sorte Aberavon im Vergleich zu den Gärprodukten aus den drei Vergleichssorten. Die physiologisch jüngeren, im Sommer geernteten Aufwüchse erwärmen sich deutlich rascher die im Herbst geernteten. Allerdings ändert sich die Temperatur der Referenzsorten auch bei der früheren Nutzung erst nach dem fünften Tag. Damit sind diese Silagen als

stabil zu bezeichnen. Die HZG-Sorte erwärmt sich bereits am vierten Tag nach Sauerstoffzufuhr um 1 °C. Allerdings muss bei diesem Resultat berücksichtigt werden, dass auf ein Vorwelken der Silagen verzichtet wurde und unmittelbar nach der Ernte siliert wurde, so dass die Silagen insgesamt suboptimale Trockensubstanzgehalte aufweisen. Außerdem ist nicht auszuschließen, dass ein Vortrocknen des Siliergutes zu gewissen Respirationverlusten an wLK geführt hätte. Trotz der ebenfalls niedrigen Trockensubstanzgehalte zum Herbsttermin erwärmen sich zu diesem Zeitpunkt alle Silagen inklusive der HZG-Silage erst nach über acht Tagen. Aus allen Grassorten lassen sich zu diesem Termin ausgesprochen stabile Silagen erzeugen

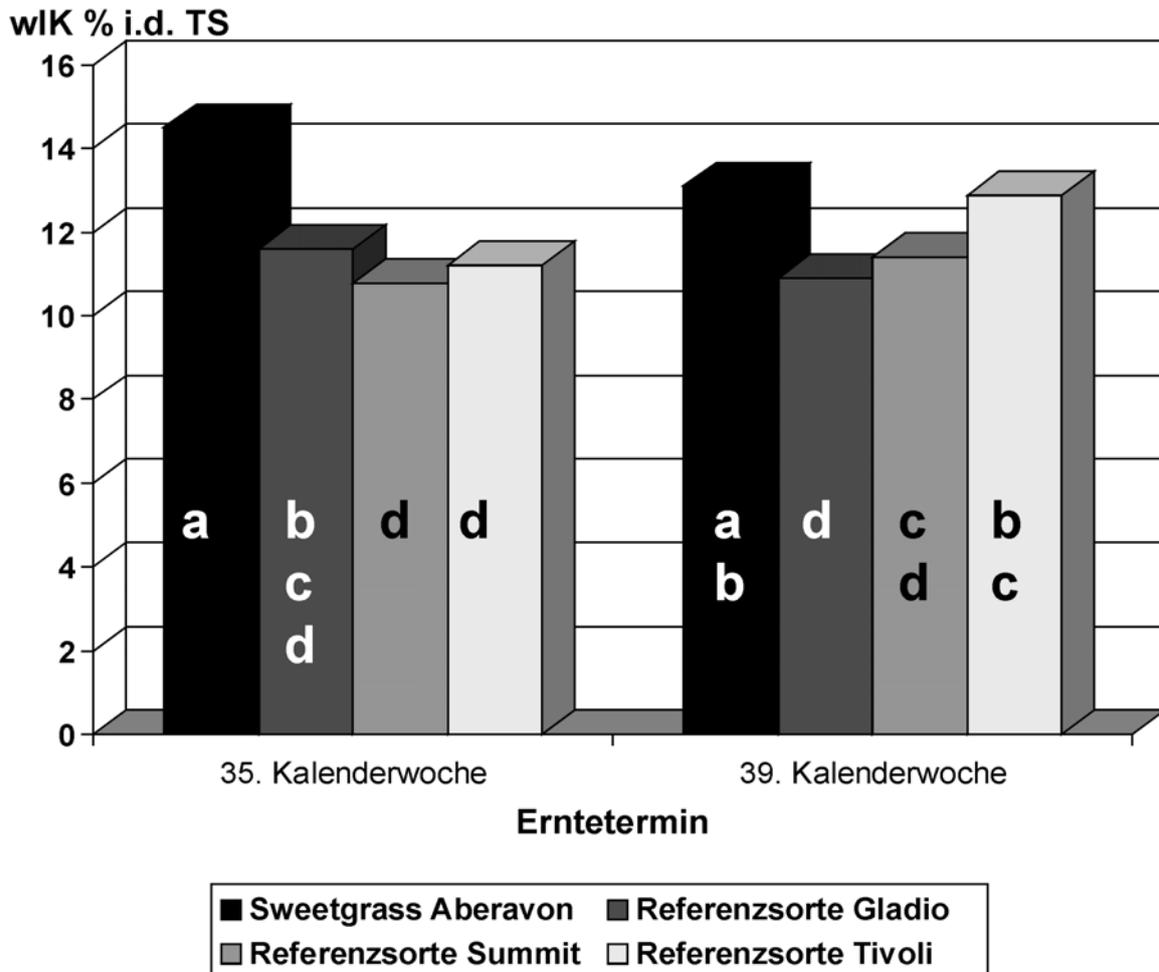
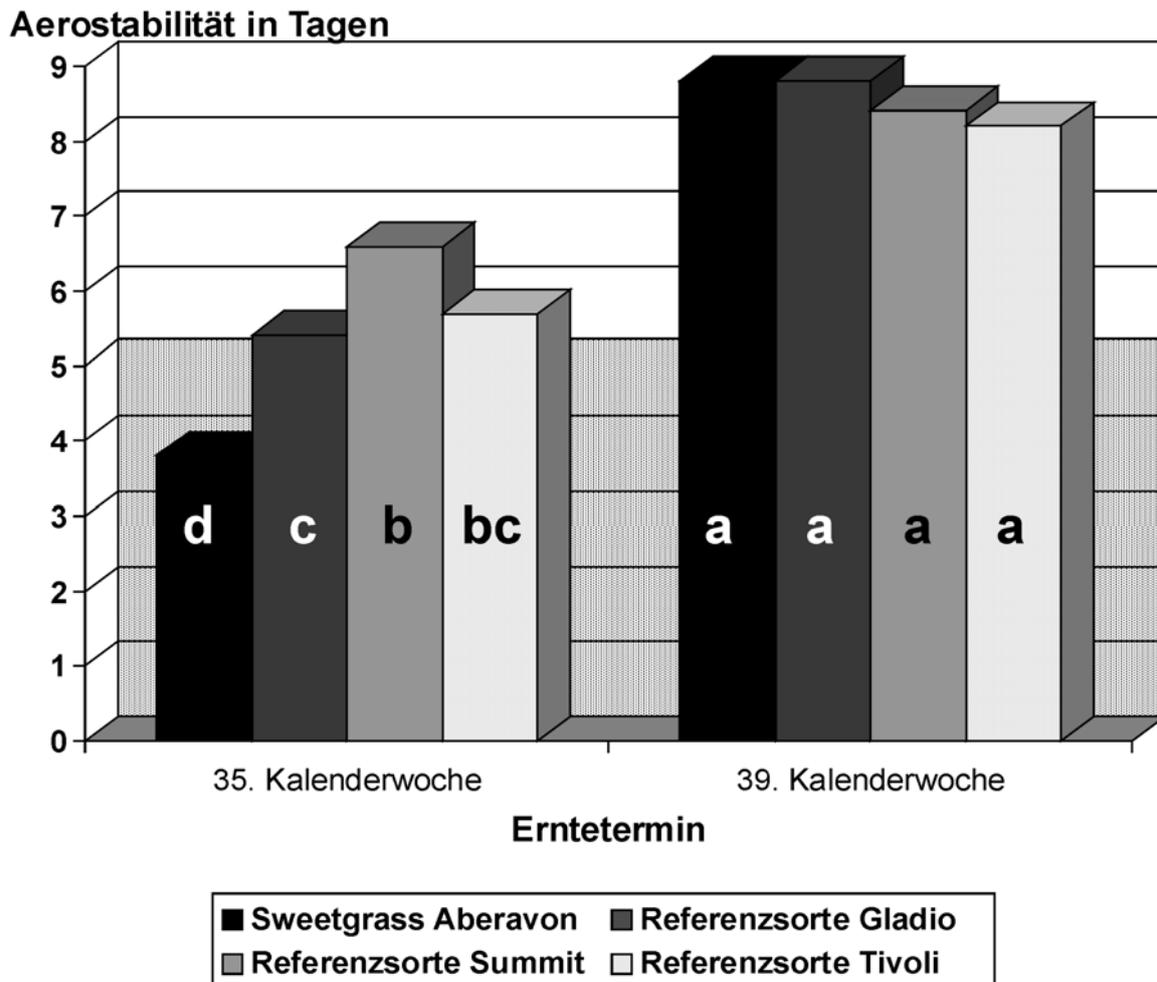


Abb. 1: wLK-Konzentrationen in Abhängigkeit vom Erntetermin und von der *Lolium perenne*-Sorte



**Abb. 2:** Aerostabilität in Tagen in Abhängigkeit vom Erntetermin und von der *Lolium perenne*-Sorte

### Schlussfolgerungen

Zumindest unter suboptimalen Silierbedingungen (= niedrige TS-Gehalte) können HZG-Sorten unter Sauerstoffeinfluss einem beschleunigten Verderb ausgesetzt sein. Offenbar ist dieser Nachteil auf die höheren Restzuckergehalte in den Silagen zurückzuführen. Diesem geringfügig erhöhten Risiko stehen die möglichen Vorteile der in diesem Versuch zum Teil deutlich höheren Zuckergehalte im Ausgangsmaterial entgegen, wie positive Effekte auf die Proteinaufnahme und die Verdaulichkeit. Bei späten Ernteterminen lassen sich auch mit HZG-Sorten trotz niedriger TS-Gehalte ausgesprochen stabile Silagen herstellen.

### Literatur

HONIG, H. (1990): Evaluation of aerobic stability. Grovfoder - Grass and Forage. Rep. Swed. Univ. Agric. Sc. **3**, 76-82.

YEMM, E.M. und WILLIS, A.J. (1954): The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. **57**, 85-97.

# Potentielle Eignung von ausgewählten mono- und dikotylen Grünlandarten für die Biomasseverbrennung in Hinblick auf die Rückstands- und NO<sub>x</sub>-Problematik

H. Laser, V. Königs, W. Opitz v. Boberfeld und P. Theobald

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II – Arbeitsgruppe Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig Universität Gießen

## Einleitung

Die abnehmende Bedeutung des Grünlandes für die Ernährung von Milchkühen hat dazu geführt, dass neue Nutzungsmöglichkeiten für Grünlandaufwüchse gefunden werden müssen, um Landschaften dauerhaft offen halten zu können. Hohe Energiekosten machen die Verwertung der Biomasse von Grünland als Energierohstoff zunehmend interessanter. Neben der Biogaserzeugung muss auch die direkte Verbrennung getrockneter Grünlandprodukte ins Auge gefasst werden. Einschränkend auf die Verwertbarkeit von Grünlandaufwüchsen für die thermische Verwertung wirken sich nach OBERNBERGER (1998) vor allem hohe Gehalte an K, Cl und S - hinsichtlich korrosiv wirkender Verbrennungsprodukte - hohe N-Gehalte – im Hinblick auf mögliche NO<sub>x</sub>-Emissionen – sowie hohe Aschegehalte – bezogen auf den verminderten Brennwert und erhöhte Verbrennungsrückstände – aus. Anhand des umfangreich vorhandenen Datenmaterials aus zahlreichen Grünlandexperimenten wird die Eignung von Grünlandaufwüchsen unterschiedlicher Herkünfte, verschiedener botanischer Zusammensetzung, unterschiedlicher Bewirtschaftung und Nutzungszeitpunkte für eine thermische Verwertung unter Maßgabe der genannten Kriterien geprüft. Im Focus steht dabei vor allem Grünland mit geringerer Bewirtschaftungsintensität. Aufgrund ihrer Eigenschaft der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung tragen Leguminosen zur N-Versorgung der Bestände bei und schränken daher den N-Düngerbedarf erheblich ein. Für nachhaltige Energiepflanzensysteme sind perennierende Gras-Leguminosen-Bestände daher besonders interessant. Andererseits fallen in der Landschaftspflege Grünlandaufwüchse an, die aufgrund später Nutzungstermine häufig nur noch eine geringe Futterqualität aufweisen. Dies trifft zum Beispiel auf die Aufwüchse von Trocken- und Halbtrockenrasen zu. Derartige Aufwüchse sind meist artenreich und durch einen hohen Kräuteranteil geprägt. In dieser Arbeit werden Asche- und N-Konzentrationen verschiedener Kräuter-, Leguminosen- und Gräserarten des Extensivgrünlandes unter dem Aspekt Verbrennung aufgezeigt, um darzustellen, welchen Einfluss variierende Ertragsanteile der Artengruppen auf die Zielgrößen haben und um zu klären, ob innerhalb der Artengruppen Gemeinsamkeiten bestehen. Zusätzlich wird der Einfluss des physiologischen Alters der Arten berücksichtigt.

## Material und Methoden

Das Pflanzenmaterial wurde in zwei ähnlich angelegten Freilandversuchen gewonnen (LASER 1999, THEOBALD 2002). Die Faktoren waren jeweils:

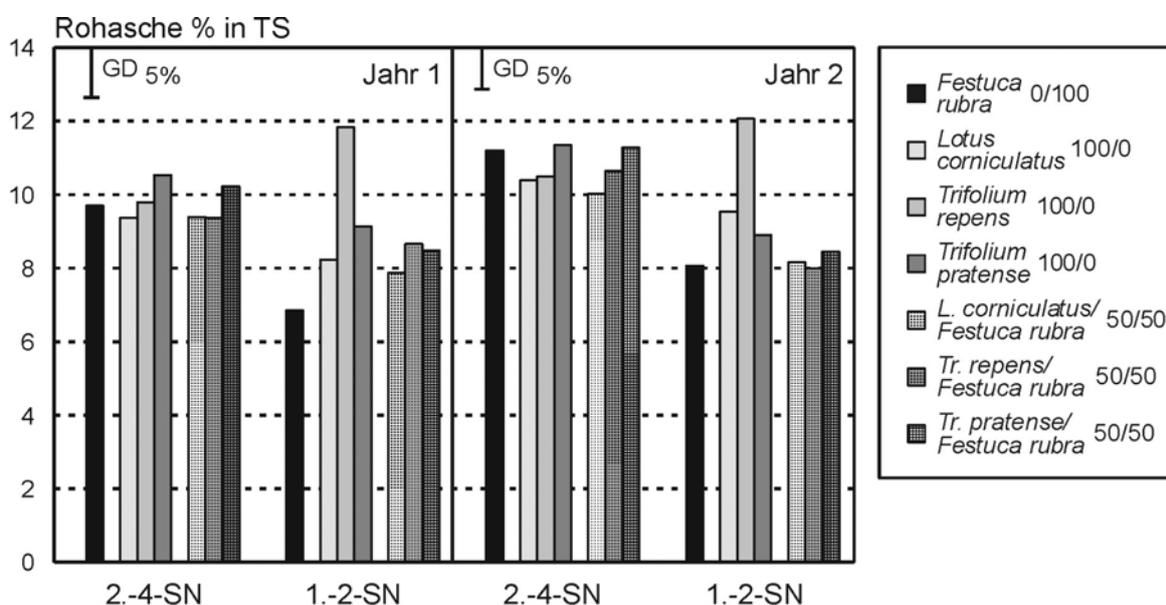
1. Leguminosen-/Kräuterart (=Lotus corniculatus, Trifolium repens und Trifolium pratense als weit verbreitete Leguminosen des Grünlandes bzw. Salvia pratensis, Centaurea scabiosa, Sanguisorba minor als typische Arten der Festuco-Brometea),
2. Nutzungsfrequenz (= zweimalige Nutzung, viermalige Nutzung) und

3. Mischungsverhältnis (= 100/0, 50/50, 0/100) zu einer Grasart (*Festuca rubra* bzw. *Festuca ovina duriuscula*). Im letztgenannten Versuch diente *Lolium perenne* zusätzlich als Vergleichsart.

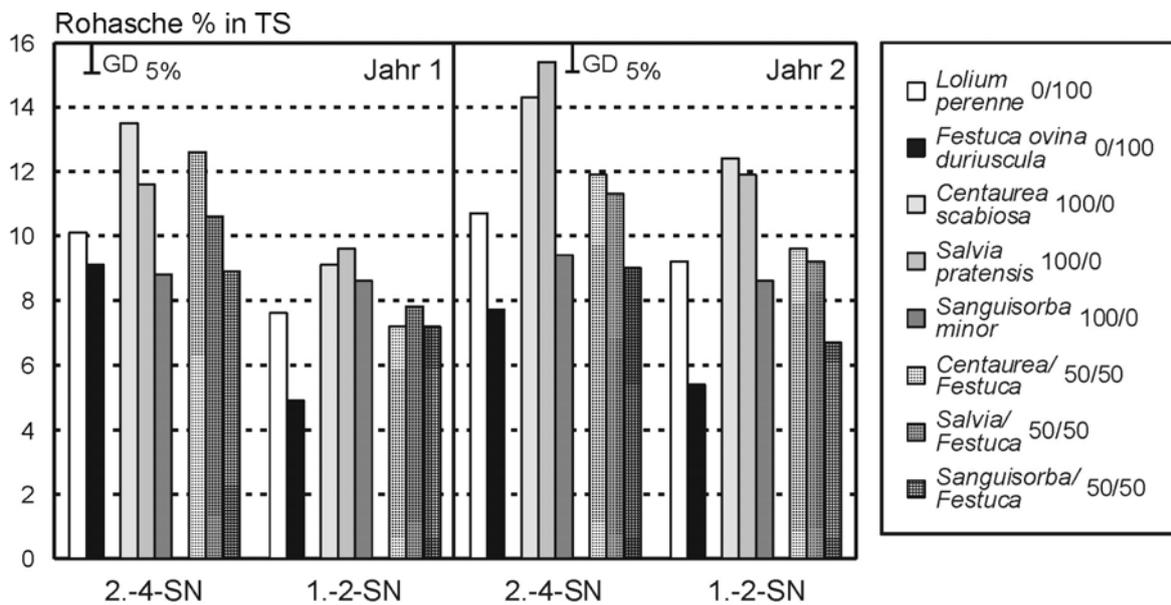
Die Aufwüchse blieben ungedüngt (= Leguminosenversuch) bzw. erhielten eine geringe N-Gabe von 25 kg N ha<sup>-1</sup> (= Kräuterversuch). Die Aschekonzentrationen wurden gravimetrisch nach Verbrennung der getrockneten Proben im Laborofen bei 500 °C ermittelt. Die N-Konzentrationen wurden nach Kjeldahl bestimmt (ANONYMUS 1997). In den Abb. 1 bis 4 wird sich auf die Darstellung der Ergebnisse aus den Untersuchungen der jeweils zeitgleich Mitte Juni geernteten Primäraufwüchse der Zweischnittnutzung (= 1.-2-SN) und der Sekundäraufwüchse der Vierschnittnutzung (= 2.-4-SN) reduziert. Die Daten wurden mittels Varianzanalysen statistisch verrechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

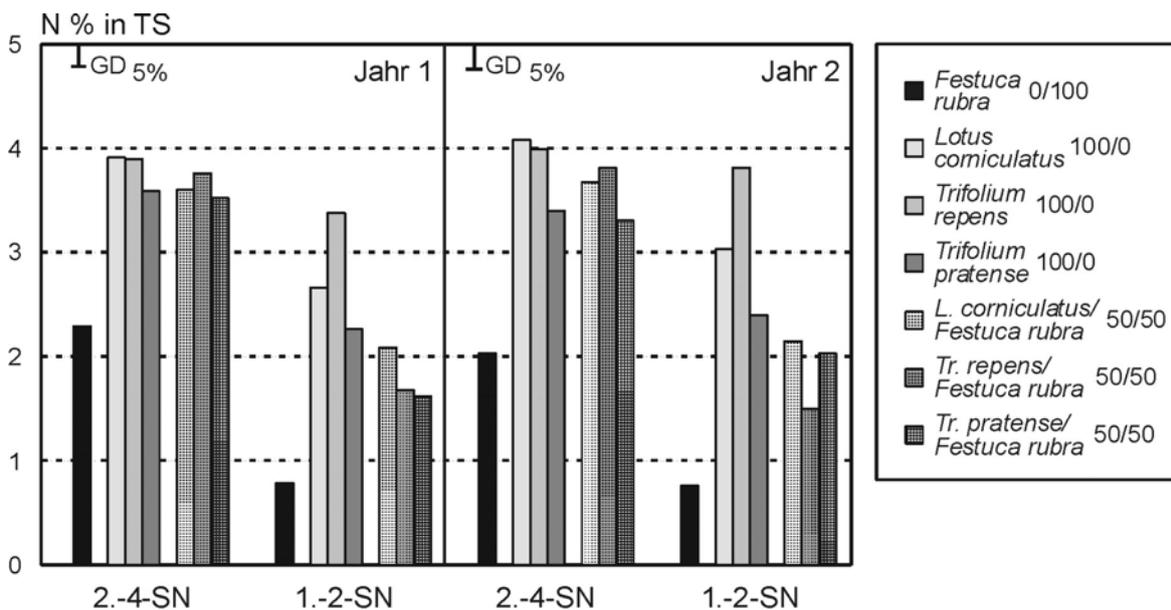
Abb. 1 und 2 zeigen, dass das physiologische Alter der Aufwüchse die Aschegehalte erheblich beeinflusst. In der Regel sind bei physiologisch jüngeren Pflanzen deutlich größere Verbrennungsrückstände zu erwarten als bei physiologisch älteren. Eine Ausnahme stellt hierbei *Trifolium repens* dar, bei dem in beiden Jahren eine Zunahme der Aschegehalte mit zunehmender Länge der Wachstumszeit festzustellen ist (vgl. Abb. 1). Jahresabhängig weist *Festuca rubra* bei später Nutzung etwas niedrigere Aschekonzentrationen als die Leguminosen auf. Bei den physiologisch jüngeren Pflanzen ergeben sich zwischen den Leguminosen und der Grasart keine Unterschiede. Ebenso wenig unterscheiden sich hier die Leguminosen untereinander. Dagegen bestehen im Kräuterartenvergleich (Abb.2) wesentlich deutlichere Unterschiede zwischen den Arten.



**Abb. 1:** Asche-Konzentrationen in verschiedenen Reinsaaten und Mischungen von drei Leguminosen und *Festuca rubra* in Abhängigkeit vom physiologischen Alter



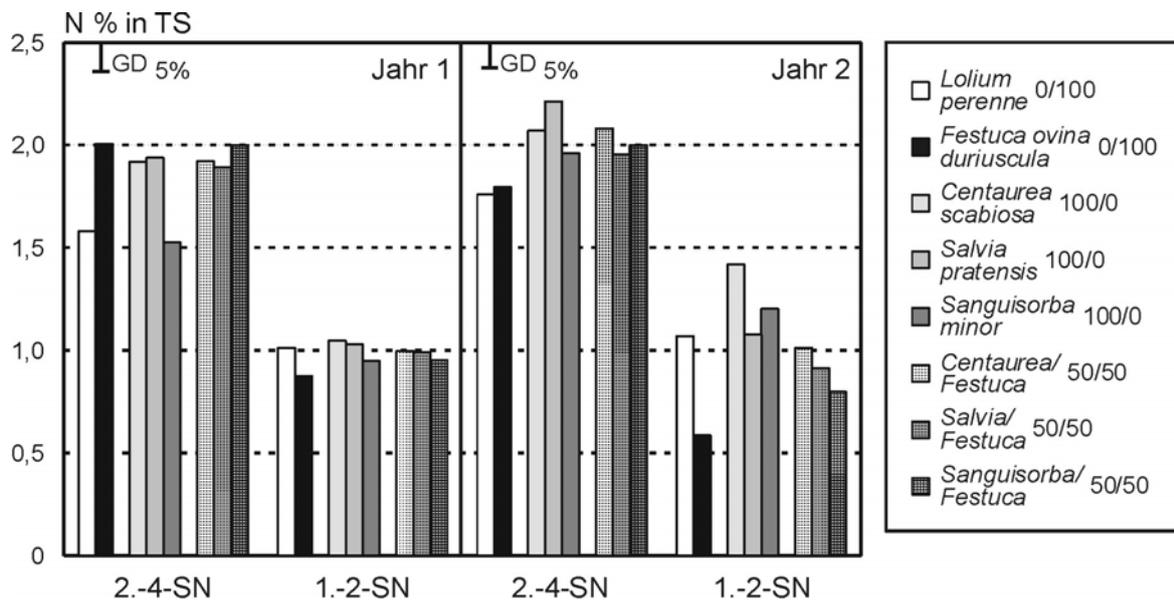
**Abb. 2:** Asche-Konzentrationen in verschiedenen Kräuter- und Grasarten der *Festuca-Brometea*-Gesellschaften in Abhängigkeit vom physiologischen Alter und Mischungsverhältnis



**Abb. 3:** N-Konzentrationen in verschiedenen Reinsaaten und Mischungen von drei Leguminosen und *Festuca rubra* in Abhängigkeit vom physiologischen Alter

Die Gräser, insbesondere *Festuca ovina duriuscula*, haben geringere Aschekonzentrationen als die Nicht-Leguminosen-Kräuter. Auch zwischen den Kräutern bestehen Unterschiede, wobei bei der Verbrennung von *Sanguisorba minor* unabhängig von der Nutzungsfrequenz die niedrigsten Rückstände zu erwarten sind. Bezogen auf die N-Konzentrationen (Abb. 3 und 4) und die zu erwartenden NO<sub>x</sub>-Emissionen sind Leguminosen und Mischungen mit hohem Leguminosenanteil als ungeeignet für eine Verbrennung anzusehen (Abb. 3). Sowohl junge, zum Teil aber auch physiologisch ältere Bestände, weisen hohe N-Konzentrationen auf. Die N-Konzentrationen der spät geernteten, unge düngten *Festuca rubra*- sowie schwach gedüngten *Festuca ovina duriuscula*-Reinsaaten (Abb. 4) weisen relativ geringe N-Konzentrationen auf und sind unter diesem Aspekt bes-

ser für eine Verbrennung geeignet. Auch die typischen Trockenrasenkräuter sind bei später Nutzung schon relativ N-arm.



**Abb. 4:** N-Konzentrationen in verschiedenen Kräuter- und Grasarten der *Festuca-Brometea*-Gesellschaften in Abhängigkeit vom physiologischen Alter und Mischungsverhältnis

## Schlussfolgerungen

Hohe Aschekonzentrationen in verschiedenen Grünlandaufwüchsen limitieren den Brennwert des Materials und lassen hohe Brennrückstände erwarten.

Spät genutzte Aufwüchse von *Festuca rubra* oder *Festuca ovina* haben unter den getesteten Varianten bezogen auf die Aschekonzentration und mögliche NO<sub>x</sub>-Emissionen noch die günstigsten Eigenschaften.

Schnittgut aus der Landschaftspflege von Trockenrasen kommt bei späten Nutzungsterminen für eine thermische Verwertung grundsätzlich in Betracht; hohe Kräuteranteile sind bezogen auf Asche- und N-Gehalt eher nachteilig.

Eine energetische Nutzung von perennierenden Leguminosen in Reinsaat oder in höheren Anteilen in Mischbeständen sollte nicht über Verbrennung erfolgen. Sie sollten eher als Substrat für Biogasanlagen eingesetzt werden.

## Literatur

- ANONYMUS (1997): Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- LASER, H. (1999): Zur Leistung einschließlich Gäreignung von Arten des Festuco-Cynosugetum unter variierenden Bedingungen. Diss. agr. Gießen, 161 S.
- OBERNBERGER, I. (1998): Decentralized biomass combustion: state of the art and future development. Biomass & Bioenergy **14**, 33-56.
- THEOBALD, P.C. (2002): Zur Leistung von *Festuco-Brometea*-Arten unter variierenden Bedingungen. Diss. agr. Gießen, 116 S.

## Konservierung kleereicher Futtermischungen im Herbst

H. Nussbaum

Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf

### Einleitung

Der Anteil der Leguminosen in Kleegrasmischungen beeinflusst über den Proteingehalt die Pufferkapazität und folglich die Silierbarkeit der jeweiligen Aufwüchse. Leguminosen weisen zudem niedrige Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten auf. Bei Aufwüchsen im Herbst besteht insbesondere unter ungünstigen Anwelkbedingungen das zusätzliche Risiko der Verschmutzung, was wiederum die Pufferkapazität erhöht. In einem Versuch mit verschiedenen kleereichen Ackerfuttermischungen wurde deshalb untersucht, welchen Einfluss die Leguminosenarten Rotklee und Luzerne auf die Siliereignung insbesondere bei Herbstaufwüchsen haben und inwiefern die Silagequalität durch Anwelkgrad sowie Siliermitteleinsatz verbessert werden kann.

### Material und Methoden

Am 26. September 2005 wurden verschiedene Ackerfuttermischungen (Regelansaatmischungen Baden-Württemberg, Tabelle 1) frisch (**TM1** 17,6 % TM) mit und ohne Siliermittel (Chemischer Zusatz mit DLG-Gütezeichen WR 1a aus Propion- und Ameisensäure, 4,5 l/t FM) und am 27. September 2005 angewelkt (**TM2** 27,2 % TM) einsiliert. Die Versuche wurden analog der Siliermittelprüfung zur Erlangung eines DLG-Gütezeichens in 1,5 Liter Behälter im Labormaßstab über 90 Tage Fermentationsdauer durchgeführt.

### Ergebnisse

#### Futterwert beim Einsilieren

Das Erntegut wies trotz rechtzeitigem Schnitt und mittleren Rohfasergehalten von 22,8 % i.TM aufgrund mittlerer Rohaschegehalte von 12,8 % i.TM nur durchschnittliche Energiegehalte von 5,64 MJ NEL/kg TM auf (Tabelle 1). Die höchste Energiekonzentration (5,9 MJ NEL/kg TM) wurde beim Aufwuchs des Welschen Weidelgrases (Var. 4) ermittelt.

**Tab. 1:** Parameter des Futterwerts der Klee gras-Mischungen beim Einsilieren

Mischung bzw. Kleeart und -anteil	TM 1	TM 2	XP	XF	XA	NEL
	%	%	% i.TM			MJ/kg TM
1. Rotklee (100 %)	15,3	28,5	20,2	22,8	12,5	5,70
2. AF3 (80 % Rotklee)	15,6	26,1	19,7	22,0	11,9	5,72
3. AF4 (17 % Rotklee)	15,6	25,2	18,8	22,0	12,2	5,71
4. Welsches Weidelgras (100 %)	21,0	26,7	11,4	21,9	11,3	5,88
5. Deutsches Weidelgras (100 %)	15,3	33,4	14,6	22,0	13,6	5,45
6. AF5 (12 % Rotklee, 8 % Weissklee)	15,1	25,0	20,3	21,8	12,3	5,72
7. AF7 (17 % Rotklee, 26 % Luzerne)	14,9	26,3	19,9	23,0	12,7	5,67
8. AF9 (73 % Luzerne)	18,5	27,8	19,8	24,8	15,4	5,32
9. Luzerne (100 %)	17,8	25,8	20,8	25,1	12,9	5,52
10. GSW2 (intensiv, 9 % Weissklee)	15,3	27,7	19,5	22,4	13,2	5,75

Die Kleevarianten (1, 9) sowie die kleebetonten Mischungen (2, 3, 6, 7, 8, 10) hatten hohe (> 19 % i.TM), die reinen Grasbestände (Var. 4 und 5) unterdurchschnittliche (< 15 % i.TM) Rohproteingehalte. Die mittleren TM-Gehalte lagen bei der Ernte bei 16,4 %, nach halbtägigem Anwelken bei 27,3 % TM.

### Silierbarkeit

Die Leguminosen bzw. leguminosenreichen Kleegrasmischungen wiesen aufgrund niedriger Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten (< 6-8 % i.TM) und hoher Pufferkapazität (> 5) gegenüber den Weidelgräsern (Var. 4, 5) eine schlechtere Silierbarkeit (Z/PK < 2,0) auf. Ab einem Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) von über 45 wird von einer guten Silierbarkeit ausgegangen. Das wurde ohne Anwelken (TM1) nur von Var. 4 (Welsches Weidelgras), mit Anwelken (TM2) auch von Var. 5 (Deutsches Weidelgras) erreicht. Die kleebetonten Aufwüchse sind ohne Anwelken mit einem mittleren VK von 19 als schwer silierbar, mit Anwelken und einem durchschnittlichen VK von 29,7 als mittelschwer silierbar einzustufen.

**Tab. 2:** Parameter der Silierbarkeit der einzelnen Kleegrasmischungen frisch (TM 1) und angewelkt (TM 2)

Mischung	Z % i.TM	PK	Z/PK	Nitrat mg/kg TM	VK 1	VK 2
1. Rotklee (100 %)	3,0	9,3	0,3	230	17,9	31,1
2. AF3 (80 % Rotklee)	3,4	8,7	0,4	384	18,8	29,3
3. AF4 (17 % Rotklee)	4,5	9,0	0,5	51	19,6	29,3
4. Welsches Weidelgras (100 %)	16,6	5,8	2,9	0	44,0	49,6
5. Deutsches Weidelgras (100 %)	10,1	5,5	1,8	32	30,0	48,1
6. AF5 (12 % Rotklee, 8 % Weissklee)	3,4	8,9	0,4	221	18,1	28,0
7. AF7 (17 % Rotklee, 26 % Luzerne)	3,3	9,0	0,4	505	17,9	29,2
8. AF9 (73 % Luzerne)	2,8	7,6	0,4	841	21,5	30,8
9. Luzerne (100 %)	2,5	9,0	0,3	575	20,0	28,0
10. GSW2 (intensiv, 9 % Weissklee)	4,1	8,5	0,5	138	19,1	31,6

Z = Gehalt an vergärbaren Zuckern

PK = Pufferkapazität (Menge an Milchsäure bis pH = 4,0)

Z/PK = Verhältnis von Zucker zu Pufferkapazität

VK = Vergärbarkeitskoeffizient ( $PK = TM + 8 \cdot Z/PK$ )

### Futterwert und Gärqualität der Silagen

Ohne Anwelken und ohne Siliermittelzusatz wiesen alle Nass-Silagen die höchsten Gär- und Zuckerverluste auf (Tabelle 3). Die Energiekonzentration war deshalb gegenüber den Anwelksilagen bzw. den mit chemischem Siliermittel behandelten Silagen am niedrigsten (im Mittel 5,5 MJ NEL/kg TM). Trotz schwieriger Vergärbarkeit (VK=19) wiesen nur die Luzerne- bzw. luzernebetonten Aufwüchse Buttersäure auf. Alle anderen Silagen waren aufgrund hoher Milchsäuregehalte (> 5 % i.TM) frei von Buttersäure. Allerdings überschritten alle kleereichen Silagen den im neugefassten DLG-Bewertungsschlüssel genannten Grenzwert von 3 % Essigsäure.

Nachfolgende Seite **Tab. 3:** Futterwert und Gärqualität der Silagen nach 90 Tagen Fermentation

Variante	TM %	NEL MJ/kg TM	XP % i.TM	XF % i.TM	XA pH	Milchsäure % i.TM	Essigsäure % i.TM	Buttersäure % i.TM	Propionsäure % i.TM	Ameisensäure % i.TM	NH <sub>3</sub> -N zu N <sub>i</sub> %	Restzucker % i.TM	TMV %
<b>Nass-Silage ohne Siliermittel</b>													
1. Rotklee	15,3	5,4	21,4	24,0	13,5	5,1	7,4	0,0	0,0	0,1	12,8	0,4	8,5
2. AF3	16,1	5,4	20,9	25,0	13,2	4,9	8,7	0,0	0,0	0,1	11,9	0,5	8,1
3. AF4	15,7	5,7	18,9	23,4	12,8	4,7	10,9	0,0	0,0	0,1	10,5	2,0	6,0
4. Welsches Weidelgras	20,9	5,7	12,0	22,4	11,6	4,3	9,8	0,0	0,1	0,0	8,1	10,2	4,5
5. Deutsches Weidelgras	22,8	5,3	14,4	23,6	14,2	4,3	10,3	0,0	0,0	0,0	9,6	2,4	6,4
6. AF5	15,7	5,6	20,6	22,6	13,0	4,7	10,3	0,0	0,1	0,2	11,2	2,1	6,6
7. AF7	15,5	5,5	20,8	24,0	13,3	4,9	8,4	0,1	0,1	0,1	12,4	0,3	7,5
8. AF9	19,1	5,1	20,1	26,6	16,6	5,3	4,0	2,8	0,2	0,1	14,4	0,3	10,4
9. Luzerne	18,6	5,3	21,5	25,6	13,5	5,1	6,2	0,5	0,1	0,1	14,5	0,3	9,8
10. GSW2	16,5	5,6	19,7	21,6	13,9	4,3	10,5	2,7	0,0	0,1	7,9	1,9	5,0
<b>Mittelwert</b>	<b>17,6</b>	<b>5,5</b>	<b>19,0</b>	<b>23,9</b>	<b>13,6</b>	<b>4,8</b>	<b>8,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>11,3</b>	<b>2,0</b>	<b>7,3</b>
<b>Nass-Silage mit Siliermittel</b>													
1. Rotklee	16,0	5,7	21,4	21,6	12,6	4,3	10,6	0,0	0,9	1,2	9,7	3,7	2,8
2. AF3	16,7	5,7	20,9	20,9	12,5	4,4	11,1	0,0	0,9	1,2	9,4	3,7	2,8
3. AF4	16,2	5,8	19,9	21,7	12,9	4,3	12,2	0,0	1,3	1,3	10,8	3,6	3,2
4. Welsches Weidelgras	21,3	6,0	12,6	22,5	11,8	4,3	7,8	0,0	1,0	0,9	10,5	13,1	2,4
5. Deutsches Weidelgras	23,3	5,6	14,7	24,2	13,0	4,3	8,3	0,0	0,7	0,8	9,9	7,5	3,8
6. AF5	16,0	5,7	20,8	22,5	12,9	4,3	12,2	0,0	1,3	1,3	9,7	4,6	2,8
7. AF7	16,5	5,7	20,7	23,0	12,6	4,4	11,5	0,0	1,0	1,3	9,7	2,6	3,0
8. AF9	19,9	5,5	20,9	23,9	14,6	4,5	9,1	0,0	0,8	0,9	9,8	1,8	3,2
9. Luzerne	19,5	5,6	21,6	23,6	12,6	4,5	9,1	0,0	0,8	1,0	9,5	2,4	2,9
10. GSW2	16,7	5,8	20,1	20,5	13,6	4,3	11,7	0,0	1,1	1,1	9,9	3,8	2,6
<b>Mittelwert</b>	<b>18,2</b>	<b>5,7</b>	<b>19,4</b>	<b>22,4</b>	<b>12,9</b>	<b>4,4</b>	<b>10,4</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>9,9</b>	<b>4,7</b>	<b>3,0</b>
<b>Anweilksilage ohne Siliermittel</b>													
1. Rotklee	29,0	5,6	20,5	22,4	13,0	4,8	10,4	0,0	0,0	0,1	9,4	2,8	4,7
2. AF3	25,6	5,7	20,4	23,0	12,9	4,8	10,4	0,0	0,0	0,1	10,1	2,5	5,0
3. AF4	26,0	5,6	19,8	22,3	12,9	4,7	10,9	0,0	0,0	0,2	9,7	2,1	5,1
4. Welsches Weidelgras	28,2	5,8	12,2	22,8	12,4	4,3	7,6	0,0	0,0	0,0	7,9	11,4	4,0
5. Deutsches Weidelgras	32,0	5,4	15,3	23,5	14,3	4,5	6,8	0,0	0,0	0,0	8,1	5,4	3,6
6. AF5	25,2	5,7	20,5	23,2	13,3	4,7	10,7	0,0	0,0	0,1	9,9	2,2	5,1
7. AF7	26,6	5,5	20,7	23,2	13,5	4,9	9,6	0,0	0,0	0,1	11,0	2,3	5,7
8. AF9	25,6	5,4	20,8	26,6	14,0	5,1	6,3	0,1	0,1	0,0	14,3	0,4	6,6
9. Luzerne	26,2	5,4	21,9	26,7	13,5	5,1	6,8	0,1	0,2	0,0	14,1	0,7	7,3
10. GSW2	27,2	5,7	19,8	20,6	13,8	4,4	10,8	0,0	0,2	0,1	8,0	2,3	3,5
<b>Mittelwert</b>	<b>27,2</b>	<b>5,6</b>	<b>19,2</b>	<b>23,4</b>	<b>13,4</b>	<b>4,7</b>	<b>9,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>10,2</b>	<b>3,2</b>	<b>5,1</b>

Ähnliches gilt für das Verhältnis zwischen dem Gehalt an Ammoniak und Gesamtstickstoff. Hier lagen nur die grasbetonten Aufwüchse unter 10 %.

Der Einsatz des chemischen Siliermittels reduzierte bei allen Nass-Silagen die Gärverluste von im Mittel 7,3 auf 3,0 %. Die Essigsäurebildung wurde von 3,8 auf 1,7 % i. TM vermindert. Alle Silagen waren frei von Buttersäure und wiesen im Mittel 9,9 % Ammoniakstickstoff zu Gesamtstickstoff auf. Der pH-Wert wurde aufgrund höherer Milchsäuregehalte (10,4 % gegenüber 8,6 % i. TM) im Durchschnitt von 4,8 (ohne Zusatz) auf 4,4 (mit Zusatz) abgesenkt.

Das Anwelken von durchschnittlich 16,4 auf 27,2 % verbesserte die Gärqualität aller Silagen, wenngleich der Effekt des chemischen Zusatzes aufgrund der nur moderaten TM-Zunahme nicht erreicht wurde. Gegenüber der Nass-Silage stieg der Gehalt an Milchsäure von 8,6 auf 9,0 % i. TM an, demzufolge sank der pH-Wert von 4,8 auf 4,7 ab. Die Gehalte an Essigsäure nahmen im Durchschnitt von 3,8 auf 3,1 % i. TM ab, wobei die leguminosenbetonten Partien weiterhin hohe Essigsäuregehalte und mehr Ammoniak aufwiesen. Die geringsten Verluste, niedrige Essigsäure- und Ammoniakgehalte hatten wiederum die grasbetonten Anwelksilagen. Hinsichtlich Gärqualität schnitten die Luzerne- bzw. luzernebetonten Silagen (Var. 7, 8, 9) am schlechtesten ab.

### **Zusammenfassung**

Verschiedene Ackerfuttermischungen wurden „frisch“ mit und ohne Siliermittel und „angewelkt“ in Laborsilos einsiliert. Die Leguminosenart (Rotklee, Luzerne) und -anteile in den einzelnen Kleegrasmischungen hatten Einfluss auf die Silierbarkeit der Herbstaufwüchse sowie auf Futterwert und Gärqualität der daraus erzeugten Silagen. Ohne Anwelken (16,4 % TM) hatten vor allem die kleereichen Varianten höhere Gärverluste, mehr Essigsäure und Ammoniak als grasbetonte Varianten. Der Zusatz eines chemischen Siliermittels (DLG Gütezeichen WR 1a), basierend auf Ameisen- und Propionsäure, bewirkte bei den nicht angewelkten Silagen eine Reduzierung der Gärverluste sowie verminderte Bildung von Essig- und Buttersäure. Demgegenüber lagen die Milchsäuregehalte höher und folglich der pH-Wert niedriger. Anwelken auf durchschnittlich 27,2 % TM verbesserte sowohl Futterwert und Gärqualität der Silagen, wenngleich die Effekte des Silierzusatzes nicht erreicht wurden. Hinsichtlich Gärqualität schnitten Partien bzw. Mischungen mit Luzerne am schlechtesten ab.

### **Literatur**

- BUXTON, D.R., MUCK, R.E. und HARRISON, J.H. (2003): Silage Science and Technology. Agronomy No. 42, American Society of Agronomy, Inc..
- LOGES, R., THAYSEN, J. und TAUBE, F. (2002): Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Rostock 2002, 268-276.
- MCDONALD, P., HENDERSON, A.R. und HERON, S.J.E. (1991): The Biochemistry of Silage. Second Edition, Chalcombe Publications, Marlow, GB.
- MINISTERIUM LÄNDLICHER RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): Empfehlungen für die Ansaat von Ackerfutter. Stand August 2004. Herausgeber: LVVG Aulendorf.
- NUSSBAUM, H. (1998): Siliereignung von Wiesenaufwüchsen verschiedenen physiologischen Alters in Verbindung mit dem Einsatz ausgewählter Silierzusatzmittel. Dissertation Universität Hohenheim. Verlag Ulrich Grauer, Stuttgart.

- NUSSBAUM, H. (1999): Saubere Herbstaufwüchse lassen sich besser silieren. BW Agrar 31/99, S. 12-13.
- NUSSBAUM, H. (2003): Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Braunschweig 2003, 63-66.
- NUSSBAUM, H. (2005): Nicht jeder Silierzusatz taugt für jede Silage. BW Agrar 16/2005, 15-17.
- PAUL, C. und WILKINS, R.J. (2001): Silagen aus Futterleguminosen für die Wiederkäuerfütterung. Hedgerow Print, Grossbritannien (Broschüre zum LEGSIL-Projekt).

# Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneuansaat

## Teil 3: Siliereignung und Gärqualität (1.Aufwuchs 2005)

H. Nußbaum

Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf

### Einleitung

Die Grasart und der Anteil der Gräser sowie Leguminosen im Pflanzenbestand beeinflussen über den Gehalt an vergärbaren Kohlenhydraten die Silierbarkeit der jeweiligen Aufwüchse. Leguminosen wirken sich über den Proteingehalt auf die Pufferkapazität des Erntegutes aus. Die von ELSÄSSER in Teil 1 und 2 vorgestellten Versuchsglieder (siehe auch ELSÄSSER, 2004) unterschiedlicher Grünlandmischungen mit variierter Nutzungshäufigkeit wurden deshalb 2005 als Silage konserviert.

### Material und Methoden

Im Mai 2005 wurden am Standort Aulendorf die ersten Aufwüchse verschiedener Grünlandmischungen (Tabelle 1) im 5. Hauptnutzungsjahr früh (10. Mai), spät (18. Mai) und sehr spät (31. Mai) als Anwelksilage einsiliert. Die Versuche wurden analog der Siliermittelprüfung zur Erlangung eines DLG-Gütezeichens in 1,5 Liter Behälter im Labormaßstab über 90 Tage Fermentationsdauer durchgeführt.

### Ergebnisse

#### Silierbarkeit 1.Aufwuchs 2005

Die höchsten Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten wurden am 18. Mai ermittelt. Die Pufferkapazität nahm mit dem späteren Erntetermin ab. Daraus resultiert eine gute Vergärbarkeit ( $Z/PK > 2$ ) zum mittleren Nutzungstermin. Der Vergärbarkeitskoeffizient lag bei allen Varianten im gut silierbaren Bereich. Die Aufwüchse waren nitratarm, insbesondere bei den leguminosenbetonten Mischungen.

**Tab 1:** Parameter der Vergärbarkeit zum ersten Aufwuchs 2005

Var.	G-Grund-Misch.* plus	Sorte bzw. -typ	Nutzungszeit	Nutzungsdatum	Schnitte pro Jahr	Zucker % i.TM	PK	Nitrat mg/kgTM	Z/PK	TM %	VK
1	DW**	früh	früh	10.5	6	8,6	5,0	287	1,7	24,9	39
2	DW	früh	früh	10.5	5	8,0	5,1	475	1,6	24,7	37
3	DW	spät	früh	10.5	5	8,2	5,1	486	1,6	31,3	44
4	DW	spät	früh	10.5	4	8,2	5,0	135	1,6	30,4	43
5	DW	spät	spät	18.5	5	10,7	4,9	169	2,2	26,8	44
6	Weißklee	Lirepa	früh	10.5	5	9,2	4,8	19	1,9	33,8	49
7	Weißklee	Lirepa	spät	18.5	4	12,9	4,2	10	3,1	32,6	57
8	Luzerne	Europe	früh	18.5	4	14,5	4,3	42	3,4	28,6	56
9	Luzerne	Europe	s.spät	31.5	4	10,9	3,1	33	3,5	51,5	80

\* G-Grund-Misch. = Grünlandgrundmischung (siehe Beitrag 1 zum gleichen Thema)

\*\* DW = Deutsches Weidelgras

PK = Pufferkapazität (Menge an Milchsäure bis pH = 4,0)

VK = Vergärbarkeitskoeffizient ( $PK = TM + 8 \cdot Z/PK$ )

Physiologisch sehr junges Erntegut (späte Sortentypen bei früher Ernte) ist durch hohe Proteingehalte (Tabelle 2) und folglich erhöhte Pufferkapazität (Tabelle 1) gekennzeichnet. Da gleichzeitig auch die Zuckergehalte niedriger lagen, bewirkte die (zu) frühe Ernte eine über den Quotienten aus Zucker und Pufferkapazität beschriebene schlechtere Ver-gärbarkeit.

### Futterwert der Silagen (1. Aufwuchs 2005)

Der Futterwert der Silagen wurde maßgeblich durch den Erntetermin und weniger durch die Faktoren Nutzungshäufigkeit bzw. Sorten- oder Mischungstyp beeinflusst (Tabelle 2).

Mit dem um eine Woche (10. zu 18. Mai) späteren Erntetermin nahm durch die physiologische Reife im Mittel der Mischungen der Rohproteingehalt um absolut 4,0 bis 4,5 % i.TM ab, die Rohaschegehalte um 1,0 bis 2,0 % i.TM ab, der Rohfasergehalt um 1,0 bis 3,2 % i.TM zu und folglich die Energiekonzentration um 0,1 bis 0,2 MJ NEL/kg TM ab.

**Tab. 2:** Futterwert der Silagen nach 90 Tagen Fermentationsdauer

Var.	Grund- mischung	Sorte-/ Sorten-	Ernte- termin	TM <sub>K</sub> %	% i.TM <sub>k</sub>			NEL MJ/kg TM
					Roh-	Roh-	Roh-	
1	DW	früh	10.05.	27,1 e	18,1 b	24,7 de	10,4 a	6,27 abc
2	DW	früh	10.05.	26,3 e	18,5 a	24,3 e	10,0 b	6,30 abc
3	DW	spät	10.05.	30,6 d	18,4 a	25,7 c	9,9 b	6,36 a
4	DW	spät	10.05.	34,1 b	18,6 a	24,8 de	9,6 c	6,34 a
5	DW	spät	18.05.	27,2 e	14,0 c	26,4 b	9,3 d	6,16 d
6	Weißklee	Lirepa	10.05.	34,1 bc	17,8 b	22,0 f	9,6 c	6,32 ab
7	Weißklee	Lirepa	18.05.	33,0 c	13,4 d	25,2 cd	8,5 e	6,23 bcd
8	Luzerne	Europe	18.05.	29,6 d	12,9 e	26,5 b	8,4 e	6,22 cd
9	Luzerne	Europe	31.05.	52,3 a	9,7 f	32,6 a	7,4 f	5,51 e
<b>Mittelwert</b>				<b>32,7</b>	<b>15,7</b>	<b>25,8</b>	<b>9,2</b>	<b>6,2</b>
<b>GD 5 %</b>				<b>1,05</b>	<b>0,31</b>	<b>0,66</b>	<b>0,27</b>	<b>0,09</b>

Bei den direkt vergleichbaren Mischungen (DW später Typ, weißklee- bzw. luzernebetonte Mischungen) traten ähnliche Effekte auf. Bei den weidelgrasbetonten Mischungen mit spätreifen Sortentypen nahm die Energiekonzentration durch die um eine Woche verzögerte Ernte um 0,2, bei den weißkleebetonten Parteien infolge der höheren Nutzungselastizität des Weißklee nur um 0,1 MJ NEL/kg TM ab, obwohl die Rohfasergehalte stärker zunahmen. Ursache dafür könnte der absolut um 1,1 % i. TM niedrigere Rohaschegehalt sein.

Bei den luzernebetonten Mischungen wirkte sich die um zwei Wochen verzögerte Ernte (18. zu 31. Mai) am stärksten auf den Futterwert der Silagen aus, wobei schon der Erntetermin am 18. Mai durch unterdurchschnittliche Rohproteingehalte (12,9 % i.TM) auffällt. Dieser nahm bis zum 31. Mai absolut um 3,2 % auf 9,7 % i. TM ab. Aufgrund der höheren Rohfasergehalte (26,5 auf 32,6 % i.TM) nahm die Energiekonzentration von 6,2 auf 5,5 MJ NEL/kg TM ab.

### Gärqualität der Silagen (1.Aufwuchs 2005)

Alle Silagen waren unabhängig von der Grünlandmischung, dem zusätzlichen Mischungs-partner und dem Erntetermin gut vergoren und frei von Buttersäure.

Die Nutzungshäufigkeit wirkte sich bei den verschiedenen Sortentypen des deutschen Weidelgrases (früh- /spätreif) aufgrund des einheitlichen Erntetermins (10. Mai) kaum auf die Gärqualität der Silagen aus (Tabelle 3). Bei den frühen Sortentypen (Var. 1, 2) säuerte das Erntegut der fünfmal genutzten Variante etwas rascher an und hatte deshalb signifikant geringere Gärverluste. Bei den spätreifen Sortentypen (Var. 3, 4) wies die weniger häufig genutzte Variante aufgrund signifikant niedrigeren Milchsäuregehalten eine langsamere Säuerung und signifikant geringe Säuerungsintensität auf.

Hinsichtlich der Sortentypen des Deutschen Weidelgrases wiesen die spätreifen (Var. 3) gegenüber den frühreifen Typen (Var. 2) bei früher Ernte (10. Mai) und einheitlich fünf Nutzungen pro Jahr aufgrund signifikant niedrigeren Gehalten an Milchsäure eine langsamere und signifikant geringere Ansäuerung auf. Da sich im Ausgangsmaterial (Tabelle 1) die Parameter der Vergärbarkeit (Z, Z/PK) nicht unterschieden und zudem die Restzuckergerhalte der Silagen aus den spätreifen Typen signifikant höher waren als bei den Silagen der frühen Typen, ist davon auszugehen, dass die Ursache dafür der epiphytische Keimbesatz war. Demnach war der frühe Erntetermin (10. Mai) für die späten Typen etwas zu früh gewählt, was durch die bessere Gärqualität der Silagen des gleichen Sortentyps (Var. 5) bei dem um eine Woche späteren Termin (18. Mai) bestätigt wird.

**Tab. 3:** Gärqualität der Silagen nach 90 Tagen Fermentationsdauer

Var.	Grundmischung	TM <sub>K</sub> %	pH-Wert		% i.TM <sub>K</sub>			Zucker % i.TM <sub>K</sub>	TMV %
			3.Tag	90.Tag	Milch-	Essig-	Ethanol		
1	DW	27,1 e	5,45	4,25 d	8,5 ab	1,6 b	1,2 a	3,5 de	4,0 a
2	DW	26,3 e	5,19	4,25 d	8,8 a	1,6 b	1,0 abc	2,8 e	3,6 bc
3	DW	30,6 d	5,65	4,30 c	8,0 bc	1,4 c	0,9 bc	3,6 d	3,7 bc
4	DW	34,1 b	5,85	4,33 b	7,3 d	1,3 cd	1,1 ab	5,3 c	3,5 c
5	DW	27,2 e	4,79	4,14 f	9,0 a	1,79 a	1,0 abc	6,0 c	3,8 ab
6	Weißklee	34,1 bc	5,63	4,24 d	7,6 cd	1,3 d	0,6 de	7,7 ab	2,5 e
7	Weißklee	33,0 c	4,86	4,16 e	6,6 e	1,6 b	0,5 ef	7,7 ab	3,0 d
8	Luzerne	29,6 d	4,69	4,12 f	8,1 bc	1,9 a	0,6 cd	7,0 b	3,4 c
9	Luzerne	52,3 a	5,84	4,41 a	3,8 f	0,9 e	0,3 f	8,4 a	1,8 f
<b>Mittelwert</b>		<b>32,7</b>	<b>5,33</b>	<b>4,24</b>	<b>7,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>5,3</b>	<b>3,3</b>
<b>GD 5 %</b>		<b>1,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,60</b>	<b>0,12</b>	<b>0,27</b>	<b>0,72</b>	<b>1,05</b>	

TM<sub>K</sub> = um flüchtige Substanzen korrigierte Trockenmasse

TMV = Trockenmasseverluste bei der Fermentation

Der um eine Woche spätere Erntetermin wirkte sich in den Silagen der späten Typen des Deutschen Weidelgrases aufgrund signifikant höherer Milchsäuregehalten über die rasche und intensive Ansäuerung positiv auf die Gärqualität aus. Demgegenüber lagen die Essigsäuregehalten bei der späteren Ernte höher. Bei den mit Weißklee versetzten Grünlandmischungen (Var. 6, 7) bewirkte die spätere Ernte zwar auch eine raschere und intensivere Säuerung, jedoch lagen die Milchsäuregehalten signifikant niedriger als bei früher Ernte. Bei den luzernebetonten Mischungen (Var. 8, 9) überlagerten die Unterschiede im Trockenmassegehalt (29,6 % und 52,3 % TM) die Effekte des Erntetermins. Der hohe An-

welkgrad zum zweiten Termin bewirkte eine schwach ausgeprägte Fermentation mit signifikant niedrigeren Gehalten an Milch- und Essigsäure sowie geringeren Gärverlusten.

Beim Vergleich der einzelnen Mischungen (Grundmischung plus Partner) fällt auf, dass die Silagen der leguminosenbetonten Mischungen (Var. 6-8), insbesondere bei späterer Nutzung, tendenziell weniger Milchsäure aufweisen als die weidelgrasbetonten Mischungen. Demgegenüber hatten die Silagen aus den grasbetonten Partien höhere Gehalte an Ethanol und größere Gärverluste. Der signifikant höchste Gehalt an Essigsäure wurde in den Silagen der luzernebetonten Mischungen ermittelt. Bei den Konserven der grasbetonten Primäraufwüchse war die Gärqualität bei den frühen Sortentypen zum frühen Erntzeitpunkt (10. Mai), bei den späten Typen zum späten Termin (18. Mai) am besten.

## **Zusammenfassung**

Der erste Aufwuchs verschiedener Grünlandneusäsaaten mit unterschiedlichen Partnern an Gräser- und Leguminosensorten bzw. -sortentypen und variiertes Nutzungshäufigkeit wurden im fünften Hautnutzungsjahr als Silage konserviert. Die Silierbarkeit der Primäraufwüchse war nicht zum „frühen“ (10. Mai), sondern beim „mittleren“ Erntetermin (18. Mai) aufgrund höherer Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten und geringerer Pufferkapazität am besten. Der Futterwert der Silagen und insbesondere die Energiekonzentration wurden maßgeblich durch das physiologische Entwicklungsstadium und damit durch den Nutzungstermin und weniger durch die Faktoren Nutzungshäufigkeit bzw. Sorten- oder Mischungstyp beeinflusst. Aufgrund der jeweils guten Vergärbarkeitskoeffizienten waren alle Silagen frei von Buttersäure. Die Nutzungshäufigkeit wirkte sich bei den Primäraufwüchsen kaum auf die Gärqualität aus. Hinsichtlich der Sortentypen des Deutschen Weidelgrases wiesen die Silagen der frühreifen Typen bei früher Ernte und demgegenüber die spätreifen Typen bei um einer Woche späterer Ernte die besten Silagen auf. Demnach ist die zu frühe Ernte spätreifer Sorten bzw. Mischungen nicht zu empfehlen. Mit der physiologischen Reife der Aufwüchse nahmen die Essigsäuregehalte der daraus erzeugten Silagen zu. Der erste Aufwuchs luzernebetonter Mischungen darf auch bei geringer Nutzungshäufigkeit nicht zu spät geerntet werden.

## **Literatur**

- ELSÄSSER, M. (2004): Optimum management intensity of legume- and grass-based grassland swards. Proceedings of the 20<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation Luzern, 510-512.
- LOGES, R., THAYSEN, J. und TAUBE, F. (2002): Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Rostock 2002, 268-276.
- MCDONALD, P., HENDERSON, A.R. und HERON, S.J.E. (1991): The Biochemistry of Silage. Second Edition, Chalcombe Publications, Marlow, GB.
- NUSSBAUM, H. (1998): Siliereignung von Wiesenaufwüchsen verschiedenen physiologischen Alters in Verbindung mit dem Einsatz ausgewählter Silierzusatzmittel. Dissertation Universität Hohenheim. Verlag Ulrich Grauer, Stuttgart.
- NUSSBAUM, H. (2003): Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Braunschweig 2003, 63-66.

## Ein Vorschlag zur Ableitung von Ertrag und Futterwert von Grünlandfutter aus Grüngutwerten und Verlustfaktoren für betriebswirtschaftliche Berechnungen

K. Rutzmoser und M. Dilger

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing-Grub

### Fragestellung

Für betriebswirtschaftliche Aussagen zur Vorzüglichkeit verschiedener Nutzungs- bzw. Konservierungsformen von Futterpflanzen sind Erträge und Futterwerte zwingende Grundlagendaten. Bei entsprechenden Vergleichen werden üblicherweise die Kosten, z. B. je ha auf die erzeugte Menge oder den Energieertrag umgelegt. Für eine korrekte Bewertung ist es wichtig, die Unterschiede z. B. zwischen Grünfütterung, Silage, Heu oder Heisslufttrocknung schlüssig auf einander ab zustimmen. Es wird ein Berechnungsweg vorgeschlagen, bei dem, ausgehend von einem festzulegenden Ertrag und von Rohnährstoffgehalten des Grüngutes mittels Verlustfaktoren die Werte für bestimmte Nutzungsverfahren funktionell abgeleitet werden. Die Energiegehalte lassen sich aus den Rohnährstoffen schätzen, entsprechend dem in der Fütterungsberatung eingesetzten Verfahren.

### Beispielsberechnung

Zur Darstellung der Vorgehensweise wird als Beispiel Wiesengrünland gewählt. Wegen der besseren Übersichtlichkeit mit weniger Tabellenspalten wird eine Variante mit drei Schnitten genommen. Zuerst ist der Bruttoertrag fest zulegen, wobei der Gesamtertrag an Trockenmasse (T) in dt/ha auf die Schnitte verteilt wird. Ebenso sind die Rohnährstoffgehalte (nach der Weender Analyse) im Grüngut der einzelnen Aufwüchse fest zusetzen. Entsprechende Daten können aus Versuchsergebnissen oder auch der Untersuchung von Grünlandaufwüchsen in Bayern abgeleitet werden. In Tabelle 1 sind diese Ansätze zusammen gestellt. In dem gewählten Beispiel wird ein späterer erster Schnitt mit relativ niedrigem Rohproteingehalt und höherem Rohfaseranteil angesetzt, was aber die Darstellung des Rechenvorganges nicht beeinflusst. Bei den Folgeschnitten werden jeweils gleiche Rohnährstoffwerte unterstellt.

**Tab. 1:** Angesetzte Bruttoerträge und Rohnährstoffgehalte in den Aufwüchsen eines dreischnittigen Wiesengrünlandes

Schnittnummer	1	2	3
Bruttoertrag dt T/ha (ges. 75)	33,75	24,75	16,5
Ertragsanteil v.H.	45	33	22
Rohasche XA g/kg T	95	100	100
Rohprotein XP g/kg T	130	175	175
Rohfaser XF g/kg T	280	250	250
Rohfett XL g/kg T	35	35	35
NfE XX g/kg T	460	440	440

## Energieberechnung, VQ-Schätzung

Bevor die Veränderungen durch Nutzungsverfahren bearbeitet werden, soll kurz auf die Energieberechnung eingegangen werden. Es wird das in der Fütterungsberatung in Bayern angewendete Verfahren benutzt, bei dem die Verdaulichkeiten aus Rohnährstoffwerten geschätzt werden (siehe auch Beitrag RUTZMOSE, HARTMANN UND DIEPOLDER).

Für Grüngut, Silage und Heu, jeweils für Erst- und Folgeaufwüchse werden eigene Sätze von Gleichungsfaktoren benutzt, welche in Tabelle 2 zusammen gestellt sind. Bei anderen Futterarten wie Rotklee, Luzerne oder Silomais sind eigene Gleichungen abgeleitet, entsprechend der bearbeiteten Art sind die zugehörigen Faktoren anzuwenden.

**Tab. 2:** Faktoren der Gleichungen zur VQ-Schätzung von Futter aus Wiesengras (grün, Silage, Heu)

VQ Rohnährstoff	Erstaufwüchse		Folgeaufwüchse	
	a Absolutglied	b Steigungsmaß	a Absolutglied	b Steigungsmaß
VQ XP grün	55,14	94,87	51,16	98,93
VQ XF grün	96,88	- 72,51	95,96	- 78,23
VQ XL grün	77,02	- 84,44	66,68	- 59,51
VQ XX grün	104,65	- 101,29	92,05	- 71,68
VQ XP Silage	47,40	120,33	24,02	233,75
VQ XF Silage	96,20	- 67,13	101,70	- 102,09
VQ XL Silage	62,56	15,18	57,14	7,68
VQ XX Silage	102,96	- 101,10	97,09	- 96,61
VQ XP Heu	41,28	152,87	49,85	89,97
VQ XF Heu	102,41	- 102,37	78,11	- 31,62
VQ XL Heu	97,62	- 143,15	100,91	- 173,39
VQ XX Heu	118,47	- 154,01	106,06	- 125,74

## Nutzung zur Grünverfütterung

Bei der Verfütterung von Gras im Stall werden zum einen Verluste von 5 % materiell angesetzt, wodurch Inhaltsstoffe nicht verändert werden, aber der T-Ertrag um diesen Betrag verringert wird. Zum anderen werden 1 % Atmungsverluste berechnet, welche von der NfE abgehen. Entsprechend reichern sich Rohasche, Rohprotein und Rohfaser an. Beim ersten Schnitte errechnet sich beispielsweise der Nettoertrag zu

$$33,75 * (1 - 5/100) * (1 - 1/100) = 33,75 * 0,95 * 0,99 = 31,7 \text{ dt T.}$$

Der Gehalt an Rohprotein durch die Atmungsverluste ergibt sich beispielhaft:

$$130 / (1 - 1/100) = 130 / 0,99 = 131,3 \text{ g Rohprotein / kg T.}$$

Aus den angepassten Rohnährstoffgehalten errechnen sich die in Tabelle 3 aufgeführten Energiegehalte in ME, welche durch Anwendung der entsprechenden Formeln auch in NEL weiter berechnet werden können.

**Tab 3:** Nettoerträge, Rohnährstoff- und ME-gehalte bei Grünverfütterung

Schnittnummer	1	2	3
Nettoertrag dt T/ha	31,7	23,3	15,5
Rohasche g/kg T	96	101	101
Rohprotein g/kg T	131,3	176,8	176,8
Rohfaser g/kg T	282,8	252,5	252,5
Rohfett g/kg T	35	35	35
NfE g/kg T	454,9	434,7	434,7
ME MJ g/kg T	9,92	9,93	9,93

Bei der Weide wird der Weiderest als materieller Verlust abgezogen. Man könnte auch durch eine Entmischungsrechnung die Werte des verzehrten Futters anpassen, indem abweichende Gehalte im Weiderest angesetzt werden. Dieser Rechenvorgang wird im folgenden bei Bröckelverlust erläutert.

### Nutzung als Silage

Bei der Silagebereitung sind zum einen Bröckelverluste beim Vorwelken und die Umsetzungen bei der Vergärung zu bewerten. Da vor allem feinere Pflanzenteile abbröckeln, werden in den Bröckelverlusten Werte von sehr jungem Grüngut angesetzt, bei Gras 205 g Rohprotein und 165 g Rohfaser. Mit einer Entmischungsrechnung werden die verbleibenden Anteile errechnet, beispielsweise das Rohprotein vom Erstaufwuchs bei 9 % Bröckelverlusten:

$$(130 - (205 * 9/100)) / (1 - 9/100) = (130 - 18,45) / 0,91 = 122,6 \text{ g Rohprotein /kg T}$$

Bei den Gärvorgängen treten Veratmungsverluste auf (Anreicherung mit 6 % berechnen, siehe Grünfutter) und es ist ein Abbau von Rohprotein und auch Rohfaser zu beobachten. Der Proteinabbau ist am Ammoniakanteil (NH<sub>3</sub>) erkenntlich, der bei der üblichen Analyse von getrocknetem Probenmaterial nicht erfasst wird und deshalb abzuziehen ist. In Anlehnung an Ergebnisse von Silierversuchen werden 6,5 % des Rohproteins als Ammoniakverlust abgezogen, bei der Rohfaser wird ein Abbau von 3,5 % eingerechnet. Als Ergebnis dieser Berechnungen ergeben sich in der Silage die in Tabelle 4 aufgeführten Gehaltswerte, welche mit der erwähnten Energiebewertung zur ME verrechnet werden.

**Tab 4:** Nettoerträge, Rohnährstoff- und ME-gehalte bei Silagebereitung

Schnittnummer	1	2	3
Nettoertrag dt T/ha	28,9	21,2	14,1
Rohasche g/kg T	101,1	106,4	106,4
Rohprotein g/kg T	122,0	171,6	171,6
Rohfaser g/kg T	300,2	266,8	266,8
Rohfett g/kg T	40	40	40
NfE g/kg T	436,8	415,8	415,8
ME MJ g/kg T	9,51	9,44	9,44

### Konservierung durch Trocknung

Bei den verschiedenen Möglichkeiten der Trocknung von Grüngut sind jeweils verfahrensbezogene Faktoren für die Bröckelverluste und Atmungsverluste anzusetzen. Nach den dargestellten Vorgehensweisen ergeben sich damit die Erträge und Gehaltswerte, in Tabelle 5 sind beispielsweise die Werte für Heu bei Bodentrocknung mit 15 % Bröckelverlusten und 15 % Atmungsverlusten aufgeführt.

**Tab. 5:** Nettoerträge, Rohnährstoff- und ME-gehalte bei Heu mit Bodentrocknung

Schnittnummer	1	2	3
Nettoertrag dt T/ha	24,4	17,9	11,9
Rohasche g/kg T	111,8	117,6	117,6
Rohprotein g/kg T	137,4	199,7	199,7
Rohfaser g/kg T	353,3	311,8	311,8
Rohfett g/kg T	25	30	30
NfE g/kg T	372,6	340,9	340,9
ME MJ g/kg T	8,05	8,83	8,83

In vergleichbarer Weise können die Ergebnisse für Kobs (Heisslufttrocknung) mit Bröckel- und Atmungsverlusten von 7 % und 3 %, Heu mit Kaltbelüftung (13 %; 12 %), Heu mit schwach angewärmter Luft (+7° C) oder Heu mit stark angewärmter Luft (+30° C) (10 %; 7 %) ermittelt werden.

### Folgerung

Mit dem vorgeschlagenen Berechnungsweg können aus Bruttoerträgen und Rohnährstoffgehalten im Grüngut mit verfahrensbezogenen Verlustfaktoren die Nettoerträge, Rohnährstoff- und Energiegehalte bei den verschiedenen Nutzungs- oder Konservierungsformen abgeleitet werden. Damit stehen schlüssige und auf einander abgestimmte Grunddaten für die betriebswirtschaftliche Bewertung zur Verfügung.

### Literatur

- DILGER, M. und FAULHABER, I. (2006): Materialsammlung Futterwirtschaft. 4. Auflage LfL-Information.
- DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1991, 1997), DLG-Verlag Frankfurt.
- KTBL - Faustzahlen für die Landwirtschaft (2005), Darmstadt.
- RUTZMOSER, K. und MOOSMEYER, M. (1999): Verdaulichkeitsschätzung zur Energieberechnung beim Wiederkäuer. BLT Grub Information 4/99, 32 – 40.

## **Schätzgleichungen zur Energieberechnung bei Versuchen im Grünland und Feldfutterbau**

K. Rutzmoser<sup>1</sup>, S. Hartmann<sup>2</sup> und M. Diepolder<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub, <sup>2</sup>Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, <sup>3</sup>Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising, alle Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

### **Fragestellung**

In Pflanzenbauversuchen mit Futterpflanzen ist es ein wichtiges Ziel, den vom Nutztier verwertbaren Energiegehalt möglichst richtig zu bewerten. Dabei muss der Aufwand an Untersuchungen in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden. Da die vom Tier nutzbare Energie nicht direkt gemessen werden kann, müssen Zusammenhänge gefunden und in Formeln umgesetzt werden, mit denen aus Messgrößen der Energiegehalt abgeleitet werden kann.

Im Feldversuchswesen der Länder wird ab 2006 – nach einer Einführungsphase im Bereich der Landessortenversuche (LSV) und Wertprüfungen (WP) – verbindlich das Planungs-, Informations- und Auswertungssystem im Feldversuchswesen (PIAF) eingesetzt. Dies erst ermöglicht die ebenfalls verbindlich vereinbarte länderübergreifende Anlage und Auswertung von Versuchsserien. Um Grünlandversuche im Rahmen von PIAF auch bezüglich des wichtigen Paramters „Energie“ auswerten zu können, ist die Integration einer einheitlichen, allgemein akzeptierten Energiebewertungsmethode unabdingbar. Aber auch für Pflanzenbau und Tierernährung sollte die Berechnung der Energie nach einheitlichen Regeln erfolgen. Es werden daher wichtige Grundzüge der Energiebewertung und der Anwendung des in der Beratung in Bayern verwendeten Verfahrens zur Auswertung von Grünlandversuchen dargestellt.

### **Berechnung der Energie**

Die mit dem Futter aufgenommene Energie kann entsprechend der Verwertung im Tier aufgeteilt werden. Die Bruttoenergie (GE, gross energy) ist der Brennwert der organischen Stoffe (OM), etwa 18 MJ je kg Trockenmasse (T). Bei der Verdauung wird ein Teil der Stoffe verdaut, bei Grundfuttermitteln um 70 %. Der unverdauliche Teil wird als Kot ausgeschieden. Von den verdauten Stoffen ist die Energie im Harn und in Methan nicht verfügbar, bei Wiederkäuern liegen diese Verluste bei rund 10 % der Bruttoenergie. Der Rest der verdauten Stoffe bzw. Energie steht als umsetzbare Energie (ME, MJ) dem Tier zur Verfügung als zu bewertende Größe.

In die Formeln zur Berechnung der ME gehen, entsprechend der Weender Analyse (Rohprotein XP, Rohfaser XF, Rohfett XL, NfE XX) die verdaulichen Rohnährstoffe (DXP, DXF usw.) ein. Die zugeordneten Energiefaktoren, aus Stoffwechselfersuchen abgeleitet, entsprechen etwa den um die Verluste in Harn und Methan korrigierten Brennwerten der Rohnährstoffe.

Die Formel der ME für Wiederkäuer ist beispielsweise in den DLG-Tabellen für Wiederkäuer (1997) aufgeführt:

$$\text{ME MJ} = 0,0312 * \text{DXL} + 0,0136 * \text{DXF} + 0,0147 * (\text{DOM} - \text{DXL} - \text{DXF}) + 0,00234 * \text{XP}$$

Bei dieser Schreibweise enthält das Differenzglied (DOM – DXL – DXF) das verdauliche Rohprotein DXP und die verdaulichen NfE DXX. Nach algebraischer Umformung (Ersetzen des Differenzgliedes, Einsetzen von Verdaulichkeiten) kann die Formel der ME für Wiederkäuer folgendermaßen geschrieben werden:

$$\text{ME MJ} = 0,0147 * \text{XP} * \text{dP} / 100 + 0,0312 * \text{XL} * \text{dL} / 100 \\ + 0,0136 * \text{XF} * \text{dF} / 100 + 0,0147 * \text{XX} * \text{dX} / 100 + 0,00234 * \text{XP}$$

In dieser Form ist offensichtlich, dass zu den Rohnährstoffgehalten (welche analytisch bestimmt werden) deren Verdaulichkeiten (VQ, dP, dL usw.) eingesetzt werden müssen. Der in der Regel etwas höhere Energiegehalt von Proteinen ist im letzten Glied mit XP enthalten.

### Schätzung der Verdaulichkeiten

Es hat sich angeboten, Schätzungen der Verdaulichkeiten bei Futtermitteln aus Rohnährstoffgehalten abzuleiten. Die dazu erforderlichen entsprechenden Wertepaare wurden aus den DLG-Tabellen entnommen. Darin sind für verschiedene Alters- (Reife-)Stufen der Futterarten neben den Rohnährstoffen deren Verdaulichkeiten (wie in obiger Formel enthalten) zusammengestellt. Aus den Angaben kann zusätzlich der Gehalt an Rohprotein und Rohfaser auch auf die organische Masse (OM, Rest zu Rohasche XA, 1000 – XA) bezogen werden:

$$\text{XPOM} = \text{XP} / \text{OM} = \text{XP} / (1000 - \text{XA})$$

$$\text{XFOM} = \text{XF} / \text{OM} = \text{XF} / (1000 - \text{XA}).$$

Anhand von Werten der 7. Auflage der DLG-Tabelle Wiederkäuer (1997) werden die Zusammenhänge geprüft. Dazu wurden innerhalb von Futterarten lineare Regressionsgleichungen berechnet. Dabei sind die VQ von Rohprotein, Rohfaser, Rohfett und NfE in Abhängigkeit der Gehalte von XP, XPOM, XF, XFOM, XL und XA gesetzt.

In Tabelle 1 sind die Bestimmtheitsmaße von verschiedenen möglichen Kombinationen von Regressionsgleichungen von 36 Grundfutterarten der DLG-Tabellen (1997) mit den mittleren Bestimmtheitsmaßen (Median) ausgewertet.

**Tab 1:** Mittlere Bestimmtheitsmaße der Regressionen Rohnährstoff auf VQ aus 36 Grundfutterarten

	XP	XPOM	XF	XFOM	XL	XA
VQ Rohprotein	0,78	0,78	0,70	0,68	0,61	0,29
VQ Rohfaser	0,50	0,51	0,66	0,64	0,36	0,32
VQ Rohfett	0,24	0,26	0,39	0,31	0,21	0,16
VQ NfE	0,66	0,65	0,84	0,85	0,46	0,28

Insgesamt ist die Verdaulichkeit der NfE am genauesten zu schätzen, gefolgt von VQ Rohprotein und VQ Rohfaser. Der VQ Rohfett ist unsicherer zu bestimmen, was aber wegen des üblicherweise niedrigen Rohfettgehaltes in diesen Futtermitteln nicht so schwer wiegt. Die Verdaulichkeit des Rohproteins ist im Mittel am engsten mit dem XP- bzw. XPOM-Gehalt verknüpft. Die Verdaulichkeiten von Rohfaser, Rohfett und NfE weisen in der Mehrzahl der Fälle mit dem XF- bzw. XFOM-Gehalt die besten Beziehungen auf, was zur Aufnahme in die VQ-Schätzung spricht. Außerdem decken Rohprotein und Rohfaser bei den meisten Grundfuttermitteln einen weiten Bereich ab, sie verändern sich mit der Reife und führen dadurch zu stabilen Gleichungen.

Durch den Bezug von Rohprotein und Rohfaser auf die organische Masse (XPOM, XFOM) ist der Störeinfluss einer stärkeren Verschmutzung (hoher Rohaschegehalt XA) auszuschalten. Weil damit mögliche Extremwerte abzufangen sind, werden die Bezugswerte XPOM und XFOM verwendet. Die Schätzgleichungen stellen sich allgemein geschrieben folgendermaßen dar:

$$VQ\ XP\ (dP) = aVqXP + bVqXP * XPOM\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XF\ (dF) = aVqXF + bVqXF * XFOM\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XL\ (dL) = aVqXL + bVqXL * XFOM\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XX\ (dX) = aVqXX + bVqXX * XFOM\ (v.\ H.)$$

Dabei wird mit „a“ das Absolutglied (Achsenabschnitt) und mit „b“ das Steigungsmaß, die Veränderung des VQ abhängig vom XPOM- oder XFOM-Wert bezeichnet.

Die in der Beratung in Bayern verwendete Energieschätzung beruht auf den Gleichungen mit den zusammengefassten Daten aus der 6. Auflage 1991 und der 7. Auflage 1997 der DLG-Tabellen für Wiederkäuer. Für die Anwendung in pflanzenbaulichen Grünlandversuchen sind die Gleichungssätze jeweils für Wiesengras des ersten Aufwuchses und von Folgeaufwüchsen anzuwenden. Die Faktoren sind in Tabelle 2 aufgeführt.

**Tab 2:** Faktoren der Gleichung zur VQ-Schätzung von Wiesengras

VQ Rohnährstoff	Wiesengras Erstaufwüchse		Wiesengras Folgeaufwüchse	
	a Absolutglied	b Steigungsmaß	a Absolutglied	b Steigungsmaß
VQ XP (dP)	55,14	94,87	51,16	98,93
VQ XF (dF)	96,88	- 72,51	95,96	- 78,23
VQ XL (dL)	77,02	- 84,44	66,68	- 59,51
VQ XX (dX)	104,65	- 101,29	92,05	- 71,68

### Anwendung der Gleichung

Die Energieschätzung soll an einem (fiktiven) Beispiel gezeigt werden. Von einem Wiesengras, 1. Schnitt seien folgende Rohnährstoffgehalte ermittelt worden:

100 g/kg T XA Rohasche

150 g/kg T XP Rohprotein = 0,1667 XPOM

250 g/kg T XA Rohfaser = 0,2778 XFOM

35 g/kg T XL Rohfett (gemessen oder mittlerer Tabellenwert)

Die Schätzung der Verdaulichkeit ergibt folgende Werte:

$$VQ\ XP\ (dP) = 55,14 + 94,87 * 166,7 = 70,95\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XF\ (dF) = 96,88 - 72,51 * 277,8 = 76,74\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XL\ (dL) = 77,02 - 84,44 * 277,8 = 53,56\ (v.\ H.)$$

$$VQ\ XX\ (dX) = 104,65 - 101,29 * 277,8 = 76,51\ (v.\ H.)$$

Diese VQ-Werte in die obige ME-Formel eingesetzt ergibt 10,34 MJ ME/kg T.

### Unterscheidung nach Futterartgruppen

Für die Auswertung von Versuchen mit verschiedenen Pflanzenarten und Gemengen stellt sich die Frage, welche Unterscheidungen zu treffen sind. Dazu werden in Tabelle 3 modellhaft die Auswirkungen auf die ME-Gehalte dargestellt, wenn die Verdaulichkeiten nach futterartbezogenen Gleichungen ermittelt werden, entsprechend den Unterteilungen wie sie in den DLG-Tabellen getroffen sind. Zusätzlich ist die Schätzung nach den Formeln für Gras nach Rohnährstoffen (GfE 1998) aufgeführt.

**Tab. 3:** ME-Gehalte nach futterartbezogenen Gleichungen

Futterart	junges Futter		älteres Futter	
	Erstaufwüchse	Folgeaufwüchse	Erstaufwüchse	Folgeaufwüchse
Wiesengras	11,16	10,54	9,55	9,17
Rotklee	10,62	10,18	8,61	8,84
Rotklee gras	10,82	10,15	9,14	8,99
Luzerne	10,28	10,25	8,66	8,68
Luzernegras	10,29	9,98	9,13	9,03
Weidelgras	11,31	10,38	9,39	9,19
Gras DLG	11,31	10,54	9,45	9,47

Aus den VQ-Schätzungen ergeben sich bei reinem Rotklee und Luzerne geringere ME-Gehalte als bei Wiesengras, Mischungen liegen meist dazwischen. Die Werte für Weidelgras kommen dem Wiesengras recht nahe.

### Folgerungen

Da in der praktischen Arbeit bei Grünland- und Futterbauversuchen der Anteil an Leguminosen mit vertretbarem Aufwand nicht bestimmt werden kann, wird angestrebt, die Schätzung auf je einen Formelsatz für Erst- und Folgeaufwüchse von Gras (und Grasgemengen) einzuschränken, womit eine gewisse Überschätzung der ME bei Leguminosenmischungen in Kauf genommen werden muss. Wiesengras von Beständen mit sehr später Nutzung oder hohem Anteil minderwertiger Gräser verhält sich anders in den Verdaulichkeiten (niedrigere VQ bei vergleichbarem Rohfasergehalt), weshalb die Schätzung nicht auf solches Grüngut angewendet werden sollte.

### Literatur

DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1991, 1997), DLG-Verlag Frankfurt.

MITTEILUNGEN DES AUSSCHUSSES FÜR BEDARFSNORMEN IN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE) (1998): Formeln zu Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 9.

RUTZMOSE, K. und MOOSMEYER, M. (1999): Verdaulichkeitsschätzung zur Energieberechnung beim Wiederkäuer. BLT Grub Information 4/99, 32-40.

## Molekulare Ansätze zur Unterstützung der Gräserzüchtung an der LFL

S. Seefelder und S. Hartmann

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

### Einleitung

Aufgabe der Gräserzüchtung ist es, der Landwirtschaft Sorten zur Verfügung zu stellen, die an die jeweiligen Standort- und Nutzungsformen mit ihren Resistenz- und Qualitäts- und Ertrageigenschaften möglichst gut angepasst sind. Bedingt durch die sehr unterschiedlichen Nutzungszwecke (Ackerfutterbau, Dauergrünland, Weide) und Standortansprüche spreizen die Eignungsprofile der zugelassenen Sorten bei den verschiedenen Gräsern erwartungsgemäß deutlich.

Viele in der Gräserzüchtung bearbeitete Merkmale sind nur in langwierigen (Ausdauer) oder teuren Prüfungen (Qualität) zu erfassen und damit züchterisch zu verbessern (HARTMANN 2003). Markergestützte Selektionssysteme könnten neben einer Beschleunigung des Zuchtfortschrittes, auch zur Sortendifferenzierung eingesetzt werden. Experimentell oder auch in freiwilligen Absprachen finden bereits Eiweißmarker wie z. B. Isoenzyme oder Speicherproteine (HEIDENREICH 1997) ihre Anwendung. Genauso sind jedoch auch DNA-Marker denkbar. Die ersten „Gen-Karten“ wurden bei Weidelgras bereits erstellt (BERT et al. 1999).

Zur schnelleren Verwirklichung verschiedener Züchtungsziele werden an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft neben den Fruchtarten Getreide, Kartoffel und Hopfen seit kurzer Zeit auch molekulare Methoden zur Unterstützung der Futterpflanzenzüchtung eingesetzt. Hierbei werden im Folgenden zwei Anwendungsbereiche vorgestellt:

- Unterstützung bei aktuell laufenden Kreuzungsprogrammen  
Konkret wurden im Rahmen eines Zuchtprogrammes über die AFLP-Technik einer PCR-basierenden genomanalytischen Methode der Erfolg spezieller Kreuzungen bestätigt. Im Rahmen dieses Programms wurden zur Erhöhung der genetischen Variabilität Kreuzungen über die Artgrenzen hinweg zwischen *Lolium perenne* L. und *Festuca pratensis* L. erstellt. Die resultierenden „*Festulolium*-Nachkommenschaften“ können dem Transfer jeweils gewünschter Eigenschaften über die Artgrenzen hinweg dienen, aber auch eigenständig weitergeführt werden. Bei Projekten mit diesem Ansatz stehen meist folgende Eigenschaftskomplexe im Zentrum der Überlegungen: Bei Wiesenschwingel Krankheitsresistenzen, Kälte- und Trockentoleranz, bei Weidelgras Frohwüchsigkeit und Schnittverträglichkeit.
- Vorarbeiten zur Entwicklung schneller und kostengünstiger Tests zur Überprüfung der Sortenreinheit über DNA-Marker  
Am Beispiel des Wiesenschwingels, mit seinem vergleichsweise übersichtlichen Spektrum an zugelassenen Sorten, sollte über die AFLP- Methode untersucht werden, inwieweit sich verschiedene Sorten molekular voneinander differenzieren lassen.

## Material und Methoden

Um *Festuca pratensis* L. und *Lolium perenne* L. zu kreuzen, wurden die Blüten der Mutterpflanzen unter dem Binokular kastriert (im Regelfall Deutsches Weidelgras, weil leichter kastrierbar) und mit den Bestäuberähren isoliert. Aus den Karyopsen wurden nachfolgend die Embryonen herauspräpariert und *in vitro* zu ganzen Pflanzen regeneriert. Für den molekularen Nachweis der gelungenen Artkreuzung wurden die Nachkommenschaften von 4 Wiesenschwingelpflanzen mit 44 Weidelgraspflanzen sowie die Eltern selbst untersucht.

Zur molekularen Abschätzung der genetischen Diversität verschiedener Wiesenschwingelsorten wurde je 70 Pflanzen der Sorten Cosmolit, Pradel und Preval untersucht.

Für die molekularen Analysen wurde zunächst nach einer bewährten Methode (DOYLE und DOYLE 1990) die genomische DNA aus jungen Blättern isoliert und anschließend die DNA-Konzentration photometrisch bestimmt. Der molekulare Datensatz wurde über eine nicht radioaktive AFLP-Analyse nach einem für Hopfen modifizierten Protokoll erstellt (HARTL und SEEFELDER 1998).

Zur Datenanalyse wurde, wie bei den meisten Diversitätsstudien von Nutzpflanzen, auch in der hier vorgestellten Untersuchung ein Verfahren der Distanzmatrixmethoden angewendet. Es handelt sich um das "average-linkage"-Verfahren, auch UPGMA ("unweighted pair group method with arithmetic mean"). Das AFLP-Bandenmuster wurde zunächst in eine binäre Datenmatrix übertragen. Mit der Software NTSYS-pc (ROHLF 1998) wurden die genetischen Ähnlichkeiten der untersuchten Genotypen bestimmt. Mittels Hauptkomponentenanalyse wurden die Daten gruppiert, um das Ergebnis visuell leichter zugänglich zu machen.

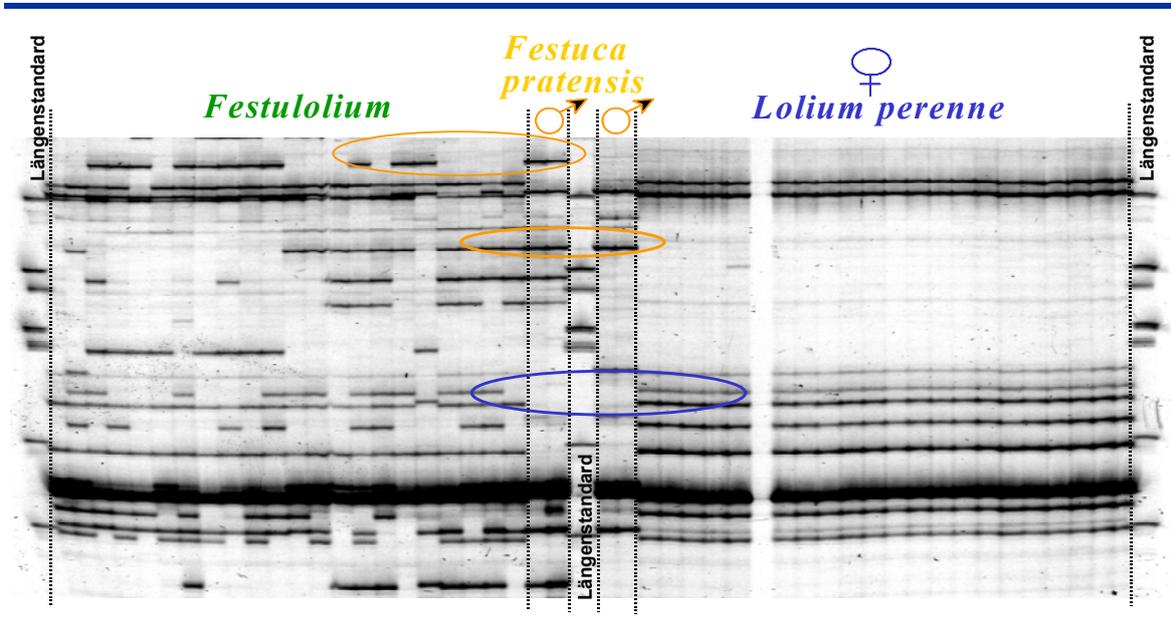
## Ergebnisse und Diskussion

Im Zuge der AFLP-Untersuchungen konnten in den *Festulolium* -Nachkommenschaften eindeutig DNA-Banden sowohl aus dem Genom von *Festuca pratensis* L. als auch von *Lolium perenne* L. nachgewiesen werden. Damit konnte die erfolgreiche Kreuzung über die Artgrenzen hinweg verifiziert werden (Abb. 1). Zur molekularen Charakterisierung der Eltern und der 44 Kreuzungsnachkommen wurden insgesamt 6 AFLP-Primerkombinationen eingesetzt. Von insgesamt 326 polymorphen Fragmenten wurden 162 zur Erstellung einer binären Datenmatrix verwendet. In der zweidimensionalen Darstellung der genetischen Verwandtschaft der Eltern sind die geprüften *Festulolium* -Individuen bzgl. ihrer genetischen Ähnlichkeit zwischen den beiden Kreuzungspartnern einzuordnen (Abb. 2). Nach der Kontrolle der erfolgreichen Kreuzung wird die Untersuchung auf Fertilität der *Festulolium* - Nachkommenschaften der nächste wichtige Punkt beim Aufbau einer Züchtungspopulation sein.

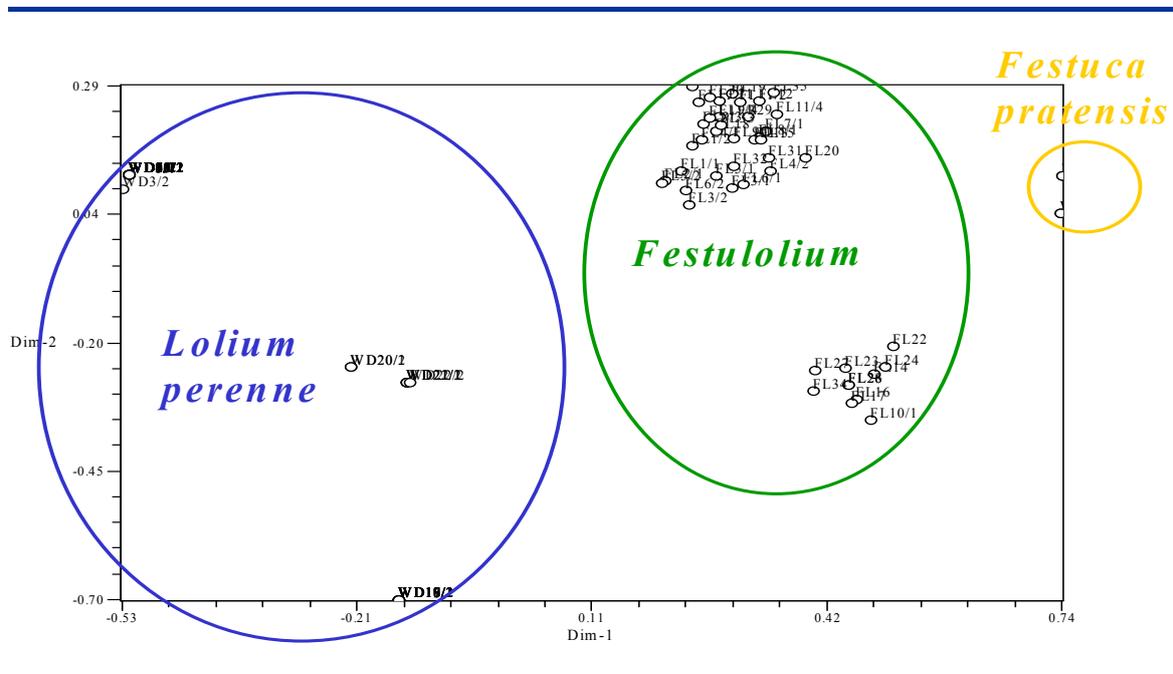
Für die Differenzierung der Wiesenschwingelsorten Cosmolit, Pradel und Preval wurden je 70 Linien der einzelnen Sorten mit insgesamt 10 AFLP-Primerkombinationen untersucht. Von den insgesamt 624 Fragmenten wurden 110 sehr gut reproduzierbare polymorphe Banden ausgewertet. In den verwendeten Sorten konnten bereits durch diesem kleinen Ansatz DNA-Banden gefunden werden, die in diesem Rahmen spezifisch waren. Bei diesen DNA-Fragmenten handelt es sich also um „Marker“, die in Individuen der zu beschreibenden Sorte zu finden waren, in den anderen Sorten jedoch nicht (Beispiel Abb. 3).

Ausgehend vom Ergebnis dieses Tastversuches stellen sich folgende Fragen:

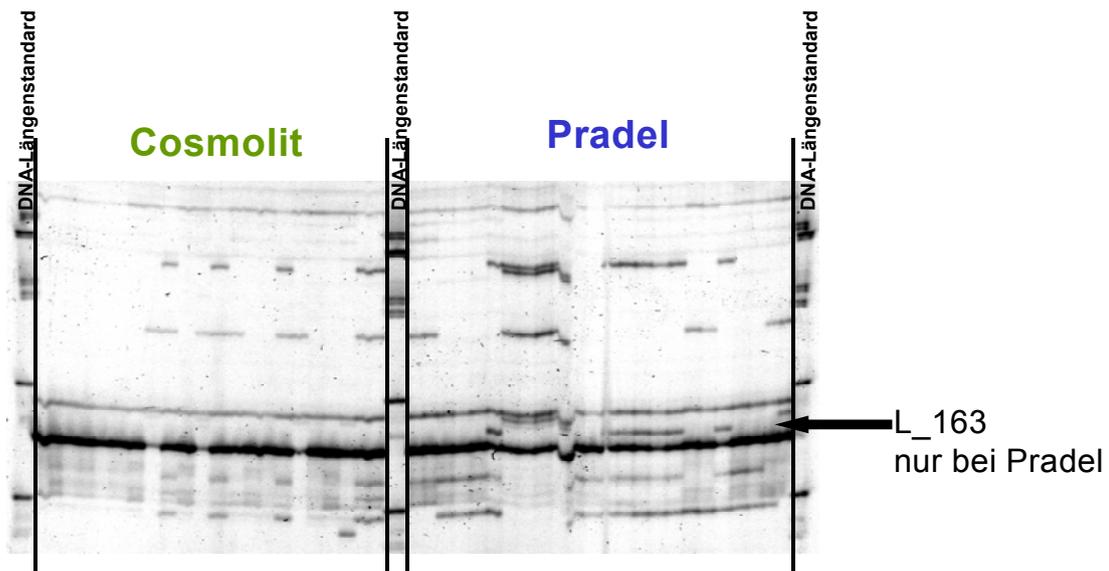
- Inwieweit sind diese „Marker“ im Rahmen der Differenzierung eines erweiterten Sortenspektrums zu ergänzen?
- In welchem Rahmen müssen Toleranzen für den natürlichen Schwankungsbereich der Bandenfrequenzen zwischen verschiedenen Chargen einer Sorte beim Windbestäuber Wiesenschwingel für eine Sortenabgrenzung beachtet werden?



**Abb. 1:** Bestätigung der erfolgreiche Artkreuzung zwischen Wiesenschwingel und Deutschem Weidelgras über AFLP



**Abb. 2:** Zweidimensionales Darstellung einer Hauptkomponentenanalyse der Kreuzungseltern und der Nachkommenschaft einer Kreuzung von Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel



**Abb. 3:** AFLP-„Marker“ L\_163 zur Identifizierung der Sorte Pradel

## Literatur

- BERT, P.F., CHARMET, G., SOURDILLE, P., HAYWARD, M.D. und BALFOURIER, F. (1999): A high density molecular map for ryegrass using AFLP markers. TAG 99:445-452.
- DICE, L.R. (1945): Measures of the amount of ecological association between species. Ecology 26. 297-302.
- DOYLE, J.J und DOYLE J.L. (1990): Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 1990, 12: 13-15.
- HARTL, L. und SEEFELDER, S. (1998): Diversity of selected hop cultivars detected by fluorescent AFLPs Theor. Appl. Genet. 96: 112-116.
- HARTMANN, S. (2003): Improvement of persistence in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under the specific environmental conditions of Bavaria as an example of an integrated concept at the Bavarian Research Center for Agronomy; International Symposium on Grass Breeding of EUCARPIA (European Association for Research on Plant breeding) - Fodder Crops and Amenity Grasses Section; Vorträge für Pflanzenzüchtung Bd. 59, 54-57.
- HEIDENREICH, S.C. (1997): Untersuchungen zur Nachprüfung von Sortenmischungen des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) am Saatgut mittels Elektrophorese der Speicherproteine. Diss., Universität Hohenheim.
- ROHLF, F.J. (1998): NTSYSpc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.0. Exeter Software, Setauket, N. Y..

## **Gefährdete Pflanzengesellschaften des Grünlandes von M.-V.**

R. Bockholt und P. Foth

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock, Staatliches Amt für Umwelt und Natur

### **Naturschutz in Mecklenburg –Vorpommern**

Ende des 19. Jahrhunderts wurden die Grundzüge des Naturschutzes durch Heimat – Vereine gelegt, die bis heute noch Schwerpunkte der Arbeit des Naturschutzes darstellen:

- der Schutz bedrohter Tier- und Pflanzenarten
- die Sicherung der Lebensräume bedrohter Arten und
- die Sicherung von Flächen, die der Sukzession durch natürliche Prozesse überlassen sein sollten.

Erstmalig wurden kleinere Naturschutzgebiete nach Verkündung des Reichsnaturschutzgesetzes von 1935 geschaffen. 1950 begann auch in Mecklenburg – Vorpommern die verstärkte Intensivierung der Landwirtschaft durch Hydromelioration, Mechanisierung, Chemisierung und Schaffung großer homogener Flächeneinheiten. Im Zusammenhang damit setzte ab 1970 auch eine intensive wissenschaftliche Arbeit der Botaniker ein, die zunächst der Inventarisierung der Arten und Pflanzengesellschaften diente. Arbeitsgruppen von Botanikern forschten unter dem Motto „Erhaltung der floristischen Mannigfaltigkeit unter den Bedingungen der intensiv genutzten Landschaft“. Im Ergebnis dieser Arbeiten erschien 1978 die erste Liste der erloschenen Farn- und Blütenpflanzen und im Jahre 1983 die erste Liste der gefährdeten Pflanzengesellschaften.

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands im Jahre 1990 änderten sich die Strukturen in der Landwirtschaft noch einmal. Die Krise von Landwirtschaft und Industrie und der Abzug der sowjetischen Besatzungssoldaten erwiesen sich als Chance für die Ausweitung von Naturschutzgebieten, für die Gründung von Nationalparks, Naturparks, Biosphärenreservaten und Landschaftsschutzgebieten. Der Naturschutzgedanke bekam erneut Aufschwung, da viele Flächen in diesem Zusammenhang den Besitzer wechselten. Es wurden neue länderspezifische „Rote Listen“ für einzelne Species (1996) und die gefährdeten Pflanzengesellschaften festgelegt. (BERG u. a., 2004).

### **Naturschutz - Bewertung für Pflanzengesellschaften**

Als Bewertungsmaßstäbe werden 8 Gefährdungskategorien und 5 naturschutzfachliche Wertstufen verwendet. Daraus folgt, dass jede Pflanzengemeinschaft zweimal nach diesen unterschiedlichen mehrstufigen Skalen bewertet wurde. Die Ziffer 1 steht für die höchste Gefährdung und auch für die höchste Wertstufe.

### **Die gefährdeten Pflanzengesellschaften des Grünlandes**

#### **3.1. Salzgrünland**

Alle Pflanzengesellschaften des Salzgrünlandes sind in ihrem Bestand mehr oder weniger gefährdet, weil die Bewirtschaftung kleinerer Flächen an der Küste mit Gründung der Großbetriebe kontinuierlich an Bedeutung verlor. Während in der ersten Dokumentation (1984) 8 gefährdete Pflanzengesellschaften des Salzgrünlandes ausgewiesen wurden,

gliedert sich das Salzgrünland Mecklenburg – Vorpommerns nach neueren Erhebungen in 14 Pflanzengesellschaften, die auf landwirtschaftlichen Nutzflächen miteinander bzw. mit Pflanzengesellschaften des durch Süßwasser geprägten Wirtschaftsgrünlandes vergesellschaftet vorkommen.

**Tab. 1:** Gefährdete Pflanzengesellschaften des Salzgrünlandes in Mecklenburg – V.

<b>14. Klasse: Juncetea maritimi Tx. et. Oberd. 1958 – Salzwiesen und Brackwasserröhrichte</b>	Gefährdungskategorie	Naturschutz - Wertstufe
14.1.1.1. Centaurio vulgaris-Saginetum moniliformis; Strand-Tausendgüldenkraut-Mastkraut - Salzpionierrasen	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.1.2. Sagino maritimae-Cochlearietum danicae – Küstenmastkraut – Löffelkraut - Salzpionierrasen	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.2.1: Hordetum secalini ; Wiesengersten-Salzbinsenrasen	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.2.2: Blysmetum rufi; Quellried - Salzbinsenrasen	<b>1</b>	<b>2</b>
14.1.2.3: Juncetum gerardii; Typischer Salzbinsenrasen	<b>3</b>	<b>3</b>
14.1.2.4.: Oenantho-lachanalii- Juncetum maritimi; Meerbinsen-Ried	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.2.5.: Junco ancipis-Caricetum extensae; Strandseggen-Salzbinsenrasen	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.2.6.: Artemisetum maritimae; Strandbeifuß - Hochstaudenflur	<b>2</b>	<b>2</b>
14.1.2.7.: Limonietum vulgaris; Strandflieder - Salzbinsenrasen	<b>1</b>	<b>2</b>
14.2.1.1. a: Puccinellietum maritimae a; Salzschwadenrasen, Typische Ausbildung	<b>3</b>	<b>2</b>
14.2.1.1.b: Puccinellietum maritimae b; Salzschwadenrasen, Agrostis stolonifera; Flechtstraussgras - Ausbildung	<b>3</b>	<b>3</b>
14.2.2.1.a: Puccinellietum distansis; Spreiz – Salzschwaden-Pionierflur, Polygonum aviculare, Vogelknöterich- Ausbildung	<b>V</b>	<b>4</b>
14.2.2.1.b: Puccinellietum distansis; Spreiz – Salzschwaden-Pionierflur, Typische Ausbildung	<b>V</b>	<b>3</b>
14.2.2.1.c: Puccinellietum distansis; Spreiz – Salzschwaden-Pionierflur, Salicornia europaea- Queller - Ausbildung	<b>3</b>	<b>2</b>

### **Trockenrasen und Magerrasen**

Zu dieser Gruppe werden saure Borstgrasrasen, saure Zwergstrauchheiden, basiphile Magerrasen, sowie extrem trockene Sand - Rasen zusammengefasst. Infolge der Aufgabe von Truppenübungsplätzen gibt es zur Zeit ausgedehnte neue Naturschutzflächen in dieser Kategorie. Wenn die Beweidung nicht aufrecht erhalten werden kann, droht diesen Flächen die Sukzession in Form von Verbuschung und Bewaldung.

**Tab. 2:** Gefährdete saure Borstgras – Rasen und Zwergstrauch- Heiden in M. V.

<b>20. Klasse: Calluno-Ulicetea Br.-Bl. Et, Tx (1944), saure Borstgras-Rasen und Zwergstrauch - Heiden</b>	Gefährdungskategorie	Naturschutz - Wertstufe
20.1.1.1.: Polygalo vulgaris – Nardetum strictae; Kreuzblümchen - Borstgrasrasen	<b>1</b>	<b>2</b>
20.1.1.2.: Juncetum squarrosi-Nardetum strictae; Torfbinsen - Borstgrasrasen	<b>1</b>	<b>2</b>
20.2.1.1.: Galio hircynici-Deschampsietum flexuosae; Drahtschmielen - Heiderasen	<b>V</b>	<b>3</b>
20.2.1.2. Genisto pilosae-Callunetum vulgaris; Haarginster - Heidekrautheide	<b>2</b>	<b>3</b>
20.2.2.1.: Salici repentis – Empetrium nigri; Kriechweiden-Krähenbeeren - Küstenheiden	<b>2</b>	<b>3</b>
20.2.2.2.: Hieracio umbellati-Empetretum nigri; Krähenbeeren - Küstenheide	<b>2</b>	<b>2</b>

**Tab. 3:** Gefährdete Pflanzengesellschaften der extremen Sandtrockenrasen in M.-V.

<b>21. Klasse: Koelerio- Corynepheretea: Klika, 1941.; Blauschillergras-Silbergras - Fluren</b>	Gefährdungskategorie	Naturschutz - Wertstufe
21.1.1.1.Corniculario aculaetae – Corynepheretum canescentis; -Strauchflechten - Silbergras - Pioniergras	<b>V</b>	<b>3</b>
21.4.1.1.: Galio veri Festucetum capillatae; Echtes Labkraut - Haarschafschwingel - Trockenrasen	<b>G</b>	<b>3</b>
21.4.2.1.: Thymo puleigoides – Festucetum ovinae; Thymian-Schafschwingel - Magerrasen	<b>3</b>	<b>3</b>
21.4.3.1: Diantho deltoides – Armerietum elongatae; Heidenelken –Grasnelken – Rauhblasschwingel - Magerrasen	<b>V</b>	<b>3</b>
21.4.3.2: Sileno otitae – Festucetum brevipillae; Ohrlöffel-Leimkraut – Schafschwingel – Steppenlieschgras - Magerrasen	<b>3</b>	<b>2</b>
21.4.3.3.:Allio schoenoprasii – Caricetum praecocis ; Schnittlauch – Frühseggen Magerrasen	<b>2</b>	<b>2</b>
21.5.1.1.: Sileno conycae cerastietum semidecandri; Lichtnelken- Kegelleimkraut – Sand - Pionierflur	<b>1</b>	<b>3</b>
21.5.2.1: Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis; Sandstrohlumen-Bergsandglöckchen –Sandrasen.	<b>*</b>	<b>3</b>
21.5.2.2: Festucetum polesicae; Dünenschwingel - Rasen	<b>3</b>	<b>2</b>

### Gefährdete Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Das Wirtschaftsgrünland ist nur in Bezug auf einzelne seltene Gesellschaften bzw. Unter – Gesellschaften unter Naturschutz gestellt. Es handelt sich überwiegend um wechselfeuchte, feuchte oder nasse Wiesen. Im frischen mesophilen Bereich trifft die Unterschutzstellung lediglich für die *Briza media* –Ausbildung (Zittergras) der 2-schürigen Wiesen und die *Briza media* –Ausbildung (Zittergras) der häufiger genutzten Weideflächen zu. Von den wechselfeuchten Wiesen ist wiederum die *Briza media* - Ausbildung und andererseits auch die *Cnidium dubium* - Ausbildung (Sumpf – Brenndolde) besonders wertvoll und schutzwürdig. Das feuchte und nasse Wirtschaftsgrünland hat 3 geschützte Pflanzengesellschaften: *Selinum Carvifoliae* (Kümmelsilgen - Ausbildung), *Trolleus europaeus* – Ausbildung (Trollblume) der Feuchtwiesen und *Scirpetum sylvatici* (Waldsimsen – Quellwiese). Die typische Ausbildungsform der *Cirseo oleraceii-Angelicetum sylvestris* – Gesellschaft (Kohldistel und Waldengelswurz) ist stark rückläufig und steht auf der Vorwarnliste.

**Tab. 4:** Gefährdete basiphile Mager- und Trockenrasen in Mecklenburg – Vorpommern

22. Klasse: Festuca- Brometea Br.- Bl. et. Tx 1944 : Basiphile Mager- und Trockenrasen.	Gefährdungskategorie	Naturschutz - Wertstufe
22.1.1.1: Solidagini virgaureae Helictotrichetum pratensis; Goldruten - Wiesenhafer – Zittergras - Halbtrockenrasen	<b>3</b>	<b>2</b>
22.1.2.1.: Odonido vernalis- brachypodietum pinnati; Zahntrrost - Fiederzwenken - Rasen	<b>2</b>	<b>2</b>
22.2.1.1.: Potentillo arenariae – Stipetum capillatae; Ackerfingerkraut – Pfriemengras - Trockenrasen	<b>1</b>	<b>2</b>

#### 4. Vertrags - Naturschutz im Rahmen von Förderprogrammen der EU

Im Bundesnaturschutzgesetz (Bundesrepublik Deutschland ) und im Landesnaturschutzgesetz Mecklenburg – Vorpommerns sind Naturschutz und Landschaftspflege als gesellschaftliche Aufgaben formuliert. Der Vertragsnaturschutz im Rahmen eines „Programmes zur Förderung der naturschutzgerechten Grünlandnutzung“ dient der Verwirklichung der Zielstellungen zur Erhaltung einer reichhaltig strukturierten Landschaft.

Das Förderprogramm enthält die Einschränkungen der Nutzung schutzwürdiger Grünlandflächen, bei deren Einhaltung im Interesse der Erreichung von ökonomischem Nutzen für die Bauern eine Aufwandsentschädigung je ha Grünland gezahlt wird.

Die Teilnahme ist freiwillig, erfolgt nach Antragstellung des Landwirtes an das Staatliche Amt für Umwelt und Natur. Im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Anträge durch geschulte Mitarbeiter des Staatlichen Amtes wird das Grünland nach einer Begutachtung der Flächen zum Vertragsabschluß in 4 verschiedene Vertragsmuster eingeordnet.

Durch die Teilnahme am Programm nimmt der Landwirt seine Verantwortung als Naturschützer und Landschaftspfleger wahr und fühlt sich für die umweltschonende Entwicklung der Kulturlandschaft verantwortlich. Ihr zukünftiger Erfolg hängt von den Ergebnissen der landes- und europaweiten Diskussion zu diesem Thema ab.

**Tab. 5:** Gefährdete Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes in M.-V.

<b>23. Klasse: Molinio –Arrhenatheretea Tx.1937 - Wirtschaftsgrünland</b>	Gefährdungskategorie	Naturschutz - Wertstufe
23.1.1.1.a: Arrhenatherum elatioris; Briza media, Zittergras - Ausbildung	3	3
3.1.2.1.a: Lolio perennis Cynosuretum cristati; Kammgras – Weide a; Briza media – Zittergras - Ausbildung	3	3
23.2.1.2: Potentillo anserinae- Festucetum arundinaceae; Wechselfeuchter Rohrschwengel - Rasen	V	3
23.2.2.1 a: Deschampsietum - cespitosae , a: Briza media Zittergras -Ausbildung	1	2
23.2.2.1 b: Deschampsietum- cespitosae, b: Typische - Ausbildung	3	2
23. 2.2.1 c: -Deschampsietum cespitosae ; Cnidium dubium Brenndolden - Ausbildung	1	2
23.3.1.1. Selinum carvifoliae – Molinietum caeruleae – Kümmelsilgen - Kalk - Pfeifengraswiese	1	2
23.3.2.1. a: Cirseo oleracei- Angelicetum sylvestris – Kohldistelwiese a: Trollius europaeus (Trollblumen) - Ausbildung	1	2
23.3.2.1. b: Cirseo oleracei- Angelicetum sylvestris – Kohldistelwiese b: typische - Ausbildung	V	3
23.3:2.2. Scirpetum sylvatici – Waldsimsen -Quellwiese	2	2

**Tab. 6:** Förderprogramm „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“

<b>Vertragsmuster</b>	<b>Förderfläche in ha</b>	
	<b>1991</b>	<b>2000</b>
Salzgrasland	1.329	2.665
Feuchtgrünland/Moor	9.717	27.648
Trockenrasen	430	2.478
Grünlandrenaturierung	6.278	33.632
<b>Summe: Alle Vertragsmuster von M.-V.</b>	<b>17.754</b>	<b>66.423</b>
% des vorhandenen Grünlandes	6,6 %	23,5 %

**Literatur:**

BERG, CH. u. a. (2004): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg – Vorpommerns und ihre Gefährdung; Weissdorn - Verlag Jena 2004.

## Dauerversuch zur Wirkung saurer und alkalischer Düngung im Grünland

M. Diepolder, B. Jakob und S. Raschbacher

Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

### Einleitung

Neben dem Standort und der Nutzungsintensität beeinflusst die Düngung maßgeblich die Ausprägung von Grünlandbeständen, deren Ertragsniveau und Futterqualität sowie die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte des Bodens. Anhand eines Dauerversuchs im Allgäuer Alpenvorland wird die langjährige Wirkung von physiologisch saurer und alkalischer Düngungskombinationen auf o.g. Parameter bei einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenvorland vorgestellt und diskutiert. Ebenfalls wird auf Effekte unterschiedlicher Phosphatformen eingegangen.

### Material und Methoden

Der Exaktversuch am Spitalhof/Kempton (730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm mit ca. 10 % organischer Substanz in 0-10 cm Tiefe) besteht aus einer Streifenanlage mit vier Wiederholungen. Diese lagen aus versuchstechnischen Gründen für jede Düngungsvariante hintereinander (unechte Wiederholungen). Die Parzellen wurden viermal pro Jahr beerntet.

Tab. 1: Düngungsvarianten

Vgl.	NPK-Düngerart	N / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Kalkung **
1.1	3 x Gülle (ca. 4,5 % TS), je 25 m <sup>3</sup> /ha zum 1., 2. und 4. Aufwuchs; 55 kg N/ha als KAS zum 3. Aufwuchs	ca. 225 <sub>N-Ges</sub> / 75 / 255	ohne
1.2			mit
2.1	4 x Ammonsulfatsalpeter (ASS) *; Superphosphat, 40er Kali	ca. 220 / 120 / 300	ohne
2.2			mit
3.1	4 x Kalkammonsalpeter (KAS) *; Dolophos, 40er Kali	ca. 220 / 120 / 300	ohne
3.2			mit

\* Angepasste N-Düngung in Höhe des Gesamtstickstoffgehalts der Gülle

\*\* **Kohlensaurer Kalk**; 30 dt/ha zu Versuchsbeginn (1987),  
dann ab dem 4. Versuchsjahr alle drei Jahre 20 dt/ha

Die sechs Düngungsvarianten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Sie enthalten zwei Faktoren: „NPK-Düngerart“ und gezielte „Kalkung“. Bezüglich des Faktors „Düngerart“ stehen Parzellen mit vorwiegender Gölledüngung (1.1, 1.2) Varianten mit ausschließlicher mineralischer Düngung gegenüber. Bei letzteren ist zu unterscheiden zwischen Versuchsgliedern (2.1, 2.2), bei denen mit ASS ein physiologisch stark saurer N-Dünger und mit Superphosphat eine leicht verfügbare P-Form ausgebracht wurde. Des Weiteren zwischen Par-

zellen (Vgl. 3.1, 3.2), bei denen die N-Düngung über (schwach saures) KAS und die P-Düngung über Dolophos (weicherdiges Rohphosphat mit kohlensaurem Kalk) erfolgte.

Nach SLUISMANS (zitiert in LfL 2003) errechnet sich für Grünland bei Variante 2.1 ein jährlicher Kalkverlust von ca. 375 kg CaO/ha. Sie stellt daher im Versuch das Extrem einer physiologisch sauren Düngung dar. Hingegen ergibt sich bei Variante 3.1 durch den hier verwendeten P-Dünger ein rechnerischer Kalkgewinn von rund 400 kg CaO/ha.

Bei drei von sechs Varianten wurde als zweiter Versuchsfaktor durch den zusätzlichen Einsatz von 20 dt/ha kohlensauren Kalk alle drei Jahre dem Boden im Mittel pro Jahr ca. 300-330 dt/ha CaO zugeführt. Während bei Variante 2.2 damit der rechnerische Kalksaldo nach SLUISMANS immer noch leicht negativ blieb, können die Versuchsglieder 3.1 und 3.2 als stark bzw. sehr stark basisch gedüngt gelten.

Soweit im Text nicht anders genannt, gibt die Auswertung das Mittel von achtzehn Untersuchungs Jahren (1988 bis 2005) wieder. Die statistische Absicherung der Ergebnisse erfolgte bei den Mittelwerten mit dem SNK-Test. Unterschiedliche Kleinbuchstaben in den Tabellen bedeuten signifikante Differenzen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %. Die zeitliche Entwicklung der pH-Werte und CAL-Phosphatgehalte im Boden (0-10 cm) wurde mittels linearer Regression ( $\alpha = 0.05$ ) untersucht.

## Ergebnisse und Diskussion

### Bodenuntersuchung:

Durch vorwiegende Gülledüngung (Var. 1.1, siehe Tab. 2) konnte auf dem Standort der für die Bodenart (uL) anzustrebende pH-Bereich von 5,6-5,9 (LfL, 2003) gehalten werden. Da bei hohen Niederschlagsmengen im Allgäuer Alpenvorland mit Kalkverlusten zu rechnen ist, ist zu vermuten, dass Regenwürmer durch ihren Kot kalkhaltiges Material aus dem Unterboden nach oben transportieren (SCHRÖPEL, 2005) und so dazu beitragen, den pH-Wert in der Krume auch ohne Kalkung stabil zu halten.

**Tab. 2:** Mittel und zeitliche Entwicklung der pH-Werte und des CAL-Phosphats in 0-10 cm Tiefe (Zeitraum 1988-2004)

Vgl.	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		CAL-Phosphat (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g)	
	Median	Zeitliche Änderung	Median	Zeitliche Änderung
1.1	5,7	nicht signifikant	9	nicht signifikant
1.2	5,9	nicht signifikant	9	nicht signifikant
2.1	4,7	5,4 – 0,06 x; r = 0,61	16	nicht signifikant
2.2	4,9	5,3 – 0,04 x; r = 0,61	13	nicht signifikant
3.1	5,5	nicht signifikant	8	nicht signifikant
3.2	6,0	nicht signifikant	7	nicht signifikant

Periodische Kalkgaben (Var. 1.2) führten im Mittel nur zu einer geringfügigen Anhebung des pH-Wertes um 0,2 Einheiten. Ein signifikanter Anstieg über die Jahre hinweg ließ sich wegen starker Jahrgangseffekte jedoch nicht ableiten.

Kaum konnte jedoch durch Kalkung die starke Versauerung des Bodens aufgehalten werden (Var. 2.2), welche im Falle der extrem sauren Düngung mit permanenter Zufuhr von Ammonsulfatsalpeter (Var. 2.1 und 2.2) zu beobachten war.

Ein hoher rechnerischer Kalkgewinn durch die jährliche Düngung mit Dolophos (Var. 3.1 und 3.2) führte - selbst bei zusätzlichen Gaben an kohlenstoffreichem Kalk (Var. 3.2) – bislang zu keiner signifikant fortschreitenden Anhebung des pH-Wertes. Im Mittel des Versuchszeitraumes äußerte sich die periodische Kalkung im Vergleich der Varianten 3.1 und 3.2 aber in einem um ca. 0,5 Einheiten höheren pH-Wert. Dies war schon zu Beginn des Messzeitraums so. Festzuhalten bleibt jedoch gerade beim Vergleich der Versuchsglieder 1.1 mit 3.1 bzw. 1.2 mit 3.2, dass am Spitalhof die teilweise sehr stark voneinander abweichende Kalkzufuhr sich nicht in einer entsprechenden Differenzierung des pH-Wertes widerspiegelte.

Auffallend in den Bodenuntersuchungsergebnissen waren die wesentlich höheren Versorgungswerte an „pflanzenverfügbarem Phosphat“ (CAL-Extrakt, siehe Tab. 2, rechte Seite) beim Einsatz von Superphosphat (Var. 2.1 und 2.2) gegenüber weicherdigem Rohphosphat bzw. Güllephosphat. Interessant ist ebenfalls, dass sich die teilweise unterschiedliche Höhe des P-Einsatzes (siehe Vgl. 1.1/2 und 3.1/2) nicht in den P-Gehalten des Bodens (und der Erträge, siehe Tab. 4) dieser Parzellen widerspiegelte.

**Tab. 3:** Ertragsanteile in der Frischmasse des ersten Aufwuchses sowie mittlere Futterwertzahl (Mittel der Jahre 1996, 1998, 2001, 2005)

Vgl.	Gräser (%)	WD * (%)	Kräuter (%)	Klee (%)	FWZ **
1.1	67	49	22	11	6,9
1.2	70	52	15	15	7,2
2.1	84	70	14	02	7,2
2.2	74	64	20	06	7,2
3.1	70	61	24	06	7,0
3.2	68	55	19	08	6,9

\* Deutsches Weidelgras \*\* Mittlere Futterwertzahl nach KLAPP et al. (1953)

#### Pflanzenbestände, Erträge, Ca- und P-Gehalte:

Im Gegensatz zu den Ergebnissen eines 45-jährigen Grünland Dauerdüngungsversuches auf einer Parabraunerde an einem anderen Standort in Bayern, wo SCHNELLHAMMER UND SIRCH (2006) eindeutig negative Effekte auf Ertrag und Pflanzenbestand bei physiologisch saurer Düngung bzw. fehlenden Kalkgaben feststellen konnten, traten solche am Spitalhof im vorliegenden Versuch bislang nicht auf. Erstaunlich sind hier selbst bei extremer Bodenversauerung (Var. 2.1 und 2.2) die hohen Anteile an Deutschem Weidelgras des sehr grasbetonten Bestandes bzw. die daraus resultierenden hohen mittleren Futterwertzahlen der Parzellen (siehe Tab. 3).

Ein eindeutiger Effekt der gezielten Kalkdüngung auf die Bestandszusammensetzung ist nach Tabelle 3 im langjährigen Mittel bislang nicht ableitbar, wenngleich sich in der Tendenz ein leicht positiver Einfluss auf den Weißkleeanteil andeutet. Dieser bewegte sich bei Gülledüngung insgesamt auf höherem Niveau als bei mineralischer Düngung und lag bei extrem saurer ASS-Düngung (Vgl. 2.1) mit nur 2 % am niedrigsten.

Selbst starke Extreme bei Düngung und Bodenversorgung spiegelten sich erstaunlicherweise nicht in signifikanten Effekten beim Trockenmasse- und Energie-Ertrag bzw. bei der N-Aufnahme wieder (siehe Tab. 4, linke Seite).

**Tab. 4:** Erträge, N-Aufnahme, P- und Ca- Gehalte im Futter (Mittel 1988-2005 \*)

Vgl.	Erträge		N- Aufnahme (kg N/ha)	Ca- und P-Gehalt, Ca/P-Verhältnis		
	TM (dt/ha)	NEL (GJ/ha)		Ca	P	Ca / P
				(g/kg TM)		
<b>1.1</b>	109,4 a	66,1 a	259 a	8,1 bc	3,8 b	2.1
<b>1.2</b>	110,5 a	67,6 a	270 a	<b>9,3 a</b>	3,7 b	2.5
<b>2.1</b>	113,4 a	68,5 a	268 a	6,8 d	<b>4,4 a</b>	1,5
<b>2.2</b>	115,3 a	69,9 a	277 a	7,6 c	<b>4,3 a</b>	1,8
<b>3.1</b>	115,2 a	69,9 a	274 a	<b>8,8 ab</b>	3,7 b	2,4
<b>3.2</b>	114,6 a	69,4 a	276 a	<b>8,8 ab</b>	3,6 b	2,4

\* Bei Ca- und P-Gehalten: Mittel (1988-Mitte 2004; Mittel aus n = 62 pro Variante)

Hingegen führte die Verwendung von leichtlöslichem P-Dünger (Var. 2.1/2) nicht nur zu höheren mittleren P-Gehalten im Boden sondern auch zu einer signifikanten Anhebung der P-Konzentration im Futter (siehe Tab. 4, rechte Seite). Durch die Kalkung ließ sich in Bezug auf die mittlere Kalziumkonzentration bei Gülledüngung (Var. 1.2) und basischer Mineraldüngung (Var. 3.1/2) ein signifikant positiver Einfluss ableiten. Allerdings wurden auch bei den anderen Varianten die für Milchvieh anzustrebenden P- und Ca-Bereiche von ca. 3,3-4,0 g P/kg TM bzw. 5,3-6,4 g Ca/kg TM (DIEPOLDER und HEGE, 2004) erreicht.

## Fazit

Trotz langjährig saurer und alkalischer Düngung bzw. unterschiedlichen P-Formen ließen sich nur teilweise deutliche Auswirkungen auf bodenchemische Parameter und Pflanzeninhaltsstoffe, bisher jedoch kaum solche auf die Bestandszusammensetzung und den Futterwert sowie keine Effekte auf Ertrag und N-Aufnahme nachweisen.

## Literatur

- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2003): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland; 7. überarbeitete Auflage; Hrsg. LfL, 81 Seiten, 2003; als Internetversion ([www.lfl.bayern./iab](http://www.lfl.bayern./iab)).
- DIEPOLDER, M. und HEGE, U. (2004): Mineralstoffe im Grünland; Schule und Beratung, Heft 7/04, Seite 19-22, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2004.
- KLAPP, E., BOEKER, P. und STÄHLIN, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen; Seite 38-40, Schaper Verlag, Hannover, 1953.
- SCHNELLHAMMER, R. und SIRCH, J. (2006): Versuchsbericht des Jahres 2005 der Höheren Landbauschule Rothalmünster (Hrsg.), Seite 122, 2006.
- SCHRÖPEL, R. (1971): Kalk auf Grünland; in: Integrierter Pflanzenbau – Versuchsergebnisse und Beratungshinweise des Amtes für Landwirtschaft und Forsten Rosenheim und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Berichtsjahr 2005, Seite 112-114, Amt für Landwirtschaft und Forsten Rosenheim (Hrsg.), 2005.

## Untersuchungen zur Schwefelbelastung des Sickerwassers unter Dauergrünland

M. Diepolder, B. Jakob und L. Heigl

Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

### Einleitung

Schwefel ist ein lebenswichtiges Element für Pflanzen und Tiere. Durch den immer geringeren S-Eintrag aus der Luft ist der Bedarf ergänzender mineralischer S-Düngung im Ackerbau seit längerem bekannt. Im Grünland wird dieser bei kontinuierlicher Zufuhr mit Wirtschaftsdüngern nur in bestimmten Fällen aus pflanzenbaulicher Sicht als notwendig für die Ertrags- und Qualitätssicherung angesehen. DIEPOLDER (2004) ermittelte bei einer vierschnittigen Weidelgraswiese im Allgäuer Alpenvorland im sechsjährigen Mittel einen Ertragseffekt von nur etwa 5 % (115 dt TM/ha gegenüber 110 dt TM/ha) durch ergänzende mineralische S-Düngung, jedoch Mehraufnahmen an Schwefel in den Aufwüchsen von ca. 45 % (38 kg S/ha gegenüber 26 kg S/ha und Jahr).

Im Sinne einer bilanzierenden, nachhaltigen, bedarfsgerechten und verlustminimierenden Düngung ist der S-Austragspfad über das Sickerwasser ein weiterer wichtiger Parameter. Hierzu werden die Ergebnisse eines Grünland-Düngungsversuchs auf einer Saugkerzenanlage im Allgäuer Alpenvorland vorgestellt und diskutiert.

### Material und Methoden

Der Exaktversuch am Spitalhof/Kempton (730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm mit ca. 10 % organischer Substanz in 0-10 cm Tiefe) besteht aus einer Blockanlage mit vier Wiederholungen. Die Varianten wurden viermal pro Jahr beerntet.

**Tab. 1:** Saugkerzenanlage Spitalhof/Kempton (Messzeitraum 2000 – 2004)

Art und Höhe der Düngung		Nährstoff-Zufuhr (kg/ha)	
		N / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / K <sub>2</sub> O	S
1	Ohne Düngung (Kontrolle)	-	-
2	min. Düngung (KAS, Superphosphat, Kornkali)	200 (4x50) / 100 / 220	ca. 85 mineralisch *
3	min. Düngung (KAS, Superphosphat, Kornkali)	300 (4x75) / 100 / 220	ca. 85, mineralisch *
4	Gülle (4x25m <sup>3</sup> , ca. 4,5% TS)	230 ** / 110 / 250	ca. 25, organisch
5	Stallmist (150 <sub>He.</sub> + 80 <sub>nach l. S.</sub> dt/ha)	130 ** / 120 / 210	ca. 20, organisch *

\* Abgeleitet nach Literaturangaben      \*\* Gesamt-N

Die fünf Düngungsvarianten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Sie umfassen neben einer ungedüngten Kontrollparzelle (1), zwei Mineraldüngervarianten (2,3) mit differenzierter N-

Zufuhr, eine Parzelle mit Gülledüngung (4) und ein mit Stallmist gedüngtes Versuchsglied (5). Zu berücksichtigen sind die unterschiedlichen Schwefelformen und S-Mengen, die über die Düngung ausgebracht wurden. Dies betrifft insbesondere die Varianten 2 und 3, wo über die PK-Düngung (Superphosphat mit 12 % S, Kornkali mit 4 % S) nicht nur wesentlich mehr Schwefel appliziert wurde, sondern die S-Zufuhr zudem in leichtlöslicher mineralischer Form erfolgte.

Mit keramischen Saugkerzen nach CZERATTZKI (1971) wurde unter den jeweiligen Düngungsparzellen in 60 cm und 120 cm Tiefe kontinuierlich Bodenwasser gewonnen. An die Saugkerzen wurde mehrmals täglich ein Unterdruck von 0,5 bar angelegt, wodurch das frei bewegliche Bodenwasser erfasst wurde. Begleitend dazu wurde im Leitungswasser des Spitalhofs der S-Gehalt gemessen.

Die Bestimmung der Schwefel-Konzentrationen (Elementarform) erfolgte mittels eines induktiv gekoppelten Plasmaspektrometers (ICP) an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Aus den S-Konzentrationen wurden unter Berücksichtigung des Sickerwasseranfalls, welcher aufgrund von klimatischen Literaturangaben (MAIDL UND BRUNNER, 1998) für die Region abgeschätzt wurde, die Frachten an Schwefel für die jeweiligen Parzellen abgeleitet.

Die Auswertung zeigt das Mittel von fünf Untersuchungsjahren (2000 bis 2004). Die statistische Absicherung der Ergebnisse erfolgte mit dem SNK-Test. Unterschiedliche Kleinbuchstaben in den Tabellen 2 und 3 bedeuten signifikante Differenzen der Mittelwerte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

## Ergebnisse und Diskussion

Bei der ungedüngten Kontrollvariante (1) wurden im fünfjährigen Durchschnitt pro Hektar und Jahr ca. 57 dt TM/ha bzw. ca. 36 GJ NEL berechnet (siehe Tabelle 2). Eine mittlere N-Abfuhr durch das Erntegut von 99 kg N/ha deutet auf ein hohes natürliches Stickstoff-Nachlieferungsvermögen des Standortes hin.

**Tab. 2:** Erträge und N-Aufnahme (Mittel 2000 – 2004)

Vgl	TM-Ertrag (dt /ha)	Energie-Ertrag (GJ NEL/ha)	N-Abfuhr (kg N/ha)
1	57,1 d	35,8 d	99 d
2	114,5 b	68,3 b	254 b
3	130,8 a	77,8 a	308 a
4	95,0 c	57,7 c	216 c
5	81,3 c	49,8 c	187 c

Bei den einzelnen Düngungsvarianten (2-5) umfasste die Spannweite der erzielten Erträge eine Größenordnung von ca. 50 dt TM/ha bzw. 28 GJ NEL/ha. Dabei wurde auf der weidelgrasreichen Wiese mit viermaliger Nutzung bei einem mineralischen N-Aufwand (KAS) von 4x75 kg N/ha, welcher in etwa in der Höhe der N-Abfuhr lag, ein mittleres Brutto-Ertragsniveau von über 130 dt TM/ha und ca. 78 GJ NEL/ha erzielt. Eine Reduzierung der N-Düngung um 100 kg N/ha (Vgl. 2) führte zu einem signifikanten Ertragsrückgang in einer Größenordnung von etwa 15 dt TM/ha bzw. knapp 10 GJ NEL/ha. Die Be-

deutung einer ausreichenden Stickstoffversorgung – trotz der hohen bodenbürtigen N-Nachlieferung – verdeutlichen auch die beiden organisch gedüngten Versuchsglieder.

Aus den Zahlen in Tabelle 2 lassen sich auch die mittleren Rohproteingehalte und Energiekonzentrationen ableiten. Interessant hierbei ist, dass bei fehlender Düngung (1) bei niedrigem Ertrag auch der Rohproteingehalt stark gegenüber den gedüngten Varianten absank (ca. 11 % gegenüber ca. 14-14,5 %), jedoch die aus den Rohnährstoffen berechnete Energie-Konzentration (6,25 MJ NEL/kg TM gegenüber 6,0-6,1 MJ NEL/kg TM) die höchsten Werte aufwies.

**Tab. 3:** S-Gehalt im Bodenwasser und kalkulierte S-Fracht (Mittel 2000 – 2004)

Vgl.	Probenzahl	S-Gehalt im Bodenwasser (mg S/l)		mittlere S-Fracht * (kg S/ha u. Jahr)
		Mittel	50 %-Quantile	
1	752	0,68 c	0,35 – 0,75	4
2	746	8,49 a	2,59 – 11,58	54
3	732	7,72 b	2,25 – 10,14	49
4	711	0,65 c	0,36 – 0,82	4
5	751	0,92 c	0,50 – 1,10	6
LW	200	3,88	2,88 – 4,52	-

\* Abgeleitet nach geschätzter Sickerwassermenge (siehe Text) von 630 mm/ha u. Jahr

\*\* Leitungswasser des Spitalhofs/Kempton

Tabelle 3 zeigt signifikante Effekte auf den mittleren Schwefelgehalt im aufgefangenem Bodenwasser unter dem Wurzelraum in Abhängigkeit von der Düngung, somit von der Schwefelzufuhr der einzelnen Varianten (siehe auch Tabelle 1).

Selbst bei der ungedüngten Kontrollparzelle (1) wurden (geringfügige) Konzentrationen gemessen, woraus sich ein mittlerer S-Austrag aus dem Wurzelraum von 4 kg/ha und Jahr ableitete. Dies zeigt, dass auch bei ungedüngten Grünlandsystemen ein Teil des in der Bodenmatrix gelösten Schwefels nicht von den Pflanze vollständig aufgenommen wird und demnach der Auswaschung unterliegt. Nach DIEPOLDER ET. AL. (2004) liegt bei Intensiv-Grünland in Gunstlagen die jährliche S-Nachlieferung des Bodens bei ca. 15-25 kg/ha. Obwohl im vorliegenden Versuch der Schwefelentzug nicht in den Aufwüchsen bestimmt wurde, lässt sich unter Annahme eines N/S-Verhältnisses von 10-20 : 1 für die ungedüngte Variante 1 anhand ihres N-Entzugs (99 kg N/ha) eine S-Aufnahme im Erntegut von etwa 5-10 kg S abschätzen, welche damit unter der vermuteten S-Mineralisierung liegt und eine Erklärung für die (geringfügigen) S-Austräge liefert.

Auf gleichem Niveau wie bei der Kontrollparzelle bewegten sich die S-Konzentrationen im Saugkerzenwasser und die S-Frachten bei den Varianten mit Gülle- (4) oder Stallmistdüngung (5). Der Schwefelgehalt im Sickerwasser unter organisch gedüngtem Grünland lag deutlich unter dem von Leitungswasser (siehe Tabelle 3 unten).

Im Gegensatz zu den Versuchsgliedern 1, 4 und 5 wurden bei den beiden Mineraldüngervarianten 2 und 3, bei denen über die P-Düngung (Superphosphat) jährlich ca. 65 kg S/ha und über die K-Düngung (Kornkali) ca. 20 kg S/ha ausgebracht wurden, Konzentrationen

im Bodenwasser von 8,5 (2) bzw. 7,7 (3) mg S/l gemessen. Diese, sowie die daraus abgeleiteten mittleren jährlichen S-Frachten von rund 50-55 kg S/ha lagen damit in ihrer Größenordnung um rund eine Zehnerpotenz höher als die Werte bei den ungedüngten bzw. organisch gedüngten Parzellen.

Die Ergebnisse belegen demnach einen engen Zusammenhang zwischen Art und Höhe der S-Zufuhr, dem Ertragspotenzial bzw. dem S-Entzug und der Auswaschungsgefährdung von Schwefel. Der Einfluss des Ertrags geht aus dem Vergleich der Varianten 2 und 3 hervor, welche sich in ihrer Düngung nur durch die Höhe des N-Einsatzes unterschieden. So wies bei höherer N-Versorgung das Versuchsglied 3 (300 kg N/ha) mit einem 14 % höherem Ertrag bzw. 21 % höheren N-Entzug gegenüber Variante 2 (200 kg N/ha) eine signifikant geringere Belastung des Sickerwassers auf. Entscheidend für die wesentlich höheren Schwefelverluste dieser beiden Mineraldüngervarianten (2, 3) gegenüber den übrigen Versuchsgliedern (1, 4 und 5) dürfte aber deren starke Diskrepanz zwischen der mit PK-Düngung ausgebrachten Schwefelmenge und -art (Sulfatform) und dem S-Entzug durch die Biomasse sein. Es lassen sich in Anlehnung an frühere Versuchsergebnisse von DIEPOLDER (2004) am Spitalhof bei den Varianten 2 und 3 mittlere S-Entzüge von rund 35-40 kg/ha, bei ausschließlicher Gülledüngung (4) hingegen nur etwa 25 kg/ha unterstellen. Demnach deutet der einfache Schwefel-Saldo (S-Zufuhr minus geschätzter S-Abfuhr) bei der Güllevariante auf eine ausgeglichene S-Bilanz, bei den Mineraldüngervarianten 2 und 3 jedoch auf eine mit 45-50 kg S/ha und Jahr erhebliche Überversorgung hin, welche deren hohen S-Frachten in gleicher Größenordnung erklärt.

Auf einem anderen Standort im bayerischen Alt-Moränenland mit wesentlich geringeren Sickerwasserraten (300 mm bei Grünland, 390 mm bei Acker) ermittelte HEIGL (2006, PERSÖNLICHE MITTEILUNG) S-Konzentrationen im Bodenwasser von ca. 4-5 mg/l unter Grünland bei unterschiedlicher Düngung und solche von 3,0-4,7 mg S/l unter einer Silomais-Winterweizenfruchtfolge. Die entsprechenden mittleren jährlichen S-Frachten bewegten sich in einer Größenordnung von 12-15 kg S/ha (Grünland) bzw. von 12-18 kg S/ha (Acker).

## Fazit

Die Ergebnisse belegen, dass bei intensiv genutztem Wirtschaftsgrünland bei organischer Düngung die Schwefel-Austräge aus dem Wurzelraum deutlich unter 10 kg S/ha und Jahr liegen können. Die Gefahr von wesentlich höheren S-Verlusten nimmt jedoch bei überbilanzierter S-Düngung in leicht verfügbarer mineralischer Form stark zu.

## Literatur

- DIEPOLDER, M (2004): Ergebnisse eines Schwefeldüngungsversuchs im intensiv genutztem Dauergrünland. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau Band 6, 2004, Seite 209 bis 212.
- DIEPOLDER, M., JAKOB, B. und SCHWERTFIRM, R. (2004): Monitoring im Intensiv-Grünland, Teil 2: Bodenproben. Schule und Beratung, Heft 10/04, Seite III-8 bis III-16, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- CZERATZKI, W. (1971): Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbau-forschung Völkenrode 21, 1971, Seite 13-14.
- MAIDL, F.X. und BRUNNER, H. (1998): Strategien zur gewässerschonenden Landbewirtschaftung in Bayern. KTBL-Arbeitspapier 252, 230 Seiten, KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag Münster.

## **Methodische Konzepte zur Biodiversitätsbewertung von Grünlandflächen**

L. Dittmann und R. Bockholt

Agrar- u. Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

### **Problemstellung**

Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Fragestellung nach dem Niveau der Diversität höherer Pflanzen auf typischen Grünlandstandorten in Mecklenburg-Vorpommern. Die RIO-Konferenz 1992 zur biologischen Vielfalt gibt dazu genügend Anlass mit ihren drei Forderungen: Erhaltung der biologischen Vielfalt, nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile sowie gerechte Verteilung der Vorteile aus der Nutzung genetischer Ressourcen.

Untersuchungen zum Einfluss von Standortfaktoren und Bewirtschaftungsintensitäten auf die Pflanzenartenvielfalt wurden an mehr als 1800 Habitataufnahmen (25 m<sup>2</sup> bzw. 10 m<sup>2</sup> bei Parzellenversuchen) in Mecklenburg-Vorpommern mit dem Ziel einer Systematisierung und Bewertung der Pflanzenbestände nach Grünlandtyp, Feuchtegruppe und Nutzungsart durchgeführt. Es ergaben sich viele Probleme bezüglich der rationellen Datenbearbeitung, -archivierung, der landwirtschaftlichen und ökologischen Bewertung, der Klassifikation und Aggregation zu typischen Mustern sowie der mathematisch-statistischen Auswertung. Eine Unterscheidung der räumlichen Skalen der Phytodiversität ist dringend erforderlich. Die Zielstellung dieses Beitrages besteht deshalb in einer Zwischenauswertung und Diskussion des Bearbeitungsstandes mit Fachkollegen.

### **Material und Methoden**

Die Pflanzenaufnahmen verteilen sich wie folgt auf Standort- und Nutzungskategorien: 61 % Mineralgrünland; 28 % Niedermoor; 11 % Salzgrünland – 58 % Landwirtschaftliche Nutzung mit einem Weideanteil von 75 %; 42 % Naturschutzfläche mit 65 % Weideanteil. Die Verrechnung der Basisdaten erfolgte mit einem EXCEL-Kalkulationsrahmen, der eine Datenbank mit Kennwerten (Futterwertzahl nach Klapp, ökologische Kennzahlen nach Ellenberg, Mahdverträglichkeitszahl nach Briemle/Ellenberg, Wasserstufen nach Hundt und Kennzeichnung in der Roten Liste) von ca. 1000 Pflanzenarten enthält. Mit Hilfe der Pflanzenartennummer kann in einem separaten Tabellenblatt eine Aufnahmeliste Standort angepasst erstellt werden. Die Flächenanteile der vorkommenden Pflanzenarten dienen der gewichteten Berechnung aller Kenngrößen sowie der Shannon- und des Evenness-Indizes für jede Habitataufnahme auf der Grundlage der Artenanzahl und -verteilung. Diese Ergebnisse fließen in eine Ergebnisdatenbank ein und werden der weiteren Auswertung über Pivot-Tabellen und Grafiken zugeleitet sowie mit Ordinations- und Statistiksoftware aufbereitet. Vorrangig kamen das frei verfügbare Statistikpaket PAST V1.34 (HAMMER 2005) sowie SPSS V13 zur Anwendung.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Methodik der Vegetationsklassifizierung nach Pflanzengesellschaften ist exakt und auf modernem informationstechnischen Niveau von BERG et al. (2004) in einem zweibändigen Werk mit CD für Mecklenburg-Vorpommern dargestellt worden. Damit wird auch die Zuordnung von Pflanzenaufnahmen zu Pflanzengesellschaften über Kennarten erleichtert. Neben dieser Bewertung der Diversität in der Landschaft (Gamma-Diversität) werden hingegen auch weitere Betrachtungen auf niedriger geografischer Skala bedeutsam. In Tabelle 1 sind Mess- sowie Analyse- und Bewertungsmethoden zu dem sehr komplexen Thema der Biodiversitätsbewertung zusammengestellt. Bei der Frage nach der Mög-

lichkeit, die Artenvielfalt zu erhalten, geht es zunehmend mehr darum, komplexe Systemprozesse zu ergründen und nicht nur die Artenanzahl zu registrieren. Die Erschließung multivariater Verfahren mit guter Interpretierbarkeit der Ergebnisse rückt mehr in den Vordergrund. Das leicht zu nutzende Datenanalysepaket PAST (eigentlich der Paläontologie gewidmet) enthält viele multivariate Prozeduren, Zeitreihenanalyseverfahren und sogar geografische Analysemethoden demonstriert an Fallbeispielen. Es sollte insbesondere für studentische Zuarbeiten zur Diversitätsforschung auf Grünlandflächen genutzt werden.

<b>Tabelle 1 Übersicht zur Methodenvielfalt der Diversitätsbewertung</b>			
	<b>Alpha-Diversität</b>	<b>Beta-Diversität</b>	<b>Gamma-Diversität</b>
<b>Definition</b>	Aufnahme-Diversität innerhalb des Pflanzenbestandes einer Aufnahme	Übergangs-Diversität zwischen den Aufnahmen	Landschafts-Diversität
<b>Inhalt</b>	Artenvielfalt von einer Aufnahme einer homogenen Pflanzengesellschaft	Artenwechsel entlang von Umweltgradienten oder zu anderen Pflanzengesellschaften	Community-Vielfalt auf einer größeren geografischen Skala
<b>Daten</b>	Pflanzenaufnahmen (welche Arten, wie häufig auf welcher Fläche?) Kennwerte von den Standorten, auf denen die Pflanzenaufnahmen erfolgten	Pflanzenaufnahmen, Kenn-differenzarten	Pflanzenaufnahmen, Kenn-differenzarten, Pflanzengesellschaften
<b>Beschreibende und Messmethoden</b>	Artenanzahl, Artenvorkommen(0;1), Artenmächtigkeit, Diversitätsindizes, Arten-Dominanzkurven	Artenstetigkeit, Rarefactionkurve (Abstufung der Artenzahl von höherer Raumskala auf eine niedere)	Anzahl von Pflanzengesellschaften, Wichten und Ordnen der Gesellschaften nach Rarität, Schutzwürdigkeit, u.a.
<b>Analyse- und Bewertungsmethoden</b>	Bewerten der Aufnahmen mit Affinitätswerten zur Umwelt (Ellenberg...) und zwischen den Arten. Viele multivariate statistische Analysemethoden gelten sowohl für die Alpha- als auch die Gammadiversität.	Distanzbasierte Ordination, Matrix der Abstandskoeffizienten von jeder Aufnahme zu jeder anderen, Anzahl der Artenwechsel je Flächeneinheit, Clusteranalyse mit Dendrogramm der Distanzen/Ähnlichkeiten der Aufnahmen	Mit multivariaten Verfahren können wechselseitig Faktor(Achsen)ladungen und Faktor(Achsen)werte von Pflanzenarten und Standorten analysiert werden. Der Zeitfaktor ist durch wiederholte Aufnahmen, der Raumfaktor über Geokoordinaten erfassbar.

Ergebnisse zur Alpha-Diversität werden in Abbildung 1 veranschaulicht. Durch den Vergleich mit der Artendominanzkurve soll die Aussage von zehn verschiedenen Diversitätsindizes demonstriert werden. Eine Zusammenfassung der für alle Pflanzenaufnahmen berechneten Shannon-Indizes nach Standort- und Nutzungsaspekten der untersuchten Grünlandflächen beschreibt die gegenwärtige Diversitätssituation auf unterstem Skalenniveau mit Hilfe der Mittelwerte und Standardabweichungen (Abbildung 2).

Für eine praktische Nutzung der Untersuchungsergebnisse sind auf jeden Fall Angaben zur Anzahl vorkommender Arten und zum Anteil der auf der Roten Liste stehenden vorteilhafter. Nach einer varianzanalytischen Auswertung aller Einzelaufnahmen (Prozedur Allgemeines Lineares Modell in SPSS) ergab sich die in Tabelle 2 dargestellte Schätzung solcher Werte für Mecklenburg-Vorpommern. Die signifikanten Schätzergebnisse wurden mit einem dreifaktoriellen Modelldesign bei zweifacher Wechselwirkung erzielt. Neben den beschreibenden werden gegenwärtig auch weitergehende analytische und bewertende Methoden von den Verfassern erprobt, die sich vorrangig auf die Softwarenutzung von SPSS und PAST beziehen. In einer Aufnahmeserie von 42 Objekten konnten sechs statistische Faktoren mit Hilfe der Hauptkomponentenmethode herauskristallisiert werden, die insgesamt rund 75 % der Varianz der vorkommenden Arten erklären.

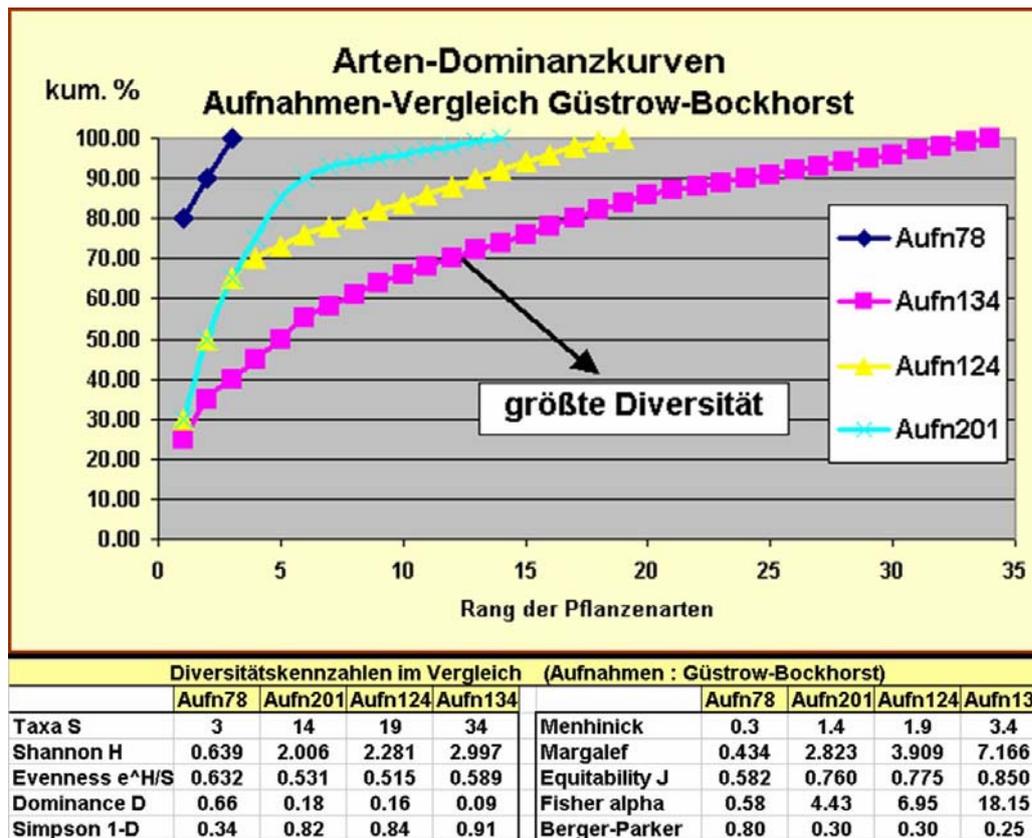


Abb. 1: Demonstrationsbeispiel zur Messung der Alpha-Diversität (mit PAST)

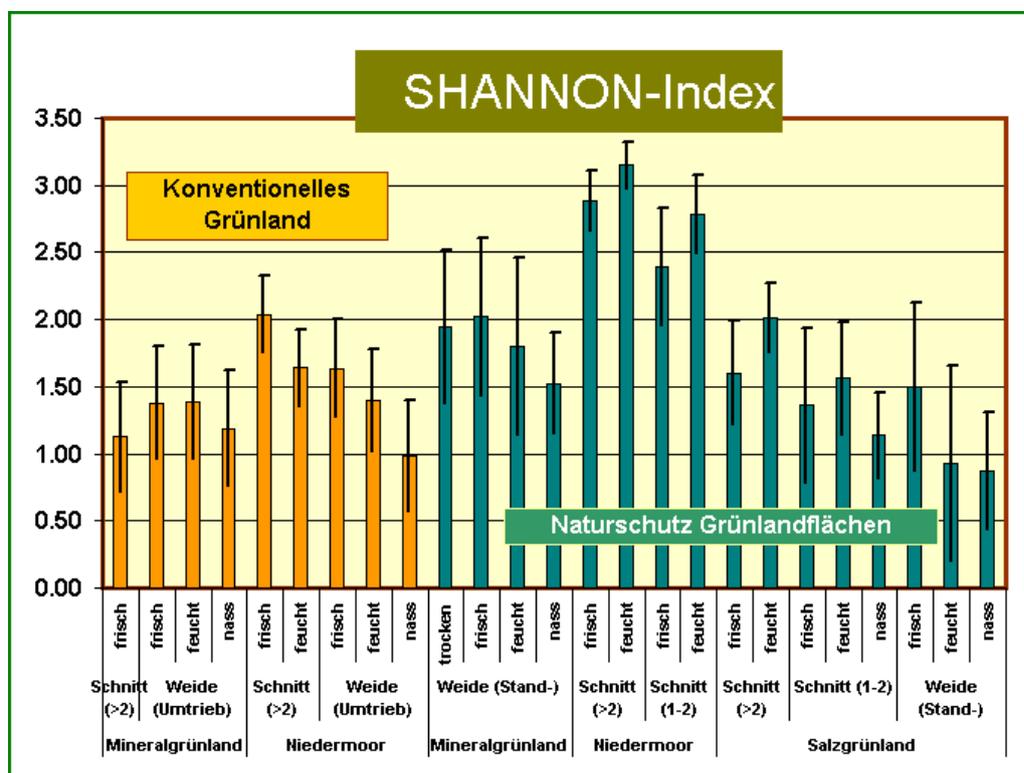


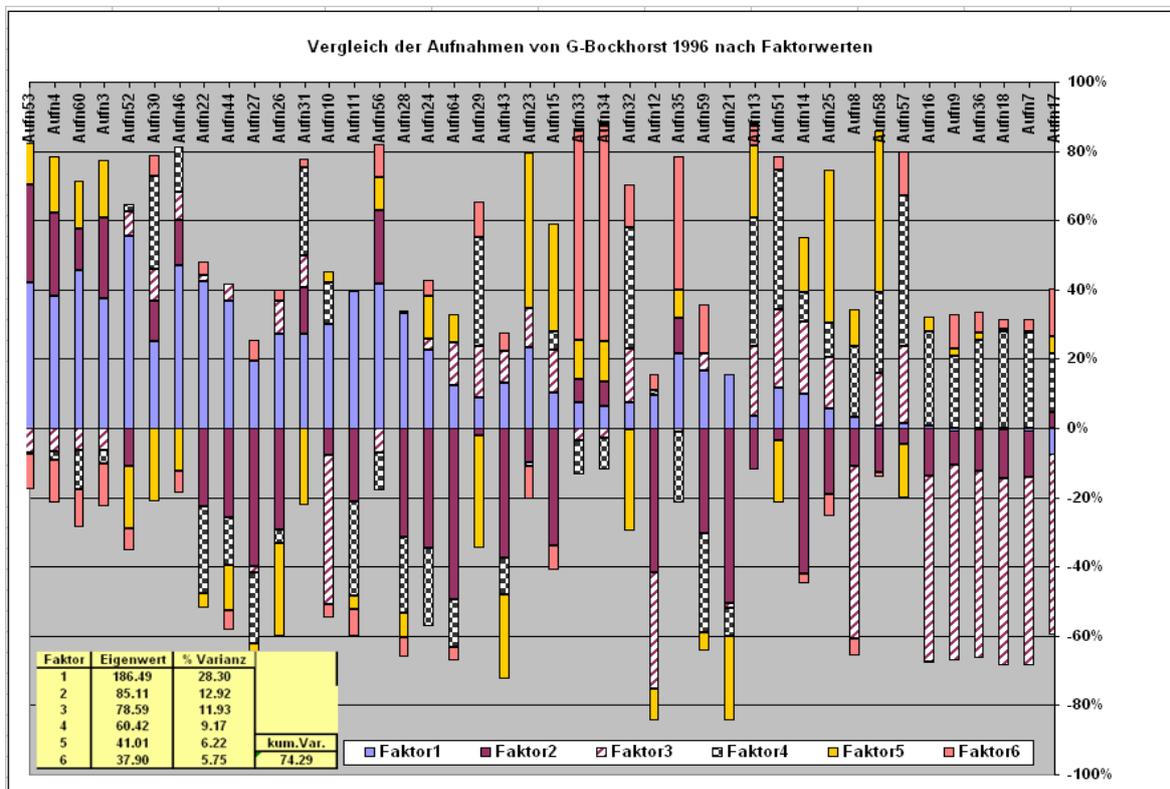
Abb 2: Diversitätsvergleich der Grünlandstandorte mit dem Shannon-Index

**Tab. 2:** Diversitätssituation auf den Grünlandflächen Mecklenburg-Vorpommerns

Modell-Schätzung			Anzahl Pflanzenarten			Kräuter/Leguminosen Anteil%			Anzahl Rote Liste Arten		
Grünland Kategorie	Nutzungsart	Feuchte-Gruppe	Mittel	95% Konfidenzintervall		Mittel	95% Konfidenzintervall		Mittel	95% Konfidenzintervall	
				Unterg.	Oberg.		Unterg.	Oberg.		Unterg.	Oberg.
Faktor A	Faktor B	Faktor C									
Mineral	LW	frisch	7.9	7.4	8.3	60.7	59.4	62.1	0.1	0.0	0.2
		feucht	8.4	6.7	10.2	44.0	38.9	49.2	0.2	0.0	0.7
		nass	8.0	5.9	10.1	48.6	42.3	55.0	0.7	0.1	1.2
Mineral	NS	trocken	30.1	26.0	34.3	53.9	41.7	66.1	6.9	5.8	7.9
		frisch	17.9	17.1	18.8	55.9	53.4	58.3	2.9	2.7	3.1
		feucht	16.4	14.8	18.0	57.4	52.7	62.2	3.3	2.9	3.8
		nass	11.4	9.3	13.6	50.6	44.3	56.9	2.1	1.5	2.6
N_Moor	LW	frisch	16.3	15.5	17.1	51.1	48.8	53.5	0.3	0.1	0.5
		feucht	13.1	12.2	14.0	47.7	45.0	50.3	0.2	0.0	0.5
		nass	10.6	9.3	11.9	50.7	46.8	54.5	0.9	0.5	1.2
N_Moor	NS	frisch	36.3	34.7	37.9	62.3	57.7	67.0	3.3	2.9	3.7
		feucht	42.2	40.6	43.8	66.2	61.6	70.8	6.3	5.9	6.7
Salz	NS	frisch	11.3	10.0	12.6	44.4	40.5	48.2	0.6	0.3	1.0
		feucht	10.1	8.9	11.3	45.5	41.9	49.1	1.0	0.6	1.3
		nass	6.2	4.7	7.6	38.1	33.8	42.3	0.8	0.4	1.2

**MODELLDESIGN = Kategorie NSLW FEUCHTE\_GR Kategorie\*NSL W Kategorie\*FEUCHTE\_GR NSLW\*FEUCHTE\_GR Kategorie\*NSLW\*FEUCHTE\_GR .**

In Abbildung 3 wird über die jeweilige Säulenlänge der Wirkungsanteil dieser Faktoren für jeden Standort veranschaulicht. Diese Objektbewertung mit Hilfe hypothetischer Faktoren muss mit tiefergehenden fachwissenschaftlichen Analysen untersetzt und zur Interpretation geführt werden. Je ähnlicher die Faktorwertstruktur der Pflanzenaufnahme, desto geringer ist die Übergangsdiversität Beta. Mit Hilfe von Clusteranalysen und unterschiedlichen Distanzmaßen kann ebenfalls die Übergangsdiversität analysiert werden.



**Abb. 3:** Hauptkomponentenanalyse von 42 Pflanzenaufnahmen (PAST/EXCEL)

## Literatur

- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. und ISERMANN, M. (2004) [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband.-606 S. Weeissdorn-Verlag, Jena, ISBN 3-936055-03-3.
- HAMMER, O. User's manual PAST s. Internet-Link:  
<http://folk.uio.no/ohammer/past/index.html>

## Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen - Ergebnisse aus 11 Jahren -

C. Franke, M. Hofmann und G. Riehl

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Grünland, Feldfutterbau

Die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft hat 1995 ein landesweites Netz von 159 Dauerbeobachtungsflächen auf Grünland-Praxisschlägen und -Pflügeflächen eingerichtet. Diese werden alle vier Jahre auf Vegetation und Bodenkennwerte untersucht. Zugleich werden vertraglich vereinbarte Agrarumweltmaßnahmen erfasst. Diese reichen von der Bewirtschaftung ohne Auflagen über allgemein ressourcenschonende Extensivierungsmaßnahmen bis hin zu speziellen Naturschutz- und Biotoppflegemaßnahmen. Im vorliegenden Beitrag wird auf Grundlage einer ersten Auswertung der Dauerbeobachtung die Frage beantwortet: Wie wirken sich die unterschiedlichen Bewirtschaftungsauflagen auf die Bewertung der Flächen aus?

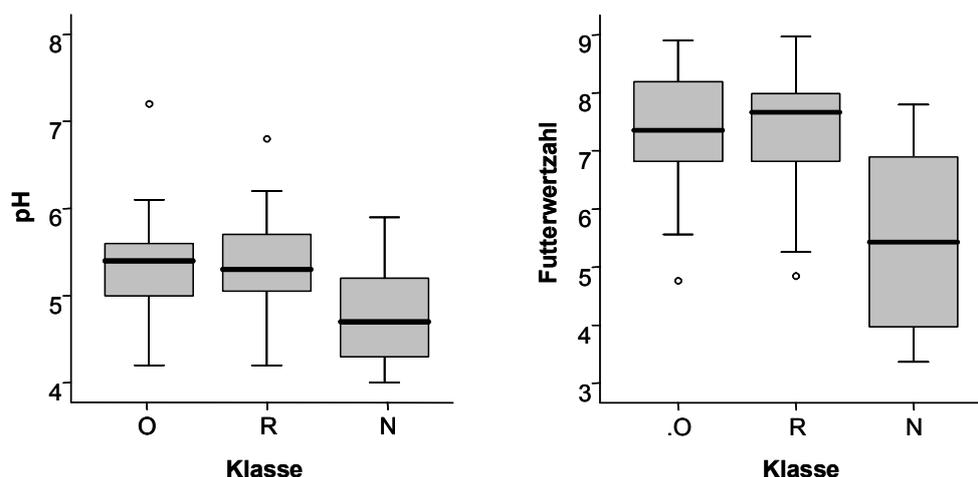
Grundlage der Auswertung sind 159 sachsenweit verteilte Grünland-Dauerbeobachtungsflächen mit einer einheitlichen Erfassungsgröße von 25 m<sup>2</sup>. Die Erfassung erfolgt im vierjährigen Intervall. Pro Jahr wird ein Viertel der Flächen untersucht. Aus den 11 Jahren von 1995 bis 2005 sind für 89 Flächen Daten aus drei Durchgängen vorhanden. Zur Auswertung wurden die Daten aus dem dritten Durchgang (ab 2003) verwendet. Die Bewirtschaftung der Flächen wurde entsprechend der vorhandenen Umwelt- beziehungsweise Naturschutz-Auflagen in eine sechs-stufige Skala eingeteilt, diese wurde zusätzlich zu drei Klassen aggregiert (Tabelle 1).

Von Bodenproben wurde der pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>-Methode) und der Phosphorgehalt (Doppel-Laktat-Methode) des Bodens bestimmt. Weitere Angaben zur Standortqualität stammen aus der Standorteinschätzung: Die Nährstoffverhältnisse und die Bodenfeuchteverhältnisse verteilten sich auf vier Stufen (schwach eutroph, mäßig eutroph, eutroph, stark eutroph beziehungsweise frisch-trocken, frisch, frisch-feucht, feucht). In Vegetationsaufnahmen wurden auf 25 m<sup>2</sup> die Ertragsanteile der Gefäßpflanzen nach KLAPP geschätzt. Anhand der Vegetationsaufnahmen wurde die Artenzahl, die Zahl der Rote-Liste Arten, der ungewichtete Stickstoff- und Feuchte-Zeigerwert nach ELLENBERG, die ungewichtete Mahdzahl nach BRIEMLE & ELLENBERG und die Futterwertzahl nach DIERSCHKE & BRIEMLE (im Unterschied zu den ursprünglichen KLAPP'schen Zahlen auf einer Skala von 1 bis 9 und in der Bewertung einzelner weniger Arten verändert) berechnet.

Zum einen wurden univariate Gruppenvergleiche zwischen den drei Klassen (Tabelle 1) durchgeführt. Signifikante Unterschiede ( $P \leq 0,05$ ) wurden nicht-parametrisch durch den Mann-Whitney-U-Test festgestellt. Zum anderen wurde die Vegetationsstruktur multivariat mit kanonischer Korrespondenzanalyse (CCA) untersucht. Hierfür wurden als Erklärungsvariablen die sechsstufige Skala der Bewirtschaftungsauflagen und weitere der oben genannten Standort-Parameter eingesetzt.

**Tab. 1:** Einteilung der Bewirtschaftungsauflagen (O = ohne Auflagen, R = ressourcenschonend, N = naturschutz-orientiert; \* = kein mineralischer N)

Klasse	O	R	R	R	N	N
Stufe	I	II	III	IV	V	VI
Anzahl Flächen	26	31	14	2	7	9
Besatzstärke (GV / ha LF)	-	≤ 1,4	≤ 1,4	≤ 1,4	≤ 1,4	-
max. Düngung (kg N / ha)	-	120	120*	120*	0	0
nur auf Wiesen: 1. Schnitt nach	-	-	-	15.06.	01.07.	verschieden



**Abb. 1:** pH-Werte des Bodens und Futterwertzahlen nach Bewirtschaftungsklassen

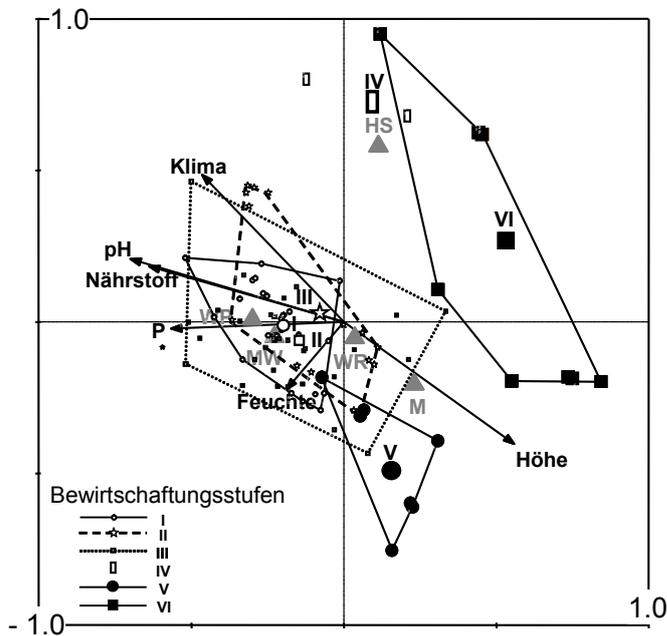
Die pH-Werte des Bodens waren unter naturschutz-orientierten Auflagen signifikant niedriger als ohne oder mit ressourcenschonenden Auflagen (Abbildung 1). Selbst zwei Flächen, die den Submediterranen Kalk-Halbtrockenrasen (Verband Bromion erecti) zugeordnet werden konnten, wiesen lediglich einen pH-Wert von 4,7 auf. Zu diesem Ergebnis führte sicherlich die Tatsache, dass im Rahmen der Auflagen eine Kalkung nur nach Vereinbarung mit der Unteren Naturschutzbehörde möglich war, und somit Verluste basisch wirkender Nährstoffe durch Entzug mit dem Erntegut oder Auswaschung oft nicht ausgeglichen wurden.

Die Phosphorgehalte des Bodens waren bei naturschutz-orientierten Auflagen signifikant niedriger als bei ressourcenschonenden Auflagen oder ohne Auflagen. Unabhängig von diesem Unterschied sind die absoluten Median-Werte (1,3 bis 3,9 mg P / 100 g Boden) sehr gering: Die sächsischen Grenzwerte der P-Versorgung liegen für die Versorgungsstufe B (für ökologischen Landbau und Naturschutz ausreichend) zwischen 3,5 und 5,9 mg P / 100 g Boden.

Da Untersuchungen zum pflanzenverfügbaren Stickstoff im Rahmen der Daueruntersuchungen zu aufwendig sind, wird hier die Stickstoffzahl (N-Zeigerwert) als Indikator für das Stickstoffangebot des Bodens herangezogen. Sie zeigte für die unterschiedlich bewirtschafteten Flächen eine signifikante Abstufung in der Trophie an: Die höchsten Werte wurden auf den Flächen ohne Auflagen vorgefunden, niedrigere Stickstoffzahlen bei ressourcenschonender Bewirtschaftung und die niedrigsten N-Zeigewerte unter naturschutz-orientierter Bewirtschaftung.

Die Mahdverträglichkeitszahl war für die Flächen mit naturschutz-orientierten Maßnahmen signifikant niedriger als für die Flächen mit ressourcenschonenden beziehungsweise ohne Auflagen (Median = 5,9 im Vergleich zu 6,8 beziehungsweise 7,0). Die Artenzu-

sammensetzung spiegelte folglich wider, dass die naturschutz-orientierten Flächen signifikant weniger häufig genutzt wurden (in der Regel ein bis zwei Mal pro Jahr), als die Vergleichsflächen.



**Abb. 2:** CCA-Ordination; Biplot der Aufnahmen und Standort- und Bewirtschaftungsvariablen. Umweltvariablen sind als Pfeile, die vom Ursprung des Diagramms ausgehen dargestellt. Bewirtschaftungsauflagen und Nutzungsarten (nominale Variablen) sind als Centroiden dargestellt.

an Arten. Immerhin 8 von 26 Flächen ohne Bewirtschaftungsauflagen erreichten Artenzahlen von 20 und mehr. Somit existieren auch außerhalb der Förderflächen naturschutzfachlich interessante Grünlandbestände. Zum Erhalt seltener Pflanzen scheinen jedoch naturschutz-orientierte Auflagen unerlässlich zu sein. Die Flächen mit naturschutzorientierten Auflagen wiesen signifikant mehr gefährdete Pflanzenarten auf (Median = 1, Spannweite 0 - 10) als die Flächen, die ressourcenschonend oder ohne Auflagen bewirtschaftet wurden (Median = 0, Spannweite 0 - 1).

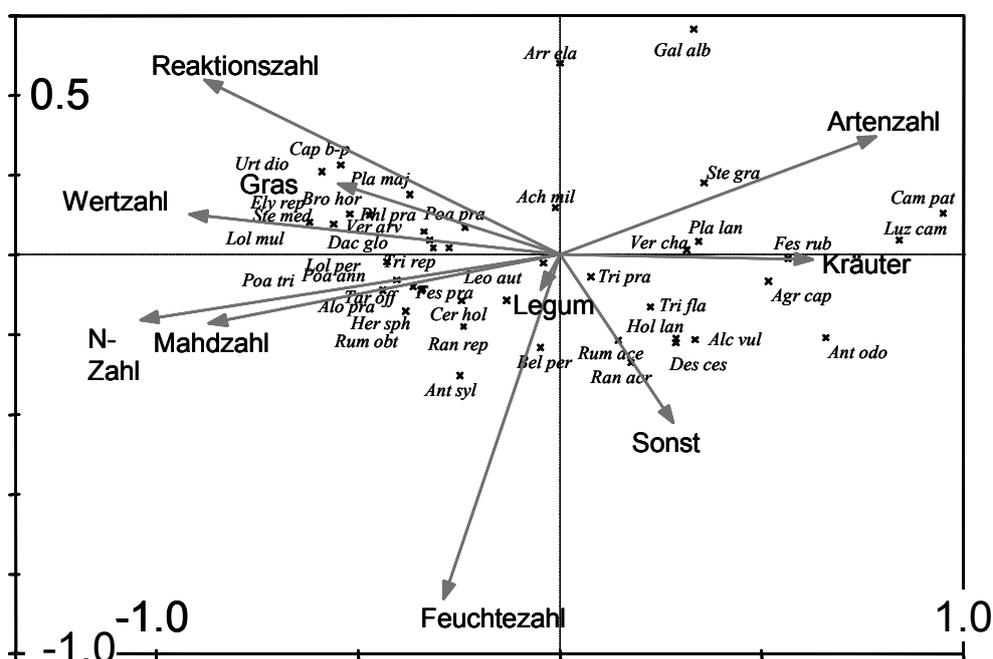
Anhand einer direkten Gradientenanalyse wurde nach wichtigen Einflüssen auf die Ausprägung der Vegetation gesucht. Beim Vergleich zwischen erstem und drittem Durchgang konnten keine zeitbedingten Effekte von Bewirtschaftungsauflagen auf die Zusammensetzung der Vegetation festgestellt werden. Für die Vegetationsaufnahmen des dritten Durchgangs konnte die gesamte Variabilität der Artenzusammensetzung durch die aus der Gradientenanalyse hervorgehenden Ordinationsachsen insgesamt zu 30,2 % erklärt werden (7,8 % durch die erste Achse = x-Achse in den Abbildungen 2 und 3, zusätzliche 3,0 % durch die zweite Achse = y-Achse in den Abbildungen 2 und 3). Die Bewirtschaftungsauflage VI (Naturschutz- und Biotoppflegemaßnahmen) sowie die Standortvariable Höhe sind positiv mit der ersten Achse (Abbildung 2) korreliert. Der pH-Wert und die Nährstoffverhältnisse sind negativ mit der ersten Achse korreliert. Mit der zweiten Achse ist die Bewirtschaftungsvariante HS positiv korreliert. Die Bewirtschaftungsauflage V und die Feuchte sind negativ mit der zweiten Achse korreliert.

Der KLAPP'sche Futterwert war bei naturschutz-orientierter Bewirtschaftung signifikant geringer als bei ressourcenschonender Bewirtschaftung oder ohne Auflagen. Die naturschutz-orientierten Auflagen betrafen folglich Bestände mit deutlich niedrigerem futterbaulichen Potenzial. Flächen mit ressourcenschonenden Auflagen hoben sich von Flächen ohne Auflagen hingegen nicht durch eine geringere Futterqualität, sondern vornehmlich durch geringere Masenerträge ab.

Die Artenzahlen unterschieden sich signifikant zwischen konventionell, ressourcenschonend und naturschutz-orientiert (Median = 14, 18, 27). Eine höhere Stufe der Bewirtschaftungsauflagen erbrachte insgesamt eine höhere Artenzahl. Bereits die geringeren ressourcenschonenden Auflagen erbrachten folglich einen Zugewinn

Die größten Unterschiede in der Vegetation, die durch die erste Achse dargestellt werden, sind folglich durch Bewirtschaftung und Nährstoffangebot hervorgerufen: Auf der linken Seite der ersten Achse sind vorrangig solche Pflanzenbestände angesiedelt, die durch keine bzw. geringe Bewirtschaftungsauflagen gekennzeichnet sind und in denen produktive, konkurrenzstarke Arten dominieren (Abbildung 3), welche auf nährstoffreiche Bedingungen angewiesen sind. Die durch höhere Bewirtschaftungsauflagen gekennzeichneten Bestände liegen dagegen auf der rechten Seite der ersten Achse und sind somit auf die nährstoffärmeren, seltener genutzten Standorten mit einem entsprechenden Potenzial für Artenvielfalt konzentriert. Diese Bestände sind durch solche Arten gekennzeichnet, die an eine mittlere bis niedrige Bewirtschaftungsintensität angepasst sind und eine futterbaulich eher geringe Wertigkeit aufweisen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bisher nach 11 Jahren ressourcenschonender extensiver Bewirtschaftung (Varianten II und III) kein großer Unterschied in der floristischen Zusammensetzung verglichen mit den Beständen ohne Bewirtschaftungsauflagen (Variante I) besteht. Die naturschutz-orientiert bewirtschafteten Flächen zeigten jedoch deutliche Unterschiede zu den vorgenannten Bewirtschaftungsvarianten, sowohl im Hinblick auf die agronomischen und naturschutzfachlichen Einzelparameter als auch bezüglich der Vegetationsstruktur. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Flächen mit naturschutz-orientierten Auflagen bereits zu Beginn der Agrarumweltmaßnahmen naturschutzfachlich wertvoll waren, die ressourcenschonende Bewirtschaftung jedoch auf zuvor zu meist intensiver genutztem und damit einhergehend relativ artenarmem Wirtschaftsgrünland einsetzte.



**Abb. 3:** CCA-Ordination; Darstellung von Arten (nur die 40 mit dem größten Einfluss auf das Ordinationsergebnis) Artenzahl, Ertragsanteilen von Artengruppen sowie ökologischen Kennzahlen. Pflanzenarten sind als Kreuze, ökologischen Kennzahlen als Vektoren dargestellt, die in den floristischen Raum hineinprojiziert wurden.

## **Landwirtschaft und Wasserschutz: Beiträge der futterbaulichen Forschung zum Management von Wasserschutzgebieten**

M. Kayser<sup>1</sup>, G. Kühling<sup>2</sup>, J. Müller<sup>3</sup> und J. Isselstein<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Universität Göttingen;

<sup>2</sup>NLWKN, Cloppenburg, <sup>3</sup>Institut für Landnutzung der Universität Rostock;

<sup>4</sup>Department für Nutzpflanzenwissenschaften der Universität Göttingen

### **Einleitung**

Die Landbewirtschaftung in den Wasserschutzgebieten Niedersachsens unterliegt Beschränkungen durch Wasserschutzgebietsverordnungen. So ist zum Beispiel die Ausbringung von Nährstoffen, insbesondere von Wirtschaftsdüngern, zeitlich und mengenmäßig begrenzt sowie der Umbruch auch von fakultativem Grünland genehmigungspflichtig. Zudem wird durch eine Reihe von sogenannten ‚Freiwilligen Vereinbarungen‘ und Ausgleichszahlungen seitens der Verwaltung versucht, zusätzliche Anreize für eine über den gesetzlichen Rahmen hinausgehende, grundwasserschonende Bewirtschaftung zu schaffen. Die bisherige Bilanz, ablesbar sowohl an der Akzeptanz der Landwirte als auch an der Wirksamkeit der Maßnahmen, wird als positiv eingeschätzt (Seitz, 2006a). Zur Entwicklung dieser Bewirtschaftungsangebote und als Entscheidungshilfe für die Verwaltung werden seit über 10 Jahren wissenschaftliche Versuche von verschiedenen Institutionen im Wasserschutzgebiet Thülsfelde (Weser-Ems Gebiet) gefördert. Die aktuellen Ergebnisse werden für die regionale Beratung und Förderungspraxis in Weser-Ems genutzt, stehen aber über europäische Verbundprojekte auch überregional zur Verfügung.

In diesem Beitrag soll die Einbeziehung wissenschaftlicher Versuche in die Verwaltungsabläufe beim Management von Wasserschutzgebieten an dem konkreten Fallbeispiel ‚Grünlandumbruch‘ aufgezeigt werden. Zudem wird die Einbindung regionaler Untersuchungen in den europäischen Kontext anhand der Internetseite ‚water4all.com‘ vorgestellt.

### **Landwirtschaft und Wasserschutz**

Trinkwasser wird im Gebiet Weser-Ems ausschließlich aus Grundwasser gewonnen. Vor allem als Folge einer intensivierten Landbewirtschaftung in den 70er und 80er Jahren stiegen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser kontinuierlich an. Dies bewog das Land Niedersachsen 1992 zur Einführung einer Wasserentnahmegebühr, woraus ein Programm für einen vorbeugenden Grundwasserschutz finanziert wird (SEITZ, 2006a). Im Bereich der Wasserwerke wurden Kooperationen gegründet, in denen Landnutzer, Wasserversorger und Behörden an einem Tisch sitzen. Das zentrale Bindeglied zwischen Landwirtschaft und den Trägern des Wasserschutzkonzeptes ist der Spezialberater, der Wege finden soll, Grundwasserschutz und Bewirtschaftungszwänge in Einklang zu bringen (OOWV, 2006). Zentrales Werkzeug sind, neben der Beratung, die sogenannten Freiwilligen Vereinbarungen. Hierbei handelt es sich um spezielle Verträge zwischen Landnutzern und den Wasserversorgern über eine grundwasserschonende Bewirtschaftung (SEITZ, 2006b). In den Verträgen verpflichten sich die Flächenbewirtschaftler (Landwirte, Forstwirte, Gartenbaubetriebe), bestimmte Auflagen und Regeln einzuhalten, die über das Maß der guten fachlichen Praxis hinausgehen. Dadurch entstehende wirtschaftliche Nachteile des Landwirtes werden entschädigt. Das hierzu notwendige Geld entstammt der Wasserentnahmegebühr und wird für einige Maßnahmen von der EU kofinanziert (OOWV, 2006; SEITZ, 2006a). Unter anderem zur Absicherung bestehender und zur Entwicklung neuer Freiwilliger Ver-

einbarungen wurden seit Mitte der neunziger Jahre regionale Versuche zum Grundwasserschutz unter landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen durchgeführt.

### **Fallbeispiel 1. Regional:**

#### **a. Versuchsergebnisse und Maßnahmen zum Wasserschutz am Beispiel des Umbruchs von Grünlandflächen**

Als Beispiel für die Nutzung regionaler Versuchsergebnisse soll die Einbeziehung von Verfahren des Grünlandumbruchs mit anschließender Neuansaat oder Ackernutzung in Freiwillige Vereinbarungen dienen. Wegen Strukturveränderungen in der Landwirtschaft, wie es die betriebliche Aufgabe der Milchvieh- oder der gesamten Rinderhaltung, aber auch die Intensivierung der Milchviehhaltung darstellt, werden zunehmend Grünlandflächen umgebrochen und z.T. in Ackerflächen umgewandelt. Infolge der Zerstörung des unter langjährigem Grünland entstandenen stabilen Bodengefüges durch Umbruch setzt eine verstärkte Mineralisation von organisch gebundenem Stickstoff ein, was zu einem erhöhten Risiko des Nitrataustrages in das Grundwasser führt. Zu dieser Problematik wurden vom Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen (FOSVWE) verschieden Untersuchungen durchgeführt (SEIDEL, 2005).

Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen wurden zwei Freiwillige Vereinbarungen zur Umbruchgestaltung neu entwickelt. Folgende Auflagen wurden aufgenommen: der Umbruch sollte möglichst im Frühjahr erfolgen; bei einem Umbruch im Herbst ist nachfolgend eine Zwischenfrucht anzubauen; bei dem Anbau der Folgefrucht ist die Nachlieferung der Grünlandnarbe zu berücksichtigen; für den umgebrochenen Schlag muss eine Düngeberatung durch den Wasserschutzberater erfolgen.

Zudem bilden die Untersuchungsergebnisse eine weitere, regional wichtige Grundlage für die Genehmigung von Grünlandumbrüchen durch die untere Wasserbehörde: a) Einzelfallentscheidung bei Grünlandgenehmigungen in Gebieten mit hoher Vorbelastung: Auf Grundlage der Versuchsergebnisse wird den unteren Wasserbehörden empfohlen, den Umbruch von Grünland nur mit den genannten Auflagen zu genehmigen. Für Kulturen, die nach dem Umbruch angebaut werden, werden zudem Düngungsbeschränkungen auferlegt; b) Generalverfügung in Gebieten ohne nennenswerte Vorbelastung: Landwirte können unter Einhaltung der Auflagen ohne spezielle schriftliche Genehmigung (formlose Anzeige bei der unteren Wasserbehörde) den Grünlandumbruch vornehmen.

#### **b. Erfolgskontrolle unter Berücksichtigung von Versuchsergebnissen**

Die Versuchsergebnisse stellen außerdem eine wichtige Grundlage für die Erfolgskontrolle und Gefahrenabschätzung dar. Die positive Wirkung der Nutzung von Grünland (negative Auswirkung von Silomais) lässt sich im Vergleichsfall konkreter beziffern und kann bei der Erstellung von Bewirtschaftungsplänen (unter der Beachtung der ökonomischen Konstellation der Futterbaubewirtschaftung) berücksichtigt werden. Eine Form der Erfolgskontrolle ist die Erstellung von Gebietsmittelwerttabellen, an Hand derer die Entwicklung von Anbauverhältnissen und die von den jeweils angebauten Fruchtarten ausgehende Nitratbelastung im Verlaufe der Jahre mit einander verglichen werden kann. Die Daten aus den Versuchen sind dabei Grundlage für die Festlegung, welche Nährstoffausträge aus Grünland bzw. Silomaisanbau zu erwarten sind.

## Fallbeispiel 2. Überregional: Das EU-Verbundprojekt ‚water4all‘ im Internet

Das Internet ist ein geeignetes flexibles Instrument um Informationen zu präsentieren und auszutauschen. Dies kann auch für die Forderung ‚science into practice‘ gelten, wenn Erkenntnisse aus der Wissenschaft Entscheidungsträgern in der Politik und Verwaltung und anderen Interessierten direkt verfügbar gemacht werden.

Im von der EU geförderten Verbundprojekt ‚Water4all‘ des Interreg-III B ‚Nordsee-Programm‘ kooperieren Dänemark, die Niederlande, Großbritannien und Deutschland im Bereich der nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung. Der deutsche Partner ist die Bezirksregierung Weser-Ems (jetzt NLWKN) und der Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV).

Gemeinsame Ziele von ‚Water4all‘ sind (WATER4ALL, 2006):

- Ein Bewusstsein für die Problematik des Grundwassers zu entwickeln.
- Das Grundwasser hinsichtlich Qualität und Quantität zu verbessern.
- Den Austausch von Wissen und Umgang mit dem Grundwasser innerhalb der beteiligten EU-Länder vorzunehmen.
- Die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC) umzusetzen.
- Ein Handbuch zur optimalen Landnutzung in Wasserschutzgebieten zu erstellen.



**Abb. 1:** Bild der Internetseite von water4all.com

Seit 1993 werden Maßnahmen zum Grundwasserschutz in der Land- und Forstwirtschaft in Vorranggebieten für Wassergewinnung aus der Wasserentnahmegebühr finanziert. Diese Maßnahmen werden seit 1994 durch ein umfangreiches Untersuchungsprogramm, das zum großen Teil vom Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) mitfinanziert wurde, begleitet. Im Rahmen des Interreg-Projekts sollen insbesondere die vorhandenen Untersuchungsergebnisse über den regionalen Bezug hinaus gezielt ausgewertet und veröffentlicht werden, z. B. über die Webseite ‚water4all.com‘. So können die bisher teilweise nur im Land Niedersachsen verwendeten Ergebnisse auch von den europäischen Projektpartnern genutzt werden. Darauf aufbauend sollen Empfehlungen zum flächende-

ckenden Grundwasserschutz in der Land- und Forstwirtschaft im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie abgeleitet werden. (WATER4ALL, 2006).

Kurzberichte zum Management land- und forstwirtschaftlicher Bewirtschaftung in Wasserschutzgebieten, zu Stoffströmen und Prozessen sowie zu administrativen Maßnahmen beigetragen vom FOSVWE, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (jetzt Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie), der TU Dresden, des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz und der europäischen Partner werden unter ‚water4all.com‘ bereitgestellt

### **Schlussbetrachtung**

In einer Veredelungsregion wie dem Weser-Ems Gebiet sind Steuerungsmaßnahmen zur Schonung und Entwicklung der Ressource Wasser nur über die Einbeziehung der Landwirtschaft möglich. Futterbauliche Forschung trägt zur Optimierung tierbezogener Verfahren im Betrieb bei, hat aber über die Erfassung der verfahrensabhängigen Beeinflussung der abiotischen Ressourcen Zugang zum flächenbezogenen Ressourcenschutz. Diese Doppelfunktion erklärt den hohen Stellenwert der futterbaulichen Forschung in der Beratungspraxis.

Ein wichtiges Kriterium für die Akzeptanz angewandter Forschung ist der Aktualitätsbezug. Forschungsergebnisse müssen spätestens dann vorliegen, wenn dringliche Entscheidungen zu treffen sind. In Anbetracht einer 3-4jährigen Versuchsdauer sind Forschungsvorhaben bereits dann zu initiieren, wenn sich künftige Problembereiche andeuten, aber noch nicht klar abzeichnen. Die Beratung kann dabei ein guter Sensor für die Wissenschaft sein, werden doch dort viele Informationen gebündelt, die für die zukünftige Ausrichtung der Betriebe und deren produktionstechnisches Profil maßgebend sind.

Mit den vorliegenden Fallbeispielen konnte gezeigt werden, dass durch die Kooperation von Forschung und Praxis die Ergebnisse angewandter futterbaulicher Forschung unmittelbar für das Wasserschutzgebietsmanagement genutzt werden können und dass die Forschung ihrerseits profitiert, indem sie im Kontext relevanter Fragestellungen und Landnutzungskonstellationen arbeiten kann.

### **Literaturverzeichnis**

- OOWV (2006): Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung. Praxishandbuch zur Reduzierung landwirtschaftlicher Einflüsse auf die Grundwasserqualität. Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Oldenburg.
- SEIDEL, K (2005): Stickstoffausträge und Stickstoffhaushalt nach Grünlanderneuerung und Grünlandumbruch. Göttinger Agrarwissenschaftliche Beiträge, Band 15. Sierke Verlag.
- SEITZ, O. (2006a): Water protection – protecting groundwater through cooperation. <http://water4all.com>, 14.06.2006
- SEITZ, O. (2006b): Voluntary agreements according to § 47 h NWG in the Weser-Ems administrative district 2004. <http://water4all.com>, 14.06.2006
- WATER4ALL (2006): <http://water4all.com>, 19.05.2006

## Die Habitat-Heterogenität-Hypothese getestet an einem Sukzessionsgradienten des Grünlands

S. Kesting und J. Isselstein

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen

### Einleitung

Unter dem Begriff Habitat-Heterogenität-Hypothese läßt sich eine weit geführte ökologische Diskussion zusammenfassen, die den Zusammenhang von Habitatheterogenität und (Arten-) Diversität behandelt. Die Diskussion reicht zurück bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts (z. B. SIMPSON 1949, MACARTHUR & WILSON 1967). Unter dem Namen Mosaikkonzept erfolgte später eine Bearbeitung des Themas für die Agrarkulturlandschaft (DUELLI 1992, 1997). Die Grundannahme ist, daß strukturreiche Habitate ein größeres Angebot an verschiedenen ökologischen Nischen und dadurch eine höhere Vielfalt an Organismen (Arten-Diversität) aufweisen. Untersucht wurde die Gültigkeit dieser Hypothese für einen Sukzessionsgradienten extensiven Grünlands. Es wird angenommen, daß die Verbuschung, als Anzeichen der Sukzession, zunächst zu einer höheren Habitatheterogenität und damit auch zu einer höheren Arten-Diversität führt. Praktische Bedeutung bekommen diese Überlegungen für die Landschaftspflege, wenn unter Abschätzung von Nutzen und Kosten eine Maximierung der Biodiversität angestrebt wird.

### Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einer abwechslungsreichen Muschelkalk-Hügellandschaft im Nordosten der Stadt Göttingen (Niedersachsen). Es umfaßt eine Fläche von etwa 250 ha. Bei dem Grünland handelt es sich um ertragsarme, extensiv genutzte Wiesen und Weiden. Teilweise erfolgt nur noch eine Mindestnutzung (zweijähriges Mulchen) oder die Flächen sind bereits aus der Nutzung herausgenommen worden.

Mit einem geschichteten systematischen Probenesign wurden 30 Untersuchungsflächen (plot = 100 m<sup>2</sup>) so ausgewählt, daß eine möglichst weite Amplitude eines Verbuschungsgradienten abgedeckt wird. Die Flächen lassen sich jeweils einem der folgenden Biotoptypen (nach DRACHENFELS 2004) zuordnen: Kalk-Magerrasen, mesophiles Grünland, halbruderales Gras- und Staudenfluren, mesophiles Gebüsch, Pionier-/Sukzessionswald.

Für die Quantifizierung des Verbuschungsgrades wird ein Verbuschungsindex eingeführt. Er setzt sich zusammen aus der Bedeckung und der Höhe der Strauchschicht und berechnet sich wie folgt:

$$\text{Verbuschungsindex} = \log (\text{Höhe} * \text{Bedeckung})$$

Als Diversitätsmaß wurde die Anzahl der Gefäßpflanzenarten gewählt. Pro Versuchsfläche wurde in zehn, nach einem Zufallsmuster angeordneten Quadratmeterflächen (subplots), die Artenzahl erhoben. Die Auswertung der Daten erfolgte durch Regressionsanalyse. Außerdem wurde eine hierarchische Analyse der Arten-Diversität durchgeführt. Dieser lag das additive Modell der Diversität zugrunde (MACARTHUR ET AL. 1966, LEVINS 1968, LANDE 1996). Das bedeutet, daß die Gesamtdiversität ( $\gamma$ ) als die Summe einzelner Diversitätskomponenten ( $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , ...) aufgefaßt wird.

## Ergebnisse und Diskussion

Das Ergebnis der Regressionsanalyse ist in Abbildung 1 dargestellt. Zwischen der Artenzahl je plot und dem Verbuschungsgrad ist kein linearer Zusammenhang festzustellen ( $R^2 = 0.33$ , n.s.). Wie das Ergebnis der nichtparametrischen Loess-Regression jedoch zeigt, kann ein nichtlinearer Zusammenhang mit einem Maximum der Artenzahl bei mittlerem Verbuschungsgrad angenommen werden.

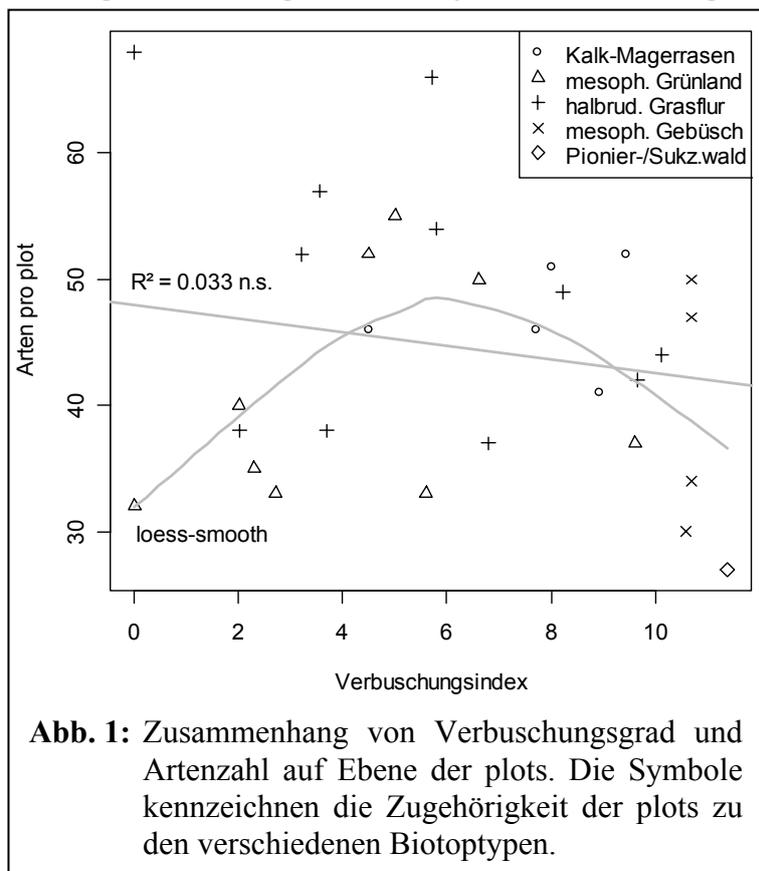
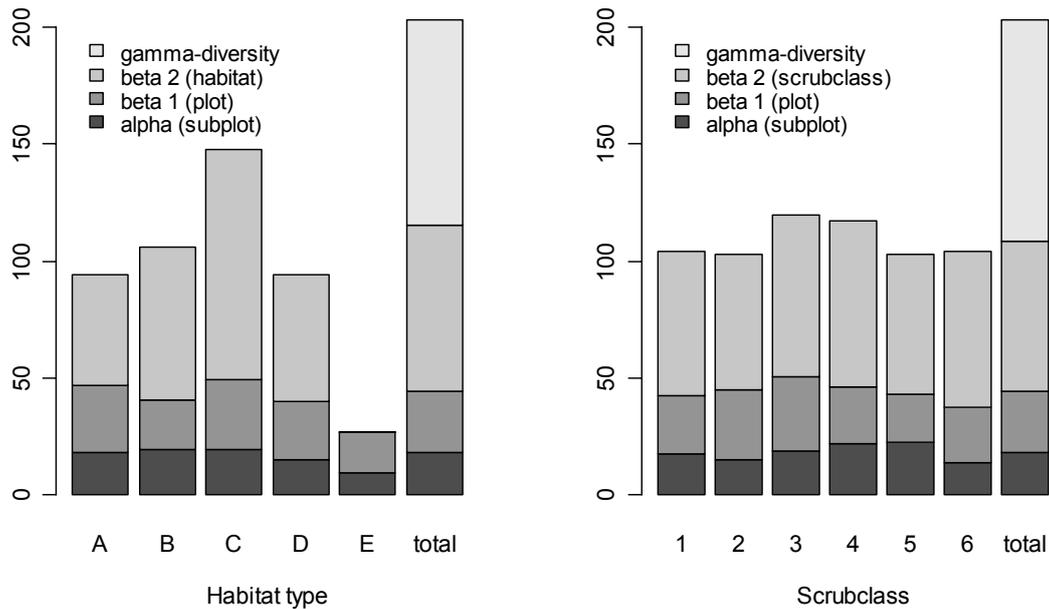


Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Diversitätskomponenten für die verschiedenen Biotoptypen (links) sowie für verschiedene Stufen der Verbuschung (rechts). Die plots wurden dazu nach aufsteigendem Verbuschungsindex sortiert und in Klassen mit jeweils fünf plots eingeteilt. Die höchste  $\alpha$ -Diversität (auf Ebene der subplots) wird in den Verbuschungsklassen 4 und 5 erreicht. Dies entspricht einem Verbuschungsindex von 6.6 – 8.9 bzw. 8.9 – 10.1. Ein Verbuschungsindex von 8 würde sich beispielsweise bei einer Strauchbedeckung von 25 % und einer Strauchhöhe von 120 cm ergeben. Hinsichtlich der Biotoptypen fällt eine geringe  $\alpha$ -Diversität bei den Biotoptypen mesophiles Gebüsch und Pionier-/Sukzessionswald auf. Die höchste  $\beta_1$ -Diversität (auf Ebene der plots) sowie die höchste  $\beta_2$ -Diversität (auf Ebene des Biotoptyps bzw. der Verbuschungsklasse) werden in dem Biotoptyp halbruderale Gras- und Staudenflur bzw. in der Verbuschungsklasse 3 erreicht. Zu beachten ist, daß die Werte der  $\beta_2$ -Diversität für die Biotoptypen (Abbildung 2, links) nicht miteinander vergleichbar sind, da hier keine gleichmäßige Klassenbesetzung vorliegt.

Das Ergebnis der hierarchischen Analyse deckt sich weitgehend mit dem der Regressionsanalyse. Die höchsten Diversitätswerte werden bei einem mittleren Verbuschungsgrad festgestellt. Darüber hinaus zeigt sie eine gewisse Skalenabhängigkeit in den unterschiedlichen Ergebnissen für die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Diversität. Während die Diversität auf Ebene der subplots (1 m<sup>2</sup>) bis zu der Verbuschungsklasse 5 ansteigt, nimmt die  $\beta$ -Diversität ab Verbuschungsklasse 4 bereits wieder ab. Dieser Effekt ist jedoch nur schwach ausgeprägt.



**Abb 2:** Komponenten der Pflanzenarten-Diversität berechnet nach dem additiven Modell. links: Einteilung nach dem Biotoptyp (A: Kalk-Magerrasen, B: mesophiles Grünland, C: halbruderale Gras- und Staudenfluren, D: mesophiles Gebüsch, E: Pionier-/Sukzessionswald), rechts: Einteilung nach dem Verbuschungsgrad (fünf plots pro Klasse, geordnet nach aufsteigendem Verbuschungsindex).

Das Ergebnis entspricht, zumindest für die Anfangsstadien der Sukzession, den Erwartungen der Habitat-Heterogenität-Hypothese. Ältere Untersuchungen an Ackerbrachen fanden einen ähnlichen Zusammenhang mit maximaler Diversität bei mittlerem Sukzessionsstadium (z. B. WHITTAKER 1972, BAZZAZ 1975). Als Ursache dafür ist v. a. das gleichzeitige Vorkommen von unterschiedlich lichtbedürftigen Arten anzunehmen. Die Abnahme der Diversität im weiteren Verlauf der Sukzession muß auch keinen Widerspruch zur Habitat-Heterogenität-Hypothese bedeuten. Hier müßte geprüft werden, inwiefern eine weiterführende Sukzession die Habitatheterogenität konkret beeinflußt. Da im Ergebnis der Sukzession (Waldstadium) wieder ein homogenes Habitat erwartet werden kann, stellt die Sukzession hier kein Maß der Habitatheterogenität mehr dar. Diskutiert wird auch ein negativer Effekt auf die Biodiversität, der durch Habitatfragmentation verursacht wird (SAUNDERS et al. 1991). Durch Fragmentation können Barrieren für den genetischen Austausch zwischen den Populationen sowie für die Ausbreitung der Sippen entstehen. Bezogen auf die Gefäßpflanzen sollte dieser Effekt auf Ebene der plots und subplots (bis 100 m<sup>2</sup>) noch nicht zum tragen kommen. Beim Vergleich der Biotoptypen sowie dem Vergleich verschiedener Verbuschungsklassen gewinnt die Habitatfragmentation an Bedeutung. Dieser Einfluß könnte durch ein räumliches Modell, welches die für die Populationsdynamik wichtigen Landschaftsstrukturen berücksichtigt, ermittelt werden.

Generell wird die Habitat-Heterogenität-Hypothese in der Literatur überwiegend bestätigt. Eine Übersicht zu Arbeiten, die die faunistische Diversität im Kontext der Habitatheterogenität behandeln, findet sich bei TEWS et al. (2004).

## Zusammenfassung

Die Habitat-Heterogenität-Hypothese wird durch die Untersuchung eines Sukzessionsgradienten im Grünland bestätigt. Die durch die Verbuschung gesteigerte Habitatheterogenität vermag sowohl die Gesamtdiversität der Landschaft ( $\gamma$ -Diversität) als auch die Diversität auf niedrigerem Skalenniveau ( $\beta$ -Diversität) zu erhöhen. Dieser positive Effekt der Sukzession auf die Arten-Diversität ist bis zu einem mittleren Verbuschungsgrad zu beobachten.

## Literatur

- BAZZAZ, F.A. (1975): Plant species diversity in old-field successional ecosystems in Southern Illinois. *Ecology* 56: 485-488.
- DRACHENFELS, O.V. (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*. A/4: 1-240.
- DUELLI, P. (1992): Mosaikkonzept und Inseltheorie in der Kulturlandschaft. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 21: 379-383.
- DUELLI, P. (1997): Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62: 81-91.
- LANDE, R. (1996): Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76 (1):5-13.
- LEVINS, R. (1968): *Evolution in changing environments, some theoretical explorations*. Princeton Univ. Press.
- MACARTHUR, R.H., RECHER, H. und CODY, M. (1966): On the relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist* 100: 319-332.
- MACARTHUR, R.H. und WILSON, E.O. (1967): *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- SAUNDERS, D.A., HOBBS, R.J. und MARGULES, C.R. (1991): Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5 (1): 18-32.
- SIMPSON, E.H. (1949): Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- TEWS, J. et al. (2004): Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.
- WHITTAKER, R.H. (1972): Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

# Altersstruktur des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland und ihre Beziehungen zu parzellen- und landschaftsbezogenen Raumeigenschaften

T. Mattern<sup>1</sup>, B. Reger<sup>2</sup>, R. Waldhardt<sup>2</sup> und A. Otte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arbeitsgruppe Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig-Universität Giessen,

<sup>2</sup>Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung, Justus-Liebig-Universität Giessen

## Einleitung

Neben standörtlichen und nutzungsbedingten Eigenschaften wirkt sich das Alter eines Habitats auf dessen floristische Artenzusammensetzung aus (WALDHARDT & OTTE 2003a). Mittels einer multitemporalen Luftbildinterpretation wurde die Altersstruktur des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland (Hessen) auf der Grundlage von 1000 repräsentativen Untersuchungsflächen (außerhalb der dauerhaft als Grünland genutzten Auen) analysiert. Des Weiteren wurden Beziehungen zwischen dem Alter der Grünlandbestände und ihrer Zugehörigkeit zu sechs „Typen der Nutzungsmuster und –dynamik“ (REGER et al. eingereicht), die den Gesamttraum von ca. 1.240 km<sup>2</sup> auf Gemarkungsebene gliedern, sowie zu den Standortfaktoren Wasserversorgung, Basenversorgung und Höhenlage erarbeitet (REGER et al. in Vorb.). Es wurde von den folgenden zwei Hypothesen ausgegangen:

1. Innerhalb des Gesamttraumes unterscheiden sich das mittlere Grünlandalter und die relativen Häufigkeiten von Altersklassen des Grünlands zwischen „Typen der Nutzungsmuster und –dynamik“ (REGER et al. eingereicht).
2. Grünlandbestände auf für Ackerbau ungünstigen Standorten werden häufiger langfristig als Grünland genutzt wodurch die prozentuale Häufigkeit alten Grünlands an diesen Standorten höher ist als auf ackerbaulich begünstigten Standorten. Auf für Ackerbau begünstigten Standorten besteht eine größere Nutzungskonkurrenz zwischen Ackerbau und Grünland und diese fördert die Nutzungsdynamik.

## Material und Methoden

Als Datengrundlage dienten die von REGER et al. (2005) erstellte digitale Habitattypenkarte, die auf für den Gesamttraum verfügbaren hochauflösenden, gerasterten Informationen zu physisch-geografischen Standorteigenschaften und zur Landnutzung basiert und diese Informationen in getrennten Kartenlayern beinhaltet, sowie die von REGER et al. (eingereicht) erarbeitete Karte der „Typen der Nutzungsmuster und –dynamik“, in welcher der Gesamttraum auf Gemarkungsebene in sechs Typen gegliedert ist. Auf dieser Grundlage wurden 1000 Untersuchungsflächen ausgewählt. Die Standortgunst bzw. –ungunst wurde über die Standortfaktoren Wasser- (Einteilung in: trocken, frisch, feucht) und Basenversorgung (basenarm, mittel, basenreich) sowie Höhenlage (<400m, >400m ü. NN) beurteilt.

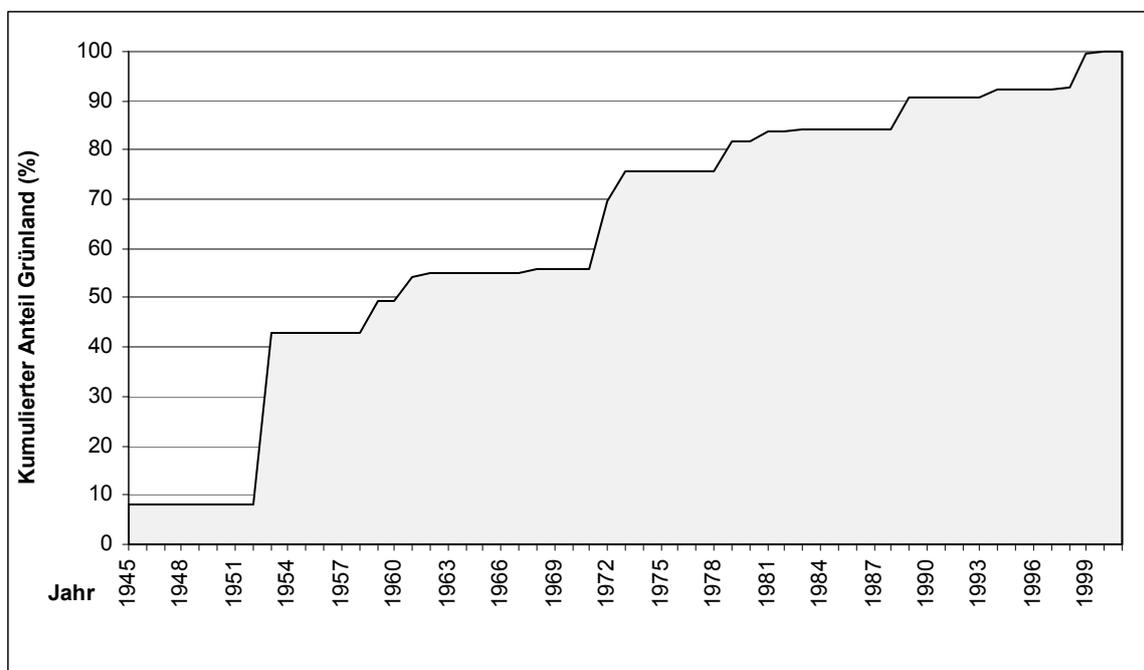
Zur Ermittlung des Alters der Untersuchungsflächen wurde eine multitemporale Luftbildinterpretation durchgeführt. Hierzu lagen schwarz-weiß Orthophotos aus den Jahren 1945 bzw. 1953 bis 1999 (teils auch bis 2000/2001) in etwa zehnjährigem Abstand

vor. Anhand der im Luftbild erkennbaren Merkmale Textur, Grauton, Form und Umfang wurde die Nutzungsgeschichte der Untersuchungsflächen rekonstruiert (vgl. hierzu SCHMIDT-KRAEPELIN & SCHNEIDER 1966, SCHNEIDER 1974, LÖFFLER 1985). Die Orthophotos wurden von der Hessischen Landesanstalt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG) zur Verfügung gestellt.

Mit den so gewonnenen Daten wurde das jeweilige Mindestalter der Grünlandbestände berechnet. Das Mindestalter der Untersuchungsflächen wurde in Anlehnung an WALDHARDT & OTTE (2003b) in junges (bis 20 Jahre), mittelaltes (20-40 Jahre) und altes (über 40 Jahre) Grünland gruppiert. Anschließend wurden Beziehung von Grünlandalter und Typen der Nutzungsmuster und –dynamik sowie Beziehungen zwischen Standortfaktoren und Grünlandalter überprüft. Es werden im folgenden Abschnitt Ergebnisse univariater Tests vorgestellt.

## Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Altersstruktur der 1000 Untersuchungsflächen: 42 % der Flächen sind als altes, 33 % als mittelaltes und 25 % als junges Grünland einzustufen.



**Abb. 1:** Altersstruktur der 1000 aktuell als Grünland genutzten Untersuchungsflächen

Die Typen der Nutzungsmuster und –dynamik unterscheiden sich teilweise signifikant im Grünlandalter. In Gemarkungen der Typen 1 bis 4 ist altes Grünland jeweils am häufigsten, in Typ 5 überwiegt mittelaltes Grünland, in Typ 6 ist es weniger häufig (Abb. 2 und 3).

In Bezug auf die Wasserversorgung wurden signifikante Effekte auf das Grünlandalter gefunden. Feuchte Standorte unterscheiden sich durch einen höheren Anteil alten Grünlands signifikant von frischen und trockenen Standorten (Abb. 4). Für die Basenversorgung und die Höhenlage wurden keine signifikanten Unterschiede ermittelt.

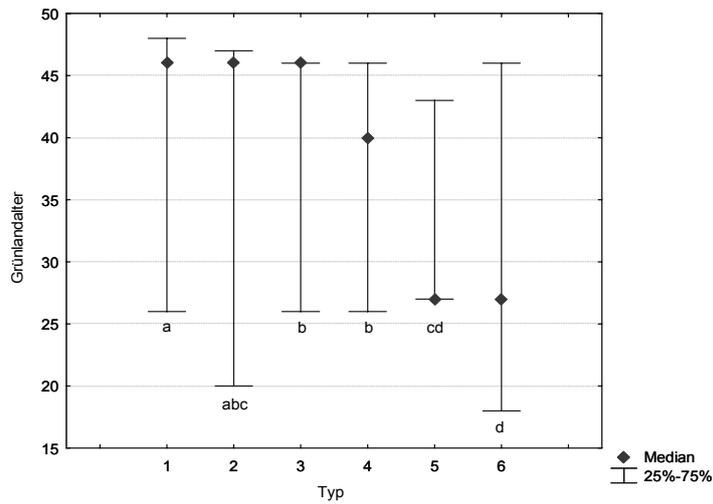


Abb. 2: Signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ; Buchstaben a-d) des Grünlandalters (in Jahren) zwischen den Typen der Nutzungsmuster und -dynamik (Kruskal-Wallis-ANOVA mit nachgeschaltetem Mann-Whitney-U-Test)

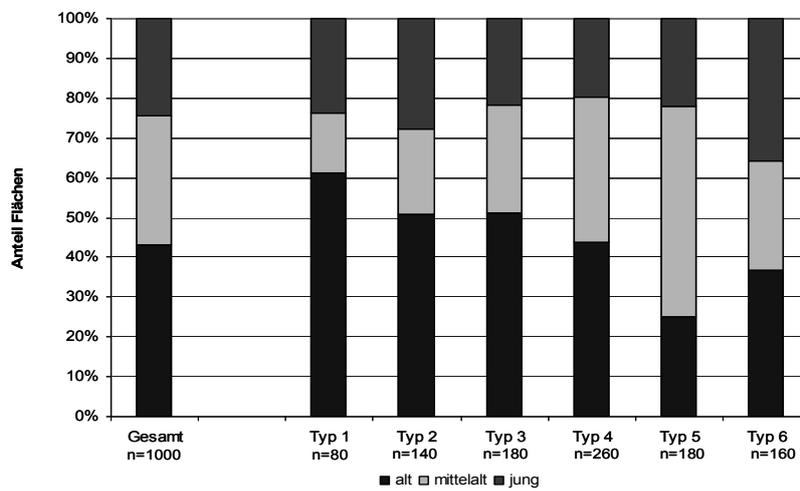


Abb. 3: Prozentanteile der Altersklassen über alle Untersuchungsflächen und getrennt nach Typen der Nutzungsmuster und -dynamik (G-Test:  $p = 1,8 * 10^{-12}$ )

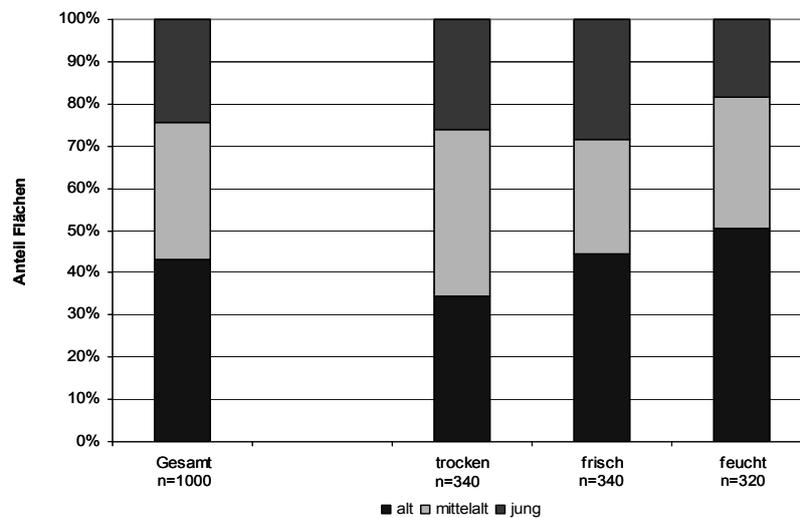


Abb. 4: Prozentanteile der Altersklassen über alle Untersuchungsflächen und getrennt nach Wasserversorgungsstufen (G-Test:  $p = 2,6 * 10^{-5}$ ).

## Literatur

- LÖFFLER, E. (1985): Geografie und Fernerkundung. – Stuttgart (Teubner).
- WALDHARDT, R. und OTTE, A. (2003a): Indicators of plant species and community diversity in grasslands. *Agric., Ecosyst. Environ.* 98: 339-351.
- WALDHARDT, R. (2003b) : Die Bedeutung von Landnutzungsdynamik für die Vielfalt der Ackerwildkrautflora in einer peripheren Kulturlandschaft. – *Nova Acta Leopoldina NF 87, Nr. 328*: 237-247.
- SCHMIDT-KRAEPELIN, E. und SCHNEIDER, S. (1966): Luftbildinterpretation in der Agrarlandschaft. – Bad Godesberg (Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung).
- SCHNEIDER, S. (1974): Luftbild und Luftbildinterpretation. – Berlin, New York (Walter de Gruyter).
- REGER, B., A. OTTE und WALDHARDT, R. (eingereicht): Identifying types of land-cover patterns and dynamics in a marginal cultural landscape in central Europe. *Landsc. Urban Plan.*
- REGER, B., MATTERN, T., WALDHARDT, R. und OTTE, A. (in Vorb.): Modelling plant species richness: Handling grassland age by probabilistic upscaling in a marginal cultural landscape.
- MATTERN, T. (2005): Analyse der Altersstruktur des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland sowie ihrer Beziehungen zu parzellen- und landschaftsbezogenen Raumeigenschaften. Master-Arbeit, Univ. Giessen.

<sup>1</sup>Arbeitsgruppe Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig-Universität Giessen, Ludwigstr. 23, 35390 Giessen, Telefon: +49 (0)641/99-37514, E-Mail: [tim.mattern@agrار.uni-giessen.de](mailto:tim.mattern@agrار.uni-giessen.de)

<sup>2</sup>Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung, Justus-Liebig-Universität Giessen, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Giessen, Telefon: +49 (0)641 / 99-37163, E-Mail: [birgit.reger@agrار.uni-giessen.de](mailto:birgit.reger@agrار.uni-giessen.de)

# Extensive Weide als interdisziplinäres Forschungsfeld – Erkenntnisse aus einem fünfjährigen Weideversuch mit Ochsen und Färsen

U. Mitsch<sup>1</sup>, S. Schäfer<sup>1</sup>, G. Heckenberger<sup>2</sup> und H. H. Swalve<sup>1</sup>

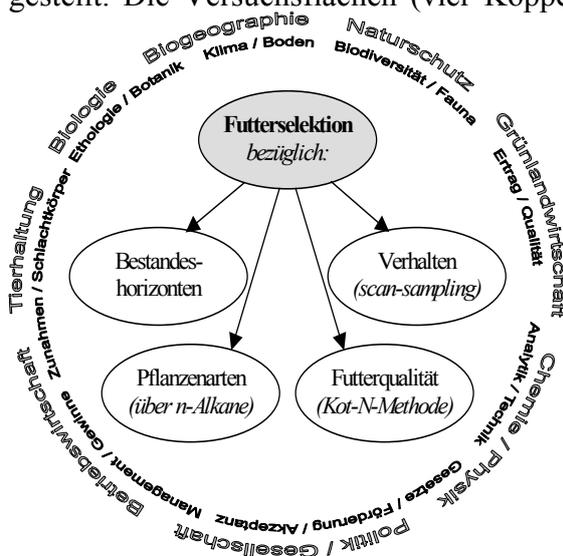
<sup>1</sup>Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, <sup>2</sup>LLFG Sachsen-Anhalt, ZTT Iden

## Einleitung

Fragen zur Extensivierung, wie auch zu Sekundärleistungen der Landwirtschaft (u.a. Naturschutz, Landschaftspflege) sind Gegenstand verschiedener, zum Teil kontrovers geführter Diskussionen. Dies unterstreicht die multifunktionale Bedeutung einer praxisorientierten und standortbezogenen Grünlandforschung im Schnittpunkt einzelner Fachdisziplinen unter Anwendung verschiedenster Untersuchungsmethoden. Gerade eine „extensive Weide“, im Rahmen einer grünlandgebundenen Fleischrinderhaltung, kann dafür als Paradebeispiel angesehen werden und stellt sich als besonders umfangreiches Forschungsfeld dar. Mit engem Bezug werden hier Pflanzen-(Futter-)bau, Tierhaltung und Lebensmittelherzeugung direkt verknüpft. Beispielhaft soll mit Erkenntnissen aus einem Versuch zur extensiven Weidehaltung von Fleischrindern (finanziert durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) die Bedeutung interdisziplinärer Forschung aufgezeigt werden.

## Forschungskomplex „Extensive Weide“

Der von 2002 bis 2006 an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt am Standort Iden realisierte Versuch zur Weidemast von Rindern wurde auf 26 ha Dauergrünland in zwei Düngungsstufen (0 und 70 kg N/ha) durchgeführt. Es wurden jährlich zwei Versuchsherden aus Absetzern der Idener Mutterkuhherde mit je ca. 30 Tiere (Ochsen und Färsen) üblicher Gebrauchskreuzungen (v. a. Charolais) zusammengestellt. Die Versuchsflächen (vier Koppeln/Herde) lagen auf drei, bezüglich Bodenart, Feuchtigkeit und Pflanzenbestand, unterschiedlichen Standorten.



**Abb. 1:** „Futterselektion“ im interdisziplinären Forschungskomplex „extensive Weide“

Das weite Spektrum der erhobenen Daten reichte von Bodenkennwerten, Wetterdaten, Erhebungen zum Pflanzenbestand (Artenspektrum, Ertragsanteile), über umfangreiche Untersuchungen zu Ertragsstruktur und Futterqualitäten sowie Kotanalysen bis hin zu Verhaltensbeobachtungen, Lebendmasse-zunahmen und Schlachtkörperqualitäten. Hauptschwerpunkt im Komplex der „extensiven Weide“ bildeten mit vier methodischen Ansätzen die Untersuchungen zur Futterselektion.

## Futterselektion – methodische Ansätze

### Material und Methoden

Die Beprobung des Pflanzenbestandes erfolgte je zum Teilflächenauftrieb („Erstschnitt“), dann in der Regel alle zwei Tage während der Beweidung und nach dem Abtrieb („Nachschnitte“). Geschnitten wurden je 8 Stichproben a 0,35 m<sup>2</sup> (Schnitthöhe ca. 6 cm), die anschließend zur detaillierteren Untersuchung der Bestandshorizonte in einer Lehre in 10-cm-Schichten zerteilt, 36 bis 48 h bei 60 °C getrocknet und später der nasschemischen Analyse unterzogen wurden.

Zum „Erstschnitt“ wurde zusätzlich an 30 Stellen auf drei Transekten möglichst repräsentatives Pflanzenmaterial geschnitten und zu einer Probe zusammengefasst. Diese Probe wurde manuell in „Gräser“, „Kräuter“ und „Leguminosen“ sortiert und die einzelnen Artengruppenproben anschließend auch in 10-cm-Schichten getrennt und getrocknet.

Parallel dazu erfolgte i.d.R. eine tägliche Kotprobenahme: Von ca. 1/3 der Tiere jeder Herde wurde frisch abgesetzter Kot gesammelt und eine Herden-Mischprobe gebildet (ca. 500 g Frischsubstanz), die bis zur Analyse tiefgefroren wurde.

Die Schätzung der Konzentration an metabolischer Energie (ME<sub>P</sub> in MJ/kg TS) sowie der Futterverdaulichkeit (DOM<sub>P</sub> in %) im Pflanzenbestand erfolgte nach WEISSBACH et al. (1999). Die ME<sub>K</sub>- und DOM<sub>K</sub>-Werte für das tatsächlich aufgenommene Futter wurden unter Anwendung der Kotstickstoff-Methode nach SCHMIDT et al. (1999) ermittelt. Pflanzen- und Kotproben der Jahre 2003 und 2004 wurden dem Alkanaufschluss und der gaschromatographische Analyse, methodisch beschrieben bei ELWERT (2004), unterzogen.

Verhaltensbeobachtungen erfolgten in den Jahren 2005 und 2006 im ersten und zweiten Aufwuchs jeweils am ersten und letzten Tag sowie einmal während einer Teilflächenbeweidung. In beiden Herden wurde über den gesamten Lichttag von einem Beobachter parallel ein Scan-Sampling (alle 15 min, 10 Focustiere) durchgeführt.

### Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse der unterschiedlichen methodischen Ansätze werden im Folgenden an Hand der Daten einer Teilflächenbeweidung einer Herde (gedüngte Variante, Koppel 3 rechts) veranschaulicht. Der Erstschnitt des bereits leicht überständigen Aufwuchses erfolgte am 18. Mai 2005, die Nachschnitte am 21., 23., 25. und 31. Mai 2005. Beweidet wurde die Fläche vom 19. (abends) bis 28. Mai 2005.

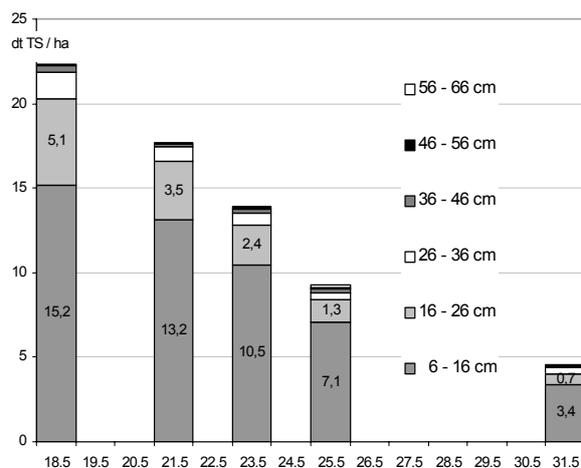


Abb. 2: Absolute Erträge (dt TS/ha) der Schichten

Wie in Abb. 2 ersichtlich, nimmt die absolute Masse des auf der Fläche vorhandenen Futters während der Beweidung insgesamt und auch in den einzelnen Schichten stetig ab. Die unteren beiden Schichten (6 – 26 cm) bilden mit mehr als 90 % je den Hauptertragsanteil.

Beim prozentualen Anteil der einzelnen Schichten am Gesamtertrag (siehe Abb.3) sind unterschiedliche Tendenzen zu verzeichnen: Während der relative Ertragsanteil der oberen Schichten wie auch der untersten Schicht kontinuierlich zunimmt, ist v.a. bei Schicht 2 (16 – 26 cm) ein Rückgang zu bemerken. Diese Erscheinung kann zum einem mit dem fortschreitenden Pflanzenwachstum und der damit stärkeren Massebildung (Blüten) in den oberen Horizonten erklärt werden. Zum anderen liegt die Vermutung nahe, dass die Rinder diesen Horizont tatsächlich stärker verbissen haben.

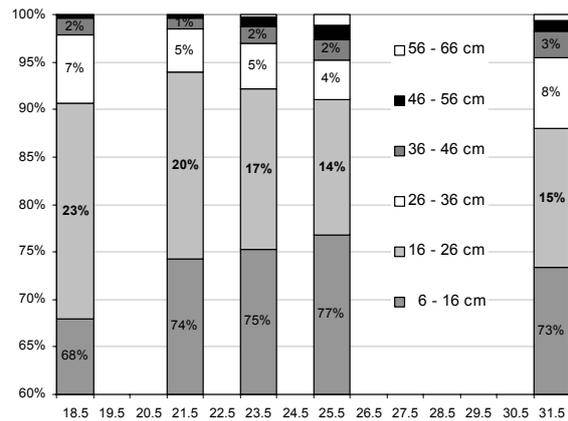


Abb. 3: Prozentuale Ertragsanteile der Schichten

Hinsichtlich Pflanzenteilen (Blätter, Stängel, Blüten) wurde die unterste Schicht während der gesamten Beweidung hauptsächlich aus Blatt- und Stängelmasse gebildet. Schicht 2 enthielt anfangs v.a. Blätter aller drei Artengruppen und nur tw. Stängel von Gräsern und *Taraxacum officinale*. Gegen Beweidungsende ging der Blattanteil, insbesondere von *Taraxacum officinale* und *Trifolium repens*, stark zurück und Gräserstängel bildeten zunehmend die Hauptmasse. Die Schicht von 26 bis 36 cm enthielt durchgehend Stängel und Blüten – erst von *Poa pratensis* und *Taraxacum officinale*, später von *Lolium perenne*. Die oberen Schichten wiesen in der Gesamtzeit vor allem Blütenstände von *Poa pratensis* auf.

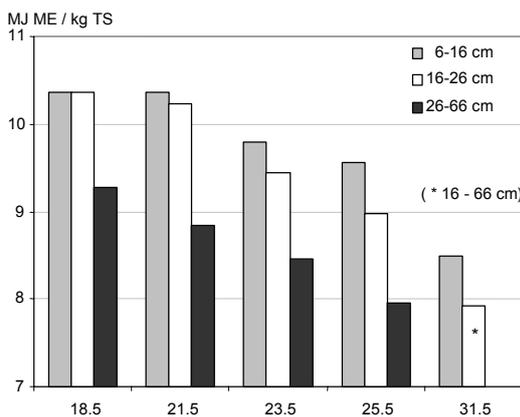


Abb. 4: Energiekonzentration in den Schichten

Nebenstehende Grafik zeigt die ermittelten Energiekonzentrationen und Verdaulichkeiten aus beiden Methoden im angebotenen (Pflanzenproben) und aufgenommenen (Kot-N-Methode) Futter. Während die Qualität des Futterangebotes während der Beweidung deutlich abfällt, kann mit dem tatsächlich selektierten Futter lange ein hohes Qualitätsniveau gehalten werden.

**Schlussfolgerung:** Weidende Rinder haben mit bevorzugter Aufnahme energiereicherer Blattmasse v.a. aus den beiden unteren Schichten ( 6-26cm) hohe Futterqualitäten selektiert.

Die Energiekonzentration in MJ ME/kg TS (siehe Abb. 4) im Futterangebot war mit zunehmender Dauer der Beweidung erwartungsgemäß rückläufig. Die Energiekonzentration in den unteren beiden Schichten war dabei deutlich höher als in den oberen.

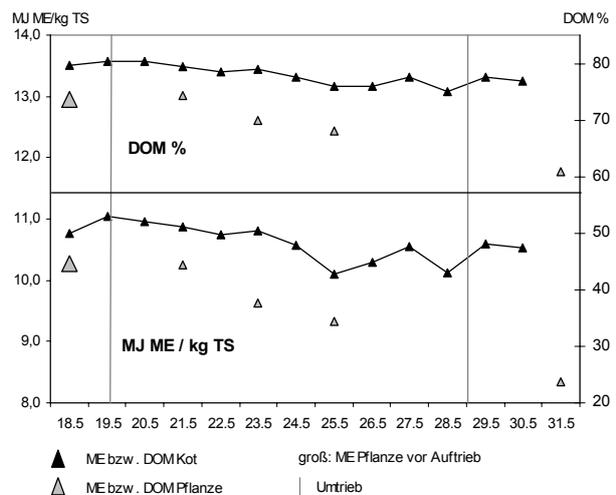
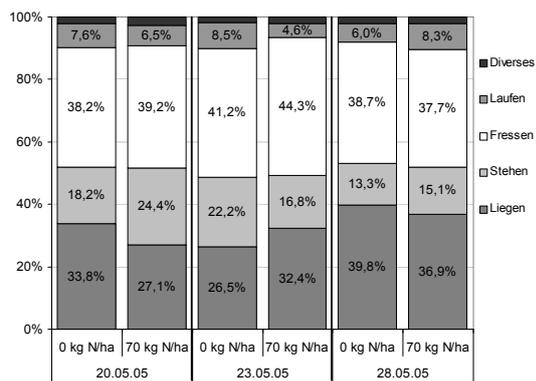


Abb. 5: ME- und DOM-Konzentration im angebotenen und aufgenommenen (Kot-N-Methode) Futter

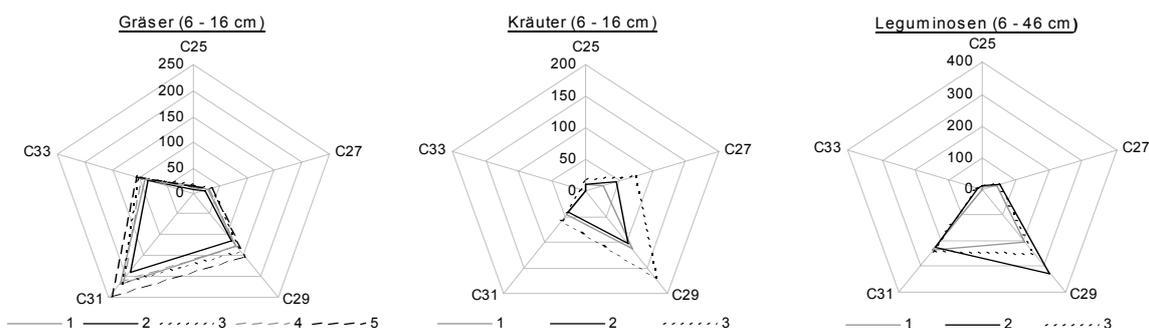


**Abb. 6:** Prozentualer Anteil der Verhaltensweisen während des Lichttages – beide Herden

Abnehmendes Futterangebot und selektive Futteraufnahme ziehen vermutlich eine erhöhte Futtersuch- und Fressaktivität der Tiere nach sich. Erste Auswertungen der im Versuch durchgeführten Verhaltensbeobachtungen (siehe Abb. 6) zeigen jedoch weder zwischen den beiden Düngungsvarianten noch im Verlauf einer Teilflächenbeweidung entsprechende Unterschiede.

Die Alkanmethode zur Ermittlung der Selektion einzelner Artengruppen bzw. Pflanzenarten erscheint bei (artenreichem) Dauergrünland als ungeeignet. Alkane kommen v.a. in der Wachsschicht der grünen Blätter vor. Bereits innerhalb einer Probe (mehrere Teile aus einer Probenmasse) treten Abweichungen in der Alkanstruktur auf (siehe Abb. 7). Die Artengruppen sind mittels Alkanen - v.a. in artenreichen Beständen - nicht immer exakt unterscheidbar. Nach Selektion bestimmter Pflanzenteile und Schichten sind Arten(gruppen)präferenzen daher mittels Alkanen nur noch schwer zu ermitteln.

Die Alkanmethode zur Ermittlung der Selektion einzelner Artengruppen bzw. Pflanzenarten erscheint bei (artenreichem) Dauergrünland als ungeeignet. Alkane kommen v.a. in der Wachsschicht der grünen Blätter vor. Bereits innerhalb einer Probe (mehrere Teile aus einer Probenmasse) treten Abweichungen in der Alkanstruktur auf (siehe Abb. 7). Die Artengruppen sind mittels Alkanen - v.a. in artenreichen Beständen - nicht immer exakt unterscheidbar. Nach Selektion bestimmter Pflanzenteile und Schichten sind Arten(gruppen)präferenzen daher mittels Alkanen nur noch schwer zu ermitteln.



**Abb. 7:** Alkankonzentrationen in mg/kg OS – mehrere Wiederholungen (Proben: 19.05.2003, Koppel 2 links)

## Fazit

Bei komplexen Fragen sind interdisziplinäre Forschungsansätze unumgänglich. Bei der „extensiven Weide“ sind diese z. B. für eine Methodik zur Ermittlung einer eventuellen Arten(gruppen)-Selektion bzw. zur GPS-gestützten Erfassung des Tierverhaltens nötig.

## Literatur

- ELWERT, C. (2004): Studies on the use of alkanes to estimate diet composition, intake and digestibility in sheep. Dissertation agrar, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Abschnitt 2.1.
- SCHMIDT, L., WEIBBACH, F., HOPPE, TATJANA und KUHLA, S. (1999): Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme auf der Weide. Landbauforschung Völkenrode, Heft 3/1999, 123 – 135.
- WEIBBACH, F., KUHLA, S., SCHMIDT, L. und HENKELS, A. (1999): Schätzung der Verdaulichkeit und der umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten. Proc Soc. Nutr. Physiol., 8, 72.

## **Einfluss der Besatzdichte weidender Fleischrinder auf die potentiellen Gelegeverluste von Wiesenvögeln**

J. Müller<sup>1</sup>, P. Meissner<sup>2</sup> und M. Kayser<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Landnutzung der Universität Rostock; <sup>2</sup>Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Universität Göttingen

### **Einleitung und Problemstellung**

Feuchtgrünlandareale zählen zu den letzten Bruthabitaten von bodenbrütenden Wiesenvögeln, deren Reproduktionsraten europaweit nicht ausreichen, die Populationen zu stabilisieren (ANONYMUS 2004). Die aus diesem Grunde naturschutzfachlich besonders bedeutenden Grünlandgebiete werden häufig landwirtschaftlich genutzt, wobei der Umfang der Weide als Nutzungsform für feuchte Grünländereien aus verfahrenstechnischen und ökonomischen Gründen zunimmt.

Zu geringe Besatzstärken an Weidevieh verhindern auf wüchsigen Standorten die Ausprägung einer kurzrasigen Grasnarbe, welche den Anforderungen von Brut- und Jungvögeln entgegenkommt. Die Gelegezerstörung durch Viehtritt als Folge zu hoher Besatzdichten wiederum stellt eine Gefahr für den Bruterfolg der Wiesenvögel dar. Informationen zur Bemessung einer angepassten Besatzdichte sind somit äußerst wichtig für einen effektiven Wiesenvogelschutz bei landwirtschaftlicher Flächennutzung zur Habitaterhaltung.

Die in vielen Schutzgebietsverordnungen festgelegte Besatzdichte von 1-2 Tieren/ha (MASCH 1994) stützt sich im Wesentlichen auf Ergebnisse einer umfangreichen niederländischen Feldstudie (BEINTEMA und MÜSKENS 1987). Allerdings wurden die Ergebnisse dieser Studie in Bereichen praxisüblicher Besatzdichten von 2-4 Tieren je ha lediglich durch Interpolationen gewonnen. Die Beschränkung der beobachteten Weidetiere auf Schwarzbunte Rinder des Milchtyps (HF-Genetik), einer für die extensive Grünlandnutzung wenig relevanten Rasse, sowie das generelle methodische Manko der Vergleichbarkeit von Feldobservationen mit unterschiedlichen Umweltbezügen ließen es sinnvoll erscheinen, eigene Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und der Gelegegefährdung durch Viehtritt anzustellen.

### **Material und Methoden**

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage wurden innerhalb eines ausgedehnten Niedermoorgürtels um den Dümmer (Niedersachsen) drei Versuchsstandorte ausgewählt, die eine Parzellierung der Weideflächen entsprechend dem Versuchsdesign (siehe Tab. 1) erlaubten.

Um kein herdenuntypisches Verhaltensmuster zu provozieren, wurden die Parzellen so bemessen, dass mindestens 5 Tiere eine Kontrollgruppe bildeten. Die Fleischrinder der Rassen Charolais, Limousin, Fleckvieh und deren Gebrauchskreuzungen wurden von örtlichen Landwirten zur Verfügung gestellt.

Auf jeder Parzelle sind 15 künstliche Gelege in Form eines Transektes platziert worden. In der näheren Umgebung einer jeden georeferenzierten Gelegestelle wurde eine Mikroumgebung zur endgültigen Nestplatzierung ausgesucht, die sich an Präferenzkriterien des Kiebitzes zur Nestwahl orientierte.

**Tab. 1:** Versuchsdesign des Weideversuches zur Feststellung der potentiellen Gelegeverluste

Faktor	Stu-	Anmerkungen	Prüfmerkmale
Besatzdichte	0	Referenzfläche ohne Weidetiere	- Nestverluste
	1	geringer Besatz ~ 1 GV/ha	- Verlustursache
	2	mittlerer Besatz ~ 2 GV/ha	- Überlebensrate
	3	hoher Besatz ~ 3 GV/ha	- Überlebenswahrscheinlichkeit
Wiederholungen	3	Wiederholung auf 3 verschiedenen Teilflächen innerhalb eines Niedermoorgebietes	

Pro Nest wurden 3 modulierte Eier aus Plastelin ausgelegt. Die künstlichen Gelege sind bis zum 4. Tag einmal täglich kontrolliert worden, danach erfolgte eine zweitägige Überprüfung der Gelege bis zum Ende der Studie (22 Beobachtungstage). Die Gelege sind nach Verlusten jeglicher Art bei jeder Kontrolle mit Plastelin-Eiern neu belegt worden.

## Ergebnisse

Da sich die Parzellen- und Herdengrößen sowie das Prädationspotential des Standortes 3 von denen der Standorte 1 und 2 etwas unterscheidet, beschränkt sich die Ergebnisdarstellung dieses Beitrages der Übersicht halber auf die ersten beiden Untersuchungsorte.

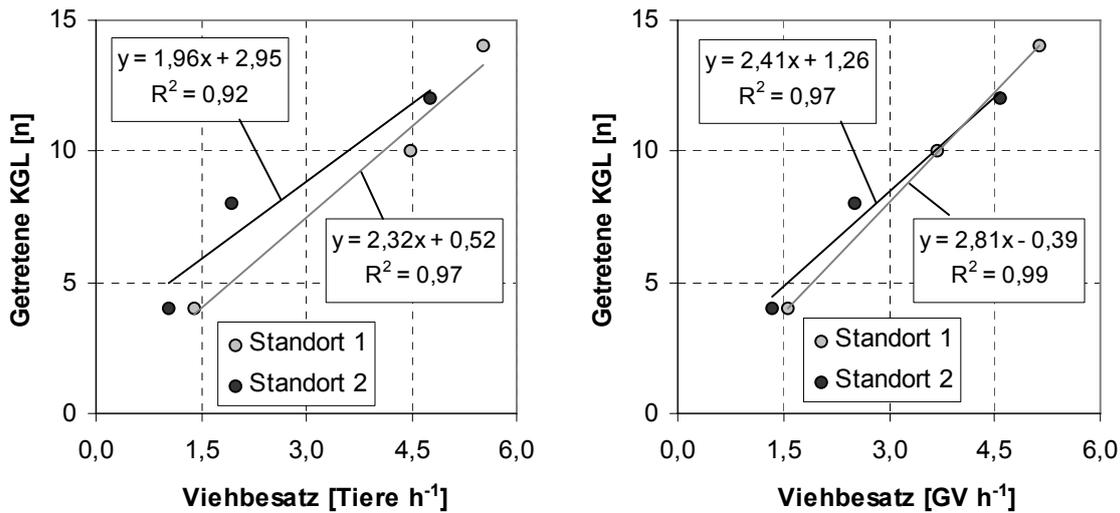
**Tab. 2:** Beobachtete potentielle Gelegeverluste durch Viehtritt

		Standort 1			Standort 2		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
Viehbesatz	[Tiere ha <sup>-1</sup> ]	1,41	4,49	5,53	1,02	1,92	4,76
	[GV ha <sup>-1</sup> ]	1,57	3,68	5,13	1,33	2,50	4,57
KGL	[ha <sup>-1</sup> ]	15	15	15	15	15	15
Nesttage <sup>1)</sup>	[n]	279	176,5	83	246	263	202,5
Viehtritt	[n]	4	10	14	4	8	12
Viehtritt je ha	[je ha]	0,9	2,8	3,7	0,8	3,1	5,7
TNS	[%]	73,3	33,3	6,7	73,3	46,7	20,0
DSR <sub>M</sub>	[%]	98,6	94,3	83,1	98,4	97,0	94,1
SP <sub>22</sub>	[%]	72,7	27,7	1,7	69,7	50,7	26,1

P, Parzelle; KGL, künstliche Gelege; TNS, *True Nest Survival*; DSR<sub>M</sub>, *Daily Survival Rate* nach Mayfield; SP<sub>22</sub>, *Survival Probability* für 22 Beobachtungstage.

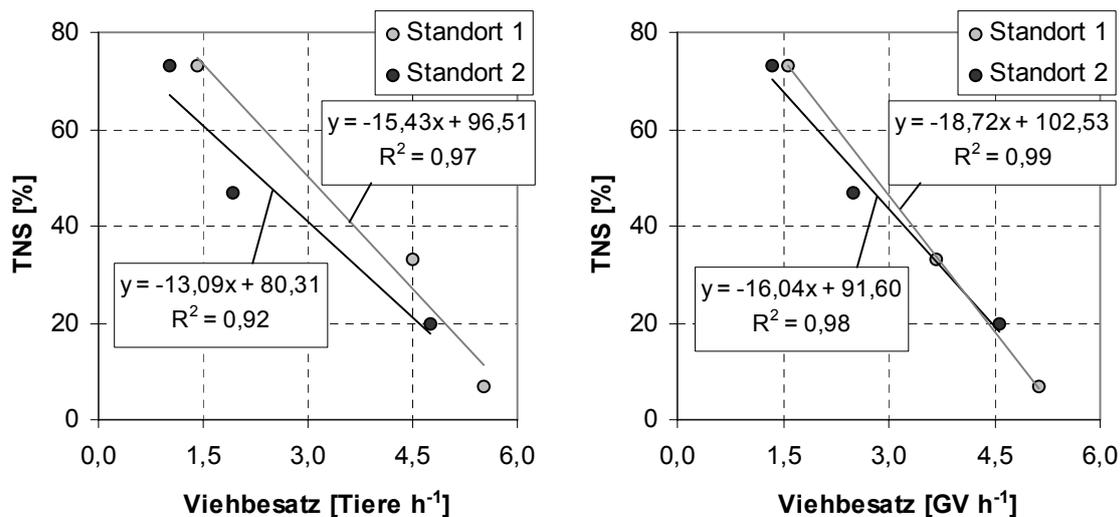
<sup>1)</sup> Nesttage: Anzahl unversehrter Nester X Beobachtungstage ohne Tritt.

In Tabelle 2 sind die Gelegeverluste infolge des Viehtritts der Flächen 1 und 2 dargestellt. Bei dieser Auswertung fand das Nachlegen fehlender oder zerstörter Eier zunächst keine Berücksichtigung, so dass die Verhältnisse auf Feldsituationen übertragbar sind, in denen die Gelegezerstörung erfahrungsgemäß mit einer Brutaufgabe verbunden ist.



**Abb. 1:** Zusammenhang zwischen der Besatzdichte (Tiere je ha bzw. GV je ha) und der Anzahl zerstörter Gelege durch Viehtritt (KGL-künstliche Gelege)

Es ist ein deutlicher positiver und quasilinearer Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und der Anzahl der zertretenen künstlichen Gelege auszumachen (Abb. 1). An beiden Standorten sind Viehbesatz und Anzahl zertretener Gelege infolge des Viehtritts hoch korreliert.



**Abb. 2:** Zusammenhang zwischen der Besatzdichte (Tiere je ha bzw. GV je ha) und der realen Überlebensrate (TNS-total nest survival)

Die reale Überlebensrate (TNS) sinkt bei erhöhtem Viehbesatz drastisch (Abb. 2). Mit 1,5-3 Tieren je Hektar lag die reale Überlebensrate bei ca. 50% und mit 1,5-3 GV je Hektar bei ca. 60%. Bei höheren Besatzdichten von ca. 4,5 (Tiere/ha, bzw. GV/ha) betrug die TNS etwa 20%.

Ebenso sinken die tägliche Überlebensrate (DSR) nach MAYFIELD (1975) sowie die Überlebenswahrscheinlichkeit (SP) bei erhöhtem Viehbesatz.

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Erhöhte Besatzdichten je ha verursachten erwartungsgemäß eine vermehrte Zerstörung der Gelege durch Viehtritt. Diese Beziehung konnte wie erwünscht quantifiziert werden und war im Bereich der untersuchten praxisüblichen Besatzdichten nahezu linear. Damit erfährt die von BEINTEMA und MÜSKENS (1987) vorgenommene lineare Interpolation des Zusammenhangs zwischen Besatzstärke und Gelegeverlusten im Bereich von 2-4 GV/ha eine gewisse Bestätigung. Aus sachlogischen Erwägungen heraus wäre eine Abweichung vom linearen Trend nur durch ein deutlich verändertes Bewegungsmuster der Tiere auf der Fläche zu erklären. Auf den relativ klein parzellierten und homogenen Teilflächen des Versuchs (~ 5 ha) können sich solche Muster offenbar kaum ausprägen. Auf großen, heterogenen Flächen bei geringer Besatzdichte und größeren Herdenverbänden scheint das jedoch nicht ausgeschlossen. Eine lokale Entflechtung von Brutarealen der Wiesenvögel einerseits und bevorzugten Bewegungsräumen der Weidetiere andererseits mit der Folge verringerter Gelegeverluste beobachtete JUNKER (2006) in der Wesermarsch auf Ochsenweiden. Durch den verfahrenstypisch frühen Ochsenantrieb waren die Weideflächen bereits strukturiert, als die Kiebitze ihre Nistplätze wählten. Die im vorliegenden Versuch praktizierte Gelegeplatzierung entlang von Transekten schließt derart verlustreduzierende Mechanismen natürlich aus. Aus diesem Grunde und wegen der fehlenden Nestverteidigung, die von Arten wie dem Kiebitz durchaus aktiv betrieben werden, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse dieses Versuches eher ein oberes Potential an trittbedingten Gelegeverlusten beschreiben.

Vor diesem Hintergrund erscheinen Beweidungsdichten von 2 GV je ha für den Wiesenvogelschutz vertretbar. Die optimale Besatzdichte hat neben dem Bruterfolg auch den stark habitatsbezogenen Aufzuchterfolg zu berücksichtigen, der nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war. Es gilt als gesichert, dass von der Weidenutzung positive Effekte auf die Eignung der Grasnarbe als Wiesenvogelhabitat ausgehen (STRODTHOFF 2003).

## Literatur

- ANONYMUS (2004): BIRDLIFE International 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Series No 12, Cambridge, UK. ISBN 0-946888-53-1.
- BEINTEMA, A.J. und MÜSKENS, G.J.D.M. (1987): Journal of Applied Ecology 24: 743-758.
- FONDELL, T. und BALL, I.J. (2004): Density and success of bird nests relative to grazing on western Montana grasslands. Biological Conservation 117: 203-213.
- JUNKER, S. (2006): Persönliche Mitteilung.
- MASCH, E. (1994): Feuchtgrünland-Bewirtschaftung und Wiesenbrüterschutz. Ein Beitrag aus der Sicht landwirtschaftlicher Tierhaltung. Naturschutz und Landschaftsplanung 26 (4): 138-143.
- MAYFIELD, H. (1975): Suggestions for calculating nest success. Wilson Bull. 87: 456-466.
- STRODTHOFF, J. (2003): Dynamik von Narbenstruktur und Weideleistung auf extensiviertem Niedermoorgrünland. Diss. Universität Göttingen.

# Modell zur Abschätzung von Umweltwirkungen und Produktivität der Grobfuttererzeugung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben

M. Müller-Lindenlauf und G. Haas

Institut für Organischen Landbau - Universität Bonn

## Einleitung

Bisher diente das Rind im Ökologischen Landbau primär der Verwertung von Grünlandaufwuchs und Ackerfutterleguminosengemenge. Heute werden vermehrt auch Silomais und Ganzpflanzensilagen neben teilweise größeren Kraft- und Saftfuttermengen verfüttert. Die mittels Ökobilanzen darstellbaren Vorteile ökologischer gegenüber konventioneller Milchviehhaltung (vgl. HAAS et al. 2000) werden dabei teilweise aufgehoben. Die Konzeption von Grobfuttererzeugung und Fütterung wirkt sich nicht nur zentral auf Produktivität und Umweltwirkung der Betriebe aus, sondern berührt auch wesentlich das Selbstverständnis des Ökologischen Landbaus.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden Stoffflüsse und Produktionseffizienz unterschiedlich intensiv wirtschaftender Milchviehbetriebe Ökologischer Landbau untersucht (HAAS & DEITTERT 2004). Reine Praxisbetriebsdaten sind im Bereich der Grobfuttererzeugung für eine verlässliche Auswertung oft unvollständig oder weisen infolge komplexer Wechselwirkungen eine hohe Variabilität auf. Um den Einfluß unterschiedlicher Fütterungsstrategien bzw. -konzepte zu untersuchen, wurde deshalb das nachfolgend vorgestellte Modell entwickelt (Abb. 1).

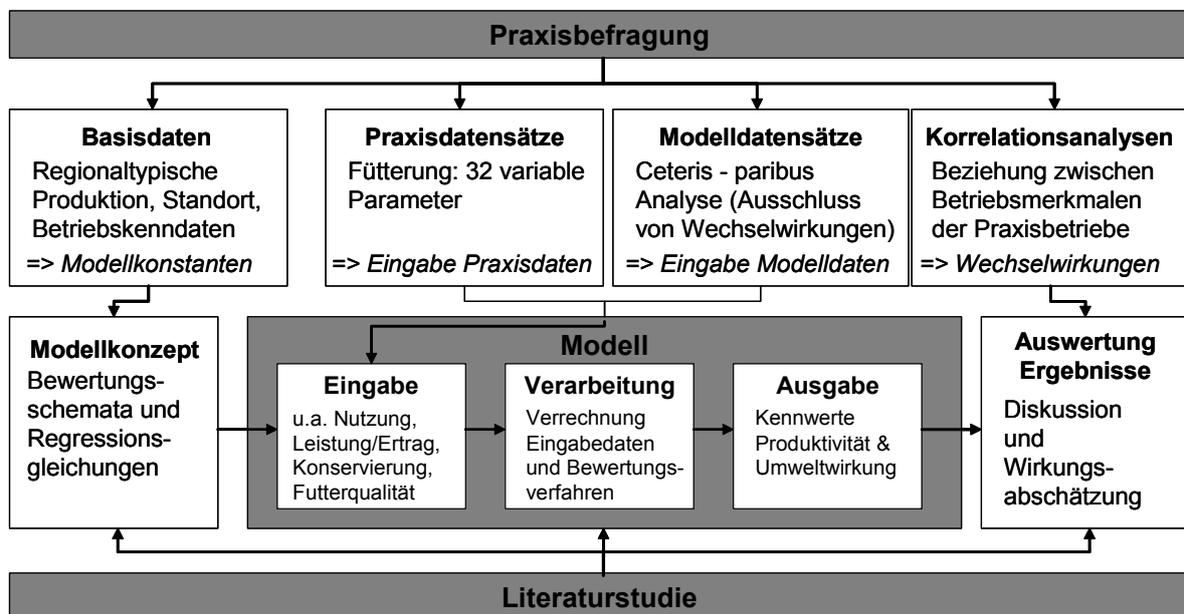


Abb. 1: Schematische Darstellung der Vorgehensweise

## Modellstruktur

Das Modell wurde auf Basis einer strukturierten Praxisbefragung von 18 ökologisch wirtschaftenden nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben und einer intensiven Literaturstudie erstellt (Abb. 1). Die Befragung lieferte regionalspezifische Basisdaten zu Standortbedingungen, Herdenleistungen, Rationen sowie typischen Produktionsverfahren und deren technischer Ausgestaltung. Die Betriebsmerkmale, von denen erhebliche Einflüsse auf die Produktivität und Umweltwirkungen der Grobfuttererzeugung zu erwarten sind, bildeten die Eingabedatensätze für die Modellszenarien. Ein Betriebsdatensatz wurde dazu auf 32 Eingabeparameter reduziert (Abb. 1). Betriebsmerkmale, die nicht unmittelbar mit der Fütterungsstrategie korreliert sind, wie z. B. Remontierungsrate, wurden in Form gemittelter Basisdaten verwendet. Um zufällige Wechselwirkungen zwischen den Faktoren auszuschließen, wurden neben den Praxisbetrieben definierte Modellbetriebe untersucht, die sich jeweils nur in einem Merkmal unterscheiden (z. B. Heuanteil der Grünfütter-Konservierung).

## Fütterung und Kenndaten der Betriebe

Für den Vergleich der Fütterung wurden die Betriebe entsprechend dem Weide-, Silomais- und Heuanteil an der Grobfuttermischung gruppiert (Tab. 1). Weidegang gilt als besonders tiergerecht. Der Anteil Silomais indiziert, inwieweit die Milchkuh im traditionellen Sinn als Verwerter von Grünlandaufwuchs dient. Heu wird zwar aufgrund zumeist geringer Energiedichten nur noch als Zusatz-Futtermittel in Hochleistungsherden verfüttert, ist aber Hauptfuttermittel bspw. im Allgäu für die Rohmilchkäseerzeugung.

**Tab. 1:** Kenndaten der nach Fütterungsschwerpunkten gruppierten Betriebe

	Fütterungsschwerpunkt		
	"Weide"	"Mais"	"Heu"
Flächengröße [ha]	60 (29 - 128)	114 (103 - 127)	74 (44 - 127)
Grünlandanteil [%]	71 (53 - 100)	48 (19 - 53)	42 (35 - 47)
Milchleistung [kg/Kuh*a]	5.795 (5194 - 7258)	7.597 (6433 - 9219)	5.590 (4344 - 7140)
Viehbesatz [GV je ha]	0,8 (0,7 - 1,3)	1,0 (1,0 - 1,7)	0,8 (0,9 - 1,4)
Weideanteil <sup>1</sup> [%]	~ 90 (80 - 100)	< 20 (10 - 20)	~ 50 (10 - 80)
Maisanteil <sup>2</sup> [%]	2 (0 - 7)	21 (13 - 35)	10 (0 - 30)
Heuanteil <sup>2</sup> [%]	24 (5 - 50)	14 (2 - 30)	53 (30 - 81)
Kraftfutter [dt TM]	3,8 (1,4 - 6,4)	14,5 (9,3 - 20,1)	4,9 (0 - 11,1)

Mittelwert (Spannweite) 1) an Sommerration (Massenbezug) 2) an Grobfuttermischung gesamt (Massenbezug)

## Wirkungskategorien

Den betrachteten Hauptwirkungen Produktivität und Umwelt wurden mehrere Wirkungskategorien zugeordnet (Tab. 2). Die als Indikatoren verwendeten Regressionsmodelle und Boniturschemata (v.a. biotische Umweltwirkungen) wurden auf Basis von Literaturrecherchen ausgewählt und teilweise angepaßt. Milchqualität als Produktivitätsparameter bezieht die aktuellen Untersuchungsergebnisse u.a. zu Milchqualität in Abhängigkeit von der Silomais-Fütterung mit ein. Die spezifischen Ansprüche des Ökologischen Landbaus wurden mit der Analyse der Produktqualität erweitert um die Kategorie Tiergerechtheit als Maß der Prozessqualität geprüft.

**Tab. 2:** Untersuchungsrahmen: Wirkungskategorien und Indikatoren

<b>Wirkungskategorie</b>	<b>Indikatoren</b>
<b>Produktivität</b>	
Flächenproduktivität	Ertrag in <i>nutzbarer Futterenergie</i> (MJ NEL/ha), <i>nutzbarem Rohprotein</i> (kg nXP/ha), <i>Trockenmasse</i> (dt TM/ha)
Arbeitszeit	Arbeitszeit: <i>Feldarbeiten, Futtervorlage, Weidemanagement</i>
Kosten	Futterkosten <i>Feldarbeiten</i> : Produktionsverfahren, Maschinenbedarf, Saatgut; <i>Futtervorlage und Lager</i> : Maschinenkosten, Betriebsmittel, Arbeitszeitbedarf; <i>Weidemanagement</i> : Arbeitszeitbedarf, Zäune
Milchqualität	Boniturschema potentieller Einfluss der Milchgehalte an <i>Clostridien</i> ; <i>Omega-3- Fettsäuren, CLAs, Antioxidantien</i>
<b>Umweltwirkung</b>	
Energieverbrauch	<i>Direkter Energieverbrauch</i> : Treibstoff, Strom; <i>Indirekter Energieverbrauch</i> : Maschinenfertigung, Treibstoffbereitstellung
Stickstoffemissionen	<i>Nitrat, Ammoniak, Lachgas</i> : Abschätzung mittels Regressionsmodellen
Methanausstoß	Berechnet nach Zusammensetzung der Futtermation
Bodenschutz	<i>Humusbilanz, Bonitur Erosions- und Verdichtungsrisiko</i>
Biodiversität	Indirekte Bewertung von <i>N-Zufuhr, Nutzungshäufigkeit, Zeitpunkt der 1. Nutzung, Biotopqualität Fruchtfolge</i>
Tiergerechtheit	Boniturschema: <i>Weidefuttermaufnahme, Faseranteil der Ration</i>

## Ergebnisse und Diskussion

Von den untersuchten Fütterungsschwerpunkten ist "Weide" gegenüber "Heu" und "Silomais" umweltgerechter (Tab. 3). Nur der Einfluss auf den potentiellen Nitrataustrag ist negativ, aber unproblematisch hinsichtlich des Trinkwasser-Grenzwertes. Betriebe mit ausgedehntem Weidegang sind i.d.R. Grünlandbetriebe ohne Silomais und mit geringem Kraftfuttereinsatz (Tab. 1). Sie erreichen deshalb potentiell eine hohe Milchqualität und eine hohe Tiergerechtheit. In den Modellbetrieben sind Futterkosten und Arbeitszeitbedarf bei allerdings mittelmäßiger Flächenproduktivität (erzeugte Milchmenge je Flächeneinheit) ebenfalls gering. Diese ökonomischen Effekte lassen sich in den Praxisbetrieben aber nicht bestätigen: Die untersuchten Betriebe mit hohem Weideanteil setzen andere Kosten- und Arbeitseinsparmöglichkeiten nicht optimal um (z. B. Arbeitsverfahren der Futterkonservierung). Das gleiche gilt für die Energieeinsparung. Das Modell dient damit auch der Schwachstellenanalyse von Praxisbetrieben und zeigt gesamtbetrieblichen Optimierungsbedarf auf.

Die Beziehung zwischen Produktionsvolumen (Herdengröße \* Milchleistung) und Fütterung ist bei den untersuchten Praxisbetrieben eng. Bei Betrieben mit hoher Milchleistung und großen Herden ist der Weideanteil gering bei hohem Silomais- und Kraftfuttereinsatz. Diese Betriebe weisen zwar Vorteile bei der Emission von Nitrat und Methan auf. Dem stehen aber Nachteile in den Kategorien Ammoniak- und Lachgasaustrag, Tiergerechtheit, Biodiversität und Milchqualität gegenüber (Tab. 3). Intensivierung der Fütterung und Konzentration der Produktion in ökologisch bewirtschafteten Milchviehbetrieben sind deshalb kritisch zu beurteilen.

**Tab. 3:** Produkt- (Futterenergie in GJ NEL) und flächenbezogene (ha) Wirkung der Fütterung in Praxis- und Modellbetrieben

Wirkungs- kategorie	Praxisbetriebe						Betriebe mit hohem Produktions- volumen		Modellbetriebe Wirkung von .... in Relation zu reiner Silagefütterung						
	Fütterungsschwerpunkt								Weide		Silomais		Heu		
	"Weide"		Silomais		"Heu"		GJ	ha	GJ	ha	GJ	ha	GJ	ha	GJ
<b>Produktivität</b>															
Flächenproduktivität	0		+		-		+		(+)		+		-		
Arbeitszeiterparnis	+	+	+	-	-	0	0	0	++	++	+	-	-	-	(-)
Kostensparnis	0	+	+	+	-	-	0	0	++	++	+	-	-	-	-
Milchqualität *		+		-		+		-		+		-		+	
<b>Umweltwirkungen</b>															
Reduktion Energie- verbrauch	0	+	0	-	-	-	0	0	++	++	0	-	--	--	
Reduktion Nitratemis- sion	-	-	0	0	-	-	+	+	-	-	0	0	0	0	
Reduktion Ammoni- akemission	0	+	0	-	0	+	-	-	0	+	0	-	0	0	
Reduktion Lachgas- emission	0	+	0	0	0	+	0	-	0	+	0	-	0	0	
Reduktion Methanemission	0	+	0	-	-	+	+		0	0	+	+	-	+	
Bodenschutz *		+		-		0		0		0		-		0	
Biodiversität *		+		-		0		-		+		-		(+)	
Tiergerechtheit *		+		-		+		-		+		-		+	

0 Keine gesicherte Wirkung +/- Positive/negative Wirkung ++/-- Stark positive/negative Wirkung

\* Mittels Boniturverfahren bewertet, keine Differenzierung zwischen Flächen- und Produktbezug sinnvoll.

## Ausblick

Strittig sind Indikatorenwahl und Bewertung der „weichen“ Wirkungskategorien Tiergerechtheit und Milchqualität. Zwischen Produktivitäts- und Umweltparametern liegen antagonistische Beziehungen vor, z. B. Tiergerechtheit und Methanemissionen. In einem laufenden Folgeprojekt wird deshalb die vom Modell gelieferte Sachbilanz um eine Wirkungsabschätzung ergänzt. Um ausgehend von der bislang auf die Fütterung begrenzten Analyse auch den Gesamtbetrieb adäquat abbilden zu können, wird derzeit das Modell erweitert und die Anzahl Praxisbetriebe auf 36 aufgestockt (n = 24 in NRW, 7 reine Heubetriebe im Allgäu und 5 Großbetriebe in Ostdeutschland). Zusätzlich wird mit einem zweiten Modellmodul auch die Analyse ökonomischer Kenndaten und deren Wechselwirkung mit Produktivität und Umwelt auf Betriebsebene ermöglicht (Deittert et al. 2007).

## Literatur

- DEITTERT, C., M. MÜLLER-LINDENLAUF, G. HAAS, U. KÖPKE 2007: Projektbericht für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung & Landwirtschaft im Rahmen des "Bundesprogramms Ökologischer Landbau", FKZ Nr. 03OE414, in Vorbereitung.
- HAAS, G., C. DEITTERT 2004: Stoffflußanalyse und Produktionseffizienz der Milchviehhaltung unterschiedlich intensiv ökologisch wirtschaftender Betriebe. Projektbericht für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung & Landwirtschaft im Rahmen des "Bundesprogramms Ökologischer Landbau", FKZ 02OE462, 73 S. (*Bericht ist als PDF-Datei frei erhältlich*).
- HAAS, G., F. WETTERICH, U. KÖPKE 2001: Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agric., Ecosystems & Environ.* 83/1-2, 43-53.

## Revitalisation der ruderalen Bestände in den Nationalparks der Westkarpaten durch die Samen der heimischen Wildpflanzen

J. Novák und R. Kostka

Lehrstuhl für Grünlandökosysteme und Futterbau, Slowakische landwirtschaftliche Universität Nitra, Slowakei

### Einleitung

Die zooantropogene Eingriffe in die Ökologie der Landschaft mit Grünlandökosystemen, führen zur Verletzung des ökologischen Gleichgewichts in der Landschaft. Die Eutrophisation des Bodens ermöglicht die Verbreitung der ruderalen Arten, vor allem *Rumex obtusifolius* L. und *Urtica dioica* L. Es kommt zur markanter Reduktion der Pflanzenarten, was sich negativ in der Produktion und der Qualität des Futters zeigt (NOVÁK, 1993). Solche neugebildeten Gemeinschaften der synanthropen Arten überdauern auf den Standorten viele Jahre in unveränderter Artenstruktur. Sie verändern sich zur Brutstätten der Unkrautarten, woher sie sich schnell auf die Nachbarsflächen verbreiten und die Folgen für die Landschaftsökologie sind warnend. Die ruderalen Arten haben grosses Reproduktionspotenzial und grosse Regenerationsfähigkeiten. Eine Pflanze *Rumex obtusifolius* L. ist fähig bis zu 18000-80000 Schliessbrüche pro Jahr zu produzieren, die fähig sind auch nach 70-Jahren in der Erde zu keimen (WEAVER, 1979; HOLUB, 1986; GALLER, 1989; HUMPHREYS et al. 1997; BENVENUTI et al. 2001). Viele Abhandlungen beschäftigen sich mit dem Nachsaat der Gräser und Leguminosen in die Grassbestände, aber nur wenige bearbeiten das Thema des Nachsaats der Kräuter zur Erhöhung der Biodiversität (SCHULZ, 1987; ISSELSTEIN, 1992; NOVÁK, 1998). In den Nationalparks auf ruderalisierten Beständen wurde bisher die Revitalisation zum ersten mal gemacht.

### Material und Methoden

Im Laufe der Jahre 2004-2005 haben wir die floristischen Veränderungen nach dem Nachsaat der Mischungen der heimischen Wildpflanzen (Tab. 1) in 3 euthrophisierten Böden mit Ruderalbeständen in Westkarpaten beobachtet. In dem Nationalpark Kleine Fatra (Strungovy prislop, 1150 m.ü. NN), im Nationalpark Grosse Fatra (Pod Ploskou, 1240 m.ü. NN) und im Nationalpark Niedere Tatra (Pod Keckou, 1040 m.ü. NN). Die Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode bewegte sich von 800 bis 1000 mm pro Jahr. Die Durchschnittstemperatur war von 8°C bis 9°C. Die Bodenbildende Substrate bildeten vor allem dolomitische Kalksteine und Mergelschiefer. Bodentyp bildeten vor allem die skelettonischen Rendzic Leptosols mit Subtyp Rendzic Cambissols oder Lithic Leptosols.

Ausgangsmaterial für die Experimente war die Mischung der ausgewählten Grassarten, Leguminosen und andere Kräuter die aus wildwachsenden Flora kommen. Vor dem Nachsaat haben wir die Keimfähigkeitsprüfung der Samen gemacht, wir haben das Keimen der Samen während 20 Tagen in drei Wiederholungen (50 Samen) auf jede Variante beobachtet. Innerhalb der Varianten haben wir die Kombinationen der ausgewählten Stimulationsfaktoren nach den Autoren ISSELSTEIN (1992), ZIRON (2000), DROBNÁ, GUBIŠOVÁ (2003) benutzt. Für die Regulation des Ruderalbestandes vor dem Nachsaat haben wir die Herbizide (Roundup Bioaktiv dosiert 6 l/ha) mit dem wirkungswollen Stoff Glyphosate

genommen. Manueller Nachsaat der Mischung in 4 Wiederholungen haben wir in der 3. Dekade (im August 2004) durchgeführt. Die Variante 1, stellt das Ruderalbestand das einmal während der Vegetationsperiode gemäht wurde dar und die Variante 3 das Ruderalbestand nach der Revitalisation durch Nachsaat der dreimal pro Jahr gemäht wurde.

Die floristischen Veränderungen haben wir aufgrund der Pflanzendeckung der Arten (D%) aufgewertet, mit der Methode nach KLAPP (1965), nach dem Mähen des Bestandes. Die Qualität ( $E_{GQ}$ ) des Bestandes haben wir mit den Berechnungen nach NOVÁK (2004) bestimmt, aufgrund der D in % und des Futterwertes der einzelnen Arten. Aufgrund des Beschlusses des Ministeriums für Umweltschutz der SR, Sektion des Natur- und Landschaftschutzes wurde die Zustimmung zur Revitalisation der Ruderalbeständen in Nationalparks erteilt.

**Tab. 1:** Agrochemische Eigenschaften der Böden

1.1.1 Stand	Tiefe [mm]	N <sub>t</sub> [g.kg <sup>-1</sup> ]	P [mg.kg <sup>-1</sup> ]	K [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Mg [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Cox [g.kg <sup>-1</sup> ]	Humus [g.kg <sup>-1</sup> ]	C:N	pH/KCl
NP Kleine Fatra	0-100	4,60	107,00	777,00	253,75	48,50	83,61	10,55	6,18
NP Kleine Fatra	101-200	4,39	90,50	797,50	214,50	37,50	64,65	8,54	6,12
NP Grosse Fatra	0-100	6,36	248,00	887,50	285,00	74,40	128,27	11,70	5,36
NP Grosse Fatra	101-200	4,68	252,50	752,50	167,50	54,10	93,27	11,56	4,94
NP Niedere Tatra	0-100	5,38	91,00	435,25	127,25	57,40	98,96	10,68	4,10
NP Niedere Tatra	101-200	4,26	95,50	300,25	80,50	47,40	81,72	11,12	3,87

**Tab. 2:** Mischung für den Nachsaat

Art	Anteil in Mischung	Saatmenge + 75% Zuschlag
	[%]	[g.m <sup>-1</sup> ]
<i>Dactylis glomerata</i> L.	25.00	0,88
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	10.00	0,53
<i>Phleum pratense</i> L.	10.00	0,26
<i>Poa pratensis</i> L.	10.00	0,35
<i>Festuca rubra</i> L.	5.00	0,22
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	5.00	0,18
<i>Trifolium repens</i> L.	15.00	0,39
<i>Trifolium pratense</i> L.*	3.00	0,11
<i>Lotus corniculatus</i> L.	3.00	0,06
<i>Plantago lanceolata</i> L.*	2.00	0,06
<i>Achillea millefolium</i> L.*	2.00	0,07
<i>Carum carvi</i> L.*	2.00	0,11
<i>Taraxacum officinale</i> Weber*	2.00	0,09
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.*	2.00	0,04
<i>Daucus carota</i> L.	1.00	0,02
<i>Acetosa pratensis</i> M i l l.	1.00	0,02
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	1.00	0,03
<i>Prunella vulgaris</i> L.*	1.00	0,04
<b>Zusammen</b>	<b>100.00</b>	<b>3,44</b>

## Ergebnisse und Diskussion

Euthrophisierte Böden mit Ruderalbeständen, die durch den langjährigen Aufenthalt der Färsen auf den ursprünglichen Weidebeständen in Nationalparks (ehemalige Herdeplätze) gebildet wurden, blieben 10-30 Jahre im unverändertem Stand mit der Dominanz der Art *Rumex obtusifolius* L. und *Urtica dioica* L. erhalten. Vor dem Nachsaat zeigten sie sich als Bestände mit sehr niedriger floristischer Diversität, hoher Lückigkeit und niedriger Futterqualität. Versuch in Nationalpark Niedere Tatra wurde durch die Art *Rumex obtusifolius* L. (30%) und *Urtica dioica* L. (15%), vertreten mit Lückigkeit nur 15%. Bestand bildeten nur 10 Pflanzenarten und die Qualität des Bestandes hatte an der 100 Punkteskala niedrigen Wert ( $E_{GQ}=14$ ).

Standort im Nationalpark Grosse Fatra zeichnete sich durch 40% Vertretung der Monokultur der Art *Urtica dioica* L. aus, und mit Lückigkeit 60 %. Bestand bildeten nur 5 Pflanzenarten, und die Qualität des Bestandes war sehr niedrig ( $E_{GQ}=5$ ). Der Standort im Nationalpark Niedere Tatra war mit 40% Anteil der Art *Rumex obtusifolius* L. vertreten und mit 15% Anteil *Urtica dioica* L. Den Bestand bildeten 7 Pflanzenarten, er war stark ge-

lichtet (36%) und zeichnete sich mit niedriger Qualität aus, die durch den Wert  $E_{GQ}=11$  (Tab. 3) ausgedrückt wird.

Die ruderalen Bodenproben zeichneten sich in der Höhe von 0-200 mm mit hohen Inhalten des Phosphors um 6,65 mal mehr und Kalium um 2,75 mal mehr wie die Nachbarsweideflächen ohne Eutrophisation aus, bei dem pH Wert von 3,98 bis 6,15. Phosphor im Boden, wie die Tabelle 1 ergibt, war am Standort in der Grossen Fatra am meisten (250,25 mg/kg) vertreten und an den übrigen zwei Standorten bewegten sich die Werte von 93,25 bis 98,75 mg/kg. Der höchste durchschnittliche Inhalt war bei Kalium, am meisten in der Grossen Fatra (820 mg/kg), ein bisschen weniger in der Kleinen Fatra (787,25 mg/kg) und am wenigsten in der Niederen Tatra (367,75 mg/kg). Inhalt am Kalium und Phosphor war ähnlich wie an den vorher untersuchten Standorten in der Höhe 600 m. ü. NN (NOVÁK 1993; NOVÁK, SLAMKA, 2003). Der potentielle Vorrat an Diasporen aus der Dissemination des Bestandes im Boden war auch hoch. Im Nationalpark Kleine Fatra evidierten wir auf 1m<sup>2</sup> 8964 Samen *Rumex obtusifolius* L. und 8168 Samen der Art *Urtica dioica* L., im Nationalpark Grosse Fatra fanden wir 25006 Samen von *Urtica dioica* L. und 4630 Samen *Rumex obtusifolius* L. In dem Nationalpark Niedere Tatra befanden sich 27866 Samen *Rumex obtusifolius* L. und 9524 Samen *Urtica dioica* L. Wie es aus den Ergebnissen erfolgt nur ein Teil der Samen im Boden wird erhalten, wie die Autoren (WEAVER, 1979; HOLUB, 1986; HUMPHREYS et al., 1997; BENVENUTI et al., 2001) anführen, dass nur eine Pflanze tauglich ist ähnliche Menge der Samen pro Jahr zu produzieren.

Aus 18 Arten in der Mischung (Tab.2), waren in gegebenen klimatischen Bedingungen nach 1. Jahr aus der floristischen Gruppe der Gräser erfolgreich: *Phleum pratense* (von 8 bis 13%), *Festuca pratensis* (von 4 bis 6%) und *Dactylis glomerata* (von 3 bis 4%), denen die gegebenen Bedingungen passten. Aus Leguminosen gibt es der typischen Weideart *Trifolium repens* gut, die mit ihrer Deckung von 6 bis 13% und mit den Stolonen sehr gut die Grassnarbe einschaltete. Aus den anderen ausgesähten Kräutern haben wir den grössten Gehalt an *Carum carvi* (2-4%), *Achillea millefolium* (2-3%) und *Plantago lanceolata* (1-3%) vermerkt. Nach 3. Schnitten haben wir an dem Standort Kleine Fatra 24 Pflanzenarten bei Lückigkeit 25% und  $E_{GQ}=43$  registriert. Auf dem Standort Große Fatra registrierten wir 29 Arten mit Lückigkeit 25% und  $E_{GQ}=54$ . Auf dem Standort Niedere Tatra fanden wir 29 Arten bei Lückigkeit 49% und  $E_{GQ}=33$  (Tab. 3).

**Tab. 3:** Botanische Zusammensetzung (in %) auf den Untersuchungsflächen

Art	FV	NP Grosse Fatra				NP Kleine Fatra				NP Niedere Tatra			
		Jahr				Jahr				Jahr			
		2004		2005		2004		2005		2004		2005	
		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
<i>Agrostis capillaris</i> L.	5				+								
<i>Dactylis glomerata</i> L.	7				3				4	1		1	4
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	3				+								
<i>Festuca pratensis</i> H u d s.	8				6				5				4
<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i>	5				3				1				2
<i>Phleum pratense</i> L.	8				13				8				10
<i>Poa annua</i> L.	5												+
<i>Poa pratensis</i> L.	8				2								
<i>Poa trivialis</i> L.	6	+		+	2	10		18	12	3		4	2
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	6				4				+				1
<b>Gesamt Gräser</b>		+		+	<b>33</b>	<b>10</b>		<b>18</b>	<b>30</b>	<b>4</b>		<b>5</b>	<b>23</b>
<i>Lotus corniculatus</i> L.	7				2				+				+
<i>Trifolium pratense</i> L. *	7				3				3				+
<i>Trifolium repens</i> L.	8				13			+	4				6
<b>Gesamt Leguminosen</b>					<b>18</b>			+	<b>7</b>				<b>6</b>
<i>Acetosa pratensis</i> M i l l.	2				1	+							+
<i>Achillea millefolium</i> L. *	5				3				3				2
<i>Alchemilla vulgaris</i> L. *	5				+			+	3				
<i>Anthriscus sylvestris</i> L. Hoffm.	4					10		5	3				
<i>Arctium tomentosum</i> Mill. *	0					+		+					
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med. *	1				+				+				+
<i>Carduus acanthoides</i> L.	0				+	+			+				
<i>Carum carvi</i> L. *	5				3				4				2
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.	0				+								
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0												+
<i>Daucus carota</i> L. *	3				+				+				+
<i>Galeopsis tetrahit</i> L. *	2				2								5
<i>Geranium pratense</i> L.	2									+		1	
<i>Lamium purpureum</i> L.	2												2
<i>Leucanthemum vulgare</i> L a m.	2				+								+
<i>Matricaria discoidea</i> D C. *	2							1	1				+
<i>Myosotis spec.</i>													+
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench.	1									5		5	
<i>Plantago lanceolata</i> L. *	6				1				3				2
<i>Prunella vulgaris</i> L. *	2				2				1				
<i>Ranunculus repens</i> L.	-1				4	10		8	7				4
<i>Rumex alpinus</i> L.	2	+		+									
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	1	+		+	3	30		12	5	40		40	5
<i>Stellaria graminea</i> L.	2				1								
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. *	0					+		4	2				+
<i>Taraxacum officinale</i> Weber *	5												+
<i>Urtica dioica</i> L. *	1	40		40	3	15		5	1	15		15	+
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	2				1	+		2	+	+		+	+
<i>Viola tricolor</i> L. *	1												+
<b>Gesamt Kräuter</b>		<b>40</b>		<b>40</b>	<b>24</b>	<b>65</b>		<b>37</b>	<b>33</b>	<b>60</b>		<b>61</b>	<b>22</b>
<b>Gesamt Gräser + Leguminosen + Kräuter</b>		<b>40</b>		<b>40</b>	<b>75</b>	<b>75</b>		<b>55</b>	<b>70</b>	<b>64</b>		<b>66</b>	<b>51</b>
<b>Lückigkeit (Lücken + Moosen)</b>		<b>60</b>		<b>60</b>	<b>25</b>	<b>25</b>		<b>45</b>	<b>30</b>	<b>36</b>		<b>34</b>	<b>49</b>
<b>E<sub>GO</sub></b>		<b>5</b>		<b>5</b>	<b>54</b>	<b>14</b>		<b>13</b>	<b>43</b>	<b>11</b>		<b>12</b>	<b>33</b>

FV = Forage Value - Futterwertzahl der Pflanzenart, E<sub>GO</sub> = Evaluation of Grasland Quality - Grünlandbewertung, += Vorkommen bis 1 %, \* = Heilpflanze, 1 = Kontrolle, 3 = Nachsaat

Der Beitrag entstand mit Unterstützung des Projektes VEGA No 1/3453/06

## Literatur

- BENVENUTI, S. et al., (2001): Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* seed germination and emergence; *Weed Research*, 41, p. 177 – 186.
- DROBNÁ, J. - GUBIŠOVÁ, M., (2003): Multiplication strategy in genetic resources of clover crops (*Fabaceae*) from wild flora. In: *Hodnotenie genetických zdrojov rastlín: Zborník, Piešťany: VÚRV*, s.141-143.
- GALLER, J., (1986): *Grünlandverunkrautung*. Leopold Stocker Verlag, Graz, 1989, s. 176.
- HOLUB, M., (1986): *Agroekologie druhu Rumex obtusifolius L.: Kandidátska dizertačná práca*, Praha – Průhonice, 183 s..
- HUMPHREYS, J. et al., (1997) : Aspects of the role of cattle slurry in dispersal and seedling establishment of *Rumex obtusifolius* seed in grassland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. Vol. 36, p. 39 – 49.
- ISSELSTEIN, J. (1992): Kräuteransaatn aus keimungsbiologischer Sicht. *Rasen–Turf–Gazon (Greenkeepers Journal)* 4, s. 95-100.
- NOVÁK, J. (1998): Zmeny trávneho porastu po príseve miešanky s prevahou hodnotných bylín. In: *Rostl. Vyr.*, roč. 44, č. 3, s.123 – 131.
- NOVÁK, J. (1993): *Vplyv obnovy degradovaného trávneho porastu na produkciu a kvalitu biomasy.: Kandidátska dizertačná práca*, VŠP, Nitra, 180 s..
- NOVÁK, J. (2004): Evaluation of grassland quality. In: *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 23, No. 2, p.127-143.
- NOVÁK, J.- SLAMKA, P. (2003): Degradation of seminatural pastures by local overmanuring with cattle or sheep excreta. In: *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 22, No. 2, p.143-151.
- SCHULZ, H., (1987): *Grünlandverbesserung durch selektive herbizidanwendung und Nachsaat Erfahrung in Baden-Württemberg*. Bayer. Landw. Jb., 63: 885 – 892.
- WEAVER, S. E., (1979): The effect of date emergence and emergence order on seedling survival rates in *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. In: *Canad. J. Bot.*, Otava. 57, s. 730 – 738.
- ZIRON, CH., (2000): *Zum Keimverhalten ausgewählter Plantaginetea majoris- und Molinio-Arrhenatheretea-Arten*. Inaugural-dissertation, Giessen.

## Bedeutung verschiedener Weidebereiche für die Futteraufnahme von Ochsen auf extensiver Standweide

K.-U. Röver<sup>1</sup>, C. Röver<sup>2</sup> und J. Isselstein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen

<sup>2</sup>Department of Statistics, The University of Auckland

### Einleitung

Extensive Grünlandnutzungssysteme, welche heterogene Graslandnarben durch Beweidung bei geringem Tierbesatz nutzen, können einerseits landwirtschaftlichen Ertrag erzielen und andererseits auch Aspekte der Artenvielfalt berücksichtigen. Da sich extensiv beweidetes Grünland in der Regel durch eine heterogene Narbenstruktur auszeichnet, stehen dem Weidetier ebenso heterogene Nahrungsressourcen zur Verfügung. Zur Optimierung solcher Beweidungssysteme ist es notwendig, die Bedeutung von unterschiedlich strukturierten Weidebereichen für die Futteraufnahme der grasenden Tiere zu ermitteln. Im Rahmen eines mehrjährigen Weideversuches mit Ochsen auf extensiv bewirtschaftetem Grünland (EU-Projekt 'FORBIOBEN', ROOK et al. 2004a) wurden in der Weidesaison 2004 am Standort Relliehausen/Solling (51°N 9°E, 250 m ü. NN) Erhebungen zum Graseverhalten, zur Weideleistung der Ochsen sowie zum Futterangebot durchgeführt und die Bedeutung von verschiedenen strukturierten Weidebereichen für die Futteraufnahme der Weidetiere untersucht.

### Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf einer langjährig ungedüngten, zuvor als Standweide genutzten Dauergrünlandfläche mit weidenden Ochsen durchgeführt. Im Frühjahr 2002 wurden folgende drei Varianten bei drei Wiederholungen als Blockanlage eingerichtet (Parzellengröße: je 1 ha): MC (Fleckvieh/intensiv): Leistungsfähige Rasse Fleckvieh, intensive Beweidung; Zielnarbenhöhe: 6 cm; Ziel: Maximierung des agronomischen Nutzens. LC (Fleckvieh/extensiv): Leistungsfähige Rasse Fleckvieh, extensive Beweidung; Zielnarbenhöhe: 12 cm; Ziel: Erhöhung der Artenvielfalt. LT (Deutsch Angus/extensiv): Mittelgroße Rasse Deutsch Angus; extensive Beweidung; Zielnarbenhöhe: 12 cm; Ziel: Erhöhung der Artenvielfalt. Die Beweidung erfolgte in 2004 vom 21. April bis 5. Oktober. Der Besatz wurde an die wöchentlich mit dem Diskmeter (50 Messungen/ha) ermittelte Narbenhöhe angepasst. GV-Besatz, Tiergewichte sowie Futterangebot in Trockenmasse (TM) sind Tabelle 1 zu entnehmen.

**Tab. 1:** Besatzstärke, durchschnittliche Auf- und Abtriebsgewichte im Versuchsjahr 2004, sowie TM-Angebot zum Zeitpunkt der Beobachtungen

Variante	Besatz-	Auftriebsgewicht	Abtriebsgewicht	TM-Angebot	
	Stärke			Mai	Juli
	GV / ha	kg / Tier	kg / Tier	kg / ha	kg / ha
MC	3,1	296,0	363,6	1732	2068
LC	1,8	314,2	428,9	3468	3240
LT	1,7	325,3	435,9	3352	3333

Grasezeit (GZ): Das Verhalten der Weidetiere wurde an zwei Terminen in der Saison 2004 (25.-27. Mai und 20.-22. Juli 2004) jeweils über einen Lichttag (Sonnenauf- bis -untergang) erfasst. Je Termin wurde an drei aufeinander folgenden Tagen täglich jeweils eine Wiederholung untersucht, wobei je untersuchter Parzelle drei Tiere beobachtet wurden. Im Abstand von 5 Minuten wurden die Verhaltensweisen, darunter 'Grasen', notiert. Zusätzlich wurde bei der Verhaltensweise 'Grasen' der so genannte 'Bisstyp' erfasst, d.h., das im Moment der Beobachtung aufgenommene Futter wurde anhand visueller Beurteilung der Grasnarbe an der Fraßstelle einer der beiden Bisstyp-Kategorien 'kurz' (short, S,  $\leq 6$  cm) oder 'hoch' (tall, T,  $> 6$  cm) zugeordnet. Aus den Beobachtungen wurde, differenziert nach Bisstyp S und T je Tier die tägliche GZ in Minuten abgeschätzt ( $GZ_S$  und  $GZ_T$ ).

Bissrate (BR): Zur Ermittlung der Anzahl gefressener Bissen wurde während der Beobachtungen wiederholt die Zeit gemessen, welche die Tiere zum Grasens von 50 Bissen benötigten. Der Kehrwert hieraus ist die BR in Bissen/min je Bisstyp ( $BR_S$  und  $BR_T$ ).

Weideleistung (WL): Die WL, ausgedrückt als metabolisierbare Energie (ME) in MJ, wurde geschätzt nach BAKER (2004). Die Berechnung berücksichtigte den Energiebedarf für Erhaltung (Grundumsatz, horizontale und vertikale Bewegung) und Leistung (Fleischansatz). In diesem Beitrag wird die WL pro Tier und Tag bezogen auf den Tag der Verhaltensbeobachtungen dargestellt.

Energiegehalt des angebotenen Futters (MEF): Der Gehalt des angebotenen Futters an metabolisierbarer Energie (ME) wurde anhand von Hand-Rupf-Proben ermittelt, welche zeitnah zu den Verhaltenbeobachtungen und differenziert nach den Bisstypen S und T genommen wurden ( $MEF_S$  und  $MEF_T$ ). Um bei der Probenahme das Grasens der Weidetiere zu simulieren, wurden Teile der Vegetation, die einen potentiellen Bissen darstellten, mit der Hand gegriffen, und das obere Drittel wurde geerntet. Auf diese Weise wurden an beiden Terminen pro Parzelle etwa 200g Frischmasse gesammelt und bei 70°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Aus den Ergebnissen der ELOS-Analyse wurde der Gehalt an ME bestimmt (NAUMANN und BASSLER 1997).

Angebotene Bisstypen: Zur Bestimmung der Anteile der beiden Bisstypen (S und T) am Futterangebot wurde zeitnah zu den Beobachtungen an 500 Punkten/ha die Höhe der Vegetation gemessen.

Bissengröße (BG): Anhand der beschriebenen Parameter lassen sich folgende Zusammenhänge darstellen:

$$\begin{aligned} BR * GZ &= \text{Gesamtanzahl der gefressenen Bissen} \\ (BR * GZ) * BG &= \text{gesamte TM-Aufnahme} \\ (BR * GZ * BG) * MEF &= \text{gesamte Energieaufnahme} \end{aligned}$$

Letzteres entspricht wiederum der Weideleistung, wie sie nach Baker (2004) berechnet wurde. Daher lässt sich folgende Gleichung aufstellen:

$$WL = BR * GZ * BG * ME$$

Differenziert nach Bisstypen bedeutet das:

$$\begin{aligned} WL &= BR_S * GZ_S * BG_S * MEF_S + BR_T * GZ_T * BG_T * MEF_T, \quad \text{bzw.} \\ WL &= BG_S * VAR_S + BG_T * VAR_T, \end{aligned}$$

wobei sich  $VAR_S$  und  $VAR_T$  aus den bekannten obigen Variablen ergeben:

$$VAR_S = BR_S * GZ_S * MEF_S \quad \text{und} \quad VAR_T = BR_T * GZ_T * MEF_T$$

Durch lineare Regression lassen sich dann die unbekanntenen Größen  $BG_S$  und  $BG_T$ , also

die Bissengrößen für die Bisstypen S und T schätzen. Anhand dieser ermittelten Bissengrößen für Bissen in kurzer und hoher Vegetation, sowie der Anzahl der gefressenen Bissen in den betreffenden Narbenbereichen wurde dann die tägliche TM-Aufnahme je Bisstyp und Tier berechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

Während die Ochsen in MC etwa zwei Drittel der Grasezeit (GZ) mit der Beweidung kurzer Vegetationsbereiche verbrachten, grasten die Ochsen unter geringer Besatzstärke fast drei Viertel der GZ in hohen Narbenbereichen. Generell war die GZ in kurzen Narbenbereichen im Juli höher als im Mai, während bezüglich der GZ in hoher Vegetation keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten. Der Energiegehalt des angebotenen Futters (MEF) war generell geringer im Juli als im Mai, ein Unterschied zwischen den Beweidungsintensitäten bestand nur in hohen Narbenbereichen. Die Bissrate (BR) unterschied sich in kurzen Narbenbereichen zwischen den beiden Beobachtungsterminen, während sie bezüglich des Bisstyps T in der Variante MC signifikant höher war als in LC und LT. In den beiden Varianten mit geringerem Beweidungsdruck war die tägliche Weideleistung pro Tier (WL) höher als in MC; die WL nahm im Verlauf der Vegetationsperiode von Mai bis Juli signifikant ab (Tabelle 2). Das Angebot veränderte sich ebenfalls in Abhängigkeit vom Termin, mit höheren Anteilen kurzer Bisstypen im Juli bei reduziertem Vorkommen hoher Bisstypen. In den Varianten LC und LT machten hohe Bisstypen etwa 90% des Angebots aus, während dieser Bisstyp in der Variante mit höherer Besatzstärke nur knapp zwei Drittel des Angebots darstellte.

**Tab. 2:** Mittelwerte von Grasezeit (GZ), Gehalt des angebotenen Futters an metabolisierbarer Energie (ME), Bissrate (BR), Weideleistung pro Tier und Tag (WL), TM-Aufnahme und Angebot an Bissen, differenziert nach Bisstypen

	Bisstyp	Variante			Termin	
		MC	LC	LT	Mai	Juli
GZ (min/d)	S	287 a <sup>1)</sup>	88 b	89 b	102 b	207 a
	T	133 b	350 a	336 a	254	293
MEF (MJ/kg TM)	S	10,5	10,3	10,3	10,7 a	10,1 b
	T	10,4 a	9,9 b	9,9 ab	10,5 a	9,7 b
BR (Bissen/min)	S	67,1	61,8	63,8	61,4 b	67,1 a
	T	67,1 a	58,3 b	56,2 b	60,5	60,5
WL (MJ ME / (Tier*d))		67 b	101 a	94 a	104 a	71 b
Angebot (%)	S	37,2 a	7,9 b	8,9 b	2,8 b	33,2 a
	T	62,8 b	92,1 a	91,1 a	97,2 a	66,8 b

<sup>1)</sup> verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Faktorstufen (Bonferroni,  $p \leq 0,05$ )

Die für beide Termine jeweils berechnete lineare Regression ergab als Koeffizienten die Bissengröße für die jeweiligen Bisstypen in g TM pro Bissen. Für Mai 2004 wurde unabhängig von der Variante für kurze Bissen eine Größe von 0,17g TM (Standardfehler: 0,14) pro Bissen, sowie für Bissen in hohen Narbenbereichen von 0,57g TM (Standardfehler: 0,08) pro Bissen berechnet ( $R^2 = 0,932$ ). Im Juli waren die Bissengrößen mit 0,10g TM (Standardfehler: 0,02) für Bisstyp S und 0,34g TM (Standardfehler: 0,02) für Bisstyp T etwas geringer ( $R^2 = 0,988$ ). Mit 0,146g TM pro Bissen schätzten ROOK et al. (2004b) bei Färsen, die eine homogene Grasnarbe beweideten ähnliche Bissengrößen. FORBES und HODGSON (1985) fanden Bissengrößen von 0,9 bis 1,17mg organischer Masse pro kg Lebengewicht bei Kühen auf einem von Weidelgras dominierten Grünland. Das ist vergleichbar mit den in diesem Beitrag gefundenen Bissengrößen für Bisstyp T.

Anhand der ermittelten Bissengrößen wurden, differenziert nach Bisstyp, die in Tabelle 3 dargestellten TM-Aufnahmen je Tier und Tag hochgerechnet. Aus kurzen Narbenbereichen war die TM-Aufnahme am höchsten unter höherem Beweidungsdruck, sie stellte in Variante MC etwa ein Drittel der gesamten Futteraufnahme dar. Die Ochsen unter geringer Besatzstärke nahmen weniger als 10% ihrer gesamten TM-Aufnahme aus kurzen Narbenbereichen auf. Der Anteil hoher Bisstypen an der gesamten Futteraufnahme lag, ohne Berücksichtigung der Variante, im Mai bei fast 90% und im Juli bei etwa 80% (Tabelle 3). Die zur Beweidung eingesetzte Rasse hatte keinen Einfluss auf die erhobenen Parameter.

**Tab. 3:** Mittelwerte der hochgerechneten TM-Aufnahme in kg/(Tier\*Tag) differenziert nach Bisstypen

	Bisstyp	Variante			Termin	
		MC	LC	LT	Mai	Juli
TM-Aufnahme	S	2,37	0,66	0,74	1,10	1,42
(kg/d)	T	4,23	9,18	8,31	8,56	5,92

Es wird deutlich, dass die beobachteten Ochsen den größten Teil ihrer Futteraufnahme aus hohen Narbenbereichen realisierten. Der Zeitaufwand zur Aufnahme von Futter (GZ) aus kurzen Narbenbereichen war im Verhältnis zur aufgenommenen TM höher als bei hohen Vegetationsbereichen. Dies ist durch die unterschiedliche Bissengröße zu erklären und wird insbesondere unter höherem Tierbesatz (MC) deutlich. Dort wendeten die Tiere mehr als zwei Drittel der GZ für kurze Bissen auf, während dieser Bisstyp nur zu etwa einem Drittel zur TM-Aufnahme beitrug. Diese Ergebnisse unterstützen die im Rahmen dieses Projektes bereits gefundene größere Bevorzugung kurzer Bisstypen (RÖVER et al. 2005). Die gezeigte Methode zur Schätzung der Bissengröße sollte durch Einbeziehen der Futteraufnahme anhand von Wiegungen der Weidetiere vor und nach einer definierten Grasphase (z. B. PENNING 2004) bei gleichzeitiger Zählung der gefressenen Bissen bestätigt werden.

## Literatur

- BAKER R.D. (2004): Estimating herbage intake from animal performance. In: Penning P.D. (ed.), *Herbage Intake Handbook*, second edition. British Grassland Society pp. 95-120.
- FORBES T.D.A. und HODGSON J. (1985): Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. *Grass and Forage Science* 40, 69-77.
- NAUMANN C. und BASSLER R. (1997): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. *Methodenbuch*, Band 3. VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- PENNING P.D. (2004): Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: Penning P.D. (ed.), *Herbage Intake Handbook*, second edition. British Grassland Society pp. 53-93.
- ROOK A.J., DUMONT B., ISSELSTEIN J., OSORO K., WALLIS DEVRIES M.F., PARENTE G. und MILLS J. (2004a): Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. *Biological Conservation* 119, 137-150.
- ROOK A.J., HARVEY A., PARSONS A.J., ORR R.J. und RUTTER S.M. (2004b): Bite dimensions and grazing movements by sheep and cattle grazing homogeneous perennial ryegrass swards. *Applied Animal Behaviour Science* 88, 227-242.
- RÖVER K.U., SAHIN N., HOFMANN M. und ISSELSTEIN J. (2005): Graseverhalten und Selektivität weidender Ochsen auf extensiver Standweide. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau*, Band 7.

## Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Weidemanagement

B. Tonn, P. Weckherlin und U. Thumm

Universität Hohenheim, Inst. für Pflanzenbau und Grünland, Fg. Grünland und Futterbau

### Einleitung

Die lokal konzentrierte Nährstoffrückführung in Kot- und Harnstellen und ihre Verteilung spielen eine wichtige Rolle im Nährstoffkreislauf von Weideökosystemen. Großmaßstäbliche räumliche Heterogenität der Kot- und Harnstellenverteilung wird durch räumliche Unterschiede in der Weideintensität sowie durch eine von der Weideintensität unabhängige Aggregation der Weidetiere in bestimmten Bereichen, z.B. in der Nähe der Tränke oder an Lagerstellen, verursacht. Letztere führt zu Nährstofftransfers innerhalb der Weidefläche und trägt damit wesentlich zur Herausbildung von Nährstoffkonzentrationszonen bei. Diese stellen nicht nur eine unproduktive Festlegung von Nährstoffen innerhalb des Weideökosystems dar, sondern üben durch Nährstoffauswaschung und gasförmige Stickstoffverluste negative Umweltwirkungen aus (WHITEHEAD, 2000).

Ziel der vorliegenden Arbeit war zu untersuchen, welcher Einfluss durch das Weidemanagement, vor allem durch Größe und Abgrenzung der Weidefläche sowie durch Variation der Besatzdichte, auf die räumliche Kotstellenverteilung ausgeübt werden kann.

### Material und Methoden

Eine 5,5 ha große Umtriebsweide wurde in den Jahren 2003 und 2004 von einer Mutterkuhherde mit einer Besatzleistung von 410 bzw. 740 GV-Tagen/ha beweidet. Nach jedem der jeweils vier Weidegänge wurden alle Kotstellen mit einem GPS-Gerät kartiert. Im Jahr 2005 wurde die Weide in drei Teilflächen von 3,2 ha, 1,3 ha und 1,0 ha unterteilt, die getrennt von einander jeweils viermal beweidet wurden. Eine Kotstellenkartierung erfolgte nach dem ersten und dem dritten Weidegang auf jeder Teilfläche. Auf der an einem Nordhang gelegenen Weidefläche mit mehreren Gehölzstrukturen wechseln sich ebenere Flächen mit steileren Stufen ab. Die Hangneigung liegt zwischen 6° und 25°, wobei sich die weniger steilen Flächen im nordwestlichen Teil der Weidefläche konzentrieren.

Die kartografische Darstellung der Kotstellendichten erfolgte mittels ArcGIS 9.1 (Kernel-Density,  $r=15$  m). Auf Grundlage des digitalen Geländemodells des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg (ATKIS<sup>®</sup>-DGM BW, transformierte Rohdaten last pulse) wurden mit ArcGIS 9.1 Höhen- und Hangneigungsoberflächen berechnet.

Der Einfluss der Weideflächenunterteilung auf die Heterogenität der Kotstellenverteilung innerhalb der gesamten Weidefläche auf einer mittleren, für die Entstehung von Nährstoffkonzentrationszonen relevanten Maßstabsebene, wurde mit einem linearen gemischten Modell geprüft. Dazu wurden für die Jahre 2004 und 2005 alle Kotstellen den Rasterquadraten eines 10 x 10 m-Rasters zugeordnet. Die Anzahl der Kotstellen je Rasterquadrat wurde in Abhängigkeit von der Besatzleistung und dem Jahr (2004) bzw. der Interaktion Jahr\*Teilfläche (2005) modelliert. Der Restfehler jedes Rasterquadrats setzt sich aus einem konstanten Haupteffekt des  $i$ -ten Rasterquadrats ( $f_i$ ) und einer jahresspezifischen Abweichung ( $e_{ij}$ ) zusammen. Die Varianz des Schätzwerts von  $e_{ij}$  [ $\text{var}(e_{ij})$ ] wurde als Maß für die Heterogenität der – um die Besatzleistung korrigierten – Kotstellenverteilung in-

nerhalb der gesamten Weidefläche genutzt. Dieser Varianz wurden zwei verschiedene Modelle angepasst. Das erste enthält allein einen Jahreseffekt und prüft damit den Einfluß der Unterteilung der Weidefläche im Jahr 2005 im Vergleich zur ungeteilten Weidefläche im Jahr 2004. Das zweite Modell berücksichtigt zusätzlich den Effekt der unterschiedlichen Besatzdichten (Tab. 3). Alle Auswertungen wurden mit der Prozedur „Mixed“ in SAS 8.0 durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Kotstellenzahlen

Die über alle vier Weidegänge summierte mittlere Kotstellendichte lag in den Jahren 2003 und 2004 bei 0,21 bzw 0,25 Kotstellen/m<sup>2</sup> (Tab. 1). Im Jahr 2005 traten zwischen den drei Teilflächen große Unterschiede auf (Tab.2.). Die summierte mittlere Kotstellendichte des ersten und dritten Weidegangs betrug auf der westlichen Teilfläche 0,11, auf der mittleren 0,18 und auf der östlichen 0,27 Kotstellen/m<sup>2</sup>.

Die Kotstellenzahl je GV und Tag variiert zwischen den Weidegängen stark. Der Mittelwert über alle Weidegänge von 4,2 Kotstellen je GV und Tag liegt deutlich unterhalb der Literaturangaben von 11–16 Defäkationen je Kuh und Tag (WHITEHEAD, 2000). Es ist daher davon auszugehen, dass nicht alle Kotstellen erfasst werden konnten.

**Tab. 1:** Beweidungsdaten, Kotstellenzahl und Kotstellendichte bei Beweidung der gesamten Weidefläche in den Jahren 2003 und 2004

Jahr	Weidegang	Datum	Besatz [GV]	Besatzdichte [GV/ha]	Besatzleistung [GVd/ha]	Anzahl Kotstellen	Kotstellen/ha
2003	1	28.03.-08.04.	24	4	51	1368	246
	2	12.05.-28.05.	44	8	125	3359	605
	3	07.07.-04.08.	44	8	219	6134	1105
	4	07.10.-10.10.	44	8	31	1057	190
2004	1	22.04.-26.04.	83	15	45	2949	531
	2	26.05.-05.06.	77	14	223	3976	716
	3	20.07.-26.07.	79	14	396	2804	505
	4	07.09.-13.09.	92	17	66	4082	735

**Tab. 2:** Beweidungsdaten, Kotstellenzahl und Kotstellendichte bei Beweidung der in drei Teile unterteilten Weidefläche im Jahr 2005

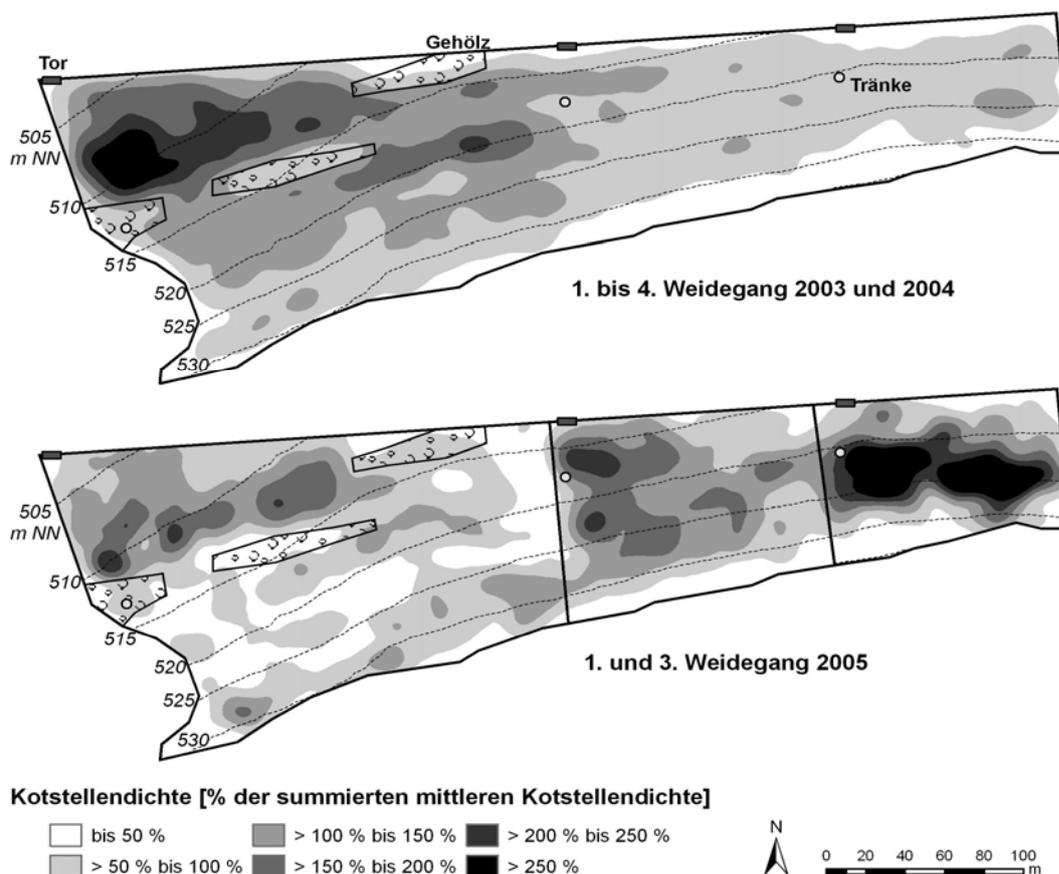
Weideteil	Weidegang	Datum	Besatz [GV]	Besatzdichte [GV/ha]	Besatzleistung [GVd/ha]	Anzahl Kotstellen	Kotstellen/ha
West	1	03.05.-09.05.	71	22	154	1632	508
	3	27.08.-03.09.	71	22	176	2155	671
Mitte	1	13.05.-17.05.	38	28	140	1056	780
	3	12.09.-18.09.	25	18	128	1430	1056
Ost	1	17.05.-20.05.	38	38	154	1238	1253
	3	18.09.-24.09.	24	25	175	1472	1490

### Räumliche Verteilung der Kotstellen

In den Jahren 2003 und 2004 ist eine deutliche Konzentration der Kotstellen im nordwestlichen Teil der Weidefläche zu beobachten (Abb. 1.). Im Gegensatz zur übrigen Weidefläche liegt die Hangneigung in diesem Bereich unter  $10^\circ$ . Die Nähe zu den als Lagerstellen bevorzugten Gehölzgruppen (s.u.) oder zum dem hauptsächlich genutzten westlichen Tor sind weitere Faktoren, die zu einer größeren Attraktivität dieses Bereichs für die Weidetiere beigetragen haben können. In der Nähe der Tränkstellen war die Kotstellendichte nicht erhöht.

Die Karte der Kotstellendichte des ersten und dritten Weidegangs im Jahr 2005 spiegelt zunächst die Unterschiede der mittleren Kotstellendichte zwischen den drei Weideteilen wider. Innerhalb des westlichen Weideteils zeigt sich ein ähnliches Muster wie in den Jahren 2003 und 2004. Im Gegensatz zu diesen Jahren treten jedoch auch im oberen Hangbereich hohe Kotstellendichten auf. Auch im mittleren und vor allem im östlichen Weideteil zeigen sich ausgeprägte Kotstellenkonzentrationszonen. Im östlichen Weideteil liegen diese im Bereich einer Verebnung entlang des ansonsten verhältnismäßig steilen Hangabschnitts. Beim mittleren Weideteil stehen die Bereiche hoher Kotstellendichte in gewissem Zusammenhang zur Entfernung zum Tor bzw. zur Tränke.

Auffallend sind in allen Versuchsjahren geringe Kotstellendichten im Bereich der Gehölzgruppen. Der stark zertretene, fast vegetationsfreie Boden in diesen Bereichen lässt darauf schließen, dass es sich um bevorzugte Lagerstellen handelt. Die dort zu erwartende hohe Kotstellendichte konnte jedoch nicht erfasst werden, da aufgrund des starken Tritteinflusses am Ende eines Weideganges einzelne Kotstellen nicht mehr zu identifizieren waren.



**Abb. 1:** Kotstellenverteilung vor und nach Unterteilung der Weidefläche (Berechnungsgrundlage: Kreis mit  $r = 15$  m)

### *Einfluss des Weidemanagements auf die räumliche Heterogenität der Kotstellenverteilung*

Dem zugrundegelegten Modell zufolge hat die Heterogenität der Kotstellenverteilung von 2004 zu 2005 abgenommen (Tab.3.). Wie das zweite, erweiterte Modell jedoch zeigt, ist dies ausschließlich auf die erhöhten Besatzdichten im Jahr 2005 zurückzuführen. Die Unterteilung der Weidefläche als solche hat im betrachteten Fall nicht zur Verringerung der Heterogenität der Kotstellenverteilung beigetragen.

**Tab. 3:** Einfluss des Jahres und der Besatzdichte auf die var ( $e_{ij}$ ) als Maß für die räumliche Heterogenität der Kotstellenverteilung

1. Modell: Nur Jahreseffekt	2. Modell: Jahres- und Besatzdichteneffekt
$\text{var}(e_{ij}) = \sigma^2_{\text{Jahr}}$	$\text{var}(e_{ij}) = \sigma^2_{\text{Jahr}} + \sigma^2 \exp(\beta \cdot \text{Besatzdichte})$
mit: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = \text{jahresspezifische Restvarianz}$	
2004: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,4693$	2004: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,3219$
2005: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,4499$	2005: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,3452$
→ Varianz nimmt von 2004 zu 2005 ab	→ um Besatzdichte bereinigte Varianz nimmt von 2004 zu 2005 zu
	$\beta = -0,03972$
	→ Varianz sinkt mit steigender Besatzdichte

### Schlussfolgerungen

Durch die 2005 erfolgte Unterteilung der Weidefläche konnte das Muster der Kotstellenverteilung deutlich beeinflusst werden. Einer homogeneren Verteilung der Kotstellen zwischen den Teilflächen steht allerdings nur eine relativ geringe Abnahme der Heterogenität auf einer mittleren Maßstabsebene (10 x 10 m-Raster) gegenüber. Eine genauere Analyse zeigt, dass diese Abnahme nicht durch die Verkleinerung der zur Verfügung stehenden Weidefläche an sich, sondern vielmehr durch die damit verbundene Erhöhung der Besatzdichte verursacht wurde.

Die Kotstellenverteilung zeigt eine starke Beeinflussung durch die Hangneigung sowie durch das Lagerverhalten der Tiere, die jedoch nur schwer quantifiziert werden kann. Sollen negative Umweltwirkungen von Weideflächen minimiert werden, ist der Wirkung dieser Einflussfaktoren auf den Nährstoffhaushalt verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.

Der nordwestliche Teil der Weidefläche weist auch nach der Unterteilung eine hohe Kotstellendichte auf. Darüberhinaus zeigen sich auch in der mittleren und der östlichen Teilfläche Bereiche mit stark überdurchschnittlichem Kotstellenaufkommen. Wenn die Weidefläche in den Folgejahren in gleicher Weise unterteilt wird, ist daher, wie von WEST et al. (1989) vermutet, mit der Herausbildung neuer Nährstoffkonzentrationszonen zu rechnen. Angesichts der in der vorliegenden Arbeit aufgewiesenen Schwierigkeit, dieser Entwicklung durch Maßnahmen des Weidemanagements entgegenzuwirken, sollten auch andere Ansätze, wie z. B. teilflächenspezifische Düngung von Weideflächen, in Erwägung gezogen werden.

### Literatur

- WHITEHEAD, D. C. (2000): Nutrient elements in grassland. Soil-Plant-Animal Relationships. Wallingford: CABI Publishing, 369 S.
- WEST, C. P.; MALLARINO, A. P.; WEDIN, W. F.; MARX, D. B. (1989): Spatial variability of soil chemical properties in grazed pastures. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 784-789.

## **Zeitliche Verteilung von Nährstoffen auf beweidetem Grünland: Nährstoffverarmung durch Weidehaltung?**

N. Wrage, N. Sahin, K.-U. Röver, M. Hofmann und J. Isselstein

Abteilung Graslandwissenschaft, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

### **Einleitung**

Extensive Beweidung wird als Mittel gesehen, um die pflanzliche Biodiversität von Grünlandflächen zu erhöhen (ROOK et al., 2004). Die durch Weidetiere bedingte Nährstoffumverteilung ist hier besonders interessant, da sich pflanzliche Biodiversität unter anderem in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Nährstoffen, vor allem Phosphor, entwickelt (JANSSENS et al., 1998; CRITCHLEY et al., 2002).

Wir untersuchen hier die Auswirkung unterschiedlicher Beweidungsintensitäten von Rinderstandweiden auf die zeitliche und räumliche Verteilung von Dung- und Urinstellen in der Weide, um so Aussagen über die Entwicklung der Hauptpflanzennährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) machen zu können.

### **Material und Methoden**

Als Grundlage der Berechnungen dient ein Modellsystem mit zwei Behandlungen: einer mäßig intensiven Beweidung mit 4 Rindern pro Hektar (MC) und einer extensiven Beweidung mit 2 Tieren pro Hektar (LC). Das System mit einer Flächengröße von 1 ha pro Parzelle wird als Standweide genutzt, mit einer Weidesaison von 180 Tagen. Das Modell wurde an einen mehrjährigen Standweideversuch mit wachsenden Ochsen angelehnt, der im Rahmen des EU-Projektes FORBIOBEN am Versuchsgut der Universität Göttingen, Relliehausen (Solling) durchgeführt wurde (SAHIN, 2005).

Die räumliche Verteilung der Exkreme wurde mit einer Poissonverteilung geschätzt, wie in Petersen et al. (1956) beschrieben. Dabei ergibt sich die zu einem Zeitpunkt  $t$  mit  $r$  Kuhfladen oder Harnflecken bedeckte Fläche  $A_b$  aus

$$A_b = (e^{-(N/A)}(N/A)^r)/r!$$

wobei  $N$  die Gesamtzahl der Kuhfladen oder Harnflecken zum Zeitpunkt  $t$  ist (berechnet aus der Anzahl Exkretionen pro Tier und Tag),  $a$  die Fläche pro individueller Exkretion und  $A$  die Gesamtweidefläche. Angaben zur Anzahl Exkretionen pro Tag und deren Fläche wurden der Arbeit von König (2002) entnommen.

Um die Nährstoffverteilung auf den Flächen zu berechnen, wurde eine Nährstoffaufnahme und -abgabe entsprechend Tabelle 1 vorausgesetzt. Aufbauend auf der Exkrementverteilung wurde mit diesen Angaben dann die Nährstoffverteilung berechnet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass Harnstellen normal beweidet werden, während Kotstellen ein Jahr lang gemieden werden (BAO et al., 1998; LONGHURST et al., 2000).

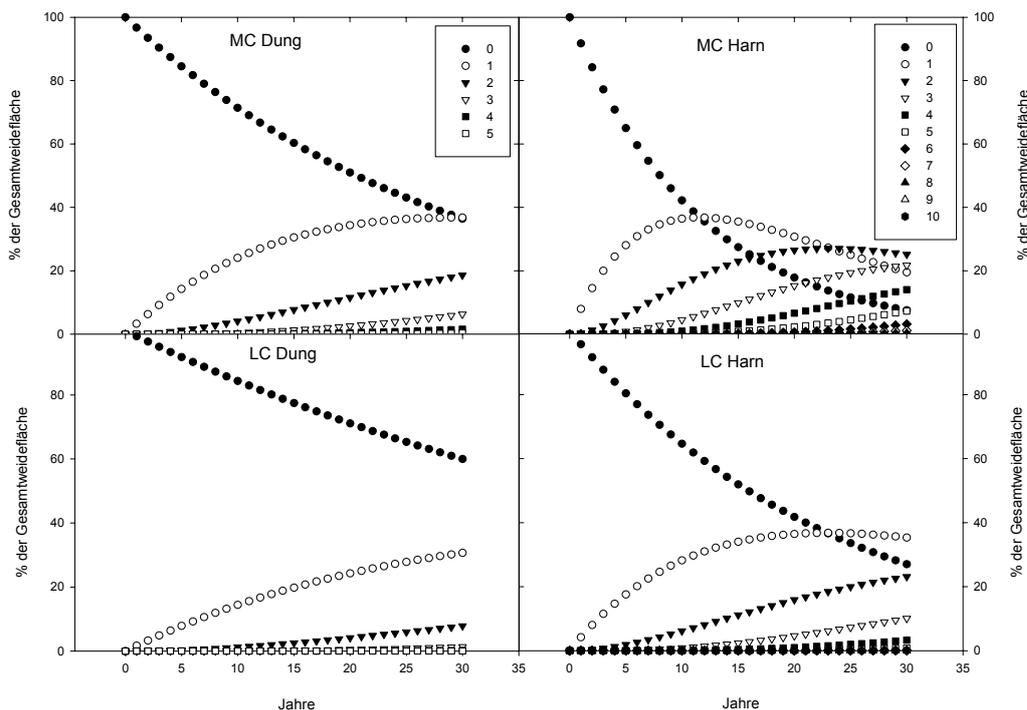
**Tab. 2:** Nährstoffaufnahme und -abgabe pro Tier und Weidetag. Die Flächenangaben sind gezeigt für eine Situation mit 4 oder 2 Tieren pro Hektar. Die Daten basieren auf Literaturwerten (SCHMIDT et al., 1999; KÖNIG, 2002; KOJIMA et al., 2005).

	Aufnahme		Kot		Harn	
	kg Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	% Fläche <sup>a</sup>	kg Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	% Fläche	kg Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	% Fläche
N	0,15	88,2 / 93,8	0,04	3,4 / 1,8	0,09	8,4 / 4,4
P	0,03		0,001		0,024	
K	0,21		0,1		0,05	

<sup>a</sup> Bei der Nährstoffaufnahme ist die reine Weidefläche angegeben, die nicht von Exkrementen bedeckt wird. Für die Modellierung wurde davon ausgegangen, dass auch die Harnflecken mit normaler Frequenz beweidet werden, während die Kotstellen ein Jahr gemieden werden. Die Gesamtweidefläche ergibt sich also aus der Aufnahmefläche und der Fläche der Harnstellen.

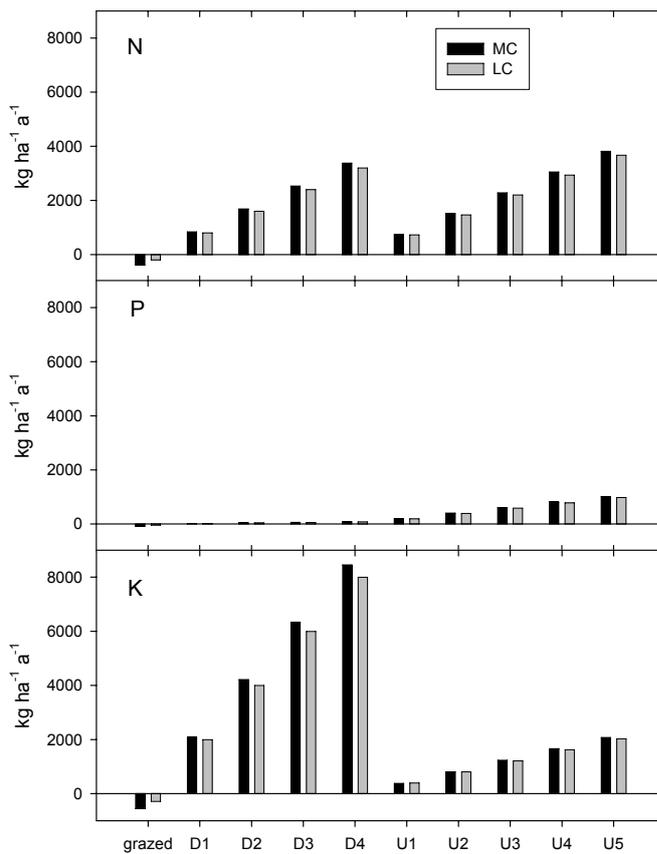
## Ergebnisse

Die Verteilung der Exkremente auf der Fläche ist in **Abb 3** dargestellt. Es wird deutlich, wie viel häufiger auf den mäßig intensiv beweideten MC-Flächen Kot- und insbesondere Harnstellen auf denselben Bereich treffen können.



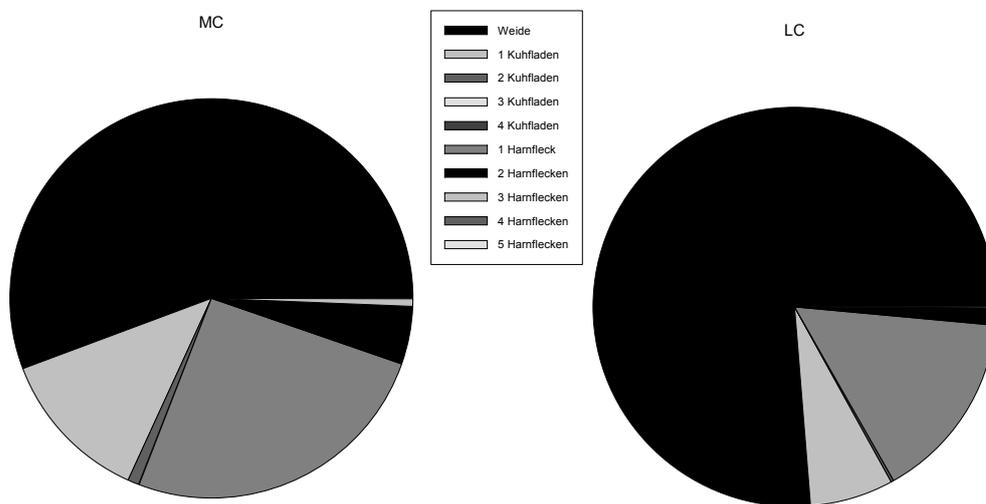
**Abb 3:** Verteilung der Exkremente auf den mäßig intensiv beweideten MC- und den extensiv beweideten LC-Flächen. Die Legende zeigt die Anzahl auf dieselbe Stelle kommende Kot- bzw. Harnflecken.

Abbildung 2 zeigt die Veränderung der Nährstoffmengen innerhalb von 4 Jahren. Bei der Berechnung wurden nur Einflüsse der Tiere berücksichtigt, keine Deposition oder Stickstofffixierung. Auch Nährstoffaufnahme durch Pflanzen und Mikroorganismen, Umsetzungen im Boden sowie Nährstoffverluste wurden nicht berücksichtigt.



**Abb. 4:** Veränderung der Mengen der Nährstoffe N, P und K nach 4 Jahren mäßig intensiver (MC) oder extensiver (LC) Beweidung. Die Angaben beziehen sich auf die von dem jeweils betrachteten Ereignis betroffenen Stellen, also z. B. die reine Weidefläche, die nicht von Exkrementen bedeckt wird. Die x-Achse bezeichnet die reine Weidefläche (ohne Exkremente), sowie Bereiche mit 1 bis 4 Kuhfladen (D1 bis D4) und 1 bis 5 Harnstellen (U1 bis U5).

Für die Interpretation der Daten ist natürlich auch wichtig, welchen Anteil an der Weidefläche die verschiedenen Bereiche ausmachen. Dies ist in Abbildung 3 gezeigt.



**Abb. 4:** Anteil verschiedener Weidebereiche an der Gesamtweidefläche.

**Diskussion**

Die Ergebnisse verdeutlichen das Potential extensiver Weidesysteme für eine Nährstoffverarmung und damit mögliche Erhöhung der pflanzlichen Biodiversität. Alle rein beweideten Teilflächen, die keine Nährstoffe über Exkremente erhielten, zeigten Nährstoffdefizite. Für P ist auch auf Dungstellen nach vier Jahren durch die Tiere nur ein geringer

Nährstoffüberschuss entstanden, der durch Pflanzenaufnahme und Umsetzungen im Boden ausgeglichen werden kann. So ist insbesondere für das für die Biodiversität wichtige P (JANSSENS et al., 1998) ein großes Verarmungspotential durch extensive Beweidung vorhanden. Die mobileren und in größeren Mengen umgesetzten Nährstoffe N und K werden in größeren Mengen aufgenommen, gelangen aber auch in wesentlich größeren Mengen wieder in den Boden. So können hier insbesondere auf den intensiver genutzten Flächen Teilbereiche mit hohen N- und K-Einträgen und so einem hohen Verlustpotential für diese Elemente entstehen.

## Literatur

- BAO, J., P. S. GILLER, and G. STAKELUM (1998): Selective grazing by dairy cows in the presence of dung and the defoliation of tall grass dung patches. *Animal Science* 66: 65-73.
- CRITCHLEY, C. N. R., B. J. CHAMBERS, J. A. FOWBERT, A. BHOGAL, S. C. ROSE, and R. A. SANDERSON (2002): Plant species richness, functional type and soil properties of grass-lands and allied vegetation in English Environmentally Sensitive Areas. *Grass and Forage Science* 57: 82-92.
- JANSSENS, F., A. PEETERS, J. R. B. TALLOWIN, J. P. BAKKER, R. M. BEKKER, F. FILLAT, and M. J. M. OOMES (1998): Relationship between soil chemical factors and grass-land diversity. *Plant and Soil* 202: 69-78.
- KOJIMA, H., S. KUME, K. NONAKA, T. OSHITA, T. KOZAKAI, and H. HIROOKA (2005): Effects of feeding and animal performance on nitrogen, phosphorus and potassium excretion by Holstein cows. *Animal Science Journal* 76: 139-145.
- KÖNIG, H. P (2002): Stickstoffumsatz und Nmin-Anreicherung auf Grünland während des Winters bei ganzjähriger Außenhaltung von Fleischrindern, Georg-August University Göttingen, Göttingen.
- LONGHURST, R. D., M. B. O'CONNOR, K. BREMNER, and L. MATTHEWS (2000): Animal constraints to pasture treated with farm dairy effluent: Preference under grazing and issues of faecal contamination. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 43: 501-507.
- PETERSEN, R. G., H. L. LUCAS, and J. WOODHOUSE, W.W (1956): The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility: I. Excretal distribution. *Agronomy Journal* 48: 440-444.
- ROOK, A. J., B. DUMONT, J. ISSELSTEIN, K. OSORO, M. F. WALLISDEVRIES, G. PARENTE, and J. MILLS (2004): Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures - a review. *Biological Conservation* 119: 137-150.
- SAHIN, N (2005): Vegetationsentwicklung und Weideleistung von Grasland bei extensiver Beweidung mit Ochsen. PhD thesis, Georg-August University, Göttingen.
- SCHMIDT, L., F. WEISSBACH, T. HOPPE, and S. KUHLMANN (1999): Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme auf der Weide. *Landbauforschung Völkenrode* 49: 123-135.



## Innovative Futterpflanzenzüchtung von NPZ – Lembke

### Norddeutsche Pflanzenzucht – Lembke: Tradition und Fortschritt

**Norddeutsche Pflanzenzucht  
Hans-Georg Lembke KG, Hohenlieth – Malchow**

**Ein mittelständisches Familienunternehmen mit  
über 100-jähriger Tradition in der Pflanzenzüchtung.**

- **1897:** Gründung durch Hans Lembke in Malchow, Insel Poel (Wismar)
- **nach 1945:** Enteignung; Weiterführung als „Volkeigenes Saatgut“ – später Institut für Öl- und Eiweißpflanzenzüchtung „Hans Lembke“
- **1946:** Gründung NPZ, seit 1952 Sitz in Hohenlieth
- **1992:** Rückkauf des ehemaligen Lembkeschen Saatgutbetriebes, Malchow
- **Heute:** 150 Mitarbeiter an den Standorten Hohenlieth und Malchow

Gesellschafter der Saaten Union GmbH und der Rapool-Ring GmbH

- Züchtung, Aufbereitung und Vertrieb von:
- Ölfrüchten (Winter- und Sommertraps, Wintererbsen etc.)
  - Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Futtererbsen)
  - Gräsern, Klee (Dt. Weidelgras, Welsches Weidelgras, Rotklee etc.)

#### Zuchtgärten Futterpflanzen bei NPZ-Lembke



#### Deutsches und Welsches Weidelgras

- Neu- und Erhaltungszüchtung von diploiden und tetraploiden Sorten
- Einzelpflanzen-Quartier zur Selektion und Neukombination
- Einzelpflanzen für Resistenztests
- Herstellung von Testsynthetiken in Isolationen
- Vorvermehrungen von neuen Stämmen und Sorten
- Deutsches Weidelgras: Entwicklung von F1-Hybriden auf Basis des MSL-Systems (Männliche Sterilität Lolium)
- Welsches Weidelgras: Entwicklung von passenden sterilen Mutterlinien mit dem MSL-System
- Selektion von resistenten Zuchtmaterial mit künstlichen Tests (z.B. Fusarium, Rost- und bakterielle Welke-Resistenz)

#### Rotklee

- Neuzüchtung diploider und tetraploider Sorten
- Einzelpflanzen zur Selektion
- Klonpflanzen zur Selektion
- Beobachtungspartizellen auf dem mehrjährigen Resistenzprüfstand
- Leistungsprüfungen
- Vorvermehrungen von Neuzuchtstämmen und Sorten



### Zuchtziele



- Grünmasse-/Trockenmasseertrag
- Nachwuchsvermögen
- Ausdauer
- Narbendichte/Trittfestigkeit
- Winterhärte
- Krankheitsresistenz
  - Kronenrost
  - Fusarien (Schneeschnitzpilz)
  - Mehltau
  - Bakterienwelke (*Xanthomonas campestris*)
  - Blattflecken (*Rhynchosporium*, Drechslera)
  - Virose
- Mooreignung
- Nährstoffeffizienz
- Verdaulichkeit/Schmackhaftigkeit
- Samenertrag



### Innovation durch Hybridzüchtung

#### Stickstoffeffizienz bei Hybriden

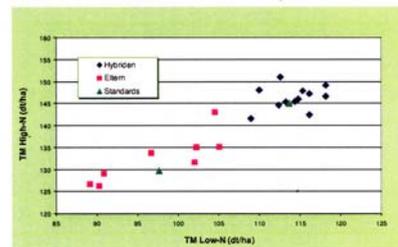


Abb. 1: TM-Erträge bei hoher (High-N) und niedriger N-Düngung (Low-N)  
Mittelwert von 3 Orten 2002 – Quelle: W. Luesink, 2005

- Sehr gute Stickstoffeffizienz
- Nutzung von Heterosiseffekten
- höhere Ertragsleistung
- Verbesserte Toleranz gegenüber Stressbedingungen
- höhere Wertschöpfung

### Moderne Qualitätsanalyse für exakte Ergebnisse und zuverlässige Bewertung

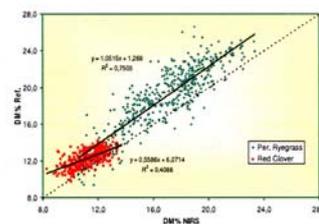
**NIRS-Harvestline – Neue Entwicklung zur Verbesserung der Qualitätsanalyse von Futterpflanzen**



- Entwicklung und Feldversuche von energiebewahrenden Methoden zur Bestimmung von TM und anderen Inhaltsstoffen
- Forschungsprojekt mit der FAL Braunschweig in Kooperation mit der Fa. Haidrup, DSV und NPZ

#### NIRS-Harvestline

#### Bewertung der Kalibration – 1. Schnitt



NPZ · Norddeutsche Pflanzenzucht  
H.-G. Lembke KG, Hohenlieth,  
D-24363 Holtsee, Tel.: ++49 (04351) 73 60  
Fax: ++49 (04351) 73 62 99 info@npz.de



WWW.SAATEN-UNION.DE

Wir lassen Qualität wachsen

LEMBKE®



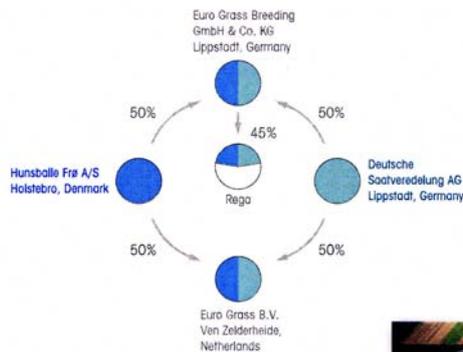
## Ein neuer Name mit bekannten Gesichtern

### Gründung

Die Firma Euro Grass entstand im Jahr 2002, als die niederländische Saatzucht Zelder B.V. von den beiden Unternehmen Deutsche Saatveredelung AG, DE, und Hunsballe Frø A/S, DK, übernommen wurde. Mit der Übernahme konnte die über zehnjährige Zusammenarbeit der drei Firmen intensiviert werden. Zusätzlich ist Euro Grass noch zu 45 % an der französischen Saatzuchtfirma Rega beteiligt.



Hunsballe Frø A/S, DK



Deutsche Saatveredelung AG, DE



Ven Zelderheide, NL

### Verantwortlichkeiten

Euro Grass Breeding GmbH & Co KG ist verantwortlich für Forschung und Entwicklung bei Futter-, Rasengräsern und Kleinleguminosen. Die Firmen DSV, Hunsballe und Euro Grass B.V. NL sind für die Vermarktung in den eigenen Ländern zuständig, während die Tochterfirma Euro Grass B.V. DE das internationale Marketing und den internationalen Vertrieb übernimmt

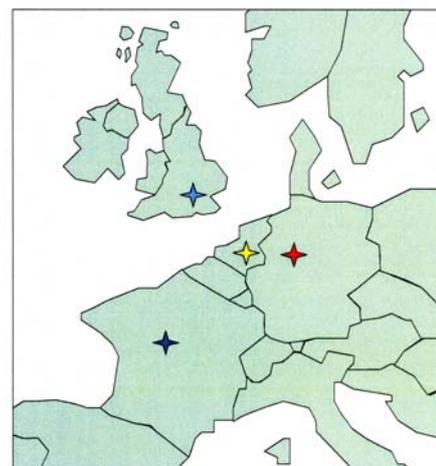
### Züchtung

Euro Grass Breeding züchtet Futter-, Rasengräser und Kleinleguminosen in den Zuchtstationen Ven Zelderheide (NL), Asendorf (DE), Aston le Walls (GB) und Les Rosiers (FR). Zu den Hauptgräserarten zählen die drei Weidelgrasarten sowie Wiesenrispe, Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel, Rotschwingel und Knautgras.



### Euro Grass Zuchtstationen

- ✦ Ven Zelderheide (NL)
- ✦ Asendorf (DE)
- ✦ Aston le Walls (GB)
- ✦ Les Rosiers (FR)





## Innovative Sortenentwicklung

### Beispiel Deutsches Weidelgras LIPRESSO

#### Breite Sorteneignung für Weide, Schnitt, Höhenlage und Biogas

Die Sorte LIPRESSO fiel in den letzten Jahren in den deutschen Mittelgebirgslagen immer wieder durch sehr hohe Erträge bei herausragender Winterhärte und guter Fusariumresistenz auf. Entscheidend für diese Leistungen dürfte die Materialherkunft sein. LIPRESSO geht auf bayerisches Ökotypenmaterial zurück.

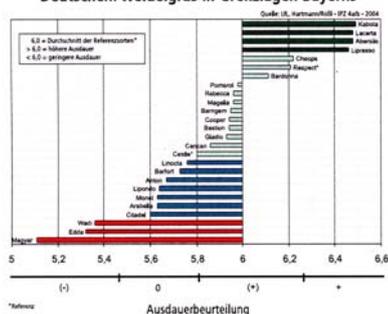
Die DSV (jetzt die EGB) sammelte schon in den zwanziger Jahren systematisch Pflanzen auf wüchsigen Weidestandorten. Diese Ökotypen wurden in den Zuchtlauf integriert, über Jahre geprüft und dann nach mehreren Zyklen der Selektion und Rekombination auf Praxisflächen (sog. ökologischen Streulagen), die über ganz Deutschland verteilt waren, erprobt. In einer dieser Versuchsreihen stach an allen Standorten die spätere Sorte LIPRESSO heraus.

**LIPRESSO - der lange Weg zum Landwirt:  
Ökotypensammlung - Selektion - Rekombination - Wertprüfung - Zulassung 1999 -  
Bundesweite Empfehlung ab 2004!**

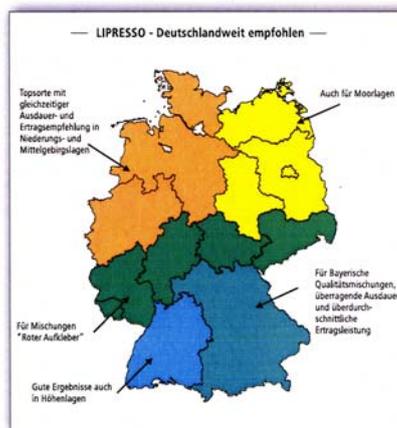
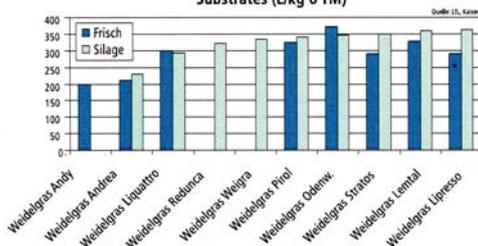


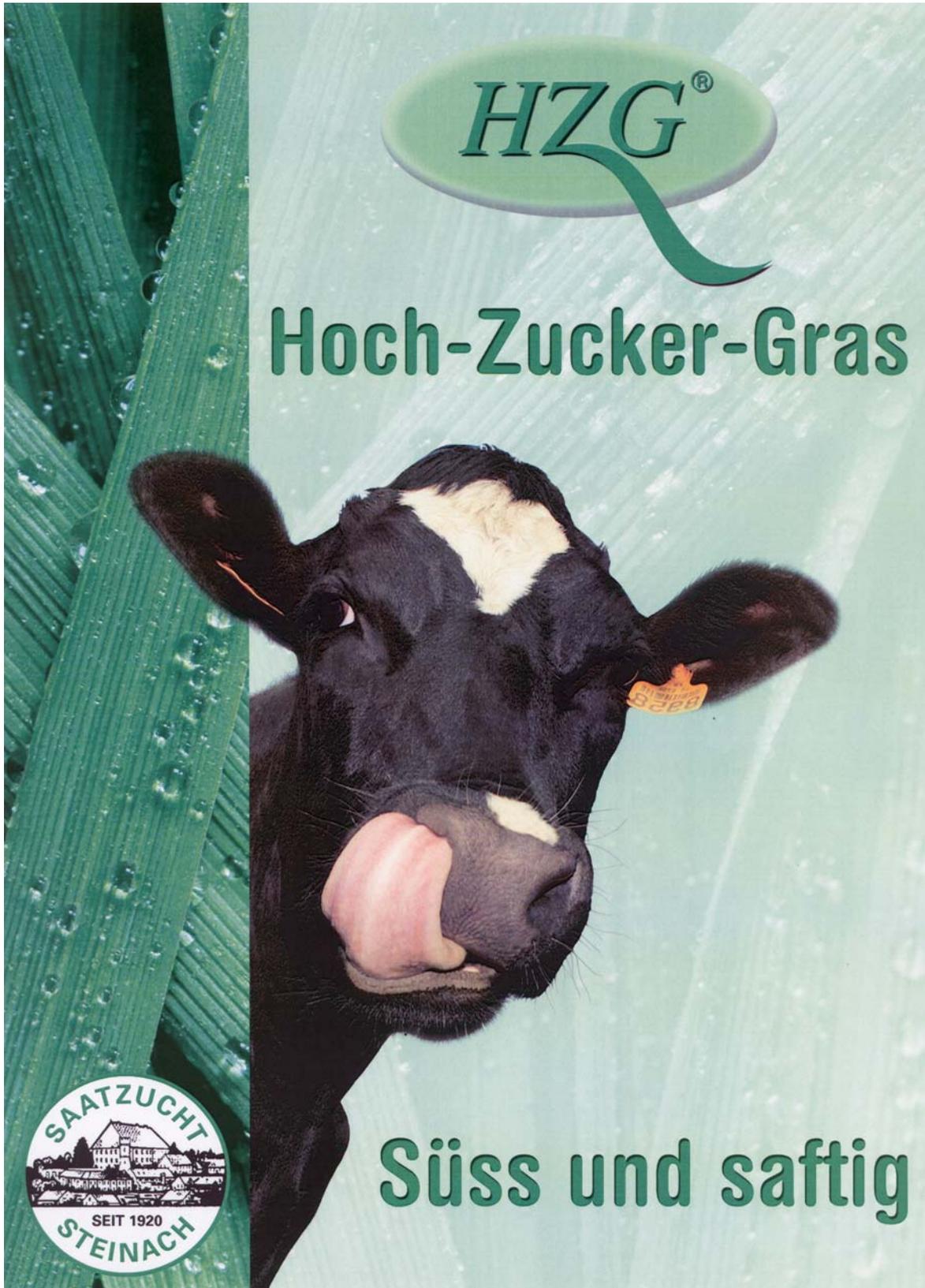
Ausdauer und Narbendichte kombiniert mit einem hohen Ertrag!

Ausdauer ausgewählter Sorten bei Deutschem Weidelgras in Grenzlagen Bayerns



Ergebnisse Gräser: Methanertrag in Abhängigkeit des Substrates (L/kg o TM)





**HZG<sup>®</sup>**

**Hoch-Zucker-Gras**

**Süss und saftig**



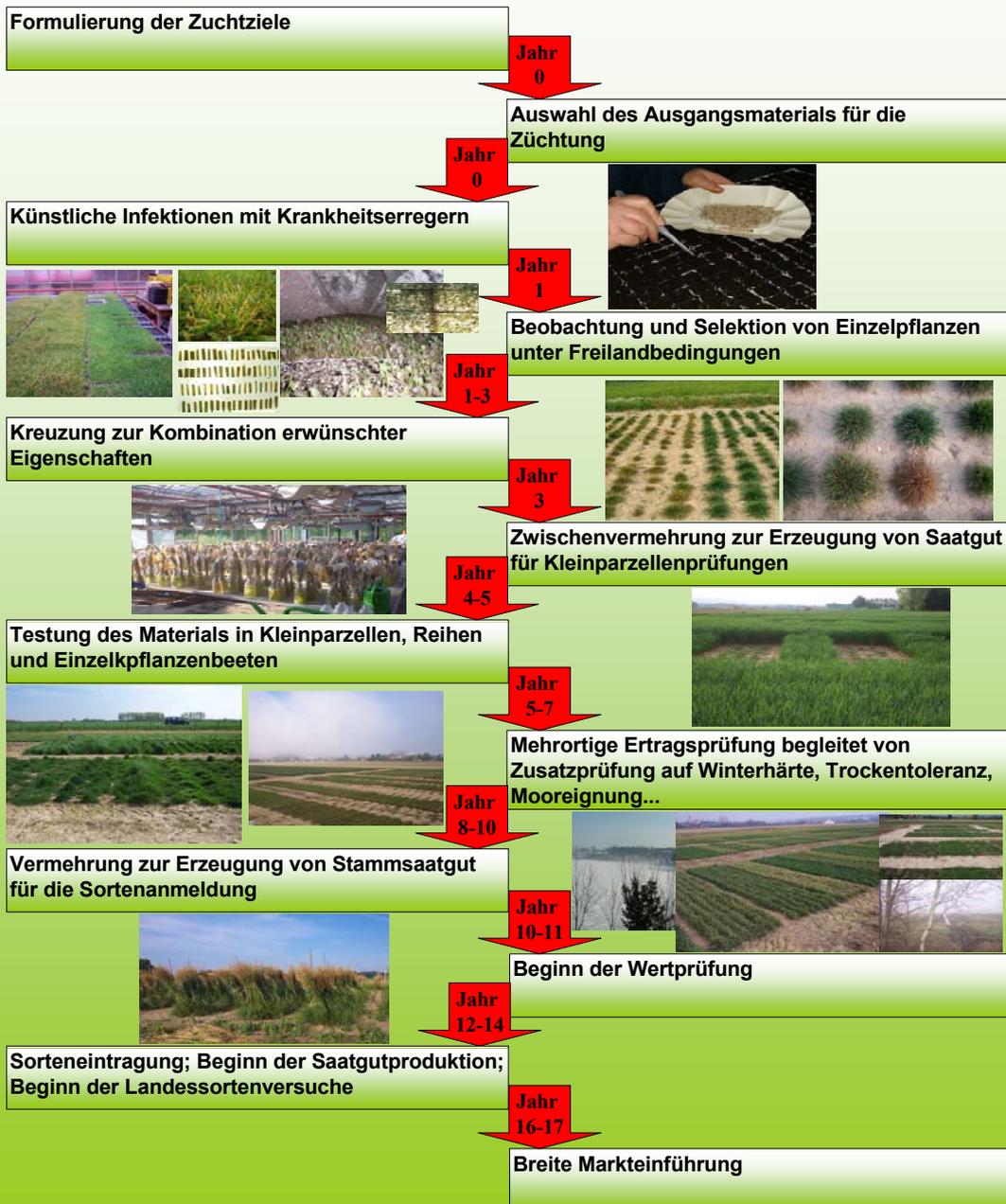
SAATZUCHT  
SEIT 1920  
STEINACH

The advertisement features a close-up of a black and white cow's face on the right, with its tongue sticking out. To the left, there are green corn leaves with water droplets. The background is a light green with a subtle pattern of water droplets. The text 'HZG<sup>®</sup>' is in a green oval at the top, 'Hoch-Zucker-Gras' is in large green letters below it, and 'Süss und saftig' is in large green letters at the bottom right. A circular logo in the bottom left corner contains a building illustration and the text 'SAATZUCHT SEIT 1920 STEINACH'.



# Der lange und kostspielige Weg zu einer Sorte

Ablauf eines Züchtungszyklus am Beispiel einer Futterpflanzensorte



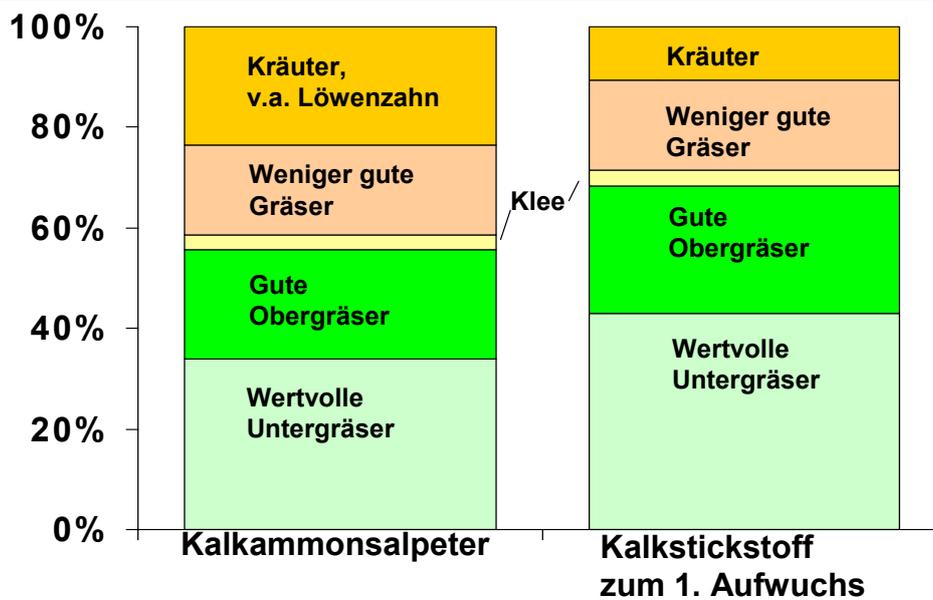
Um die oben dargestellten Aktivitäten zu finanzieren ist ein Züchtungsunternehmen auf Lizenzeinnahmen angewiesen. So beträgt z.B. der Züchterlizenzanteil bei einer Aussaatmenge von 30 kg/ha einer GII-Mischung pro ha ca. 4,75 €.

**Kalkstickstoff drängt Löwenzahn zurück**  
**Die markierte Fläche wurde mit 4 dt/ha Kalkstickstoff**  
**PERLKA gedüngt**

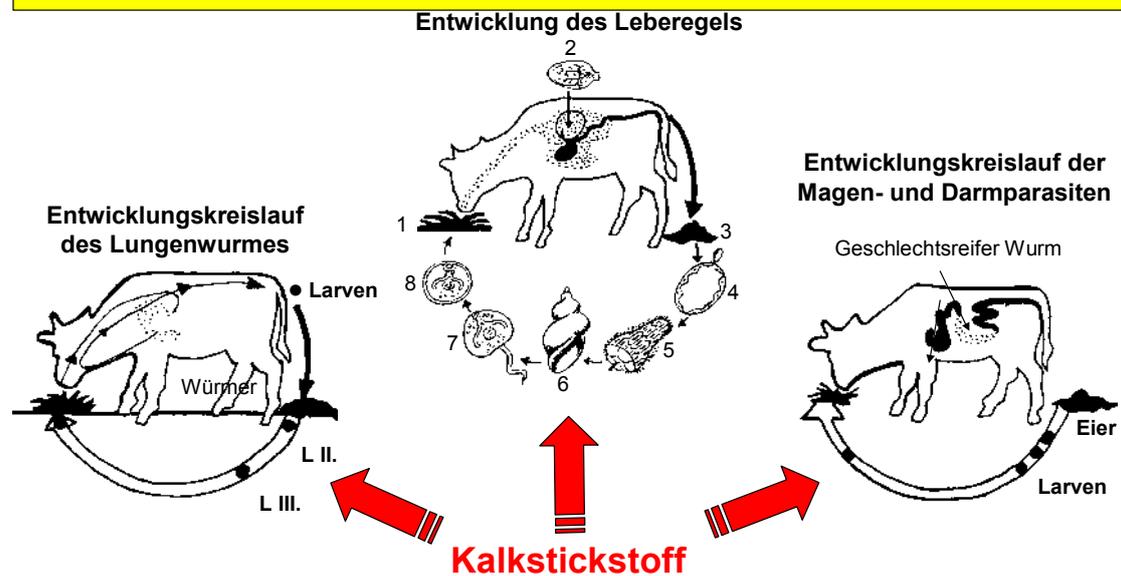


### Kalkstickstoff - Einfluß auf den Grünlandbestand

Bestandsaufnahme nach 6-jährigem Dauerversuch, 4-schnittige Wiese  
 nach Dr. Klöcker, LVA Emmelshausen/Hunsrück, 1993



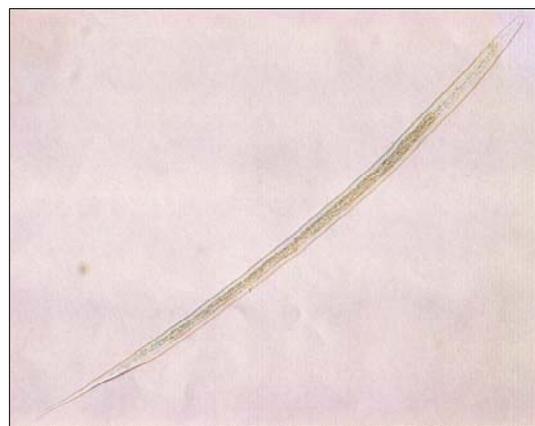
## Bekämpfung von Weideparasiten mit Kalkstickstoff



Weniger Parasiten mit Kalkstickstoff.  
Bekämpfung von Strongylidenlarven.



Lebende Larven



Larve durch Cyanamid abgetötet

# Thomaskali<sup>®</sup>

## Altbewährtes wieder entdeckt!

- Komplette Grünlandernährung ohne Stickstoff
- Innovative PK-Düngung mit Thomaskali für artenreiche, stabile Grünlandbestände



[www.kali-gmbh.com](http://www.kali-gmbh.com)



# Thomaskali®

## 7 Sorten, für jeden die Richtige

Thomaskali	garantierte Bestandteile %					wertvolle Bestandteile*						
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	ca. %		ca. ppm				
	voll auf- geschlossen	hoch- wirksam	basisch wirksam	sofort verfügbar	bedarfs- gerecht	Kieselsäure	Mangan	Kupfer	Zink	Bor	Kobalt	Molybdän
	SiO <sub>2</sub>	Mn	Cu	Zn	B	Co	Mo					
7+21+4MgO+3S	7	21	20	4	3	3 bis 4	0,2 bis 0,3	6 bis 10	110 bis 200	50 bis 80	<2	6 bis 9
10+15+4MgO+3S	10	15	22	4	3							
11+11+5MgO+4S	11	11	23	5	4							
8+15+6MgO+4S	8	15	20	6	4							
10+20+3MgO+3S	10	20	20	3	3							
12+18+3MgO+3S	12	18	20	3	3							
14+8+4MgO+3S	14	8	20	4	3							

\*gilt für alle 7 Thomaskali-Sorten



[www.kali-gmbh.com](http://www.kali-gmbh.com)



## Kontaktadressen zu den Postern

### Sektion Grasland und Futterbau

- 1. Die Schwanzhaare von Rindern zeigen die räumliche und zeitliche Variation der Wasserversorgung der Grasnarbe**  
K. Auerswald, H. Schnyder, M. Schwertl und R. Schäufele  
Prof. Dr. Karl Auerswald, Lehrstuhl für Grünlandlehre, TUM  
Am Hochanger 1, 85350 Freising  
Tel. 08161 / 713965 Email: auerswald@wzw.tum.de
- 2. Feldspektroskopische Messungen zur Bestimmung des Trockenmasseertrags von Leguminosen/Gras-Gemengen**  
S. Biewer, S. Erasmi, T. Fricke, M. Kappas und M. Wachendorf  
Sonja Biewer, Universität Kassel  
Nordbahnhofstr. 19, 37213 Witzenhausen  
Tel. 05542 / 981598 Email: biewer@mail.wiz.uni-kassel.de
- 3. Automatische Detektion und Kartierung von Stumpflättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) mit digitaler Kamertechnik und Bildkonversion**  
S. Gebhardt, und W. Kühbauch  
Steffen Gebhardt, Institut f. Nutzwissenschaften u. Ressourcenschutz Uni Bonn  
Katzenburgweg 5, 53115 Bonn  
Tel. 0228 / 737200 Email: s.gebhardt@uni-bonn.de
- 4. Etablierung und Bestandesentwicklung von Grünlandnarben auf einem Sandstandort in Abhängigkeit von Nutzungsart, Ansaatgemisch und Saatstärke**  
H. Giebelhausen, K. Richter und M. Baumecker  
Dr. Hermann Giebelhausen, Institut für Pflanzenwissenschaften,  
Humboldt-Universität zu Berlin,  
Invalidenstr. 42, 10115 Berlin  
Tel. 030 / 2093 8790 Email: hermann.giebelhausen@agrار.hu-berlin.de
- 5. Eignung verschiedener Ackerfuttermischungen für die Erzeugung von Biogas**  
F. Hertwig, K. Neubert, K. Schmalzer und G. Ebel  
Dr. Katrin Schmalzer, Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Pflanzenbauwissenschaften, AG Grünland und Futterbau  
Invalidenstr. 42, 10115 Berlin  
Tel. 030 / 2093 8367 Email: katrin.schmalzer@agrار.hu-berlin.de
- 6. Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen mit Hilfe ildanalytischer Methoden – erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs**  
M. Himstedt, T. Fricke und M. Wachendorf  
Maike Himstedt, Universität Kassel, FG Grünlandökologie und Futterbau  
Nordbahnhofstr. 1 a, 37216 Witzenhausen  
Tel. 05542 / 981598 Email: himstedt@mail.wiz.uni-kassel.de

**7. Jährliche Schwankungen der Grünlanderträge**

H. Käding und G. Petrich

Dr. Horst Käding, Leibniz – Zentrum für Agrarlandschaftsplanung  
Gutshof 7, 14641 Paulinenaue  
Tel. 033237 / 848 249 Email: [hkaeding@zalf.de](mailto:hkaeding@zalf.de)

**8. Characterization of substrate pools involved in respiratory carbon release of *Lolium perenne***

C. A. Lehmeier, F. A. Lattanzi, M. Wild, R. Schäufele und H. Schnyder

Christoph A. Lehmeier, Lehrstuhl für Grünland, Technische Universität München  
Weihenstephan  
Am Hochanger 1, 85350 Freising  
Tel. 08161 / 714136 Email: [lehmeier@wzw.tum.de](mailto:lehmeier@wzw.tum.de)

**9. Projekt Vollweide bei Winterkalbung**

P. Rauch, S. Steinberger und H. Spiekers

Petra Rauch, Institut für Tierernährung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft  
Prof. Duerrwächter – Platz 3, 85586 Poing-Grub  
Tel. 089 / 9914 1419 Email: [petra.rauch@lfl.bayern.de](mailto:petra.rauch@lfl.bayern.de)

**10. Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen auf Grünlandstandorten**

G. Schalitz und A. Behrendt

Gisbert Schalitz, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.  
Müncheberg, Forschungsstation Paulinenaue  
Gutshof 7, 14641 Paulinenaue  
Tel. 033237 / 849 249 Email: [gschalitz@zalf.de](mailto:gschalitz@zalf.de)

**11. Teilschlagspezifische Düngung auf Grünland**

J. Schellberg und R. Lock

Dr. Jürgen Schellberg, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz; Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn  
Katzenburgweg 5, 53115 Bonn  
Tel. 0228 / 732870 Email: [j.schellberg@uni-bonn.de](mailto:j.schellberg@uni-bonn.de)

**12. Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf Leistungsparameter einer *Leymus chinensis*/*Stipa grandis*-Pflanzengesellschaft in der Inneren Mongolei – Ergebnisse aus der DFG-Forschergruppe MAGIM**

A. Schiborra, M. Gierus, H. Wan, Y. Bai und F. Taube

Anne Schiborra, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Olshausenstr.40, 24098 Kiel  
Tel. 0431 / 880 2138 Email: [aschiborra@email.uni-kiel.de](mailto:aschiborra@email.uni-kiel.de)

**13. Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Präparate auf Rindergülle**

R. Schröpel und G. Henkelmann

Rainer Schröpel, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für „Milchwirtschaft und Grünlandbewirtschaftung“ Kempten/Spitalhof der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Spitalhofstr. 9, 87437 Kempten

Tel. 0831 / 571300 Email: LVFZ-kempten-spitalhof@LfL.bayern.de

**14. Characterisation of substrate pools supplying leaf growth of *Lolium perenne***

M. Wild, F. A. Lattanzi, C. A. Lehmeier, R. Schäufele und H. Schnyder

Melanie Wild, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München Weihenstephan

Am Hochanger 1, 85350 Freising

Tel. 08161 / 714136 Email: mwild@wzw.tum.de

**15. Leistungsfähigkeit von Silomais in Monokultur und in Ackerfutterbaufruchtfolgen**

R. Wulfes, T. Manning und H. Ott

Rainer Wulfes,

Fachschule Kiel, Fachbereich Landbau

Am Kamp 11, 24783 Osterrönfeld

Tel. 04331 / 845 112, Email: rainer.wulfes@fh-kiel.de

**Sektion Futterqualität und Futterkonservierung**
**16. Energiebewertung von Gras- und Kleeaufwüchsen – Vergleich von Schätzformeln zur Ermittlung der Energiekonzentration –**

C. Berendonk

Dr. Clara Berendonk, Fachbereich Grünland und Futterbau des Landwirtschaftszentrums Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrheinwestfalen  
Elsenpass 5, 47533 Kleve  
Tel. 02821 / 996 193 Email: clara.berendonk@lwk.nrw.de

**17. Ein Versuch zur Bekämpfung der Flatterbinse (*Juncus effusus*) unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus**

R. Bockholt, R. Stephan, C. Ehlers und A. Wittchen

Prof. Dr. Renate Bockholt, Professur für Grünland und Futterbau der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock,  
Justus von Liebig-Weg 6, 18059 Rostock  
Tel. 0381 / 498 2102 Email: renae.bockholt@uni-rostock.de

**18. Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneusaaten Teil 1: Trockenmasseertrag und Energiegehalte, Teil 2: Stickstoffeffizienz**

M. Elsässer

Martin Elsässer, Bildungs- u. Wissenszentrum für Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild- und Fischereiforschung Aulendorf  
Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf  
Tel. 07525 / 942 351 Email: martin.elsaesser@lvvg.bwl.de

**19. Untersuchungen zur Keimfähigkeit bei Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) nach Kreuzungen zwischen panmiktischen und apomiktischen Formen \***

C. Hackl

Dr. Berta Killermann, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft  
Am Gereuth 8, 85354 Freising  
Tel. 08161 / 71 3953 Email: berta.killermann@lfl.bayern.de

**20. Tiefgreifende Reform der Sortenprüfungssysteme bei Futterpflanzen in Deutschland**

S. Hartmann

Dr. Stephan Hartmann, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Am Gereuth 4, 85354 Freising  
Tel. 08161 / 71 4305 Email: stephan.hartmann@lfl.bayern.de

**21. Ergebnisse aus ersten Untersuchungen zur toxischen Wirkung von Rostpilzen an Gräsern auf Säugetierzellen**

S. Hartmann, J. Bauer und W. Richter

s. 20

22. **Optimierung des Ausdauerindex bei Deutschem Weidelgras für bayerische Grenzlagen**  
S. Hartmann und B. Haringer  
s. 20
23. **Laboruntersuchungen über den Einfluss des Biogasprozesses auf die Lebensfähigkeit von Ampfersamen in einer einstufigen Versuchsvermenteranlage \***  
U. Gams, F. Kaiser, A. Gronauer, G. Pommer, R. Fuchs, S. Mosch, B. Voit, und B. Killermann  
s. 19
24. **Aktuelle Ertrags und Futterwertdaten von Wiesenschweidel in Rein- und Mischbeständen -Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen –**  
C. Kalzendorf  
Christine Kalzendorf, Fachbereich 3.1.5 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
Mars - la - Tour -Str. 1-13, 26120 Oldenburg  
Tel. 0441 / 801 428 Email : christine.kalzendorf@LWK-niedersachsen.de
25. **Ertrags- und Futterwertmerkmale von Kleegrasmischungen unter Berücksichtigung der N-Düngung und der Mischungszusammensetzung - Ergebnisse zweijähriger Untersuchungen –**  
C. Kalzendorf und C. Berendonk  
s. 24
26. **Einfluss der Witterung auf Ertrag und Futterqualität von Silomais – eine Simulationsstudie**  
S. Kruse, A. Herrmann, A. Kornher und F. Taube  
Dr. Antje Herrmann, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Ohlshausenstr. 4, 24098 Kiel  
Tel. 0431 / 880 7420 Email: aherrmann@email.uni-kiel.de
27. **Schätzung der Gasbildungskinetik von Silomais mittels Nah-Infrarot- Reflexions-Spektroskopie (NIRS)**  
S. Kruse, A. Herrmann, R. Loges und F. Taube  
s. 26
28. **Aerostabilität von „Hochzucker-Gras“-Silagen nach unterschiedlicher Wachstumsdauer**  
H. Laser  
Harald Laser, Institut f. Pflanzenbau und Pflanzen- Züchtung II, Universität Gießen  
Ludwigstraße 23, 35390 Gießen  
Tel. 0641 / 99 375 10 Email: harald.laser@agrar.uni-giessen.de
29. **Potentielle Eignung von ausgewählten mono- und dikotylen Grünlandarten für die Biomasseverbrennung in Hinblick auf die Rückstands- und NO<sub>x</sub>- Problematik**  
H. Laser, V. Königs, W. Opitz v. Boberfeld und P. Theobald  
s. 28

**30. Konservierung kleereicher Futtermischungen im Herbst**

H. Nussbaum

Dr. Hansjörg Nussbaum, Bildungs- u. Wissenszentrum für Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild- und Fischereiforschung Aulendorf  
Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf  
Tel. 07525 / 942 352 Email: hansjoerg.nussbaum@lvvg.bwl.de

**31. Optimierung der Nutzungsintensität von leguminösen- und grasbasierten Grünlandneuansaat Teil 3: Siliereignung und Gärqualität (1.Aufwuchs 2005)**

H. Nussbaum

s. 30

**32. Ein Vorschlag zur Ableitung von Ertrag und Futterwert von Grünlandfutter aus Grüngutwerten und Verlustfaktoren für betriebswirtschaftliche Berechnungen**

K. Rutzmoser und M. Dilger

Dr. Karl Rutzmoser, Institut für Tierernährung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft  
Prof. Duerrwächter – Platz 3, 85586 Poing-Grub  
Tel. 089 / 99141 445 Email: karl.rutzmoser@LfL.bayern.de

**33. Schätzgleichungen zur Energieberechnung bei Versuchen im Grünland und Feldfutterbau**

K. Rutzmoser, S. Hartmann und M. Diepolder

s. 33

**34. Molekulare Ansätze zur Unterstützung der Gräserzüchtung an der LFL**

S. Seefelder und S. Hartmann

Dr. Stefan Seefelder, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft  
Am Gereuth 8, 85354 Freising  
Tel. 08161 / 71 4076 Email: stefan.seefelder@lfl.bayern.de

<b>Natur und Umweltschutz</b>
-------------------------------

**35. Gefährdete Pflanzengesellschaften des Grünlandes von M.-V**

R. Bockholt und P. Foth

s. 17

**36. Dauerversuch zur Wirkung saurer und alkalischer Düngung im Grünland**

M. Diepolder, B. Jakob und S. Raschbacher

Dr. Michael Diepolder, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Vöttinger Straße 38, 85354 Freising

Tel. 08161 / 71 4313 Email: michael.diepolder@lfl.bayern.de

**37. Untersuchungen zur Schwefelbelastung des Sickerwassers unter Dauergrünland**

M. Diepolder, B. Jakob und L. Heigl

s. 36

**38. Methodische Konzepte zur Biodiversitätsbewertung von Grünlandflächen**

L. Dittmann und R. Bockholt

Dr. Lisa Dittmann, Agrar- u. Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

Justus von Liebig-Weg 6, 18055 Rostock

Tel. 0381 / 498 2162 Email: lisa.dittmann@uni-rostock.de

**39. Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen - Ergebnisse aus 11 Jahren**

C. Franke, M. Hofmann und G. Riehl

Dr. Christian Franke, Referat Grünland und Feldfutterbau im Fachbereich Tierische Erzeugung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Christgrün 13, 08543 Pöhl

Tel. 037439 / 742 29 Email: christian.franke@smul.sachsen.de

**40. Landwirtschaft und Wasserschutz: Beiträge der futterbaulichen Forschung zum Management von Wasserschutzgebieten**

M. Kayser, G. Kühling, J. Müller und J. Isselstein

Dr. Manfred Kayser, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Georg-August-Universität Göttingen

Driverstr. 22, 49377 Vechta

Tel. 04441 / 15312 Email: manfred.kayser@agr.uni-goettingen.de

**41. Die Habitat-Heterogenität-Hypothese getestet an einem Sukzessionsgradienten des Grünlands**

S. Kesting und J. Isselstein

Stefan Kesting, Depart. für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen

von-Siebold Str. 8, 37075 Göttingen

Tel. 0551 / 394308 Email: skestin@gwdg.de

42. **Altersstruktur des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland und ihre Beziehungen zu parzellen- und landschaftsbezogenen Raumeigenschaften**  
T. Mattern, B. Reger, R. Waldhardt und A. Otte  
Tim Mattern, Arbeitsgruppe Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig-Universität Giessen  
Ludwigstr. 23, 35390 Giessen  
Tel: 0641/99-37514, E-Mail: tim.mattern@agrar.uni-giessen.de
43. **Extensive Weide als interdisziplinäres Forschungsfeld – Erkenntnisse aus einem fünfjährigen Weideversuch mit Ochsen und Färsen**  
U. Mitsch, S. Schäfer, G. Heckenberger und H. H. Swalve  
Uta Mitsch, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Adam Kuckhoff Str. 35, 06180 Halle/Saale  
Tel. 039390 / 91642 Email: uta.mitsch@web.de
44. **Einfluss der Besatzdichte weidender Fleischrinder auf die potentiellen Gelegeverluste von Wiesenvögeln**  
J. Müller, P. Meissner und M. Kayser  
Dr. Jürgen Müller, Institut für Landnutzung der Universität Rostock,  
Justus von Liebig Weg 6, 18059 Rostock  
Tel. 0381 / 498 2376 Email: juergen.mueller3@uni-rostock.de
45. **Modell zur Abschätzung von Umweltwirkungen und Produktivität der Grobfuttererzeugung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben**  
M. Müller-Lindenlauf und G. Haas  
Maria Müller-Lindenlauf, Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn  
Katzenburgweg 3, 53115 Bonn  
Tel. 0228 / 73 5617 Email: lindenlauf@uni-bonn.de
46. **Revitalisation der ruderalen Bestände in den Nationalparks der Westkarpaten durch die Samen der heimischen Wildpflanzen**  
J. Novák und R. Kostka  
Lehrstuhl für Grünlandökosysteme und Futterbau, Slowakische landwirtschaftliche Universität Nitra, Slowakei
47. **Bedeutung verschiedener Weidebereiche für die Futteraufnahme von Ochsen auf extensiver Standweide**  
K.-U. Röver, C. Röver und J. Isselstein  
Klaus-Ulrich Röver, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Georg-August-Universität Göttingen  
von-Siebold-Straße 8, 37077 Göttingen  
Tel. 0551/394363 Email: kroever@gwdg.de
48. **Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Weidemanagement**  
B. Tonn, P. Weckherlin und U. Thumm  
Bettina Tonn, Institut für Pflanzenbau und Grünland der Universität Hohenheim  
Fruwirthstr.23, 70599 Stuttgart  
Tel. 0711/459-2379 Email: btonn@uni-hohenheim.de

**49. Zeitliche Verteilung von Nährstoffen auf beweidetem Grünland: Nährstoffverarmung durch Weidehaltung?**

N. Wrage, N. Sahin, K.-U. Röver, M. Hofmann und J. Isselstein

Dr. Nicole Wrage, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Department für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen,  
Von-Siebold-Straße 8, 37077 Göttingen  
Tel. 0551/394358 Email: [nwrage@gwdg.de](mailto:nwrage@gwdg.de)

\* Beiträge werden in der Internetfassung des Tagungsbandes nachgeliefert.

---

<b>Innovationen der regionalen Wirtschaft</b>
---

**50. Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans-Georg Lembke KG (NPZ)**

Dr. Bernhard Ingwersen, Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans-Georg Lembke KG  
Hohenlieth, 24363 Holtsee  
Tel.: 04351/736-0, Email: b.ingwersen@npz.de

**51. Deutsche Saatveredelung AG (DSV) / Euro Grass Breeding GmbH & Co. KG**

Frank Trockels Produktmanagement Mais, Gräser, Deutsche Saatveredelung AG  
Weissenburger Straße 5, 59557 Lippstadt  
Tel: 02941/2 96-0, Email: trocken@dsv-saaten.de

**52. Saatzucht Steinach GmbH**

Michael Beimler, Bereich Züchtung der 52. Saatzucht Steinach GmbH  
Wittelsbacher Straße 15, 94377 Steinach  
Tel: 09428/94 19-0, Email: beimler.michael@saatzucht.de

**53. Degussa AG**

Dr. Gerhard Hess  
Im Sellerts 10, 64395 Brensbach/Odw.  
Tel: 0 61 61 / 84 19, Email: gerhard.hess@degussa.com

**54. K+S Kali GmbH**

Dr. Gudwin Rühlicke  
Fliederweg 3, 84100 Oberaichbach  
Tel: 0049 8707 8428, Email: gudwin.ruehlicke@kali-gmbh.com