

Zur Masse und Qualität von Ackerpferch-Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Art bzw. Sortentyp, Saat- und Erntezeitpunkt

W. Opitz v. Boberfeld und S. Echternacht

Quality and yield of catch crops for arable land – folds in dependence on variety, date of sowing and date of winter harvest

1 Problemstellung

Die extensivste Form agrarischer Landnutzung stellt die ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen, Fleischrindern und Schafen dar. Gegenüber der Winterstallhaltung bietet die Ganzjahresaußenhaltung den Vorteil reduzierter Gebäudekosten und Aufwendungen für Futtermittel sowie eine Verminderung des Arbeitszeitbedarfes (DEBLITZ et al., 1993). Untersuchungen zu Winterweidesystemen auf Dauergrünland mit perennierenden Grasarten und Aufwüchsen wichtiger Weidegesellschaften zeigen, dass – ab

Juli von einer Nutzung ausgespart – Weideaufwüchse die Futtergrundlage für Mutterkühe bis zum Jahresende in ausreichender Masse und Qualität stellen können (OPITZ v. BOBERFELD und WOLF, 2002; WÖHLER, 2003; WOLF und OPITZ v. BOBERFELD, 2003; BANZHAF, 2004). Der Mangel an ausreichend trittfesten Dauergrünlandnarben ist für die Winteraußenhaltung meist der limitierende Faktor (DEBLITZ et al., 1993; OPITZ v. BOBERFELD, 1997; OPITZ v. BOBERFELD und STERZENBACH, 1999). Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, bieten Acker- und Strohperche eine Alternative. Bedingt vor allem durch

Summary

With year-round outdoor stock keeping of suckler cows a near natural livestock production is possible. Instead of winter pastures folds on arable land can be an alternative, if the bearing capacity of the soil is insufficient. The objective of the research was to determine DM yield and forage quality of several catch crops in arable-land-folds for suckler cows. In conclusion for utilisation of catch crops in arable-land folds the use of *Lolium multiflorum* at the beginning of the winter and of *Brassica napus ssp. napus* in advanced winter can be regarded, irrespective of sowing date. Emergenced volunteer cereals demonstrated inadequate quality. In both cases, utilisation of grasses or cruciferous crops, the supplementation of hay from extensively managed grassland is necessary.

Key words: Year-round outdoor stock keeping, arable-land folds, catch crop, yield, forage quality.

Zusammenfassung

Die Winteraußenhaltung von Mutterkühen bietet die Möglichkeit einer naturnahen, standortangepassten Fleischherzeugung. Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, bieten Ackerperche die Möglichkeit die Weideperiode zu verlängern. Die Untersuchungen waren auf die Erfassung von Ertragsleistung und wertgebenden Merkmalen der Futterqualität verschiedener Ackerperch-Zwischenfrüchte ausgerichtet. Zusammenfassend für die Verwendung von Ackerperch-Zwischenfrüchten ergibt sich, dass – weitgehend Saattermin unabhängig – bei frühem Nutzungstermin *Lolium multiflorum* und bei relativ später Nutzung *Brassica napus ssp. napus* – Formen eine besondere Eignung aufwiesen. Die schlechtere Eignung wies Ausfallgetreide auf. Sowohl die Nutzung der Gräser als auch der Kreuzblütler erfordern eine Ergänzung mit Konserven extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen.

Schlagworte: Winteraußenhaltung, Ackerperch, Zwischenfrüchte, Erträge, Futterqualität.

den hohen Strohbedarf (OPITZ v. BOBERFELD und STERZENBACH, 1999) sind Ackerpferche günstiger als Strohperche zu bewerten. Neben der traditionellen Form der Stoppelweide, bei der die Tiere auf Ackerschlägen Ausfallgetreide und Stoppelreste aufnehmen, bietet sich die Möglichkeit der gezielten Verbesserung des Futterangebots durch Zwischenfrüchte an (OPITZ v. BOBERFELD, 1997). Zwischenfrüchte liefern ein hochverdauliches Grundfutter (BERENDONK, 1982a, b), das je nach Bedarf durch qualitativ weniger hochwertige, aber rohfaserreiche Konserven (= Stroh oder Heu) ergänzt werden kann. Der Anbau von Zwischenfrüchten deckt außerdem eine Vielzahl von ökologischen Funktionen, wie Erosionsschutz, Wasserschutz, Humusaufbau, biologische Unkrautregulierung und Schädlingsbekämpfung, ab.

2 Material und Methoden

Die Versuchsflächen befanden sich auf dem Gelände der Versuchsstation des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II – Grünlandwirtschaft und Futterbau – der Universität Gießen, etwa 6 km südlich von Gießen, 160 m über NN. Die Varianten waren nach dem Plan einer Spaltanlage mit drei Wiederholungen angeordnet. Um den für Arten bzw. Sortentypen zu fordernden Verallgemeinerungsgrad sicherzustellen, wurde – bis auf die Ausfallgetreide-Simulation – stets von einem Sortengemisch Gebrauch gemacht, vgl. Tabelle 1. Informationen zur Witterung der Saattermine und den anschließenden Wachstumsphasen (bis Oktober) vermittelt Tabelle 2.

Die **Energiedichte** wurde mit dem Hohenheimer Futterwerttest (ANONYMUS, 1997) über die Variablen Gasbildung, Rohfett und Rohprotein als umsetzbare Energie (= ME) nach der Formel 16e geschätzt (STEINGASS und MENKE, 1986; MENKE und STEINGASS, 1987). Rohprotein (= XP) wurde nach Kjhldahl (ANONYMUS, 1997) und Rohfett im Petroletherauszug (ANONYMUS, 1997) bestimmt. Der Rohprotein/Energie-Quotient (= P/E-Quotient) wurde aus den Rohprotein-Konzentrationen in $g\ kg^{-1}$ TS und der Energiedichte in $MJ\ ME\ kg^{-1}$ TS berechnet. Ergosterol wurde nach Verseifung und Extraktion in Petrolether mit der HPLC am UV-Detektor bestimmt (SCHWADORF und MÜLLER, 1989; ANONYMUS, 1993). Die Analyse der Glucosinolate erfolgte nach Desulfatierung mittels HPLC am UV-Detektor (ANONYMUS, 1992). Die Daten wurden für jedes Untersuchungsjahr getrennt varianzanalytisch verrechnet. Der Faktor Saattermin belegte die Hauptteilstücke, der Faktor Erntetermin

Tabelle 1: Varianten

Table 1: Variants

Faktoren	Stufen
1. Früchte	1.1 Ausfallgetreide, <i>Hordeum vulgare</i> (Winter-Gerste-Simulation – 500 $kg\ ha^{-1}$) 1.2 Winterraps, <i>Brassica napus</i> ssp. <i>napus</i> (AKELA (0), LIRATOP (00) – 12 $kg\ ha^{-1}$) 1.3 Sommerraps, Weidetyp, <i>Brassica napus</i> ssp. <i>napus</i> (SPARTA (0), ORLY (00) – 12 $kg\ ha^{-1}$) 1.4 Sommerraps, Schnitttyp, <i>Brassica napus</i> ssp. <i>napus</i> (PETRANOVA (0), LIFORUM (00) – 12 $kg\ ha^{-1}$) 1.5 Herbstrübe, <i>Brassica rapa</i> ssp. <i>rapa</i> (AGRESSA, SILOGANOVA – 1,5 $kg\ ha^{-1}$) 1.6 Einjähriges Weidelgras 4n, <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>gaudinii</i> , spät (ANDY, JIVET – 50 $kg\ ha^{-1}$) 1.7 Welsches Weidelgras 4n, <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>italicum</i> (FABIO, ZORRO – 50 $kg\ ha^{-1}$)
2. Saattermin	2.1 Anfang August 2.2 Mitte August
3. Erntetermin	3.1 Anfang November 3.2 Mitte Dezember 3.3 Ende Januar
4. Jahr	4.1 2002/2003 4.2 2003/2004

Tabelle 2: Niederschlagssummen und mittlere Temperaturen

Table 2: Precipitation and average temperature

Jahr Merkmal	Periode	2002/3	2003/4
	Niederschlagssumme in mm	Juli	134,1 mm
	August	103,9 mm	31,6 mm
	September	43,9 mm	30,9 mm
	Oktober	119,2 mm	27,0 mm
	Jahr (Juli–Juni)	826,0 mm	535,0 mm
Durchschnittliche Temperatur in °C	Juli	17,8 °C	19,4 °C
	August	21,2 °C	20,7 °C
	September	18,2 °C	13,4 °C
	Oktober	9,0 °C	6,7 °C
	Jahr (Juli–Juni)	10,6 °C	11,3 °C

die Mittelteilstücke und der Faktor Früchte die Kleinteilstücke, vgl. Tabelle 3 und 4.

3 Ergebnisse und Diskussion

Der größte Einfluss auf den **TS-Ertrag** geht beiden Jahren vom Saattermin aus, gefolgt von den Faktoren Frucht und Erntetermin, vgl. Tabelle 3 und Abbildung 1. Varianten der

Tabelle 3: Varianztabelle für die Zielgrößen TS-Ertrag, Energiedichte, P/E-Quotient und Ergosterol

Table 3: Values of the analysis of variance for DM-yield, energy concentration, crude protein-energy ratios and ergosterol concentration

Zielgröße	FG	TS-Ertrag		Energiedichte		P/E-Quotient		Ergosterol	
		2002/3	2003/4	2002/3	2003/4	2002/3	2003/4	2002/3	2003/4
Varianzursache		MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	54,14	180,00	0,18	0,01	3,60	3,99	295,59	1175,59
Saattermin	1	3547,23**	8472,38**	5,85*	0,45	84,80*	625,96*	11788,92*	3333,55*
Fehler _{Saat}	2	10,75	13,86	0,07	0,05	1,62	6,51	350,35	117,61
Erntetermin	2	2084,67**	632,02**	0,02	2,95**	7,02	54,79*	152381,57**	82081,76**
S x E	2	264,39	148,32**	2,33**	0,55	100,78**	0,14	1830,87*	695,73*
Fehler _{Ernte}	8	70,28	13,04	0,19	0,13	3,15	9,06	322,83	464,57
Frucht	6	2465,30**	1366,89**	14,02**	1,42**	61,55**	20,86**	32851,30**	13052,77**
F x S	6	315,40**	494,25**	0,76**	1,18**	12,62**	17,31**	6261,33**	1659,93**
F x E	12	213,67**	60,73**	1,58**	1,91**	21,65**	15,80**	16243,97**	11063,74**
F x S x E	12	102,84**	40,05	0,14	0,26*	10,25**	5,27	1665,60**	641,75**
Fehler _{Frucht}	72	29,63	21,80	0,09	0,10	1,46	2,02	381,93	63,32
Gesamt	125								

Tabelle 4: Varianztabelle für die Glucosinolat-Konzentration

Table 4: Values of the analysis of variance for glucosinolate concentration

Jahr	FG	2002/3	2003/4
		MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	3,48	5,29
Saattermin	1	1,53	74,66*
Fehler _{Saat}	2	10,18	2,51
Erntetermin	2	307,10**	178,11**
S x E	2	12,70	27,69
Fehler _{Ernte}	8	3,58	9,77
Frucht	3	241,59**	530,93**
F x S	3	13,41	12,35
F x E	6	42,07**	43,62**
F x S x E	6	12,11	10,28
Fehler _{Frucht}	36	4,36	6,06
Gesamt	72		

Frühsaat erreichen meist höhere Erträge, wobei die meiste Masse von dem stängelreichen Sommerraps, Schnitttyp, gebildet wird. Mit fortschreitendem Winter verringern sich die Erträge. Am deutlichsten ausgeprägt ist dies im niederschlagsreichen, ersten Versuchsjahr. Der trockene, kalte Winter des zweiten Versuchsjahres hat offenbar eine „konservierende“ Wirkung auf die Erträge, insbesondere für Vertreter der *Brassicaceen* ist der Effekt des Erntetermins meist nicht signifikant. Der Einfluss von Abbauprozessen auf die Pflanzenmasse, dem die *Brassicaceen* im Winter infolge von Frostschäden und Seneszenz unterliegen, ist offenbar geringer als die Auswirkungen, die der fortschreitende Winter auf Weidelgräser und Ausfallgetreide hat. Eine größere Kältetoleranz der Rapsformen zeigt sich in 2002 auch in einer signifikanten Ertragszunahme von November bis

Dezember, während die *Poaceen* zu diesem Zeitpunkt bereits abnehmende Erträge aufweisen. In der Wechselwirkung Frucht x Erntetermin, die in allen Jahren gesichert ist, spiegelt sich dieser Sachverhalt wider. Auch die Wechselwirkung Frucht x Saattermin ist in allen Versuchsjahren relevant. Der Faktor Saattermin hat auf die Vertreter der *Brassicaceen* in der Mehrzahl der Fälle einen gesicherten Einfluss, während sich Frühsaat und Spätsaat der *Poaceen* meist nicht signifikant unterscheiden.

Die untersuchten Arten zeigen auch für die Futterqualität eine unterschiedliche Reaktion auf den fortschreitenden Winter. Während die Vertreter der *Brassicaceen* – insbesondere Winterraps – im Verlauf des Winters das Energieniveau erhöhen, haben die *Poaceen* zu Beginn des Winters die höchste Energiedichte, die sich im Verlauf des Winters meist signifikant verringert, vgl. Tabelle 3 und Abbildung 2. Für die Gräser und das Ausfallgetreide decken sich die Beobachtungen mit Ergebnissen von WOLF (2001) und WÖHLER (2003), die in *Festuca arundinaceae*-Beständen bzw. auf Dauergrünland bei fortschreitendem Winter eine deutliche Abnahme der Energiedichte auf < 8 MJ ME feststellen. Bei den Ackerpferch-Zwischenfrüchten bewegen sich die Werte für die Energiedichte im Vergleich zu Winterweidfutter „auf dem Halm“ jedoch auf einem deutlich höheren Niveau, der niedrigste Wert wird von der Ausfallgetreide-Simulation im Januar des ersten Versuchsjahres erreicht. Im ersten Jahr bleibt die Energiedichte auf gleichem Niveau, wobei die Herbsttrübe die höchsten Werte erreicht. Im zweiten Jahr nimmt die Energiedichte der *Poaceen* nicht so stark ab, so dass durch die Zunahme der Energiedichte der *Brassicaceen* auch im

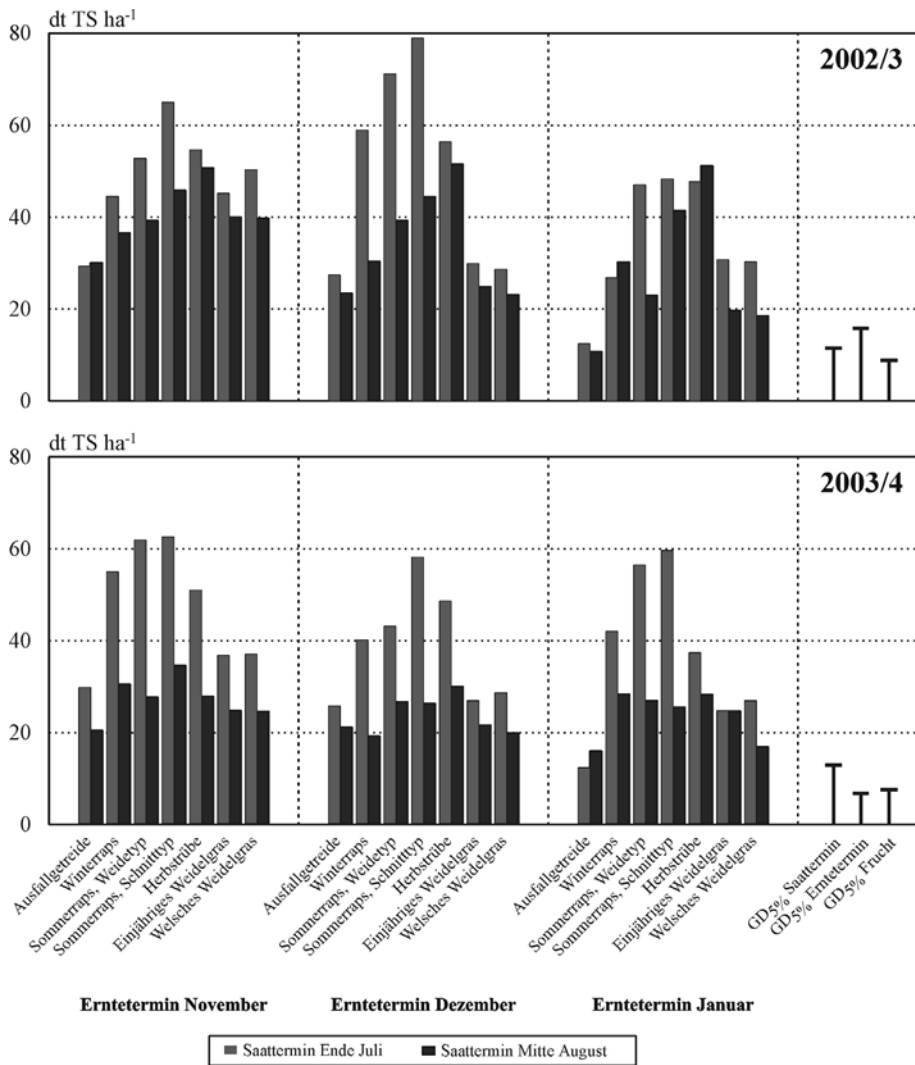


Abbildung 1: TS-Ertrag in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht
 Figure 1: DM yield depending on date of sowing, date of winter harvest and variety

Mittel aller Varianten ein Anstieg zu beobachten ist (ECHTERNACHT, 2004). Ein entscheidender Einfluss auf den Verlauf des Energieniveaus im Winter geht offenbar von der Witterung aus. Bei hoher Einstrahlung ist die Assimilation hoch. Ist es gleichzeitig kalt, erfolgt der Umsatz, z. B. in energiereiche Phosphate oder andere Metabolite, nur langsam, so dass es zu einer Anreicherung von Nicht-Struktur-Kohlenhydraten kommen kann (LAWRENCE et al., 1973; THOMAS and NORRIS, 1981). Des Weiteren sind nach LARCHER (2001) schneebedeckte Pflanzen zwar vor tiefen Temperaturen, Wind und Austrocknung geschützt, sie sind aber Schneedruck ausgesetzt und nicht genügend mit Licht versorgt. Die Ausfallgetreide-Simulation und die Weidelgräser sind bei Schnee schnell vollständig bedeckt und trocknen bei Nässe wesentlich langsamer ab. Bei Raps kann dagegen, je nach Stängelhöhe, nur ein Teil der Pflanze betroffen sein.

Vor allem im zweiten Jahr sind die **XP-Konzentrationen** für Mutterkühe zu hoch, was sich in zu hohen **P/E-Quotienten** widerspiegelt, vgl. Tabelle 3 und Abbildung 3. Dient die umsetzbare Energie als Bezugsgröße, sollte der Quotient für Rinder in einem Bereich von 10–14 liegen, wobei 10 dem Erhaltungsbedarf und 13–14 hoher Leistung entspricht (MENKE, 1987). Bei den Ackerzwischenfrüchten liegen die Quotienten meist deutlich über diesem Niveau. Im Falle der *Poaceen* steigen die Quotienten durch eine Abnahme der Energiedichte in Verbindung mit einer Zunahme der XP-Konzentration zum Januar hin an. Die *Brassicaceen* hingegen erhöhen im Verlauf des Winters ihr Energieniveau bei gleichbleibenden XP-Konzentrationen, so dass sich die Quotienten der ganzen Pflanze meist signifikant verringern. Die Betrachtung der Fraktionen Blatt, Stängel und totes Blatt (ECHTERNACHT, 2004) zeigt, dass die XP-Konzentrationen – und somit auch die P/E-Quo-

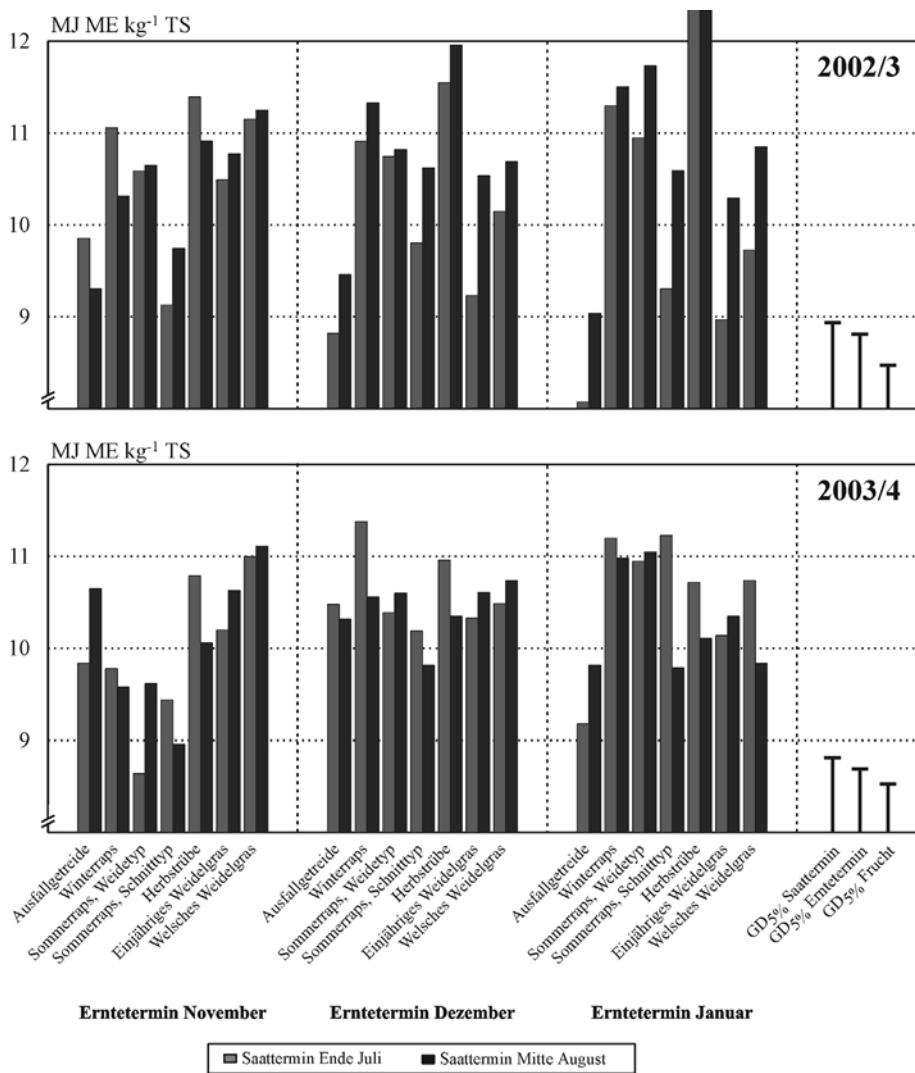


Abbildung 2: Energiedichte in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht
 Figure 2: Energy concentration (i.e. metabolizable energy) depending on date of sowing, date of winter harvest and variety

tienten – im Stängel der Rapsformen sowie im toten Blatt deutlich niedriger sind als im grünen Blatt. Erstaunlich hoch sind die Energiedichten der toten Blätter des fraktionierten Materials. Auch die Energiedichte des Stängels der blattreichen Rapsformen Winterraps und Sommerraps, Weidetyp, ist mit >10 MJ ME vergleichsweise hoch, die Energiedichte des Stängels vom Sommerraps, Schnitttyp, ist in der Mehrzahl der Fälle signifikant niedriger. Dies steht in Einklang mit Ergebnissen von BERENDONK (1982a, b), wonach sich die Verdaulichkeit des Stängels mit zunehmenden Blattanteil erhöht. Bei der Beweidung von Zwischenfrüchten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Tiere den Stängel trotz hoher Energiedichte weitestgehend meiden. Es ist somit von einer durch das Rapsblatt dominierten Futtergrundlage auszugehen, die sowohl durch einen XP-Überschuss als auch durch einen Rohfaser-mangel gekennzeichnet ist (DANIEL und ZOBELT, 1986;

ZOBELT, 1990). Da auch die *Poaceen* im Herbst und fortschreitendem Winter den geforderten P/E-Quotienten meist überschreiten, ist im Hinblick auf eine wiederkäuer-gerechte Ernährung eine Zufütterung mit roh-faserreichen, rohproteinarmen Futtermittel notwendig.

Einhergehend mit dem Abbau von Pflanzenmaterial ist das Ausmaß der Verpilzung – gemessen an der **Ergosterol-Konzentration** – für die Qualität von Winterfutter „auf dem Halm“ von Bedeutung. Die Ackerpferch-Zwischenfrüchte zeigen, dass *Brassicaceen* im Vergleich zu den *Poaceen* offenbar besser in der Lage sind, einer Infektion mit Pilzen Stand zu halten, vgl. Tabelle 3 und Abbildung 4. Insbesondere im ersten, niederschlagsreichen Jahr, in dem die Weidelgräser im Vergleich der Jahre die höchsten Erträge aufweisen und die Narbe am dichtesten ist, werden von den Weidelgräsern die höchsten Ergosterol-Konzentrationen im Vergleich aller Früchte und aller Versuchsjahre erreicht.

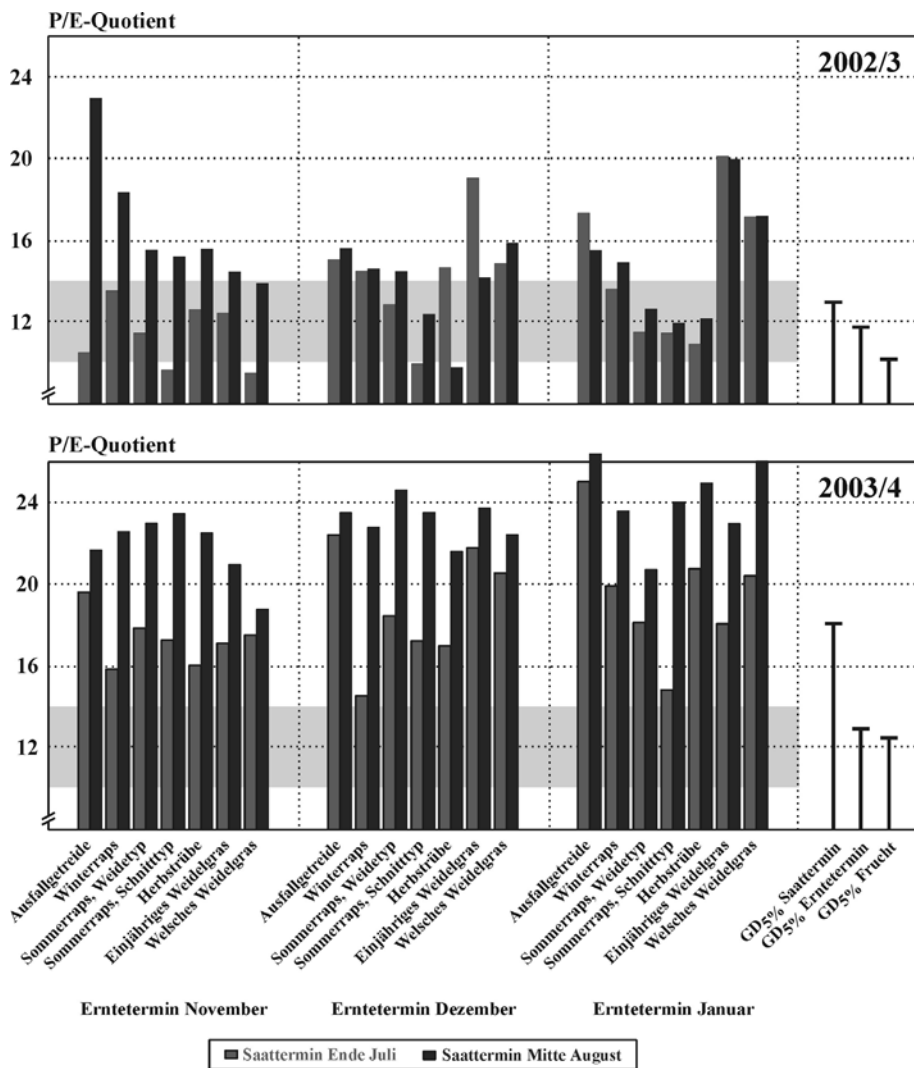


Abbildung 3: P/E-Quotienten in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht
 Figure 3: Crude protein-energy ratios depending on date of sowing, date of winter harvest and variety

Die spät gesäten, physiologisch jüngeren Varianten der *Poaceen* können der Verpilzung besser widerstehen, während dies bei den *Brassicaceen* anscheinend umgekehrt ist. Die Untersuchung des fraktionierten Materials (ECHTERNACHT, 2004) ergibt, dass die abgestorbenen Blätter der Varianten des zweiten Saattermins zu diesem Zeitpunkt niedrigere Konzentrationen an Ergosterol aufweisen als die Varianten der Frühsaat, so dass ebenfalls von einem geringeren Pilzbefall des physiologisch jüngeren Materials ausgegangen werden kann. Für den signifikanten Anstieg der Spätsaat-Varianten ist demnach eher ein höherer Blatt- und ein geringerer Stängelanteil entscheidend. Im Vergleich zu dem Verpilzungsgrad der *Poaceen* liegt die Ergosterol-Konzentration aller *Brassicaceen* jedoch weit unter deren Niveau. Untersuchungen von BANZHAF (2004) an grünem und totem Pflanzenteilen von *Festuca arundinaceae* und *Lolium perenne* weisen für die Fraktion der abgestorbenen

Blätter beider Arten eine deutlich höhere Ergosterol-Konzentration auf. Die Werte liegen hier zwischen 331 und 429 mg kg⁻¹ TS. Die geringere Verpilzung der *Brassicaceen* kann zudem in einem erektophilen Wuchs begründet sein. Der aufrechte Wuchs der *Brassicaceen* lässt die Pflanzen leichter abtrocknen und bietet so – im Vergleich zu den dichten Narben der *Poaceen* – ungünstigere Bedingungen für Mikroorganismen. Dies hat eine höhere Vitalität der Bestände zur Folge, was die Besiedlung durch pathogene und saprophytische Pilze negativ beeinflusst (SCHLÖSSER, 1997). Auch ein Zusammenhang mit der Glucosinolat-Konzentration der *Brassicaceen* ist möglich, da die Spaltprodukte der Glucosinolate toxisch gegen pathogene und saprophytische Pilze wirken können (MITHEN, 2001).

Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen belegen, dass die **Glucosinolat-Konzentration** in den vegetativen Pflanzenteilen – neben der Art – maßgeblich durch Witte-

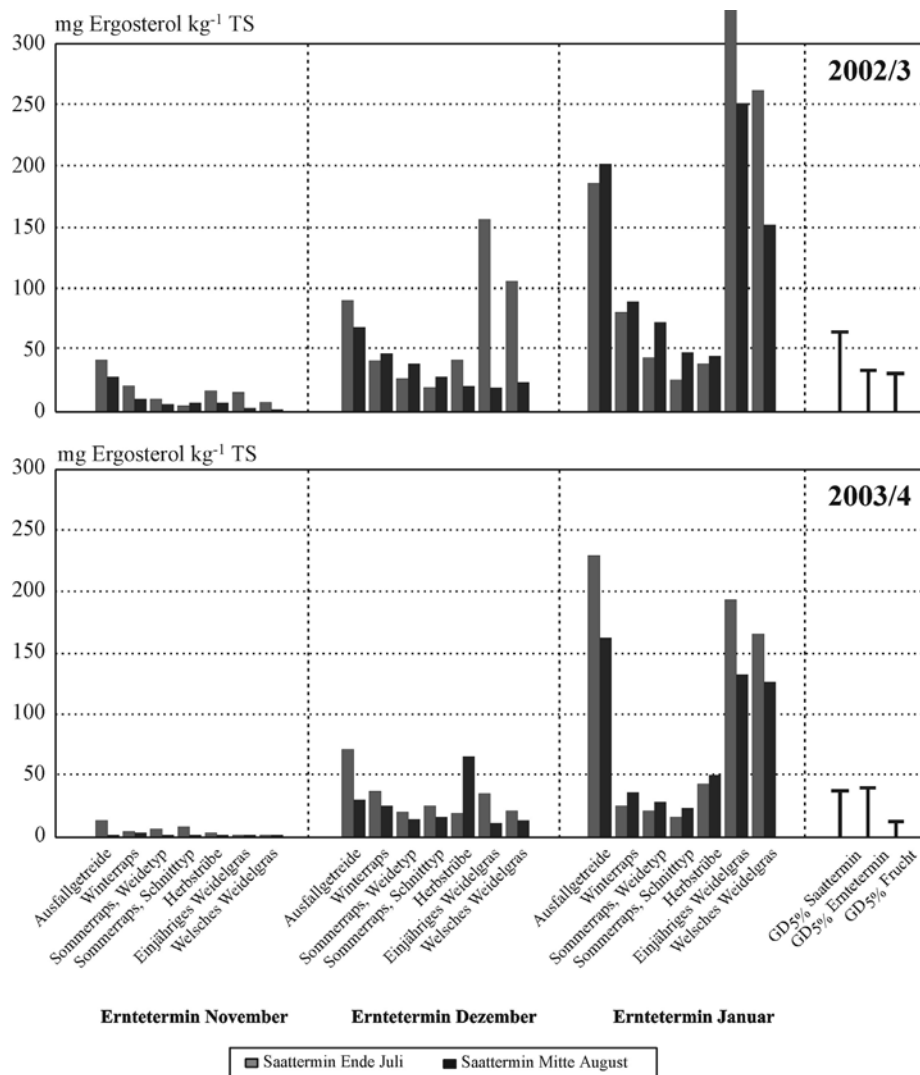


Abbildung 4: Ergosterol-Konzentration in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

Figure 4: Ergosterol concentration depending on date of sowing, date of winter harvest and variety

rungsbedingungen, Entwicklungsstadium und Bodenbedingungen beeinflusst wird (BUCHNER, 1988; DEMES, 1989; ZOBELT, 1990; MITHEN et al., 2000; MITHEN, 2001). Bei den Ackerpferch-Zwischenfrüchten erreicht die Herbst- rübe die signifikant höchsten Konzentrationen; die Raps- formen unterscheiden sich bis Dezember meist nicht signifikant voneinander, vgl. Tabelle 4 und Abbildung 5. Während sich eine Verringerung der Glucosinolat-Konzentration mit einer Zerstörung der Zellstruktur (Freisetzen der Myrosinase) durch den Abbau von Pflanzenmaterial erklären lässt, können für den in allen Wintern signifikanten Anstieg – von dem insbesondere die blattreichen Raps- formen betroffen sind – verschiedene Vermutungen ange- stellt werden. So ist es z. B. möglich, dass die Glucosinolat- Konzentration der Probe durch einen im Verhältnis höhe- ren Stängelanteil ansteigt. ROTHE et al. (2004) stellen fest, dass die Glucosinolat-Konzentration des Stängels den des

Blattes um das 10-fache übersteigt. Für die Ackerpferch- Zwischenfrüchte ergibt eine Differenzierung der Ertrags- struktur, dass sich der Stängelanteil in der Mehrzahl der Fälle von November bis Dezember erhöht und im weiteren Verlauf des Winters meist konstant bleibt (ECHTERNACHT, 2004). Ein Anstieg der Glucosinolat-Konzentration ist in der Mehrzahl der Fälle erst zum Erntetermin im Januar signifikant. Auch hat der stängelreiche Sommerraps, Schnitt- typ, die niedrigsten Glucosinolat-Konzentrationen, sodass ein erhöhter Stängelanteil in der Probe als Erklärungen für den signifikanten Anstieg der Glucosinolat-Konzentration nicht ausreicht. Weitere Ansätze bieten verschiedene Unter- suchungen, die in der Vegetationszeit bei *Brassicaceen* eine Erhöhung der Glucosinolat-Konzentration in Zusam- menhang mit Schädlings- oder Pilzbefall bzw. durch Verletzung der Pflanze feststellen. Die toxische Wirkung der meisten Spaltprodukte der Glucosinolate auf Mikroorganismen ist

für die Pflanze ein natürlicher Schutzmechanismus (BARTELET et al., 1999; MENARD et al., 1999; MITHEN, 2001; ZUKALOVÁ and VASÁK, 2002). Der im Laufe des Winters meist signifikante Anstieg der Glucosinolat-Konzentration, könnte die Reaktion auf eine Infektion mit Mikroorganismen sein. Im Falle der blattrreichen Rapsformen ergibt sich eine positive Korrelation zwischen den Merkmalen Ergosterol- und Glucosinolat-Konzentration ($r = 0,84$). Inwieweit diese rechnerische Beziehung auch auf einen physiologischen Zusammenhang schließen lässt, kann in dieser Untersuchung nicht vollständig geklärt werden. Für den stängelreichen Sommerraps und für die Herbststrübe ergeben sich keine relevanten Beziehungen ($r = 0,31$ bzw. $r = -0,38$) zwischen diesen Zielgrößen (ECHTERNACHT, 2004). Ein Grenzwert für die Glucosinolat-Konzentration in der Grünmasse im Hinblick sowohl auf die Tiergesundheit als auch auf die Akzeptanz wird von GUSTINE and JUNG (1983)

mit $< 7 \text{ mmol Glucosinolate g}^{-1} \text{ TS}$ angegeben und in Untersuchungen von ZOBELT (1990) bestätigt. In der vorliegenden Untersuchung wird dieser Wert meist überschritten, allerdings ist – davon ausgehend, dass Rohproteinüberschuss aber auch Strukturmangel sowie die Gefahr erhöhter Nitratakkumulation in der Pflanze den Einsatz von Grünraps als alleinige Futtergrundlage begrenzen – die Gefahr, die von zu hohen Glucosinolat-Konzentrationen ausgeht, letztendlich nur gering.

4 Schlussfolgerungen

Als Konsequenz für das Anlegen eines stehenden Winterfutterlagers im Ackerpferch ergibt sich, dass die Wahl der Frucht insbesondere vom Zeitpunkt der geplanten Nutzung bestimmt wird. Während sich für die Nutzung zu

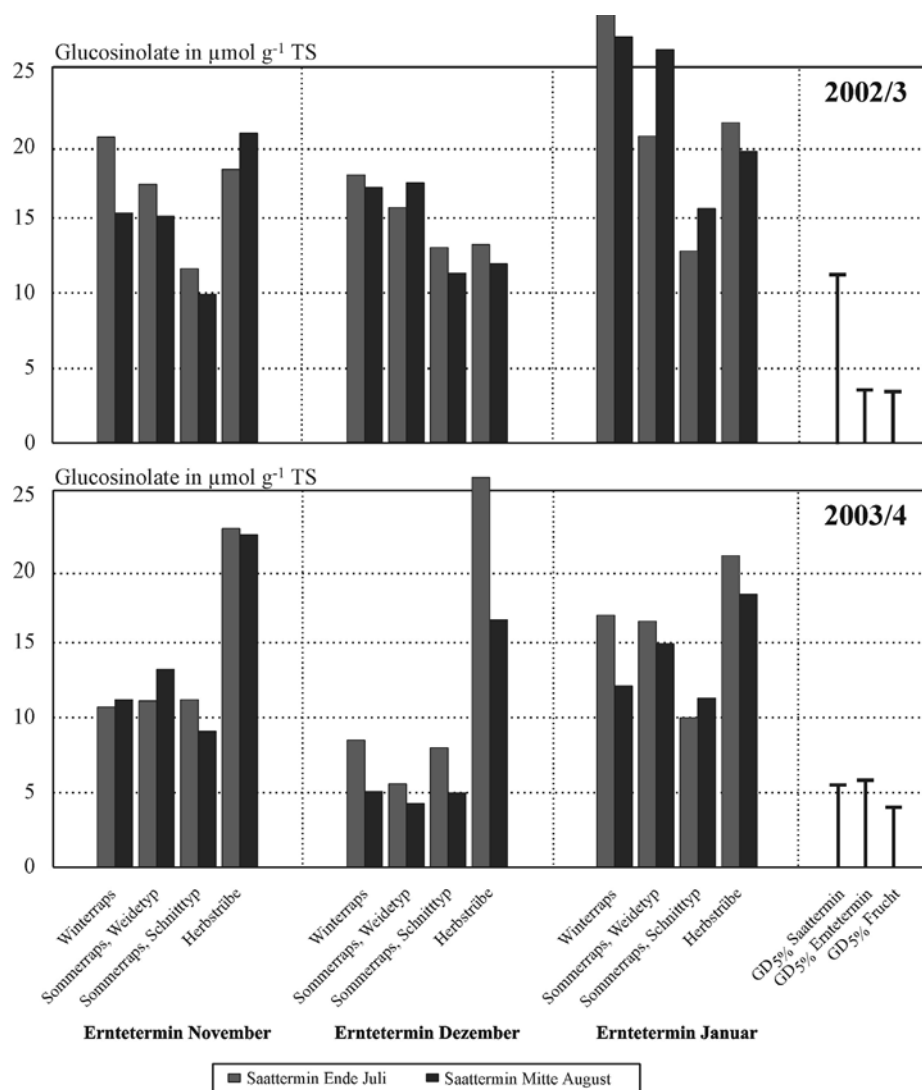


Abbildung 5: Glucosinolat-Konzentration in Abhängigkeit von Saat-termin, Erntetermin und Frucht

Figure 5: Glucosinolate concentration depending on date of sowing, date of winter harvest and variety

Beginn des Winters durchaus auch Ausfallgetreide eignet, erweist sich diese kostengünstige Variante bei fortschreitendem Winter im Hinblick auf Qualität und Ertrag als problematisch. Die Weidelgräser, *Lolium multiflorum* ssp. *italicum* und *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini*, bieten im Vergleich zu Ausfallgetreide unter den Aspekten Masse und Qualität Vorteile. Bei fortschreitendem Winter unterliegen sie jedoch den gleichen Abbau- und Translokationsprozessen, sodass Ertrag und Qualität zum Januar hin deutlich abnehmen. Vor diesem Hintergrund ist es fraglich, ob sich der wesentlich höhere Aufwand (= Saatgutkosten, Arbeitszeit für Saatbettbereitung und Aussaat) zur Erstellung eines Ackerpferchs mit *Lolium multiflorum* rechnet. Die *Brassicaceen* erweisen sich hier vor allem aufgrund ihrer Kältetoleranz bis in den Januar und – in Abhängigkeit von der Witterung und Standort – eventuell auch darüber hinaus als besonders geeignet. Die Wahl des geeigneten Sortentyps wird maßgeblich von Standort- und Witterungsbedingungen bestimmt. In Regionen mit langer Schneedecke könnte sich ein hoher Stängelanteil als vorteilhaft erweisen, während die Herbststrübe, die aus futterbaulicher Sicht dem stängelreichen Sommerraps vorzuziehen wäre, sehr standortabhängig reagiert. Den höchsten Blattanteil der Rapsformen hat Winterraps, ansonsten unterscheiden sich die blattreichen Rapsformen meist nicht. Um Beeinträchtigungen der Tiergesundheit zu begrenzen, sollte neben einer Zuteilung des Futters eine rohfaserreiche, rohproteinarme Ergänzung erfolgen, dies gilt für alle untersuchten Arten. Im Hinblick auf die Ernährung einer tragenden Mutterkuh erweist sich das Futter auch aufgrund der hohen Energiedichte als „zu gut“. Ein Anfleischen und Verfetten von tragenden Tieren ist vor allem für den Geburtsverlauf kritisch zu beurteilen.

Literatur

- ANONYMUS (1992): Bestimmung des Ölsaaten Glucosinolatgehaltes durch HPLC. ISO 9167-1: 1992. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 170/28.
- ANONYMUS (1993): Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 3. Ergänzungslieferung. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- ANONYMUS (1997): Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- BANZHAF, K. (2004): Einfluss von Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftungsintensität auf Muster und Konzentration ausgewählter Mineralstoffe von Winterweidefutter. Dissertation Universität Gießen.
- BARTELET, E., G. KIDDLE, I. WILLIAMS and R. WALLSGROVE (1999): Wound-induced increase in the glucosinolate content of oilseed rape and their effect on subsequent herbivory by a crucifer specialist. *Entomol. exp. appl.* 91, 163–167.
- BERENDONK, C. (1982a): Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapsorten im Zwischenfruchtbau. 1. Mitt.: Ertrag, Blatt/Stengel-Verhältnis und Trockensubstanzgehalt. *D. wirtschaftseigene Futter* 28, 156–165.
- BERENDONK, C. (1982b): Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapsorten im Zwischenfruchtbau. 2. Mitt.: Rohasche-, Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie Verdaulichkeit der organischen Substanz. *D. wirtschaftseigene Futter* 28, 202–214.
- BUCHNER, R. (1988): Analyse und Biologie der Glucosinolate in Raps. Dissertation Universität Göttingen.
- DANIEL, P. und U. ZOBELT (1986): Untersuchungen über die Aufnahme von Futterraps (*Brassica napus* L.) und Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *D. wirtschaftseigene Futter* 32, 175–182.
- DEBLITZ, C., M. RUMPS, S. KREBS und U. BALLIET (1993): Beispiele für eine standortangepasste Mutterkuhhaltung in Ostdeutschland. *Tierzüchter* 45, 24–29.
- DEMES, H. (1989): Untersuchungen über Glucosinolat-, Nitrat- und Proteingehalt in der Rapsgrünmasse in Abhängigkeit von Genotyp, Umwelt und Entwicklungsstadium. Dissertation Universität Gießen.
- ECHTERNACHT, S. (2004): Zur Masse und Qualität von Ackerpferch-Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Art bzw. Sortentyp, Saat- und Erntezeitpunkt. Dissertation Universität Gießen.
- GUSTINE, D. L. and G. A. JUNG (1985): Influence of some management parameters on glucosinolate levels in *Brassica* forage. *Agron. J.* 77, 593–597.
- LARCHER, W. (2001): Ökophysiologie der Pflanzen. 6. Aufl. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- LAWRENCE, T., J. COOPER and E. L. BREESE (1973): Cold tolerance and winter hardiness in *Lolium perenne*. II. Influence of light and temperature during growth and hardening. *J. Agric. Sci.* 18, 341–348.
- MENARD, R., J. P. LARUE, D. SILUE and D. THOUVENOT (1999): Glucosinolates in cauliflower as biochemical markers for resistance against downy mildew. *Phytochemistry Oxford* 52, 29–35.

- MENKE, K.-H. (1987): Richtzahlen für die praktische Fütterung. In: MENKE, K.H. und W. HUSS (Hrsg.): Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Aufl., Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 115–168.
- MENKE, K.-H. und H. STEINGASS (1987): Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaftbestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. Übers. Tierern. 15, 59–94.
- MITHEN, R. (2001): Glucosinolates – biochemistry, genetics and biological activity. Plant Growth Regul. 34, 91–103.
- MITHEN, R. F., M. DEKKER, R. VERKERK, S. RABOT and I. T. JOHNSON (2000): The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human food. J. Sci. Food Agric. 80, 967–984.
- OPITZ V. BOBERFELD, W. (1997): Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Landw. 75, 604–618.
- OPITZ V. BOBERFELD, W. und M. STERZENBACH (1999): Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter den Aspekten, Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. Z. Kulturtechnik Landentw. 40, 258–262.
- OPITZ V. BOBERFELD, W. und D. WOLF (2002): Zum Effekt pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Qualität und Ertrag von „Winterfutter auf dem Halm“. Pflanzenbauwiss. 6, 9–16.
- ROTHER, R., H. HARTUNG, G. MARKS, H. BERGMANN, R. GÖTZ and F. SCHÖNE (2004): Glucosinolate Contents in Vegetative Tissues of Winter Rape Cultivars. J. App. Bot. 78, 41–47.
- SCHLÖSSER, E. (1997): Allgemeine Phytopathologie. 2. Aufl., Verl. Georg Thieme, Stuttgart New York.
- SCHWADORE, K. and H.-M. MÜLLER (1989): Determination of Ergosterol in cereals, feed components, and mixed feed by liquid chromatography. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 72, 457–462.
- STEINGASS, H. und K.-H. MENKE (1986): Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und deren chemische Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. Übers. Tierern. 14, 251–270.
- THOMAS, H. and I. B. NORRIS (1981): The influence of light and temperatur on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. Grass Forage Sci. 36, 107–116.
- WÖHLER, K. (2003): Zur Qualität und Masse von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Standort, Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftung. Dissertation Universität Gießen.
- WOLF, D. (2001): Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Masse und Qualität von Winterweidefutter. Dissertation Universität Gießen.
- WOLF, D. and W. OPITZ V. BOBERFELD (2003): Effects of Nitrogen Fertilization and Date of Utilization on the Quality and Yield of Tall Fescue in Winter. J. Agron. Crop Sci. 189, 47–53.
- ZOBELT, U. (1990): Der Einfluss von Glucosinolaten und anderen Inhaltsstoffen der Rapsgrünmasse auf Selektionsverhalten, Futteraufnahme und Gesundheitszustand von Schafen. Dissertation Universität Gießen.
- ZUKALOVÁ, H. and J. VASÁK (2002): The role and effects of glucosinolates of *Brassica* species – a review. Rostlinná Výroba. 48, 175–180.

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Opitz von Boberfeld und **Dr. Silke Echternacht**, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Lehrstuhl für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Justus-Liebig-Universität, Ludwigstraße 23, D-35390 Gießen
E-Mail: Wilhelm.Opitz-von-Boberfeld@agrar.uni-giessen.de

Eingelangt am 14. September 2004

Angenommen am 19. Juli 2005