

***DLG-
Grünlandtagung 2009***

***Intensive
Grünlandnutzung
als Grundlage
erfolgreicher
Milchproduktion***

**Beiträge der DLG-Grünlandtagung 2009 und
aus der internen Sitzung des DLG-Ausschusses
„Grünland und Futterbau“ in Iden**

Bearbeitung:

Dr. Reinhard Roßberg
DLG e. V.
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft
Eschborner Landstraße 122
60489 Frankfurt

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Anforderungen an die landwirtschaftliche Grünlandnutzung in Nordostdeutschland <i>Dr. Bärbel Greiner, LLFG Sachsen-Anhalt</i> <i>Dr. Frank Hertwig, LVL Brandenburg</i> <i>Dr. Jürgen Pickert, MLUV Brandenburg</i> <i>Dr. Heidi Jänicke, LFA Mecklenburg-Vorpommern</i>	5
Hohe Laktations- und Grobfutterleistungen – Fütterungsstrategie und Rationsgestaltung <i>Thomas Engelhard, LLFG Sachsen-Anhalt</i>	15
Optimale Intensität der Grünlandbewirtschaftung und deren wirtschaftliche Ergebnisse <i>Frau Jana Harms, LFA Mecklenburg-Vorpommern</i>	21
Zuckerreiche und hoch verdauliche Gräser für das norddeutsche Grünland <i>Dr. Heidi Jänicke, LFA Mecklenburg-Vorpommern, IFT Dummerstorf</i>	33
Moderne Jungrinderaufzucht - auch für's Jungvieh ist eine intensive Grünlandpflege notwendig <i>Dr. Bernd Losand, LFA Mecklenburg-Vorpommern</i>	43
Bedeutung der Nutzungsform und N-Versorgung für die Leistungsfähigkeit und N-Effizienz von Dauergrünland <i>Prof. Dr. Friedhelm Taube, CAU Kiel</i>	55
Bedeutung von sekundären Inhaltsstoffen für die Proteinqualität von Futterpflanzen <i>PD Dr. Martin Gierus, CAU Kiel</i>	65

Anforderungen an die landwirtschaftliche Grünlandnutzung in Nordostdeutschland

Dr. Bärbel Greiner, LLFG Sachsen-Anhalt, Dezernat Pflanzenbau, Iden,
 Dr. Frank Hertwig, LVL Brandenburg, Referat Ackerbau und Grünland, Paulinenaue,
 Dr. Jürgen Pickert, MLUV Brandenburg, Potsdam,
 Dr. Heidi Jänicke, LFA Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Dummerstorf

Der Grünlandanteil liegt in Nordostdeutschland zwischen 15 % in Sachsen-Anhalt und 20 bis 22 % in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Bei den Grünlandstandorten in Nordostdeutschland handelt es sich überwiegend um absolutes Grünland auf Niedermoorstandorten und in Flussauen (Tabelle 1). Ein generelles Problem der nordostdeutschen Bundesländer besteht in der Diskrepanz zwischen den vorhandenen Grünlandflächen und dem Tierbestand. Inzwischen ist der Tierbestand in einigen Regionen sehr gering, so dass eine flächendeckende Grünlandbewirtschaftung über die Futternutzung in Frage gestellt ist (Tabelle 2). Grünlandflächen befinden sich daher überproportional in Förderprogrammen (Kulturlandschaftspflege und extensive Grünlandnutzung, NATURA 2000, FFH).

Tabelle 1: Anbauflächen und Grünlandanteil 2007 in Nordostdeutschland

	Sachsen-Anhalt		Brandenburg		Mecklenburg-Vorpommern	
	ha	%	ha	%	ha	%
Landwirtschaftliche Nutzfläche	1.169.772	100	1.328.100	100	1.355.800	100
davon Ackerland	997.529	85	1.034.900	78	1.085.500	80
davon Dauergrünland	169.434	15	288.100	22	267.200	20
davon Auengrünland		39		75		
davon Niedermoor		26				
Niedermoor und Anmoor						82

Tabelle 2: Tierbestände und Milchleistungen 2007 in Nordostdeutschland

	Sachsen-Anhalt	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern
Rinder insgesamt	334.826	587.300	544.300
darunter Milchkühe	131.426	165.100	172.200
Milchmenge/Kuh und Jahr in kg	8.603	8.604	8.697

Anforderungen an die Futterqualität

Die Futtermittelaufnahme als wichtigste Voraussetzung für die Verwertung der in den Grünlandaufwüchsen vorhandenen Futterenergie geht mit steigendem Rohfasergehalt zurück. Gleichzeitig sinken die Verdauliche Energie und die Energiedichte des Futters. Grassilagen für hochleistende Milchkühe sollten Rohfasergehalte unterhalb 24 g/kg TM und eine Energiedichte von mindestens 6,3 MJ NEL/kg TM aufweisen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Futterqualität und Nutzungsrichtung nach LOSAND und MARTIN, 2009

Produktionsrichtung	Energiegehalt in Grassilage und Grünfutter MJ NEL/kg TM
Milch, hohe Leistung	> 6,3
Milch, mittlere Leistung	6,0
Jungrinder/ Trockensteher	5,6
Bullen, Weidemast	6,4
Mutterkühe, säugend	6,4

Etablierung und Erhaltung von leistungsstarken Pflanzenbeständen

Diese hohen Qualitätsanforderungen lassen sich nur mit hochwertigen Pflanzenbeständen und einem frühen Schnitftermin erreichen. Später geerntete Grünlandaufwüchse mit Rohfasergehalten bis zu 28 g/kg TM und einer Energiedichte oberhalb 5,8 MJ NEL/kg TM können ebenfalls noch effektiv als Silage und Heu in der Milchkuh-, Jungrinder- und Kälberfütterung eingesetzt werden. Die in der Tabelle 4 zusammengestellten Analyseergebnisse von Silagen von jungen weidelgrasreichen und entzugsgerecht gedüngten Grasnarben wiesen eine Energiedichte von 6,35 MJ NEL/kg TM auf, während mit alten und entzugsgerecht gedüngten Grasnarben diese hohe Qualität nicht erreicht werden konnte.

Tabelle 4: Futterqualität von Silagen in Abhängigkeit von der Narbenzusammensetzung nach HERTWIG, F.; PICKERT, J., 2006

Rohnährstoffe in g/kg TM			Verdaulichkeit %	Energie iv
XP	XF	XA	VQ _{QM}	MJ NEL/kg TM
Junge, gedüngte Grasnarben				
211	242	106	75,7	6,35
Alte, gedüngte Grasnarben				
160	259	86	67,5	5,58

Bei hohen Qualitätsansprüchen an die Grobfutterqualität müssen alle Maßnahmen der Grünlandbewirtschaftung auf die Etablierung und Erhaltung von leistungsfähigen Pflanzenbeständen ausgerichtet sein. Dazu gehören eine am Entzug orientierte Grund- und Stickstoffdüngung, die Durchführung der notwendigen Pflegemaßnahmen (Walzen, Schleppen, Nachmahd) und eine ausreichend hohe am Futterwert orientierte Nutzungshäufigkeit. Durch regelmäßige Nachsaaten ist der Narbenalterung entgegenzuwirken. Ein in Iden durchgeführter Nachsaatversuch zeigt, dass durch eine Nachsaat von Deutschem Weidelgras Quecke und Gemeine Rispse zurückgedrängt werden können und der Weidelgrasanteil durch eine Nachsaat von 20 kg/ha Deutschem Weidelgras im 2. Jahr nach der Nachsaat um 30 % Ertragsanteile erhöht werden kann (Abbildung 1).

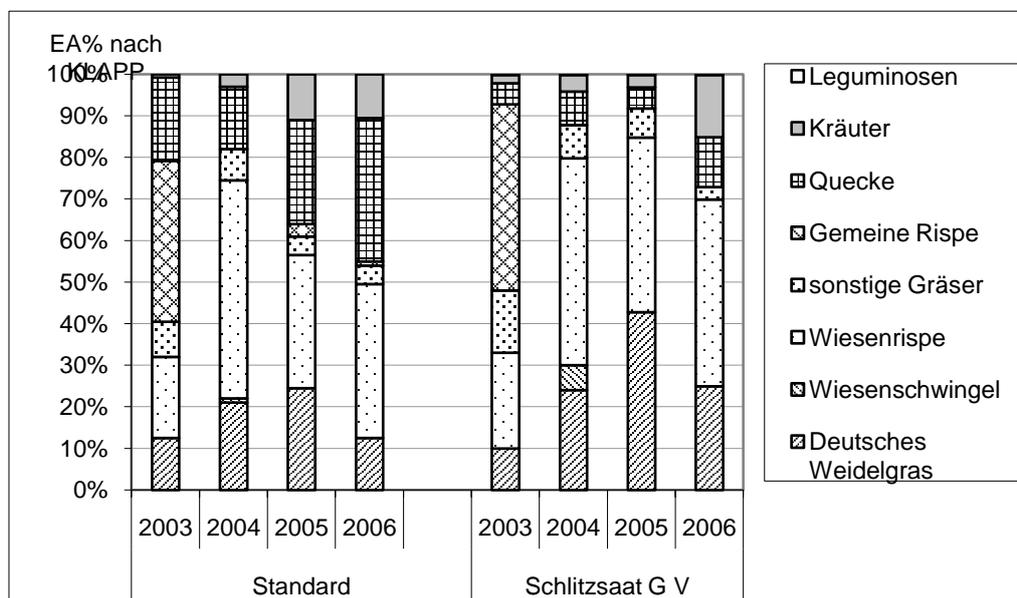


Abbildung 1: Pflanzenbestandszusammensetzung nach einer Sommernachsaat 2003 auf einem Auenstandort in Iden

Neben Deutschem Weidelgras zählen zu den hochwertigen Gräsern Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel und Wiesenschweidel. Wiesenschweidel ist ebenso wie Deutsches Weidelgras wegen seiner Konkurrenzkraft für Nachsaaten geeignet. Wiesenschweidel tolerierte in Ansaatmischungsversuchen in Iden und Paulinenaue Sommertrockenheit gut. Die Niederschlagsmengen liegen in Paulinenaue und Iden im langjährigen Mittel bei 500 bis 520 mm. Im Mai bis August fallen zwischen 210 bis 228 mm mit großen jährlichen Schwankungen. Für nordostdeutsche Grünlandstandorte sind Arten und Sorten geeignet, die besonders bei fehlendem Grundwasseranschluss vorübergehende Trockenheit vertragen und ein gutes Regenratonsvermögen besitzen.

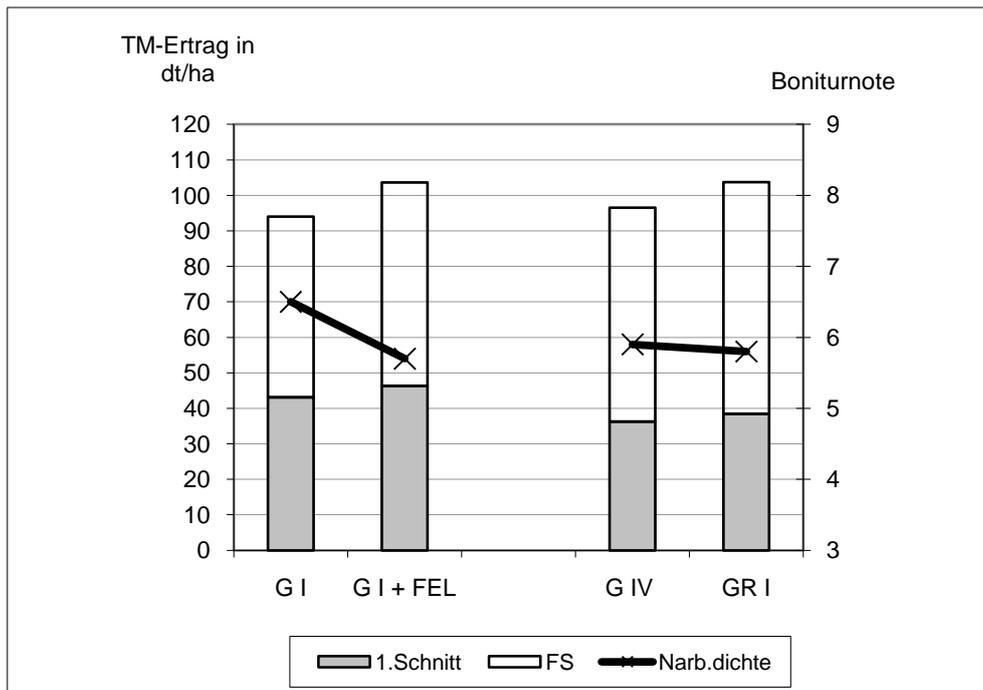


Abbildung 2: Wiesenschweidel in Grünlandmischungen auf einem Auenstandort in Iden, Trockenmasseerträge in dt/ha und Narbendichte im Mittel der Nutzungsjahre 2003 bis 2007, Ansaat 2002

In einem in Iden 2002 angelegten Ansaatmischungsversuch bewirkte der Austausch von Wiesenschwingel durch Wiesenschweidel in der G I – Standardmischung einen deutlichen Mehrertrag ebenso wie der Ersatz von Deutschem Weidelgras durch Wiesenschweidel in der G IV – Standardmischung (Abbildung 2). Wiesenschweidelbetonte Mischungen bilden lockere Narben und sind daher eher für die Schnittnutzung geeignet. Die Narbenzusammensetzung ändert sich allerdings mit der Zeit und erfordert regelmäßige Ansaaten oder Nachsaaten der hochwertigen Arten und Sorten. In den Ansaat- und Nachsaatmischungen sollten Sorten verwendet werden, die ihre Anbaueignung für nordostdeutsche Grünlandstandorte in länderübergreifenden Landessortenversuchen in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt nachgewiesen haben.

Erträge und Futterqualitäten

Langjährige Düngungsversuche zeigen, dass bei standortangepasster Grund- und Stickstoffdüngung Trockenmasseerträge von 100 dt/ha auf Niedermoor und von 80 dt/ha auf Auenstandorten geerntet werden können (Tabelle 5). Die in der Tabelle 6 zusammengestellten Grünlanderträge in den nordostdeutschen Ländern liegen deutlich unter diesem standorttypischen Ertragspotential.

Tabelle 5: Grünlanderträge 1997 bis 2007 in Düngungsversuchen in Paulinenaue auf Niedermoor und in Iden auf Auengrünland mit NPK- Düngung

	Trockenmasseerträge in dt/ha											Mittel 97-07
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
	Paulinenaue											
K-Versuch	107,9	118,1	94,8	105,3	114,2	128,3	107,2	115,6	94,6	116,4	105,5	109,8
P-Versuch	105,1	116,0	92,4	98,3	109,8	127,5	96,2	105,2	90,9	113,1	103,0	105,2
	Iden											
K-Versuch	88,4	61,2	84,1	71,3	79,1	94,7	45,5	77,4	81,7	82,0	145,0	82,8
P-Versuch	91,6	60,5	79,2	64,2	72,4	89,8	38,7	74,2	80,6	83,7	145,3	80,1

Tabelle 6: Grünlanderträge 2001 bis 2007 und 2007 in Nordostdeutschland

	Sachsen-Anhalt	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern
	TM-Ertrag in dt/ha	TM-Ertrag in dt/ha	OS-Ertrag in dt/ha
2001-2007	58,8	55,2	257,5
2007	60,6	56,5	260,2

Eine Ursache kann die großflächige Teilnahme an Förderprogrammen sein, die in Sachsen-Anhalt und Brandenburg Restriktionen bezüglich der Stickstoffdüngung beinhalten. In Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern wurden 2007 ca. 40 % der Grünlandflächen auf der Grundlage von Förderprogrammen mit verminderter Intensität (Extensivierungs- und Naturschutzprogramme, ökologischer Landbau) bewirtschaftet und in Brandenburg waren es ca. 50 % der Grünlandflächen. Ein insgesamt relativ niedriges Düngungsniveau auf dem Grünland verhindert höhere Erträge.

Tabelle 7: Trockenmasseertrag und Futterqualität zum 1. Schnitt bei unterlassener Stickstoffdüngung mit und ohne Spätschnittaufgaben im Mittel der Jahre 1994-2007, Iden

Variante	TM-Ertrag dt/ha	RFa in g/kg TM	RP in g/kg TM	ELOS%
160 kg N/ha	30,2	237	169	69
0 N	16,6	219	141	71
0 N, 1.Schnitt ab1.7.	35,1	298	71	49

Bei einer Bewirtschaftung ohne Stickstoffdüngung und unter Spätschnittauflagen wurden in Parzellenversuchen in Iden zum 1. Schnitt mit praxisüblich bewirtschaftetem Grünland vergleichbar hohe Erträge erreicht. Allerdings lagen die Rohfasergehalte oberhalb 290 g/kg TM und die Verdaulichkeit der organischen Masse unterhalb 50 % (Tabelle 7). Diese überständigen Aufwüchse sind mit Tieren wenn überhaupt nur durch großflächiges selektives Beweiden nutzbar. Ohne Spätschnittauflagen kann bei unterlassener Stickstoffdüngung Grobfutter mit Energiedichten bis zu 5,8 MJ NEL/kg TM erzeugt werden und es kann als Weide- oder Konservatfutter für Mutterkühe, Jungrinder und altemelkende bzw. trockenstehende Kühe eingesetzt werden. In Versuchen in Iden wurde in der Variante ohne Stickstoffdüngung und ohne Spätschnittauflagen mit Rohfasergehalten unterhalb 240 g/kg TM und einer Verdaulichkeit der organischen Masse oberhalb 70 % diese Futterqualität erreicht. Ohne Stickstoffdüngung ist eine Grunddüngung erforderlich, wenn auch auf niedrigerem Niveau als bei einer am Entzug orientierten Stickstoffdüngung. Allerdings wird die Kalium- und Phosphordüngung auf dem Grünland häufig als Einsparpotential angesehen, weil die Auswirkungen einer unterlassenen Kalium- und Phosphordüngung nicht sofort ertragswirksam sind.

Grunddüngung

Ergebnisse aus Versuchen zur Phosphor- und Kaliumdüngung auf einem Niedermoorstandort in Paulinenaue und einem Auenstandort in Iden und zeigen, dass bei einer Drei- bis Vierschnittnutzung von grasbetonten Grünlandbeständen 20 g K/kg TM und 3 g P/kg TM entzogen werden, die ersetzt werden müssen, wenn nicht zu Lasten der Bodenvorräte gewirtschaftet werden soll. Niedermoorstandorte sind natürlicherweise kaliumarm, während Auenstandorte ein hohes Kaliumnachlieferungsvermögen aufweisen.

In den Kaliumdüngungsversuchen in Paulinenaue auf dem Niedermoorstandort führte die Unterlassung der Kaliumdüngung bereits nach kurzer Zeit zu einem starken Ertragsrückgang und zu niedrigen Kaliumgehalten in der Pflanze mit Werten unterhalb 10 g/kg TM, die auf starken Kaliummangel in der Pflanze hinweisen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Gesamttrockenmasseerträge und Entwicklung der Kaliumgehalte in der Pflanze in Abhängigkeit von der Kaliumdüngung in Paulinenaue ohne Stickstoffdüngung

Variante	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	1997-2007
	Gesamttrockenmasseertrag in dt/ha											
0 K	63,8	68,3	42,2	56,7	45,7	40,8	36,2	46,1	33,8	36,3	45,5	46,9
0,7*Entzug	61,9	72,4	52,1	65,9	74,4	68,9	76,7	79,1	57,7	86,0	85,8	71,0
1*Entzug	63,4	67,6	45,0	64,2	74,5	71,2	72,4	82,0	58,8	95,1	90,2	71,3
1,3*Entzug	67,8	71,9	55,8	72,7	70,1	72,8	74,4	82,7	64,8	101,9	92,5	75,2
GD _{15%p}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	16,1	14,7	17,2	14,4	13,4	13,8	13,5	
	Kaliumgehalt in g/kg TM im 1. Aufwuchs											
0 K	20,6	9,1	9,5	8,7	9,3	9,7	7,9	7,7	8,9	8,4	5,7	10,0
0,7*Entzug	25,4	20,4	24,7	24,1	19,7	19,9	20,6	20,8	19,5	18,9	15,3	20,1
1*Entzug	28,9	24,8	28,8	25,5	24,2	20,7	24,8	25,5	22,4	24,0	14,8	22,8
1,3*Entzug	30,3	29,0	27,8	30,2	25,1	23,2	28,0	29,3	29,3	24,8	17,2	25,5
	Kaliumgehalt in g/kg TM, Folgeschnitte											
0 K	16,2	9,5	6,6	7,2	7,6	7,2	8,2	5,8	7,1	7,5	10,8	8,9
0,7*Entzug	16,7	14,7	16,7	15,7	14,3	13,9	12,8	13,3	14,6	13,8	12,3	14,4
1*Entzug	19,4	19,3	21,3	20,5	16,4	19,4	18,3	19,2	20,6	17,8	15,2	18,7
1,3*Entzug	20,9	22,0	24,0	22,4	20,1	22,8	22,7	25,2	24,8	21,8	16,4	22,2

Auf dem Auenstandort Iden mit hohem Kaliumnachlieferungsvermögen waren erst nach 8 Jahren ohne Kaliumdüngung signifikante Mindererträge festzustellen (Tabelle 9). Düngeszuschläge waren nicht ertragswirksam, die hohen Kaliumgehalte dieser Düngungsvariante zeigen Luxuskonsum der Pflanze an. Für grasbetonte Grünlandbestände lassen sich bei Drei- bis Vierschnittnutzung die in der Tabelle 11 zusammengestellten Versorgungsgrade mit Kalium und Phosphor aus den Düngungsversuchen ableiten. Auf dem Niedermoorstandort sind die Grünlandbestände optimal mit Kalium versorgt, wenn die Kaliumgehalte in der Pflanze im 1. Aufwuchs zwischen 19 und 30 g/kg und in den Folgeaufwüchsen zwischen 14 und 22 g/kg TM liegen. Auf dem Auenstandort liegen die Kaliumgehalte für ausreichend mit Kalium versorgte Bestände im 1. Aufwuchs zwischen 26 und 37 g/kg TM und in den Folgeaufwüchsen zwischen 24 und 32 g/kg TM (Tabelle 10). Phosphorgehalte oberhalb 2,8 g/kg TM auf Niedermoor und oberhalb 3,0 g/kg TM auf dem Auenstandort zeigen eine optimale Phosphorversorgung der Pflanze an. Grundsätzlich sollten die Silage- oder Heuproben nicht nur auf Rohnährstoffgehalte sondern auch auf ihre Mineralstoffgehalte untersucht werden und die Ergebnisse sollten neben den Ergebnissen der Bodenuntersuchung stärker für die Bemessung der Phosphor- und Kaliumdüngung genutzt werden.

Tabelle 9: Gesamttrockenmasseerträge und Entwicklung der Kaliumgehalte in der Pflanze bei unterlassener und variiertes Kaliumdüngung in Iden mit Stickstoffdüngung

Variante	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	1997-2007
	Gesamttrockenmasseertrag in dt/ha											
0 K	86,9	57,6	78,2	60,9	66,8	84,0	46,0	71,6	70,5	61,8	127,6	73,8
0,7*Entzug	86,3	61,5	84,1	69,6	76,5	92,1	41,7	75,5	76,6	79,8	140,3	80,4
1*Entzug	87,7	61,2	80,5	70,9	77,8	90,4	45,0	76,6	82,2	81,7	142,8	81,5
1,3*Entzug	91,1	60,8	87,7	73,3	82,9	101,6	49,7	80,2	86,2	84,6	152,0	86,4
GD _{15%p}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	10,2	4,0	14,4	
	Kaliumgehalt in g/kg TM im 1. Aufwuchs											
0 K	30,1	40,7	23,3	28,5	25,0	25,2	19,5	20,2	20,7	16,1	15,3	24,0
0,7*Entzug	33,8	46,1	26,7	34,8	29,4	33,7	24,5	31,6	29,7	23,5	20,7	30,2
1*Entzug	35,7	46,3	28,6	38,2	33,2	34,5	27,7	32,9	30,9	28,0	22,8	32,4
1,3*Entzug	36,2	44,6	28,4	39,6	34,2	35,4	28,6	37,8	32,7	30,0	-	34,2
	Kaliumgehalt in g/kg TM, Folgeschnitte											
0 K	31,1	30,0	25,2	21,8	23,3	25,4	15,5	14,6	16,8	18,0	17,2	21,3
0,7*Entzug	32,9	34,8	27,0	27,8	26,1	28,5	18,1	19,9	23,9	23,1	26,0	26,5
1*Entzug	32,4	35,1	28,4	27,3	28,0	29,5	18,7	22,6	26,1	28,2	29,6	28,4
1,3*Entzug	36,5	35,9	29,9	30,4	30,7	26,8	20,9	24,0	28,5	30,5	32,4	30,2

Tabelle 10: Kalium- und Phosphorversorgung der Pflanze in grasbetonten Beständen auf dem Niedermoorstandort Paulinenaue und dem Auenstandort Iden

Ort	Aufwuchs	K-Gehalte in g/kg TM				P-Gehalte in g/kg TM			
		starker Mangel	Mangel	Optimum	Luxus	starker Mangel	Mangel	Optimum	Luxus
Iden	1. Aufwuchs	<17	17...25	26...37	>37	<2,8	2,8...3,2	3,3...4,5	>4,5
	Folgeaufwüchse	<18	18...23	24...32	>32	<2,5	2,5...3,0	3,1...4,6	>4,6
Paulinenaue	1. Aufwuchs	<10	10...18	19...30	>30	<2,0	2,0...2,7	2,8...3,7	>3,7
	Folgeaufwüchse	<10	10...13	14...22	>22	<2,0	2,0...2,7	2,8...3,5	>3,5

Tabelle 11: Mineralstoffgehalte in der Pflanze (gewichtete Mittel 1997-2007) in Abhängigkeit von der Kaliumdüngung auf dem Niedermoorstandort Paulinenaue und dem Auenstandort Iden

Ort	Aufwuchs	mit K-Düngung					ohne K-Düngung				
		K	Na	Mg	Ca	P	K	Na	Mg	Ca	P
		g/kg TM									
Zielwert Weide		10	1,5	1,5...2,0	4,0...4,5	2,5...3,0	10	1,5	1,5...2,0	4,0...4,5	2,5...3,0
Iden	1. Aufwuchs	33	1,0	1,9	4,7	4,0	25	1,6	2,1	5,1	4,3
	Folgeaufw.	29	1,3	2,5	6,1	3,7	22	2,2	3,1	6,7	4,1
Pauli- nenaue	1. Aufwuchs	23	1,0	1,4	5,9	3,6	9	3,3	2,5	7,8	4,2
	Folgeaufw.	19	1,9	2,4	9,6	4,1	9	3,2	3,4	9,9	4,4

Für die futterbauliche Bewertung spielt das Verhältnis der Mineralstoffe Kalium, Kalzium, Natrium, Magnesium und Phosphor eine Rolle. Der Gehalt an Kalzium, Kalium und Magnesium in der Pflanze hängt neben dem Versorgungsgrad des Bodens, der Pflanzenbestandszusammensetzung und dem Erntezeitpunkt vor allem von der Höhe der Kaliumdüngung ab. Bei einer ausbalanzierten Düngung werden im 1. Aufwuchs Natriumgehalte von 1,0 g/kg TM, Magnesiumgehalte von mindestens 1,4 g/kg TM, Kalziumgehalte oberhalb 4,6 g/kg TM und Phosphorgehalte oberhalb 3,5 g/kg TM erreicht (Tabelle 11).

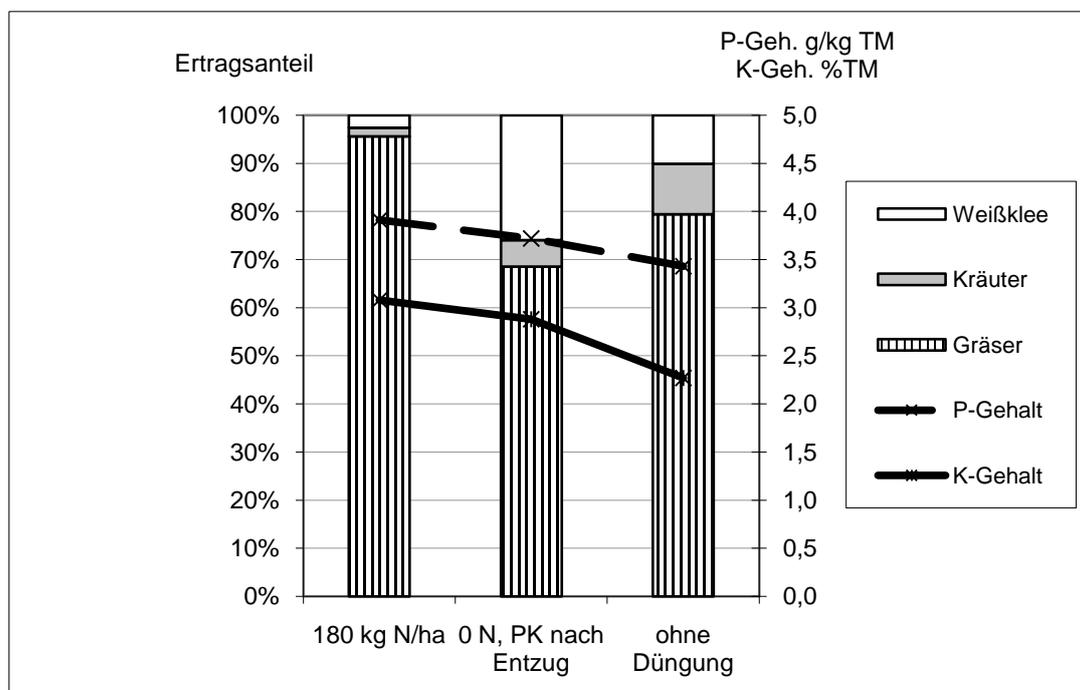


Abbildung 6: Pflanzenbestandszusammensetzung, Phosphor- und Kaliumgehalte im 1. Aufwuchs im Mittel der Jahre 1997 bis 2008 in Abhängigkeit von der Grunddüngung und Stickstoffdüngung, Iden

Damit wird der Mineralstoffbedarf im Futter mit Ausnahme von Natrium gedeckt. In den Folgeaufwüchsen liegen die Natrium-, Magnesium- und Kalziumgehalte noch höher. Sehr hohe Kalziumgehalte oberhalb 7,5 g/kg TM, Natriumgehalte oberhalb 3,0 g/kg TM und Magnesiumgehalte oberhalb 2,4 g/kg TM im 1. Aufwuchs weisen auf Niedermoor auf eine unzureichende Kaliumdüngung hin.

In Grünlandbeständen ohne Stickstoffdüngung trägt die Ausbreitung von Weißklee zur Verbesserung der Futterqualität und Nutzungselastizität bei. Weißklee stellt hohe Ansprüche an die Phosphor- und Kaliumversorgung. Das zeigen Ergebnisse aus einem Stickstoffdüngungsversuch in Iden (Abbildung 6), in dem der Weißklee ohne Stickstoffdüngung und eine am Entzug orientierte Phosphor- und Kaliumdüngung gefördert wurde.

Zusammenfassung

In Nordostdeutschland ist wegen der gesunkenen Tierbestände reichlich Grünland vorhanden. Förderprogramme auf dem Grünland finden breite Akzeptanz und tragen zur flächendeckenden Grünlandnutzung bei. Bei futterbaulicher Grünlandnutzung sind die Anforderungen der verschiedenen Tierarten zu berücksichtigen. Die höchsten Anforderungen an die Futterqualität stellen Milchkühe mit hohen Leistungen. Erreicht werden kann die hohe Futterqualität durch leistungsstarke Pflanzenbestände aus hochwertigen Arten und durch die Einhaltung des optimalen Schnitttermins. Die wertvollen Futtergräser können nur durch regelmäßige Nachsaaten oder Neuansaat im Bestand gehalten werden. Sie erfordern eine standortangepasste Nutzung und Grünlandpflege und eine am Entzug orientierte Stickstoff- und Grunddüngung. Für die Bemessung der Grunddüngung sollten die Mineralstoffgehalte in den Silage- und Heuproben stärker genutzt werden, da sie unter Berücksichtigung des Standortes und des Entwicklungsstadiums zum Schnitt genaue Hinweise auf den Versorgungsgrad der Pflanze liefern. Bei Teilnahme an Förderprogrammen auf dem Grünland ist eine Grunddüngung zur Förderung der Leguminosen im Pflanzenbestand erforderlich.

Hohe Laktations- und Grobfutterleistungen – Fütterungsstrategien und Rationsgestaltung

Thomas Engelhard, LLFG Sachsen-Anhalt,
Andrea Meyer, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Einleitung

Milchkühe sollen mit möglichst viel Grobfutter versorgt werden und hohe Grobfutterleistungen erreichen. Rationen für Kühe mit hohem Milchleistungspotenzial müssen jedoch insbesondere in der ersten Laktationshälfte mit ausreichenden Krafftutteranteilen und entsprechend hohen Energiegehalten ausgestattet sein, um den Futterenergiebedarf solcher Tiere so weit wie möglich decken zu können. Der Krafftutteranteil in der Ration bzw. die Krafftuttermenge je Kuh wird ernährungsphysiologisch durch die Anforderungen an eine ausreichende Strukturwirksamkeit des Futters zur Absicherung der wiederkäuergerechten Fütterung limitiert. Aus futterökonomischer Sicht sollte der Krafftuttereinsatz möglichst gering und der an wirtschaftlichem Grobfutter möglichst hoch gehalten werden, um Kosten für Zukauffuttermittel (z. B. MLF, Getreide, Extraktionsschrote) einzusparen. Diese Forderung stellt sich mit besonderem Nachdruck, wenn die Kosten für solche Zukauffuttermittel hoch und/oder der Milchpreis sehr gering sind. Eine Reduzierung der Krafftutteranteile in der Ration ist aus ernährungsphysiologischer Sicht dann zwingend erforderlich, wenn zu hohe Krafftuttergabe in der Früh- oder Hochleistungsphase zu Verdauungsstörungen der Tiere führen (Pansenazidose). Ebenso notwendig ist die Absenkung des Konzentratfutter- und Energieangebotes, wenn eine zu intensive Versorgung in der Spätlaktation die Kühe verfetten lässt und damit das Risiko von Stoffwechselerkrankungen zum Beginn der nächsten Laktation steigt (Ketose).

Versuchsaufbau

In zwei Einzeltierfütterungsversuchen im Zentrum für Tierhaltung und Technik wurde in einem gemeinsamen Projekt mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen geprüft, wie Milchkühe der Rasse Deutsche Holsteins im ersten und zweiten Laktationsdrittel auf eine deutliche Absenkung des Krafftutteranteils in einer Totalen Mischration (TMR) reagieren. Im Versuch 1 mit 2 x 34 Tieren kamen in beiden verglichenen Rationen/Varianten/Gruppen Glycerin und pansenstabiles Futterfett als Rationsergänzung zum Einsatz. Die Untersuchung erstreckte sich von der Kalbung bis zum 200. Laktationstag. Im Versuch 2 enthielten beide TMR keines dieser energiereichen Zusatzfuttermittel. In beiden Versuchen wurde der Krafftutteranteil in der Trockenmasse (TM) der Ration der Versuchsgruppe um ca. 10 % reduziert, der Grobfutteranteil

dafür im gleichen Umfang erhöht. Bei einer Annahme von 23 kg Trockenmasseaufnahme je Tier und Tag in der Rationsplanung entsprach die Absenkung des Getreideanteils einer Menge von ca. 2 kg Frischmasse je Tier und Tag, die der Extraktionsschrotanteils (hauptsächlich Sojaextraktionsschrot) ca. 0,5 kg. Dafür stieg das tägliche Grobfutterangebot um ca. 1,5 kg TM Grassilage (mit 6,25 MJ NEL/kg TM) und 0,8 kg Maissilage (mit 6,9 MJ NEL/kg TM).

Die Zusammensetzungen und die Gehaltswerte der TMR sind für beide Versuche in der Tabelle 1 beschrieben. Aus den Zahlen wird ersichtlich, dass die errechneten Energiegehalte der Versuchsrationen mit reduziertem Kraftfutteranteil gegenüber den energiereicheren Standardvarianten mit mehr Kraftfutter jeweils um etwa 0,2 MJ NEL je kg TM abnahm. Die Gehalte an Rohfaser zeigten auch für die Standardvarianten mit höherem Kraftfutteranteil Rechenwerte an, die für eine wiederkäuergerechte Ernährung ausreichend sind.

Tabelle 1: Zusammensetzung und ausgewählte Gehaltswerte der Rationen (TMR)

Kraftfutteranteil an der Ration	Versuch 1		Versuch 2	
	höher	reduziert	höher	reduziert
Ration	Standard	Versuch	Standard	Versuch
Anteile an Futtermitteln an der Trockenmasse der TMR (%)				
Grassilage (6,25 MJ NEL je kg TM)	19	26	18	24
Maissilage (6,9 MJ NEL je kg TM)	27	31	30	33
Luzernesilage, Heu und Stroh	10	10	11	11
Getreide (Gerste/Weizen gequetscht)	13	5	19	11
Maisschrot (feucht konserviert)	13	13	8	9
Sojaextraktionsschrot	4	2	8	5
Rapsextraktionsschrot	11	10	5	6
Glycerin + pansenstabiles Fett	2	2	-	-
Mineralfutter	1	1	1	1
Berechnete Gehaltswerte je kg Trockenmasse der TMR				
MJ NEL	7,27	7,08	7,00	6,82
g nXP / g RNB	156 / 0,8	151 / 0,3	160 / 1,2	153 / 0,4
g Rohfaser / strukturwirksam*	152 / 126	171 / 150	155 / 132	177 / 152

*nach HOFFMANN 2006 (Rohfaser aus Grobfutter = strukturwirksame Rohfaser)

Ausgewählte Versuchsergebnisse aus beiden Untersuchungen sind in der Tabelle 2 zusammengefasst dargestellt.

Versuchsergebnisse

In beiden Untersuchungen reduzierten sich die die Trockenmasse- und Energieaufnahmen in den Versuchsgruppen mit der Absenkung des Kraftfutteranteils und der Energiekonzentration gegenüber den Kontrollgruppen signifikant. Die Rohfaseraufnahmen erhöhten sich in den Ver-

suchsgruppen, lagen aber auch in den Kontrollgruppen im Bereich der Zielwerte wiederkäuergerechter Versorgung. Als Folge der schlechteren Versorgungslage an Energie und nutzbarem Rohprotein (nXP) kam es in beiden Untersuchungen in den Versuchsgruppen zu Milchleistungseinbußen. Besonders in der ersten Untersuchung traten bei den Kühen der Versuchsgruppe zusätzlich höhere und länger andauernde Belastungen des Energie- und Fettstoffwechsels in der Früh-laktation auf, die sich in deutlich ungünstigeren Stoffwechselwerten niederschlugen (Ketonkörper im Blut, BHOB = β -Hydroxybutyrat). Ursächlich dafür waren die stärker ausgeprägten negativen Energiebilanzen. Diese waren für die Kühe der Versuchsgruppe trotz geringerer Milchleistungen zu verzeichnen. Die Eiweißgehalte in der Milch dieser Tiere waren ebenfalls geringer.

Im Versuch 2 waren der Rückgang der Trockenmasse- und Energieaufnahmen nach der Krafftterreduzierung weniger stark ausgeprägt als im Versuch 1, die Milchleistungsverluste dagegen aber wesentlich deutlicher. Dies spiegelte sich auch in geringeren Stoffwechselbelastungen in der Versuchsgruppe als in der ersten Untersuchung wider. Die Nachteile gegenüber der Standardvariante bei den untersuchten Stoffwechselwerten im Versuch 2 ab der 5. Laktationswoche waren geringer und nicht signifikant.

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen

	Versuch 1		Versuch 2	
Versuchszeitraum, Laktationstag	1. bis 200.		1. bis 100.	
Krafftteranteil an der Ration	höher	reduziert	höher	reduziert
Ration	Standard	Versuch	Standard	Versuch
Versorgungslage der Kühe (Mittelwert je Versuchstag)				
Trockenmasseaufnahmen, kg	23,7 ^a	22,2 ^b	21,8 ^a	20,7 ^b
Energieaufnahmen, MJ NEL	172 ^a	157 ^b	153 ^a	141 ^b
Rohfaseraufnahmen, g	3600 ^a	3.799 ^b	3.374 ^a	3.556 ^b
Leistungsreaktionen der Kühe (Mittelwert je Versuchstag)				
Milchmenge, kg	41,8 ^a	39,6 ^b	42,7 ^a	37,7 ^b
Milchfettgehalt, %	3,97	4,04	4,05	4,10
Milcheiweißgehalt, %	3,32 ^a	3,19 ^b	3,24	3,27
Gehalte an Ketonkörper im Blut der Kühe (μ mol BHOB /l*, Wert zum Stichtag)				
2. Woche	899 ^a	1.459 ^b	887 ^a	1.304 ^b
5. Woche	997 ^a	1.600 ^b	691	924
8. Woche	600 ^a	956 ^b	665	774

* Physiologischer Zielbereich nach STAUFENBIEL 2008: < 1.000 μ mol/l

^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen, $p < 0,05$

Berechnung von Beispielsrationen

In Anlehnung an die Zusammensetzung der TMR in den dargestellten Versuchen wurden verschiedene Berechnungen ähnlicher Futterrationen mit unterschiedlichen Krafftutteranteilen vorgenommen (Tabelle 3). In den Kalkulationen kamen tabellierte Gehaltswerte (DLG) für die einbezogenen Futtermittel zur Anwendung. Dabei sollten die Auswirkungen unterschiedlicher Grobfutterqualitäten bei verschiedenen Krafftutteranteilen (Versorgungsintensitäten, Fütterungsstrategien) auf die Versorgungslage und die Leistung von Milchkühen sowie auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion berechnet werden. Die zu erwartenden Futter- und Grobfutterraufnahmen für die unterschiedlichen TMR ergaben sich aus der Verwendung entsprechender Schätzformeln im Rationsberechnungsprogramm (GRUBER 1994 und 2004). Die Milcherzeugungswerte resultieren aus den verwendeten Bedarfsnormen für die Erhaltung und die Milchbildung (GfE, DLG). Für die spätere Kosten-Erlös-Rechnung erfolgten Annahmen aktueller Marktpreise für Handelsfuttermittel (Juni 2009) und standardisierter Produktionskosten für Grobfutter auf günstigem Niveau. Auf der Erlösseite wurden sowohl ein sehr geringer Milchpreis (= aktuelle Situation, ca. 22 Cent/kg Milch) als auch ein höheres Preisniveau (aktuelle Situation + 10 Cent/kg Milch) unterstellt.

Die unterschiedlichen Milcherzeugungswerte für die kalkulierten Rationen mit höheren oder reduzierten Krafftutteranteilen und Energiegehalten entsprechen bei Annahme guter und mittlerer Grobfutterqualitäten den vorher dargestellten Versuchsergebnissen. Insbesondere zu den Resultaten des Versuchs 2 bestehen hohe Übereinstimmungen. Die angewendeten Schätzformeln und Bedarfsnormen fanden darin Bestätigung. Mit der Reduzierung des Krafftutteranteils ergaben sich in Übereinstimmung mit den experimentell ermittelten Werten geringere Futteraufnahmen und Milchleistungen.

Die ökonomische Bewertung zeigt als Folge der Krafftutterreduzierung höhere Milchgeldeinbußen als Futterkosteneinsparungen. Dies ist auch bei einem niedrigen Milchpreis der Fall und entspricht der realen Situation im Versuchsbetrieb in den vorher dargestellten Untersuchungen. Bei einem höheren angenommenen Milchpreis würden sich wirtschaftliche Verluste weiter erhöhen.

Die Berechnung zeigt weiterhin, dass auch bei der Fütterung mit höheren Krafftutteranteilen in der Ration eine hohe Grobfutterqualität von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Milchkuhfütterung und für wirtschaftlichen Erfolg ist. Mit schlechteren Grobfutterqualitäten nehmen die Trockenmasseaufnahme, die Milch- und Grobfutterleistung sowie der Gewinn ab.

Bei Fütterungsvarianten mit weniger Krafftutter wirken sich Mängel in der Grobfutterqualität dramatischer aus.

Tabelle 3: Beispielsrechnungen für Rationen mit unterschiedlichem Krafftutteranteil bei differenzierten Grobfutterqualitäten

Futtermittel	Anteile Futtermittel (%) i. d. TM der Ration					
	Grassilage (35 % TM, 3,8 €/dt FM) gut (6,5 MJ NEL, 230 g XF/kg TM) mittel (6,1 MJ NEL, 260 g XF je kg TM) überständig (5,6 MJ NEL, 300 g XF/kg TM)	23	31	23	31	23
Maissilage (35 % TM, 3,1 €/dt FM) gut (6,6 MJ, 185 g XF/kg TM) mittel (6,4 MJ NEL, 210 g XF/kg TM)	32	35	32	35	32	35
Getreideschrot (11,0 €/dt FM)	17	10	17	10	17	10
Sojaextraktionsschrot (33,0 €/dt FM)	9	5	9	9	9	5
Körnermais, Rapsschrot, Stroh (13,0 €, 20,0 €, 6,0 €/dt FM)	7 + 11 + 1					
	Gehaltswerte je kg TM der Ration					
MJ NEL	7,20	6,98	7,10	6,84	6,91	6,62
g Rohfaser aus Grobfutter	115	140	122	152	156	190
Anteil Grobfutter, %	55	67	55	67	55	67
	je Tier und Tag					
kg Trockenmasseaufnahme*	23,5	22,4	23,0	21,4	22,5	20,4
kg Milch (4 % Fett, 3,4 % Eiweiß)**	40,0	36,2	38,3	33,1	35,9	29,7
kg Milch aus Grobfutter	14,0	18,2	13,1	16,4	11,4	13,6
€ Futterkosten	3,38	2,95	3,31	2,82	3,24	2,69
€ Milchgeld bei 22 Cent/kg Milch bei 32 Cent/kg Milch	8,80 12,8 0	7,96 11,5 8	8,43 12,2 6	7,28 10,5 9	7,90 11,4 9	6,53 9,50
€ Milchgeldüberschuss über Futterkosten bei 22 Cent/kg Milch bei 32 Cent/kg Milch	5,42 9,42	5,01 8,63	5,12 8,95	4,46 7,77	4,66 8,25	3,84 6,81
€ Gewinnveränderung bei 22 Cent/kg Milch bei 32 Cent/kg Milch		- 0,41 -		- 0,66 -		- 0,82 -
		0,79		1,18		1,44

* TM-Aufnahme u. Grobfutteraufnahme geschätzt nach GRUBER et al 1990 u. 2004

** Milcherzeugungswert aus MJ NEL

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In zwei Fütterungsversuchen mit leistungsstarken Milchkühen wurde festgestellt, dass die Reduzierung des Krafftutteranteils in den Rationen (TMR) zur Verschlechterung der Versorgungslage, der Leistung und der Stoffwechselgesundheit sowie des wirtschaftlichen Ergebnisses führte. Die Standardration der Kontrollvariante wies bei hohem Energiegehalt eine ausreichende Strukturwirksamkeit aus. Die Versuchsergebnisse stimmten mit Berechnungen anhand von Tabellenwerten, Schätzformeln, Bedarfsnormen sowie angenommener ökonomischer Rahmenbedingungen überein.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen und aus den Berechnungen lässt sich ableiten, dass Rationen für Kühe mit hohem Milchleistungspotenzial in der ersten Laktationshälfte einen ausreichenden Krafftutteranteil für die Deckung des sehr hohen Energie- und Nährstoffbedarfs enthalten müssen. Mit zunehmender Grobfutterqualität ist eine stärkere Reduzierung des Krafftutteranteils möglich, mit schlechter werdender Qualität ist eine Verringerung des Anteils dagegen noch stärker eingeschränkt. Bessere Grobfutterqualitäten lassen eher Krafftuttereinsparungen zu und ermöglichen eine Steigerung der Grobfutterleistung.

Auch bei Fütterung von Rationen mit höherem Krafftutteranteil stellt sich demnach die Forderung nach höchsten Grobfutterqualitäten. Bei Rationen mit weniger Krafftutter nimmt diese Forderung an Bedeutung weiter zu. In den mittleren und späteren Laktationsabschnitten muss der Konzentratfutteranteil der Ration und somit die Energie- und Nährstoffversorgung unbedingt bedarfsorientiert an die nachlassende Leistungsbereitschaft der Tiere angepasst werden. Mit besseren Grobfutterqualitäten sind entsprechende Rationsumstellungen und Krafftuttereinsparungen früher und in größeren Umfängen möglich.

Mit geringeren Krafftutteranteilen in der Ration lassen sich auch in der Hochleistungsphase zu meist höhere Grobfutterleistungen je Kuh und Tag erreichen als bei intensiverer Versorgung. Die Ausschöpfung des Milchleistungspotenzials und das wirtschaftliche Ergebnis werden dadurch aber eher beeinträchtigt. Innerhalb einer gewählten Versorgungsintensität ist die höchste Grobfutterleistung durch die Erzeugung von Grobfutter bester Qualität anzustreben. Im Verlauf der Laktation bildet eine an den Bedarf angepasste konsequente Leistungsfütterung die Basis für die höchstmöglichen Grobfutterleistungen.

Optimale Intensität der Grünlandbewirtschaftung und deren wirtschaftliche Ergebnisse in Milchvieh haltenden Betrieben

Jana Harms – Landesforschungsanstalt M-V, Institut für Betriebswirtschaft

Aktuelle Situation in Mecklenburg-Vorpommern

In MV beträgt der Grünlandanteil rund 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Rund 77 % des 269 t ha umfassenden Grünlandes sind Niedermoorflächen mit weniger als 650 mm Niederschlag und gehört damit zu den **benachteiligten** Produktionsgebieten.

Trotzdem erreichten die Milchviehhalter in 2008 mit 8.749 kg Milch je Kuh und Jahr ein **hohes Milchleistungsniveau**. Die Grundlage dafür waren ständige Verbesserungen in Haltung, Fütterungstechnik, Züchtung und vor allem durch den Einsatz der Totalen Mischration, die durch eine **Silomais- und Krafftutter betonte Rationsgestaltung** gekennzeichnet ist. Diese Fütterung hatte zur Folge, dass das Grünland nicht mehr im gesamten Umfang intensiv genutzt wurde, da Futter vom **Grünland** nur noch als „**Gesundheitsfutter**“ in den Hochleistungsrationen angeboten wurde.

In Abhängigkeit von der Nutzungsform und der Bewirtschaftungsintensität stagnierten die **Erträge** (2001-07: 264 dt OS/ha bei Mähweiden), die Grundnährstoffversorgung des Bodens und letztendlich des Pflanzenbestandes wurden mangelhaft (Phosphor: 69 % der Bodenproben in den Gehaltsklassen A und B, Kalium: 77 % der Bodenproben in A und B, Agrarbericht 2008). Daraus resultierten Grassilagen die in ihren qualitativen Eigenschaften nicht mit dem Leistungsfortschritt der Kühe mithalten konnten (2008: 1 Schnitt 6,2 MJ NEL, Folgeschnitte 5,6 MJ NEL, LUFA Rostock, 2009).

Problemdiskussion

Hohe Tierleistungen erfordern Energiekonzentrationen von 7,0 bis 7,2 MJ NEL je kg TM in der Gesamtration, welches wiederum **Energiedichten** von mehr als 6,4 MJ NEL des Futters vom Grünland vorlangt. Voraussetzung höherer Grundfutterqualitäten ist eine intensivere Nutzung mit mindestens drei Nutzungen zum optimalen Schnitzeitpunkt, einer dem Ertrag und dem vorhandenen Pflanzenbestand angepassten Nährstoffversorgung und Bestandsverbesserungsmaßnahmen durch Nach- und Neuansaat. Höhere **Nutzungsintensitäten** ziehen aber steigende **Masseerträge** nach sich, die bezogen auf die aktuelle Rationsgestaltung von vielen Landwirten nicht gewünscht sind, da die Ausfütterung sehr hoher Leistungen mit hohem **Grundfutteranteil**, insbesondere hohem Grasanteil, wenig Erfolg versprechend war. Gleichzeitig werden aber nicht nur Silagen mit hohen Energie- und Proteingehalten benötigt, sondern

auch diejenigen, die eine optimale Fütterung der Trockensteher und tragenden Jungrinder gewährleisten.

Die **flächendeckende Nutzung** des Grünlandes kann mit dem vorhandenen Tierbestand nicht sichergestellt werden. Extensivere Bewirtschaftungsverfahren (Zweischnittnutzung) werden bevorzugt, um die Flächen „offen“ zu halten, die aber zu qualitativ schlechter werdenden Futterbeständen führen. Um das Grünland in „einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ zu erhalten, wurden in der Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung Maßnahmen für die **Mindestpflege** festgelegt, die auch in der Kombination mit intensiv geführten Flächen als mögliche Alternative zu sehen sind.

Spätestens mit Vermarktungsbeginn der Ernte 2007 sahen sich Betriebsleiter steigenden **Opportunitätskosten** des Silomaisanbaus gegenüber, die in diesem Zeitraum einen Wert von rund 750 € je ha in günstigen Ertragslagen erreichten. Mit steigenden Opportunitätskosten rückt das Grünland und dessen Bewirtschaftungsintensität wieder mehr in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

Fragestellung

Unter Beachtung aller genannten Kriterien stellt sich die Frage, wie sich differenzierte Intensitäten (Anzahl der Nutzungen, Siliermitteleinsatz, Düngungsniveau, Bestandsverbesserungsmaßnahmen) mit den festgelegten Verfahrenskombinationen (Silage-, Heuproduktion, Weide, Pflege) auf die Wirtschaftlichkeit des landwirtschaftlichen Unternehmens mit Hauptproduktionsrichtung Milch auswirken. Zur Beantwortung der Frage wurden Modellbetriebe (Abbildung 1) mit folgenden variablen Einflussfaktoren formuliert:

- ✓ Bonität des Ackerstandortes (Einfluss Silomaisertrag)
- ✓ Milchleistungen
- ✓ Preisniveau
- ✓ Verfahrenskombinationen.

Methodik

Der Modellbetrieb ist in den Betriebszweigen Milch-, Jungrinder-, Grundfutter- und Marktfruchtbau in Form der **erweiterten Teilkostenrechnung** dargestellt.

Fixe Positionen, wie Abschreibung, Zinsen, Beratungs- und Buchführungskosten, Betriebsprämien und Pacht bleiben unberücksichtigt, da sie sich in diesen Betrachtungen nicht verändern.

Modellaufbau

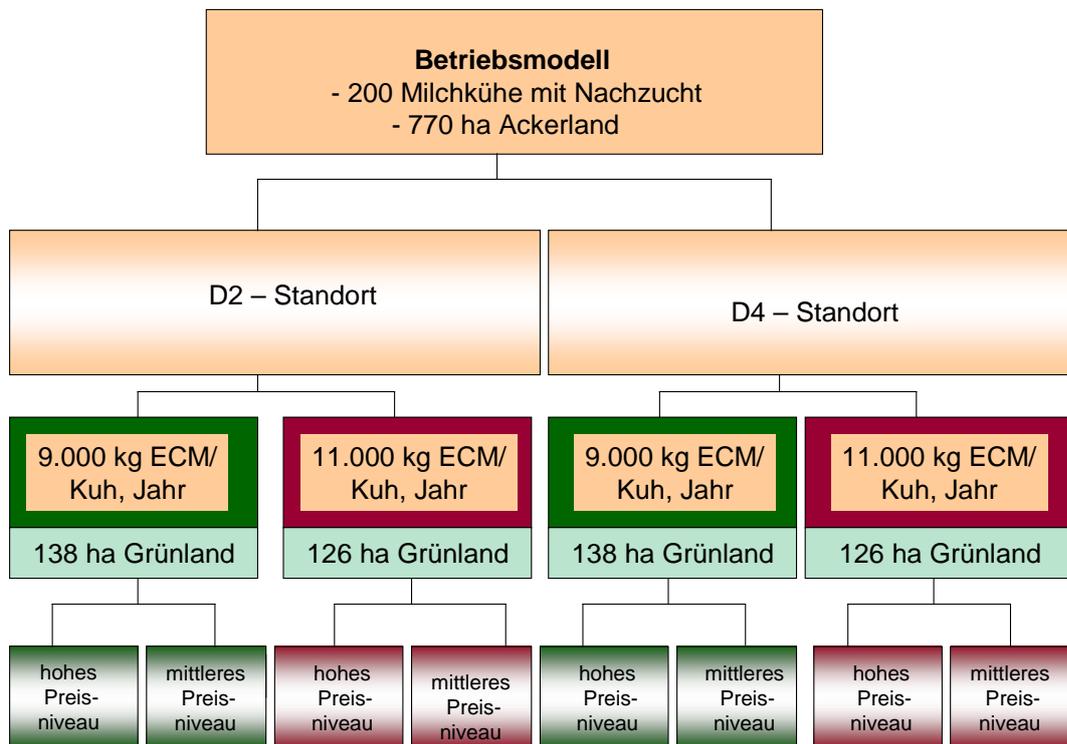


Abbildung 1: Übersicht der Betriebsmodelle

Die wirtschaftlichen Ergebnisse differenzierter Betriebsmodelle werden über die landwirtschaftliche Nutzfläche als ergebnisorientierte Kennzahl in € je ha LF dargestellt.

Der ökonomische Vergleich soll den **Einfluss** der Variationen **Milchleistung- Ackerbaustandort- Preisniveaus-Grünlandlandintensitäten** auf das Betriebsergebnis zeigen.

Die Verfahrenskombinationen

Die Kombination der einzelnen Grünlandverfahren ergab sich aus der theoretischen Festlegung des Rationstyps. Mit der Ausrichtung auf eine Silomais betonte Ration bei gleichzeitiger intensiver Nutzung des Grünlandes muss eine Handlungsalternative für das nicht verwertbare Grünland vorliegen. In den Modellrechnungen sollte geprüft werden, ob die „Pflege“ in Kombination mit der Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung zu einer Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses führt. (Abbildung 2). Mit Grünlandfutter betonten Rationen ist zu erwarten, dass Silomaisfläche reduziert werden kann, die dann zu niedrigeren Nutzungskosten führen. In den Modellbetrieben mit der Ausrichtung auf diesen Rationstyp war zu prüfen, welchen Einfluss das Preisniveau hat und ob der Mehraufwand der Grünlandintensivierung durch niedrigere Nutzungskosten ausgeglichen werden kann.

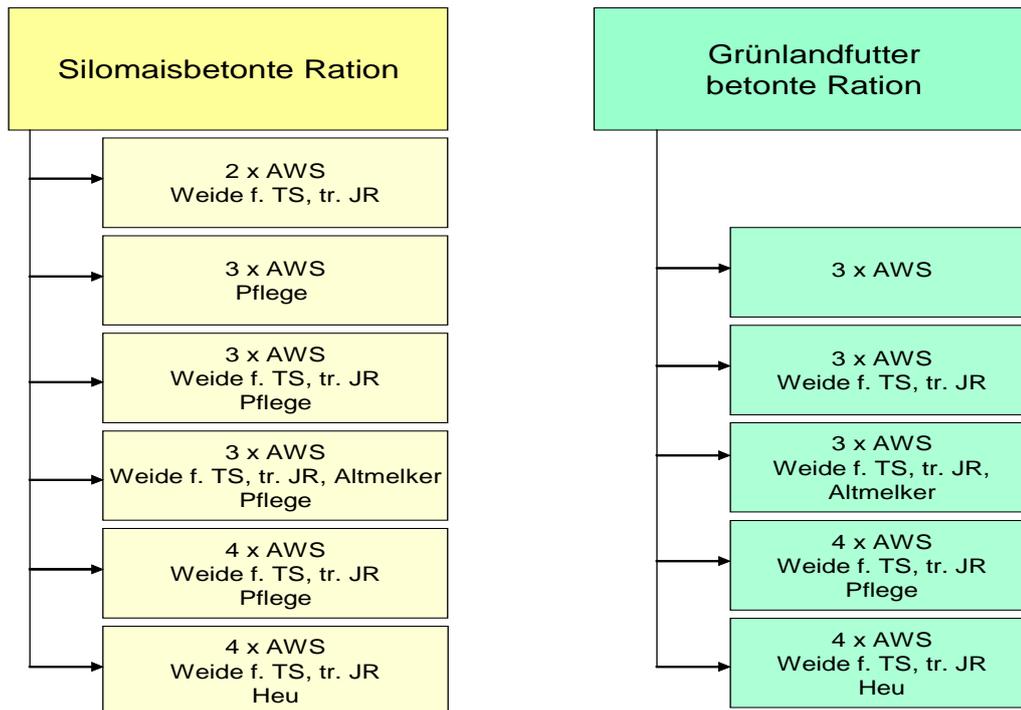


Abbildung 2: Übersicht der untersuchten Verfahrenskombinationen

Festlegung der Intensitäten

Für die erste Bearbeitungsstufe wurden drei Intensitäten in Abhängigkeit der Nutzungshäufigkeit festgelegt. Die Düngungsintensität wurde nach den allgemeinen Empfehlungen der Landeseinrichtungen festgelegt. Fernerhin wurden Unterschiede im Silier- und Pflanzenschutzmitteleinsatz sowie im flächenmäßigen Anteil für Bestandsverbesserungsmaßnahmen festgelegt (Tabelle 1)

Tabelle 1: Intensitätsstufen der Grünlandbewirtschaftung

Kennzahl	Dimension	Intensität I		Intensität II		Intensität III		
		Silage	Weide	Silage	Weide	Silage	Weide	Heu
Ertrag Brutto	dt TM/ha	60	60	75	75	90	90	25-39
Ertrag Netto	dt TM/ha	51	45	64	56	77	68	19-29
Neuansaat	% der Fläche	0	0	5	5	10	10	0
Nachsaat	% der Fläche	10	10	15	15	15	15	0
Saatgutkosten*	€/ha	8,48	8,48	20,09	20,09	27,47	27,47	0
Siliermittel	€/dt FM	0	0	1,79	0	1,79	0	0
Silofolie*	€/dt TM	0,26	0	0,26	0	0,26	0	0
Düngung								
Stickstoff	kg N/ha	54	54	90	70	120	100	54
Phosphor	kg P ₂ O ₅ /ha	65	18	88	22	105	24	42
Kali	kg K ₂ O/ha	190	25	262	35	310	45	150
Magnesium	kg MgO/ha	22	12	27	17	32	23	20
Pflanzenschutz*	% der Fläche	10	10	20	20	25	25	0
	€/ha	5,37	5,37	9,45	9,45	10,85	10,85	0

* Die Preise für Saatgut, Pflanzenschutz und Düngemittel sind dem Forschungsbericht 1/08 unter www.lfamv.de zu entnehmen.

Ergebnisse

1. Einfluss differenzierter Milchleistungen, Bodenqualitäten und Preisniveaus

Die Futterkosten sind stärker vom Preisniveau als von der Qualität des Standortes und des Leistungsniveaus der Herde abhängig (Abbildung 3).

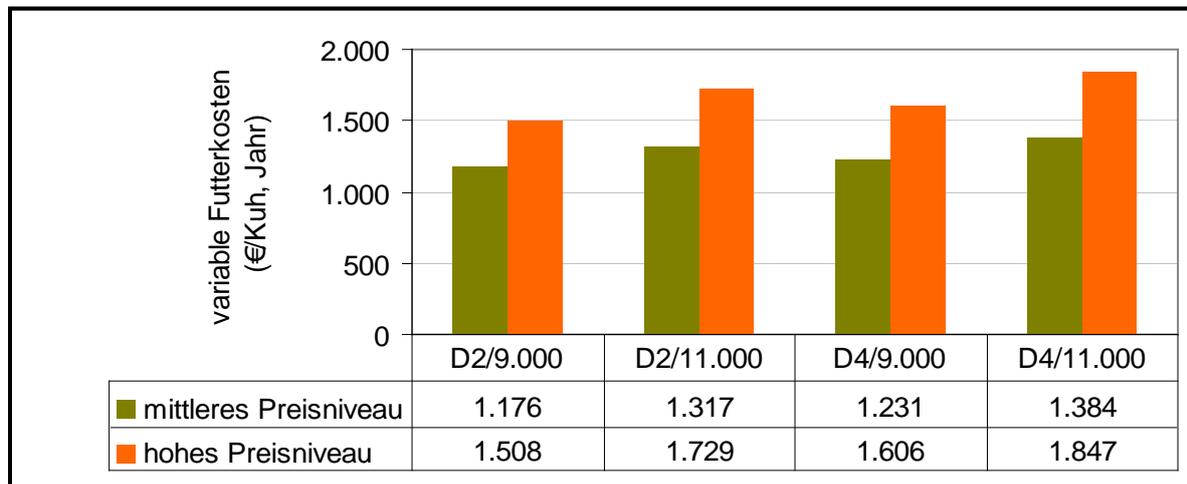


Abbildung 3: Futterkosten in Abhängigkeit vom Standort und Preisniveau

Die Bonität des Ackerlandes hat größeren Einfluss auf das wirtschaftliche Ergebnis als die Milchleistung, wenn diese im hohen und sehr hohen Bereich liegen (

Tabelle 2).

Tabelle 2: Deckungsbeiträge in Abhängigkeit von Bodenqualität und Tierleistungen

Bonität	D2		D4	
	9.000	11.000	9.000	11.000
mittleres Preisniveau	246	334	437	525
hohes Preisniveau	467	581	865	981

Differences between price levels:

 - D2: 334 - 246 = 88 €/ha

 - D4: 525 - 437 = 88 €/ha

 - D4 (11.000) - D2 (11.000): 581 - 334 = 247 €/ha

 - D4 (9.000) - D2 (9.000): 467 - 246 = 221 €/ha

 - D4 (11.000) - D4 (9.000): 981 - 865 = 116 €/ha

 - D2 (11.000) - D2 (9.000): 334 - 246 = 88 €/ha

2. Ergebnisse differenzierter Bewirtschaftungsintensität

Die energetische Ertragssteigerung (GJ NEL/ha) bleibt hinter der Kostensteigerung der Anwelksilageproduktion (€/ha) zurück. Somit steigen die Kosten je Energieeinheit (ct/10 MJ NEL) in den Intensitätsstufen II und III.

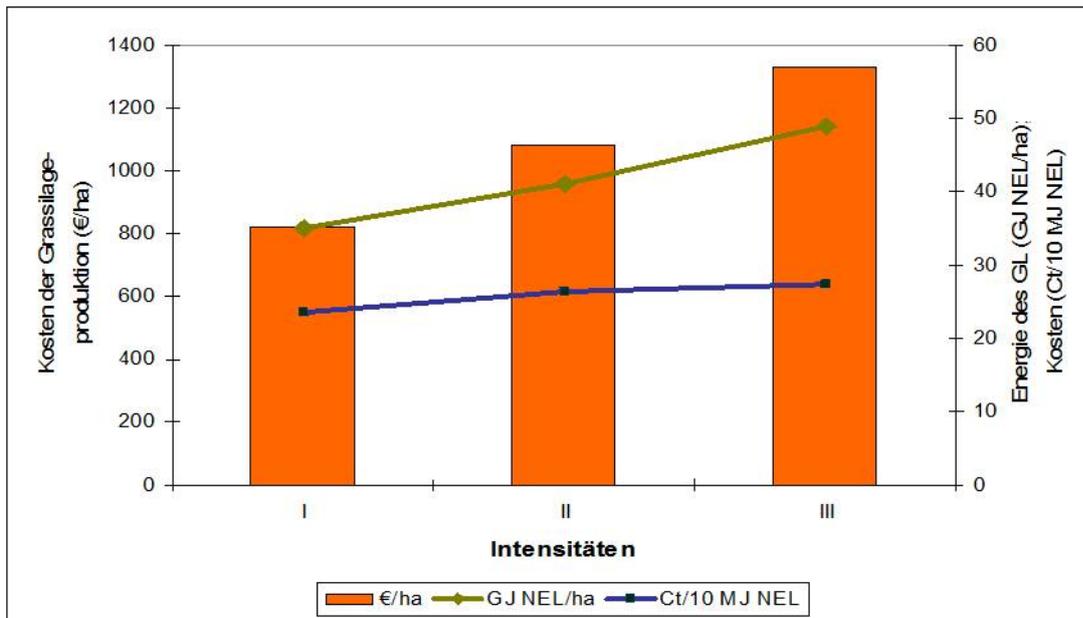


Abbildung 4: Kostenentwicklung der Grassilageproduktion in den Intensitätsstufen

3. Verfahrenskombinationen mit Weidehaltung sind am günstigsten

Die Weidehaltung mit ihren relativ geringen Kapitalansprüchen ist mit steigenden Betriebsmittelpreisen von wirtschaftlicher Relevanz. Mit höheren Intensitäten sinken die Aufwendungen je Energieeinheit (Tabelle 3). In allen untersuchten Verfahrenskombinationen mit ihren dazugehörigen Intensitäten weisen diejenigen, in denen keine Weidehaltung integriert war den niedrigsten Deckungsbeitrag des Betriebes auf.

Tabelle 3: Erträge und Kosten der Weidehaltung in den Intensitätsstufen

Intensitätsstufe	I	II	III
Weide			
Produktionskosten (€/ha)	369	426	480
Energieertrag (MJ NEL/ha)	31.200	36.600	43.920
Futterenergiekosten (ct/10 MJ NEL)	11,83	11,63	10,94

4. „Pflege“ ist selten eine gute Alternative

Unter Beibehaltung der Silomais betonten Fütterung ist es mit steigender Intensität nicht möglich, den Ertrag der gesamten Fläche zu verwerten. Das heißt, ein Teil des Grünlandes müsste in das Verfahren „Pflege“ eingeordnet werden. Damit verringert sich der Anteil der zu intensivierenden Flächen und der entsprechende monetäre Aufwand. Diese Kombination führt zunächst zu einer Verringerung der Aufwendungen auf dem Grünland. Im Modellbetrieb beträgt der Unterschied zwischen der Kombination „3xGrassilage + Restflächen Pflege“ und

„3xGrassilage“ der gesamten Fläche 127 € je ha Grünland zu gunsten der erst genannten Kombination. Wird die Fütterung der Milchkühe auf eine Grassilage betonte TMR ausgerichtet, um den Aufwuchs des Grünlandes zu nutzen und durch steigende Intensitäten auch qualitativ hochwertiges Futter zu erhalten, dann ist die „Stilllegung“ des Grünlandes aus ökonomischer Sicht nicht zu rechtfertigen, denn der Deckungsbeitrag des Betriebes ist um 23 (D2) bis 25 (D4) € je ha LF niedriger als mit dem Verfahren der flächendeckenden Grassilageproduktion. Voraussetzung ist, dass das Verhältnis Silomais- zu Grassilageinsatz (61:39) sich grundsätzlich umkehrt (34:66). Ursache des Ergebnisses sind die wesentlich höheren Nutzungskosten der Silomais betonten Fütterung.

5. Heuproduktion ist teuer

Die Heuproduktion ist das teuerste Futtererwerbungsverfahren. Ein Vergleich zweier Bewirtschaftungskombinationen mit hoher Intensität in der Silageproduktion und Weidehaltung, aber die eine mit Grünlandpflege, die andere mit Heuwerbung nicht benötigter Flächen zeigt rund 1 ct je 10 MJ NEI höhere Futterenergiekosten in der Kombination mit Heuwerbung. Mit dem Einsatz von Heu verändern sich die Futtermengen, wobei der größte Einflussfaktor das Futterstroh ist. Die Einsparung der Bergungskosten und eine etwas andere Kraftfutterzusammenstellung bewirken, dass der finanzielle Unterschied mit 7 bis 11 € je ha LF zu Ungunsten der Heuproduktion nicht allzu groß ist. Für Betriebe mit knappem Strohaufkommen, bzw. anderweitiger Verwendung des Strohs ist der Heuwerbung vor der „Stilllegung“ zur Absicherung der Strukturversorgung den Vorrang zu geben. Dabei ist zu beachten, dass in der Hochleistungsration der Heueinsatz eher limitierend auf die Futteraufnahme und schlussendlich auf die Milchleistung wirkt, weil mit Heu nur ca. die Hälfte der Strukturwirksamkeit von Stroh erreicht wird und zu Lasten des Einsatzes anderer, für die Milchbildung wertvollere Futterkomponenten geht.

6. Höhere Intensitäten bei gleichzeitiger Veränderung der Grundfütterration senkt Kraftfutterkosten und die Abhängigkeit von GVO-veränderten Futtermittelimporten

Ziel der intensiveren Nutzung des Grünlandes ist die qualitative Verbesserung des Grundfutters, die quantitative Ertragsentwicklung ist zweitrangig. Mit Bestandsverbesserungsmaßnahmen, einer ausgeglichenen Düngung und höherer Schnitffrequenz sollten sich die qualitativen Eigenschaften so verändern, dass eine Grünlandfutter betontere Rationsgestaltung auch im Hochleistungsbereich möglich wäre. Das führt zu einer Veränderung der Kraftfutterkomponenten in der Ration, da die Grundfütterausrichtung nicht energie- sondern proteinreich sein würde. Der Import hochwertiger proteinreicher, mitunter GVO-veränderter

Sojaprodukte kann deutlich reduziert werden. Dafür können energie- und stärkehaltigere einheimische Produkte im größeren Umfang eingesetzt werden. Der wirtschaftliche Vorteil zeigt sich in leicht sinkenden Aufwendungen je Dezitonne Kraffutter-mischung (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kraffutterkomponenten und Kraffutterkosten (Leistungsstufe 11.000 kg)

Verfahren	2 x AWS Weide	3 x AWS Weide	4 x AWS Weide
Kraffuttermischung (kg OS/Kuh incl. Nachzucht, Tag)			
Rapsexpeller	0,50	1,23	0,24
Soja	2,48	1,25	1,42
Getreide	2,16	1,99	2,24
Bioprofin	0,83	1,43	1,56
Trockenschnitzel	2,25	2,24	1,74
Körnermais	0,89	1,45	1,66
Kraffutterkosten (€/kg OS)			
mittleres Preisniveau	19,32	17,64	17,91
hohes Preisniveau	26,66	26,15	26,58
Kraffutterkosten (€/Kuh incl. Nachzucht, Tag)			
mittleres Preisniveau	1,76	1,69	1,58
hohes Preisniveau	4,62	4,68	4,53

7. Senkung der Opportunitätskosten in der Milchproduktion

Opportunitäts- oder auch Nutzungskosten entstehen, wenn die Ackerfläche mit Futter-pflanzen anstatt mit Marktfrüchten bestellt wird. Durch die Veränderung der Rationsgestaltung zugunsten der Grassilage kann Silomaisfläche eingespart werden (Abbildung 5), die Nutzungskosten für die Tierproduktion sinken. Das wirtschaftliche Ergebnis wird dadurch positiv beeinflusst .

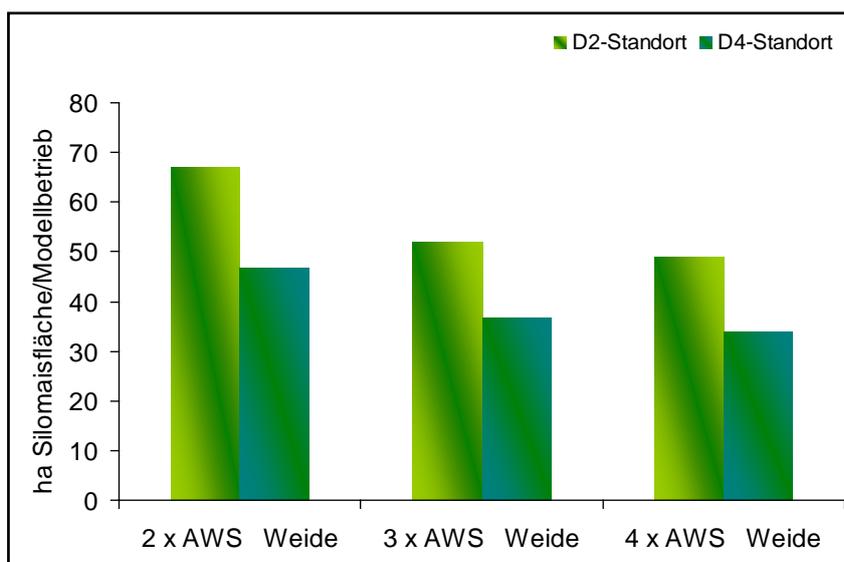


Abbildung 5: Verringerung der erforderlichen Silomaisfläche durch intensivere Grünlandbewirtschaftung

8. Grünlandintensivierung senkt nicht die Futterkosten insgesamt

Die Maßnahmen zur Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung sind so teuer, dass auch bei:

- ✓ Gelingen der Bestandsverbesserungen,
- ✓ Veränderung der Rationsgestaltung hin zur Gras betonteren Fütterung,
- ✓ Senkung der Kraftfutterkosten und
- ✓ Verringerung der Nutzungskosten

die Futterkosten je kg Milch nicht gesenkt werden können. Im Gegenteil, sie sind gegenüber der extensiveren Nutzungsform sogar noch etwas höher (Abbildung 6).

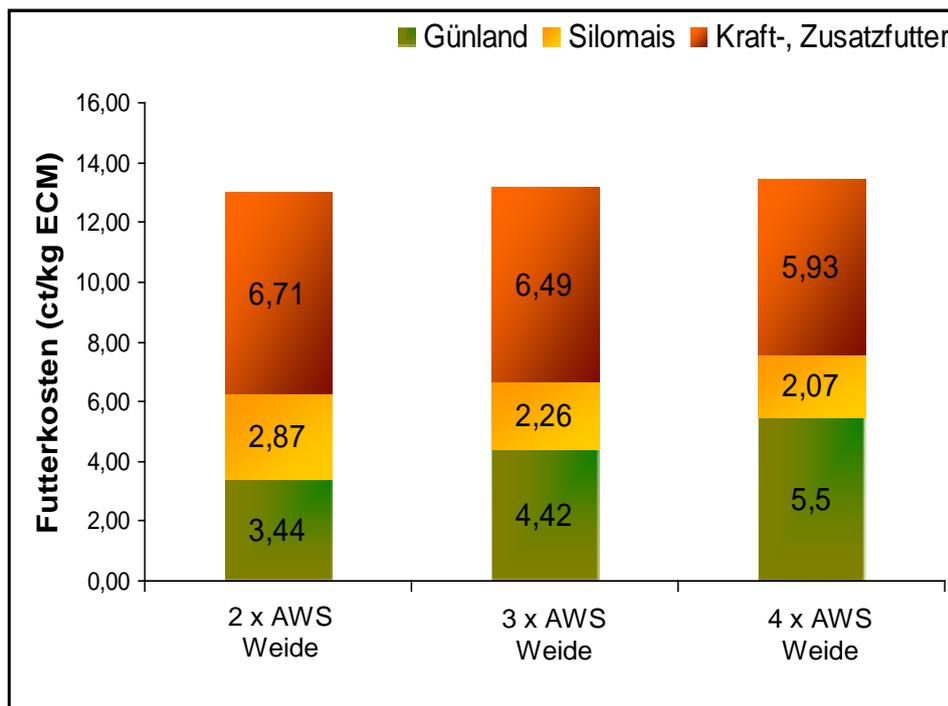


Abbildung 6: Futterkosten (ct je 10 MJ NEL) in den unterschiedlichen Intensitäten
(Leistungsstufe 9.000 kg, Ackerbonität D2)

Da in den Berechnungen die Restriktion konstanter Trockenmasseaufnahmen zu keinem Leistungsanstieg in der Milchproduktion führte und die Futterkosten mit höheren Intensitäten noch stiegen, bleibt die erwartete Einkommensverbesserung des gesamten Betriebes aus und geht sogar noch leicht zurück (Abbildung 7).

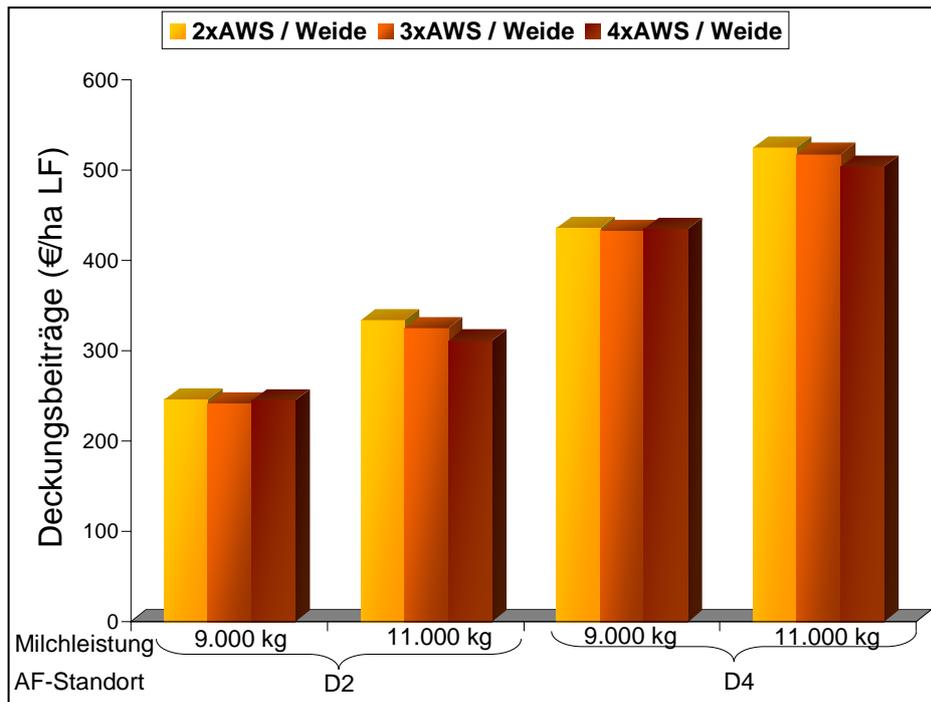


Abbildung 7: Deckungsbeiträge in den Intensitätsstufen in Abhängigkeit von der Milchleistung und dem Ackerstandort

9. Kosten intensiver Grünlandbewirtschaftung durch höhere Grundfutterleistungen relativieren

Die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung ist dann rentabel, wenn die absolute Grundfutteraufnahme steigt und damit Kraffutter eingespart werden kann, und zwar in dem Umfang, dass die höheren Kosten der Intensivierung aufgefangen werden. Die Futterkosten je kg erzeugte Milch müssen sinken (Abbildung 8). In den Modellberechnungen waren Einkommensverbesserungen des Betriebes durch eine intensivere Grünlandbewirtschaftung bei gleichzeitiger Erhöhung der Grundfutteraufnahme von 5.000 bis 6.000 € nachweisbar.

10. Höhere Trockenmasseaufnahmen – höhere Milchleistungen – besseres Betriebsergebnis

Ziel der Intensivierung ist in erster Linie die Produktion von qualitativ höherwertigem Futter, mit besseren Verzehrseigenschaften. Demzufolge ist davon auszugehen, dass die melkenden Kühe insgesamt höhere Futtermengen aufnehmen, um daraus mehr Milch zu produzieren. Dies ist in einem Umfang von 200 bis 450 kg mehr Milch pro Kuh und Jahr erforderlich, wofür die Tiere 0,7 bis 1,1 kg TM je melkende Kuh und Tag fressen müssen. Diese Werte stellen Schwellenwerte dar, um die Mehraufwendungen der einzelnen Intensitätsstufen abzudecken.

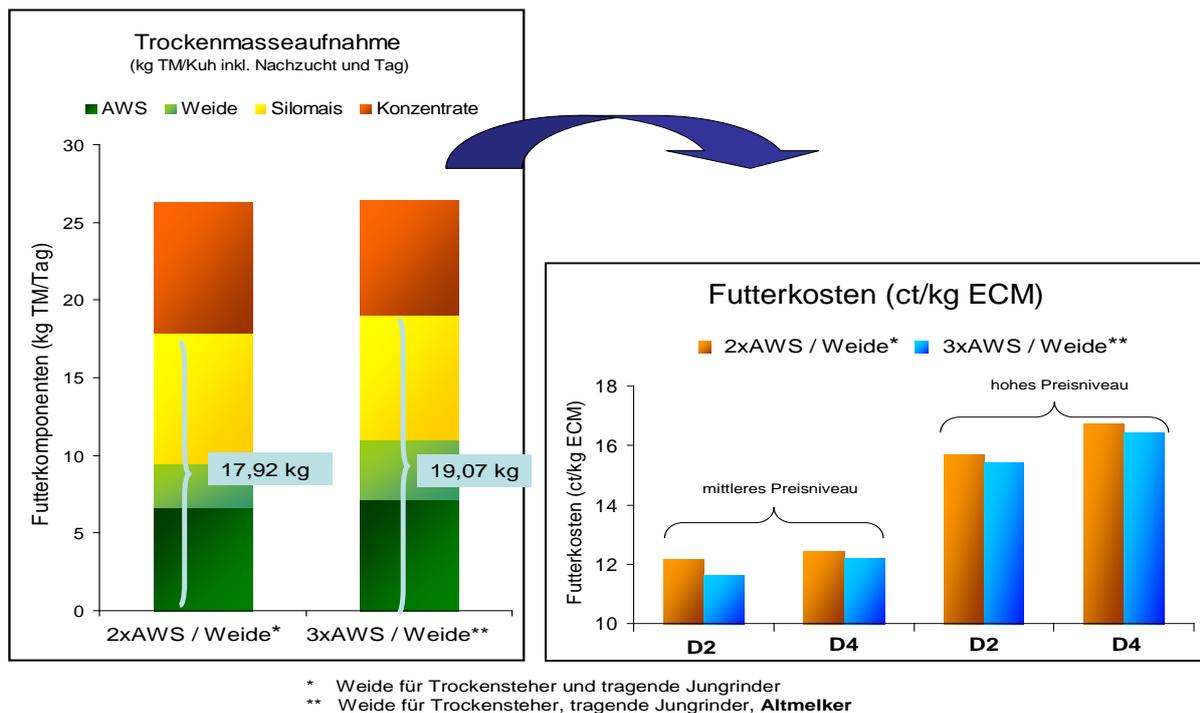


Abbildung 8: Zusammenhang Grundfutteraufnahme und Futterkosten in zwei unterschiedlichen Intensitäten

Schlussfolgerung

Die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung wird empfohlen, um Leistungssteigerungen in der Milchproduktion zu ermöglichen. Der Mehraufwand einer intensiveren Bewirtschaftung muss durch

- ✓ höhere Grundfutterleistungen und
- ✓ höhere Trockenmasseaufnahmen bei gleichzeitig steigenden Milchleistungen

kompensiert werden. Die Weidehaltung wird in vielen Betrieben nur noch mit trockenstehenden Kühen und tragenden Jungrindern durchgeführt, mit sinkender Tendenz auch für diese Tiergruppen. Mit steigenden Betriebsmittelpreisen sollte ein Umdenken der Landwirte einsetzen, denn das Weidefutter ist nach wie vor das Futter mit den geringsten Aufwendungen je Energieeinheit.

Intensivere Grünlandbewirtschaftung kann dazu führen, Grundfutter mit besseren Verzehrseigenschaften und Futterwerten zur Verfügung zu stellen, um die **Futteraufnahme** zu erhöhen und letztendlich auch die **Leistungsbereitschaft**, **Gesundheit** und **Nutzungsdauer** der Milchkühe zu verbessern. Das ist die grundsätzliche Zielstellung einer Grünlandintensivierung. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Milchviehhalter ihr gesamtes Betriebsmanagement darauf ausrichten. Die Modellrechnungen belegen, dass selbst bei mehr als ausreichender

Grünlandfläche eine Verbesserung der Futterqualitäten zu einem wirtschaftlichen Erfolg führt. Entscheidend ist dabei eine **Erhöhung der Trockenmasseaufnahme** aufgrund der verbesserten Grundfutterqualität. Hierzu liegen keinerlei quantitative Aussagen aus wissenschaftlichen Untersuchungen vor und daher liefern auch die Fütterungsmodelle keine konkreten Angaben.

Die Durchführung von **Bestandsbonituren** ist eine wesentliche Voraussetzung, um kostenintensive Maßnahmen wie Nach- und Neuansaat bis hin zum Einsatz von Dünge- und Siliermittel erfolgreich umsetzen zu können. Es erscheint erforderlich, dass zumindest eine Arbeitskraft im Betrieb über spezielle Kenntnisse der vielfältigen Zusammenhänge von Grünlandnutzung und Futterwerbung verfügt, um zielgerecht Entscheidungen treffen zu können. Entsprechende **Beratungs- und Fortbildungsmöglichkeiten** sollten verstärkt angeboten werden.

Die vorliegende Arbeit gibt eine Antwort darauf, warum sich Landwirte mehr oder weniger auch nach Entkopplung der Flächenbeihilfen gegen eine intensivere Grünlandbewirtschaftung entscheiden. Die Kalkulationen der Modellrechnungen zeigen aber auch, dass die Grenzen zwischen positiver und negativer Veränderung des wirtschaftlichen Ergebnisses durch höhere Bewirtschaftungsintensitäten sehr eng sind. Aus diesem Grund wäre eine weitere Bearbeitung der Thematik mit tiefer gehenden Modellansätzen, wie zum Beispiel die Fragestellung nach der ökonomischen Beurteilung verschiedener Silage- oder Weideverfahren in Abhängigkeit von der **Ertragsfähigkeit und Transportwürdigkeit** des Futters vom Grünland, wünschenswert.

Es wird empfohlen, die Thematik Intensität der Grünlandbewirtschaftung weiter zu vertiefen, da wesentliche Fragestellungen noch nicht beantwortet werden konnten. Dazu sind komplexe Untersuchungen im Bereich Fütterung und Haltung erforderlich, die sich mit der Fragestellung Grundfutterqualität, Grundfutteraufnahme und deren Folgen auf Leistungsbereitschaft, Gesundheit und Nutzungsdauer von Milchkühen beschäftigen. Die Vielschichtigkeit der Thematik setzt gezielte interdisziplinäre, längerfristige Forschungsaktivitäten durch mehrere Einrichtungen des Rates der Agrarwissenschaften im Land voraus.

Zuckerreiche und hoch verdauliche Gräser für nordostdeutsches Grünland

Dr. Heidi Jänicke, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf

1. Einleitung

In der gegenwärtigen Grünlandbewirtschaftung ist der Bedarf an Grünlandverbesserung und -erneuerung fortwährend gegeben. Er besteht und entsteht permanent. Als Ursache für mangelnde Futterqualitäten und ungenügende TM-Erträge werden immer wieder die Pflanzenbestände angesprochen. Fehlt es in deren Zusammensetzung an futterwirtschaftlich wertvollen Arten, so ist ihr Anteil in der Grasnarbe zu erhöhen, um den Forderungen aus Sicht der Fütterung zu entsprechen. Benötigt werden dazu Saatmischungen mit hoher Leistungsfähigkeit, die sowohl für den Standort als auch für die beabsichtigte Nutzung geeignet sind. Nachgefragt sind daher fundierte Empfehlungen zu den entsprechenden Arten und Sorten für die praktische Grünlandbewirtschaftung. In den verfügbaren Saatmischungen ist das Deutsche Weidelgras mit seinem hervorragenden Leistungspotenzial der dominierende Bestandesbildner. Es stand im Zentrum der Untersuchungen, die im Folgenden vorgestellt werden und einen Einblick in die Arbeit des IfT Dummerstorf geben sollen.

2. Zuckerreiche Gräser

Das Deutsche Weidelgras gilt gegenüber anderen Gräsern als vergleichsweise zuckerhaltiger. Seit einigen Jahren wird von Neuzüchtungen gesprochen, die sich durch deutlich höhere Zuckergehalte und eine höhere Verdaulichkeit gegenüber bisher bekannten Sorten beim Deutschen Weidelgras auszeichnen sollen.

In über fünfjährigen Untersuchungen wurde eine als Hoch-Zuckerreich (=HZG) beschriebene Sorte mit anderen Sorten unter praxisüblicher Bewirtschaftung verglichen. Dazu wurden Sortenversuche auf dem Niedermoorgrünland der Raminer Agrar GmbH (Uecker-Randow-Kreis) genutzt. Der Standort ist gekennzeichnet durch Jahresniederschläge von 520 mm/Jahr im langjährigen Mittel sowie einer mittleren Jahresmitteltemperatur von 9,2 °C. Der Niedermoorboden wird dem Standorttyp Mo IIa zugeordnet. Die Ansaat erfolgte im Jahr 2002 in Form einfaktorieller Blockanlagen mit vier Wiederholungen. Die Größe der einzelnen Parzelle beträgt etwa 12 m².

Beprobt wurden alle Sorten jeweils am gleichen Tag und zur gleichen Tageszeit. Erfasst wurden Vertreter der diploiden wie tetraploiden Ploidiestufe. Die ausgewählten Sorten sollten nicht nur

als typische Stellvertreter dienen, sondern auch Vergleiche zu Versuchsergebnissen auf anderen Standorten ermöglichen.

Die Bonituren wurden nach den „Richtlinien für die Durchführung landwirtschaftlicher Sortenversuche und Wertprüfungen“ des Bundessortenamtes vorgenommen. Die Analysen zu den Futterwertparametern wurden nach VDLUFA-Methoden im Labor der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Die Untersuchung auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten erfolgte mittels Anthron-Methode. Die Untersuchung auf den Gehalt an Enzymlöslicher organischer Substanz (ELOS) erfolgte nach DE BOEVER.

Zur Eignung als Narbenbildner wurde über dazu übliche Bonituren eine Aussage erarbeitet. Im Beobachtungszeitraum 2002 bis 2007 erfasste Daten zu Mängeln im Stand (zu verschiedenen Terminen), Narbendichte, Lückigkeit und Winterfestigkeit sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Beurteilt wurden jeweils 17 Sorten in vierfacher Wiederholung. Für die Interpretation ist unbedingt zu berücksichtigen, dass die Bewirtschaftung der Versuchsanlage in praxisüblicher Art und Weise erfolgt – also mit deutlich mehr Belastung für die Sorten als bei klassischer Versuchsfeldbewirtschaftung.

Aus den bisher vorliegenden Boniturdaten ist keine Einschränkung hinsichtlich der Anbaueignung auf nordostdeutschem Grünland abzuleiten. Die Aussage zur Winterfestigkeit wird durch die Tatsache geschmälert, dass aufgrund der milden Witterung der Einfluss tatsächlicher Winterwitterung relativ gering blieb. Im Beobachtungszeitraum ist der HZG-Sorte jeweils ein relativ hohes Regenerationsvermögen zu bescheinigen.

Tab. 1: Boniturergebnisse, zusammengefasst aus fünfjährigen Bonituren, Deutsches Weidelgras der späten Reifegruppe, Ansaat 2002

Sortiment	Sorteneigenschaften (Bonituren aus fünf Jahren)			
Deutsches Weidelgras spät (17 Sorten)	Narbendichte (8 Bonituren)	Lückigkeit (8 Bonituren)	Mängel im Stand (13 Bonituren)	Differenz „Stand nach Winter“- „Stand vor Winter“ (für fünf Winter)
Mittelwert	5,2	3,7	3,9	1,1
Von-bis	4,6 – 6,2	3,3 – 4,1	3,6 – 4,1	0,8 – 1,4
HZG-Sorte	6,2	3,3	3,6	1,3

In zwei weiteren Sortenversuchen unter betriebsüblicher Bewirtschaftung auf Niedermoor konnte die HZG-Sorte in bisher vierjähriger Versuchsdauer (Ansaaten 2004) ihre im Sortiment

vergleichsweise hohe Narbendichte eindeutig bestätigen und überwiegend auch die günstige geringere Lückigkeit. In den Bonituren auf Mängel im Stand erreichte sie im Durchschnitt das Mittel des Sortiments bzw. blieb an einem der beiden Orte dahinter zurück.

Der Gehalt an **Wasserlöslichen Kohlenhydraten**, hier zur Vereinfachung als Zuckergehalt bezeichnet, war zentraler Parameter in den Analysen. Über die Versuchsjahre 2003 bis 2007 wurde der Sortenversuch gleichzeitig genutzt, um den Futterwert für ausgewählte Sorten beschreiben zu können. In Tabelle 2 sind für die Zuckergehalte die Mittelwerte (n=20) ausgewiesen, aus denen das höhere Niveau der HZG-Sorte abzulesen ist.

Tab. 2: Zuckergehalte (in g/kg TM) in Abhängigkeit von Sorte und Aufwuchs im Mittel der Jahre 2003 bis 2007, Deutsches Weidelgras der späten Reifegruppe, Frischgras, Ansaat 2002, Niedermoor, Ramin

Sorte (Einstufung des BSA zur Reife in Tagen)	Aufwuchs				Mittelwert
	1.	2.	3.	4.	
	Zucker in g/kg TM - Mittelwerte (2003-2007)				
HZG-Sorte - diploid (61)	163	149	143	153	150
Vergleichssorte - diploid (63)	149	109	101	123	121
Vergleichssorte - tetraploid (62)	142	106	109	135	122
Vergleichssorte - tetraploid (66)	132	115	114	114	121

In den analysierten Aufwüchsen wies die HZG-Sorte mehrfach einen höheren Zuckergehalt auf als die drei Vergleichssorten, wenn auch mit unterschiedlicher Differenz zu diesen. Wiederholt waren die Unterschiede zwischen den Aufwüchsen größer als die zwischen den Sorten in den einzelnen Schnitten.

Die absoluten Differenzen zwischen den Sorten erscheinen vielfach gering und es steht damit die Frage, ob es sich hier um eine für die praktische Silierung relevante Größenordnung handelt.

Neben deutlich höheren Zuckergehalten und günstigerer Proteinausnutzung soll sich der HZG-Typ durch eine höhere **Verdaulichkeit** auszeichnen. Ob diese Hoch-Zuckerreichen Gräser auf nordostdeutschem Niedermoorgrünland und unter Praxisbedingungen eine höhere Verdaulichkeit aufweisen und ob Differenzen zwischen den Sorten praxisrelevant sind, dazu fehlt es bisher an aussagefähigen Daten.

In den Tabellen 3 bis 4 sind jeweils die Mittelwerte aus den vier Aufwüchsen eines Jahres dargestellt, mit Ausnahme des Jahres 2003 (ohne 2. Aufwuchs). Je Sorte und Aufwuchs wurden die vier Wiederholungen im Sortenversuch geschnitten und im Labor analysiert.

Tab. 3: Enzymlösliche Organische Substanz (ELOS in % der TS) in Abhängigkeit von der Sorte, Frischgras, Deutsches Weidelgras der späten Reifegruppe, Ansaat 2002, Niedermoor, Ramin, Mittelwerte (n= 16)

Jahr	2003	2004	2005	2006	2007	MW
Sorte	ELOS (in % der TS) nach DE BOEVER					
HZG 61	76,9*	80,1	74,1	73,2	75,2	75,9
di 63	75,1	77,7	72,4	70,8	71,5	73,5
t 62	74,5	77,3	73,2	71,9	73,3	74,1
t 66	73,6	78,2	72,8	71,7	72,5	73,7

*n=12

Tab. 4: Verdaulichkeit der organischen Substanz (DOM in %, nach WEIßBACH ET AL. (1999)) in Abhängigkeit von der Sorte, Frischgras, Deutsches Weidelgras der späten Reifegruppe, Ansaat 2002, Niedermoor, Ramin, Mittelwerte (n= 16)

Jahr	2003	2004	2005	2006	2007	MW
Sorte	DOM in % (berechnet mit XA laut Analyse)					
HZG 61	84,2*	85,9	81,1	80,9	81,7	82,8
di 63	83,2	84,5	79,9	79,1	79,2	81,2
t 62	83,3	84,9	80,9	80,0	80,6	82,0
t 66	82,3	85,3	80,6	80,2	80,1	81,7

$$\text{DOM (\%)} = 100 \times (940 - \text{XA} - 0,62 \times \text{EULOS} - 0,000221 \times \text{EULOS}^2) / (1000 - \text{XA})$$

*n=12

Die HZG-Sorte erreichte auch in den einzelnen Aufwüchsen mehrfach die höchsten ELOS- und DOM-Werte, durchschnittlich um 3 bis 1 Prozentpunkt höher als die Vergleichssorten bzw. lag mit den übrigen Sorten auf einem Niveau.

Differenzen zwischen den Sorten erscheinen in ihren absoluten Werten gering, bedürfen jedoch der Beurteilung aus Sicht der Tierernährung bzw. hinsichtlich der Relevanz für die

praktische Fütterung. Sie zeigen jedoch, dass Sorteneffekte bezüglich der Verdaulichkeit bei der Beurteilung der Sorten stärkere Beachtung verdienen. Ebenso wird der gravierende Einfluss des jeweiligen Schnittzeitpunktes deutlich. Erwartungsgemäß waren längere Aufwuchszeiten mit geringeren Verdaulichkeiten verbunden.

Für die Interpretation der Werte ist zu berücksichtigen, dass der Erntetermin überwiegend dem betrieblichen Nutzungsregime anzupassen war und die Ernte technisch bedingt jeweils für alle Sorten am gleichen Tag vorgenommen wurde. Der Einfluss des jeweiligen Schnittzeitpunktes ist gravierend. Die ermittelten Daten stehen also für eine praxisübliche Bewirtschaftung und zeigen, in welcher Größenordnung der züchterische Fortschritt bzw. Differenzen zwischen einzelnen Sorten praxiswirksam werden können.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern:

Aus den bisher vorliegenden Boniturdaten ist keine Einschränkung hinsichtlich der Anbaueignung auf nordostdeutschem Grünland abzuleiten. Die Einbeziehung weiterer Orte und verschiedener Versuchsjahre in die Bewertung ist vorgesehen.

Ein höherer Zuckergehalt ist für die HZG-Sorte in diesem Versuch in einzelnen Aufwüchsen, im Mittel der Aufwüchse über die fünf Jahre wie auch im Mittel der vier Aufwüchse eines Jahres auszuweisen. Erforderlich ist jedoch die Betrachtung der einzelnen Aufwüchse, da diese konkret als Siliergut anfallen und entsprechend zu charakterisieren sind. Die Untersuchung von 19 Aufwüchsen aus fünf Jahren ergab für 11 Aufwüchse signifikant höhere Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei der HZG-Sorte gegenüber den Vergleichssorten. Im Mittel der fünf Jahre waren die Folgeaufwüchse der HZG-Sorte denen der Vergleichssorten signifikant überlegen (2. bis 4. Schnitt), der erste Aufwuchs erbrachte keine gesicherten Unterschiede.

Die Ursachen für die festgestellten Unterschiede in den Zuckergehalten können derzeit nicht mit ausreichender Sicherheit zugeordnet bzw. beschrieben werden. Die hohe Schwankungsbreite im Niveau der Zuckergehalte der einzelnen Aufwüchse ist mit Blick auf die praktische Nutzung noch unbefriedigend. Die bessere Zuverlässigkeit bezüglich eindeutig hoher Zuckergehalte und die Frage nach der praktischen Relevanz stehen weiter in der Diskussion.

Das gewählte Schnittregime, die N-Düngung, die Entwicklung der Grundwasserstände während der Vegetationszeit und der Witterungseinfluss auf die einzelnen Aufwüchse hatten sicher erheblichen Einfluss auf die ermittelten Zuckerwerte. Der Nutzungszeitpunkt ist von entscheidender Bedeutung für die Verdaulichkeit und kann potentielle Sortenunterschiede völlig überdecken.

Die ermittelten Daten stehen für eine praxisübliche Bewirtschaftung und zeigen somit, in welcher Größenordnung der züchterische Fortschritt bzw. Differenzen zwischen einzelnen Sorten praxiswirksam werden können.

Sorteneffekte bezüglich der Verdaulichkeit verdienen stärkere Beachtung bei der Beurteilung der Sorten.

Unbedingt zu begrüßen sind die Anstrengungen seitens der Pflanzenzüchtung, für die Fütterung relevante Qualitätsparameter in den Gräserarten zu verbessern. So sind Sorten des Typs HZG als eine Bereicherung des Sortenangebots von hohem Interesse für die notwendige regionale Bearbeitung der Sortenfrage.

3. Verdaulichkeit verschiedener Grasaufwüchse in vivo

Für die Ermittlung des energetischen Futterwertes von Futtermitteln gilt der Verdauungsversuch an Hammeln (Modelltier für die Wiederkäuerfütterung) als die am besten geeignete, aber auch aufwendigste Methode. Ziele der im Folgenden vorzustellenden Untersuchungen waren die Ermittlung der Verdaulichkeit und des Energiegehalts Deutscher Weidelgräser in ihrem ersten Nutzungsjahr nach der Ansaat.

Dazu sollen vergleichend gegenübergestellt werden:

- die Verdaulichkeit von erstem Aufwuchs und Folgeaufwüchsen,
- die Verdaulichkeit des Futters der mittleren und der späten Reifegruppe,
- Frischgras und Grassilage gleicher Herkunft und Behandlung der späten Reifegruppe.

Im Verdauungsversuch erhalten die Tiere unter standardisierten Bedingungen drei Wochen (zwei Wochen Vorbereitungsphase und eine Woche Hauptperiode) nach Menge und Qualität das gleiche Futter, bei einem Ernährungsniveau von 13 +/- 2 g TM/ kg LM. In der Hauptperiode werden die anfallenden Futterreste und Kote quantitativ erfasst und analysiert. Aus den ermittelten Daten lassen sich die Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energiegehalt des Futters errechnen.

Für die jeweiligen Schnitzeitpunkte war das Stadium der frühen Siloreife geplant. Für die ersten und dritten Aufwüchse beider Reifegruppen wurden Bestände geerntet, die ohne sichtbare Blütenstände waren, überwiegend in BBCH 45 und zum geringeren Teil in BBCH 51. Der zweite Aufwuchs (späte Reifegruppe) befand sich zur Ernte überwiegend in der Siloreife, d.h. bei ca. 25 % der Pflanzen waren die Ähren eben sichtbar (BBCH 51) und der kleinere Anteil am Erntegut war etwas weiter entwickelt. Den Fasergehalten folgend wurde mit dieser Herangehensweise das Ziel erreicht, möglichst gleich weit entwickeltes Material zu ernten und damit eine entscheidende Voraussetzung für die anzustellenden Vergleiche zu schaffen.

In Tabelle 5 ist exemplarisch die Gegenüberstellung von Frischgras und Silage gleichen Ausgangsmaterials für den ersten bis dritten Aufwuchs gezeigt.

Frischgras

Im ersten Aufwuchs der späten Reifegruppe war die Verdaulichkeit der Nährstoffe bzw. der organischen Masse überwiegend um ca. 3 -7 %-Punkte höher als im zweiten und dritten Aufwuchs (Tabelle 5). Ausnahmen bildeten das Rohprotein (geringere oder gleiche Verdaulichkeit) und das Rohfett (im 1. Aufwuchs geringer als im 2. Aufwuchs). Die absoluten Werte lagen relativ hoch. Wie erwartet traten zwischen zweitem und drittem Aufwuchs geringere Differenzen in den Nährstoffgehalten auf.

Grassilage

Während die absoluten Rohfaserwerte der Aufwüchse relativ nah beieinander lagen, war bei den Silagen die Verdaulichkeit der Rohfaser im ersten Aufwuchs um etwa 6 %-Punkte höher als im zweiten und dritten Aufwuchs. Das gilt ähnlich für die Verdaulichkeit von NDF und ADF. Der dritte Aufwuchs zeigte eine höhere Verdaulichkeit der Faser als der Zweite, im Frischgras wie in der Silage. Der Einfluss der Schnittzeitpunkte spiegelt sich hier wider. Die Rohproteingehalte der Grassilagen liegen in erwünschter Höhe bzw. etwas darüber.

Analog zum Ausgangsmaterial war die Verdaulichkeit der Nährstoffe im ersten Aufwuchs um etwa 1 - 10 %-Punkte höher als im zweiten und dritten Aufwuchs (Ausnahme Rohprotein). Im direkten Vergleich der Grassilage mit der jeweiligen Frischgraspartie, d.h. mit gleicher Herkunft wie das Ausgangsmaterial für die Silage, ergaben sich Differenzen von +2 bis -2 Prozentpunkten (Tabelle 5). Während beim ersten Aufwuchs die Grassilage eine um 1 - 3 %-Punkte höhere Verdaulichkeit aufwies als das Frischgras, war dies beim zweiten und dritten Aufwuchs nicht so eindeutig gegeben. Beim Parameter Rohfett fällt die unterschiedliche Verdaulichkeit der Aufwüchse auf, besonders die jeweils geringere Verdaulichkeit im dritten gegenüber dem ersten Aufwuchs.

Tab. 5: Gehalte an Nährstoffen und ihre Verdaulichkeit in Deutschem Weidelgras, späte Reifegruppe, Vergleich von Frischgras und Silage für den 1. bis 3. Aufwuchs, Niedermoor, Dummerstorf

Versuchsfutter	Aufwuchs	Rohnährstoffe in g/kg TM									
		TS	Ra	OM	Rp	Rfe	Rfa	NfE	Zu	ADF	NDF
Frischgras	1	222	58	942	173	30	235	503	120	264	490
Grassilage	1	327	54	946	166	35	240	505	75	268	436
Differenz Frisch - Silage		-105	4	-4	7	-5	-5	-2	45	-4	54
Frischgras	2	174	88	912	169	37	227	478	117	257	468
Grassilage	2	263	92	908	175	33	235	466	16	271	464
Differenz Frisch - Silage		-89	-4	4	-6	4	-8	12	101	-14	4
Frischgras	3	182	92	908	199	42	231	436	74	270	473
Grassilage	3	288	96	904	196	44	237	427	8	271	433
Differenz Frisch - Silage		-106	-4	4	3	-2	-6	9	66	-1	40
Versuchsfutter	Aufwuchs	Verdaulichkeit in %									
		TS	OM	Rp	Rfe	Rfa	NfE	ADF	NDF		
Frischgras	1	72,6	77,2	68,5	48,3	82,8	79,3	75,0	83,2		
Grassilage	1	74,6	78,3	70,3	51,1	83,9	80,1	76,3	79,8		
Differenz Frisch - Silage		-2,0	-1,1	-1,8	-2,8	-1,1	-0,8	-1,3	3,4		
Frischgras	2	69,4	73,3	68,6	56,7	77,8	74,2	67,7	75,8		
Grassilage	2	68,0	71,7	63,7	49,8	77,5	73,3	68,6	74,2		
Differenz Frisch - Silage		1,4	1,6	4,9	6,9	0,3	0,9	-0,9	1,6		
Frischgras	3	69,6	73,5	68,1	42,2	82,4	74,3	71,5	80,5		
Grassilage	3	70,2	73,1	71,0	40,8	78,3	74,6	71,4	75,2		
Differenz Frisch - Silage		-0,6	0,4	-2,9	1,4	4,1	-0,3	0,1	5,3		

Die Verdauungsversuche fügen sich in langjährige Untersuchungsreihen zur Futterwertbeschreibung im IfT Dummerstorf ein. Sie zeigen am aktuellen Beispiel die konkrete qualitative Leistung von Neuansaat im ersten Nutzungsjahr auf Niedermoor, deren alleiniger Bestandesbildner das Deutsche Weidelgras war. Bei der Gegenüberstellung der Aufwüchse wurde die Erfahrung bestätigt, dass der erste Aufwuchs im Vergleich zu den Folgeaufwüchsen

eine höhere Verdaulichkeit und einen höheren Energiegehalt aufweist. Nur geringe Unterschiede waren zu finden zwischen Frischgras und dazugehöriger Silage. Das zeigt erneut, dass sich die Verluste durch den eigentlichen Silierprozess durchaus in engen Grenzen halten können.

4. Empfehlungen

Seit 1993 wird in Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Landeseinrichtungen in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern gemeinsam an der Erstellung der Mischungs- und Sortenempfehlungen für nordostdeutsches Grünland gearbeitet. Grundlage für die Sortenempfehlungen sind die Landessortenversuche und weitere regionale Versuchsergebnisse der Länderdienststellen sowie Prüfungen durch das Bundessortenamt. Vor Anlage der Versuche erfolgt jeweils eine Abstimmung der Sortimente. Für die Ableitung der Empfehlungen werden alle vorliegenden Ergebnisse aus den drei Ländern zusammengeführt, wobei sich für die Zukunft eine Weiterentwicklung in der Auswertung der Versuchsdaten erforderlich macht.

Ansaatmischungen für nordostdeutsches Grünland sollten:

- bei Berücksichtigung der Sortenfrage Deutsches Weidelgras enthalten, jedoch nicht nur auf Deutsches Weidelgras als Hauptbestandbildner setzen, für Niedermoor nach wie vor Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras, Wiesenrispe enthalten
- ein Sortenspektrum mit aufeinander abgestimmter Nutzungsreife der Bestandbildner aufweisen (drei Reifegruppen Deutsches Weidelgras in einer Mischung nicht notwendig)
- mehr auf Nutzungsziele im zeitlichen Rahmen ausgerichtet werden, indem die Komponenten für eine möglichst lange Ausdauer primär nach den dafür relevanten Merkmalen ausgewählt werden und bei erkennbarer zeitlicher Begrenzung der Nutzungsdauer auf wenige Jahre Sorten mit höchstem Ertrag zum Einsatz kommen
- die Umsetzung der von neutraler Stelle herausgegebenen aktuellen Sortenempfehlungen präsentieren sowie verstärkt solche Sorteneigenschaften berücksichtigen wie Mooreignung, Narbendichte, Krankheitsanfälligkeit, Ploidie
- Alternativen ermöglichen:
 - Für Grenzstandorte/schwierige Lagen: Knautgras, Rohrschwingel
 - Bei gewollter früher Nutzung: Wiesenschweidel
 - Bei Beweidung/ im Ökologischen Landbau: Weißklee einbeziehen
 - Für sehr hohe Grundwasserstände: Weißstraußgras, Rohrglanzgras

Im Faltblatt zu aktuellen Mischungs- und Sortenempfehlungen für nordostdeutsches Grünland wird u.a. für jede Mischung eine Angabe zur Saatmenge gemacht. Beobachtungen zur Saatstärke bestätigen die Empfehlung, dass unter normalen Bedingungen für Grünlandneuansaat 30 kg Saatgut je ha ausreichend sind. Bei sehr günstigen Verhältnissen und hohem Anteil an Deutschen Weidelgräsern kann diese Menge durchaus reduziert werden, während eine Erhöhung in Frage kommt bei sehr ungünstigen Bedingungen. Abweichungen sind in Abhängigkeit von den enthaltenen Arten möglich. Nicht der Saatgutpreis, sondern die pflanzenbauliche Aussicht auf Erfolg sollte die Wahl der Mischung bestimmen.

5. Fazit

Die Ansaat ungeeigneter Mischungen hat eindeutige negative betriebswirtschaftliche Folgen, eine bewusste Sorten- und Mischungsauswahl ist also auch ein „ökonomisches Muss“. Mit den von den Landeseinrichtungen in Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern herausgegebenen Mischungs- und Sortenempfehlungen für nordostdeutsches Grünland soll die gezielte Auswahl unterstützt werden.

Neue Entwicklungen aus der Pflanzenzüchtung im Gräserbereich aufzugreifen und auf ihre Eignung für die praktische Grünlandbewirtschaftung zu untersuchen, so in Landessortenversuchen wie weiteren regionalen Sortenversuchen, ist unabdingbare Voraussetzung für fachlich basierte Empfehlungen.

Neben den bisherigen Kriterien für eine Sortenbewertung müssen zukünftig Parameter der Futterqualität stärker Berücksichtigung finden.

Moderne Jungrinderaufzucht - auch für's Jungvieh ist eine intensive Grünlandpflege notwendig

B. Losand, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Einleitung

Für die Reproduktion der Milchkuhbestände hat sich auch in Deutschland in den letzten 10 Jahren die Erkenntnis durchgesetzt, dass eine möglichst frühe produktive Nutzung der Jungrinder nicht nur aus ökonomischer Sicht anzustreben ist. Ein Erstkalbealter von 24 Monaten, das zeigt eine Vielzahl von Praxisauswertungen und experimentellen Untersuchungen, entspricht der biologischen Veranlagung des Holstein-Rindes aus Sicht des körperlichen Wachstums und der Entwicklung leistungsfähiger reproduktiver Organe sowie des Eutergewebes. Vielmehr sind Färsenkalbungen mit mehr als 28 Monaten Alter oft schon mit Problemen bei der Abkalbung selbst und aufgrund dessen mit gesundheitlichen Einbußen und eingeschränkter späterer Leistungsfähigkeit verbunden. Die Ursachen können vielfältig sein. Kaum jemand ist aber bereit, sie im eigenen Betrieb, in den Haltungsbedingungen, dem Jungrindermanagement, der Arbeitsqualität der mit der Betreuung Betrauten und in der Futterqualität zu suchen. Intensive Jungrinderaufzucht heißt in erster Linie intensive Betreuung und kontrolliertes Wachstum zum richtigen Zeitpunkt.

Für ein Erstkalbealter von 24 Monaten sind auch nach dem Eintritt der Zuchtreife noch beträchtliche Lebendmassezuwachsleistungen von 700 bis 750 g/Tag erforderlich, um eine Lebendmasse vor der Kalbung von 630 kg (TRILK 1999, RUDOLPHI 2004, ROSSOW 2002) zu erreichen. Diese Zuwachsleistung wird bei Weidehaltung nicht immer sicher erreicht. In Untersuchungen von WARZECHA (2001) in Betrieben mit weidenden Jungrindern erlitten weidende Jungrinder zu Beginn der Weideperiode eine tägliche Lebendmassereduzierung von 692 g bzw. 899 g. In der folgenden Weidesaison wurden über die gesamte Weideperiode nur 65 g Zunahmen je Tier und Tag in einem landwirtschaftlichen Unternehmen Thüringens ausgewiesen. Aus diesem Grunde verzichten vor allem Betriebe mit weniger günstigen Bedingungen für die Weidehaltung in der Jungrinderaufzucht darauf, wenn ein frühes EKA angestrebt wird. Da andererseits Betriebe mit einem hohen Grünlandanteil die ökonomischen wie auch die tiergesundheitlichen Vorteile der Weidehaltung nutzen wollen, müssen für eine intensive Jungrinderaufzucht betriebsspezifische Verfahren der Weidenutzung entwickelt werden. Nach PRIEBE (2000) kann Weidehaltung auch bei steigenden Leistungsanforderungen in die Aufzucht von Färsen integriert werden. Dazu sind allerdings intensiv bewirtschaftete Weiden mit einem verbesserten Weide- und Herdenmanagement Bedingung. Diese Verfahren müssen die Unwägbarkeiten der klimatischen Verhältnisse und der Standortbedingungen ausgleichen können.

Gegenstand der vorzustellenden Untersuchung war deshalb die Klärung der Auswirkungen einer Weidehaltung im zweiten Lebensjahr im Vergleich zu einer intensiven durchgehenden Stallhaltung auf die Körperentwicklung, das Abkalbverhalten, die Milchleistung und Fruchtbarkeit von Jungrindern der Rasse Deutsche Holstein bei einem angestrebten Erstkalbalter von 24 Monaten.

Methodik

Tiermaterial

In die Untersuchung wurden insgesamt 201 Jungrinder der Rasse Deutsche Holstein einbezogen. Diese wurden in einem Praxisbetrieb bis zu einer Lebendmasse von etwa 400 kg intensiv und betriebsüblich aufgezogen und zur Zuchtbenutzung frei gegeben. Die Tiere der für die Weidehaltung vorgesehenen Gruppe (Weide) wurden nur bei nachgewiesener Trächtigkeit ab 14. Mai in fünf Etappen auf die Weide getrieben. Die letzten 7 Jungrinder wurden nach der Augustmessung auf die Weide gebracht. Genereller Weideabtrieb für alle Weidetiere war der 18. Oktober.

Bei einem Teil der für die Weidehaltung vorgesehenen Jungrinder konnte während dieses Zeitraums eine erfolgreiche Besamung nicht nachgewiesen werden ($n=32$). Diese Tiere wurden demzufolge durchgehend im Stall aufgezogen und einer Restgruppe (Stall-Rest) zugeordnet. Sie bedürfen im Zusammenhang mit den auf der Weide gehaltenen Tieren (Weide) einer besonderen Betrachtung, da letztere das Ergebnis einer unbeabsichtigten, aber versuchsbedingten Selektion auf Fruchtbarkeit sind. Ein Mittelwertvergleich kann deshalb zu Fehlinterpretationen führen. Die bei nachgewiesener Trächtigkeit auf die Weide gebrachten Jungrinder hatten ein maximales Konzeptionsalter von 530 Tagen. Um eine Vergleichbarkeit der auf der Weide gehaltenen Jungrinder (Weide) mit der durchgängigen Stallhaltung (Stall) herzustellen, wurden durch eine Grenzwertfestlegung des Konzeptionsalters von 530 Tagen bei den für die Stallhaltung vorgesehenen Jungrindern ebenfalls die leistungsfähigeren Tiere herausgefiltert ($n=70$). Der verbleibende Rest dieser Gruppe ($n=48$) wird in der weiteren Betrachtung ebenfalls der Restgruppe (Stall-Rest) zugeordnet, die insgesamt 80 Tiere zusammenfasst.

Datenerfassung

Die Lebendmasseentwicklung der Jungrinder, die Kreuzbeinhöhe und der Brustumfang wurden ab dem 6. Lebensmonat durch monatliche Messungen bis zur Umstellung in den Abkalbbereich erfasst. Gleichzeitig erfolgte eine Einschätzung des äußerlich sichtbaren und ertastbaren Ernährungszustandes über den body condition score, weitestgehend nach der Vorgehensweise von EDMONSON u.a. (1989). Die Ermittlung des Lebendmassezuwachses (LMZ)

für die gesamte Weideperiode erfolgte tierindividuell anhand der letzten Wägung vor Weideauftrieb und der ersten Wägung nach Weideabtrieb.

Betriebsüblich erfolgte die Vorbereitung auf die kommende Abkalbung in Stallhaltung ab ein bis drei Wochen vor dem theoretischen Abkalbetermin.

Der Kalbeverlauf wurde nach dem ADR-Schlüssel bewertet, d.h. mit zunehmenden Noten bei anwachsender Schwere. Der Wert 0 wurde von der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse ausgeschlossen.

Unmittelbar nach dem Kalben wurden Kreuzbeinhöhe (KBH), Brustumfang (BU), Lebendmasse (LM) der Kuh und Geburtmasse des Kalbes gemessen.

Die Milchleistungsdaten wurden anhand der monatlichen Milchkontrollergebnisse ermittelt und Fruchtbarkeitsdaten aus der betrieblichen Datenerfassung ausgewertet.

Fütterung und Weidemanagement

Die Stallfütterung erfolgte auf der Basis von Mischrationen aus Grasanwelk- und Maissilagen mit dem Futtermischwagen einmal täglich. Die Weidehaltung erfolgte als Umtriebsweide mit Dauergrünland auf einem Niedermoorstandort. Die Bewirtschaftung der Weideflächen erfolgte nach folgendem Schema:

Arbeitsgang	Termin*	Bemerkungen
Schleppen und Walzen	III/3 – I/4	In Abhängigkeit von der Befahrbarkeit
N-Düngung	zum 1. Aufwuchs zu 1-2 Folgeaufwüchsen	ca. 70 kg N/ha 30 – 40 kg N/ha in Abhängigkeit von der Fläche und deren aktueller Beweidung
P- und K- Düngung		50 – 80 kg K/ha 12 – 20 kg P/ha geringer als bei Schnittnutzung, da Rückfluss bei Beweidung
Nachmahd	ca. 2 x jährlich	
Nachsaat		Nach Bedarf, eher unregelmäßig

* Dekade/Monat

Während des Weideaustriebs erfolgte lediglich eine Zufütterung von Stroh, Heu und Mineralfutter.

Ergebnisse

Lebendmasse- und Körperentwicklung

Die Körperentwicklung bis zur Zuchtreife, Besamungsindex, Konzeptionsalter und -masse werden in Tabelle 1 dargestellt. Die Tiere der Stall-Restgruppe hatten bis zum 15. Lebensmonat tendenzielle bis signifikante Wachstumsrückstände gegenüber den eigentlichen Versuchsgruppen Weide und Stall. Die bis zum Ende des 15. Lebensmonates erreichte Lebendmasse von Stall-Rest war 15 – 20 kg geringer und die Kreuzbeinhöhe etwa 1cm niedriger als bei Weide und Stall. Das deutlich höhere Konzeptionsalter und die damit verbundene signifikant höhere Lebendmasse zur Konzeption steht in enger Verbindung mit dem höheren Besamungsaufwand von 2,58 Besamungen/Trächtigkeit gegenüber 1,5 und 1,22 für Stall und Weide.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Lebendmasse, Körpermaße und Körperkondition zu Versuchsbeginn sowie Besamungsaufwand

Gruppe		Weide	Stall	Stall-Rest
Anzahl Tiere		51	70	80
Geburtsmasse	kg	41,5^a	41,8^a	40,1^b
LM 15. Monat	kg	427,9^a	434,9^a	413,9^b
KBH 15. Monat	cm	134,2^a	135,7^b	133,9^a
BU 15. Monat	cm	180,1^a	182,7^b	177,5^c
BCS 15. Monat		4,05^a	3,86^b	3,81^b
Konzeptionsalter	Tage	455,2^a	460,4^a	595,1^b
Konzeptionsmasse	kg	436,7^a	434,5^a	504,3^b
Besamungsindex		1,22^a	1,50^b	2,58^c

a, b, c – unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Gruppen; $P \leq 0,05$

Die eigentliche Versuchsbehandlung setzte mit dem Weideaustrieb eines Teils der Tiere erst nach der Konzeption der Tiere ein. Die Entwicklung der Lebendmasse unter Einfluss der unterschiedlichen Behandlung der Tiere ist in Abbildung 1 altersabhängig grafisch dargestellt. Es zeigt sich, dass Weide und Stall bis zum 15. Lebensmonat ein übereinstimmendes Wachstumsverhalten aufweisen mit hohen täglichen Zuwachsraten von >800 bis 1.000 g/Tag, tendenziell abnehmend. Der Weideaustrieb beeinflusste die weitere Lebendmasseentwicklung deutlich negativ. Das mittlere aktuelle Lebendmassewachstum der Weidegruppe geht fast auf 0 zurück. Im Vergleich dazu halten die im Stall verbliebenen Jungrinder ein Zunahmenniveau von >600 g/Tag. Die aufgrund der späten Konzeption (>530 Tage) nicht in den direkten Vergleich mit

einbezogenen Jungrinder (Stall-Rest) zeigten bis zum Versuchsbeginn ein ähnliches Wachstumsverhalten wie die Stall- und die Weidegruppe, jedoch auf einem tendenziell (etwa 40-50 g/Tag) niedrigeren Niveau.

Abbildung 2 zeigt die Veränderungen der Körperkondition und der Kreuzbeinhöhe im Verlaufe der Altersentwicklung. Insgesamt ist für alle Gruppen ein Anstieg der Körperkondition bis zum 16. Lebensmonat auf Noten zwischen 3,75 und 4,25 zu verzeichnen.

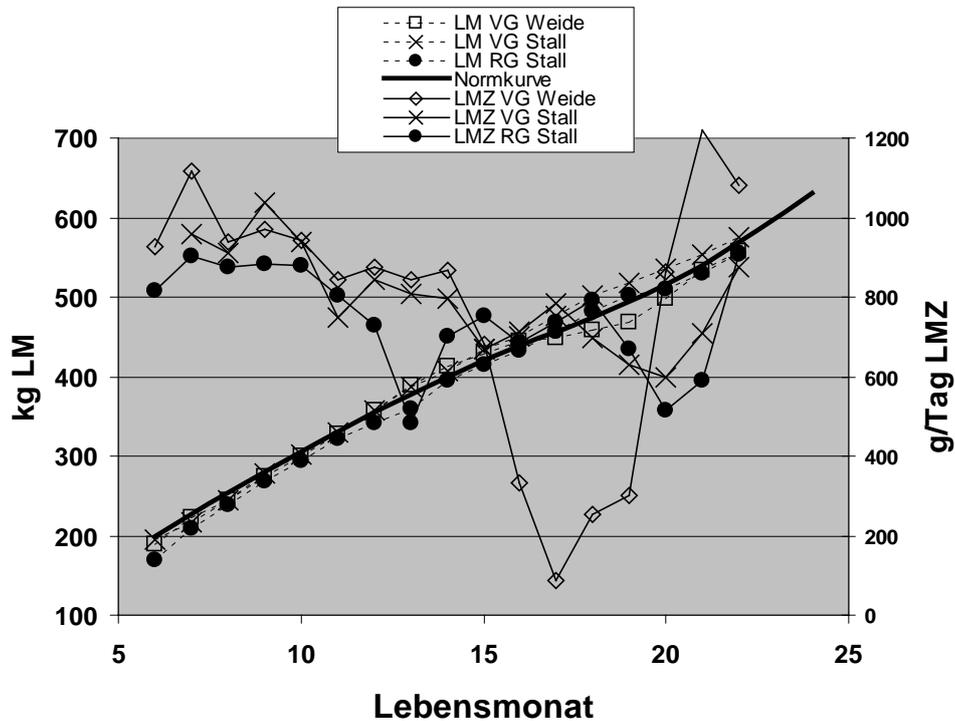


Abb. 1: Lebendmasseentwicklung der Jungrinder zwischen dem 6. und 22. Lebensmonat

Während für VG Weide danach ein drastischer Abfall der Benotung auf 3,5 bis zum 19. Lebensmonat festzustellen war, nahm in den beiden Stallgruppen die Kondition weiter kontinuierlich auf Werte um 4,25 zu. Die Zunahme der Körperkondition auch der VG Weide nach dem 19. Lebensmonat ist auf die Messungen nach Weideabtrieb, d.h. auf den Zeitraum der Wachstumskompensation zurückzuführen (siehe auch Tabelle 3). Das mit der Zunahme der Kreuzbeinhöhe dokumentierte Rahmenwachstum der Jungrinder ist trotz der Schwankungen für alle Gruppen einheitlich und positiv und nahm zwischen dem 6. und 22. Lebensmonat von etwa 4 auf 1 cm/Monat kontinuierlich ab. Im Gegensatz zur deutlichen Reduzierung der Körperkondition und Lebendmasse mit Weideaustrieb nach dem 16. Lebensmonat setzte sich demnach das Größenwachstum kontinuierlich fort.

Tabelle 3: Lebendmasse- und Körperentwicklung der VG Weide vom Weideaustrieb bis nach dem Weideabtrieb

Zeit	n	Zunahme im Vergleich zum Vormonat				LM Kg	BCS	Träch- tigkeits monat
		LMZ (g/Tag)	KBH (cm)	BU (cm)	BCS			
Vor Weideaustrieb	51	841	1,7	5,3	0,08	465	4,21	1,2
1. Messung Weide	41	-1.297	1,5	-3,6	-0,63	436	3,60	2,4
2. Messung Weide	43	433	1,1	3,4	-0,15	450	3,47	3,3
3. Messung Weide	37	617	2,9	5,8	-0,06	474	3,40	4,5
4. Messung Weide	18	846	2,8	3,2	0,07	506	3,47	5,8
1. Messung Stall	49	1.164	-0,7	0,8	0,11	515	3,58	5,7
2. Messung Stall	40	1.445	0,6	4,1	0,45	559	4,03	6,6
3. Messung Stall	30	866	0,3	3,9	0,13	569	4,20	7,1
Bilanz Weide	49	308	5,5	6,5	-0,63			

Da der Weideaustrieb der Tiere aufgrund des notwendigen Trächtigenachweises nicht zu einem einheitlichen Zeitpunkt erfolgte, ist eine Betrachtung des mittleren Wachstums der Gruppe eher irreführend und verwischt die Dramatik der Situation. Betrachtet man Wachstum und Körperkondition im Kontext mit dem Weideaustrieb und der Dauer des Weideaufenthaltes der Tiere (Tabelle 3), ist festzustellen, dass die Jungrinder im ersten Weidemonat im Mittel 1,3 kg Lebendmasse/Tag, 0,63 Noten des body condition score und 3,6 cm Brustumfang abnahmen, während die Kreuzbeinhöhe weiterhin zunahm. Mit längerem Verbleib auf der Weide stieg der Lebendmassezuwachs stetig auf bis zu 850 g/Tag und die Zunahme des Brustumfangs aktuell auf etwa 4 cm/Monat wieder an. Bei Annäherung an ein Mittel von 3,5 verringerte sich der Rückgang des Ernährungszustandes (BCS) auf Null.

Die Bilanz zwischen der letzten Messung vor Weideaustrieb und der ersten Messung nach Weideaustrieb (Weide gesamt) ist für die Lebendmasse mit 308 g/Tag noch und für das Rahmenwachstum deutlich positiv (5,5 cm Zuwachs Kreuzbeinhöhe bzw. 6,5 cm Zuwachs an Brustumfang). Der Ernährungszustand ging durch den Weidegang insgesamt mit -0,63 Noten (BCS) deutlich in Richtung Normalwert 3,0 zurück.

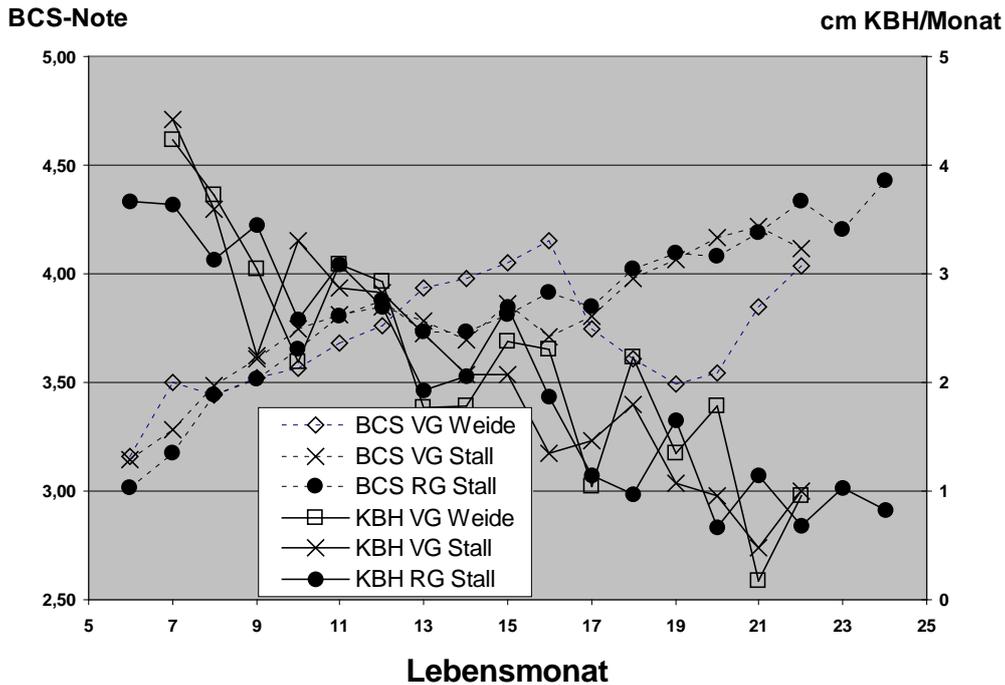


Abb. 2: Körperkondition (BCS) und monatliche Veränderung der Kreuzbeinhöhe (KBH) zwischen dem 6. und 22. Lebensmonat

Nach Weideabtrieb zeigten die Jungrinder ein starkes kompensatorisches Wachstum mit Zunahmen deutlich über 1.000 g/Tag, das erst im dritten Monat nach Weideabtrieb nachließ. Verbunden damit war eine deutliche Zunahme des Ernährungszustandes auf das Niveau von vor Weideauftrieb mit Noten über 4,0, während das Größenwachstum (KBH) stark nachließ (Tabelle 3).

Abkalbeergebnis

Die Daten zur Abkalbung sind in Tabelle 4 dargestellt. Bedingt durch die Selektion der Tiere mit einem Konzeptionsalter bis 530 Tage in die Versuchsgruppen Weide und Stall und einer Gruppierung der verbleibenden Färsen in Stall-Rest stellt sich zwischen den beiden Versuchsgruppen kein Unterschied im Erstkalbealter (EKA) ein. Es beträgt hier etwas mehr als 24 Monate. Die Tiere der Restgruppe kalbten etwa 4 Monate später ab. Die Lebendmassen post partum sind zwischen allen drei Gruppen signifikant unterschiedlich mit der niedrigsten Abkalbemasse in der Weidegruppe und der höchsten Abkalbemasse in der Restgruppe. Die Kreuzbeinhöhe als Größenmaß ist zwischen den Gruppen nicht verschieden. Dagegen existieren signifikante Gruppenunterschiede im Brustumfang, die mit der Lebendmasse post partum kongruent sind. Der Kalbeverlauf in Weide ist als signifikant weniger schwer gegenüber Stall und Stall-Rest an-

zusehen. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Totgeburten in der Weidegruppe mit 14 % am höchsten.

Von den untersuchten möglichen Einflussgrößen auf den Kalbeverlauf hat die Kreuzbeinhöhe p.p. eine statistisch gesichert negative und die Lebendmasse des Kalbes sowie die Körperkondition vor der Kalbung eine statistisch gesichert positive Beziehung zur Schwere des Kalbeverlaufes. Folgende Gleichung kennzeichnet die allgemeinen Zusammenhänge zum Ernährungszustand vor der Abkalbung, der Geburtsmasse des Kalbes und der Körpergröße der Kuh:

$$\begin{aligned} \text{Kalbeverlauf (1...4)} &= 3,506 \\ &- 0,027 \text{ KBH p.p.} \\ &+ 0,0271 \text{ Geburtsmasse Kalb} \\ &+ 0,234 \text{ BCS a.p.} \end{aligned}$$

KBH p.p. Kreuzbeinhöhe post partum
BCS a.p. Körperkondition zur letzten Messung ante partum (BCS 1...5)

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Abkalbedaten

Kennzahl	Dimension	Weide	Stall	Stall-Rest
EKA	Tage	735,3	742,0	868,2
LM _{pp}	kg	571,0 ^a	586,2 ^b	605,8 ^c
KBH _{pp}	cm	146,8	146,4	146,6
BU _{pp}	cm	194,6 ^a	196,3 ^b	198,6 ^c
Kalbeverlauf	1...4	1,42 ^a	1,65 ^b	1,67 ^b
Geburtsmasse Kalb	kg	39,6	40,7	40,4
weiblich/männlich	n	18/32	36/33	28/38
Anteil Totgeburten	%	14	8,6	6,1

a, b, c - unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen; ($P \leq 0,05$)

Milchleistung 1. Laktation

Die Milchmengenleistungen und die Gehalte an Fett und Eiweiß in der Milch sowohl für die ersten 100 Tage der Laktation als auch für den Zeitraum der abgeschlossenen 1. Laktation (305 Tage) sind in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tabelle 5: Milchmengen und -inhaltsstoffe während der ersten Laktation

Kennzahl	Dimension	Weide	Stall	Stall-Rest
----------	-----------	-------	-------	------------

Milchmenge 1.-100. Tag ¹⁾	kg	3303 ^a	3063 ^b	3042 ^b
Milcheiweiß 1.-100. Tag ²⁾	%	3,23	3,14	3,18
Milchfett 1.-100. Tag ²⁾	%	3,76 ^a	3,49 ^b	3,84 ^a
Milchmenge 305 Tage ¹⁾	kg	9014	8499	8434
Milcheiweiß 305 Tage ²⁾	%	3,40	3,37	3,33
Milchfett 305 Tage ²⁾	%	3,80	3,65	3,75

a, b - unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen; ($P \leq 0,05$)

Die während der ersten 100 Tage ermolkenen Milchmenge war für die Weidegruppe etwa 10 % und signifikant höher als bei den beiden Stallgruppen, zwischen denen kein Unterschied bestand. Bei der 305-Tage-Leistung bestehen numerische Unterschiede zwischen den Gruppen in gleicher Rangierung wie während der ersten 100 Tage, jedoch nicht statistisch signifikant. Für die Milchinhaltsstoffe ließ sich nur ein geringerer Milchfettgehalt für die Versuchsgruppe Stall gegenüber den anderen beiden Gruppen im Zeitraum der ersten 100 Laktationstage nachweisen.

Zwischen der Milchmenge und dem Kalbeverlauf bestehen signifikant negative Zusammenhänge (Tabelle 6). Bei Verschlechterung des Kalbeverlaufes um 1 Note nach oben zeigt die regressionsanalytische Auswertung eine Verringerung der während der ersten 100 Laktationstage erbrachten Milchmenge bzw. der 305-Tage-Leistung von 165 und 437 kg.

Tabelle 6: Zusammenhang zwischen der Milchmenge in kg und dem Kalbeverlauf (Note 1 ... 4)

	a	b	P_b	B	S_R
1. – 100. Laktationstag	3383	-165	0,0142	0,03	484
1. – 305. Laktationstag	9345	-437	0,0197	0,04	1224

Diskussion

Die unfreiwillige Selektion der während der Weideperiode tragend gewordenen Färsen (VGW) mit einem Alter zur Konzeption von weniger als 530 Tagen führte zur Gruppierung der in den Merkmalen des Wachstums und der Fruchtbarkeit leistungsfähigeren Tiere. Zum Zwecke der Vergleichbarkeit von Stall- und Weidehaltung wurde diese Selektion auch bei den für die Stallhaltung vorgesehenen Jungtieren durchgeführt. Mit 427,9 bzw. 434,5 kg für die Weide- bzw. Stallgruppe ist der von JAHNKE (2000) angegebenen Normwert für das Erstbelegungsalter von 15 Monaten erreicht (siehe Abbildung 1). Beide Gruppen waren bei mittleren BCS-Noten von 4,01 bzw. 3,81 aber deutlich überernährt, was auf eine über dem Bedarf liegende Energieversorgung während der Aufzucht bis zur Konzeption schließen lässt, der Versuchsfrage aber nicht

anzulasten ist. Aus Abbildung 1 wird jedoch deutlich, dass bis zum 6. Lebensmonat eine angestrebte Lebendmasse von 200 kg nicht erreicht wurde und dieses Defizit erst nachfolgend, beginnend aber noch vor Eintritt der Pubertät, kompensiert wurde. Die Kompensation des Wachstumsrückstandes gegenüber der Normkurve nach dem ersten Lebenshalbjahr führte insgesamt zu einem reichlichen Ernährungszustand (BCS) vor der Konzeption, d.h. schon vor dem eigentlichen Versuchsbeginn.

Der drastische Rückgang des Lebendmassezuwachses nach Weideaustrieb geht einher mit einem deutlichen Rückgang des Ernährungszustandes auf BCS-Werte um 3,5 bei gleichzeitiger unverminderter Zunahme der Kreuzbeinhöhe. Die Verringerung des Lebendmassezuwachses, des Brustumfangs und des Ernährungszustandes bleibt auf die Zeit unmittelbar nach Weideaustrieb beschränkt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt SIMON (2004) bei Färsen im besamungsfähigen Lebendmassebereich mit -617 g/Tag in den ersten 50 Tagen nach Weideaustrieb. Im weiteren Weideverlauf bis zur letzten Weidemessung im September stiegen der Lebendmassezuwachs wie auch Zuwachs des Brustumfangs wieder an, während die Körperkondition eher konstant blieb. Auch bei SIMON (2004) steigt im weiteren Verlauf der Weidehaltung der Lebendmassezuwachs sukzessive wieder auf bis zu 550 g/Tag an. Die Abnahme der Lebendmasse muss demzufolge auf die Reduzierung der exzessiven Körperfettreserven zurückgeführt werden. Sie bedeutet keine Beeinträchtigung des Rahmenwachstums. Der Wiederanstieg des Lebendmassezuwachses auf mehr als 800 g/Tag zum Ende der Weideperiode zeigt, dass das Nährstofflieferungsvermögen der genutzten Weide für hohe Zunahmen auch im Spätsommer ausreichte, sogar mit Tendenz zur Kompensation des vorherigen Verlustes an Körperfettreserven. Dies stimmt mit der These von PRIEBE (2000) überein, dass die Weidehaltung auch bei steigenden Leistungsanforderungen in die Färsenaufzucht integriert und die Qualität des Weidefutters gut gemanagter Weiden im Verlauf der Weidesaison konstant hoch gehalten werden kann. Nach Weideabtrieb müssen die Lebendmassezunahmen von bis zu >1.400 g/Tag und der Wiederanstieg der Körperkondition als Kompensation ihres Rückgangs mit dem Weideaustrieb interpretiert werden. Für die vorliegenden Untersuchungen heißt das, die Nährstoff- und Energieversorgung war, gemessen an den Bedürfnissen der Jungrinder auch in diesem Aufzuchtabschnitt, zu intensiv.

Bei etwa vergleichbarem Erstkalbealter von 24,2 bzw. 24,4 Monaten für Weide und Stall hatten die Tiere der Stallgruppe unmittelbar nach der Abkalbung eine signifikant höhere Lebendmasse und einen größeren Brustumfang bei vergleichbarer Kreuzbeinhöhe. Das heißt, dass die Weidegruppe trotz einer gewissen Kompensation des Lebendmasseabbaus nach dem Weideabtrieb nicht das Niveau der BCS-Note der Stallgruppe erreicht hat. Der signifikant schwierigere Kalbeverlauf bei Stall gegenüber Weide ist möglicherweise darauf zurückzuführen.

Die höhere Lebendmasse post partum der Tiere aus Stall-Rest ist auf die späte Konzeption und damit auf das 4 Monate höhere Erstkalbealter zurückzuführen. Bei gleicher Kreuzbeinhöhe wie in den beiden eigentlichen Vergleichsgruppen hatten diese Tiere einen signifikant höheren Brustumfang, was auf ein höheres Niveau des Ernährungszustandes zur Abkalbung schließen lässt. Da das Körperwachstum nach der Pubertät mit zunehmender Annäherung an die adulte Lebendmasse abnimmt, muss eine einheitlich intensive Fütterung aller trächtigen Jungrinder natürlich in dieser Gruppe zu stärkerer Verfettung führen. Auch in Stall-Rest ist der Kalbeverlauf signifikant schwerer als in Weide, was den Verdacht des negativen Einflusses eines überschüssigen Ernährungszustandes bestätigt. Zwischen Kalbeverlauf und Milchmenge existiert eine signifikant negative Beziehung für die Milchmenge der ersten 100 Laktationstage bzw. der 305-Tage-Leistung, unabhängig von der Versuchsgruppe von -165 und -437 kg Milch/Note des Schlüssels Kalbeverlauf (Tabelle 6). Da die Kalbungen der Weide gegenüber Stall und Stall-Rest statistisch gesichert komplikationsärmer verliefen, geht der Einfluss des Kalbeverlaufes auch in den Vergleich der Milchmengenleistungen zwischen den Gruppen ein. Die im Vergleich zu Stall und Stall-Rest signifikant höhere Milchmenge der Weide während der ersten 100 Laktationstage ist statistisch gesehen deshalb im wesentlichen auf den Einfluss des Kalbeverlaufes zurückzuführen und kann durch die damit verbundenen Stoffwechselstörungen zu Laktationsbeginn erklärt werden. Bei der 305-Tage-Leistung besteht zwar ein numerisch beträchtlicher Vorteil der Weide gegenüber den etwa gleichwertigen Stall und Stall-Rest, jedoch lässt sich dieser nicht statistisch sichern. Zieht man die Ergebnisse von SIMON (2004) zur Milchleistung nach Weidehaltung vs. Stallhaltung der tragenden Jungrinder zur Bewertung der eigenen Ergebnisse hinzu, kann eine unterschiedliche Milchleistung nicht ausschließlich als verfahrensbedingt diskutiert werden. Denkbar sind u.a. Einflussfaktoren wie die Körpermasse, die Nutzung der umsetzbaren Energie (ME) oder der Ernährungszustand (SEGERT u.a., 1996; SCHMIDT und SCHÖNMUTH, 1997; SEKINE u.a., 2004; MÜLLER u.a., 2005). Die in vorliegender Untersuchung nachgewiesenen Unterschiede in der Lebendmasse, der Körperhöhe bzw. den BCS-Noten, im Kalbeverlauf oder der Milchleistung sind im Zusammenhang mit Fragen des Managements zu beurteilen.

Fazit

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Weidehaltung der tragenden Jungrinder einer frühen Milchkuhnutzung nicht entgegensteht. Die Fütterungswirkung der genutzten Weide überstieg sogar den Bedarf der Jungrinder im zweiten Lebensjahr. Für die Nutzung der Vorteile einer Weidehaltung von Jungrindern bilden jedoch sowohl eine intensive Weidebewirtschaftung und Weidevorbereitung der Tiere als auch betriebsspezifische Verfahren eine wichtige Voraussetzung.

Bedeutung der Nutzungsform und N-Versorgung für die Leistungsfähigkeit und N-Effizienz von Dauergrünland

Prof. Dr. Friedhelm Taube, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, CAU Kiel

Problemstellung

Die derzeit niedrigen Erzeugerlöhne in der Milchproduktion machen eine Überprüfung der Strategien in der Futterproduktion sowohl aus ökonomischen Gründen als auch aus Gründen der Ressourceneffizienz notwendig. Zum einen, weil die Grundfutterkosten selbst in Spitzenbetrieben mit etwa 11 ct/kg ECM etwa 25% der Vollkosten in der Milchproduktion darstellen, zum anderen, weil die Umweltgesetzgebung (Umsetzung EU-Wasserrahmenrichtlinie, Düngeverordnung, Umbruchverbot Grünland, Klimaschutz) und aktuell diskutierte MSL-Maßnahmen im Rahmen der 2. Säule der EU-Agrarpolitik (Förderung Grünland- bzw. Weidenutzung) Rahmenbedingungen darstellen, die für die Futterbaubetriebe in die Planungen zukünftiger Futterbaustrategien eingehen sollten.

Das „N-Projekt Karkendamm“

Die Kieler Arbeitsgruppe hat in einem mehrjährigen interdisziplinären Forschungsprojekt („N-Projekt Karkendamm“) die Leistungen und ökologischen Effekte unterschiedlicher Futterproduktionssysteme in Abhängigkeit von der Stickstoff-Düngungsintensität auf einem typischen sandigen Geeststandort untersucht mit dem Ziel, optimale Systeme und Intensitäten zu identifizieren, die sowohl hohe Leistungen als auch geringe Umwelteffekte sicher stellen.

Konzept des „N-Projektes Karkendamm“:

In drei Versuchsserien wurden jeweils über mehrere Jahre Leistungen und ökologische Effekte in Abhängigkeit von der N-Düngungsintensität (Mineraldüngung/Gülle) untersucht.

I. Dauergrünlandexperiment

Über einen weiten N-Düngungsgradienten (Mineraldüngung: 0 – 300 kg N/ha; Gölledüngung: 0 – 20 m³/ha) wurden die Nutzungsformen Umtriebsweide, Mähweide I (1 Schnitt + Nachweide); Mähweide II (2 Schnitte + Nachweide) und Schnitt (4 Nutzungen) über 5 Jahre überprüft. Neben den Erträgen und Futterqualitätsparametern wurden die N-Bilanz, die N-Effizienz, die N-Verluste über das Sickerwasser und Lachgasemissionen sowie die CO₂-Emissionen im Sinne einer Energiebilanz erfasst

II. Maismonokulturexperiment

Über 5 Jahre wurden die Faktoren mineralische N-Düngung (0 – 150 kg N/ha); Gölledüngung (0 – 40 m³/ha) und Untersaat von Deutschem Weidelgras (mit/ohne) geprüft und die gleichen Parameter erhoben wie in Experiment I.

III. Futterbaufruchtfolgeexperiment

Über eine Rotation von 3 Jahren wurde die Fruchtfolge Weißklee gras – Silomais – Triticale bei unterschiedlichen mineralischen und organischen N-Düngungsintensitäten untersucht und die gleichen Parameter erhoben wie in Experiment I.

Aufgrund dieser Komplexität des Versuchansatzes können für sandige Standorte Norddeutschlands Aussagen zu der relativen Vorzüglichkeit von Futterproduktionssystemen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität getroffen werden. Im vorliegenden Beitrag sollen die Ergebnisse des Grünlandexperimentes im Mittelpunkt stehen. Um diese Leistungen einordnen zu können, werden sie den Leistungen von Silomais am gleichen Standort gegenübergestellt und schließlich werden diese Ergebnisse zum Schluss auch einer Klimaschutz relevanten Betrachtung unterzogen.

Die Bewirtschaftung des Grünlandes zielte auf optimal gemanagte Hochleistungsbestände ab, d.h. es wurde nach jeder Beweidung eine Nachmahd vorgenommen, zweimal in den 5 Versuchsjahren eine chemische Unkrautbekämpfung (gegen Löwenzahn) durchgeführt und mit Deutschem Weidelgras und Weißklee nachgesät sowie in den Schnittvarianten jeweils zum optimalen Nutzungstermin (kurz vor Beginn Ährenschieben im 1. Aufwuchs) genutzt, um optimale Futterqualitäten sicher zu stellen.

Ertragsleistungen

Die zentralen Größen für den Ertrag vom Grünland sind der Brutto- bzw. Netto-Energieertrag (GJ NEL/ha), die in Abbildung 1 (Brutto) bzw. Abb. 2 Netto) dargestellt ist. Zu bedenken ist bei der Interpretation der Nettoenergieerträge, dass bei den Schnittvarianten der Bruttoertrag gleich dem Nettoertrag ist, da mit Parzellenerntern geerntet wurde und somit keine Feldverluste auftraten und auch Silierverluste nicht in Ansatz gebracht wurden, während für die Weidesysteme in Abb. 2 die tatsächlichen Weidereste vom Bruttoertrag abgezogen wurden. Bezüglich der Produktionsfunktionen fällt zunächst auf, dass lineare Beziehungen zwischen der N-Steigerung und der Ertragsbildung und damit gleich bleibende Grenzerträge zwischen umgerechnet 8- und 13 kg TM/kg N festzustellen waren, wobei diese Werte in den Mähweidesystemen am höchsten waren. Die vergleichsweise hohen Erträge in der ungedüngten Variante sind auf hohe N-Fixierungsleistungen des Weißklee zurück zu führen (Weide: 60 kg N/ha; Schnitt: 120 kg N/ha). Die Abbildung 2 zeigt aber auch, dass alle Grünlandnutzungssysteme auf diesem austrocknungsgefährdeten Standort dem Silomais deutlich unterlegen sind. Die Abbildung 3 dokumentiert für das Grünland, dass es gelang, auf einem Standort mit der Ackerzahl 25 Deutsch' Weidelgras dominierte Bestände mittels der intensiven Pflegenmaßnahmen trotz temporärem

Trockenstress zu halten und die Queckenanteile auch bei hohem N-Düngungsniveau stets auf unter 10% zu begrenzen.

Neben dem absoluten Ertrag im Mittel der Jahre stellt die Ertragssicherheit einen weiteren wichtigen Aspekt dar. Um dies auszudrücken, haben wir die Variation der Energieerträge in den 5 Versuchsjahren in der Abbildung 4 aufgezeigt und als Variationskoeffizient ausgedrückt. Hohe Variationskoeffizienten weisen mithin auf eine geringe Ertragssicherheit und große Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr hin. Die Interpretation dieser Ergebnisse zeigt, dass low-input Weidesysteme die höchsten Variationskoeffizienten aufweisen und hoch gedüngte Bestände zur Schnittnutzung die geringsten. Dies ist vornehmlich auf die erhebliche Variation der Weißkleeanteile und der damit verbundenen N-Fixierungsleistung in den Versuchsjahren zurück zu führen.

Futterqualität

Für die wichtigsten Futterqualitätsparameter Energiedichte und Rohproteingehalt sind in den Abbildungen 5 und 6 die Werte aufgezeichnet. Die Energiedichte als gewichteter Mittelwert aller Aufwüchse variiert zwischen den Nutzungssystemen zwischen 6,6 und 6,8 MJ NEL/kg TM. Auch wenn davon auszugehen ist, dass die seinerzeit verwendete Schätzformel nach Friedel und Poppe (1990) im Vergleich zur heute gültigen Schätzformel den energetischen Futterwert leicht überschätzt, zeigen die Ergebnisse, dass es mit optimalem Grünlandmanagement und hohen Anteilen an DW im Bestand gelingt, Futterqualitäten zu erzeugen, die mit dem Mais vergleichbar sind. Bezüglich des Rohproteingehaltes müssen zunächst die Ansprüche seitens der Tiernahrung formuliert werden, um die Werte einordnen zu können. Für Milchkühe mit hoher Milchleistung sollten diese Werte zwischen 16 und 18% Rohprotein liegen. Werte deutlich über 18% sind unerwünscht, weil dies zu steigenden N-Ausscheidungen über die Exkremente und somit einer reduzierten N-Verwertungseffizienz führt. Diese Vorgaben können für die Schnittnutzung mit mittleren N-Intensitäten von etwa 250 kg/ha gut erfüllt werden, während die Weide deutlich höhere Rohproteingehalte aufweist. Nur mit N-Intensitäten auf der Weide in der Größenordnung bis zu 100 kg/ha können Rohproteinwerte von unter 20% sichergestellt werden.

N-Bilanz, N-Effizienz und N-Auswaschung

Die Brutto-Flächenbilanz (Abb. 7) macht deutlich, dass nur Schnitt dominierte Nutzungssysteme in der Lage sind, ausgeglichene N-Bilanzsalden zu gewährleisten, während die Weidenutzung in jedem Fall positive N-Salden verursacht. Nach der aktuellen Düngeverordnung (Nettobilanz) sind jedoch die anzurechnenden ausgeschiedenen Exkrementstickstoffmengen auf der Weide nur zu 25% in Ansatz zu bringen, was auf Messungen im N-Projekt Karkendamm be-

ruht. Wir konnten zeigen, dass unter Weidenutzung bis zu N-Düngungsintensitäten von etwa 100 kg/ha die Stickstoffwiederfindungsrate im Aufwuchs bei etwa 25% liegt, steigt die N-Düngung auf der Weide dagegen über 200 kg/ha an, sinkt diese Wiederfindungsrate gegen null und verursacht indirekt negative Effekte für die Umwelt in Form von Nitratausträgen über das Sickerwasser (Abb.8a,b). Dies führt in der Konsequenz dazu, dass hinsichtlich der Gewährleistung einer akzeptablen Qualität des Sicker-/Grundwassers N-Intensitäten auf der Weide eine Größenordnung von 100 kg/ha nicht überschreiten sollten.

Würde man die ökologische Bewertung der verschiedenen Futterproduktionssysteme auf die potentielle Gewässerbelastung beschränken, würde die Bewertung eindeutig zu Lasten der Weide, insbesondere der Intensivweide ausfallen. Wird jedoch als zusätzlicher Indikator die CO₂-Emission bzw. die Energieeffizienz vor dem Hintergrund der Klimarelevanz hinzugezogen, ergibt sich ein völlig anderes Bild.

CO₂- und N₂O-Emissionen („carbon footprint“) im Futterbau

Zur Berechnung der CO₂-Emissionen wurden entsprechend der OECD Standards sämtliche Bewirtschaftungsmaßnahmen mit dem dazu gehörigen Energieverbrauch bzw. den daraus resultierenden CO₂-Emissionen belastet und wiederum zum einen auf die Fläche und zum anderen auf die Produkteinheit (spezifische CO₂-Emissionen) bezogen. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die entsprechenden Zusammenhänge und verdeutlichen, dass sich nun die relative Vorzüglichkeit der Produktionssysteme zugunsten der Weide umkehrt. Sowohl die absoluten Emissionen je ha als auch die spezifischen Emissionen („ökologischer Rucksack“ für CO₂-Emissionen je Einheit Futterenergie) weisen low-input Systeme auf der Weide als optimal aus, während hoch intensive Schnittsysteme mit 4 Schnitten vom Grünland die höchsten Emissionen verursachen.

Unter Grünlandnutzung wurden zusätzlich die N₂O-Emissionen (Lachgas) ermittelt, da diesen aufgrund der hohen Klimarelevanz im Vergleich zum CO₂ eine erheblichen Bedeutung zukommt, während die Methanemissionen nicht systematisch ermittelt wurden, da diese primär durch die Nutztiere verursacht werden und somit beim Vergleich von Futterbausystemen eine untergeordnete Relevanz haben. Bezüglich der Lachgasemissionen konnten keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der N-Düngungsintensität abgesichert werden, vielmehr variierten diese Emissionen in einem Bereich von 3-5 kg N/ha, was zeigt, dass die bodenbürtigen Emissionen und nicht die Emissionen aus der N-Düngung unter langjährig intensiv bewirtschafteten Grünlandbeständen eine wesentliche Rolle spielen. Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse, dass auf fakultativen Grünlandstandorten, also ackerfähigen Böden, bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise hinsichtlich der Erträge, der Nährstoffverluste über Sickerwasser und der Emissionen („carbon footprint“) der Maisanbau nach den Kriterien der guten fachlichen

Praxis (Anbau in Fruchtfolge!) und die Weidenutzung auf dem Grünland mit geringer N-Zufuhr die günstigsten Optionen darstellen.

In den vorliegenden Analysen wurden die Veränderungen der Bodenkohlenstoffgehalte im Boden aufgrund der relativ kurzen Laufzeit der Projekte nicht berücksichtigt. Langfristig stellt jedoch das Alter des Grünlandes durch seine Funktion als Kohlenstoffsенке eine zentrale Stellgröße für die Emissionen klimarelevanter Gase dar. Umgekehrt zeigen mehrere internationale Studien, dass Silomaisanbau in Monokultur immer mit einem Verlust an organischer Bodensubstanz verbunden ist, d.h. in unseren Analysen haben wir durch die Nichtberücksichtigung der C-Bindung im Boden die Emissionen unter Dauergrünland tendenziell überschätzt und diejenigen unter Mais eher unterschätzt. Wird Acker in Grünland umgewandelt, fungieren Grünlandböden je nach Standort über Jahrzehnte als Senke für CO₂ (auf Mineralböden in der Größenordnung von ca. 1-2 t CO₂/ha/Jahr), während der in den letzten Jahren in Deutschland deutlich zunehmende Grünlandumbruch den nachfolgenden Ackerbau mit erheblichen Emissionen klimarelevanter Gase belastet. Entsprechende Analysen aus den USA zeigen, dass die Berücksichtigung dieser Zusammenhänge zu einer deutlichen Verschiebung der Vorzüglichkeit von Produktionssystemen zugunsten insbesondere der Weidenutzung führt. Daraus ist als Forschungsbedarf eine vollständige Erfassung des „carbon footprints“ der Milch- und Fleischproduktion unter Berücksichtigung der oben genannten Zusammenhänge für unseren Klimaraum abzuleiten, um optimierte Futterproduktionssysteme für die Erzeugung von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft zu entwickeln. Eine Thematik, mit der sich die Kieler Agrarwissenschaftler derzeit beschäftigen.

(Die verwendete Literatur kann beim Autor nachgefragt werden)

- ftaube@email.uni-kiel.de -

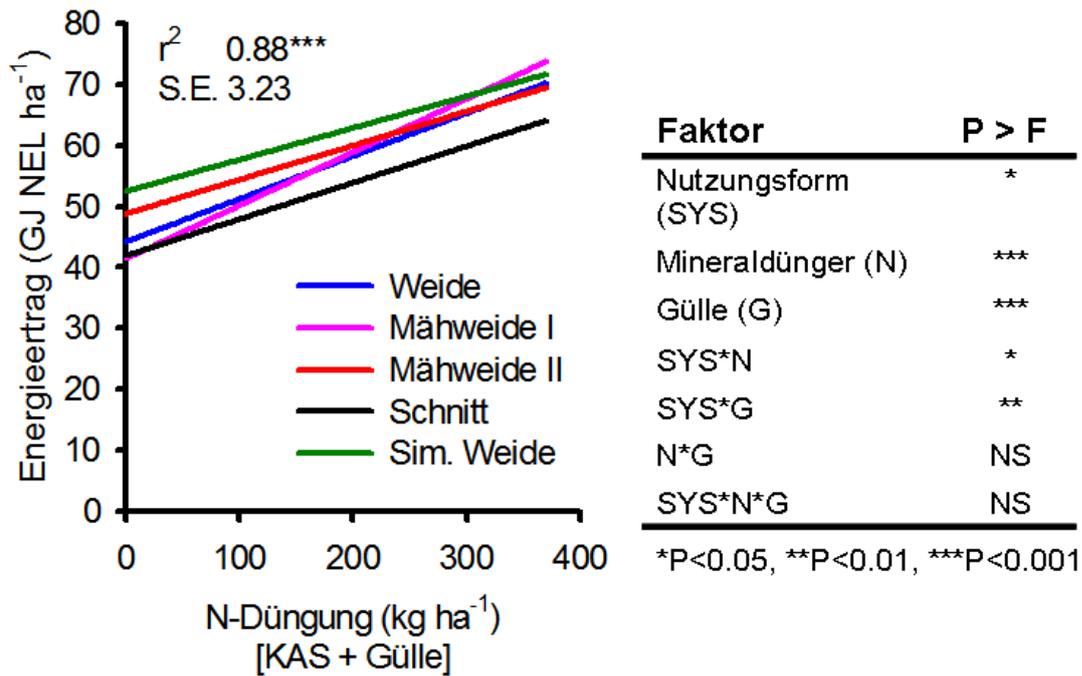


Abb. 1. Brutto-Energieertrag (GJ NEL/ha) der geprüften Grünlandnutzungssysteme in Abhängigkeit von der N-Düngung (Quelle, Trott et al., 2004)

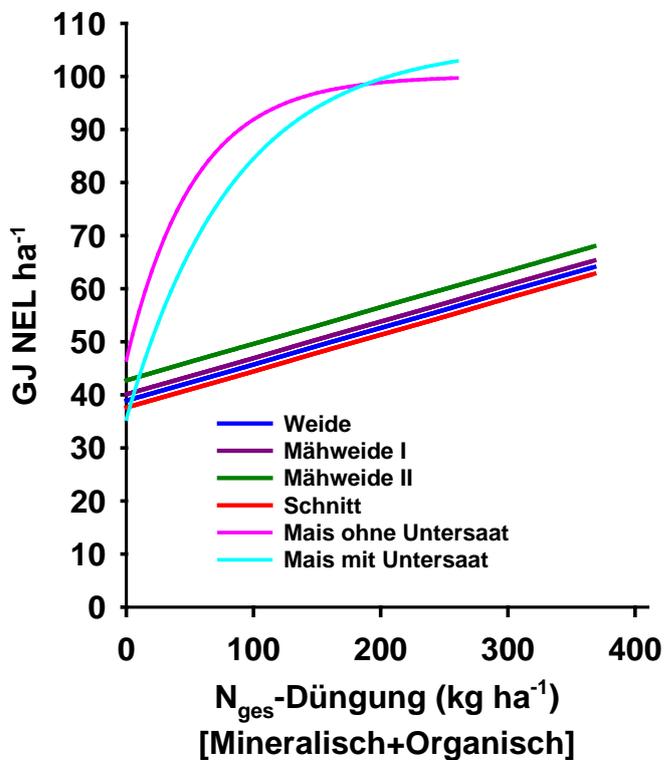
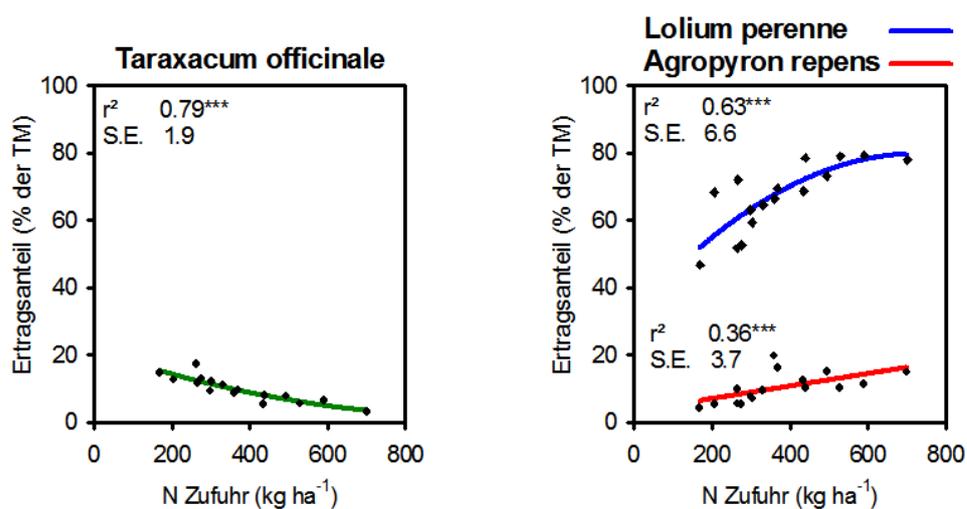


Abb. 2. Netto-Energieertrag (GJ NEL ha⁻¹) von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur (mit/ohne Untersaat) in Abhängigkeit des N-Inputs (Quelle: Büchter et al., 2003; Trott et al., 2004).



$$N \text{ Zufuhr: } N_{\text{KAS}} + N_{\text{Gülle}} + N_{\text{Fixierung}} + N_{\text{Deposition}} + N_{\text{Exkrement}} + N_{\text{Weiderest}}$$

Abb. 3. Einfluss der N-Versorgung der geprüften Grünlandbestände auf die botanische Zusammensetzung (Quelle: Trott et al., 2004)

		Mineralische N-Stufen (kg ha⁻¹)			
System		0	100	200	300
Weide	CV (%)	45.78	36.48	19.36	21.37
	(Min – Max)	(31.37-80.66)	(45.23-96.17)	(49.35-75.97)	(52.90-89.58)
Mähweide 1	CV (%)	35.48	19.77	23.78	22.52
	(Min – Max)	(30.24-69.09)	(42.66-69.31)	(53.49-89.96)	(57.58-97.26)
Mähweide 2	CV (%)	30.95	32.57	20.00	18.71
	(Min – Max)	(40.70-78.06)	(36.71-84.32)	(49.96-79.42)	(59.56-90.06)
Schnitt	CV (%)	26.38	23.80	14.98	12.01
	(Min – Max)	(33.07-58.62)	(38.92-70.61)	(43.73-66.65)	(56.27-73.66)
Sim. Weide	CV (%)	34.91	31.64	24.58	21.82
	(Min – Max)	(41.68-87.75)	(40.64-92.80)	(54.54-93.55)	(56.64-96.55)

Abb. 4. Variationskoeffizienten (CV%) und Minimum-Maximum Werte der geprüften Grünlandnutzungsvarianten als Maß für die Ertragssicherheit, Karkendamm 1997-2001. (Quelle Trott, 2003)

Energiedichte (MJ NEL/kg TM)

	N-Stufe (kg ha ⁻¹)				Mittel
	0	100	200	300	
Weide	6.77	6.80	6.96	6.92	6.86
Schnitt	6.62	6.61	6.62	6.52	6.59
Mähweide I	6.65	6.65	6.74	6.74	6.69
Mähweide II	6.70	6.62	6.66	6.63	6.65
Sim. Weide	6.69	6.76	6.85	6.84	6.79

*Mittel beider Gülle-Stufen [S.E. = 0.03]

Rohproteingehalt (%)

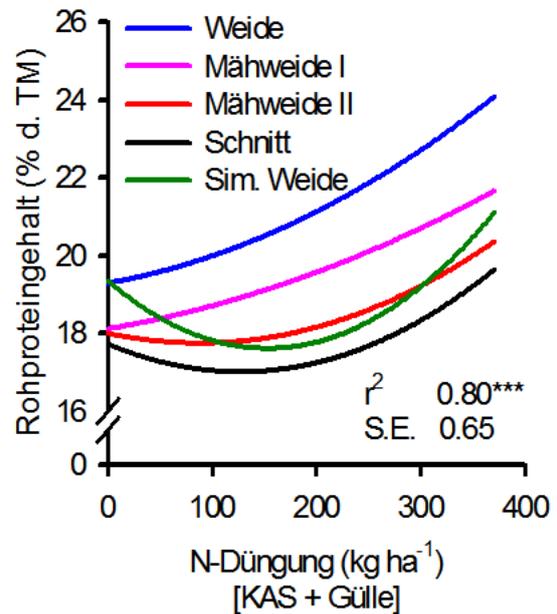


Abb. 5/6. Gewichtete Mittel der Energiedichte (MJ NEL/kg TM) (links) und Rohproteingehalte (%) (rechts) der geprüften Grünlandnutzungssysteme. (Quelle: Trott et al., 2004)

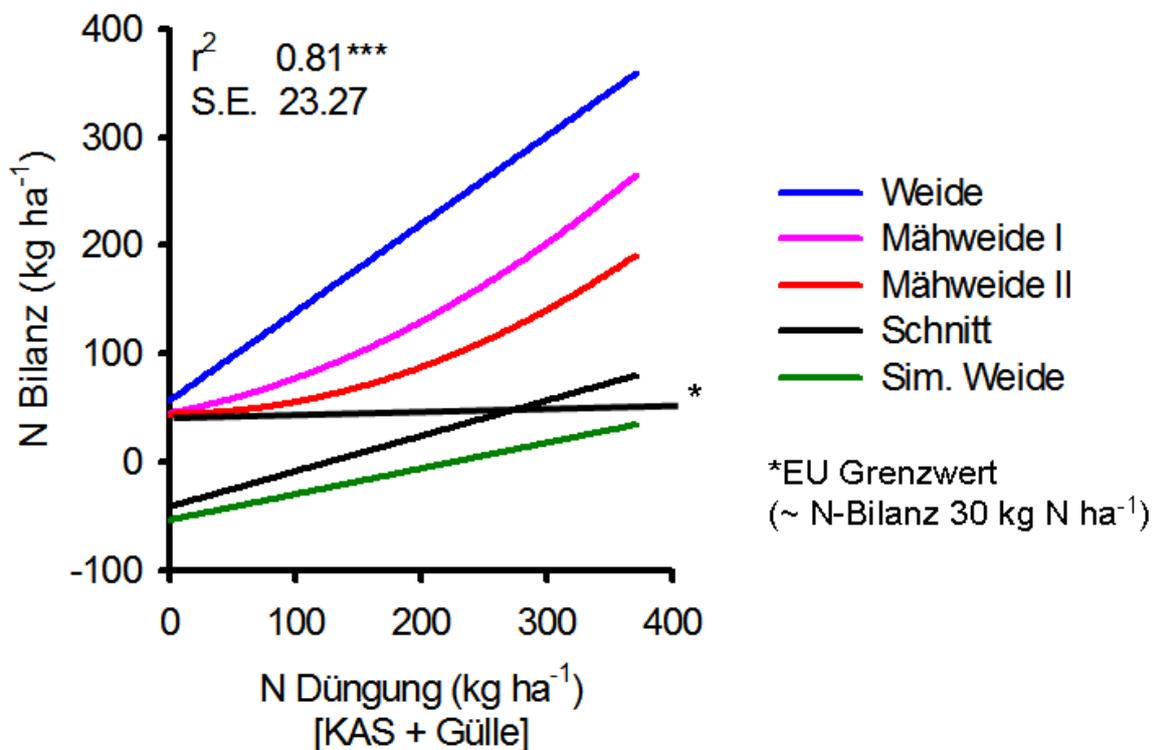


Abb. 7. Brutto N-Bilanz der geprüften Grünlandnutzungssysteme in Abhängigkeit von der N-Versorgung. (Quelle: Trott et al., 2004)

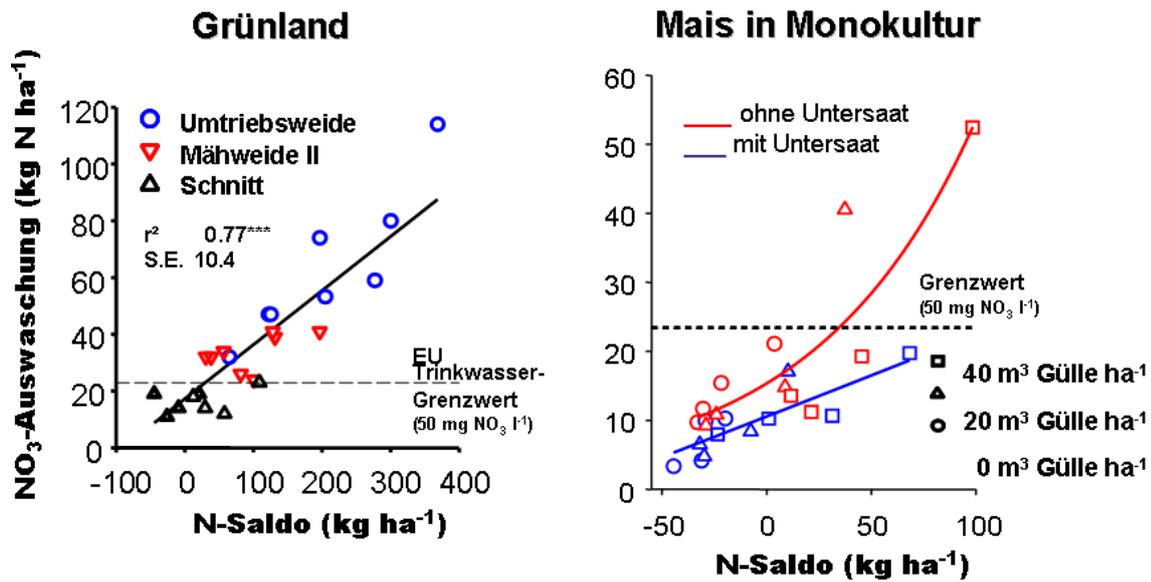


Abb. 8a. Nitratfracht (kg N ha⁻¹) für Grünlandnutzungssysteme und Maismonokultur in Abhängigkeit des N-Saldos (kg N ha⁻¹), (Quelle: Büchter et al., 2003; Wachendorf et al., 2004).

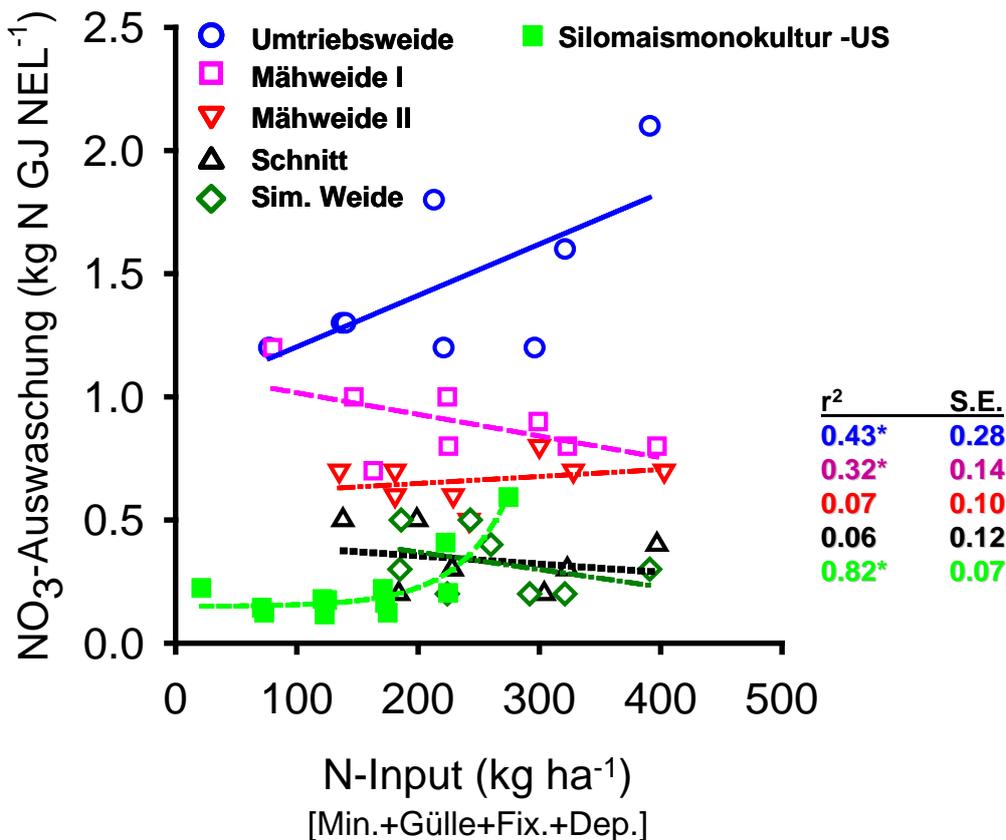


Abb. 8b. Produktbezogene Nitratfracht (kg N GJ NEL⁻¹) für Grünlandnutzungssysteme und Maismonokultur (ohne Untersaat) in Abhängigkeit des N-Inputs (N-Input = Mineral-N + Gülle-N + N-Fixierung + Deposition; kg N ha⁻¹), (Quelle: Büchter et al., 2002; Wachendorf et al., 2002).

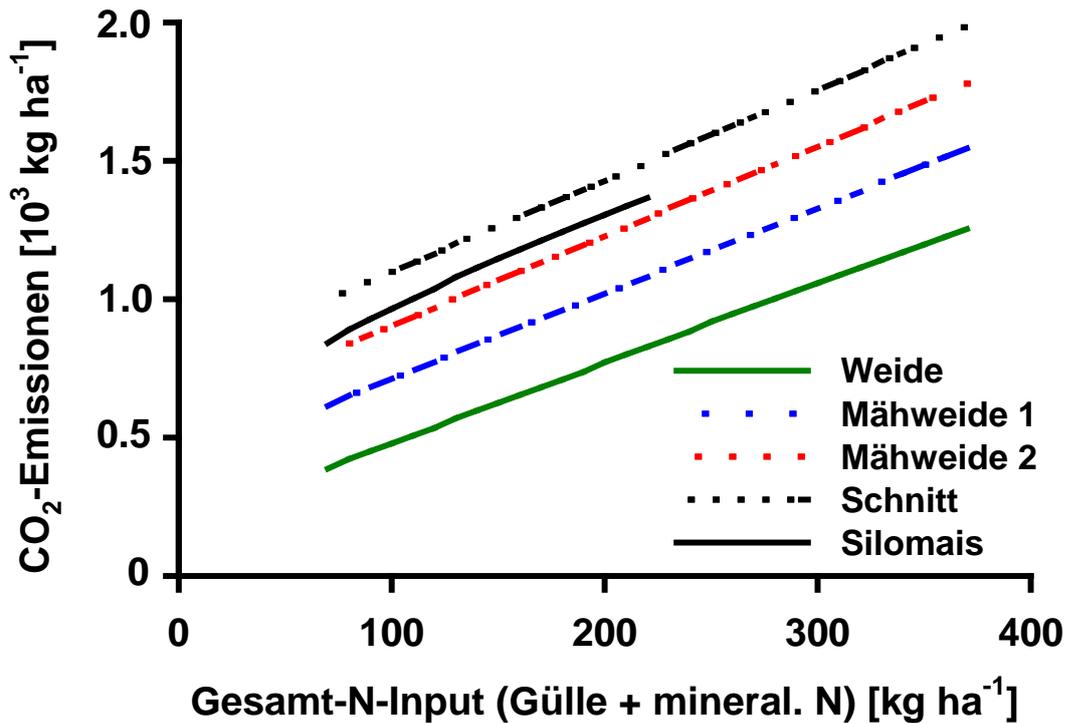


Abb. 9. Aus der Produktion von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur resultierende, flächenbezogene CO₂-Emissionen (t CO₂ ha⁻¹) in Abhängigkeit des N-Inputs (kg N ha⁻¹); (Quelle: Kelm et al., 2005)

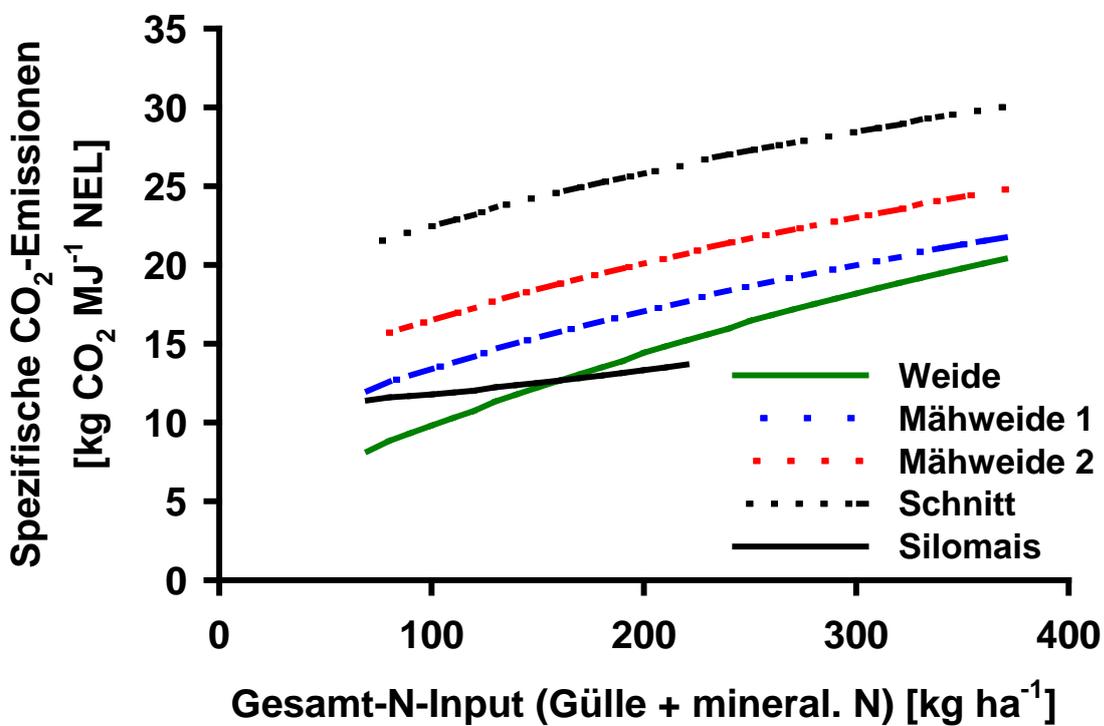


Abb. 10. Aus der Produktion von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur resultierende spezifische CO₂-Emissionen (kg CO₂ MJ NEL⁻¹) in Abhängigkeit des N-Inputs (kg N ha⁻¹). (Quelle: Kelm et al., 2005)

Bedeutung von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen für die Proteinqualität von Futterpflanzen

PD. Dr. Martin Gierus, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, CAU Kiel

Einleitung

Die Futterproduktion steht in Europa vor neuen Herausforderungen. Grenzen zum landwirtschaftbedingten Einfluss auf die Eutrophierung von Gewässern werden von der EU in der Nitratrichtlinie (91/676/EEC, 1991) und Wasserrahmenrichtlinie (98/83/EC, 1998) vorgegeben. Die Richtlinien werden in den Mitgliedsstaaten in Abhängigkeit von der landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen in nationale Gesetzgebung umgesetzt. In Deutschland sind die Richtlinien in der neuen Auflage der Düngeverordnung von 2007 geregelt (DüVO, 2007). Die DüVO sieht nach guter fachlicher Praxis einen N-Saldo von jährlich maximal 60 kg N/ha, der bis 2011 erreicht werden soll, vor. Es dürfen höchstens 170 kg N/ha aus wirtschaftseigenen Düngern tierischer Herkunft ausgebracht werden.

Durch die Ausdehnung der Biogasproduktion auf der Basis von Silomais und der damit induzierten Verknappung der Ackerflächen in den Futterbauregionen Norddeutschlands, steigt die relative Vorzüglichkeit des Grünlands für die Milchproduktion. Der Anteil an Ackerfutterbau, der für die Futterproduktion in Anspruch genommen wird, nimmt stetig zu. Der Ackerfutterbau erlaubt die Nutzung von Ackerflächen für 1 bis 3 Jahre. Diese Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen ist für einige Regionen von großer Bedeutung um angemessene Erträge der Folgefrüchte zu erwirtschaften (Søegaard et al., 2007). In Bezug auf spezialisierte Milchviehfutterbaubetriebe ist daher eine Steigerung der effizienten N-Nutzung unabdingbar. Die Nutzung hochwertigen Saatguts im Ackerfutterbau ermöglicht die Herstellung von hervorragendem Futter für die Hochleistungskuh. Zudem erlaubt der Wechsel zwischen Ackergras und Marktfrüchten im Ackerfutterbau einen Nährstoffaustausch zwischen Flächen, was eine effizientere Nährstoffverwertung in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform zur Folge hat (Kelm et al., 2004). Durch den verringerten Einsatz von mineralischem N in intensiven Grünlandregionen ist ein höherer Anteil an Futterleguminosen zu erwarten. Daraus lässt sich folgern, dass der Beitrag des Grundfutters an der Proteinversorgung von Milchkühen zunehmen wird. Dabei ist eine effiziente N-Verwertung der Milchkühe erstrebenswert, die aber eine auf die Leistung abgestimmte Fütterung voraussetzt. Besonders eine geringe N-Verwertungseffizienz, die durch hohe Proteinabauraten im Pansen hervorgerufen wird, ist im Hinblick auf die N-Bilanzen der Betriebe im Rahmen der Düngeverordnung als problematisch zu betrachten. Die Ermittlung der Futterqualität durch zuverlässige Qualitätsanalysen und -schätzungen ist daher eine grundlegende Voraussetzung für die leistungsgerechte Fütterung von Milchkühen und die Steigerung der N-Verwertungseffizienz im Milchvieh-Futterbaubetrieb.

Im Folgenden wird daher besonders die Erzeugung der sogenannten „home grown proteins“ in Europa mit hochqualitativer Proteinqualität, u.a. erzielt durch die Wechselwirkung mit sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, betrachtet.

Bestimmung der Proteinqualität von Grundfutter

Futterpflanzen, wie Gras und Leguminosen sind wichtige Proteinträger in der Fütterung der Milchkühe. Ihre Proteinqualität unterliegt ständigen Veränderungen, verursacht durch die Artenzusammensetzung, das Entwicklungsstadium zum Erntezeitpunkt, die Witterung und die Nutzungsintensität. Hier stoßen Angaben zur Proteinqualität und ihren Abbaueigenschaften in den Vormägen der Wiederkäuer an Grenzen. Unterschiedliche Arbeiten belegen einen positiven Einfluss auf die im Duodenum anflutende Menge an Nicht-Ammoniak-Stickstoff (NAN), wenn der UDP-Anteil als Prozent des Rohproteins in der Futtermischung ansteigt (Santos et al., 1998; Volden, 1999). So konnte Volden (1999) eine höhere Anflutung an Aminosäuren im Duodenum und geringere Ammoniakgehalte im Pansen beobachten, nachdem er hochleistenden Milchkühen eine Ration mit hohem UDP-Anteil gefüttert hatte. In den meisten Arbeiten wird der für die Leistung notwendige UDP-Anteil in der Futtermischung durch den Einsatz von Kraftfutter realisiert. Im Kraftfutter (z.B. Sojaextraktionsschrot, Rapskuchen) lässt sich der UDP-Anteil durch physikalische (Hitze) oder chemische (Formaldehyd) Behandlungen teilweise steuern. Verfahren der Futterkonservierung (Silierung, Trocknung) können den UDP-Anteil im Grundfutter beeinflussen. Im Vergleich zur Futterkonservierung, gestaltet sich bei Beweidung die gezielte Steigerung des UDP-Anteils bei vergleichbarer Energiedichte als äußerst schwierig. Hier können z.B. tanninhaltige Futterpflanzen wie Hornklee oder Pflanzen mit einer hohen Aktivität des Enzyms Polyphenoloxidase, wie z.B. Rotklee, an einer effizienten N-Verwertung mitwirken.

Weltweit hat sich zur Schätzung des UDP-Anteils am Rohprotein die Nylonsäckchenmethode (in situ-Methode) durchgesetzt. Trotz erheblicher Variationen zwischen Laboratorien (Madsen und Hvelplund, 1994; Wilkerson et al., 1995), wird diese Methode in den unterschiedlichen Proteinbewertungssystemen verwendet (Aldermann, 1995), zumal die meisten Systeme die Einschätzung der Futtermittel aufgrund seiner Anteile an abbaubarem und unabbaubarem Rohprotein als unabdingbar erkannt haben. Alternativ zur in situ- Methode stehen in vitro-Methoden zur Schätzung der Proteinabbaubarkeit zur Verfügung (Calsamiglia et al., 2000; Steingass und Leberl, 2008). In vitro-Methoden haben den Vorteil, dass gleichzeitig viele Proben analysiert werden können. Eine dieser Methoden ist die in vitro-Inhibitoren Methode (IIV), die bereits Ende der achtziger Jahre entwickelt wurde (Broderick et al., 1987). Die Methode beruht auf dem Prinzip, dass ein stickstoffarmes Inkubationsmedium mit Pansensaft und Pufferlösung durch einen Vorgärungsprozess mit Kohlenhydratüberschuss erzeugt wird. Nach der Zugabe der Fut-

termittelprobe ist der Proteinstickstoff in Abhängigkeit der Abbaubarkeit des Futtermittels eine nun wichtige Quelle für die enzymatische Aktivität der Pansenmikroben. Die Bildung von Ammoniak bzw. der Abbau der Proteine zu Aminosäuren oder kleineren Peptiden im Verlauf der Inkubationszeit geben Auskunft über die Abbaubarkeit des Proteins und ermöglichen somit eine Charakterisierung unterschiedlicher Futtermittel und die Berechnung des UDP-Anteils.

In Tabelle 1 sind Ergebnisse einer Studie mit unterschiedlichen Futterpflanzen mit der genannten IIV Methode dargestellt (Gierus et al., 2007). Trotz des höheren N-Gehaltes der Futterleguminosen, weisen sie keine höheren Abbauraten (in %/h) auf. Die bei den Futterleguminosen ermittelten Abbauraten stimmen mit Literaturangaben überein. Die in vitro-Methode erlaubt zudem die Schätzung von nXP-Gehalten bei unterschiedlicher Passagerate (4 und 8%/h) und bei neuartigen Futterleguminosen (Kaukasischer Klee und Hornklee). Eine geringe Proteinabbaubarkeit bei Hornklee war nachweisbar, was vermutlich auf die Wirkung kondensierter Tannine zurückzuführen ist.

Einfluss sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf die Proteinqualität

Ein hoher Anteil an NPN-Verbindungen am Gesamtproteingehalt bzw. ein rascher Abbau des Proteins bei zeitgleicher unzureichender Menge an fermentierbarer organischer Masse im Pansen führt zu hohen N-Verlusten (Berg et al., 2000). Der Gehalt an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen einiger Futterleguminosen wie Hornklee und Rotklee wird mit geringeren Proteinabbauraten in Zusammenhang gebracht (Jones et al., 1995a, b; Tabelle 1). Daher ist für eine effizientere N-Verwertung beim Tier neben der Bestimmung der Proteinqualität von Futterpflanzen, die Bestimmung des Einflusses sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf den Proteinabbau im Pansen und/oder im Silo erforderlich. Die klassische Futterqualitätsbestimmung (Weende-Analyse, erweiterte Zellwandbestimmung nach Van Soest) erfasst weder die Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, mit Ausnahme von Lignin, noch das Ausmaß ihrer Wirkung. Über den Einfluss kondensierter Tannine und der Polyphenoloxidase-Aktivität, sowie über die Wirkung von pflanzeigenen Proteasen ist bisher wenig bekannt. Im Folgenden wird auf diese sekundären Pflanzeninhaltsstoffe und ihre Wirkung näher eingegangen.

Tabelle 1. Stickstoffgehalt, Proteinabbauraten, UDP-Gehalte und nXP-Schätzungen von verschiedenen Futterleguminosenarten, Deutschem Weidelgras und Silomais (Auszug aus Gierus et al., 2007).

	N, % TS	Abbau, %/h	UDP-4 ¹⁾ , %	UDP-8, %	nXP ²⁾ , g/kg TS		nXP ³⁾ , g/kg TS	nXP ⁴⁾ , g/kg TS
					4%	8%		
WK ⁵⁾	3,86 ^a	6,1 ^a	31,5 ^b	44,8 ^{bc}	194	217	191	172
RK	3,50 ^a	6,6 ^a	30,7 ^{bc}	44,0 ^{bc}	181	201	178	164
KU	3,56 ^a	6,2 ^a	33,2 ^b	46,5 ^b	193	213	186	-
LU	3,66 ^a	7,2 ^a	27,0 ^{bc}	38,8 ^{cd}	175	194	180	154
HO	3,72 ^a	2,6 ^b	53,2 ^a	64,8 ^a	223	242	185	-
DW	1,55 ^{bc}	8,1 ^a	27,7 ^{bc}	41,3 ^{bcd}	141	144	133	156
RK-G	1,91 ^b	8,0 ^a	29,1 ^{bc}	43,4 ^{bc}	138	146	133	156
Oldham	1,23 ^{cd}	6,2 ^a	28,7 ^{bc}	39,3 ^{cd}	122	122	114	128
Fuego	1,08 ^d	8,2 ^a	24,8 ^c	36,0 ^d	126	128	120	128
SE	0,2	0,7	1,6	1,5				

¹⁾ UDP-4, UDP-8: berechnetes unabgebautes Rohprotein mit einer Passagerate von 4 bzw. 8%/h. Der Anteil an nicht-verfügbares Stickstoff wurde nicht abgezogen.

²⁾ berechnet mit der Formel: $nXP = [11,93 - (6,82 * (UDP/XP))] * ME + 1,03 * UDP$

³⁾ berechnet mit der Formel: $nXP = 8,76 * ME + 0,36 * XP$

⁴⁾ DLG-Futterwerttabellen

⁵⁾ WK: Weißklee, RK: Rotklee, KU: Kaukasischer Klee, LU: Luzerne, HO: Hornklee, DW: Deutsches Weidelgras, RK-G: Deutsches Weidelgras als Begleitgras von Rotklee, Oldham, Fuego: Silomaisorten

Kondensierte Tannine

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie kondensierte Tannine bilden Komplexe mit Proteinen. Dadurch können sie den raschen Proteinabbau, die Aktivität von Mikroorganismen und Enzymen in den Vormägen von Wiederkäuern hemmen, und so zu einer verbesserten N-Verwertung des Tieres beitragen. Auch pflanzeigene Proteasen, die einen raschen Abbau des Proteins induzieren und nach Beschädigung des Pflanzengewebes durch Verbiss oder Schnitt von Pflanzenzellen freigesetzt werden, können durch Tannine gehemmt werden (Broderick, 1995). Die Wirkung kondensierter Tannine lässt sich u.a. anhand geringerer N-Ausscheidung im Harn als prozentualer Anteil der N-Aufnahme und mittels höherer N-Retention bei Hornklee- im Vergleich zu Luzernesilage nachweisen (Fraser et al., 2000).

Der rasche Abbau von Proteinen im Pansen kann bei einem Tanningehalt von ca. 20-50 g/kg TS reduziert und die Verfügbarkeit von Aminosäuren im Dünndarm erhöht werden (Waghorn und Shelton, 1997). Dieser Wert ist in der Literatur sehr umstritten. Dabei beschränkt sich die Diskussion nicht nur auf den Gehalt selbst, sondern es werden vor allem die Eigenschaften der Tannine, wie das Potential zur Komplexierung mit Proteinen, das molekulare Gewicht und die

Zusammensetzung der Tannine angesprochen (McMahon et al., 2000). Diese Eigenschaften und ihre biologische Bedeutung sind zurzeit eine analytische Herausforderung.

Kondensierte Tannine kommen häufig in Leguminosen vor, die Gehalte weisen erhebliche Variationen auf. Hohe Gehalte werden für Hornklee, Serradela und Esparsette berichtet. Aufgrund ihrer relativen geringen Ertragsbildung ist ihre Verbreitung gering und damit eine agronomische Relevanz bisher kaum gegeben. Neben der Leguminosenart selbst, haben auch Pflanzenorgan, Alter, Nährstoffversorgung der Pflanze sowie die Witterung einen modifizierend Einfluss auf den Tanningehalt (McMahon et al., 2000). Die Identifizierung von Faktoren, die die Wirkung von Tanninen auf die N-Verwertung sowie die Veränderung des Tanningehaltes im Verlauf der Vegetationsperiode von Weiden steuern, ist von großer Bedeutung. Ein moderater Tanningehalt könnte sich unter Beweidungsbedingungen langfristig vorteilhaft hinsichtlich des N-Verlustpotentials von Leguminosen/Grasgemengen auswirken. Eine erhöhte N-Nutzungseffizienz durch die Wirkung tanninhaltiger Futterpflanzen in der Wiederkäuerernährung ist, wie oben dargestellt, bekannt, der Einfluss auf den Nährstoffkreislauf des Betriebes wurde bisher allerdings nur punktuell betrachtet.

Polyphenoloxidase

Die Polyphenoloxidase (PPO) oder Tyrosinase ist ein weit verbreitetes Enzym und ist in Mikroorganismen, Tieren und Pflanzen zu finden. Für Wirbeltiere ist es in der Pigmentierung unerlässlich und bei Pflanzen ist es in den Thylakoiden der Chloroplasten enthalten. Die PPO katalysiert die *o*-Hydroxilierung der Monophenole (Monophenolase Aktivität) und die Oxidation von *o*-Diphenolen zu *o*-Chinonen (Diphenolase Aktivität) unter Verbrauch von molekularem Sauerstoff. Die Chinone polymerisieren und bilden dadurch bräunliche Pigmente. Diese Reaktion ist u.a. häufig bei Obst und Gemüse beschrieben (Escribano et al., 1997). Die gebildeten Chinone sind allerdings sehr instabil, was von der Natur der ursprünglichen *o*-Diphenole abhängig ist. Die instabilen Chinone können relativ schnell polymerisieren und mit anderen Molekülen wie Proteinen und Kohlenhydraten Verbindungen eingehen.

In der Wiederkäuerernährung sind die Verbindungen von Chinonen und Proteinen von großem Interesse. Analog zu kondensierten Tanninen besteht die Möglichkeit, dass durch die PPO-Aktivität die rasche Proteinabbaubarkeit in den Vormägen gehemmt wird. Verschiedene Leguminosen und Gräser wurden auf die Aktivität der PPO hin untersucht (Jones et al., 1995a; Marita et al., 2005). Rotklee wies eine hohe PPO-Aktivität auf. Versuche mit Milchkühen zeigten eine höhere Stickstoffausscheidung in Milch und Harn, wenn Luzernesilage (kein Tannin oder PPO-Aktivität) im Vergleich zu Rotkleesilage (kein Tannin, aber hohe PPO-Aktivität) verfüttert wurde (Broderick et al., 2000; Broderick et al., 2001). Zu vermuten ist, dass die *o*-Chinonen nach ihrer Bildung über Wasserstoffbrücken Verbindungen mit Kohlenhydraten und Proteinen

eingehen. Diese Komplexbildung ist, analog zu kondensierten Tanninen, unmittelbar vom pH-Wert abhängig, und kann so im Hinblick auf die Proteinabbaubarkeit im Pansen zur Reduzierung des raschen Proteinabbaus beitragen. Chinon-Protein Komplexe entstehen mit den Proteinen im Grüngut, aber auch mit den Glycoproteinen der Zellmembran der Mikroorganismen und den Enzymen, die sowohl Proteine als auch andere organische Moleküle im Pansen im Rahmen der Mikroorganismen-tätigkeit zersetzen, wie z.B. Lipasen, aber auch pflanzeneigene Proteasen. Es wird vermutet, dass die Wirkung der o-Chinonen von mit Rotklee gefütterten Rindern zu einem verbesserten, für die Humanernährung günstigen Fettsäuremuster in Milch und Fleisch führen kann (Dewhurst et al., 2006; Lee et al., 2007).

Neueste Studien zeigen einen Einfluss der Bewirtschaftungsform auf die PPO-Aktivität (Tab. 2). Eine Steigerung der PPO-Aktivität unter Beweidung konnte nachgewiesen werden, was die Induzierung der PPO-Aktivität als Reaktion zu mechanischem Stress nahe legt. Gesteigerte PPO-Aktivität durch den Einfluss mechanischen Stresses konnte im folgenden Jahr auch unter kontrollierten Bedingungen (Walzen) wiederholt nachgewiesen werden. In Bezug auf die Futterqualität, insbesondere die Proteinqualität, zeigte sich bei erhöhter PPO-Aktivität eine Verringerung der NPN-Fraktion des Rotklee (Eickler et al., 2008).

Tabelle 2. PPO Aktivität (IU per protein ($\mu\text{g/g TS}$)) in Blättern von Rotklee

PPO Aktivität [IU per Protein ($\mu\text{g/g TS}$)]						
Erntezeit	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt
SC, Jahre 2005 und 2006; n = 18; SE = 0,22						
	Aufw. 1		Aufw. 2		Aufw. 3	Mittel
2005	1,33 ^{b,A}		1,18 ^b		2,59 ^{a,A}	1,70
2006	0,42 ^{ab,B}		0,90 ^a		0,19 ^{b,B}	0,50
Mittel	0,77		1,04		1,39	
SG, Jahre 2005 und 2006; n = 30; SE = 0,27						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	Mittel
2005	1,62 ^b	1,50 ^b	1,89 ^{ab}	1,19 ^{b,B}	2,85 ^{a,A}	1,81
2006	1,04 ^{bc}	1,29 ^{bc}	1,90 ^b	3,11 ^{a,A}	0,40 ^{c,B}	1,55
Mittel	1,33	1,40	1,89	2,15	1,62	
RG verglichen mit SG, Jahr 2005; n = 30; SE = 0,34						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	Mittel
RG	1,57 ^b	3,29 ^{a,A}	3,06 ^{a,A}	3,03 ^{a,A}	4,11 ^{a,A}	3,01
SG	1,62 ^b	1,50 ^{b,B}	1,89 ^{ab,B}	1,19 ^{b,B}	2,85 ^{a,B}	1,81
Mittel	1,60	2,39	2,47	2,11	3,48	
SC±MS, Jahr 2006; n = 18; SE = 0,08						
	Aufw. 1		Aufw. 2		Aufw. 3	Mittel
SC	0,42		0,90		0,19	0,50 ^B
SC+MS	(0,42)*		1,33		0,17	0,64 ^A
Mittel	0,42 ^b		1,12 ^a		0,18 ^c	
SG±MS, Jahr 2006; n = 24; SE = 0,19						
	Aufw. 1	Aufw. 2	Aufw. 3	Aufw. 4	Aufw. 5	Mittel
SG	1,04	1,29	1,90	3,11	0,40	1,55
SG+MS		(1,29)*	2,80	3,13	0,43	1,91
Mittel		1,29 ^c	2,35 ^b	3,12 ^a	0,41 ^d	

a,b,c,d Mittelwerte unterscheiden sich signifikant zwischen Aufwüchse innerhalb Jahre bei $P < 0.05$

A,B Mittelwerte unterscheiden sich signifikant zwischen Jahre/Systeme innerhalb Aufwüchse bei $P < 0.05$

* Ernte erfolgte vor der Durchführung des mechanischen Stresses. Werte in Klammern sind vergleichbar mit SC oder SG.

SC Siloschnitt

SG Simulierte Weide

RG Umtriebsweide

+MS mit mechanischem Stress (Cambridge-Walze)

Pflanzeneigene Proteasen

Durch die Aktivität der Proteasen können bei günstigen Temperaturen, ausreichender Feuchtigkeit und Veränderung des pH Wertes, über 50-60% des ursprünglichen Pflanzenproteins zu NPN-Verbindungen abgebaut werden (Messman et al., 1994). Der Proteinabbau ist im Silo sehr ausgeprägt und ist unmittelbar vom Zusammenspiel der Siliertechnik und der Aufbereitung (Anwelkungsgrad, Einsatz von Zusatzstoffe, pH-Absenkung im Silo, u. a.) abhängig.

Studien unter Weidebedingungen zeigen, dass in den frühen Stadien nach Futteraufnahme die pflanzeneigenen Proteasen einen deutlichen Einfluss auf die Proteolyse im Pansen nehmen (Beha et al., 2002; Kingston-Smith et al., 2003). Es wird aber aus den unterschiedlichen Studien nicht klar, was die Auslösung der proteolytischen Aktivität bei noch intaktem pflanzlichem Gewebe hervorruft. In der Annahme, dass intakte Zellen in den Pansen gelangen, werden diese mit einer großen Anzahl an Stressfaktoren konfrontiert wie z.B. Dunkelheit, Sauerstoffmangel, einer erhöhten Temperatur von 39°C, einem pH-Wert von 6,5 bis 6,8 und letztlich mit einer aktiven Pansenmikrobenpopulation. Unter solchen Bedingungen schlagen Kingston-Smith und Theodorou (2000) vor, dass die Pflanzenzellen eine vorzeitige Seneszenz einleiten. Beha et al. (2002) belegen, dass ein pflanzlicher Stoffwechsel im Pansen durchaus bestehen kann und somit die pflanzeneigene Proteolyse in den ersten Stunden nach Futteraufnahme auf der Weide, bei der Bestimmung der Proteinqualität von Grünlandaufwüchsen zu berücksichtigen ist.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung bei der der Abbau von Blattprotein nach Inkubation in Pufferlösung unter pansenähnlichen Bedingungen (39°C, anaerob) untersucht wurde (Lösche et al., 2008). Zum Inkubationszeitpunkt 0 h war der Proteingehalt zu allen Schnittterminen am höchsten, während im Verlauf der Inkubation die Gehalte an Protein sanken. Der Verlust an Protein in 24 h Inkubation entsprach 89% und 88% im Jahr 2006, und 88% und 93% im Jahr 2007 für den 1. und 2. Aufwuchs. Die Ergebnisse sind mit Beha et al. (2002) vergleichbar. Diese Autoren fanden eine Reduktion im Proteingehalt von 82,3% nach 24 h bei vergleichbaren Inkubationsbedingungen für Deutsches Weidelgras. Die Verringerung im Proteingehalt weist auf eine Einwirkung von pflanzeneigenen Proteasen hin.

Tabelle 3. Veränderung im Blattprotein bei Dt. Weidelgras durch pflanzeneigene Proteasen im Mittel von 10 Deutsch' Weidelgras Genotypen

Inkubationsstufe	Schnittzeitpunkt			
	2006		2007	
	1. Aufw.	2. Aufw.	1. Aufw.	2. Aufw.
0 h	72,1 ^a	126,7 ^a	115,7 ^a	67,6 ^a
6 h	24,8 ^b	35,7 ^b	37,6 ^b	18,0 ^b
24 h	7,9 ^c	14,7 ^c	14,2 ^c	4,5 ^c
	SE = 3,3		SE = 2,5	
Abbauraten ¹⁾ , %/h	9,8	8,2	8,2	10,7

1) Abbauraten wurden anhand der Schätzformel $K_d (\%/h) = (\ln B_0 - \ln B_{24})/24$; B_0 und B_{24} sind die Proteingehalte nach 0 und 24 h Inkubation

Schlussfolgerung:

- Eine Grundvoraussetzung für die bedarfsgerechte Fütterung von Milchkühen ist eine genaue, an die Verdauungsprozesse des Tieres angepasste, Futterwertbestimmung. In vitro-Methoden nähern sich den Verdauungsprozessen des Tieres an, stellen aber einen Kompromiss zum realen Verdauungsvorgang dar. Letztlich bleibt die in vivo-Bestimmung die genaueste Art der Futterwertbestimmung, allerdings sind Aufwand an Zeit und Arbeit enorm, so dass die Fülle an verschiedenen Futtermitteln auf diese Weise nicht bewertet werden könnte. Als weiteres Argument für die breite Nutzung von in vivo-Methoden sollte der Tierschutzaspekt nicht unberücksichtigt bleiben.
- Ein deutlicher Einfluss auf die Veränderung der Proteinqualität ist aus den aufgeführten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und deren Wirkung in den Vormägen der Wiederkäuer zu erkennen. Eine erhöhte N-Nutzungseffizienz durch die Wirkung tanninhaltiger Futterpflanzen ist in der Wiederkäuerernährung bekannt, allerdings im Nährstoffkreislauf von Betrieben nur punktuell nachgewiesen. Ist eine Steigerung der Grundfutterqualität beabsichtigt, muss das pflanzliche Gewebe berücksichtigt werden, es ist kein passives Opfer des Verdauungsprozesses.
- Während bei der Optimierung der Protein- und Energieversorgung von Milchkühen die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Energie aus unterschiedlichen Futtermitteln für die Pansenmikroben betrachtet wurden, blieben bislang potentielle Veränderungen in der Futterpflanze auf züchterischem Wege für weidende Tiere weitgehend unberücksichtigt.

Literatur:

- Aldermann, G., 1995. A review of current protein requirement systems for ruminants. In: International Symposium on the nutrient requirements of ruminants. Oct. 24-26th. Viçosa, Brazil.
- Beha E.M., Theodorou M.K., Thomas B.J., Kingston-Smith, A.H. 2002. Grass cells ingested by ruminants undergo autolysis which differs from senescence: implications for grass breeding targets and livestock production. *Plant Cell Environment* 25, 1299-1312
- Berg, B.P., Majk, W., McAllister, T.A., Hall, J.W., McCartney, D., Coulman, B.E., Goplen, B.P., Acharya, S.N., Tait, R.M., Cheng, K.-J., 2000. Bloat in cattle grazing alfalfa cultivars selected for a low initial rate of digestion: a review. *Can. J. Plant. Sci.* 80, 493-502.
- Broderick, G.A., 1987. Determination of protein determination rates using a rumen in vitro system containing inhibitors of microbial nitrogen metabolism. *Br. J. Nutr.* 58, 463-475.
- Broderick, G.A., 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73, 2760-2773.
- Broderick, G.A., Walgenbach, R.P., Maignan, S., 2001. Production of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage at equal dry matter or crude protein contents in the diets. *J. Dairy Sci.* 84, 1728-1737.
- Broderick, G.A., Walgenbach, R.P., Sterrenburg, E., 2000. Performance of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage as the sole forage. *J. Dairy Sci.* 83, 1543-1551.
- Calsamiglia, S., Stern, M.D., Bach, A., 2000. Enzymatic and microbial-cell preparation techniques for predicting rumen degradation and post-ruminal availability of protein. In: *Forage Evaluation in Ruminants*. Givens, D.I, Owens, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (eds.) CAB International, Wellingford, UK, pp. 259-279.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F., Scollan, N.D., 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- Düngeverordnung (2007) Düngeverordnung. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 7, Seiten 221-240. Ausgegeben zu Bonn am 5. März 2007.
- Eickler, B., Gierus, M. and Taube, F. 2008. PPO-Aktivität in Rotklee unter Berücksichtigung von Genotyp, Umweltfaktoren und Nutzungsintensität - Einfluss auf die Proteinqualität. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 9, 168 – 171.
- Escribano, J., Cabanes, J., Chazarra, S., García-Carmona, F., 1997. Characterization of monophenolase activity of table beet polyphenol oxidase. Determination of kinetic parameters on the tyramine/dopamine pair. *J. Agric. Food Chem.* 45, 4209-4214.
- Fraser, M.D., Fychan, R., Jones, R., 2000. Voluntary intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed ensiled forage legumes. *Grass and Forage Sci.* 55, 271-279.
- Gierus, M., Herrmann, A., Taube, F. 2007. Untersuchungen zum Rohproteinabbau von Futterleguminosen, Deutschem Weidelgras und Silomais. *Züchtungskunde* 79, 466-475.
- Jones, B.A., Hatfield, R.D., Muck, R.E, 1995a. Screening legume forages for soluble phenols, polyphenol oxidase and extract browning. *J. Sci Food Agric.* 67, 109-112.
- Jones, B.A., Muck, R.E, Hatfield, R.D., 1995b. Red clover extracts inhibit legume proteolysis. *J. Sci Food Agric.* 67, 329-333.
- Kelm, M., Wachendorf, M., Trott, H., Volkens, K., and Taube, F. 2004. Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. III. Energy efficiency in forage production from grassland and maize for silage. *Grass and Forage Science* 59, 69-79.
- Kingston-Smith, A.H., Bollard, A.L., Armstead, I.P., Thomas, B.J., Theodorou, M.K., 2003. Proteolysis and cell death in clover leaves is induced by grazing. *Protoplasma*, 220, 119-129.
- Kingston-Smith, A.H., Theodorou, M.K. 2000. Post-ingestion metabolism of fresh forage. *New Phytol.*, 148, 37-55.
- Lee, M.R.F., Parfitt, L.J., Scollan, N.D., Minchin, F.R., 2007. Lipolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities in the presence and absence of rumen fluid. *J. Sci. Food Agric.* 87, 1308-1314.
- Lösche M., Salama H., Gierus M., Herrmann A., Voss P., Taube F. 2008. Variation in plant-mediated proteolysis among 10 diploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 154.

- Madsen, J., Hvelplund, T., 1994. Prediction of in situ protein degradability in the rumen: results of a European ringtest. *Liv. Prod. Sci.* 39, 201-212.
- Marita, J.M., Hatfield, R.D., Brink, G.E., 2005. Polyphenol oxidase activity and in vitro proteolytic inhibition in grasses. In: XX International Grassland Congress. Eds.: O'Mara, F.P. et al., Wageningen Academic Publishers, p. 220.
- McMahon, L.R., McAllister, T.A., Berg, B.P., Majak, W., Acharya, S.N., Popp, J.D., Coulman, B.E., Wang, Y., Cheng, K.-J., 2000. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Can. J. Plant Sci.* 80, 469-485.
- Messman, M.A., Weiss, W.P., Koch, M.E., 1994. Changes in total and individual proteins during drying, ensiling, and ruminal fermentation of forages. *J. Dairy Sci.* 77, 492-500.
- Santos, F.A.P., Santos, J.E.P., Theurer, C.B., Huber, J.T., 1998. Effect of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. *J. Dairy Sci.* 81, 3182-3213.
- Søgaard K., Gierus M., Hopkins A., Halling M. 2007. Temporary grassland – challenges in the future. *Grassland Science in Europe* 12, 27-38
- Steingass, H., Leberl, P., 2008. In vitro Verfahren: eine notwendige Ergänzung zur Nährstoffanalytik bei Futtermitteln. *Übers. Tierernährg.* 36, 31-46.
- Volden, H., 1999. Effects of level of feeding and ruminally undegraded protein on ruminal bacterial protein synthesis, escape of dietary protein, intestinal amino acid profile, and performance of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 77, 1905-1918.
- Waghorn, G.C., Shelton, I.D., 1997. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *J. Agric. Sci.* 128, 365-372.
- Wilkerson, V.A., Klopfenstein, T.J., Stroup, W.W., 1995. A collaborative study of in situ forage protein degradation. *J. Anim. Sci.* 73, 583-588.