



Das Lebensministerium



## Feldfutterbau und Gründüngung im Ökologischen Landbau

Informationen für Praxis und Beratung

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Gliederung

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundlagen.....</b>	<b>6</b>
2.1	Bedeutung des Feldfutteranbaus .....	6
	Anbauentwicklung .....	6
	Vorfruchtwirkungen .....	9
	Einfluss auf den Humusgehalt des Bodens .....	12
	Wirkung der Ernte- und Wurzelrückstände .....	14
	Stickstofffixierung durch Futterleguminosen.....	16
	Wirkung auf Unkräuter und Krankheiten.....	21
	Erosionsschutz .....	22
	Bodenlockerung und Nährstoffaufschluss .....	22
	Futternutzung .....	23
	Grünbrache und Mulchnutzung .....	25
2.2	Rechtliche Grundlagen .....	28
2.3	Standortansprüche und Artenwahl.....	30
2.4	Symbiotische Stickstoffbindung, Düngung und Beregnung ....	37
	Stickstofffixierung und -bilanzierung .....	37
	Düngung mit organischen Düngemitteln .....	44
	Grunddüngung sowie Kalkversorgung .....	48
	Beregnung.....	55
2.5	Einordnung in die Fruchtfolge und Anbauformen.....	56
	Fruchtfolge .....	56
	Einjähriger Futterbau inclusive Zweitfruchtfutterbau.....	66
	Mehrjähriger Futterbau und Wechselgrünland (Egartwirtschaft) .....	68
2.6	Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Aussaat und Pflege ...	71
	Bodenbearbeitung .....	71
	Saatbettbereitung und Aussaat .....	74
	Pflege .....	75
2.7	Krankheiten und Schädlinge .....	77
2.8	Ernte, Konservierung, Futterwert und Nutzungsalternativen...	83
	Ernte von mehrschnittigen Futterpflanzen .....	83
	Herstellen von Konservaten .....	85
	Angaben zum Futterwert .....	87
	Ernteverluste .....	89
	Weitere Nutzungsformen.....	89
2.9	Sortenempfehlungen und Saatgutvermehrung .....	93
2.10	Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus.....	95

	Grundlagen der Kalkulationen .....	95
	Ein- und mehrjährige mehrschnittige Pflanzenbestände .....	98
	Konservierungsverfahren .....	102
	Silomais .....	108
	Ganzpflanzensilage aus Getreide oder Körnerleguminosen und deren Gemengen .....	110
	Futtermüben .....	112
	Grundfuttermittelverkauf .....	114
	Kostenvergleich der Futtermittelkonservate .....	114
<b>3</b>	<b>Spezielle Angaben zu den Kulturarten und Mischungen</b>	<b>116</b>
3.1	Kleinkörnige Leguminosen.....	116
	Luzerne .....	116
	Rotklee .....	121
	Schwedenklee (Bastardklee).....	125
	Weißklee .....	126
	Perserklee .....	129
	Alexandrinerklee.....	131
	Inkarnatklee.....	133
	Gelbklee (Hopfenklee, Hopfenluzerne) .....	135
	Hornschotenklee (Gemeiner Hornklee) .....	137
	Esparsette .....	138
	Serradella .....	140
	Weißer Steinklee (Bokharaklee).....	141
3.2	Großkörnige Leguminosen.....	144
3.3	Gräser.....	148
	Welsches Weidelgras .....	148
	Einjähriges Weidelgras (Westerwoldisches Raygras) .....	150
	Bastardweidelgras (Oldenburger Weidelgras).....	152
	Wiesenschweidel.....	153
	Deutsches Weidelgras .....	155
	Wiesenschwingel.....	157
	Wiesenlieschgras .....	159
	Knaulgras .....	161
	Wiesenrispe.....	163
	Glatthafer (Fromental, Hoher Wiesenhafer, Franz. Raygras).....	164
	Rotschwingel, Ausläufer-Rotschwingel .....	166
3.4	Mischungen von Leguminosen und Gräsern.....	167
	Allgemeine Beschreibung.....	167
	Einjähriger und überjähriger Futterbau .....	170
	Mehrjähriger Futterbau .....	170

3.5	Silomais, Grünmais.....	173
3.6	Getreideganzpflanzen.....	177
3.7	Futtermöhre (Runkelrübe).....	181
3.8	Futtermöhre (Gelbe Rübe).....	192
<b>4</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>195</b>
<b>5</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>210</b>

## 1 Einleitung

Der Anbau von Feldfutterpflanzen hat für ökologische Betriebe eine große Bedeutung. Für Betriebe mit Viehhaltung stellt es die Grundlage für die Ernährung der Wiederkäuer dar. Dabei haben die Erträge und vor allem die erreichten Qualitätsparameter, wie die Energie- und Nährstoffgehalte des Grünfutters bzw. des konservierten Futters, einen unmittelbaren Einfluss auf die tierische Leistung. Durch gute Grundfutterqualitäten können Kraftfuttergaben reduziert und Kosten eingespart werden. Die Wirtschaftlichkeit der tierischen Produktion wird damit direkt beeinflusst.

Für den Ackerbau aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe ist der mehrjährige Feldfutteranbau das tragende Element des Anbaus und fast alle Fruchtfolgen bauen auf diesem Anbauglied auf. Die kleinkörnigen Leguminosen und Gräser durchwurzeln den Boden intensiv und hinterlassen nach ihrem Anbau große Mengen an Ernte- und Wurzelrückständen. Dies führt zu einer Humusakkumulation im Boden und die symbiotische Stickstofffixierung der Leguminosen stellt eine wichtige Einfuhrgröße für Stickstoff in den Betriebskreislauf dar. Ein weiterer bedeutsamer Aspekt ist die unterdrückende Wirkung auf einjährige und ausdauernde Unkräuter.

In dieser Broschüre werden sowohl die typischen Futterpflanzen wie Rotklee, Luzerne und deren Gemenge mit Gräsern als auch Mais und Getreide für die Erzeugung von Ganzpflanzensilage beschrieben. Die Ansprüche der Arten an Boden und Klima, Empfehlungen zur Arten- und Sortenwahl und zur Mischungszusammensetzung werden ausführlich behandelt. Neben der Futtergewinnung und Gründüngung erfolgt eine Vorstellung von alternativen Formen zur Nutzung der Aufwüchse. Die vorliegende Broschüre richtet sich vor allem an die landwirtschaftliche Praxis, Beratung und Ausbildung und stellt eine detaillierte anbautechnische und betriebswirtschaftliche Verfahrensbeschreibung für den Feldfutteranbau dar.

## **2 Allgemeine Grundlagen**

### **2.1 Bedeutung des Feldfutteranbaus**

#### **Anbauentwicklung**

Die Situation der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen ist gekennzeichnet durch einen relativ hohen Grünlandanteil von durchschnittlich ca. 30 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Sachsen insgesamt 20 %). Dagegen betrug der durchschnittliche Anteil der Ackerfutterfläche einschließlich Stilllegung 2005 nur 22,6 % und es zeigt sich ein kontinuierlicher Rückgang der Fruchtartengruppe Ackerfutter und Stilllegung in den letzten 10 Jahren (Tab.1). Der Umfang des Anbaus von Feldfutterpflanzen zur Humusreproduktion und Unkrautregulierung nähert sich damit der unteren Grenze (20 % Anteil Ackerfutter in der Fruchtfolge) von Anbauempfehlungen. Die Entbindung der Öko-Betriebe von der Stilllegungspflicht wurde 2005 umfangreich wahrgenommen und es erfolgte eine Zuordnung dieser Flächen zum Ackerfutter. Aus dem Datenmaterial zum Flächenumfang angebauter Ackerfutterpflanzen (Tab. 2) wird deutlich, dass der Anbau von Futterleguminosen zur Gründüngung von großer Bedeutung ist. Betriebe mit hohen Anbauanteilen von Klee gras befinden sich in den Amtsbereichen Zwönitz, Zug und Pirna. Luzerne wird überwiegend im Bereich der leichteren Standorte von Wurzen, Mockrehna und Rötha angebaut.

Die Ursachen für den Rückgang der Ackerfutterfläche liegen vor allem in der zurückgehenden Tierhaltung, die wiederum auf die Vermarktungsbedingungen von tierischen Produkten zurückzuführen ist. Sehr schwierig gestaltet sich immer noch die Vermarktung der Ökomilch und ein Drittel der produzierten Milch in Sachsen muss konventionell vermarktet werden. Insgesamt halten ca. 80 % der Ökobetriebe Vieh. Neben der Futternutzung spielen alternative Nutzungsformen eine zunehmende Rolle.

Tabelle 1: Strukturelle Entwicklung des ökologischen Landbaus in Sachsen von 1995 bis 2005 (ohne teilumgestellte Betriebe)

		ökologische Betriebe insgesamt										
		1995	1996	1997	1998	1999 <sup>1)</sup>	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Betriebe	Anzahl	87	82	101	112	121	141	164	192	204	211	159 <sup>2)</sup>
LF	ha ges.	7.004	7.396	10.300	11.166	11.678	11.872	15.657	17.361	18.045	20.301	15.453
Dauergrünland	% der LF	28,0	28,0	25,9	27,4	28,7	30,9	29,0	31,5	29,7	31,5	30,7
Ackerfläche	% der LF	69,8	70,5	68,9	68,8	67,4	66,5	68,6	66,4	66,5	65,9	67,6
Getreide	% der AF	47,7	50,8	53,6	50,6	50,4	51,7	54,8	58,6	53,1	57,5	62,6
Hackfrüchte	% der AF	2,0	2,1	1,6	2,8	2,6	2,4	1,9	2,0	1,8	2,1	2,1
Leguminosen	% der AF	5,8	6,8	9,8	9,8	7,3	7,7	5,5	7,5	9,1	8,9	6,2
Ölfrüchte	% der AF	2,2	2,1	1,7	2,2	1,6	0,9	3,4	2,2	2,5	3,3	2,2
Ackerfutter	% der AF	25,3	21,5	18,6	17,6	18,9	19,2	15,4	9,9	11,0	10,4	21,5
Stilllegung	% der AF	13,3	11,0	9,2	11,2	12,9	11,8	14,4	15,1	17,6	13,9	1,1
Sonstiges	% der AF			4,6	7,3	9,6	7,7	6,6	6,7	7,9	6,0	5,8
Vieheinheiten (GVE)	je 100 ha LF	55	52	49,5	59	47	54	47	44	39	38	38,8

<sup>1)</sup> ab 1999 Betriebsbegriff nach neuem AgrStG

<sup>2)</sup> Anzahl der Betriebe 2005 resultiert aus der Umstellung der Agrarförderung im Rahmen der EU-Agrarreform mit veränderten Angaben in den Anträgen auf Direktzahlungen und Agrarförderung

Quelle: Agrarförderung, LfL FB 3

Tabelle 2: Flächenumfang ökologisch angebaute Ackerfutterpflanzen in Sachsen

Fruchtart	Anbaufläche 2002 (ha)	Anbaufläche 2003 (ha)	Angaben 2004 (ha)
Silomais als Getreide	208	164	163
Silomais als Hauptfutter	10	23	20
Kleegras	507	442	451
Luzerne	136	283	340
Gras	169	152	179
Klee	54	24	22
Ganzpflanzensilage	45	175	191
Futterleguminosen auf Stilllegung	942	1439	1024
Sonstige Stilllegung	834	677	836

Quelle: Agrarförderung, LfL FB 3

Betriebswirtschaftliche Auswertungen der Futterbau- und Verbundbetriebe in den neuen Bundesländern kommen zu folgender Einschätzung (SCHIRRMACHER, 2005):

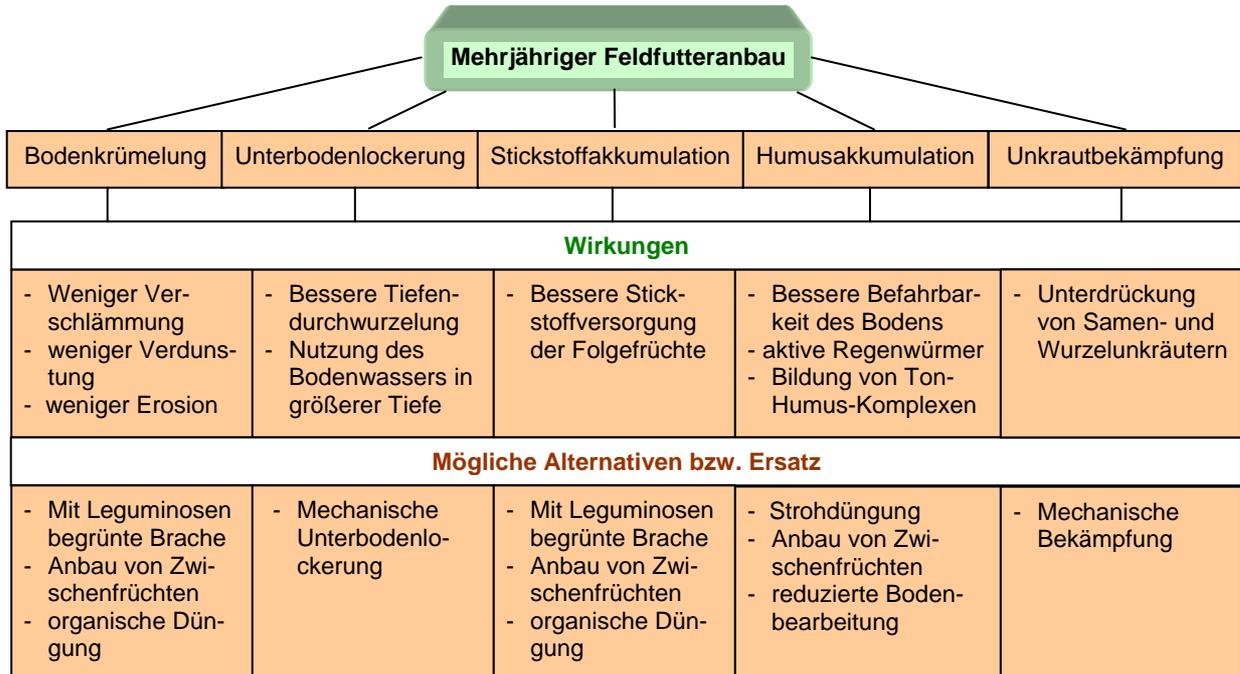
- Der Anteil der Milchkühe beträgt nur ein Drittel der konventionellen Betriebe. Dafür haben die Öko-Betriebe einen sehr hohen Anteil an Mutterkühen und Schafen.
- Der durchschnittliche Milchertrag je Kuh lag bei 5408 kg, das sind 79 % des konventionellen Milchertrages.
- Die Umsatzerlöse realisieren sich zu 90 % aus der Tierproduktion, darunter zu 51 % aus dem Milchabsatz.
- Der Milcherlös betrug im Durchschnitt aller untersuchten Ökobetriebe (4 % Fett) 31,02 EUR/dt, wobei die Spannweite 30,65 bis 37,29 EUR/dt beträgt bei einem konventionellen Erlös von 30,33 EUR/dt.
- Die durchschnittliche Milchleistung in Sachsen ist geringer als in den anderen Bundesländern und die erzielten Milchpreise liegen an der unteren Grenze.

Aus dieser Einschätzung kann auch ein erhebliches Optimierungspotenzial abgeleitet werden, was insbesondere auch auf das Ackerfutter zutrifft.

### **Vorfruchtwirkungen**

Schon vor Jahrhunderten wurde die bodenverbessernde Wirkung von Feldfutterpflanzen erkannt. Frühe Formen des Anbaus von Klee waren der Kampanbau im niederländisch-westfälischen Raum und die holsteinische Koppelwirtschaft. Mitte des 17. Jahrhunderts erfolgte in Mitteleuropa die Einführung des Kleeschlages anstelle der Brache in die 3-Felder-Wirtschaft, aber erst Ende des 19. Jahrhunderts setzte sich die Fruchtwechselwirtschaft in Deutschland allgemein durch. Die vielfältigen positiven Wirkungen des mehrjährigen Feldfutteranbaus sind in Abbildung 1 aufgezeigt.

In vielen Untersuchungen ist die ertragssteigernde Wirkung von Feldfutterpflanzen auf die Nachfrüchte dargestellt worden. Die Ergebnisse des Fruchtfolgeversuches Bad Lauchstädt weisen in den ungedüngten Varianten (ohne Mineraldünger, ohne Stallmist) mit Leguminosen (Luzernegras) gegenüber den Varianten ohne Leguminosen in der Fruchtfolge durchschnittliche Ertragszuwächse der Nachfrüchte in den Jahren 1952 -1977 von 7,1 dt TM/ha auf. Die Varianten mit Stallmist zeigen durchschnittliche Ertragszuwächse von 12,1 dt TM/ha und mit einer zusätzlichen mineralischen P- und K-Düngung betragen die Ertragszuwächse 24,7 dt TM/ha (BUTZ et al., 1982).



Quelle: nach KAHNT (1983)

Abbildung 1: Wirkungen des mehrjährigen Feldfutter-Anbaus in der Fruchtfolge

Ein ökologischer Fruchtfolgeversuch in Bayern brachte nach 1-jährigem Klee gras (Rotationsbrache) gegenüber der Vorfrucht Ackerbohne im dreijährigen Durchschnitt Mehrerträge beim Winterweizen von 6-10 dt/ha. Die Vorfrüchte 2-jähriges Klee gras, 1-jähriges Klee gras und Klee grasgrünbrache hatten keinen signifikanten Einfluss auf den Ertrag der Nachfrucht Kartoffel. Die zweite Marktfrucht Sommergerste brachte in der Fruchtfolge mit Grünbrache tendenziell höhere Erträge als in der Fruchtfolge mit Körnerleguminosen (FUCHS, 2005). In Fruchtfolgeversuchen in Nordrhein-Westfalen (PAFFRATH, 2005) konnten durch den Anbau von Ackerbohnen, Erbsen, Buschbohnen und Klee gras in 4 Jahren gegenüber der Kontrollfrucht Sommerweizen Mehrerträge bei der Folgefrucht Kartoffeln zwischen 13 % und 16 % erzielt werden. Der Anbau von Rotklee gras (Rotationsbrache) als Vorfrucht hatte gegenüber Sommerweizen nur in den Jahren mit guter Kleeentwicklung (>40 % Kleeanteil) gesicherte Kartoffelmehrerträge bis zu 92 dt/ha zur Folge. Im Jahr ohne Kleeentwicklung gab es sogar einen Minderertrag.

In 3-jährigen Feldversuchen unter ökologischen Bedingungen wurde die Wirkung der Klee grasvorfrucht (Schnittnutzung) nach 1 bzw. 2 Nutzungsjahren mit der Wirkung nach Getreidevorfrucht verglichen (PIORR, 1992). Gegenüber der Getreidevorfrucht führte der Klee grasanbau zu Ertragszuwächsen bei der ersten Nachfrucht Winterweizen von 24 dt/ha bzw. 15 dt/ha (Tab. 3). Die Erträge nach 1-jährigem Klee grasanbau lagen damit deutlich über den Erträgen nach 2-jährigem Anbau. Bei den Rohproteingehalten im Korn waren die Verhältnisse umgekehrt. Im 2. Nachbaujahr fielen die Ertragsdifferenzen nicht so stark aus, wobei nach 2-jährigem Klee gras höhere Roggenerträge erzielt wurden.

In Abhängigkeit von der Nutzungsdauer kann die unterschiedliche Ertragswirkung folgende Ursachen haben:

- zügigere und ausgeglichene Mineralisation der Ernte- und Wurzelrückstände nach 1-jährigem Anbau von Klee gras (vorwiegend Nährstoffwirkung)
- längere Vorfruchtwirkung durch höheren N-Vorrat im Boden nach 2-jährigem Anbau (Ergänzung des Bodens mit organischer Substanz + Nährstoffwirkung).

Tabelle 3: Erträge und Rohproteingehalte von Weizen und Roggen in Abhängigkeit von der Klee-grasvorfrucht

Vorfrucht	1. Nachfrucht Winterweizen		2. Nachfrucht Winterroggen	
	Ertrag (dt/ha)	Rohprotein im Korn (%)	Ertrag (dt/ha)	Rohprotein im Korn (%)
Winterroggen	38,7	7,84	48,2	7,01
1-jähriges Klee-gras	62,8	8,12	56,4	7,56
2-jähriges Klee-gras	53,7	9,90	59,7	7,87

Quelle: nach PIORR (1992)

Die Untersuchungen von KUNZMANN (1972) unter konventionellen Bedingungen kommen zu vergleichbaren Ergebnissen. Ein einjähriger Klee-grasanbau erhöhte im Wesentlichen den Ertrag der ersten Nachfrucht. Ein mehrjähriger Anbau hatte neben einer guten Initialwirkung auch einen sehr positiven Einfluss auf die 2. Nachfrucht und die folgenden Früchte.

#### **Einfluss auf den Humusgehalt des Bodens**

Der Anbau von mehrjährigen Feldfutterpflanzen zeigt eine deutlich positive Wirkung auf den Humusgehalt des Bodens. Die Gründe dafür liegen in der Bodenruhe während des Anbaus und in der Zufuhr hoher Mengen an Ernte- und Wurzelrückständen. In Dauerversuchen ohne Düngung konnte ein gleich bleibendes  $C_{org}$ - und  $N_t$ -Niveau im Boden erhalten werden, wenn mindestens 30 % mehrjährige Leguminosen in der Fruchtfolge enthalten sind (siehe Tab. 4). So ist die Wirkung auf den Humusgehalt des Bodens durch mehrjährigen Anbau von Futterpflanzen der einer jährlichen Stallmistdüngung von ca. 100 dt/ha vergleichbar. Bei fehlendem oder unzureichendem Feldfutteranbau kann es langfristig zu Mangelsituationen in der Ernährung der Kulturpflanzen kommen, und die Erträge nehmen ab.

Tabelle 4: Relative jährliche Änderung des C<sub>org</sub>- und N<sub>t</sub>- Gehaltes (%) im Boden bei verschiedenen Fruchtfolgen

Fruchtfolge	C <sub>org</sub>	N <sub>t</sub>
Monokultur Weizen	- 1,44	- 1,56
5-feldrige Fruchtfolge ohne Klee gras	- 0,85	- 1,06
3-feldrige Fruchtfolge ohne Klee gras	- 0,60	- 0,69
5-feldrige Fruchtfolge mit Klee gras	+ 1,36	+ 0,64
3-feldrige Fruchtfolge mit Klee gras	+ 3,25	+ 2,87

Quelle: RÜBENSAM & RAUHE (1964)

Die Wirkung auf den Humusgehalt erfolgt in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer und der Nutzungsform (Futternutzung, Mulchnutzung). Eine Abstufung der Wirkung kann an Hand der kulturartenspezifischen Humifizierungskoeffizienten mit der VDLUFA-Methode zur Humusbilanzierung verdeutlicht werden (Tab. 5).

Tabelle 5: Richtwerte für die anbauspezifische Veränderung der Humusvorräte von Böden in Humusäquivalenten beim Anbau von Feldfutter

	Zufuhr von Humus-C (kg/ha · a)
Bei Futternutzung:	
Je Hauptnutzungsjahr	600 - 800
Im Ansaatjahr:	
als Frühjahrsblanksaat	400 - 500
bei Gründeckfrucht	300 - 400
als Untersaat	200 - 300
als Sommerblanksaat	100 - 150
Bei Mulchnutzung:	
ab Sommer der Brachlegung	700
ab Frühjahr des Brachejahres	400

Quelle: KÖRSCHENS et al. (2004)

Durch den Anbau von Futterpflanzen wird die Versorgung der Böden mit organischer Substanz und mit dauerhaften Humusstoffen deutlich verbessert. Dies hat zur Folge, dass auf leichten Böden die Wasser-

haltefähigkeit zunimmt. Humus ist hier ein bedeutender Sorptionsträger für Nährstoffe, die auf leichten Böden verstärkt einer Verlagerung unterliegen. Auf schweren Böden wird dagegen die Durchlüftung und Wasserführung gefördert, die Bodenlockerung und Krümelbildung ist deutlich verbessert.

### **Wirkung der Ernte- und Wurzelrückstände**

Rotklee, Luzerne und ihre Gemenge mit Gräsern durchwurzeln den Boden intensiv und hinterlassen im Boden stickstoffreiche Ernte- und Wurzelrückstände. Die Wurzelmasse ist besonders bei den mehrjährigen Feldfutterpflanzen wesentlich höher als bei den übrigen landwirtschaftlichen Kulturen und beträgt ca. 30 - 40 % der Gesamtpflanzenmasse (KÖHNLEIN & VETTER, 1953). Beim einjährigen Feldfutteranbau sowie beim Zwischenfruchtanbau wird die gebildete Wurzelmasse hauptsächlich erst nach dem Umbruch wirksam. Mehrjähriger Anbau führt schon während der Vegetation zu einer Humusanreicherung durch die laufend absterbenden Wurzeln und Wurzelausscheidungen. Die nach der Ernte ermittelten Wurzelmengen geben daher nur einen Teil der organischen Substanz wieder.

Die Angaben über die gebildete Wurzelmasse und die gebundene N-Menge in den Ernte- und Wurzelrückständen schwankt in Abhängigkeit von Standort, Anbaudauer und Untersuchungsmethodik. Die Hauptwurzelmasse befindet sich in der Bodentiefe von 0 - 10 cm. Nach Literatúrauswertungen von KLIMANEK (1987) bewegen sich die Ernte- und Wurzelrückstände von Hauptfutterpflanzen in folgender Größenordnung (Tab. 6).

Tabelle 6: Ernte- und Wurzelrückstände (dt TM/ha) einiger Futterpflanzen in 0 – 30 cm Bodentiefe

<b>Pflanzenart bzw. -gemenge</b>	<b>Ernte- und Wurzelrückstände</b>	<b>Anzahl Quellen</b>
Luzerne (1-jährig)	76 (44 – 123)	12
Rotklee (1-jährig)	57 (39 – 72)	12
Luzernegras (1-jährig)	98 – 104	5
Luzernegras (2-jährig)	85 – 104	2
Kleegras (1-jährig)	48 – 56	6
Kleegras (2-jährig)	56 – 94	3

Quelle: KLIMANEK (1987)

Hervorzuheben ist die große Wurzeleistung der Luzerne, allerdings ermittelte JUNG (2003) einen starken Einfluss der Bodenart. Die gebildete Masse an Ernte- und Wurzelrückständen schwankte in seinen Untersuchungen in einem Bereich von 29 – 119 dt TM/ha. Die große Bedeutung der Standortbedingungen belegen auch die Untersuchungen von PIETSCH (2004). Unter den trockenen Bedingungen des pannonischen Klimagebietes in Österreich (durchschnittliche Niederschläge von 545 mm, tiefgründiger Tschernosem aus Löß) schwanken die Werte der Wurzelmassebildung bei Rotklee zwischen 7 dt und 27 dt TM/ha (0 – 60 cm) und bei Luzerne zwischen 12 dt und 50 dt TM/ha.

Die durchschnittlichen N-Gehalte in den Wurzeln bewegen sich bei Luzerne in einem Bereich von 1,5 – 2 % und bei Rotklee von 1,4 – 2,5 %, so dass die in den Wurzeln gebundene N-Menge zwischen 20 - 220 kg N/ha liegen kann (PIORR, 1992; LOPOTZ, 1996; LOGES, 1998). Wurzel-, Spross- und Blattmasse einer Pflanzenart unterscheiden sich in ihren Gehalten an Stickstoff, Zucker, Stärke und Lignin. Aus diesem Grund unterscheiden sich die einzelnen Pflanzenteile in ihrer Mineralisierbarkeit (Tab. 7). Pflanzenteile bzw. Pflanzenarten mit relativ engen C/N-Verhältnissen weisen eine schnellere Mineralisierung auf als bei weiten C/N-Verhältnissen.

Tabelle 7: N-Gehalte und C/N-Verhältnisse der Ernte- und Wurzelreste eines zweijährigen Rotklee-Weidelgras-Gemenges

Material		N (% i. d. TM)	C/N
Klee	Stoppel	3,45	12,0
	Feinwurzel	2,00	19,8
	Pfahlwurzel	1,82	22,9
	Gesamtpflanze	2,45	16,3
Gras		1,76	20,7

Quelle: PIORR (1992)

Leicht abbaubare Substanzen sind Zucker, Stärke, Hemizellulose und Eiweißstoffe. Sie dienen der Ernährung der C-heterotrophen Bakterien und werden in die mikrobielle Substanz eingebaut oder zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O abgebaut. Zellulose und Lignin sind schwer abbaubare Substanzen und dienen der Bildung von stabilen Huminstoffen. Die Anreicherung

zung des Bodens mit Dauerhumusstoffen ist für die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften sehr positiv zu bewerten. Für die Ernährung der Folgefrüchte ist aber die Nachlieferung mineralisierter Nährstoffe aus der organischen Substanz wichtig. Bei einjährigen Pflanzen nimmt die Mineralisierbarkeit im Laufe der Vegetation ab, da die Ligningehalte zunehmen. Bei mehrjährigen Pflanzen treten Schwankungen zu den unterschiedlichen Schnitzeitpunkten und Nutzungsjahren auf. Mit der Zunahme der Nutzungsdauer verzögert sich aber die Mineralisierbarkeit und die Huminstoffbildung wird begünstigt.

In Gefäßversuchen von KLIMANEK (1997) wurden in der Hauptphase der Mineralisierung bis zu 68 % der C-Menge als CO<sub>2</sub> freigesetzt, diese hohe Freisetzung trat nur bei grünen Pflanzenteilen auf. Wurzeln wiesen eine höhere Stabilität auf. Von den verschiedenen Pflanzenarten zeigen Luzernewurzeln eine hohe Mineralisierbarkeit, da ihr Anteil an leicht löslichen Kohlenhydraten hoch ist. Bei der Luzerne traten auch in der Stoppel höhere Ligningehalte auf als in der Wurzel (KLIMANEK & ZWIERZ, 1990) auf. Neben der Zusammensetzung der organischen Substanz ist der Zeitpunkt der Einbringung in den Boden bzw. die Art und Tiefe der Einarbeitung für die Umsetzung bedeutsam. Optimale Bedingungen liegen bei einem Wassergehalt des Bodens von 45 – 60 % und Temperaturen von 8 – 15 °C vor.

Versuche mit <sup>15</sup>N-Technik untersuchten die Aufnahme von Leguminosenstickstoff durch die Nachfrucht. In Südfinnland wurde von der Nachfrucht Gerste 5 – 16 % des aus Rotklee freigesetzten Stickstoff aufgenommen (MÜLLER, 1988). In australischen Versuchen konnte nach der Einarbeitung von markierten Luzernepflanzen 11 – 28 % des Leguminosenstickstoffs in der ersten Nachfrucht und 5 – 11 % in der zweiten Nachfrucht gefunden werden (LADD et al., 1981, 1983).

In Lysimeterversuchen von JUNG et al. (1988) wurde abgeschätzt, dass Winterweizen nach zweijährigem Rotklee 47 kg N/ha bzw. nach zweijähriger Luzerne 65 kg N/ha und somit insgesamt 22 – 44 % des Leguminosenstickstoffs nutzen konnte. Die Stickstoffwirkung des Leguminosenanbaus unterlag starken Schwankungen, die vor allem mit der unterschiedlichen Mineralisierung der organischen Substanz begründet wird.

### **Stickstofffixierung durch Futterleguminosen**

Die Leguminosen sind in der Lage, ihren Stickstoffbedarf weitgehend aus der Luft zu decken. Die in den Wurzelknöllchen angesiedelten

Rhizobien stellen den Leguminosen den gebundenen Luftstickstoff zur Verfügung und erhalten in dieser Symbiose von den Pflanzen Kohlenhydrate. Dadurch sind Leguminosen unabhängig von der N-Versorgung des Standortes.

Jede Leguminosenart geht eine Symbiose mit ihren spezifischen Bakterienarten ein (Tab. 8). Bei einem Anbau müssen diese im Boden vorhanden sein oder es muss eine Impfung des Saatgutes vorgenommen werden, besonders wenn ein erstmaliger Anbau erfolgt oder der letztmalige Anbau lange Zeit zurück liegt. Unter praktischen Verhältnissen sind im Futterbau keine speziellen Impfmaßnahmen erforderlich.

Liegen Zweifel vor, ob der Boden mit den entsprechenden Rhizobien besiedelt ist, kann eine Untersuchung vorgenommen werden. Hierzu wird der Boden des Schlages in Gefäße gefüllt, die zu prüfende Leguminosenart eingesät und angegossen. Bei günstigen Temperaturen laufen die Pflanzen zügig auf und gewöhnlich sind nach 3 – 4 Wochen voll funktionsfähige Knöllchen ausgebildet. Wenn nach dieser Zeit noch keine aktiven, d. h. im Inneren rosa gefärbte Knöllchen vorhanden sind, so ist eine Impfung des Saatgutes erforderlich.

Tabelle 8: Rhizobium-Arten und ihre legumen Wirtspflanzen

Gruppe	Leguminosenarten
1. Erbsengruppe	Erbse, Ackerbohne, Wicke, Linse
2. Kleegruppe	alle Trifolium-Arten
3. Lupinengruppe	Lupine, Serradella
4. Medicago-Gruppe	Luzerne, Steinklee
5. Phaseolus-Gruppe	Phaseolus-Bohnen
6. Sojagruppe	Sojabohne

Quelle: MENGEL (1979)

Sehr viele Faktoren beeinflussen die Stickstofffixierung. Dabei spielen die Standort- und Klimabedingungen eine wichtige Rolle. Auf die Pflanzenentwicklung und damit indirekt auf die Fixierungsleistung haben die Aussaatzeit bzw. das Ansaatverfahren, das Verhältnis der Reinsaatmenge von Leguminose und Gras, die Nutzungsform sowie die Nährstoff- und Wasserversorgung Einfluss.

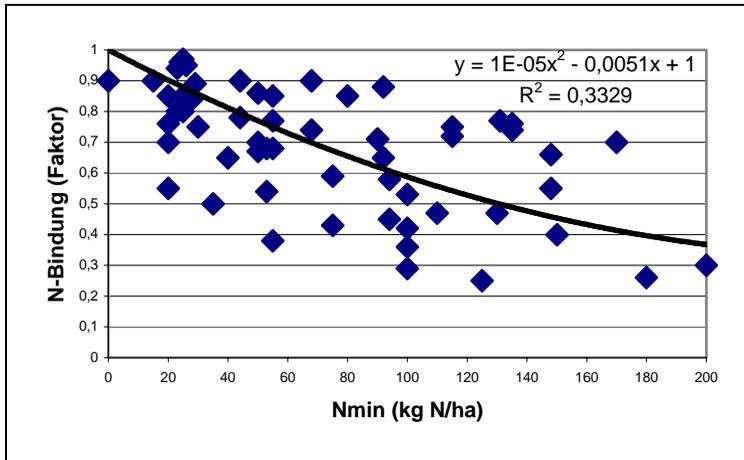
So ist für eine hohe Stickstofffixierung eine gute Versorgung des Bodens mit P und K erforderlich und die Versorgung des Bodens in der Gehaltsklasse B ist anzustreben. Bei Kaliummangel wird der Transport von Assimilaten eingeschränkt und die Knöllchen werden dann nicht mehr ausreichend mit Nährstoffen versorgt. P-Mangel führt zu einem verringerten Knöllchenwachstum. Ein weiterer Faktor, der die Fixierung beeinflusst, ist der pH-Wert des Bodens. Bei pH-Werten unter 5 wird die Knöllchenbildung stark eingeschränkt. Aufgrund der vielen Einflussfaktoren ergeben sich für die Stickstofffixierleistung relativ große Schwankungsbreiten. Aus den Untersuchungen in Deutschland wird deutlich, dass bis zu 400 kg N/ha und Anbaujahr fixiert werden kann, wenn die Blattmasse und die Wurzeln berücksichtigt werden (Tab. 9).

Der Anteil der symbiotischen N-Fixierung an der gesamten N-Aufnahme der Leguminosen ist abhängig vom  $N_{\min}$ -Gehalt im Boden (Abb. 2). So treten nur bei niedrigen  $N_{\min}$ -Werten im Boden bzw. niedriger N-Nachlieferung im Vegetationsverlauf N-Bindungsanteile von z. T. über 90 % auf. Bei höheren N-Vorräten nehmen die Pflanzen zunächst den Stickstoff aus dem Boden auf und die Bindungsrate fällt ab. Durch eine niedrige N-Bindungsleistung bleibt schließlich der Stickstoffgewinn für den Betrieb gering. Aufgrund dieser Zusammenhänge ist eine Stickstoffdüngung der Leguminosenbestände nicht nötig oder sogar schädlich.

Tabelle 9: Erträge und Stickstofffixierungsleistung von Rotklee, Rotklee gras, Luzerne und Luzernegras im oberirdischen Aufwuchs

Art	Sprosstrockenmasseerträge (dt/ha)	N-Akkumulation im Spross (kg N/ha)	N <sub>2</sub> -Fixierung (kg N/ha)	Anteil d. N <sub>2</sub> -Fixierung an der N-Akkumulation (%)
Rotklee, überjähri g (Futter)	70 – 100	200 – 300	150 – 250	53 – 83
Rotklee 2-jähri g (Futter)	100 – 250 (80 Wurzel)	350 – 550 (190 Wurzel)	180 – 420	66 – 86 (1. Jahr) 50 – 83 (2. Jahr)
Rotklee gras, überjähri g (Futter)	80 – 120	150 – 250	130 – 250	50 – 78
Rotklee gras 2-jähri g (Futter)	120 – 280	300 – 550	120 – 420	65 – 92 (1. Jahr) 57 – 96 (2. Jahr)
Rotklee gras überj. (Mulchnutzung)	40 – 90	100 – 150	50 – 75	50
Luzerne, überjähri g (Futter)	30 – 180	50 – 400	20 – 450	
Luzernegras, überjähri g (Futter)	30 – 150	80 – 300	30 – 350	

Quellen: JUNG (2003), LOGES (1998), LOPOTZ (1996), SCHMIDTKE (1997)



Quelle: u. a. SCHMIDTKE & RAUBER (2000)

Abbildung 2: Einfluss der  $N_{\min}$ -Gehalte im Frühjahr auf die  $N_2$ -Bindungsleistung im Feldfutterbau (Rein- und Gemengebestände, konventionelle und ökologische Versuche)

Der hinsichtlich der Stickstofffixierleistung optimale Gräseranteil in Gemengen ist abhängig vom Standort und liegt bei 20 – 30 % der Reinsaatstärke im Ansaatjahr. Neben dem Wissen über die Höhe der Fixierungsleistung ist vor allem die zeitliche Verfügbarkeit für die Nachfrüchte von besonderem Interesse. Durch die Verfüterung der Futterpflanzen entsteht eine Nährstoffquelle in Form der organischen Düngemittel mit stark unterschiedlicher N-Verfügbarkeit (Jauche, Gülle, Stallmist), die zu den folgenden Hauptfrüchten ausgebracht werden können.

Die in einer Gründüngung und in den Ernterückständen gebundenen Nährstoffe verbleiben auf dem Schlag und werden in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen umgesetzt. Damit der Stickstoff aus der Stickstofffixierung und den Ernte- und Wurzelrückständen durch die Nachfrüchte optimal genutzt werden kann, sollten das Anbauverfahren entsprechend der Kulturart sowie der Umbruchtermin aufeinander abgestimmt werden (siehe Kapitel 2.6 Bodenbearbeitung).

### **Wirkung auf Unkräuter und Krankheiten**

Dichte und wüchsige Bestände von mehrjährigen Leguminosen und Leguminosengras-Gemengen unterdrücken sehr wirksam Unkräuter. Die beim Marktfruchtanbau stets vorhandenen Bestandeslücken fehlen beim Futterbau, durch diese stärkere Konkurrenz um Licht und Nährstoffe können sich Unkräuter nicht so stark ausbreiten. Der Aufgang von Samenunkräutern wird nach der Aussaat oft schon durch einen frühen „Schröpfschnitt“ ausreichend geschwächt, spätestens aber bei der ersten Nutzung. Vor allem aber das Auftreten von Wurzelunkräutern, wie der Acker-Kratzdistel, hängt maßgeblich vom Anteil des Feldfutters in der Fruchtfolge ab.

Eine bundesweite Befragung von Öko-Betrieben führte zu dem Ergebnis, dass 93 % der Betriebe Probleme mit Acker-Kratzdisteln haben (VERSCHWELE & BÖHM, 2004). Diese Betriebe weisen einen höheren Fruchtfolgeanteil an Getreide und Sommerungen auf. Betriebe mit einem geringen Distelbesatz zeichnen sich dagegen durch einen hohen Anteil von Klee- oder Luzernegras aus, wobei die Bestände gemulcht oder geschnitten werden. Besonders der mehrjährige Anbau von Feldfutter stellt die effektivste Maßnahme der Bekämpfung von Wurzelunkräutern und besonders der Acker-Kratzdistel dar. Über das Schnittregime und die Wurzelkonkurrenz um Wasser und Nährstoffe wird die Ausbreitung wirksam begrenzt. So ist besonders der Luzernanbau aufgrund der tiefgründigen Durchwurzelung des Bodens und der damit verbundenen Konkurrenz ein effizientes Mittel zur Unterdrückung der Acker-Kratzdistel. Auf Feldern, die einen großen zeitlichen Abstand zum Luzernekleegras aufweisen, nimmt der Distelbesatz wieder deutlich zu (PLAKOLM, 1986). Über den erneuten mehrjährigen Klee- oder Luzernegrasanbau kann eine deutliche Besatzminderung an Wurzelunkräutern von über 70 % erzielt werden.

In Ackerbaubetrieben, in denen eine Ausweitung des Klee- oder Luzernegrasanbaus nicht möglich ist, haben sich intensive Stoppelbearbeitungsmaßnahmen in Kombination mit pflanzenbaulichen Strategien zur Regulierung der Acker-Kratzdistel bewährt. Empfohlen wird ein Anbau von Ackerbohnen, Peluschken oder Perserklee in Kombination mit mehrfachem Mulchen und nachfolgender Stoppelbearbeitung. Dazu wird der Einsatz des Flügelschargrubbers empfohlen (ENGELKE & PALLUTT, 2004).

Durch die Erhöhung des Bodenlebens und der Auflockerung der Fruchtfolge bestehen erhebliche hygienische Wirkungen, die sich in

einer Verbesserung des Pflanzenschutzes verdeutlichen. So können Getreidefußkrankheiten, Nematoden des Getreide-, Rüben- und Kartoffelanbaus sowie die typischen Unkräuter des Getreide- und Hackfruchtanbaus durch den Anbau der Futterpflanzen in der Fruchtfolge deutlich reduziert werden.

### **Erosionsschutz**

In Sachsen sind ca. 60 % der gesamten Ackerfläche durch Wassererosion bedroht. Der Oberflächenabfluss auf den Ackerflächen entsteht vor allem durch die Verschlammung des Bodens. Den Prozess steuern dabei die kinetische Energie des Niederschlags, die Bodenbedeckung und die Stabilität der Bodenoberfläche. Bei einer unbedeckten Bodenoberfläche bildet sich durch Regentropfeneinschlag eine dünne Schicht mit geringer Leitfähigkeit, die das Infiltrationsvermögen entscheidend herabsetzt. Damit trägt die Verschlammung wesentlich zum Abfluss von den Flächen bei.

Untersuchungen in Süddeutschland zeigen, dass sich eine bodenschützende Bewirtschaftung deutlich auf den Oberflächenabfluss und den Boden- und Nährstoffaustrag auswirkt. Besonders verhindert eine Bodenbedeckung mit Pflanzen oder Mulchmaterial eine flächenhafte Erosion. Eine möglichst durchgehende Bedeckung lässt sich durch die Einsaat von überwinterten Zwischenfrüchten und durch Mulchbedeckung erreichen. So konnten gegenüber der Schwarzbrache die Varianten mit Zwischenfrüchten und Mulchauflage den Oberflächenabfluss auf ca. 40 % absenken. Mit einer ganzjährigen Bodenbedeckung, z. B. durch Ackerfutter, lässt sich der Abfluss nochmals um 30 % vermindern (SCHRÖDER & AUERSWALD, 2000). Durch die Bedeckung des Bodens werden die Bodenaggregate geschützt und die Verschlammung geht zurück. Der mehrjährige Anbau von Ackerfutterpflanzen bietet daher den besten Erosionsschutz, da der Boden in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer bewachsen ist und in dieser Zeit auch keine Bodenbearbeitung stattfindet. In Untersuchungen von WEIGAND et al. (1996) konnte in Fruchtfolgen mit Anteilen von ca. 20 % Feldfutter und ca. 15 % Zwischenfrüchten die Erosion um 31 – 36 % reduziert werden.

### **Bodenlockerung und Nährstoffaufschluss**

Die Futterpflanzen durchwurzeln den Boden unterschiedlich intensiv. Untersuchungen von STEFFENS (1983) ergaben, dass sich der größte Teil der gebildeten Wurzelmasse von Rotklee und Deutschem Weidelgras in der obersten Bodenschicht von 0 – 25 cm befand. Beim

Deutschen Weidelgras war die gebildete Wurzeloberfläche mehr als doppelt so groß wie die der Rotkleewurzeln. Futtergräser bilden in der Krume ein dichtes Wurzelnetz, zeigen aber im Vergleich zu den anderen Kulturpflanzen eine schwache Unterbodendurchwurzelung. VETTER & SCHAFFRATH (1964) ermittelten auf einer Parabraunerde einen durchschnittlichen Wurzeltiefgang der Weidelgräser von 84 cm. Weißklee durchwurzelte den Boden bis zu einer Tiefe von 86 cm und Rotklee bildete Wurzeln bis zu einer Tiefe von 110 cm. Die Wurzeln von Luzerne können auch bis in Tiefen von 2 m vordringen (Tab. 10).

Neben der guten Durchwurzelung des Bodens durch die einzelnen Futterpflanzen führt insbesondere der über- und mehrjährige Anbau zu einer Bodenruhe, die z. B. das Vorkommen der Regenwürmer fördert. Die Arbeit der Regenwürmer schafft ein stabiles, tiefreichendes Grobporensystem. Dadurch wird die Wasserinfiltration gefördert und die Pflanzenwurzeln können sich den Unterboden besser aufschließen. Mit der Bodenbelebung tritt auch eine physikalische Bodenverbesserung ein und es bildet sich eine Krümelstruktur heraus. Infolge des unterschiedlichen Wurzeltiefgangs der einzelnen Arten erfolgt die Durchwurzelung beim Gemengeanbau gleichmäßiger und besser und damit wird der Anbau insgesamt auch sicherer.

Tabelle 10: Wurzeltiefgang einiger Futterleguminosen

150 – 200 cm	80 – 150 cm	bis 80 cm
Luzerne	Rotklee	Weißklee
Steinklee	Schwedenklee	Gelbklee
Esparssette	Alexandrinerklee	Inkarnatklee
Hornklee	Perserklee	
	Serradella	

Quelle: SCHEFFER (1941) zit. in ROEMER et al. (1952)

### **Futternutzung**

Feldfutterbau liefert den meisten viehhaltenden Betrieben einen entscheidenden Anteil ihrer Futtergrundlage. So schreibt die EU-Verordnung vor, dass mindestens 60 % der Trockenmasse der Milchviehtagesration aus Raufutter bestehen muss (siehe auch Kap. 2.2, Gesetzliche Grundlagen).

### ***Frischfutter***

Zu den Raufuttermitteln gehört das Frischfutter. Die Bestände werden abgeweidet oder abgemäht und unmittelbar oder nach kurzer technologisch bedingter Zwischenlagerung verfüttert. Der futterwirtschaftliche Wert zeichnet sich aus durch:

- höhere Energiedichte im Vergleich zu allen Grobfutterkonservaten
- hohe Verdaulichkeit der organischen Substanz
- hoher diätetischer Wert

Jedoch treten im Verlauf der Ernteperiode z. T. deutlich schwankende Energie-, Nährstoff- und Trockenmassegehalte auf, die eine leistungsgerechte Einhaltung der Tagesfütterration erschweren.

Betriebswirtschaftlich bedeutsam sind:

- niedrige Kosten je Energie- und Nährstoffeinheit aufgrund geringer Ernte- und Transportverluste sowie nicht benötigter Lagerkapazitäten
- Anteil an der Jahresration bei Wiederkäuern von 40 – 45 % des Energie- und Nährstoffbedarfes
- der im Vergleich zu Konservaten niedrigere Futterflächenaufwand

Nachteilig können sich witterungsbedingte Erschwernisse bei der Frischfütterernte und die geringe Transportwürdigkeit des Erntegutes auswirken.

Zur Frischverfütterung sind für Wiederkäuer Rotklee, Luzerne, Grünmais und Futterrübe geeignet und für Schweine können Rotklee, Luzerne und Perserklee genutzt werden.

### ***Silage, Heu und Trockengrün***

Konservate werden in der Übergangsfütterung und in der Winterfütterung eingesetzt. Die Qualität der Futtermittel ist von großer Bedeutung und zeigt sich unmittelbar in der tierischen Leistung. Untersuchungen von NAUMANN (2002) in sächsischen Betrieben kamen zu folgenden Ergebnissen:

- der Trockenmassegehalt der Silagen von 15 untersuchten Betrieben war stark schwankend
- unter ungünstigen Witterungsbedingungen (Niederschläge) sind leguminosenreiche Ackerfutteraufwüchse schwer silierbar
- nur 50 % der untersuchten Silagen weisen Rohfasergehalte < 280 g/kg TM auf
- dem Management der Silagebereitung muss verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt werden
- beim Heu sind die Rohfasergehalte ebenfalls sehr hoch

- positiv zu bewerten ist das Qualitätsniveau beim Trockengrüngut.

Um auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen eine Silierung zu gewährleisten, können auf Antrag Siliermittel wie Ameisen- und Propionsäure eingesetzt werden (siehe Kap. 2.8, Ernte, Konservierung und Futterwert).

### **Grünbrache und Mulchnutzung**

Die Reform der Agrarpolitik führte zu einer Befreiung der Ökobetriebe von der Stilllegungspflicht. Die Betriebe erhalten Zahlungsansprüche für die Stilllegungsfläche, die der Betrieb zugewiesen bekommen hat. Diese Fläche muss aber nicht stillgelegt werden. In viehrefreien Betrieben können die Pflanzenbestände zur Fütterung genutzt oder die Bestände können einer alternativen Nutzung zugeführt werden.

Viehlose bzw. vieharme Betriebe können mit dem Anbau von Klee gras diese Fläche für eine Stickstoffzufuhr nutzen. Die Ansaat kann als Blanksaat oder als Untersaat erfolgen. Weiterhin dienen diese stillgelegten Flächen zur Unkrautregulierung und zum Ausgleich in der Humusbilanz.

Neben den mehrjährigen Pflanzen wie Rotklee, Weißklee und Luzerne können auch winterharte einjährige Arten wie Inkarnatklee und Winterwicke sowie nicht winterharte Arten wie Perser- und Alexandrinerklee oder Körnerleguminosen angebaut werden. Der Vorteil des überjährigen oder zweijährigen Anbaus von Futterleguminosengemengen ist aber eine höhere Spross- und Wurzelmassebildung, eine höhere N-Fixierungsleistung und Humusproduktion gegenüber dem einjährigen Anbau.

Zwischen der Wirkung des Mulchens und der einer Futtermutzung bestehen deutliche Unterschiede, da der Aufwuchs dann in der Regel nicht abgefahren wird und die gesamte Pflanzenmasse auf der Fläche verbleibt. Vergleichsuntersuchungen von LOGES (1998) zeigen Unterschiede in den zugeführten Mengen an organischer Substanz und an Stickstoff auf (Tab. 11). Aus den Werten wird deutlich, dass es zwar zu einer stärkeren Anreicherung von Biomassestickstoff auf den gemulchten Flächen kommt, die gesamte N-Menge der organischen Substanz ist aber deutlich geringer als bei den Verfahren mit Abfuhr des Aufwuchses.

Tabelle 11: Einfluss der Nutzungsform auf die gebundene N-Menge

Nutzungsform	N-Menge in den Ernte- und Wurzelrückständen			N-Menge in Grünmasse (kg/ha)	Gesamte N-Menge (kg/ha)
	Gesamternte-Rückstände (kg/ha)	Stoppeln (kg/ha)	Wurzeln (kg/ha)		
Einjährige Gründüngung	154,2	22,2	51,7	144,2 (dem Boden zugeführt)	218,1
1. Hauptnutzungsjahr Futterbau	90,0	30,7	59,3	214,8 (abgeführt)	304,8
2. Hauptnutzungsjahr Futterbau	100,9	34,4	66,5	346,7 (abgeführt)	447,6

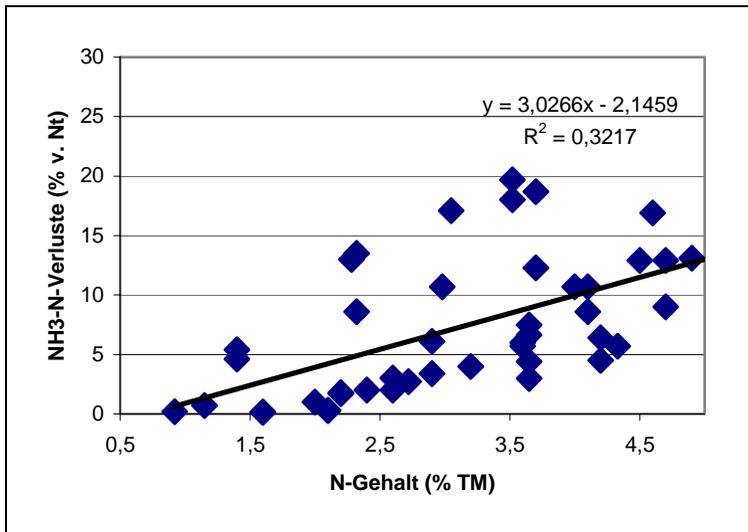
Quelle: LOGES (1998)

Bei der Nutzung von Leguminosenbeständen zur Gründüngung können bei der Mulchnutzung im Vergleich zur Aberntung N-Verluste von bis zu 30 % entstehen. Diese N-Verluste werden verursacht durch eine reduzierte N-Bindung der Leguminosen, da der mineralisierte N durch den vorherigen Aufwuchs zu einem Anstieg der  $N_{\min}$ -Gehalte des Bodens führt und dann vom Wiederaustrieb der Leguminosen vornehmlich genutzt wird.

Durch die Mulchauflage kann darüber hinaus auch der Wiederaufwuchs durch Beschattung gehemmt werden, was zu einer verringerten Ertragsleistung führen kann. Auf der anderen Seite führt die Mulchauflage zu einer verbesserten Wassernutzungseffizienz, was unter trockenen Bedingungen dann den Wiederaustrieb begünstigen kann (PIETSCH et al., 2004).

Eine weitere Verlustquelle an Stickstoff besteht in Ammoniakverlusten durch die sich zersetzende Mulchschicht (Abb. 3). Hierbei besteht eine deutliche Beziehung zwischen der N-Verlustrate und den N-Gehalten des Aufwuchses. Bei N-Gehalten zwischen 1 – 2 % i.d. TM werden

kaum Verluste registriert, während bei N-Gehalten von 4 % Verluste in einer Größenordnung von durchschnittlich 10 % der aufgenommenen N-Menge (bei hoher Variationsbreite entsprechend den klimatischen Bedingungen) entstehen. Besonders junge Leguminosenaufwüchse haben daher auf Grund ihres höheren N-Gehaltes und bei Auftreten von feucht-warmer Witterung deutlich höhere Verluste als Mulchmaterialien aus Gras oder Kräutern und bei trocken-kühlen Wetterbedingungen.



Quelle: Nach Untersuchungen von MANNHEIM et al. (1997), LARSSON et al. (1998), WEBER et al. (2000) u.a. Autoren

Abbildung 3: Ammoniakverluste (% der aufgenommenen N-Menge) von Mulch in Abhängigkeit von den N-Gehalten des Materials

Untersuchungen von DREYMAN et al. (2003) zeigen, dass sich die Vorfruchtwirkung zwischen den Beständen nicht unterscheidet, bei denen die ersten beiden Aufwüchse abgefahren werden bzw. bei denen alle 4 Aufwüchse gemulcht auf der Fläche verbleiben. Diese Untersuchungen unterstützen daher alternative Möglichkeiten der Verwertung der Aufwüchse (siehe Kap. 2.8 Ernte, Konservierung, Futterwert und Nutzungsalternativen).

## 2.2 Rechtliche Grundlagen

Die gesetzlichen Vorgaben für den ökologischen Landbau sind in der EU-Verordnung 2092/91 und den Nachfolgeverordnungen enthalten. Für den Feldfutteranbau und die Konservierung sowie die Verwendung des Futters in der Tierhaltung muss grundsätzlich auf folgende Punkte hingewiesen werden:

- Die Verwendung von ökologisch erzeugtem Saatgut und vegetativem Vermehrungsmaterial ist vorgeschrieben. Diese Anforderung ist insbesondere im Feldfutterbau angesichts der zahlreichen Pflanzenarten und Sorten (noch) nicht durchweg erfüllbar. Das Saatgutangebot kann den Bedarf nicht immer decken, deswegen bestehen Ausnahmen für den Einsatz konventionellen Saatgutes (siehe Kap. 2.9 Sortenempfehlungen).
- Gentechnisch veränderte Organismen und / oder deren Derivate sind verboten. Im Blickpunkt stehen hierbei Produkte aus Mais, Soja und Raps sowie gentechnisch veränderte Pflanzenarten, die zum Beispiel über Durchwuchs, verunreinigtes Saatgut oder Pollenübertragungen auf den Öko-Betrieb gelangen können. Auch bei Zusatzstoffen beim Siliergut muss die Einhaltung abgesichert werden. Allerdings gibt es hier noch keine spezifischen Eintrittswege, z. B. über Mikroorganismen.
- In der Fütterung muss der Raufutteranteil in der Tagesration der Rinder mindestens 60 % der Trockenmasse betragen. Bei hochlaktierenden Milchkühen darf der Raufutteranteil für maximal 3 Monate 50 % der Trockenmasse betragen (mit Genehmigung der Kontrollstelle).
- Für das Milchvieh dürfen ab dem 24.08.2007 keine konventionellen Futtermittel mehr eingesetzt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt dürfen 10 % der Futtertrockenmasse als konventionelle Futtermittel wie Biertreber, Trester, Lein- und Rapspresskuchen sowie Maiskleber verfüttert werden. Diese Regelung gilt als Übergangsregelung.
- Der Einsatz folgender Siliermittel ist für ökologische Betriebe erlaubt:
  - Milchsäurebakterien (homofermentativ, heterofermentativ, homo- + heterofermentativ)
  - Ameisensäure (auf Antrag bei der Kontrollstelle)

- Propionsäure (auf Antrag bei der Kontrollstelle)
- Enzyme (ohne GVO-Veränderung)
- Melasse (auch konventionell erzeugte).

Der fortgeschriebene, aktuelle Stand der EU-Verordnung 2092/91 kann über die Internetadresse des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz [www.bmelv.de](http://www.bmelv.de) oder direkt im Portal [www.oekoregelungen.de](http://www.oekoregelungen.de) nachgelesen werden. Darüber hinaus sind für die Mitglieder von Öko-Anbauverbänden deren Richtlinien zu beachten.

### 2.3 Standortansprüche und Artenwahl

Die Wahl der anzubauenden Futterpflanze wird vor allem durch die jeweiligen Standortbedingungen beeinflusst. Neben der Niederschlagsverteilung spielen Bodenart und –typ eine entscheidende Rolle im Feldfutterbau (siehe Abb. 4 - 6).

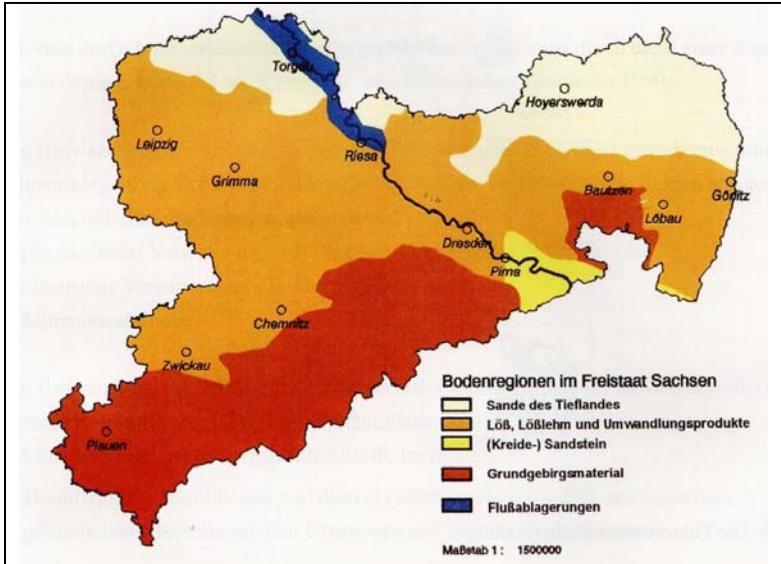


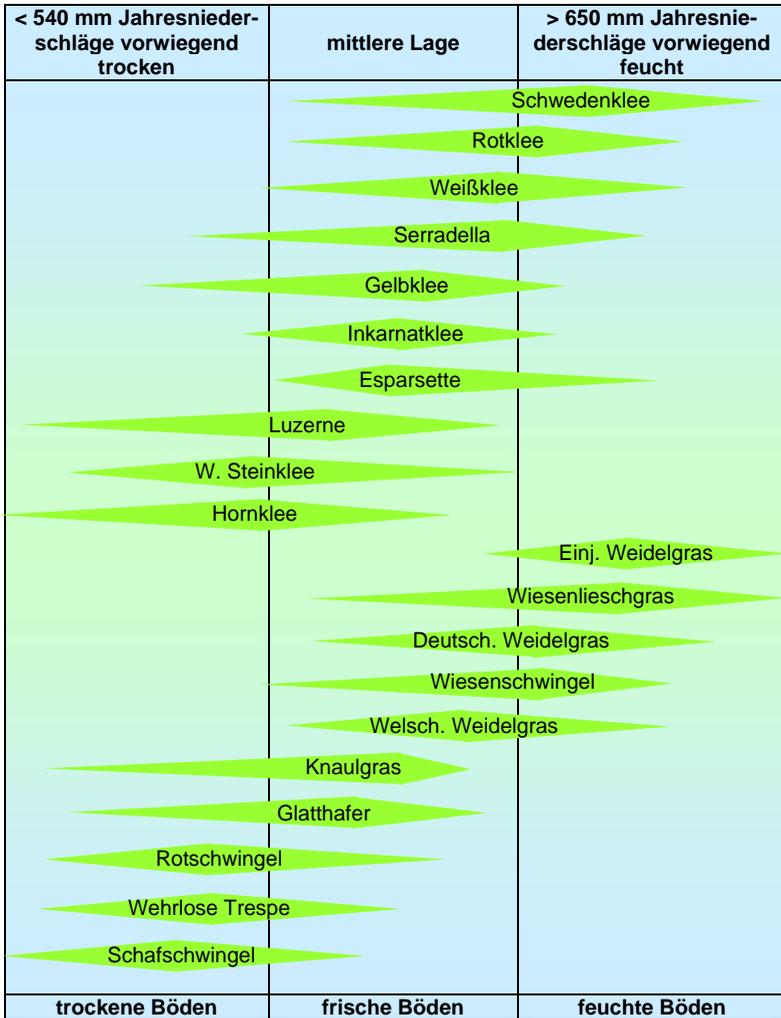
Abbildung 4: Bodenregionen im Freistaat Sachsen

Auf den ganz leichten Böden der D-Standorte sollten trockenheitsverträgliche Futterpflanzen angebaut werden. Dazu gehören die Serradella, der Weiße Steinklee, der Hornklee und auf den lehmigen Sanden die Luzerne. Die Löß-Standorte bieten reichlich durchwurzelbaren Raum und ein gutes Nährstoffspeichervermögen, gepaart mit mildem Klima. Bei ausreichender Kalkversorgung sind hier sehr gute Voraussetzungen für den Luzerneanbau gegeben. In den Vorgebirgs- und Höhenlagen sind Futterpflanzen auszuwählen, die ein feuchtkühles Klima und eine geringere Durchwurzelungstiefe vertragen. Rotklee und Rotklee gras werden hier bevorzugt angebaut.

Sand	Schwach lehm. Sand	Lehmiger Sand	Sandiger Lehm	Lehm	Ton
				Schwedenklee	
				Esparsette	
				Gelbklee	
				Rotklee	
				Weißklee	
				Luzerne	
				Inkarnatklee	
				Hornklee	
				W. Steinklee	
				Serradella	
				Wiesenlieschgras	
				Einjähr. Weidelgras	
				Wiesenschwingel	
				Deutsch. Weidelgras	
				Welsch. Weidelgras	
				Glatthafer	
				Knautgras	
				Wehrf. Trespe	
				Rotschwingel	
				Schafschwingel	
Sand	Schwach lehm. Sand	Lehmiger Sand	Sandiger Lehm	Lehm	Ton

Quelle: SIMON (1956)

Abbildung 5: Bodenansprüche der Futterpflanzen



Quelle: SIMON (1956)

Abbildung 6: Klimaansprüche der Futterpflanzen

Neben der Anbaueignung spielt der Verwendungszweck der Futterpflanzen eine wichtige Rolle für die Artenwahl. Die Nutzung kann als Futter und zur Gründüngung erfolgen. Futterpflanzengemenge mit groß- u. kleinkörnigen Leguminosen als Mischungspartner finden als Grünfutter und als Ganzpflanzensilage Verwendung. Auch der Silomaisanbau kann für die Fütterung von Kühen mit hoher Milchleistung von Interesse sein.

Bei der Futternutzung spielt das Konservierungsverfahren eine wichtige Rolle. Reine Leguminosenbestände lassen sich durch ihren geringen Zucker- und hohen Eiweißgehalt schwerer silieren als Grasgemenge. Für die Gewinnung von Trockengrün sind sie dagegen hervorragend geeignet. Gräserbetonte Bestände sind in der Regel sehr gut silierbar, haben aber höhere Ansprüche an die Stickstoffversorgung. Einen Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der wichtigsten Futterpflanzen gibt Tabelle 12.

Tabelle 12: Überblick Anbaueignung und Nutzungsmöglichkeiten der Kulturarten des Futterbaus

Gruppe	Art	botanischer Name	bevorzugte Standorte	Reinsaatstärke (kg/ha)	Tausendkornmasse (TKM) (g)	Nutzungsdauer <sup>1)</sup>	Nutzungsart <sup>2)</sup>	Eignung zur Untersaat <sup>3)</sup>
Leguminosen	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	feucht, kühl	15 – 20	1,7 – 2,2	A	Fu, GD	+
	Luzerne	<i>Medicago ssp.</i>	tiefgründig, kalkreich, trocken	18 – 35	1,8 – 2,7	A	Fu, GD	+
	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	alle, feucht	10	0,5 – 0,8	A	Fu, GD	++
	Gelbklee	<i>Medicago lupulina</i>	alle	15 – 20	1,2 – 2,3	A	Fu, GD	++
	Schwedenklee	<i>Trifolium hybridum</i>	alle, feucht, kühl	8 – 15	0,6 – 0,9	A	Fu, GD, Bi	+
	Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>	kalkhaltig, trocken	10 – 20	1 – 1,3	A	Fu, GD, Bi	+
	Gelber Steinklee	<i>Melilotus officinalis</i>	alle	15 – 30	1,8 – 2,3	A	(Fu), GD, Bi	+
	Erdklee	<i>Trifolium subterraneum</i>	alle, warm	20 – 30	5 – 10	So	Fu, GD	++
	Esparssette	<i>Onobrychis vicifolia</i>	kalkhaltig, trocken	120 – 180	20 – 25	A	Fu, GD, Bi	+
	Perserklee	<i>Trifolium respinatum</i>	leicht-mittel, warm, feucht	16 – 30	0,8 – 1,5	So	Fu, GD, Bi	-
	Alexandrinerklee	<i>Trifolium alexandrinum</i>	leicht-mittel, warm, feucht	25 – 40	2,6 – 3,2	So	Fu, GD, Bi	--
	Serradella	<i>Ornithopus sativus</i>	leicht, feucht	25 – 50	4 – 7	Wi	Fu, GD	+
	Inkarnatklee	<i>Trifolium incarnatum</i>	mittel, kalkhaltig	25 – 40	3 – 4	Wi	Fu, GD	--
Winterwicke	<i>Vicia villosa</i>	leicht-mittel, feucht	80 – 140	30 – 60	Wi	Fu, GD	+	

Tabelle 12: (Fortsetzung)

Gruppe	Art	botanischer Name	bevorzugte Standorte	Reinsaatstärke (kg/ha)	Tausend-kornmasse (TKM) (g)	Nut-zungs-dauer <sup>1)</sup>	Nut-zungs-art <sup>2)</sup>	Eignung zur Un-ter-saat <sup>3)</sup>
Leguminosen	Pannonische Wicke	<i>Vicia pannonica</i>	alle, trocken, kalkhaltig	80 – 100	30 – 60	Wi	Fu, GD	+
	Sommerwicke	<i>Vicia sativa</i>	mittel-besser, kalkhaltig, feucht, kühl	70 – 125	30 – 90	So	Fu, GD	+
	Linse	<i>Lens culinaris</i>	kalkhaltig, trocken	60 – 110	20 – 80	So	Fu, GD	+
	Saat-Platterbse	<i>Lathyrus sativus</i>	mittel-besser, kalkhaltig, feucht, warm	100	60 – 120	So	Fu, GD	+/-
	Futtererbse	<i>Pisum sativum</i>	leicht-mittel, feucht, warm	120 – 180	80 – 200	So	Fu, GD	+/-
	Ackerbohne	<i>Vicia faba</i>	mittel, kalkhaltig	180 – 240	200 – 650	So	Fu, GD	+/-
	Blaue Lupine	<i>Lupinus angustifolius</i>	leicht-mittel, warm	100 – 180	100 – 200	So	Fu, GD	-
	Weiße Lupine	<i>Lupinus albus</i>	leicht-mittel	120 – 230	20 – 800	So	Fu, GD	-
Gelbe Lupine	<i>Lupinus luteus</i>	leicht, sauer	100 – 190	50 – 180	So	Fu, GD	+/-	
Gräser	Deutsches Weidelgras	<i>Lolium perenne</i>	gut, feucht	25 – 40	2	A	Fu	+
	Welsches Weidelgras	<i>Lolium multiflorum</i>	fast alle, feucht	40	2,3 – 3,8	Wi	Fu	+
	Bastardweidelgras	<i>Lolium hybridum</i>	fast alle, feucht	35 – 40	2	Wi	Fu	+
	Wiesenschwingel	<i>Festuca pratensis</i>	mittel-gut, feucht	35	1,8 – 2,0	A	Fu	+
	Wiesenlieschgras	<i>Phleum pratense</i>	mittel-gut, feucht	15 – 18	0,5	A	Fu	++

Tabelle 12: (Fortsetzung)

Gruppe	Art	botanischer Name	bevorzugte Standorte	Reinsaatstärke (kg/ha)	Tausendkornmasse (TKM) (g)	Nutzungsdauer <sup>1)</sup>	Nutzungsart <sup>2)</sup>	Eignung zur Untersaat <sup>3)</sup>
Gräser	Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i>	mittel-gut, warm, trocken	25 – 40	2,8 – 3,5	A	Fu	+/-
	Knautgras	<i>Dactylus glomerata</i>	alle, trocken	20	1,0 – 1,3	A	Fu	++
	Einjähriges Weidelgras	<i>Lolium multiflorum</i> <i>ssp. Westerwoldicum</i>	gut, feucht	40	2,0 – 3,0	So	Fu, GD	+

<sup>1)</sup> So= nicht winterhart; Wi = winterhart; A = ausdauernd

<sup>2)</sup> Fu = Futter; GD = Gründüngung; Bi = Bienenweide

<sup>3)</sup> ++ = sehr gut; + = gut; - = schlecht; -- = sehr schlecht

Quelle: nach HOF (2004)

## 2.4 Symbiotische Stickstoffbindung, Düngung und Berechnung

### Stickstofffixierung und -bilanzierung

Für die Durchführung von Berechnungen sind folgende Aufzeichnungen in Schlagkarteien notwendig:

- angebaute Arten, Artengemenge
- Leguminosenanteil des Aufwuchses
- Erträge der Aufwüchse
- Behandlung der Aufwüchse: Beweidung, Abfuhr, Mulchnutzung, Gründüngung, Konservierungsart (Frischfutter, Silage, Heuwerbung)
- klimatische und krankheitsbedingte Besonderheiten, z.B. starke Trockenheit, sowie Anteil an Konservierungsverlusten.

Die Berechnung der Stickstofffixierungsleistung sowie des Stickstoffentzuges mit dem Erntegut sind wichtige Größen für die Erstellung von Stickstoffbilanzen. Für den Öko-Landbau ist eine ausführliche Bilanzierung (incl. N-Deposition über Niederschläge, genaue Einschätzung der N-Bindung durch Leguminosen) vorzunehmen, um aussagefähige Resultate zu erhalten. Die Flächen- oder Schlagbilanzierung von Stickstoff sollte daher nach folgendem Muster veranschlagt werden (Tab. 13, Tab. 14). Orientierungswerte der N-Bindung können „von Hand“ oder mit Hilfe eines PC-Programmes berechnet werden. Das PC-Programm kann über das Internet heruntergeladen werden: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfi/befu>.

Es ist unbedingt anzuraten, die N-Bilanzierung über eine vollständige Fruchtfolge-Rotation vorzunehmen, weil nur so ein Ausgleich zwischen den stark N-mehrenden Fruchtfolgegliedern, wie z. B. den Leguminosen, und den zehrenden Gliedern erwirkt wird. Nach den bisherigen Erfahrungen sollten die erhaltenen N-Salden der Fruchtfolge ein schwach positives Ergebnis aufweisen (+5 kg bis +50 kg N/ha u. Jahr). Damit werden auch unvermeidbare Verluste ausgeglichen. Werden stark negative Werte ermittelt, so besteht die Gefahr der N-Aushagerung. Ein mittelfristiger Ertragsabfall der angebauten Kulturarten kann die Folge sein. In diesen Fällen sollte dem Anbau von Leguminosen in der Fruchtfolge größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Gegebenenfalls ist der Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge sowie die N-Zufuhr über organische Düngemittel zu erhöhen, wenn auf Dauer das Ertragsniveau gehalten bzw. erhöht werden soll. Bei deutlich positiven N-Salden besteht die Gefahr erhöhter N-Verluste

(Auswaschung, gasförmige Verluste) und einer niedrigen N-Verwertung. In solchen Fällen ist entweder die N-Zufuhr über Leguminosen und Düngung zu hoch oder der Anbau der N-zehrenden Früchte bzw. deren Auswahl und Abfolge in der Fruchtfolge nicht optimal gewählt.

<b>Berechnung der Schlagbilanz für jedes Jahr der Fruchtfolge</b>			
	<b>Art und Menge</b>	<b>Nährstoffgehalte (Tabellewerte)<sup>1)</sup></b>	<b>Nährstoffmenge</b>
<b>Stickstoff-Zufuhr</b>		—	
+ Wirtschaftsdünger + Zukaufdünger	.....	X .....	= .....
+ Symbiotische N-Bindung (Haupt- u. Zwischenfrüchte)	.....	X ..... besondere Berechnungswege <sup>2)</sup>	= .....
+ Asymbiotische N-Bindung	Pauschal		= 10 kg N/ha u. Jahr
+ Saat- u. Pflanzgut (Haupt- u. Zwischenfrüchte)	.....	X .....	= .....
+ Deposition (Niederschläge u.a.)	Pauschal		= 30 kg N/ha u. Jahr (für Sachsen)
<b>Stickstoff-Entzug</b>			
- Hauptfrüchte (Abfuhr von Haupt- u. Nebenprodukten)	.....	X .....	= .....
- Zwischenfrüchte (Abfuhr)	.....	X .....	= .....
<b>Nährstoff-Saldo    Nährstoff-Zufuhr – Nährstoff-Abfuhr = ± Saldo</b> (1 – n Jahre, Fruchtfolge)			

<sup>1)</sup> Nährstoffgehalte, siehe Tabelle 13

<sup>2)</sup> Berechnungen erfolgen mit Hilfe eines PC-Programmes (Langfassung) oder als Kurzfassung entsprechend Tabelle 14

Abbildung 7: Schema zur Berechnung der Fruchtfolge-Schlagbilanz für Stickstoff

Tabelle 13: Nährstoffgehalte der Fruchtarten im Hauptprodukt (HP) und Nebenprodukt (NP) im ökologischen Futterbau (Angaben in kg Reinnährstoffmenge/dt Frischmasse (FM) zur Ernte)

FRUCHTART	TM (%)		HP:NP	N (kg/dt FM)		P(kg/dt FM)		K (kg/dt FM)		Mg (kg/dt FM)	
	HP	NP	(HP=1)	HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Körnermais	86	86	0,8	1,28	0,78	0,33	0,09	0,40	1,65	0,20	0,14
Corn-Cob-Mix (CCM)	60	60	0,8	0,83	0,56	0,20	0,06	0,32	1,16	0,14	0,11
Silomais	30	-	-	0,34	-	0,07	-	0,40	-	0,05	-
Silomais (Zweitfrucht)	25	-	-	0,28	-	0,06	-	0,37	-	0,05	-
Grünmais	17	-	-	0,25	-	0,05	-	0,35	-	0,04	-
Getreide Ganzpflanze	20	-	-	0,36	-	0,07	-	0,52	-	0,04	-
Getreide GPS	30	-	-	0,39	-	0,07	-	0,52	-	0,04	-
Feldgras	20	-	-	0,38	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Kleegras 30:70	20	-	-	0,43	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Kleegras 50:50	20	-	-	0,47	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Kleegras 70:30	20	-	-	0,50	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Luzernegras 30:70	20	-	-	0,45	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Luzernegras 50:50	20	-	-	0,50	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Luzernegras 70:30	20	-	-	0,55	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Leguminosen-(feink.)/ Nichtleguminosen-Gemenge	20	-	-	0,49	-	0,07	-	0,53	-	0,05	-
Klee-, Luzernegemenge	18	-	-	0,57	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Luzerne	18	-	-	0,62	-	0,06	-	0,50	-	0,05	-
Rotklee (u. weitere Kleearten)	18	-	-	0,55	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Landsberger Gemenge	17	-	-	0,40	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-

Tabelle 13: (Fortsetzung)

FRUCHTART	TM (%)		HP:NP	N (kg/dt FM)		P(kg/dt FM)		K (kg/dt FM)		Mg (kg/dt FM)	
	HP	NP	(HP=1)	HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Leguminosen-(grobk.)/ Nichtleguminosen-Gemenge	20	-	-	0,44	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/ Getreide-Gemenge GPS 30:70	30	-	-	0,46	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/ Getreide-Gemenge GPS 50:50	28	-	-	0,52	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/ Getreide-Gemenge GPS 70:30	25	-	-	0,59	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosengemenge (grobk.) GPS	25	-	-	0,65	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosengemenge (grobk.)	18	-	-	0,52	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Leguminosengemenge (grob- u. feink.)	18	-	-	0,54	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Nichtleguminosengemenge (Kreuzblütler)	15	-	-	0,35	-	0,06	-	0,50	-	0,05	-
Futtermisp; Rübsen	13	-	-	0,35	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Senf	15	-	-	0,34	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Sonnenblume	13	-	-	0,27	-	0,05	-	0,52	-	0,06	-
Zuckerrüben	23	16	0,7	0,16	0,30	0,04	0,05	0,21	0,59	0,05	0,06
Gehaltsrüben	15	12	0,4	0,16	0,26	0,03	0,04	0,41	0,52	0,03	0,05
Massenrüben	12	12	0,4	0,14	0,25	0,03	0,02	0,37	0,32	0,03	0,08
Getreidestroh	-	86	1,1	-	0,44	-	0,13	-	1,41	-	0,12

Quelle: KOLBE &amp; KÖHLER (2006)

GPS = Ganzpflanzensilage; grobk. = grobkörnig; feink. = feinkörnig

Tabelle 14: N-Bindungsmenge und N-Saldo im Futterleguminosenanbau je nach Nutzung  
(Berechnungsbeispiel bei mittlerer Ertragshöhe)

Nutzungsvarianten	Fruchtarten	FM-Ertrag (dt/ha)	N-Gehalt (kg N/dt FM)	N-Entzug (kg/ha)	N-Bindungsberechnung		N-Saldberechnung		
					Gleichung	N-Bind. (kg N/ha)	Gleichung	N-Saldo (kg N/ha)	
SCHNITT	Gemenge	Kleegras 30:70	400	0,43	172	1,19 * N-Entzug - 50	155	0,39 * N-Entzug - 110	-43
		Kleegras 50:50	400	0,47	188	1,19 * N-Entzug - 50	174	0,39 * N-Entzug - 110	-37
		Kleegras 70:30	400	0,50	200	1,19 * N-Entzug - 50	188	0,39 * N-Entzug - 110	-32
		Luzernegras 30:70	400	0,45	180	1,35 * N-Entzug - 110	133	0,55 * N-Entzug - 150	-51
		Luzernegras 50:50	400	0,50	200	1,35 * N-Entzug - 110	160	0,55 * N-Entzug - 150	-40
		Luzernegras 70:30	400	0,55	220	1,35 * N-Entzug - 110	187	0,55 * N-Entzug - 150	-29
		Weißklee-gras 50:50	400	0,47	188	1,4 * N-Entzug - 10	253	0,6 * N-Entzug - 60	53
		Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	1,24 * N-Entzug - 60	223	0,44 * N-Entzug - 130	-30
	Reinsaat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	1,24 * N-Entzug - 60	213	0,44 * N-Entzug - 130	-33
		Weißklee	400	0,55	220	1,45 * N-Entzug - 10	309	0,65 * N-Entzug - 60	83
		Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	1,4 * N-Entzug - 120	227	0,65 * N-Entzug - 130	31
	Ganzpflanzen-Silage	Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 30:70	220	0,46	101	0,4 * N-Entzug + 65	105	N-Bindung – N-Entzug	4
		Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 50:50	220	0,52	114	0,4 * N-Entzug + 65	111	N-Bindung – N-Entzug	-3
Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 70:30		220	0,59	130	0,4 * N-Entzug + 65	117	N-Bindung – N-Entzug	-13	
Legum.-Gemenge (grobkörnig)		220	0,65	143	0,4 * N-Entzug + 65	122	N-Bindung – N-Entzug	-21	

Tabelle 14: (Fortsetzung)

Nutzungsvarianten	Fruchtarten	FM-Ertrag (dt/ha)	N-Gehalt (kg N/dt FM)	N-Entzug (kg/ha)	N-Bindungsberechnung		N-Saldberechnung		
					Gleichung	N-Bind. (kg N/ha)	Gleichung	N-Saldo (kg N/ha)	
MULCHEN	Gemenge	Kleegras 30:70	400	0,43	172	$(1,19 * \text{N-Entzug} - 50) * 0,95$	147		
		Kleegras 50:50	400	0,47	188	$(1,19 * \text{N-Entzug} - 50) * 0,95$	165		
		Kleegras 70:30	400	0,50	200	$(1,19 * \text{N-Entzug} - 50) * 0,95$	179		
		Luzernegras 30:70	400	0,45	180	$(1,35 * \text{N-Entzug} - 110) * 0,95$	126		
		Luzernegras 50:50	400	0,50	200	$(1,35 * \text{N-Entzug} - 110) * 0,95$	152		
		Luzernegras 70:30	400	0,55	220	$(1,35 * \text{N-Entzug} - 110) * 0,95$	178		
		Weißklee-gras 50:50	400	0,47	188	$(1,4 * \text{N-Entzug} - 10) * 0,95$	241		
		Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	$(1,24 * \text{N-Entzug} - 60) * 0,95$	212		
	Reinsaat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$(1,24 * \text{N-Entzug} - 60) * 0,95$	202		
		Weißklee	400	0,55	220	$(1,45 * \text{N-Entzug} - 10) * 0,95$	294		
		Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	$(1,4 * \text{N-Entzug} - 120) * 0,95$	216		

Quelle: KOLBE &amp; KÖHLER (2006)

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag \* N-Gehalt

## **Düngung mit organischen Düngemitteln**

### **Düngung leguminosenbetonter Bestände**

Bestände mit mehr als 40 % Leguminosenanteilen im Ertrag können ihre N-Versorgung über die N-Bindung der Knöllchenbakterien sicherstellen. Über Wurzelausscheidungen und absterbende Wurzeln wird Stickstoff über den Boden den nichtlegumen Gemengepartnern zugeführt. Der Anteil kann 30 – 50 % des von den Leguminosen gebundenen N ausmachen. In gemulchten Beständen erfolgt eine N-Freisetzung darüber hinaus über die Mineralisation des auf der Fläche belassenen Aufwuchses. Von den Gräsern kann dieser Stickstoff aufgenommen und zur Ertragsbildung verwendet werden.

Da Gräser und andere Nichtleguminosen über bessere N-Bodenaufnahme-Mechanismen verfügen als Leguminosen, wird deren Wachstum bei hohen Mengen an löslichem Stickstoff im Boden stark gefördert und die N-Bindung und der Leguminosenanteil im Bestand gehen zurück. Auch eine N-betonte Düngung führt zu einer Bestandsumschichtung zu Gunsten des Gräseranteils.

Um die Konkurrenzfähigkeit der Leguminosen zu erhalten, sind Düngungsmaßnahmen mit hohen Anteilen an leicht verfügbaren N-Verbindungen (Jauche, Gülle) zu unterlassen. Nur auf sehr leichten Böden sowie auf Böden mit einer sehr geringen N-Nachlieferung kann es manchmal nützlich sein, zu Leguminosenansaat eine kleine Gülle- oder Jauchegabe zu geben. Hierdurch wird das Anfangswachstum des Bestandes gefördert.

Bei einer Düngung mit verrottetem Stallung oder mit Kompost, in denen der verfügbare N-Anteil geringer ist, werden negative Auswirkungen auf den Leguminosenanteil sowie auf den Anteil der symbiotischen N-Bindung weitgehend vermieden. Daher ist eine mäßige Düngung in einer Höhe von ca. 200 dt/ha mit gut verrottetem Stallung direkt vor der Saat von Leguminosen möglich, besonders in Grenzlagen und auf leichteren Böden (Tab. 15).

Es ist auch zu bedenken, dass mit der Düngung weitere Nährstoffe frei werden, die für das Leguminosenwachstum von Bedeutung sind. So ist bei einer Stallunganwendung auch eine Freisetzung von P und S in ähnlich hoher Rate wie bei dem Nährstoff Stickstoff sowie eine Freisetzung von K in einer Höhe von 60 – 80 % der verabreichten Menge gegeben.

Ergebnisse aus Dauerfeldversuchen haben zudem gezeigt, dass der legume Futterbau mit der Höhe der stetig zugeführten organischen Düngung in Wechselwirkung steht. Je höher die organische Düngung aus der Tierhaltung oder durch Zukauf ist, um so niedriger ist der Leguminosenanteil im Gemenge sowie die Effizienz der legumen N-Bindung. Diese gegenläufige Tendenz zwischen steigender Düngung und abnehmender N-Zufuhr über Leguminosen hat zur Folge, dass sich bei steigender Intensivierung offensichtlich keine großen Unterschiede im Ertragsniveau sowohl der Futter- als auch der Marktfrüchte einer Fruchtfolge einstellen (BECKMANN et al., 2002). Einer Intensivierung des Ackerbausystems sind hierdurch im Ökologischen Landbau natürliche Grenzen gesetzt.

### **Düngung grasbetonter Bestände und anderer Nichtleguminosen**

Ist der Leguminosenanteil jedoch gering oder es werden Nichtleguminosen zur Futter- oder Samenproduktion etabliert, so gerät in diesen Beständen schnell die N-Versorgung zum limitierenden Faktor. Zur Diagnose von N-Mangel können die Angaben aus Tabelle 16 genutzt werden. Für reine Gras- oder andere Nichtleguminosenbestände ist daher eine hohe N-betonte Düngung erforderlich. Mit einem Aufwuchs von ca. 200 dt/ha Frischmasse erfolgt eine N-Aufnahme des Bestandes in Höhe von mindestens 100 kg N/ha. Diese N-Menge wird als Entzug dann mit dem Aufwuchs abgefahren. Eine Faustregel aus dem konventionellen Landbau besagt, dass je 1 % Grasanteil auch 1 kg N/ha je Aufwuchs gegeben werden muss. Bei einem Grasanteil von 60 % wäre das eine Düngungsmenge von ca. 60 kg N/ha.

Die Aufwuchsleistung je Zeiteinheit ist abhängig von dem jeweils verfügbaren N-Angebot. Je höher das N-Angebot ist, um so schneller und größer ist die Aufwuchsleistung und um so eher wird eine schnittlohnende Aufwuchsmenge erreicht. So erfolgt z.B. ohne Düngung eine Produktion von 20 dt TM in 40 – 60 Tagen Aufwuchszeit. Bei einer Versorgung mit 60 kg N/ha verkürzt sich diese Zeit um ca. 10 - 20 Tage. Mit Hilfe einer gezielten Düngung kann die Aufwuchszeit verkürzt und die Anzahl Schnitte und der Gesamtertrag deutlich erhöht werden.

Bei Frühjahrssaaten wird die höchste Ausnutzung der Gülleenährstoffe erreicht, wenn ein Einsatz vor der Saatbettbereitung erfolgt. Hierbei kann eine Düngung bei Blanksaaten oder z.B. zu Sommerungen (Sommergerste, Hafer) erfolgen, in die eine Untersaat angelegt

wird. Ausbringungsmengen von 15 – 30 m<sup>3</sup>/ha Gülle werden als optimal angesehen. Bei höheren Anwendungsmengen sinkt die direkte N-Ausnutzung ab, bei niedrigeren Mengen ist die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gewährleistet. Zu Mais und Futterrüben sollten Düngungsmaßnahmen in ähnlicher Weise vorgenommen werden (Tab. 15). Bei Sommer- bzw. Herbstansaat sollte folgendermaßen vorgegangen werden. Eine gute Verwertungsmöglichkeit besteht bei einer Düngung von Gülle oder Stallmist auf die Stoppel oder auf das verbliebene Stroh bei dann folgendem sofortigen Pflugeinsatz, Saatbettbereitung und Einsaat. Düngungsmaßnahmen zur Herbstfurche sollten dagegen bei Gülle- sowie auch bei Stallmistanwendung auf leichteren Böden unterbleiben, da die Gefahr groß ist, dass über den Winter hohe Nährstoffverluste auftreten können. Gesetzliche Regelungen zur Ausbringung von organischen Düngemitteln sind zu beachten.

Tabelle 15: Einsatzmöglichkeiten von organischen Düngemitteln bei unmittelbarer Anwendung

	Geflügel- mist	Frischmist		Rottemist		Kompost	Gülle	Jauche
		Schwein	Rind	Schwein	Rind			
<b>Ackerland</b>								
Klee gras, Luzer- negras	-	+	+	++	++	++	+	-
Acker gras	++	++	++	++	++	+	+++	++
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++
Kartoffeln, Rüben	-	+	++	+++	+++	++	++	+
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-
<b>Grünland</b>								
Weide feucht	+	-	-	+	+	+++	+	+
Wiese feucht	+	+	+	+	++	+++	++	++
Wiese trocken	-	-	-	+	+	++	-	-

Quelle: stark verändert nach REDELBERGER (1996)

Eignung: +++ = sehr gut; ++ = gut; + = weniger gut; - = nicht geeignet

Güllegaben in wachsende Bestände sollten nur mit Schleppschlauch oder mit Drill-Einrichtungen erfolgen. Bei ca. 8 Wochen Karenzzeit bis zur Nutzung ist eine oberflächliche Begüllung von Aufwüchsen, die zur Silagegewinnung genutzt werden, möglich (SIMON, 1993). Bei Heunutzung sollte eine Zufuhr von Gülle spätestens in handhohe Aufwüchse erfolgen. Eine verbleibende Kontamination kann nicht ausgeschlossen werden. Besser ist daher die Ausbringung der Gülle mit Drilleinrichtungen. Eine Nutzung von begüllten Flächen sollte erst nach frühestens drei Wochen geschehen.

Bei Verwendung der Milch zur Käseproduktion darf Gülle auf die Futtermbestände bei Frischfutternutzung nicht oberflächlich ausgebracht werden, da sonst die Gefahr besteht, dass z.B. Buttersäurebakterien (Clostridien) über das verschmutzte Futter in den Stall gelangen und auf diesem Weg eine Kontamination der Milch erfolgen kann. Außerdem wird begülltes Futter oft nicht gern gefressen.

## **Grunddüngung sowie Kalkversorgung**

### **Grundnährstoffe P, K, Mg, sowie Spurenelemente**

Eine gute Versorgung an Grundnährstoffen führt zu einer Erhöhung der Konkurrenzkraft der Leguminosen. Durch die verbesserte Ertragsfähigkeit wird die N-Fixierung gefördert, so dass die Bodenfruchtbarkeit insbesondere durch die Zufuhr an Stickstoff in den Betrieb sowie auch der Umfang der Erzeugung tierischer Produkte eines Betriebes verbessert werden kann. Auf die Nährstoffversorgung muss besonders geachtet werden, wenn die Aufwüchse von der Fläche entfernt und verkauft werden sollen. Diese Pflanzen enthalten ähnlich den Hackfrüchten relativ hohe Gehalte an Mineralstoffen. Bei den üblichen hohen Erträgen erfolgt mit der Abfuhr dann ein hoher Entzug an diesen Nährstoffen von der Fläche. Zur Diagnose von Nährstoffmangelsymptomen können die Angaben von Tab. 16 genutzt werden.

Besonders wichtig ist eine ausreichende P-Versorgung der Pflanzenbestände, da Keimung und Bestandesentwicklung positiv beeinflusst werden. Hierdurch wird nicht nur die symbiotische N-Bindung gesichert, sie führt zu höheren Rohprotein- und P-Gehalten und indirekt oft auch zu höheren Ca-Werten im Futter, was für eine bessere Gesundheit, Fruchtbarkeit und Leistung der damit gefütterten Tiere sorgt.

Tabelle 16: Nährstoffmangelsymptome bei den Futterpflanzen

Nährstoffmangel	Beschreibung der Symptome
Stickstoff (N) Gräser u. a. Nicht- leguminosen, Leguminosen	Hellgrüne Blattfarbe, jüngere Blätter vergilben zuerst, stängelreiche, lichte Bestände Einfluss auf Qualität: niedrige Gehalte an Roh- protein und Karotin, geringe Verdaulichkeit
Phosphor (P)	Spärlicher Wuchs, dünne Stängel mit wenig Blättern, Blätter sind bläulichgrün, Stängelgrund oft rötlich verfärbt
Kalium (K)	Blattspitzen hellen sich auf (Weißfleckigkeit), vom Blattrand dehnen sich helle Flecken auf die Blattspreite aus und bilden weißlich-braune Blattverfärbungen
Magnesium (Mg)	Verstärkt auf leichten Böden, gelbliche - bräunliche Aufhellung der Interkostalfelder (Bereiche zwischen den Blattadern), Blattadern treten grün hervor
Calcium (Ca)	Rotfärbung der Blattstiele, Aufhellung der Blätter, chlorotische – nekrotische Flecken auf den jüngsten Blättern, abgeknickte Stängel, Küm- merwuchs
Schwefel (S)	Ähnlich N-Mangel, jüngste Blätter vergilben

Quelle: nach ZORN et al. (2007)

Düngungsmaßnahmen sollten auf Grund von Ergebnissen der Bodenuntersuchungen vorgenommen werden. Hierzu werden von der Ackerkrume (20 cm Bodentiefe) repräsentative Bodenproben von jeder Fläche gezogen und in einem anerkannten Labor auf die Gehalte an pflanzenverfügbaren Grundnährstoffen untersucht. Das Untersuchungslabor kann dann ebenfalls mit Hilfe von PC-Programmen (in Sachsen z. B. mit dem Programm BEFU, siehe Kap. 2.4) die Düngungsmengen ausrechnen, die zur Sicherung der Versorgungsstufe B notwendig sind.

Bei der periodisch durchzuführenden Bodenuntersuchung auf die Grundnährstoffe sollten auch einmal die Spurenelemente mit untersucht werden. Treten hier Gehaltsstufen auf, die unter den optimalen Werten (Versorgungsstufe B) liegen, so ist eine Zufuhr dieser Mikronährstoffe mit den im ökologischen Landbau zugelassenen Düngemitteln vorzunehmen. Hierbei sind die Elemente Bor, Mangan, Molybdän und Kobalt zu nennen. Besonders eine ausreichende Mo-Versorgung

führt über eine verbesserte legume N-Bindung zu einer Erhöhung des Futterwertes (Gehalte an Rohprotein, Anteile an essentiellen Aminosäuren).

In der Regel werden die Düngemittel auf die Stoppel der Vorkultur oder in Form der so genannten Keimbett Düngung ausgebracht. Insbesondere eine mineralische P-Düngung aber auch Kalkungsmaßnahmen werden auf die Pflugfurche gegeben, leicht eingearbeitet und danach wird das Saatbett bereitet. Nur eine anstehende höhere K-Düngung sollte gleichmäßig in der gesamten Ackerkrume verteilt werden, damit es wegen zu hohen Nährstoffkonzentrationen nicht zu Auflaufschäden (Plasmolyse der Zellen) kommen kann. Mengen von über 200 kg K/ha sollten zudem nicht in einer Gabe verabreicht werden. Außerdem ist ein hoher K-Gehalt im Futter nicht erwünscht. Das K/Na-Verhältnis kann ungünstig verändert werden.

Da Futterpflanzen zu den stark bedürftigen Kulturen zählen, sollten die für die gesamte Fruchtfolge berechneten zusätzlich zu verabreichenden Nährstoffmengen mit den im Ökologischen Landbau zugelassenen Düngemitteln vornehmlich zu diesem Fruchtfolgeglied verabreicht werden. Zuvor sollte eine Abdeckung des Nährstoffbedarfs mit (zugekauften) organischen Düngemitteln geprüft werden. Düngungsmaßnahmen nach Anhang 2 der Öko-Verordnung müssen von der Kontrollstelle genehmigt werden.

### **Kalkversorgung**

Die meisten Leguminosenarten bevorzugen pH-Werte des Bodens zwischen 5,5 – 7,0 (Abb. 8), wobei die optimalen Bereiche unterschiedlich hoch sind. Nach älteren Versuchen wird durch Kalkung parallel zu steigenden pH-Werten nicht nur die Ertragsfähigkeit der Flächen stark erhöht. Auch die Gehalte an Ca, P und K sowie an Rohprotein steigen im Futter an. Bei Kalkmangel zeigen die Kleearten eine Rotfärbung der Blattstiele und eine Aufhellung der Blätter (Tab. 16). Hierbei zeigen sich Mangelerscheinungen anderer Nährstoffe, die gleichzeitig dann in der Verfügbarkeit herabgesetzt werden (siehe P, K, sowie induzierter N-Mangel). Die Funktionsfähigkeit der Knöllchenbakterien ist eingeschränkt, so dass die legume N-Bindung deutlich herabgesetzt wird.

	pH 4,8 – 5,3	pH 5,4 – 6,0	pH 6,1 – 6,9	pH > 7
Esparssette			◆	
W.-Steinklee		◆		
Gelbklee		◆		
Luzerne		◆		
Rotklee		◆		
Inkarnatklee		◆		
Hornklee		◆		
Schwedenklee	◆			
Weißklee	◆			
Serradella	◆			

Quelle: SIMON (1956), verändert

Abbildung 8: Optimale pH-Wert-Bereiche der Leguminosen

Böden, die deutlichen Kalkmangel zeigen, müssen zunächst durch eine Gesundungskalkung entsprechend den Ergebnissen der Bodenuntersuchung saniert werden. Die Aufkalkung zeigt in den meisten Fällen nicht gleich eine entsprechende Wirkung. Eine notwendig werdende Aufkalkung von z. B. einer pH-Einheit kann und sollte nicht durch eine einzige Gabe, sondern durch Düngungsmaßnahmen erfolgen, die auf mehrere Jahre verteilt werden.

Daher ist schon einige Jahre vor dem Anbau von Leguminosen mit diesen Maßnahmen zu beginnen. Der Anbau von Feldfutter nach Hackfrüchten, insbesondere Kartoffeln, ist ein guter Zeitpunkt zur Etablierung von Leguminosenblanksaaten. So kann z.B. bereits auf die Kartoffeldämme eine Kalkung erfolgen, die dann mit den Pflegearbeiten sehr gut eingearbeitet wird. Eine weitere Kalkung kann dann

zur Ansaat der Leguminosen gegeben werden. Auch eine Kopfkalkung nach dem letzten Schnitt im Herbst ist durchaus anzuraten.

Es kann aber auch beobachtet werden, dass auf Böden mit ökologischer Bewirtschaftung die pH-Werte sich nicht stark verändern. Dies zeigen Ergebnisse vom Öko-Feld Roda und aus anderen Dauerversuchen in Sachsen. Durch den Anbau von Luzerne können z. B. bis zu 100 kg Ca/ha und Jahr durch die Wurzeln aus dem Unterboden erschlossen werden, wodurch die Ca-Auswaschung annähernd wieder ausgeglichen wird (SIEBENEICHER, 1993). Daher wird in der Regel nur die Durchführung einer Erhaltungskalkung von Zeit zu Zeit erforderlich sein.

Die Bemessung der Kalkung sollte auf Grund von Bodenuntersuchungsergebnissen erfolgen. Die Zielgehalte in den pH-Werten sind stark von der Bodenart abhängig und sollten nach der Versorgungsstufe C (wie im konventionellen Landbau) ausgerichtet werden (Tab. 17). Für die Bemessung der Düngungshöhe stehen PC-Programme zur Verfügung (siehe vorhergehendes Kap.).

Die im Ökologischen Landbau erlaubten mineralischen Düngemittel sind in der Betriebsmittelliste 2006 für den ökologischen Landbau in Deutschland enthalten. Diese Liste umfasst 80 Seiten und ist für 10 Euro zzgl. Versandkosten als gedruckte Broschüre oder in digitaler Form als pdf-Datei im FiBL-Shop [www.shop.fibl.org](http://www.shop.fibl.org) erhältlich.

Tabelle 17: Anzustrebende pH-Werte (Ziel = Versorgungsstufe C) sowie P-, K- und Mg-Gehalte (Ziel = Versorgungsstufe B) der verschiedenen Bodenarten im ökologischen Ackerbau

Bodenart	Versorgungsstufe	pH-Wert bei Humusgehalt (%) <sup>1)</sup>					P <sup>2)</sup>	K <sup>2)</sup>	Mg <sup>3)</sup>
		< 4	4,1 – 8,0	8,1 – 15,0	15,1 – 30,0	> 30,0			
S	A	≤ 4,5	≤ 4,2	≤ 3,9	≤ 3,6		≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 2,0
	B	4,6 – 5,3	4,3 – 4,9	4,0 – 4,6	3,7 – 4,2		2,5 – 4,8	3,0 – 6,9	2,1 – 3,5
	C	5,4 – 5,8	5,0 – 5,4	4,7 – 5,1	4,3 – 4,7		4,9 – 7,2	7,0 – 10,9	3,6 – 5,0
	D	5,9 – 6,2	5,5 – 5,8	5,2 – 5,4	4,8 – 5,1		7,3 – 10,4	11,0 – 15,9	5,1 – 6,5
	E	≥ 6,3	≥ 5,9	≥ 5,5	≥ 5,2		≥ 10,5	≥ 16,0	≥ 6,6
Sl, Is	A	≤ 4,8	≤ 4,5	≤ 4,1	≤ 3,7		≤ 2,4	≤ 3,9	≤ 2,5
	B	4,9 – 5,7	4,6 – 5,3	4,2 – 4,9	3,8 – 4,5		2,5 – 4,8	4,0 – 7,9	2,6 – 4,5
	C	5,8 – 6,3	5,4 – 5,9	5,0 – 5,5	4,6 – 5,1		4,9 – 7,2	8,0 – 11,9	4,6 – 6,0
	D	6,4 – 6,7	6,0 – 6,3	5,6 – 5,9	5,2 – 5,5		7,3 – 10,4	12,0 – 18,9	6,1 – 7,5
	E	≥ 6,8	≥ 6,4	≥ 6,0	≥ 5,6		≥ 10,5	≥ 19,0	≥ 7,6
SL, sL	A	≤ 5,0	≤ 4,7	≤ 4,3	≤ 3,8		≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 3,0
	B	5,1 – 6,0	4,8 – 5,5	4,4 – 5,1	3,9 – 4,7		2,5 – 4,8	5,0 – 9,9	3,1 – 5,5
	C	6,1 – 6,7	5,6 – 6,2	5,2 – 5,8	4,8 – 5,4		4,9 – 7,2	10,0 – 14,9	5,6 – 7,5
	D	6,8 – 7,1	6,3 – 6,7	5,9 – 6,2	5,5 – 5,8		7,3 – 10,4	15,0 – 22,9	7,6 – 10,1
	E	≥ 7,2	≥ 6,8	≥ 6,3	≥ 5,9		≥ 10,5	≥ 23,0	≥ 10,2

Tabelle 17: (Fortsetzung)

Bodenart	Versorgungsstufe	pH-Wert bei Humusgehalt (%) <sup>1)</sup>					P <sup>2)</sup>	K <sup>2)</sup>	Mg <sup>3)</sup>
		< 4	4,1 – 8,0	8,1 – 15,0	15,1 – 30,0	> 30,0			
L	A	≤ 5,2	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0		≤ 2,4	≤ 5,9	≤ 6,0
	B	5,3 – 6,2	5,0 – 5,7	4,6 – 5,3	4,1 – 4,9		2,5 – 4,8	6,0 – 10,9	6,1 – 10,0
	C	6,3 – 7,0	5,8 – 6,5	5,4 – 6,1	5,0 – 5,7		4,9 – 7,2	11,0 – 16,9	10,1 – 12,0
	D	7,1 – 7,4	6,6 – 7,0	6,2 – 6,5	5,8 – 6,1		7,3 – 10,4	17,0 – 25,9	12,1 – 20,0
	E	≥ 7,5	≥ 7,1	≥ 6,6	≥ 6,2		≥ 10,5	≥ 26,0	≥ 20,1
IT, T	A	≤ 5,3	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0		≤ 2,4	≤ 7,9	≤ 6,0
	B	5,4 – 6,3	5,0 – 5,8	4,6 – 5,4	4,1 – 5,0		2,5 – 4,8	8,0 – 14,9	6,1 – 10,0
	C	6,4 – 7,2	5,9 – 6,7	5,5 – 6,3	5,1 – 5,9		4,9 – 7,2	15,0 – 23,9	10,1 – 12,0
	D	7,3 – 7,7	6,8 – 7,2	6,4 – 6,7	6,0 – 6,3		7,3 – 10,4	24,0 – 36,9	12,1 – 20,0
	E	≥ 7,8	≥ 7,3	≥ 6,8	≥ 6,4		≥ 10,5	≥ 37,0	≥ 20,1
Mo	A						≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 2,0
	B					≤ 4,2	2,5 – 4,8	5,0 – 9,9	2,1 – 3,5
	C					4,3	4,9 – 7,2	10,0 – 16,9	3,6 – 5,0
	D					≥ 4,4	7,3 – 10,4	17,0 – 24,9	5,1 – 6,5
	E						≥ 10,5	≥ 25,0	≥ 6,6

<sup>1)</sup> Bestimmt in Kalziumchloridlösung (0,01 mol)

<sup>2)</sup> Bestimmung im Calcium-Acetat-Lactat(CAL)-Auszug

<sup>3)</sup> Untersucht nach der Methode von Schachtschabel

## **Beregnung**

Ackerfutterflächen (Gräser und Leguminosen) erreichen nur hohe Erträge bei einer ausreichenden Wasserversorgung von etwa 700 – 750 mm/Jahr. Wenn diese Summen deutlich unterschritten werden, ist eine Bewässerung der Ackerfutterflächen in Erwägung zu ziehen. Dies würde sich in den Fällen anbieten, wenn auf dem Betrieb eine Bewässerungsanlage, z.B. zum Gemüseanbau, vorhanden ist.

Die Bodenfeuchte sollte nicht unter 55 % der nutzbaren Feldkapazität absinken und möglichst über 70 % gehalten werden (günstig: 55 – 85 % nutzbare Feldkapazität). So könnte bei Jahresdurchschnittswerten von ca. 600 mm Niederschlag eine Zusatzbewässerung von ca. 100 – 150 mm eingeplant werden. In Teilgaben von ca. 25 mm werden in den Monaten Juni bis September, mit Schwerpunkt Juli/August, diese Wassermengen entsprechend des aktuellen Niederschlagsgeschehens ausgebracht. Die Gaben werden in den ersten Tagen nach den Schnittnutzungen verabreicht. Auch zur Sicherung eines raschen Auflaufens kann eine Beregnung z.B. mit 15 mm Wasser gegeben werden. Der zweite Aufwuchs profitiert in der Regel am meisten von dem Zusatzwasser. Die Wasserverwertung steigt allerdings mit der Bestandeshöhe.

Durch Bewässerung werden die Erträge bei relativ gleich bleibender Qualität deutlich angehoben. Die Anzahl der Schnittnutzungen können u.U. erhöht werden bzw. die Schnittfrequenzen und die Nachwuchszeiten können verkürzt werden. Bei Leguminosen führt die ausreichende Wasserversorgung auch zu einer Zunahme der N-Bindungsrate und damit zu einer Erhöhung des N-Flächengewinns. Größere Ertragszuwächse werden auf den leichten Böden erzielt, geringere auf den schwereren Böden und in Höhenlagen bei höheren Niederschlägen und niedrigeren Temperaturen. Die Ertragszuwächse liegen bei 25 %, bei starkem Wassermangel kann auch eine Ertragssteigerung von 50 % besonders auf leichteren Böden beobachtet werden. Durch Bewässerung können die Gehalte an Rohprotein geringfügig abfallen und die Rohfaserwerte etwas ansteigen. Die Energiekonzentration und Trockenmassewerte fallen allerdings bei grasreichen Futterflächen nach Zusatzbewässerung etwas ab.

Gut geeignet für eine Beregnung sind neben den Kleearten (Rotklee) vor allem die Weidelgräser, weniger geeignet sind trockenresistentere Leguminosen und Gräser, wozu auch die Luzerne sowie das Knautgras gezählt werden. Bei Luzerne lohnt sich eine Zusatzbewässerung

erst bei Jahresniederschlagswerten von unter 550 mm. Liegen die Niederschlagswerte deutlich darunter, so werden ebenfalls Ertragszuwächse von 50 % möglich. Liegen die Niederschläge darüber, so sinkt der Mehrertrag schnell ab, weil gerade die Luzerne mehr als andere Leguminosen befähigt ist, die Wasserreserven tieferer Bodenschichten besser zu nutzen.

Bei geplantem Einsatz der Beregung kann die Ansaatmischung eventuell entsprechend angepasst werden, auch müssen alle anderen Wachstumsbedingungen, wie z.B. eine ausreichende Nährstoffversorgung durch entsprechende Düngung gewährleistet sein, damit die Maßnahme sich betriebswirtschaftlich trägt (LÜDDECKE et al., 1990).

## **2.5 Einordnung in die Fruchtfolge und Anbauformen**

### **Fruchtfolge**

Die Grundsätze der Fruchtfolgegestaltung im Ökologischen Landbau beruhen auf alten Erfahrungen, die durch Praxis und Forschung stetig optimiert worden sind. Mit Hilfe eines Fruchtfolge-Grundgerüsts können die einzelnen Kulturarten entsprechend ihrer Aufgaben und Wirkungen in einer zeitlichen Rangfolge dargestellt werden (Tab. 18).

Den Futter- und Gründungsleguminosen sowie Körnerleguminosen kommt eine zentrale Ausgangsrolle beim Aufbau von Fruchtfolgen im Ökologischen Landbau zu. Nach 1 – 2 Jahren des Anbaus von Hauptfruchtleguminosen folgen zunächst anspruchsvolle und anschließend anspruchslosere Nichtleguminosen. Eine Nutzungsdauer des Ackerfutters von über 2 Jahren ist aus der Sicht der Sicherstellung der organischen Substanz des Bodens oft nicht förderlich, da es zu keiner weiteren Anhebung an organischer Masse kommt.

Der Fruchtfolgeanteil des Ackerfutters sollte so bemessen werden, dass der (wirtschaftliche) Gesamtnutzen maximiert wird. Nach anfänglichen Experimenten zur Verringerung des Futterbauanteils wurden besonders in viehlosen Betrieben jedoch negative Erfahrungen gemacht. Oftmals waren die Erträge nicht mehr zufrieden stellend und Probleme mit einer zunehmenden Verunkrautung traten auf. Es ist heute auch bekannt, dass durch den Anbau moderner, ertragreicher und stroharter Sorten an Körnerleguminosen keine große Netto-N-Zufuhr auf die Fläche erfolgt, da der größte Teil an N mit den Körnern abgefahren wird. So fand wieder eine Rückbesinnung auf bewährte

Fruchtfolgen statt, bei denen ein mindestens zweijähriger Anbau von Leguminosen-Grasgemengen üblich ist. In nicht so unkrautwüchsigen Gegenden (trockenere Lagen) ist auch eine einjährige Folge in Verbindung mit einem Anbau einer Körnerleguminose als zweitem fruchtbarkeitsfördernden Glied sowie einer höheren Intensität an mechanisch-thermischer Unkrautregulierung möglich (SPOHN, 1996). In vieharmen bzw. viehlosen Betrieben wirkt sich ein höherer Ackerfutteranteil negativ auf die Fruchtfolge-Deckungsbeiträge aus, wenn keine wirtschaftlich günstigen Verwertungsmöglichkeiten für die Leguminosengras-Aufwüchse bestehen. Daher ist eine sinnvolle Planung alternativer Verwertungsmöglichkeiten von Bedeutung.

Oft erfolgt heute eine Tendenz zu verkürzten Fruchtfolgen mit 3 – 5 Gliedern. Hierdurch kann auf veränderte marktwirtschaftliche Gesichtspunkte schneller mit Anbauanpassungen reagiert werden. In diesen Folgen sollten Rotklee und z.B. Luzerne abwechselnd als Futterbauglied erscheinen, da sonst die Abfolge von bestimmten Arten, wie dem Rotklee, zu eng werden kann. Der Anbau der kürzeren Folgen erfolgt dabei oft auf den besseren Böden, während der Anbau längerer Folgen mit Einschub von Sonderkulturen und Gesundheitsfrüchten auf den schlechteren Standorten eines Betriebes eingerichtet werden sollte.

Tabelle 18: Fruchtfolge-Grundgerüst und Anbauangfolge der Kulturarten

Abfolge d. Hauptfrüchte i.d. Fruchtfolge	Wirkung	Anbaujahre	geeignete Kulturarten	
			leichte Böden	mittlere – schwere Böden
<p>1 a. Feldfutter-, Gründungsleguminosen</p> <p>oder:</p> <p>1b. Körnerleguminosen</p>	Stickstoff-Zufuhr durch symbiotische N-Bindung, Humusmehrer, Bodenstruktur aufbauende Kulturen, Unkrautregulierung	<p>(1) – 2 – (3)</p> <p>1</p>	<p>Kleearten (Rotklee), Luzerne Serradella Leguminosen-Gemenge Leguminosengras-Gemenge</p> <p>Erbsen Lupinen</p>	<p>Luzerne Rotklee (andere Kleearten) Leguminosen-Gemenge Leguminosengras-Gemenge</p> <p>Ackerbohnen Erbsen</p>
2 Anspruchsvolle Nichtleguminosen	Stickstoff zehrende, Bodenstruktur und Humus abbauende Kulturen (Halm- oder Hackfrüchte)	1 – (2)	<p>Kartoffeln Mais Futterrüben Winterraps Triticale Winterroggen Wintergerste Hafer, Dinkel Ackergräser</p>	<p>Winterweizen Sommerweizen Mais Winterraps Kartoffeln Futterrüben Triticale, Wintergerste Winterroggen Ackergräser</p>
3 Anspruchslosere Nichtleguminosen	Humus zehrende, Bodenstruktur abbauende, abtragende Halm- oder Hackfrüchte	1 – (2)	<p>Kartoffeln Sommergerste Dinkel Winterroggen Hafer Sonnenblumen</p>	<p>Kartoffeln Zuckerrüben Brauweizen Triticale Wintergerste Winterroggen Dinkel, Sommergerste Hafer, Sonnenblumen</p>

## Anbaupausen

Werden bestimmte Futterpflanzen in zu enger Folge angebaut, so können fruchtfolgeabhängige Krankheiten und Schädlinge vermehrt auftreten. Das Einhalten der erforderlichen Anbaupausen ist daher von besonderer Wichtigkeit (Tab. 19).

Tabelle 19: Anbaupausen der Kulturarten des Haupt- und Zwischenfruchtbaus

Fruchtart	Anbaupausen (Jahre)	Wichtige Ursachen
Erbse	4 – 8	Fusariumwelke, Blattfleckenkrankheit
Rotklee, Inkarnatklee, Luzerne, Esparssette	4 – 7	Kleekrebs, Fusariumwelke, Klappenschorf, Blattfleckenkrankheit, u. a.
Ackerbohne, Lupine, Buschbohne, Peluschke, Wicke	3 – 5	Brennfleckenkrankheit, Fußkrankheiten, Stängelälchen, Lupinenwelke
Kleegras	3 – 4	Kleekrebs, Kleeälchen, Kleewürger, Fusariumwelke u. a. pilzliche Erreger
Weißklee, Gelbklee, Schwedenklee, Serradella	1 – 3	s.o., Weißklee weitgehend selbstverträglich
Raps, Rübsen, Futterrübe	3 – 4	Rübenzystenälchen, pilzliche Erreger (Kohlhernie),
Kohlarten	3 – 4	Kohlhernie, Rübenzystenälchen
Gräserarten	-	weitgehend selbstverträglich

Quellen: MÜLLER (1986), POMMER (2003) u.a.

Die Luzerne ist mit sich selbst und anderen Leguminosen unverträglich. Die Anbaupausen sollten die doppelte Zeitspanne der Anbaudauer betragen (Faustregel). Bestimmte Pilzkrankheiten verursachen die Welkekrankheit, zu der auch die Wurzeltöter-Krankheit gehört. Bei über dreijähriger Nutzung erfolgt oft eine starke Verunkrautung durch minderwertige Gräser (Gemeine Rispe).

Der Rotklee ist ebenfalls mit sich selbst unverträglich. Anbaupausen sollen bei Klee gras und einjährigen Leguminosen 4 Jahre, bei Reinsaat und auf weniger günstigen Standorten 6 – 7 Jahre betragen. Neben Rotklee ist auch besonders Inkarnatklee empfindlich gegenüber Fruchtfolgekrankheiten. Diese Arten sollten als Haupt- und als Zwischenfrucht in der Fruchtfolge daher nicht zusammen vorkommen.

Optimal ist der einjährige Anbau von Rotklee in einer 6-feldrigen Fruchtfolge, bei zweijähriger Nutzung in einer 7-feldrigen Fruchtfolge. Außerdem sollten dazu andere Kleearten z.B. im Zwischenfruchtanbau unterbleiben.

Typisches Zeichen einer zu engen Fruchtfolgestellung von Kleearten ist das Auftreten von Kleemüdigkeit. Die Kleemüdigkeit wird durch Kleekrebs, aber auch durch Nematoden (Klee-, Stockälchen) hervorgerufen. Hierbei entwickelt sich oft noch ein guter Stoppelkleebestand, der dann aber im nächsten Frühjahr merklich im Wuchs nachlässt, lückig wird und sogar gänzlich zum Erliegen kommt (siehe Kap. 2.7 Krankheiten und Schädlinge). In Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus mit bis zu über 60 % Leguminosen wurde bereits vereinzelt das Auftreten von Kleekrebs registriert (SPOHN, 1996), ein sicheres Anzeichen, dass die Anbaupausen nicht mehr eingehalten werden. Kleemüdigkeit ist nach Anbau von Klee gras weniger stark ausgeprägt. Zur Sanierung von eingetretenen Fruchtfolgeschäden durch Kleemüdigkeit muss ein Anbauabstand von 8 – 12 Jahren eingehalten werden.

Weitgehend selbstverträglich gegenüber sich selbst und anderen Arten sind Weißklee, Gelbklee, Schwedenklee, Steinklee und Serradella. Auch die Selbstverträglichkeit der Ackerbohne ist relativ hoch zu bewerten, die von Erbsen ist dagegen besonders gering. Bei Selbstfolgen oder zu dichter Nachfolge von Erbsen können deutliche Ertragsausfälle von 16 – 25 % auftreten (KÖNNECKE, 1967).

In getreidereichen Fruchtfolgen sollte eine Einschaltung von Futtergetreide, Ganzpflanzensilage aus Getreide oder vorwiegendem Anbau von Ackergräsern unterbleiben. Bei hohen Getreideanteilen ist auch oft eine Reduzierung der Nutzungsjahre des Ackerfutters erforderlich. Eine Nutzungsdauer von über 2 Jahren (mit einer Überwinterung) ist auch aus Sicht der Sicherstellung der organischen Substanz des Bodens nicht förderlich, da es zu keiner weiteren Anhebung der Ernte- und Wurzelrückstände kommt.

Der Vermehrung von Drahtwürmern (*Agriotes spec.*) sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werde, denn deren Aufkommen und Schädigungspotential steht im Zusammenhang mit dem Feldfutterbau (PAFFRATH et al., 2004). Untersuchungen haben ergeben, dass das Vorkommen von Drahtwürmern in der Nachfrucht Kartoffel mit der Anbaulänge der Klee-grassequenz (besonders im Klee-gras und Rot- klee) in der Fruchtfolge ansteigt. Nach einjährigem Klee-gras war der Befall der Knollen am geringsten, nach dreijährigem Klee-gras am höchsten. Außerdem nimmt der Befall mit den Jahren nach dem An- bau von Klee-gras in der Fruchtfolge zu. Im ersten Jahr nach Klee-gras ist der Befall am geringsten, im vierten Jahr am höchsten. Dieses Schädigungspotential hängt mit dem Entwicklungszyklus der Raupen zusammen. Im ersten Jahr nach Klee-gras sind die Larven noch klein. Mit den Jahren werden sie größer und damit steigt das Schädigungs- potential. Der Umbruch von Klee-gras im Frühjahr (April - Juni) oder im Herbst (Oktober – Dezember) fällt mit Aktivitätshöhepunkten und da- her mit empfindlichen Stadien der Drahtwürmer zusammen, so dass sie zu diesen Zeiten besser dezimiert werden können.

### **Vorfrüchte**

Im Futterbau werden mit der Wahl einer günstigen Vorfrucht- Nachfrucht-kombination mehrere Aufgaben verknüpft. Zunächst einmal darf die Vorfrucht nicht zu einer möglichen Infektionskette von Krank- heiten u. a. negativen Begleiterscheinungen (Stoffwechselprodukte, Luxusfolgen mit ungünstiger Vorfruchtverwertung) beitragen. Aus diesen Gründen fallen legume Vorfrüchte für die nachfolgende Etablie- rung von ebenfalls Leguminosen enthaltenden Nachfrüchten aus. Selbst als Vor-Vorfrüchte sind sie bei sensiblen Nachfrüchten oft nicht geeignet.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, dass die Vorfrucht eine sichere Saatbettbereitung, Aussaat und Bestandesetablierung gewährleistet. Hierbei sind jahreszeitliche und klimatische Einflüsse der Region so- wie auch die Verunkrautung zu berücksichtigen. In vielen Fällen spielt die Vorfruchteignung als Deckfrucht zur Etablierung einer Nachfrucht- Untersaat eine Rolle. Die Nachfrüchte sollten so gewählt werden, dass deren Ertrags- und Qualitätspotential voll zur Geltung kommen kann. Zur schnellen Auffindung günstiger Vorfrucht-Nachfrucht-Kombina- tionen kann das nachfolgende Fruchtfolgeschema verwendet werden (Abb. 9).

## **Luzerne**

In den Hauptanbaugebieten der Luzerne reicht meistens eine Getreidedeckfrucht zur Bestandesetablierung aus. Gute Vorfrüchte bei Sommerblanksaat: Winter- und Sommergerste, Winterroggen, Winterraps und Frühkartoffeln. Stallmistgedüngte Hackfrüchte sowie nicht verunkrautete und verungraste Flächen sind besonders in Grenzlagen des Luzerneanbaus günstige Vorfrüchte. In den Hauptanbaugebieten wird dagegen der Vorfruchtwert der Hackfrüchte nicht gut ausgenutzt, da Luzerne hierauf dann nicht angewiesen ist.

## **Rotklee (und andere Kleearten)**

Rotklee steht meistens nach Getreide und vor Getreide. Getreidearten können als Vorfrüchte für Rotklee dienen, wenn die Ansaat bei ausreichenden Wasserverhältnissen bis zum 10. August erfolgt (sicher bei Wintergerste und Futterroggen). Mais ist auch als günstige Vorfrucht einzustufen. Untersaaten unter Grünhafer und Futterroggen ist auch gut, oder Blanksaat nach Futterroggen. Hackfrüchte sollten als Vorkulturen dann unterbleiben, wenn ein zu lockeres Saatbett die Folge ist und deshalb Ansaaten nicht gut gelingen. In Grenzlagen sollte jedoch eine mit Stallmist gedüngte Hackfrucht nicht weit entfernt in die Fruchtfolge eingegliedert werden: z. B. Futterrüben – Sommergerste mit Rotkleeuntersaat – Winterweizen oder Kartoffeln.

Nach Bohnen-, Erbsen-, Wicken- oder Serradella-Vorfrüchten sollte Rotklee generell nicht als Nachfrucht zur Ansaat kommen, selbst wenn die genannten Früchte als Vor-Vorfrüchte angebaut worden sind. Erbsen und Rotklee sollten zudem in engen Fruchtfolgen nicht vorkommen; besser sind Erbsen und Luzerne. Ein Klee gras kann gut als Untersaat einer Getreideart etabliert werden, die ihrerseits nach einer organisch gedüngten Hackfrucht steht.

## **Gräser**

Ackergräser haben keine besonderen Ansprüche an die Vorfrüchte. Wegen deren hohen Nährstoffbedürfnissen sind auch Leguminosen oder mit Stallmist gedüngte Vorfrüchte zu empfehlen. Eine günstige Deckfruchtwahl bei Untersaaten und optimale Saatzeiten bei Blanksaaten im Sommer sind von Bedeutung. Gut geeignet sind Grasuntersaaten in Winter- und Sommergerste und Winterroggen. Auch Einsaaten in Futterroggen oder in Leguminosen-Grünfütter sind möglich. In feuchten Gebieten mit Neigung zur Verunkrautung (Quecken) sind gut gepflegte und gedüngte Hackfrüchte von Vorteil. Auf einen Wechsel zwischen Leguminosen, Gramineen und Hackfrüchten ist wegen der Gefahr der Verbreitung von Wurzelunkräutern zu achten.

## **Nachfrüchte**

Die günstige Vorfruchtwirkung von mehrjährigen Luzerne- und Rotkleebeständen erstreckt sich mindestens bis zur 3. Nachfrucht, von ein- bis überjährigen Beständen bis zur 2. Nachfrucht. Klee- und Luzerne- bzw. Leguminosengras-Bestände folgen in der Regel nach Getreide und stehen vor Getreide (Winterweizen), Hackfrüchten inklusive Mais und Raps (siehe Abb. 9).

## **Luzerne**

Nach Luzerne eignet sich besonders der Anbau von Hackfrüchten. Aus älteren Erfahrungen (SIMON, 1956) können Kartoffeln bis zu 34 % Mehrerträge nach Luzerne bringen als eine Getreidenachfrucht. In genügend feuchten Lagen (über 550 mm Niederschlag) sind auch Getreidearten wie W.-Weizen und Hafer als Nachfrüchte vorteilhaft.

Auch Raps ist als günstige Nachfrucht für Luzerne anzusehen, aber wegen großer Probleme beim Umbruch im Sommer (trockener, verhärteter Boden) ist oft folgende Variante besser geeignet: Nach Luzerne erfolgt ein Anbau von Frühkartoffeln, denen dann der Raps folgen kann. Klee ist als Vorfrucht für Raps oft günstiger einzuschätzen, da er eher in feuchteren Lagen angebaut wird, in denen der Boden dann im Sommer nicht so stark austrocknet.

Auch der Anbau von Mais ist besonders nach zweijährigem Luzerne- oder Luzernegras-Anbau wegen verbesserter Bodenstruktur und verringerten Krankheiten und Schädlingen als günstig anzusehen. Dagegen ist der Anbau von Futter- und Zuckerrüben günstiger nach Getreidearten, ungünstiger nach Luzerne und Klee einzugliedern. Wegen der unverrotteten Wurzelrückstände ist die Saatbettbereitung erschwert, Beinigkeit und erhöhte Alpha-Amino-N-Gehalte sind für Zuckerrüben die Folge. In Gebieten mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit ist der Anbau von Wintergetreidearten an Stelle von Sommerkulturen nach Luzerne besser geeignet, da sie die Herbst- und Winterniederschläge dann direkt nutzen können. Braugerste ist auch ungünstig nach Luzerne anzubauen, die erhöhten Gehalte an Rohprotein können die Brauqualität negativ beeinflussen.

## **Rotklee**

Gute Nachfrüchte für Rotkleeulturen sind Kartoffeln, Mais, Winterweizen und Hafer. In Trockenlagen besteht aber ein hoher Wasserentzug. Wegen Ertragsschwankungen und Rostbefall sollte ein Winterweizen-

nachbau dann unterbleiben. Nach dem Anbau von Klee gras mit zwei Überwinterungen ist Winterraps gut in die Fruchtfolge einzufügen.

Zuckerrüben sollten wegen erhöhter Alpha-Amino-N-Gehalte und geringerer Zuckerausbeute nicht direkt nachgebaut werden. Besonders reine Kleebestände sollten auch nicht vor Braugerste stehen, wegen erhöhter Gehalte an Rohprotein in den Körnern.

### **Gräser**

Gute Nachfrüchte von Ackergräsern sind Mais, Körnerleguminosen und So.-Getreidearten. Bei Grasvorfrüchten (auch zur Samenproduktion) müssen die weiten C/N-Verhältnisse und hohen Mengen an Ernte- und Wurzelrückstände sowie die starke Bodenaustrocknung beachtet werden. Daher sind beim Anbau der Nachfrüchte Düngungsmaßnahmen, die viel Stickstoff liefern, erforderlich. Dieser Stickstoff wird bei der Umsetzung der Ernterückstände des Grases verbraucht. Ohne Düngung können besonders bei nährstoffbedürftigen Nachfrüchten (Raps, Weizen, Hafer, Gerste, Rüben, Kartoffeln) z. T. deutliche Mindererträge auftreten.

### **Rüben, Mais**

Rüben sind wertvolle Vorfrüchte für Getreide und sie sind geeignet als Gesundungsfrucht gegen Fußkrankheiten der Getreidearten. Winterweizen kann nach Futterrüben folgen, da sie eher als Zuckerrüben geerntet werden. Ideal ist es auch, die Ackerbohne vor Futterrüben anzubauen. Kreuzblütler sind Wirtspflanzen der Rübennematoden, daher muss eine 5-jährige Anbaupause vor Futterrüben eingehalten werden. Wirtspflanzen: Futter- und Zuckerrüben, Rote Bete, Mangold, Spinat, Gartenkresse, Brassica-Arten auch als Zwischenfrüchte (außer nematodenresistente Sorten).

### **Fruchtfolge-Beispiele**

Eine Zusammenstellung ausgewählter Fruchtfolgebeispiele für bestimmte Klimlagen, Bodenarten und Betriebstypen ist im Anhang aufgeführt (siehe Tab. A1 – A7).

## **Einjähriger Futterbau inclusive Zweitfruchtfutterbau**

### **Zweitfrucht-Futterbau**

Der Zweitfruchtfutterbau ist oft durch eine Aufeinanderfolge von Futterpflanzen gekennzeichnet. Diese Form kann den Winterzwischenfrüchten folgen, aber auch nach Frühkartoffeln oder unzureichendem Gelingen der Vorkulturen angelegt werden. In Betrieben mit hohem Viehbesatz und knappen Flächen dient der Zweitfrucht-Futterbau der Steigerung der Flächenproduktivität und Futterbereitstellung. Ende Mai bis Anfang Juni erfolgt nach der Ernte der Zwischenfrüchte die Ansaat der Zweitkultur. Vorkulturen für den frühen Anbau können aus Winterzwischenfrüchten, wie Rübsen, Raps, Futterroggen, Landsberger Gemenge oder Wickroggen bestehen. Als Vorkulturen für eine spätere Aussaat eignen sich Frühkartoffeln oder Welsches Weidelgras (2 Nutzungen im Frühjahr). Der Erntetermin der Vorkulturen liegt dann Ende Juni bis Anfang Juli. Für den späten Anbau eignen sich Zwischenfrüchte als Zweitfrüchte.

Für den Zweitfrucht-Futterbau sind ca. 140 Wachstumstage notwendig. Die Arten stellen hohe Anforderungen an die Wasser- und Nährstoffversorgung damit zufrieden stellende Erträge mit ausreichender Qualität erreicht werden können. Daher sind nur Standorte mit besonderen Eigenschaften geeignet:

- gut befahrbare und bearbeitbare Böden
- hohe Speicherkapazität für Wasser bzw. ausreichende Niederschläge.

Artengemenge von Gräsern und Leguminosen erzielen um 10 % höhere Erträge als Reinsaaten, da sie auf die verschiedenen Umweltbedingungen flexibler reagieren können. Kulturarten des Zweitfruchtfutterbaus sind bei:

- früher Aussaat bis Ende Mai:
  - Gemenge aus Erbsen, Wicken, Bohnen
  - Silomais (Grünmais)
  - Einjähriges Weidelgras
  - Grünhafer
  - Sorghum-Sudangras
  - Futterkohl, Markstammkohl
  - Kohlrübe, Steckrübe, gepflanzt
- später Aussaat bis Ende Juni:
  - Grünmais
  - Sonnenblumen
  - Markstammkohl.

### **Ein- bis überjähriger Futterbau**

Besonders hohe Anforderungen werden an den einjährigen und überjährigen Futterbau gestellt, daher ist mindestens eine ganze Vegetationsperiode für ein gutes Gelingen erforderlich. Beim einjährigen Anbau ist eine gute Kältetoleranz während der Jugendentwicklung für die Ertragsfähigkeit wichtig. Beim überjährigen Anbau ist eine hohe Winterhärte der Arten für die Auswahl entscheidend, darüber hinaus auch eine frühe Jugendentwicklung und ein hohes Regenerationsvermögen. Beweidungsfähigkeit steht dagegen beim überjährigen Anbau nicht so im Vordergrund, eher die Schnittverträglichkeit, da der Anbau überwiegend für die Gewinnung von Winterfutter dient. Günstig ist daher auch die Durchführung einer Sommerblanksaat mit anschließender einjähriger Hauptnutzung im nächsten Jahr anzusehen.

In Gebieten, in denen der Stoppelfruchtanbau oft bereits nicht mehr möglich ist, weil die Vegetationsperiode zu kurz ist (Mittelgebirgsraum), sind Untersaaten vielleicht eine Alternative. Diese Ansaatform kann für den überjährigen und mehrjährigen Feldfutterbau angewendet werden. Untersaaten benötigen allerdings einen zusätzlichen Wasservorrat von 40 – 120 mm. Im Mittelgebirgsraum ist die Wasserversorgung meistens gewährleistet. In Trockenlagen ist dagegen Vorsicht geboten.

In feuchteren Lagen und auf leichteren Böden sind Untersaaten sehr günstig, auch bei Nutzung zur Gründüngung. Auf diesen Böden werden die Sommer- und Herbstniederschläge dann besser ausgenutzt, da sie sonst ungenutzt versickern und zudem zur Nährstoffverlagerung beitragen können. Auf schwereren Böden kann der Boden dagegen eine größere Menge Wasser für die Nachfrüchte speichern. Kulturarten des einjährigen Hauptfrucht-Futterbaus können der Tabelle 20 entnommen werden.

Tabelle 20: Kulturarten für den Hauptfruchtfutterbau

	Untersaat als Ansaatform	Hauptfruchtfutterbau		
		einjährig	überjährig	2- u. mehr-jährig
K U L T U R A R T E N	Rotklee	Perserklee	Rotklee	Rotklee
	Weißklee	Alexandrinerklee	Inkarnatklee	Luzerne
	Gelbklee	Einjähriges Weidelgras	Weißklee	Welsches Weidelgras
	Welsches Weidelgras	Welsches Weidelgras	Welsches Weidelgras	Dt. Weidelgras
	Dt. Weidelgras	Silomais	Bastard Weidelgras	Wiesenschwingel
	Bastard Weidelgras	Futterrüben		Wiesenslieschgras
	Knaulgras	Futterkohl		Knaulgras
	Wiesenschwingel Glatthafer	Kohlrübe		Glatthafer

Quelle: KLITSCH (1960)

### Mehrjähriger Futterbau und Wechselgrünland (Egartwirtschaft)

#### Mehrjähriger Feldfutterbau

Bei dieser Form wird nach unterschiedlichen Ansaatverfahren (siehe vorhergehende Kap.) eine zwei- bis mehrjährige Nutzungsphase angestrebt. Geeignete Pflanzenarten können der Tabelle 20 entnommen werden. Nachfolgende Kulturarten sind günstig zur Ansaat von mehrjährigen Grünbrachen:

- winterharte Kleearten
- auf wenig Massenwuchs gezüchtete Arten von Deutschem Weidelgras, Rotschwingel und Wiesenrispe.

Die genutzten mehrjährigen Pflanzenarten müssen nachfolgende Eigenschaften aufweisen:

- hohe Ausdauer und Konkurrenzkraft

- hohe Winterhärte
- gute Schnitt- und Weidefähigkeit
- rasches Regenerationsvermögen nach jeder Nutzung.

Sind Rotklee grasbestände mit zwei Überwinterungen geplant, so sollten mittelspäte bis späte Rotklee- und Weidelgrassorten verwendet werden. In Trockengebieten (unter 550 mm Niederschlag) ist eine Luzerneansaat sicherer als Rotklee oder Gras. Luzerne erreicht aber hier auch nicht mehr ihr Leistungsoptimum. Daher sollte ein Mischanbau mit Kleearten und Gräsern erfolgen.

Je schwerer und fruchtbarer die Böden sind und je trockener die Klimlage ist, umso höher sollte der Leguminosenanteil im Gemenge sein. Mehrere Leguminosenarten erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass im Verlauf der Schnitte im Vegetationsverlauf der Leguminosenanteil nicht deutlich abnimmt. Eine Beimischung eines geringen Grasanteils erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass im Verlauf der Kleeabnahme die Lücken nicht durch Unkräuter und Ungräser besetzt werden, sondern durch das angesäte Gras. Höchste Erträge werden in Lagen mit weniger Niederschlägen durch Einsaat eines geringen Grasanteils erzielt (10 – 15 % Grasanteil in der Mischung). Bei höheren Grasanteilen fällt der Ertrag dann unter den der Leguminosenreinsaat ab, weil Gräser in Trockenlagen dann besonders zurück bleiben. Auf leichteren Böden und in feuchteren Lagen können die Grasanteile höher sein (SIMON, 1956).

Ein Umbruch sollte auch dann schon eingeplant und durchgeführt werden, obwohl der Bestand noch voll ertragsfähig ist. Zu diesem Zeitpunkt hat er noch eine gute Vorfruchtwirkung, während ein Umbruch bereits lückiger Bestände dann sowohl niedrigere Erträge als auch eine geringere Vorfruchtwirkung aufweisen. Auch die symbiotische N-Bindung nimmt bei zu alten Beständen bereits erheblich ab. Bei langer Nutzung ist eine optimale Technik erforderlich. So darf der Bestand nicht bei zu feuchtem Wetter befahren werden, es ist generell bodendruckreduzierende Bereifung erforderlich.

Bis zum 3. Nutzungsjahr erfolgt in Klee grasbeständen noch eine Zunahme der Wurzelmassen. Erst danach erfolgt eine Art Selbstaufflockerung durch einen stärkeren Wurzelabbau ohne wesentlichen Wurzelzuwachs (SIMON, 1956). Daher sollten vor diesem Zeitpunkt bereits Klee grasbestände wieder umgebrochen werden (2 – 3 Nutzungsjahre). Eine mehr als 2-jährige Nutzung ist daher oft nicht mehr sinn-

voll und kann als Luxusfolge angesehen werden, weil auf eine optimal mögliche Fruchtfolgewirkung verzichtet wird. Eine zusätzliche bodenverbessernde Wirkung ist dann ebenfalls nicht mehr gegeben. Diese Folgen haben nur Sinn auf bestimmten Randlagen.

Auch bei betontem Anbau von Ackergras ist im Verlauf der Anbaujahre ein typischer Abfall der Erträge zu beobachten: von ca. 100 dt TM im ersten Jahr erfolgt ein stetiger Abfall auf 65 – 70 dt/ha nach 7 – 10 Jahren (Hungerjahre). Daher ist auch bei Ackergras eine längere Nutzung als 1 – 3 Jahre nicht sinnvoll (LÜDDECKE et al., 1990). Bei Luzerne werden meistens im ersten Hauptnutzungsjahr die höchsten Erträge erzielt. Danach fallen sie langsam ab, verbunden oft mit einem Lückigwerden des Bestandes. Sehr frühe 1. Nutzungen sind bei Luzerne, Rotklee und Perserklee möglich. Allerdings sind die Schnitte sehr rohproteinreich und rohfasernarm. Früher Schnitt fördert die Leguminosen, ein später Schnitt eher die Gräser.

### **Wechselgrünland (Egartwirtschaft)**

Hierbei unterscheidet man Formen des Wechselgrünlandes der graswüchsigen und humiden Küstenregionen, der humiden höheren Zonen des Mittelgebirges und des Voralpenraumes. Alle Formen sind besonders in viehrefeichen Gebieten mit großem Futterbedarf sowie in ackerbaulich gefährdeten Regionen beheimatet. Für den Mittelgebirgsraum haben diese Formen allerdings kaum Bedeutung. Beim Wechselgrünland wird das natürliche Grasland einige Jahre durch Ackerbau genutzt, bis die Erträge erschöpft sind. Früher wurden danach die Flächen einer Selbstbegrasung überlassen, bis sie später nach unregelmäßigen Abständen erneut einer Nutzung zugeführt wurden.

Bei den im Alpenraum üblichen Formen des Wechselgrünlandes wird entweder eine einjährige ackerbauliche Nutzung zwischen einer 4 – 6jährigen Grünlandnutzung nach Selbstbegrasung eingeschoben, oder es erfolgt eine dreifeldrige ackerbauliche Nutzung zwischen einer 8 – 10jährigen Grünlandnutzung. Nach dem Grünlandumbruch folgt eine Ackerbausequenz mit Kartoffeln, So.-Gerste und So.-Roggen. Der Anbau von Winterungen ist wegen der Höhenlage nicht mehr geeignet (VOIGTLÄNDER & JACOB, 1987).

## **2.6 Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Aussaat und Pflege**

Der vorhandene Artenreichtum der Kulturpflanzen im Feldfutterbau verlangt eine höchst unterschiedliche und teilweise ausgefeilte Ackerbaustrategie. So geben die unterschiedlichen Aussaattermine als auch die Größenunterschiede des Saatgutes die Anforderungen für die Bestelltechnik vor. Aufgrund des hohen Anbauumfanges an feinkörnigen Leguminosen und Gräsern stehen Fragen der optimalen Bodenbearbeitung für feinsamige Kulturarten im Vordergrund.

### **Bodenbearbeitung**

Für den Einsatz des Pfluges als Grundbodenbearbeitungsgerät spricht die Anforderung an ein blankes, abgesetztes und feinkrümeliges Saatbett. Da in den nördlichen Landesteilen Sachsens vor allem im Sommer nach der Ernte mit Wasserknappheit gerechnet werden muss, sollte ein umgehender Stoppelsturz erfolgen. Dadurch wird die Wasserverdunstung verringert. Eine flache Saatfurche mit Packer sowie das Anwalzen der Saat erhöhen die Entwicklungschancen einer Aussaat wesentlich. Mit der Pflugfurche wird auch der Durchwuchs der besonders konkurrenzkräftigen Getreidearten verhindert.

Wesentliche Entscheidungen beim Pflügen betreffen den Zeitpunkt der Arbeitsausführung und die Arbeitstiefe. Als Bearbeitungszeitpunkte kommen in der Regel Termine im späten Herbst für die raue Winterfurche sowie im Frühjahr und Sommer für die flachere Saatfurche in Frage. Für schwere Böden scheidet der Frühjahrsstermin aus, weil zu diesem Zeitpunkt die hohe Bodenfeuchtigkeit zu einer starken Verklumpung des Bodens führt. Die Grenze der Bodenart für eine Frühjahrsbearbeitung muss individuell am Ackerstandort gefunden werden. In einem Dauerversuch konnte ein Lehmboden aus Löss (68 Bodenkpunkte, Typ: Parabraunerde-Staugley) ohne Nachteile für die Ertragsfähigkeit bei Getreidearten, Kartoffeln, Mais und Körnerleguminosen auch noch im Frühjahr gepflügt werden. Allerdings entstand unter diesen Bedingungen mehr Aufwand für die Saatbettbereitung. Saaten mit geringer TKM wurden unter diesen Bedingungen allerdings nicht geprüft. Auf sandigen Böden verspricht die Frühjahrsfurche sogar Vorteile für die Ernteergebnisse. Die Acker-Kratzdistel, eine schwierig zu regulierende Unkrautart, erscheint nach der Bodenbearbeitung im Frühjahr später an der Bodenoberfläche als nach einer Herbstfurche. Die Kulturpflanzen verfügen damit über einen Entwicklungsvorsprung.

Differenzierungen in der Keimungsrate von einjährigen Unkräutern konnten auf zwei verschiedenen Bodenarten (Löss und anlehmiger Sand) in Sachsen dagegen nicht nachgewiesen werden. Auf schweren Böden wird die Herbstfurche gegenüber der Frühjahrsfurche bevorzugt, um durch die Frostgare auf jeden Fall günstige Aussaatbedingungen auch für flache Saaten von Feldfutterkulturen zu schaffen. Im Weiteren bestimmen Fruchtfolge und Kulturarten die Aussaattermine und somit den Zeitpunkt der Bodenbearbeitung.

Die Arbeitstiefe beim Pflügen ergibt keine grundsätzlichen Unterschiede im Ertrag zwischen flacheren (15 cm) und tieferen (22 bis >25 cm) Furchen, solange der Unkrautbesatz auf einem einheitlichen Niveau bleibt. Versuche hierzu wurden in Sachsen auf Verwitterungs- (konventioneller Anbau), Löss- und Geschiebeböden (ökologischer Landbau) durchgeführt.

Die Gerätekombination Pflug plus Keilringpacker hat sich zur Herstellung einer Saatsfurche in der Praxis bewährt. Dies gilt für die kurzfristige Vorbereitung von Saaten in jeder Jahreszeit. In dieser Gerätezusammenstellung erfolgt erstens die notwendige Rückverdichtung (Krumenschluss) des lockeren Bodens und zweitens werden im gleichen Arbeitsgang größere Schollen oder Erdklumpen zerkleinert. Wenige Stunden später, wenn die Austrocknung der Bodenoberfläche vorangeschritten ist, kann mit einer Saatsbett-Walzenkombination der Effekt des Packers nicht mehr nachgeholt werden. Die Bodenoberfläche bleibt dann rauer.

Bei trockenen Bodenverhältnissen oder auf schweren Böden kann ein feines Saatsbett auch mit zapfwellengetriebenen Geräten in einem Arbeitsgang bereitet werden. Dazu werden verbreitete Kreiseleggen eingesetzt.

Falls ein besonders feines Saatsbett, z. B. für Futterrüben, angelegt werden soll, wird dies durch Schleppen der Bodenoberfläche erreicht. Beim Schleppen wird eine glatte, ebene Bodenoberfläche geschaffen. Viele klumpige Bodenaggregate werden dabei zerrieben. Die verbliebenen größeren Anteile werden gleichzeitig in den Boden eingedrückt und in feineres Material eingebettet, so dass deren Austrocknung verhindert wird. Die Entwicklung der Bodengare kann somit weiter zunehmen.

Untersaaten verlangen nur einen geringen Aufwand für die Bodenbearbeitung. Sie kann entweder entfallen, weil der Boden noch ausrei-

chend locker für eine flache Aussaat von Gräsern oder kleinkörnigen Leguminosen ist. Der Boden kann aber auch mit einer leichten Saat-egge oder dem Striegel flach bearbeitet werden, wobei 1 -2 cm lockeres Bodenmaterial ausreichend ist. Auf leichteren Böden sind allein die Schare der Drillmaschine bei der Aussaat und die nachlaufenden Striegelzinken in der Lage, eine ausreichende Bodenbearbeitung für Untersaaten zu gewähren. Das Walzen nach der Saat verbessert den Bodenanschluss des Saatgutes und sichert einen gleichmäßigen Aufgang.

Während bisher die obligatorische Verwendung des Pfluges die Grundbodenbearbeitung prägte, kann nun auch die pfluglose Bodenbearbeitung in Erwägung gezogen werden. Die Voraussetzungen dafür erscheinen im Feldfutterbau günstig. In Sachsen werden derzeit im ökologischen Landbau etwa 10 % der Ackerflächen ohne den Pflug bestellt. Bei dauerhaftem Pflugverzicht muss nach vorliegenden Versuchsergebnissen innerhalb einer Fruchtfolge mit geringeren Erträgen von Körnerfrüchten im Umfang von 5 – 10 % gerechnet werden, dies trifft auch für die Sprossmasse (Ganzpflanzensilage) zu. Vor allem das verstärkte Unkrautwachstum, insbesondere von Gräsern, stellt einen wichtigen Konkurrenzfaktor für die Kulturen dar. Weniger gravierend ist der einmalige Verzicht auf den Pflug in der Fruchtfolge. Der Einsatz des Pfluges empfiehlt sich besonders nach dem Anbau von Gräsern und zwischen verschiedenen Getreidearten sowie allgemein bei starkem Unkrautdruck (HAMPL, 2005; KAINZ et al., 2005).

Durch die bei pflugloser Bearbeitung auf der Oberfläche des Bodens verbleibende Mulchauflage können die folgenden Arbeitsgänge behindert werden. So entstehen Schwierigkeiten bei der Saat mit Schleppscharen. Weiterhin muss mit Störungen beim Striegeln und Hacken durch grobes organisches Material gerechnet werden. Wenig störanfällige Geräte zur mechanischen Unkrautregulierung sind die Rollhacke und die Zinkenrotorhacke mit Bodenantrieb. Die Art der Bodenbearbeitung wird auch durch das Verfahren der Feldfutterbergung vorbestimmt. Bei einer Bodentrocknung der Futterpflanzen können Stoppeln und Strohreste vorausgehender Kulturen die Futterqualität stark beeinträchtigen.

Die Mulchauflage lässt sich über die Arbeitstiefe und vor allem durch die Anzahl der Arbeitsgänge bei der Stoppelbearbeitung an die Erfordernisse der Aussaat und Pflege anpassen. Zusätzlich kann mit speziellen Pflugformen (z. B. Zweischichtenpflug) sehr flach gearbeitet

werden (5 – 10 cm), so dass auch beim Pflugeinsatz eine gewisse Mulchauflage erhalten bleibt.

### **Saatbettbereitung und Aussaat**

Die sicherste Aussaat der Feldfutterpflanzen wird mit der Drillmaschine erreicht. Eine zusätzliche Ausrüstung mit Scheibenscharen ermöglicht einen Einsatz auch bei Mulchsaaten. In der Praxis hat sich ebenso der Schleuderstreuer zur Aussaat von Getreide und Körnerleguminosen in Zwischenfrucht- und Hauptfruchtstellung oder zur Anlage von Untersaaten durchgesetzt. Die Einarbeitung des Saatgutes erfolgt dann mit einem weiteren Arbeitsgang. Beim Einsatz des Schleuderstreuers muss mit einem erhöhten Saatgutverbrauch von 30 % gerechnet werden.

Klearten, Luzerne und Gräser kennzeichnen sich durch eine langsame Jugendentwicklung und sind so durch Ausfälle bei der Bestandesetablierung durch Austrocknung des Saatbettes und durch Konkurrenz von Unkräutern bedroht. Auch die Verschlammung der Bodenoberfläche kann zu drastischen Pflanzenverlusten während der Keimung führen. Um diesen Problemen zu begegnen, werden häufig Deckfrüchte, meist in Form von Getreide, oft Hafer, zur Bestandesetablierung gleichzeitig ausgesät. Diese Deckfrüchte entwickeln schnell größere Sprossmassen, bieten den Feldfutterpflanzen Schutz vor Schlagregen und Unkräutern und verbessern die Ertragsleistung im Ansatzzeitraum insgesamt.

Falls die Deckfrüchte bis zur Druschreife geführt werden, spricht man von Untersaaten der Feldfutterpflanzen. Damit wird eine deutlich verzögerte Sprossentwicklung des Feldfutters zu Gunsten der Hauptfrucht in Kauf genommen. Als Untersaat eignen sich eher niedrig wachsende Kulturen, insbesondere Weißklee. Mit zunehmender Sprosslänge der Untersaaten steigt die Gefahr des Durchwachsens bis auf Schnitthöhe der Erntemaschinen, so dass bedeutende Ernterschwernisse auftreten, z. B. bei Rotklee. Untersaaten werden im Frühjahr in die verschiedenen Getreidearten aussäen. Der Zeitraum der Bestockung des Getreides bietet eine gute zeitliche Orientierung. In der Praxis erweisen sich Untersaaten oft als unsicher, weil sich die Deckfrüchte zu üppig entwickeln und damit die untergesäten Pflanzen aus Licht- oder Wassermangel absterben. Zudem vermindern die

Stoppeln der Hauptfrucht die Qualität des frischen Schnittgutes. Aussaaten ohne Deckfrüchte werden als Blanksaaten bezeichnet.

Die Aussaat von feinen Sämereien bedarf einer präzisen Bodenvorbereitung, um eine gleichmäßige Keimung zu erreichen. Dabei kann das Walzen zum entscheidenden Arbeitsgang werden. Je nach Rauheit des Saathorizontes können die verschiedenen Walzentypen ein- oder mehrmalig zum Einsatz kommen. Damit wird die Feinheit des Saatbettes eingestellt und die Bodenoberfläche für nachfolgende Mäharbeiten geebnet. Außerdem werden Steine in den Boden gedrückt, um sie aus dem Arbeitsbereich der Mähwerkzeuge zu entfernen. Mit der Variation der Arbeitsgeschwindigkeit lässt sich die Wirkung der Walze auf das Bodengefüge steuern, langsames Fahren bei Schrittgeschwindigkeit erhöht die Wirkung. Dabei zeigen die verschiedenen Walzentypen Eigenschaften mit folgenden Schwerpunkten:

- Ringelwalzen fördern den kapillaren Wasseraufstieg in die oberste Bodenschicht und damit auch die Wasserverdunstung
- Stern- oder Prismenwalzen zerdrücken grobe Kluten und erreichen eine tiefere Rückverfestigung bei gelockertem Boden
- Cambridgewalzen eignen sich zum Krustenbrechen und zur Bodenverfestigung an der Oberfläche
- Crosskillwalzen finden ihren Einsatz beim Zerkleinern grobscholligen Bodens
- Glattwalzen schaffen eine glatte, ebene Bodenoberfläche.

Gemäß dem Sprichwort „Man soll den Acker nicht im Walzenstrich liegen lassen“ bietet es sich an, bei feinkörnigen Sämereien den letzten Walzenstrich vor der Aussaat oder bei tieferer Saat nach dem Walzen einen Striegeldurchgang auszuführen. Durch diese Arbeitsgänge werden eine erhöhte Wasserverdunstung, eine leichte Bodenverschlammung und eine erhöhte Unkrautkeimung verhindert.

## **Pflege**

Die Pflege von wachsenden Feldfutterbeständen beschränkt sich weitestgehend auf die Unkrautregulierung. In jedem Fall ist durch einen hohen Unkrautbesatz ein verminderter Futterwert zu erwarten. Die erforderliche Intensität dieser Maßnahme ist stark von der Kulturart abhängig und findet im Futterrübenanbau ihre zeitintensivste Aus-

prägung durch umfangreiche Handarbeit. Zu den stark pflegebedürftigen Kulturen gehört auch der Silomais. Durch eine durchgängig mechanische Unkrautregulierung kann jedoch der Aufwand gering gehalten werden. Mehrschnittige Pflanzenarten können über Schröpfungsschnitte relativ einfach von zu großer Unkrautkonkurrenz befreit werden. Bei Getreidearten genügen oft vorbeugende Maßnahmen im Zuge von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung zur Unterdrückung von unerwünschten Wildpflanzen.

## 2.7 Krankheiten und Schädlinge

Bei den kleinkörnigen Leguminosen und Gräsern können vor allem fruchtfolgeabhängige Krankheiten und Schädlinge eine Rolle spielen. Im Rotkleeanbau sind der Kleekebs, Stängelbrenner und das Stängelälchen die wirtschaftlich wichtigsten Krankheiten. Beim Luzerneanbau können diese Krankheiten als Wurzelkebs der Luzerne und das Luzerneälchen auftreten. Daneben kann auch die Welkekrankheit der Luzerne stärker von Bedeutung sein. Blattrandkäfer treten bei den kleinkörnigen und großkörnigen Leguminosen auf und es ist auf einen räumlich getrennten Anbau beider Artengruppen zu achten. Nähere Informationen können aus der Tabelle 21 entnommen werden.

Weitere Informationen zu den Krankheiten und Schädlingen der anderen Futterpflanzen sind in den Broschüren der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft über den Anbau von Körnerleguminosen, Mais, Zuckerrüben und Getreide im ökologischen Landbau enthalten. Zum allgemeinen Schutz können folgende vorbeugende Maßnahmen angewendet werden:

- vielseitige Fruchtfolgen
- striktes Einhalten der Anbaupausen
- Gras–Leguminosen–Gemische können in der Fruchtfolge enger gestellt werden als Leguminosenreinbestände
- als Zwischenfrüchte keine Leguminosen verwenden, die auch als Hauptfrucht angebaut werden
- nach dem Anbau von grobkörnigen Leguminosen keine kleinkörnigen Leguminosen folgen lassen
- Sortenresistenzen und –toleranzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen nutzen ([www.bundessortenamt.de](http://www.bundessortenamt.de))

Tabelle 21: Krankheiten und Schädlinge von Rotklee, Luzerne und Gräsern

Rotklee		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
<b>Kleekrebs</b> ( <i>Sclerotinia trifoliorum</i> )	nesterweise braune Fleckenbildung mit weißem Pilzmycel auf den Blättern, später am Wurzelhals und am Spross Fäulnisercheinungen, im abgestorbenen Gewebe entwickeln sich schwarze, rundliche 2 - 5 mm große Sklerotien (Dauersporen), diese sind bis zu 7 - 8 Jahre und länger im Boden lebensfähig	Gefahr in zu engen Fruchtfolgen <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anbaupausen einhalten (auch zu anfälligen anderen Leguminosen wie Inkarnatklee und Luzerne, Zwischenfrüchte beachten!) bei Rotkleereinsaat: 7 Jahre bei Rotklee gras: 4 Jahre</li> <li>➤ Sortenwahl, tetraploide resistente Sorten verwenden</li> <li>➤ Neuansaat mit genügend Abstand zu befallenen Flächen</li> <li>➤ schwere Walze im Herbst, da Förderung von Krebs durch lockeren Boden</li> </ul>
<b>Klappenschorf</b> ( <i>Pseudopeziza trifolii</i> )	braune, rundliche Flecke mit scharfer Abgrenzung vom grünen Gewebe, bei starkem Befall werden die Blätter gelb und fallen ab	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ rechtzeitiger oder vorverlegter vorletzter oder letzter Schnitt</li> <li>➤ Sortenwahl</li> </ul>
<b>Stängelbrenner-Krankheit</b> ( <i>Kabatiella caulivora</i> )	Welke- und Absterbererscheinungen, häufig im 2. und 3. Aufwuchs, kleine runde Flecke auf den Blättern, Verfärbung können Stängel umfassen, Blattstiele und Stängel hängen herab, typische Art eines Krumstabes	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Befallene Bestände sollten abgemäht und verfüttert werden</li> <li>➤ Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> <li>➤ Sortenwechsel</li> </ul>

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Rotklee		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Echter Mehltau ( <i>Erysiphe trifolii</i> )	grauweißer Belag auf der oberen Blattseite, später vergilben u. verdorren der Blätter	➤ keine Vorbeugungsmaßnahmen bekannt
Stock- u. Stängelälchen ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> )	Wuchsdepressionen, zwiebelartige Anschwellung an der Stängelbasis, verdickte Blattstiele, verstärkte Bestockung, Gallenbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ weit gestellte Fruchtfolge</li> <li>➤ Verhinderung der Verschleppung durch befallenes Pflanzenmaterial</li> <li>➤ Anbau anderer Pflanzenarten</li> </ul>
Blattrandkäfer ( <i>Sitona</i> Arten)	Fraßschäden an den Blättern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ räumlich getrennter Anbau von Hülsenfrüchten und kleeartigen Leguminosen</li> <li>➤ Jugendentwicklung der Pflanzen fördern</li> </ul>
Luzerne		
Kleekrebs ( <i>Sclerotinia trifoliorum</i> )	analog der Schadwirkung beim Rotklee	Maßnahmen analog wie beim Rotklee
Welkekrankheit der Luzerne ( <i>Verticillium</i> -, <i>Fusarium</i> - u. <i>Ascochyta</i> -Pilze)	verstreut oder nesterweise Welke beginnend an den unteren Blättern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ gesundes Saatgut verwenden</li> <li>➤ Sortenwahl</li> <li>➤ weite Fruchtfolgegestaltung</li> <li>➤ rechtzeitige Mahd der Bestände</li> </ul>
Luzernerüssler ( <i>Otiorynchus ligustici</i> )	Käfer frisst an den Blättern, Larven fressen an den Wurzeln, was zu Welkeerscheinungen und Vergilbungen führt	➤ kurze Nutzungsdauer und räumlich getrennter Anbau
Luzerneblattnager ( <i>Phytonomus posticus</i> )	Junglarven fressen an den Blattknospen, Altlarven verursachen Fenster- und Lochfraß	➤ Vorverlegung des 1. Schnittes

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Luzerne		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
<b>Blattrandkäfer</b> ( <i>Sitona</i> -Arten)	Fraßschäden an den Blättern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ räumlich getrennter Anbau von Hülsenfrüchten und kleeartigen Leguminosen</li> <li>➤ Jugendentwicklung der Pflanzen fördern</li> </ul>
<b>Luzerneälchen</b> ( <i>Ditylenchus medicaginis</i> )	nesterweise Wuchsdpressionen, zwiebelartige Anschwellung am Stängel, Gallbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen)</li> </ul> <p>Tritt das Zystenälchen auf, dürfen keine anderen Leguminosen angebaut werden.</p>
Gräser		
<b>Schneeschimme</b> ( <i>Microdochium nivale</i> syn. <i>Fusarium nivale</i> )	nach der Schneeschmelze auf dem toten oder stark geschädigten Pflanzmaterial typisch rosafarbener Mycelbelag, Beeinträchtigung der Futterqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ intensive Beweidung, solange es Boden oder Grasnarbe erlauben</li> <li>➤ Kurzschnitt mit anschließender Walze</li> <li>➤ im Frühjahr frühes Striegeln oder Abschleppen beschädigter Bestände</li> <li>➤ rechtzeitige Düngung u. Einsatz der schwerer Walze (sorgen für kräftige Bestockung u. zügige Entwicklung)</li> <li>➤ Sortenwahl</li> </ul>
<b>Echter Mehltau</b> ( <i>Erysiphe graminis</i> )	weiße Pusteln auf der Oberseite der Blätter, Vergilben stark erkrankter Blätter, Befall vor allem im Frühjahr und Sommer nach Trockenperioden, Beeinträchtigung der Futterqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ früher Weidebetrieb</li> <li>➤ Sortenwahl</li> </ul>

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Gräser		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Blattfleckerer-reger ( <i>Helminthosporium</i> spp.)	braune Flecke auf den Blättern manchmal durch feine braune Striche miteinander verbunden, meist Labordiagnose erforderlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ eine Bodenverdichtung vermeiden</li> <li>➤ Sortenwahl</li> </ul>
Fußkrankheiten ( <i>Ophiobolus graminis</i> )	Schwarzfärbung und Vermorschung der Wurzel	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rückschnitt mehrjähriger Gräser im Herbst</li> <li>➤ optimale P-Versorgung</li> </ul>
Rostkrankheiten ( <i>Puccinia coronata</i> , <i>Puccinia graminis</i> )	Qualitätsminderung des Grünfutters, stark befallenes Grünfutter sollte nur in kleinen Mengen verabreicht werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sortenwahl</li> <li>➤ Stressbedingungen durch z.B. Nährstoffmangel (vor allem Kalium) ausschließen</li> <li>➤ überständige Grünlandnarben vor allem im Spätsommer vermeiden</li> <li>➤ bei stärkerem Befall Flächen großzügig mit kurzen Fresszeiten zuteilen, verbliebene Futterreste anschließend schlegeln</li> </ul>
Grünland		
Feldmaus ( <i>Microtus arvalis</i> )	Fraß an oberirdischen Pflanzenteilen, Zerstörung der Wurzeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ausmähen horstbildender Unkräuter</li> <li>➤ Ausmähen von überständigem Bewuchs</li> <li>➤ rechtzeitige Beräumung der beernteten Flächen</li> <li>➤ Sitzstangen für Greifvögel (0,5 bis 1 je Hektar) Höhe mind. 2 m; Aufsitzholm ca. 50 cm lang; Holmdurchmesser 30 - 40 cm</li> </ul>

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Grünland		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
<p>Sumpfschna- ke, Wiesen- schnake (<i>Tipula palu- dosa</i>)</p>	<p>im Spätwinter u. im Früh- jahr nesterweise verteilte Schadstellen mit lückigem Pflanzenbestand, dicht über oder unter der Erde graue, walzenförmige, beinlose, im Frühjahr bis 4 cm große Larven, feuchte Herbstwitterung u. milde Winter fördern das Auftre- ten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kurzhalten der Narbe durch Ausmähen im Au- gust/September</li> <li>➤ Guter Bodenschluss z.B. durch Walzen herstellen</li> <li>➤ Grünlandumbruch vor Beginn der Eiablage im Au- gust</li> <li>➤ Bodenverbesserung durch Entwässerung</li> <li>➤ Befall auf Rasen lässt sich durch intensive Nutzung nachhaltig vermeiden</li> </ul>

## 2.8 Ernte, Konservierung, Futterwert und Nutzungsalternativen

### Ernte von mehrschnittigen Futterpflanzen

Die Entwicklung der mehrschnittigen Feldfutterpflanzen verläuft in einem typischen Wachstumsrhythmus (Angaben zu Getreide und Mais siehe Kap. 3.5 und 3.6). Zu Beginn des Wachstums der Pflanzen ist der Anteil der Blätter gegenüber dem Stängel relativ groß. Die Blätter enthalten leicht verfügbare Nährstoffe, Mineralstoffe und Vitamine, während in den Stängeln ein dickwandiges Gewebe gebildet wird, das aus schwer verdaulicher Rohfaser besteht.

Mit zunehmender Entwicklung nimmt der Stängelanteil zu und die Zellwände verholzen immer stärker. Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen verändern sich ebenfalls. Bei den meisten Pflanzen geschieht dies während der Blütenbildung und der Samenreife. Der Zeitpunkt der Nutzung bzw. des Schnittes entscheidet damit in hohem Maße über die Qualität des gewonnenen Futters. Den Einfluss der Rohfasergehalte auf die Milchleistung zeigt Tabelle 22.

Tabelle 22: Leistungsgrenzen in der Milcherzeugung in Abhängigkeit von der Rohfaserkonzentration im Grundfutter bei unteren Grenzen der Aufnahme von 0,40 kg bzw. 0,45 kg Rohfaser (XF) je dt Körpergewicht (M) von Rindern

Mittlerer Futterwert des Grundfutters		Grenze für			
Rohfaser (g/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)	Krafftuteraufnahme (kg/Kuh und Tag)		Milchleistung (kg/Kuh und Tag)	
		0,40 kg (XF/dt M)	0,45 kg (XF/dt M)	0,40 kg (XF/dt M)	0,45 kg (XF/dt M)
300	5,5	10,0	6,3	24	18
280	5,8	10,6	6,2	27	19
260	6,1	11,7	7,2	31	24
240	6,4	12,7	8,0	35	28
220	6,6	13,3	8,5	39	32
200	6,8	14,2	9,8	44	38

Quelle: STEINHÖFEL (2002)

Bei der Verfütterung von frischem Grünfutter im Stall kann der Nutzungszeitpunkt im Allgemeinen nicht frei gewählt werden. Die 1. Nutzung beginnt schon bei einer Wuchshöhe von 15 – 20 cm. Die Tiere erhalten damit ein sehr eiweißreiches und hochverdauliches, aber trockenmasse- und strukturarmes Futter. Deshalb muss die Futterrati-on in dieser Zeit mit anderen Futtermitteln ausgeglichen werden. Während des Schossens und mit Beginn der Blüte der Hauptbestandes-bildner tritt ein Nährstoffausgleich ein. Die verbesserte Futterstruktur kann zu einem größeren Trockenmasseverzehr führen. Futter, das noch älter geworden ist, enthält dagegen zu hohe Rohfasergehalte und die Verdaulichkeit und die Futteraufnahme sinken ab.

Wird Grünfutter für die Silage- und Heubereitung geerntet, so kann der Schnittzeitpunkt in etwa an dem Vegetationsstadium der Pflanzen ausgerichtet werden (Tab. 23). In Pflanzengemengen ist das Entwicklungsstadium des Hauptbestandesbildners heranzuziehen. Bei den Gräsern liegt der für die Verfütterung günstigste Nutzungszeitraum zwischen dem Schossen und dem Beginn des Blütenstandsschiebens. Die Leguminosen sind etwas nutzungselastischer einzustufen. So reicht beim Rotklee die zur Verfügung stehende Nutzungszeit von der Blütenknospenentwicklung bis zum Beginn bis max. Mitte der Blüte.

Tabelle 23: Vegetationsstadien und laboranalytische Kennzahlen zur Markierung des optimalen Schnittzeitpunktes von Futteraufwüchsen

Hauptbestandes-bildner	Laboranalytische Daten	Vegetationsstadium
Gräser	22 – 24 % Rohfaser i. TM 2 % Zucker i. TM 13 – 15 % Rohprotein i. TM	Schossen bis Beginn Ähren- bzw. Rispschieben
Rotklee	26 % Rohfaser i. TM 1,8 % Zucker i. TM	bis ca. 1/3 des Bestandes blüht
Luzerne	17 – 20 % Rohprotein i. TM	bis Blühbeginn
Alexandrinerklee		bis Blühbeginn
Perserklee		bis Vollblüte

Quelle: nach STEINHÖFEL (1998)

Eine weitere Methode zur Bestimmung des Schnittzeitpunktes ist die "Bierflaschenmethode" (Bierflasche = 26 cm). Nach dem Erreichen der

Wuchshöhe wird der Schnitttermin festgelegt. Bei der Orientierung am Vegetationsstadium und bei der "Bierflaschenmethode" ist aber eine abzuleitende Beziehung zum Rohfasergehalt nicht möglich.

Laboranalytische und physikalische Methoden sowie Prognosemodelle können ebenfalls genutzt werden. So werden von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Schnittzeitpunktprognosen zur Verfügung gestellt. Dieses Verfahren basiert auf Wetterdaten von Versuchsstationen (Tagesmitteltemperatur, Niederschlagsmenge, potentielle Evotranspiration, Globalstrahlung) und auf Daten von Schnittzeitpunktversuchen (Laboruntersuchungen). Es wurden 4 Referenzstandorte festgelegt:

1. Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal mit Wetterdaten von Köllitsch
2. Oberlausitz, Sächsische Schweiz mit Wetterdaten von Pommritz
3. Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland mit Wetterdaten von Christgrün
4. Erzgebirgskamm mit Wetterdaten von Lauterbach.

Im Zeitraum von Mitte April bis Mitte Mai werden aller 3 – 4 Tage Schnittzeitpunktprognosen für Wiesengras, Mähweidegras, Feldgras und Klee gras erstellt. Diese sind über mdr-Videotext, die Ämter für Landwirtschaft, die Bauernzeitung, Telefonabfragen Internet ([www.landwirtschaft.sachsen.de/lfi](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfi)) abrufbar.

## **Herstellen von Konservaten**

### **Silierung**

Das am meisten verbreitete Konservierungsverfahren ist die Bereitung von Anwelksilage. Die Vergärbarkeit hängt vom Zuckergehalt des Erntegutes und dem nach kurzer Welkezeit (1 – 2 Tage) erreichten Trockenmasseertrags ab. Eine erfolgreiche Silierung wird von folgenden Faktoren maßgeblich beeinflusst:

- Rechtzeitige Ernte (Schnittzeitpunkt)
- Geringe Schmutzanteile im Erntegut
- Häcksellängen von 3 – 4 cm
- Zügiges und gleichmäßiges Anwelken (kurze Feldliegezeiten)
- Schnelles Befüllen, ausreichende Verdichtung und sofortige Abdeckung des Silos.

Die Silierfähigkeit des Erntegutes ist in hohem Maße vom Leguminosenanteil im Gemenge abhängig. Bei hohem Grasanteil vor allem bei Weidelgräsern (hoher Zuckergehalt in der Pflanze) genügt ein schwaches Anwelken, um eine buttersäurefreie Silage zu erhalten. Bei einem sehr hohen Leguminosenanteil ist der Zuckergehalt sehr niedrig und in Verbindung mit den hohen Gehalten an Rohprotein und Rohasche ist die Pufferkapazität groß. Unter Pufferkapazität wird der Widerstand verstanden, den ein Futtermittel der Absenkung des pH-Wertes entgegensetzt. Dadurch wird die Silierfähigkeit erschwert. Unter diesen Voraussetzungen ist ein Einsatz von Siliermitteln, die für den ökologischen Landbau zugelassen sind, sinnvoll:

- Milchsäurebakterien (homofermentativ, heterofermentativ, homo- + heterofermentativ)
- Ameisensäure (auf Antrag bei der Kontrollstelle)
- Propionsäure (auf Antrag bei der Kontrollstelle)
- Enzyme (ohne GVO-Veränderung)
- Melasse (auch konventionell erzeugte).

Je nach Ausgangszustand des zu silierenden Materials und dem erreichten Anwelkegrad sind die einzelnen Siliermittel nur für bestimmte Einsätze geeignet. Für leguminosenreiche Bestände, die relativ wenig pflanzeigenen Zucker aufweisen, ist z. B. Melasse geeignet. Für zu schwach angewelkte Silage (< 30 % TM) können chemische Mittel, wie Ameisensäure und Milchsäurebakterien (homofermentativ), genutzt werden. Für rohfaserreiche Silagen mit hohen TM-Gehalten von 40 - 45 % eignen sich chemische Mittel und Milchsäurebakterien (heterofermentativ). Die Siliermittel müssen möglichst homogen mit dem Futter vermischt werden, so dass bevorzugt flüssige Mittel einzusetzen sind. Außerdem ist eine entsprechende Technik erforderlich.

### **Trocknung**

Das klassische Verfahren zur Konservierung von Gras ist die Heubebereitung. Neben Grasbeständen eignen sich dazu auch Rotklee-, Luzerne- und Wickgras. Jedoch führt die Heuwerbung von blatt- und kräuterreichen Beständen meist zu hohen Bröckelverlusten. Die Bodentrocknung muss deshalb sehr schonend erfolgen. Aber selbst bei bestem Heuwetter und einwandfreier Werbungstechnik muss mit mindestens 25 % Verlusten an umsetzbarer Energie und an Protein gerechnet werden.

Ein Verfahren zur weiteren Einschränkung der Verluste ist die Unterdachdrocknung. Hierzu muss das Futter auf dem Feld nur bis zu einem

Feuchtigkeitsgehalt von 35 – 40 % vorgetrocknet werden. Danach wird in einem Lagerraum kalte Luft durch den Heustapel hindurch geblasen bis Feuchtigkeitsgehalte von 15 – 18 % erreicht werden. Wegen des großen Risikos des Abbröckelns der Blätter sind Bestände mit hohen Anteilen an Leguminosen nur über die Belüftungstrocknung zu Heu zu machen. Die Bestände werden in der Regel gemäht, wenn bei den Gräsern die Ähren und Rispen geschoben sind. Der Futterwert von Heu ist daher geringer als der von Silage.

Für die Heißlufttrocknung eignen sich Luzerne und Rotklee. Die Energiekonzentration im Trockengrüngut sollte mindestens 9 – 10 MJ ME/kg TM betragen. Dafür muss das Grünfutter jung geschnitten und vor dem Trocknen schwach angewelkt werden.

### **Angaben zum Futterwert**

Die Fütterung der Nutztiere setzt voraus, dass der Nährstoff- und Energiebedarf der Tiere entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit richtig eingeschätzt wird. Zur Deckung dieses Bedarfes müssen die Futterrationen zusammengestellt werden. Dazu sollte die Futterzusammensetzung der einzelnen Futtermittel bekannt sein. Über Futtermittelanalysen erhält man Angaben zum TM-Gehalt, Gehalt an organischer Substanz, Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Rohfaser. Der Gehalt an umsetzbarer Energie kann dann aus dem Gehalt an verdaulichen Nährstoffen berechnet werden. Genaue Laboranalysen sind sehr sinnvoll, da die Grünfuttermittel große Schwankungen im Nährstoffgehalt aufweisen. Die Tabelle 24 enthält Durchschnittswerte von ökologisch erzeugten Futtermitteln aus bisherigen Untersuchungen in Sachsen. Zu beachten ist, dass die Verwendung von Durchschnittswerten aus Tabellen für die Berechnung der Futterrationen immer mit Fehlern behaftet ist.

Futterrationsbeispiele für Öko-Betriebe für Rinder, Schweine und Geflügel können über das Internet unter der folgenden Adresse heruntergeladen werden:

[www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lf/inhalt/download/Futterrationsbeispiele\\_OEKO.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lf/inhalt/download/Futterrationsbeispiele_OEKO.pdf)

Tabelle 24: Übersicht über den Futterwert ökologisch erzeugter Futtermittel

	Trockenmasse	Rohasche	Rohfaser	Rohprotein	Nutzbares Rohprotein	Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	Umsetzbare Energie	Nettoenergie Laktation (NEL)
	(g/kg)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(MJ)	(MJ)
	FM	je kg TM						
<b>Grünfutter, frisch für Rinder</b>								
Kleegras	211	93	267	175	125	8	10,4	6,3
Luzerne	175	99	236	209	116	15	9,7	5,8
Luzernegras	189	91	293	178	115	10	9,6	5,7
Wiesengras	174	86	276	153	123	5	10,3	6,2
<b>Konservate für Rinder</b>								
Gerste – GPS <sup>1)</sup>	313	81	291	98	104	-1	8,8	5,1
Kleegrassilage	381	87	300	156	119	6	9,9	5,9
Kleegrasheu	867	77	336	137	103	6	8,6	4,9
Luzernegrassilage	426	105	292	176	117	9	9,8	5,8
Luzerneheu	852	61	385	154	97	9	8,1	4,6
Maissilage	329	41	213	77	129	-8	10,8	6,5
Wiesengrassilage	297	84	297	145	120	4	9,6	5,8
Wiesenheu	903	72	323	120	105	2	8,8	5,1
Gras-TG <sup>2)</sup>	880	121	218	160	130	-8	10,1	6,2
Kleegras-TG <sup>2)</sup>	880	76	226	164	157	1	9,0	5,3
Luzerne-TG <sup>2)</sup>	880	82	287	168	167	0	8,4	4,9
<b>Grobfutter für Schweine und Geflügel</b>								
Kleegras	211	93	267	175			7,7	4,0
Kleegrassilage	381	87	300	156			5,6	3,0

Quelle: STEINHÖFEL & LIPPMANN (2005)

<sup>1)</sup> GPS = Ganzpflanzensilage, <sup>2)</sup> TG = Trockengrün

## Ernteverluste

Verluste beeinträchtigen die Ertragshöhe und z. T. auch die Qualität des geernteten Futters sehr stark. Die Höhe der Verluste ist abhängig von der Art der Futternutzung und den äußeren Bedingungen (z. B. Witterung). Entsprechend den Angaben in Tabelle 25 können diese Verluste kalkuliert werden.

Tabelle 25: Werbungsverluste an Trockenmasse (%) im Futterbau

	gering	mittel	hoch
Frischfutter	2	5	10
Gras-/Kleegrassilage	5	15	20
Ganzpflanzensilage	5	15	20
Heu	15	25	40
Weide	10	25	40

Quellen: STEIN-BACHINGER et al. (2004), REDELBERGER (2004), LfL, Referat Grünland und Feldfutterbau (2005) und weitere Quellen

## Weitere Nutzungsformen

### Samengewinnung

Ein Anbau von Feldfutterpflanzen zur Samengewinnung muss in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen des Betriebes erfolgen. So eignen sich für die Rotklee Vermehrung nur rotklee fähige Böden (siehe Kap. 3.1.3.) in niederschlagsärmeren Gebieten. Nach einer Sommeransaat bis Mitte August ist der erste Aufwuchs im Frühjahr des nächsten Jahres zwischen Mitte und Ende Mai zu mähen und abzufahren. Der zweite Aufwuchs kann dann zur Samengewinnung genutzt werden. Die Aussaatmenge liegt bei 8 – 12 kg/ha.

Frühjahrsuntersaaten in Hafer und Sommergerste sind ebenfalls möglich. Hierzu liegt die Aussaatmenge bei 12 – 16 kg/ha. Für eine gute Bestäubung sollten Bienenvölker an den Feldrand gestellt werden. Bestimmte Unkräuter wie Weiße Lichtnelke, Stumpflättriger und Krauser Ampfer, Strochschnabelarten und Breitwegerich müssen durch Handselektion beseitigt werden. Anbaupausen von 5 – 6 Jahren

sind unbedingt einzuhalten. Für eine Grassamenerzeugung sollten organische Düngemittel in ausreichender Höhe zur Verfügung stehen.

### **Verkauf von Futteraufwüchsen**

Beim Verkauf von Aufwüchsen findet ein erheblicher Nährstoffexport (vor allem N und K) von der Fläche statt. Die Entwicklung der Nährstoffgehalte des Bodens sollte deshalb kontrolliert werden. Außerdem sind Nährstoffbilanzen zu rechnen. Bei Bedarf müssen Dünger zugekauft werden (z. B. durch Kooperationen mit viehhaltenden Betrieben).

### **Nutzung von Mulchmaterial auf einem anderen Schlag**

Bei dieser Nutzungsmöglichkeit wird der Aufwuchs in gehäckselter Form gewonnen und vor der Pflugfurche, ähnlich einer Stallunggabe, ausgebracht oder z. B. in die Zwischenreihen wachsender Getreidebestände eingebracht. Zu bedenken sind die hohen Transportkosten, Probleme bei der Ausbringung sowie ein Materialanfall zu Zeiten, in denen kein Bedarf vorhanden ist. In diesen Fällen wäre an eine Kompostierung oder Teilkompostierung der Aufwüchse zu denken.

### **Mulchnutzung**

In viehlosen Betrieben werden die Leguminosen-Gras-Bestände häufig gemulcht (siehe Kap. 2.1 Grünbrache und Mulchnutzung). Dies führt zu keinem Nährstoffexport, da die in den Pflanzen gebundenen Nährstoffe und der fixierte Stickstoff auf der Fläche verbleiben. Jedoch kann die Nährstoffverwertung von Stickstoff durch Auswaschung, Ausgasung und eine geringere Stickstofffixierleistung absinken. Um die Verluste an Nitrat und Ammoniak zu minimieren, werden folgende Empfehlungen gegeben (LOGES & HEUWINKEL, 2004).

- **Gemengezusammensetzung:** Die Gräser im Gemenge reduzieren den pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden. Daher nimmt die Knöllchenaktivität der Leguminosen zu, die dann ihren Bedarf größtenteils über die Stickstofffixierung abdecken. Auf auswaschungsgefährdeten Standorten kann so der Stickstoff besser genutzt werden und die Gefahr einer Auswaschung wird verringert. Nach LOGES (1998) sollte der Grasanteil bei 25 - 30 % liegen. Höhere Anteile führen zu einer verstärkten Konkurrenz mit den Leguminosen und die Menge der Stickstofffixierung je Flächeneinheit sinkt.
- **Pflege des Bestandes:** Es sollte nicht zu häufig gemulcht werden. Besonders leguminosenreiche Aufwüchse sind erst in relativ

späten Wachstumsstadien zu mulchen, da mit zunehmendem Alter die N-Gehalte in der Pflanze abnehmen und so die Ammoniakverluste verringert werden können. In Abhängigkeit von der Verunkrautung sind 2 – 3 Mulchschnitte durchzuführen. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mähwerke eine gute Breitverteilung des Schnittgutes gewährleisten.

- **Umbruch des Bestandes:** Vor der Aussaat von Wintergetreide muss ein Umbruch im Herbst erfolgen. Zur N-Konservierung empfiehlt sich der so genannte "heile" Umbruch ohne vorherige Bearbeitung, wobei das Pflügen mit Vorschälern erfolgen sollte. Zu nachfolgenden Sommerungen kann im Spätherbst bzw. auf leichten Böden auch erst im Frühjahr umgebrochen werden.

### **Kompostierung**

Aufwüchse von Klee- und Klee grasbeständen eignen sich gut zur Kompostierung. Sie können in der Regel die Basissubstratvoraussetzungen als C-Quelle bei den grasreichen Aufwüchsen oder auch als N-Quelle bei den leguminosenreichen und jungen Aufwüchsen erfüllen. Entsprechend unterschiedlich hoch sind dann auch die C/N-Verhältnisse des Kompostes. Bei leguminosenreichen Substraten besteht allerdings die Gefahr von höheren N-Verlusten durch  $\text{NH}_3$ -Ausgasung. Bei C/N-Verhältnissen von unter 20 steigen die Verluste stark an und können mehr als 20 % des N-Gehaltes erreichen, bei C/N-Verhältnissen von unter 10 können die Verluste über 60 % betragen. Leguminosenreiches Material und auch junger Grasschnitt sind oft sehr stickstoffreich, haben ein zu enges C/N-Verhältnis und lagern in einigen Fällen auch zu dicht (zu geringes Porenvolumen führt zu Fäulnis). Daher muss dann oft eine Zumischung von strukturreicherem, stickstoffarmem Material stattfinden (z.B. Stroh).

Folgende Kompostiervoraussetzungen sind für eine verlustarme Kompostierung notwendig:

- mindestens 40 % organische Trockenmasse
- C/N-Verhältnis zwischen 20 und 40
- Wassergehalt zwischen 40 – 80 %
- Luftporenvolumen zwischen 30 – 50 %
- pH-Wert zwischen 6 – 8.

### **Verwertung in einer Biogasanlage**

Die Verwendung von Futterbeständen in Biogasanlagen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Besonders in viehschwachen und viehlosen Betrieben kann eine Biogasanlage Teilfunktionen der Tierhaltung übernehmen. Gegenüber der Mulchnutzung kann durch die Abfuhr des Leguminosengrasbestandes vom Feld eine höhere Nährstoffausnutzung erreicht werden.

Als Substrate eignen sich Leguminosen (im Gemisch mit anderen Arten), Nichtleguminosen, Mais, Zuckerrüben und Getreideganzpflanzen. Leguminosengras ist aber als Rohstoff für Biogasanlagen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben zu bevorzugen, da durch die Stickstofffixierung der Leguminosen ein Zugewinn an Stickstoff erfolgt. Reine Kleebestände sind nicht geeignet, da sie wegen der zu hohen N-Gehalte Probleme bei der Vergärung bereiten.

Die zu verwendenden Aufwüchse werden meistens als Silage im eigenen Betrieb konserviert und dann der Anlage zugeführt. Die Qualitätsanforderungen an das Substrat sind ähnlich den Anforderungen in der Milchviehfütterung. Die Gärrestsubstrate enthalten erhebliche Mengen an Stickstoff sowie an Mineralstoffen, die dem Boden zurückgeführt werden können. Die Biogasgülle aus reinen pflanzlichen Gärresten, aus einer Mischung von Gülle und Gärresten oder aus reiner Gülle sind Stickstoffdünger mit hoher und schneller Wirksamkeit, da sie über einen hohen Ammoniumanteil verfügen und enge C/N-Verhältnisse zwischen 5:1 - 7:1 aufweisen.

Weitere Informationen zu technischen Fragen unter:

[http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/landwirtschaft/lfi/inhalt/3242\\_3259.htm](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/landwirtschaft/lfi/inhalt/3242_3259.htm)

Spezielle Fragen zur Biogaserzeugung im ökologischen Landbau unter:

<http://www.ktbl.de/oekolandbau/tagung-biogaserzeugung/biogaspresse.htm>

## 2.9 Sortenempfehlungen und Saatgutvermehrung

### Sortenwahl

Im ökologischen Landbau müssen die Landwirte grundsätzlich ökologisch erzeugtes Saatgut verwenden, soweit es verfügbar ist (siehe Kap. 2.2 Gesetzliche Grundlagen). Um die Landwirten und Unternehmen bei der Beschaffung von ökologisch erzeugtem Saatgut zu unterstützen, sind von jedem Mitgliedstaat Datenbanken eingerichtet worden. Ist für eine Pflanzenart oder -sorte, die ein ökologischer Landwirt anbauen möchte, kein geeignetes Saatgut erhältlich, so kann direkt über die Datenbank eine Ausnahmegenehmigung bei der Kontrollstelle für konventionelles Saatgut beantragt werden. Für einige Pflanzenarten gilt eine Allgemeinverfügung für die Verwendung von konventionellem, ungebeiztem Saatgut und es muss kein Antrag bei der Kontrollstelle gestellt werden. Sollte konventionelles Saatgut eingesetzt werden, ist der Landwirt verpflichtet, dies nach Sorte, Sortengruppe, Menge und Fläche zu dokumentieren und die Unterlagen müssen mindestens 2 Jahre aufbewahrt werden. Die Datenbank [www.organicxseeds.de](http://www.organicxseeds.de) enthält das aktuell verfügbare ökologisch vermehrte Saat- und Pflanzgut und die Sortengruppen, für die die Allgemeinverfügung gilt.

Da es für den ökologischen Futterbau in Sachsen keine speziellen Landessortenversuche gibt, sollten die länderspezifischen Empfehlungen der konventionellen Versuche für die Bundesländer Sachsen und Thüringen bei der Sortenwahl Berücksichtigung finden. Die empfohlenen Sorten sind in mehrjährigen Versuchen angebaut und die Ertragsleistung je Schnitt und Jahr geprüft worden. Zusätzlich werden noch folgende Kriterien der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes beachtet:

- Neigung zur Auswinterung (Winterhärte),
- Neigung zu Lager,
- Anfälligkeit für Krankheiten.

Die ausgewählten Sorten haben sich hinsichtlich der Ertragsbildung (Masse + Inhaltsstoffe) als auch hinsichtlich der Pflanzengesundheit in Feldversuchen bewährt (Tab. 26). Sie werden in den Sächsischen Qualitätssaatmischungen verwendet (siehe Kap. 3.4 Mischungen von Leguminosen und Gräsern). Die Empfehlungen für die Sorten und Saatmischungen zum Ackerfutterbau können als Faltblatt über die Ämter für Landwirtschaft bezogen werden bzw. über Internet aktuell eingesehen werden: [www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl).

Tabelle 26: Sortenempfehlungen für Ackerfuttermischungen in Sachsen für den Zeitraum 2006 - 2007 (Beratungsangebot aus Landessortenversuchen der Bundesländer Sachsen, Thüringen, Hessen und Rheinland-Pfalz)

<i>Einjähriges Weidelgras</i>			<i>Wiesenlieschgras</i>		
Barinella	Jumper (t)	Mendoza	Comer	Licora	
Caremo (t)	Limella	Vivaro (t)	Classic	Lischka	
<i>Welsches Weidelgras</i>			<i>Wiesenschwingel</i>		
Barmega (t)	Tarandus (t)	Vicugna (t)	Cosmolit	Pradel	Preval
Jeanne (t)	Tigris	Zorro (t)	<i>Wiesenschweidel (Festulolium)</i>		
Oryx			Paulita		
<i>Bastard-Weidelgras</i>			<i>Knaulgras</i>		
Ibex (t)	Polly (t)		Ambassador	Oberweihst	
Pirol	Tapirus (t)		Baridana	Treporno	
<i>Deutsches Weidelgras</i>			<i>Rotklee</i>		
<i>früh</i>	<i>mittel</i>	<i>spät</i>	Kvarta (t)	Temara (t)	Titus (t)
Anton (t)	Alligator (t)	Foxtrot	Larus (t)	Tempus (t)	
Lacerta (t)	Aubisque (t)	Gemma (t)	<i>Luzerne</i>		
Lipresso	Missouri (t)	Merkem (t)	Fee	Planet	
	Respect	Proton (t)	Filla	Sanditi	
<i>Glatthafer</i>			<i>Persischer Klee</i>		
Arel	Arone		Archibald	Felix	

(t) tetraploide Sorte; (H) Heutyp

### Saatgutvermehrung

Anforderungen für die Vermehrung von kleinkörnigen und großkörnigen Leguminosen sowie den Gräsern können der Broschüre „Zwischenfrüchte im ökologischen Landbau“ entnommen werden (KOLBE et al., 2004).

## **2.10 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus**

Die große Bedeutung des Anbaus von Feldfutterpflanzen steht im ökologischen Landbau nicht nur im Zusammenhang mit der Fütterung der Nutztiere, sondern der Anbau von geeigneten Pflanzen sichert auch den Erhalt und die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Da der Einsatz von synthetisch erzeugtem Stickstoff nicht möglich ist, wird der Anbau von Feldfutterleguminosen nahezu unumgänglich, selbst wenn kein Vieh gehalten wird. Damit gelingen die Erhaltung und die Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit in wesentlichen Teilen durch den Betrieb, bei nur geringer Hilfe von außen. Daraus folgt ein wesentlicher Unterschied auch in betriebswirtschaftlichen Betrachtungen zum konventionellen Betrieb.

### **Grundlagen der Kalkulationen**

Zum Zwecke des Vergleichs einzelner Verfahren werden im Folgenden Vollkostenkalkulationen aufgeführt. Die Flächen- und sonstigen Kosten sind bei allen Kalkulationen konstant und entsprechen sächsischen Durchschnittswerten. Die Gebäudekosten bestehen ebenfalls aus Durchschnittswerten für den gegebenenfalls erforderlichen Lager- oder Siloraum. Allein die Erträge und deren Bewertung, die Direktkosten und die Arbeiterledigungskosten bestimmen hingegen die Unterschiede der Wirtschaftlichkeit. Ein Fruchtfolgewert wurde nicht angesetzt. Als Datengrundlage dienen insgesamt Ergebnisse von Erhebungen aus Sachsen sowie Daten des KTBL zur Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005 (KTBL, 2004).

### **Erträge und Bewertung**

Bei den Futtererträgen von kleinkörnigen Leguminosen und deren Gemengen mit Gräsern kann bei guter Wasserversorgung mit hohen Erträgen im ökologischen Landbau gerechnet werden. Dabei wird in den Kalkulationen eine Nutzungsdauer von 2 Jahren mit je drei Schnitten unterlegt. Abschläge in Höhe von 10 – 20 % zu konventionellen Ertragsergebnissen entstehen durch höhere Unkrautanteile bei der Bestandesetablierung und eventuell durch eine geringere Verfügbarkeit von Nährstoffen.

In Versuchen von OLSCHESKI (1996) wurden auf einem Standort in Sachsen im Mittelerzgebirge in 650 m Höhe bei einer Ackerzahl von 32 bei Klee gras durchschnittliche Erträge zwischen 70 dt und

110 dt/ha Trockenmasse ohne Stickstoffdüngung erzielt. Der Ertragsanteil von Rot- und Weißklee betrug dabei im Jahr nach der Ansaat bis zu 50 % und nahm später jedoch stark ab. Auf Standorten im Flachland wird der Ertrag stärker durch die Wasserverfügbarkeit gesteuert. Während z.B. durch Luzernebestände im zweiten Nutzungsjahr im extrem trockenen Jahr 2003 auf einem guten Auenstandort noch TM-Erträge von 60 dt/ha heranwachsen können, musste im Ansaatjahr ein Ausfall der Ernte unter diesen Bedingungen hingenommen werden. Mit gleichmäßiger Wasserversorgung hingegen wurden auch auf Löss bei Luzerne in Versuchen hohe Erträge von 140 dt/ha erzielt.

Bei der Getreideganzpflanzensilage wurde für die Berechnungen ein Energieertrag unterstellt, der einem Kornertrag von ca. 38 dt je ha entspricht. Bei Mais und Futterrüben wurde ein Ertragsniveau von rund 100 dt TM je ha angenommen. Für weitergehende betriebswirtschaftliche Betrachtungen, die hier nicht dargestellt werden, lässt sich ein Ersatzpreis für die N-Bindung durch die Leguminosen verwenden. Für Vinasse ergibt sich dabei ein Vergleichsbetrag von etwa 1,85 Euro je kg/N (VON WULFFEN & RICHTER 2001). Bei einer unterstellten Fixierungsleistung von 200 kg N/ha kann somit eine zusätzliche monetäre Leistung von 370 €/ha und Jahr zum Beispiel für die Kleearten oder für Luzerne angerechnet werden.

### **Kosten**

Bei der Feldfuttererzeugung im ökologischen Landbau beschränken sich die Direktkosten auf den Einkauf von Saatgut und sonstige Direktkosten (Zaunmaterial oder Folien und Netze für Ballenpressungen, Silofolien). Bei mehrjährigen Kulturen werden die Kosten für Saatgut auf die beiden unterstellten Nutzungsjahre verteilt.

Die Summe der Arbeiterledigungskosten umfasst alle festen und variable Maschinenkosten sowie Personalkosten, welche direkt und indirekt (sonstige Personalkosten) für die Feldbestellung aufgewendet werden, jedoch ohne den Personaleinsatz in der Verwaltung. Arbeitsgänge für mehrjährige Kulturen werden anteilig je Jahr verrechnet.

Unter Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing sind die Arbeitsgänge zusammengefasst, die üblicherweise von kleineren und mittelgroßen Betrieben nicht selbst durchgeführt werden können, weil die Auslastung der Maschinen nicht gewährleistet ist. Dies betrifft Arbeitsgänge mit Einzelkornsätechnik, selbstfahrende Häcksler und die Ballenwi-

ckeltechnik. Das Pressen der Ballen wird dagegen mit eigenen Maschinen erledigt. Die angesetzte Zugleistung der Traktoren für die Eigenleistungen beträgt 70 – 110 PS, die durchschnittliche Schlaggröße 5 ha.

### **Arbeitsgänge**

Die Bestellung beginnt mit der Grundbodenbearbeitung zur Aussaatvorbereitung, die üblicherweise mit dem Pflug im ökologischen Landbau ausgeführt wird. Nur für mehrschnittige Pflanzen wurde eine Mulchsaat angenommen, die schon häufig in der Praxis angewendet wird. Neben der Saatbettbereitung, die in einem Arbeitsgang mit einer Saatbettkombination durchgeführt wird, beinhaltet jedes Verfahren mit feinkörnigem Saatgut sowie mit Mais einen Walzengang.

Die Unkrautregulierung erfolgt über einen Schröpfschnitt bei mehrschnittigen Pflanzen, einen Arbeitsgang mit dem Striegel bei Getreide oder eine Kombination von drei Anwendungen des Striegels und zwei Bearbeitungen mit der Rollhacke bei Silomais. Die Unkrautregulierung der Futterrübe wurde mit drei Arbeitsgängen mit der Scharhacke und mit zwei Striegeldurchfahrten kalkuliert, außerdem fallen 100 h je ha Hack- und Jätearbeit von Hand an. Dabei wurde der Tariflohn für Hilfskräfte mit 5,09 Euro zuzüglich 22 % Sozialabgaben als Kostenbasis ohne Sonderzahlungen unterstellt. Die Erntearbeiten werden voll mechanisiert und ohne speziellen Aufwand für die ökologische Wirtschaftsweise abgerechnet, das gilt auch für die Futterrübenerte.

### **Prämien und Gesamtkosten**

Die Ausweisung von Ausgleichsleistungen und Fördermitteln wurde in die Kalkulation aufgenommen, um den vielfältig möglichen Betrachtungsweisen in der Betriebswirtschaft entgegen zu kommen. Dabei werden 230 Euro je ha (in Zukunft ist mit deutlich geringeren Beträgen zu rechnen) als Ausgleichsleistung für die ökologische Bewirtschaftung (umgestellte Ackerflächen) und 309,76 Euro als Agrarförderung der EU (aktivierte Zahlungsansprüche für Ackerland im Rahmen der Betriebsprämie) für alle Kulturen angesetzt. Die Kosten pro Energie- und Gewichtseinheit sind inklusive der Prämien berechnet. Kosten für Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Hagelversicherung sowie für Futterentnahme, Futtervorlage und Trogreinigung sind nicht in die Kalkulationen einbezogen worden.

## **Ein- und mehrjährige mehrschnittige Pflanzenbestände**

Kleearten und Luzerne mit Mischungsanteilen von Gräsern stehen im Vordergrund des Feldfutteranbaus im ökologischen Landbau in Sachsen. Unterschiede in den Kosten dieser Verfahren treten vor allem auf der Ebene des Saatguteinsatzes, der Nutzungsdauer, der Schnitthäufigkeit und über die Ertragserwartungen auf.

### **Frischfuttermasse im Stall**

Die Frischfuttermasse ausgeführt mit Frontkreismähwerk und Ladewagen (8 t Transportmasse) lässt sich mit 8,1 Cent/10 MJ NEL betriebswirtschaftlich vergleichsweise günstig darstellen (Tabelle 27). Die niedrigen Kosten werden durch den mäßigen Aufwand an Maschinen und durch geringe Bergeverluste gegenüber Verfahren der Konservierung erreicht. Vorteilhaft ist zudem, dass das Futterabladen direkt auf dem Futtertisch erfolgen kann und keine speziellen Gebäudkosten entstehen. Negativ für das Verfahren wirken im nachgelagerten Bereich die Notwendigkeit des häufigeren Nachschiebens des Grünfutters als auch der höhere Aufwand für die Reinigung des Futtertroges. Des Weiteren ist das Versorgen des Viehs mit gleichmäßiger Futterqualität nicht immer zu erzielen. Das tägliche Futtermähen bei jeder Witterung führt oft zu Nachteilen in Bezug auf Strukturschäden am Boden, gleichzeitig kommt es zur Futtermittelverschmutzung sowie zu Bergung von regennassem Futter, das vom Vieh schlecht aufgenommen wird und diätetische Probleme verursachen kann. Die Kostendegression mit steigenden Erträgen ist im Kalkulationsmodell gering, weil die Abrechnung der Arbeitskosten für Laden und Transport mit dem Ladewagen je Gewichtseinheit Futtermittel erfolgt.

Tabelle 27: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Klee gras, Frischfuttermvorlage im Stall (Beispiel)

Verfahren		Klee gras, Frischfutter im Stall	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	350	
Erntemenge TS	dt / ha	63	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	333	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	60	
Energieertrag	MJ/ha	37107	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	78,75	0,24
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,18	0,00
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>79,93</b>	<b>0,24</b>
<b>Arbeits erledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	78,37	0,24
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,09
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	12,00	0,04
Maschinenkosten	EUR	385,42	1,16
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>		<b>505,79</b>	<b>1,52</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,35
Grundsteuer	EUR	11,00	0,03
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,05
Kalkung	EUR	6,00	0,02
<b>Summe Flächenkosten</b>		<b>150,00</b>	<b>0,45</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,32
<b>Summe sonstige Kosten</b>		<b>105,00</b>	<b>0,32</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>		<b>840,73</b>	<b>2,53</b>
<b>Prämien</b>		<b>539,76</b>	<b>1,62</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>		<b>300,97</b>	<b>0,91</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>8,1</b>	

## **Weidegang**

Das Füttern mit frischem Feldfutter wird häufig über den Weidegang umgesetzt. Dieses Verfahren führt mit 4,7 Cent je 10 MJ NEL zu einer niedrigen Kostenbelastung je Nährstoffeinheit (Tabelle 28). Naturgemäß niedrig fallen die Maschinenkosten aus, weil hier der gesamte Trocknungs- und Bergungsaufwand entfällt. Die Arbeiterledigungskosten werden geprägt durch den Aufbau des Weidezauns, die Pflege des Pflanzenbestandes durch Abmähen der Weidereste sowie über den Aufwand der Tränkewasserversorgung für das Vieh. Die Arbeitszeiten für den Auf- und Abtrieb sind in der Kostenübersicht nicht enthalten.

Das Verfahren Weidegang birgt zusätzlich günstige Faktoren in Bezug auf die Tiergesundheit durch die Bewegung der Tiere im Freien. Auch die Futterqualität der Aufwüchse kann hoch sein und sogar Kraftfutterqualität erreichen, so dass hohe Grundfutterleistungen möglich werden, die das gesamte Verfahren gerade für Ökobetriebe interessant machen. Schwierigkeiten beim Verfahren Weidegang ergeben sich aus der Entfernung zwischen Hof und Weideflächen. Des Weiteren muss der Umtrieb eine gleichmäßige Futterqualität gewährleisten, was unter eher trockenen Klimabedingungen schwierig umzusetzen ist.

Tabelle 28: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Kleegrasnutzung mit Weidegang (Beispiel)

Verfahren		Kleegras, Weidegang	
<b>Leistungen</b>			
Futtermittelertrag OS	dt / ha	298	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	54	
Energieertrag	MJ/ha	33201	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	78,75	0,26
Sonstige Direktkosten	EUR	50,00	0,17
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,93	0,01
<b>Summe Direktkosten</b>	EUR	<b>130,68</b>	<b>0,44</b>
<b>Arbeits erledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	63,27	0,21
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,10
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	12,00	0,04
Maschinenkosten	EUR	206,17	0,69
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>	EUR	<b>311,45</b>	<b>1,05</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,39
Grundsteuer	EUR	11,00	0,04
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,06
Kalkung	EUR	6,00	0,02
<b>Summe Flächenkosten</b>	EUR	<b>150,00</b>	<b>0,50</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,35
<b>Summe sonstige Kosten</b>	EUR	<b>105,00</b>	<b>0,35</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>	EUR	<b>697,13</b>	<b>2,34</b>
<b>Prämien</b>	EUR	<b>539,76</b>	<b>1,81</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>	EUR	<b>157,37</b>	<b>0,53</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>4,7</b>	

## **Konservierungsverfahren**

Eine Auswahl des Konservierungsverfahrens der Feldfutterarten besteht in der Regel nur bei mehrschnittigen Pflanzenarten wie bei Kleearten, Luzerne oder Gräsern. Hier empfiehlt es sich zwischen Weideverfahren, Grünfütternutzung, Heuwerbung oder verschiedene Silierverfahren betriebswirtschaftlich zu vergleichen. Bei anderen Feldfütterkulturen haben sich inzwischen bestimmte Nutzungs- und Siliertechniken fest etabliert. Dem entsprechend haben Abweichungen davon nur den Charakter von Notlösungen, z. B. das Verfüttern von frisch gehäckseltem Grünmais. Die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Verfahren der Futterkonservierung von mehrschnittigen Feldfütterkulturen wird durch Kosten für Häcksler, Transporte, Gebäude und Materialverbrauch für Folien (Ballen-, Fahrsiloverfahren) bestimmt. Allgemeingültige Aussagen lassen sich dabei kaum treffen. Entscheidend für die Verfahrensauswahl sind die individuellen betrieblichen Bedingungen. Berücksichtigt werden müssen die Entfernung der Nutzflächen zur Hofstelle, die vorhandene Bausubstanz, das Klimagebiet und weitere Faktoren. Auch der Aufwand für die Futtevorlage ist mitbestimmend für die Wahl der Verfahrenskette. Öko-Betriebe sollten vor allem die Kostenpositionen prüfen, die in Abhängigkeit von der bearbeiteten Flächengröße abgerechnet werden. Gerade diese Ausgaben verteuern die Nährstoffkosten bei geringen Erträgen erheblich.

### **Heuwerbung**

Bei einem Ertragsniveau von 350 dt FM/ha stellt die Heuwerbung von Klee gras mit 14,8 Cent je 10 MJ NEL Kosten ein konkurrenzfähiges Verfahren im Vergleich zur Silagebereitung dar (Tabelle 29). Bei der Heuwerbung kommt es im Wesentlichen durch die Verwertung von nicht gehäckseltem Material als auch durch den geringen Wassergehalt beim Transport zu einer Kostenreduktion. Der hohe Verdichtungsgrad des Erntegutes in Form von Rundballen führt zu weiteren Kostenvorteilen im Vergleich zu Verfahrensketten mit Beförderung von unverdichtetem Erntegut. Damit ergeben sich insgesamt niedrige Arbeitserledigungskosten. Auch hinsichtlich der Energiekonzentration kann das Klee grasheu mit der Silage konkurrieren. Gegen das Verfahren der Heubereitung spricht jedoch die langsame Trocknung der Kleearten. Feldliegezeiten von 4 – 6 Tagen erfordern häufiges Wenden und ergeben ein hohes Qualitätsrisiko durch Regenwetter. Vor allem für den ertragreichen ersten Schnitt, der zudem aus Qualitätsgründen früh im Jahr erfolgen muss, besteht selten eine günstige Witterung. Weitere, zusätzliche Kosten verursacht der notwendige, überdachte Lagerplatz für die Heuballen.

Tabelle 29: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Heubereitung, Rundballen für Klee gras (Beispiel)

Verfahren		Klee gras, Heuwerbung	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	350	
Erntemenge TS	dt / ha	70	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	62	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	53	
Energieertrag	MJ/ha	28875	
Kosten		pro ha	dt Futter
Direktkosten			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	78,75	1,28
Sonstige Direktkosten	EUR	17,65	0,29
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,45	0,02
<b>Summe Direktkosten</b>	EUR	<b>97,84</b>	<b>1,58</b>
Arbeits erledigungskosten			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	78,91	1,28
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,49
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	12,00	0,19
Maschinenkosten	EUR	437,77	7,09
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>	EUR	<b>558,68</b>	<b>9,05</b>
Gebäudekosten			
Uha / AfA / Miete Silo	EUR	55,00	0,89
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	1,65	0,03
<b>Summe Gebäudekosten</b>	EUR	<b>56,65</b>	<b>0,92</b>
Flächenkosten			
Pacht	EUR	115,00	1,86
Grundsteuer	EUR	11,00	0,18
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,29
Kalkung	EUR	6,00	0,10
<b>Summe Flächenkosten</b>	EUR	<b>150,00</b>	<b>2,43</b>
Sonstige Kosten			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	1,70
<b>Summe sonstige Kosten</b>	EUR	<b>105,00</b>	<b>1,70</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>	EUR	<b>968,17</b>	<b>15,68</b>
Prämien			
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>	EUR	<b>539,76</b>	<b>8,74</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>	EUR	<b>428,41</b>	<b>6,94</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>14,8</b>	

## Ballensilage

Ein ähnliches Kostenniveau wie bei der Heuwerbung kann für die Herstellung von Ballensilage mit 13,7 Cent je 10 MJ NEL kalkuliert werden (Tabelle 30). Gegenüber der Heubereitung ergibt sich ein erhöhter Aufwand durch das Einwickeln der Ballen in Folie sowie die größere Transportmasse. Die Außenlagerung der Futterkonserven ist jedoch gut möglich, so dass Gebäudekosten entfallen. Auch verbessern die kürzeren Trocknungszeiten die Risikobewertung. Die Kosten-degression bei zunehmenden Erträgen ist durch die Abrechnung wesentlicher Kostenanteile per Silageballenanzahl gering (Abbildung 10).

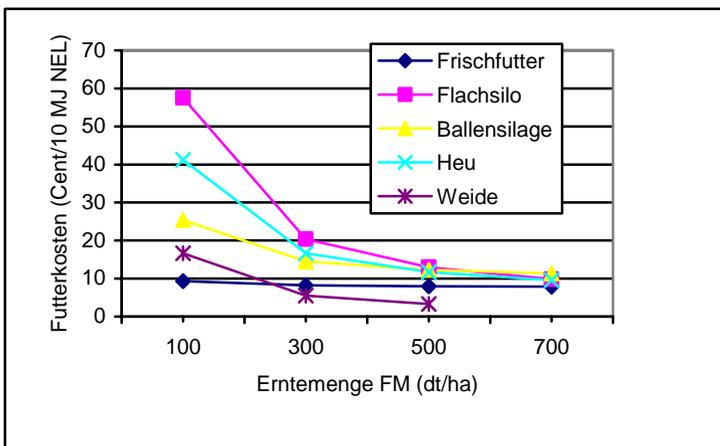


Abbildung 10: Degressionen der Nährstoffkosten bei verschiedenen Verfahren der Klee grasnutzung mit zunehmendem Ertrag je Flächeneinheit

Tabelle 30: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Ballensilage aus Klee gras (Beispiel)

Verfahren		Klee gras, Ballensilage	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	350	
Erntemenge TS	dt / ha	63	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	153	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	54	
Energieertrag	MJ/ha	32130	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	78,75	0,51
Sonstige Direktkosten	EUR	11,33	0,07
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,35	0,01
<b>Summe Direktkosten</b>		EUR	<b>91,43</b>
<b>Arbeitserledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	79,91	0,52
sonstige Arbeitserledigungskosten	EUR	30,00	0,20
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	154,80	1,01
Maschinenkosten	EUR	369,09	2,41
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>		EUR	<b>633,80</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,75
Grundsteuer	EUR	11,00	0,07
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,12
Kalkung	EUR	6,00	0,04
<b>Summe Flächenkosten</b>		EUR	<b>150,00</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,69
<b>Summe sonstige Kosten</b>		EUR	<b>105,00</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>		EUR	<b>980,23</b>
<b>Prämien</b>		EUR	<b>539,76</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>		EUR	<b>440,47</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL		<b>13,7</b>

### **Silage im Horizontalsilo**

Die Silagebereitung im Horizontalsilo mit Häckseln im Lohn erweist sich mit 17,8 Cent/10 MJ NEL beim Ertragsniveau von 350 dt je ha als eine relativ teure Konservierungsmethode (Tabelle 31). Die erhöhten Kosten entstehen hier in erster Linie durch die Abrechnung der Lohnarbeit in Abhängigkeit von der Fläche. Deswegen kommt es bei zunehmenden Grünfüttererträgen auch zu einer deutlichen Kostdegression je Nährstoffeinheit. In zweiter Linie führen die geringe Dichte des Häckselgutes beim Transport zum Silo, der Bedarf an einer festen Siloanlage sowie der Arbeitsaufwand beim Verdichten zu weiteren Mehraufwendungen. Insgesamt besteht trotz des Einsatzes eines Lohnunternehmens beim Häckseln ein hoher Personalbedarf für die Feld- und Transportarbeit. Das Silieren in Horizontalsilos empfiehlt sich deswegen insgesamt eher auf ertragreichen Standorten, besonders beim ersten Schnitt und auf Flächen in Hofnähe.

Tabelle 31: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Silage aus Klee gras im Horizontalsilo (Beispiel)

Verfahren		Klee gras, Silage im Horizontalsilo	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	350	
Erntemenge TS	dt / ha	63	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	153	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	54	
Energieertrag	MJ/ha	32130	
Kosten		pro ha	dt Futter
Direktkosten			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	78,75	0,51
Sonstige Direktkosten	EUR	10,23	0,07
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,33	0,01
<b>Summe Direktkosten</b>	EUR	<b>90,31</b>	<b>0,59</b>
Arbeits erledigungskosten			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	118,99	0,78
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,20
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	237,00	1,55
Maschinenkosten	EUR	323,24	2,11
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>	EUR	<b>709,23</b>	<b>4,64</b>
Gebäudekosten			
Uha / AfA / Miete Silo	EUR	55,00	0,36
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	1,65	0,01
<b>Summe Gebäudekosten</b>	EUR	<b>56,65</b>	<b>0,37</b>
Flächenkosten			
Pacht	EUR	115,00	0,75
Grundsteuer	EUR	11,00	0,07
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,12
Kalkung	EUR	6,00	0,04
<b>Summe Flächenkosten</b>	EUR	<b>150,00</b>	<b>0,98</b>
Sonstige Kosten			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,69
<b>Summe sonstige Kosten</b>	EUR	<b>105,00</b>	<b>0,69</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>	EUR	<b>1.111,20</b>	<b>7,26</b>
<b>Prämien</b>	EUR	<b>539,76</b>	<b>3,53</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>	EUR	<b>571,44</b>	<b>3,73</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>17,8</b>	

## **Silomais**

Silomais wird in Sachsen auch im ökologischen Landbau als die ertragreichste Futterpflanze der wärmeren Lagen eingeschätzt. Unter guten Boden- und Witterungsbedingungen werden 100 dt TM je ha auch im ökologischen Landbau erreicht. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens liegt auf einem ähnlichen Kostenniveau wie die Kleeegrassilagebereitung. Für den Maisanbau sprechen hauptsächlich seine herausragende Siliereignung und seine spezifische Futtermittelqualität, die vor allem bei der Milcherzeugung gefragt ist. Betriebswirtschaftlich interessant ist der Mais gleichermaßen durch seine hohen Energieerträge je Flächeneinheit, so dass mit dem Anbau dieser Futterpflanze nur eine relativ kleine Fläche beansprucht wird.

In der Kostenstruktur führt der Aufwand für das Maissaatgut zu insgesamt hohen Direktkosten (Tabelle 32). Die Arbeiterledigungskosten, einschließlich der Ausbringung von organischem Dung, liegen über denen des Verfahrens der Kleeegrassilage. Der gesamte Kostenüberhang im Vergleich zur Kleeegrassilage muss durch höhere Energieerträge beim Mais kompensiert werden, um ein preiswertes Futter zu gewinnen. Die Nährstoffkosten erreichen mit 12,5 Cent je 10 MJ NEL beim Mais günstige Werte innerhalb der hier angeführten Konservierungsverfahren für Grundfuttermittel.

Tabelle 32: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Maissilierung im Horizontalsilo (Beispiel)

Verfahren		Silomais, Horizontalsilo	
<b>Leistungen</b>			
Erntemenge OS	dt / ha	300	
Erntemenge TS	dt / ha	99	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	270	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	89	
Energieertrag	MJ/ha	57915	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	220,00	0,81
Sonstige Direktkosten	EUR	10,23	0,04
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	3,45	0,01
<b>Summe Direktkosten</b>	EUR	<b>233,68</b>	<b>0,87</b>
<b>Arbeitserledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	188,32	0,70
sonstige Arbeitserledigungskosten	EUR	30,00	0,11
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	160,00	0,59
Maschinenkosten	EUR	339,19	1,26
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>	EUR	<b>717,51</b>	<b>2,66</b>
<b>Gebäudekosten</b>			
Uha / AfA / Miete Silo	EUR	55,00	0,20
Sonstige	EUR		0,00
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	1,65	0,01
<b>Summe Gebäudekosten</b>	EUR	<b>56,65</b>	<b>0,21</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,43
Grundsteuer	EUR	11,00	0,04
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,07
Kalkung	EUR	6,00	0,02
<b>Summe Flächenkosten</b>	EUR	<b>150,00</b>	<b>0,56</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,39
<b>Summe sonstige Kosten</b>	EUR	<b>105,00</b>	<b>0,39</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>	EUR	<b>1.262,84</b>	<b>4,68</b>
<b>Prämien</b>	EUR	<b>539,76</b>	<b>2,00</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>	EUR	<b>723,08</b>	<b>2,68</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>12,5</b>	

## **Ganzpflanzensilage aus Getreide oder Körnerleguminosen und deren Gemengen**

Betriebswirtschaftlich bilden die Verfahren zur Silagegewinnung aus Körnerfruchtarten eine einheitliche Gruppe in Bezug auf die Verfahrensgestaltung. Kostenunterschiede werden im Wesentlichen durch den unterschiedlichen finanziellen Aufwand beim Saatgut und durch die Ertragsunterschiede geprägt (Tabelle 33).

Für die Anbauentscheidung ist allerdings die Berücksichtigung der konkurrierenden Produktionsverfahren wichtiger als die reine Kostenrechnung. Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit des Getreideverkaufs in Form des Druschgutes ist hierbei abzuwägen mit dem relativ geringen Ertragspotential des Getreides als Futterpflanze. Die Vegetationszeit für die Massebildung bei Getreide ist relativ kurz und das Getreide kann nur mit einem Schnitt genutzt werden. Somit besteht ein umfangreicher Flächenbedarf, der weitere Marktfrüchte aus dem Anbau verdrängen kann. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Getreidesilage schlecht in die allgemein getreidereichen Fruchtfolgen passt.

Das Silieren von ganzen Körnerleguminosenpflanzen stellt in der Regel eine günstigere Entscheidung hinsichtlich der Fruchtfolgewirkung dar. Neben der Unterbrechung von Getreidefolgen verbessert der fixierte Stickstoff die betriebliche Nährstoffbilanz. Zum Zeitpunkt der Siloreife der Körnerleguminosen (Kornfüllung ist abgeschlossen) entspricht die fixierte Stickstoffmenge in etwa der Menge, die bei der Körnerernte erzielt wird.

Bei einem unterstellten Energieertrag von knapp 31 GJ NEL je ha bei der Getreideganzpflanzensilierung liegen die berechneten Anbaukosten je Nährstoffeinheit bei 10,2 Cent je 10 MJ NEL und damit unter den Kosten anderer Futterkonservierungsverfahren. Die niedrigen Arbeiterledigungskosten resultieren auch daraus, dass die Ernte des stehenden Getreidebestandes meistens ohne weiteres Vorwelken möglich ist.

Tabelle 33: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Silage aus ganzen Getreidepflanzen (Beispiel)

Verfahren		Ganzpflanzensilage, Getreide	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	200	
Erntemenge TS	dt / ha	66	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	180	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	59	
Energieertrag	MJ/ha	30888	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	112,00	0,62
Sonstige Direktkosten	EUR	10,23	0,06
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	1,83	0,01
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>EUR 124,06</b>	<b>0,69</b>
<b>Arbeits erledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	35,64	0,20
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,17
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	220,00	1,22
Maschinenkosten	EUR	132,37	0,74
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>		<b>EUR 418,01</b>	<b>2,32</b>
<b>Gebäudekosten</b>			
Uha / AfA / Miete Silo	EUR	55,00	0,31
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	1,65	0,01
<b>Summe Gebäudekosten</b>		<b>EUR 56,65</b>	<b>0,31</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,64
Grundsteuer	EUR	11,00	0,06
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,10
Kalkung	EUR	6,00	0,03
<b>Summe Flächenkosten</b>		<b>EUR 150,00</b>	<b>0,83</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,58
<b>Summe sonstige Kosten</b>		<b>EUR 105,00</b>	<b>0,58</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>		<b>EUR 853,72</b>	<b>4,74</b>
<b>Prämien</b>		<b>EUR 539,76</b>	<b>3,00</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>		<b>EUR 313,96</b>	<b>1,74</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>10,2</b>	

## **Futterrüben**

Der Anbau von Futterrüben hat nur unter äußerst günstigen und speziellen Umständen eine ökonomische Berechtigung. Bei Annahme von mittleren Rübenerträgen von etwa 70 t und 78 GJ NEL Energie je ha ergeben sich bei einem mäßig hohen Arbeitszeitaufwand von 100 Stunden je ha für die Unkrautregulierung Nährstoffkosten von 24 Cent je 10 MJ NEL. Dies entspricht einem Wert im Bereich der Aufwendungen für Kraftfuttermittel (Tabelle 34). Darüber hinaus muss der hohe Aufwand für die Futtermulde bei den Rüben noch einkalkuliert werden. Erst bei über 100 GJ NEL je ha Energieertrag und bei einem geringen Handarbeitseinsatz von etwa 50 Stunden je ha zur Unkrautregulierung sinken die Nährstoffkosten auf etwa 14 Cent je 10 MJ NEL und erreichen damit ungefähr das Kostenniveau von Grundfuttermitteln. Die hier dargestellte Kostenspanne für die Rübenherzeugung spiegelt in etwa auch die Bewertung der Futterrübe im Bereich zwischen Kraft- und Grundfutter wider.

Tabelle 34: Vollkostenkalkulation zum Verfahren Futterrübe mit Mietenlagerung (Beispiel)

Verfahren		Futterrübe, Mietenlagerung	
Leistungen			
Erntemenge OS	dt / ha	700	
Erntemenge TS	dt / ha	112	
Futtermittelertrag OS	dt / ha	630	
Futtermittelertrag TS	dt / ha	101	
Energieertrag	MJ/ha	78624	
<b>Kosten</b>		<b>pro ha</b>	<b>dt Futter</b>
<b>Direktkosten</b>			
Saat-/ Pflanzgut	EUR	185,00	0,29
Sonstige Direktkosten	EUR	25,00	0,04
Zinsansatz Feldinventar,Umlaufkapital	EUR	3,15	0,00
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>EUR 213,15</b>	<b>0,33</b>
<b>Arbeits erledigungskosten</b>			
Personalaufwand Feldarbeit	EUR	694,10	1,10
sonstige Arbeits erledigungskosten	EUR	30,00	0,05
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	910,98	1,45
Maschinenkosten	EUR	323,75	0,51
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>		<b>EUR 1.958,83</b>	<b>3,11</b>
<b>Flächenkosten</b>			
Pacht	EUR	115,00	0,18
Grundsteuer	EUR	11,00	0,02
Berufsgenossenschaft	EUR	18,00	0,03
Kalkung	EUR	6,00	0,01
<b>Summe Flächenkosten</b>		<b>EUR 150,00</b>	<b>0,24</b>
<b>Sonstige Kosten</b>			
Betriebsgemeinkosten/Verwaltung	EUR	105,00	0,17
<b>Summe sonstige Kosten</b>		<b>EUR 105,00</b>	<b>0,17</b>
<b>Gesamtkosten ohne Prämie</b>		<b>EUR 2.426,98</b>	<b>3,85</b>
<b>Prämien</b>		<b>EUR 539,76</b>	<b>0,86</b>
<b>Gesamtkosten nach Prämie</b>		<b>EUR 1.887,22</b>	<b>3,00</b>
<b>Kosten pro Energieeinheit</b>	Ct/10 MJ NEL	<b>24,0</b>	

## **Grundfutterverkauf**

Der Grundfutterverkauf im ökologischen Landbau lässt sich wirtschaftlich nur grob einordnen, da keine einfache Ermittlung des Marktpreises der Erzeugnisse wie Heu, Grünmehlpellets oder Silage möglich ist. Letztlich wird der Verkaufspreis individuell bestimmt werden müssen, wobei die Nachfrage den Preis stark mitgestaltet. Als Wertorientierung können für Feldfutter die gesamten Erzeugungskosten und der Gewinnanspruch herangezogen oder Kostenvergleiche in Bezug auf die den Wert bestimmende Nährstoffeinheit mit alternativen Futtermitteln angestellt werden. Die Preisobergrenze wird in dieser Hinsicht durch die Kosten von handelsüblichen Kraftfuttermittelkomponenten bestimmt. Wird die Energieversorgung der Nutztiere bewertet, so kann bei Futtergetreidepreisen zwischen 15 und 20 Euro je dt (einschließlich Aufbereitung) und Energiegehalten von etwa 8 MJ NEL je dt ein Preislimit von 19 – 25 Cent je 10 MJ NEL genannt werden.

Speziell im ökologischen Landbau ist auch die Menge der im Futtermittel enthaltenen Nährstoffe beim Verkauf zu berücksichtigen, insbesondere beim Stickstoff erscheint dies angebracht. Je 100 dt Grüngut von Luzerne mit einem Gehalt von 0,5 % N lässt sich der Wert dieses Nährstoffs auf etwa 100 Euro abschätzen, wenn Vinasse als organischer Stickstoffhandelsdünger vergleichend bewertet wird. Abschläge am Wert des Stickstoffs der Luzerne müssen jedoch auf Grund der eingeschränkten Anwendbarkeit berücksichtigt werden.

## **Kostenvergleich der Futterkonservate**

Kostenvergleiche zwischen Grundfuttermitteln lassen sich nur mit Einschränkungen durchführen. Vor allem zwischen den Pflanzenarten sind zusätzlich zur Vergleichsbasis Energieeinheit weitere Nähr- und Wirkstoffe in die weitergehende Kalkulation einzubeziehen. Von großer Bedeutung ist hierbei der Proteingehalt. Bei Anbauentscheidungen steht somit der Nährstoffbedarf der Nutztiere sowie Fragen der Fruchtfolge an erster Stelle. Erst später können Kostenfragen diskutiert werden. Im Folgenden werden die Futterkosten nur anhand der Energieerträge bewertet und verglichen.

Vergleichbare Kosten je Energieeinheit sind bei Kleegrassilagen und Maissilage zu erwarten, während der Anbau von Futterrüben unter den hier angenommen Bedingungen keine wirtschaftliche Alternative

darstellt. Getreidesilagen erscheinen nur nach den Erzeugungskosten beurteilt zwar günstig, aber sie verdrängen Getreide als Marktfrucht. Die Kosten der Futtergewinnungsverfahren Silomais und Kleeegrassilage liegen im Ertragsbereich zwischen 50 bis 100 GJ je ha Energieertrag in einem schmalen Korridor (Abbildung 11).

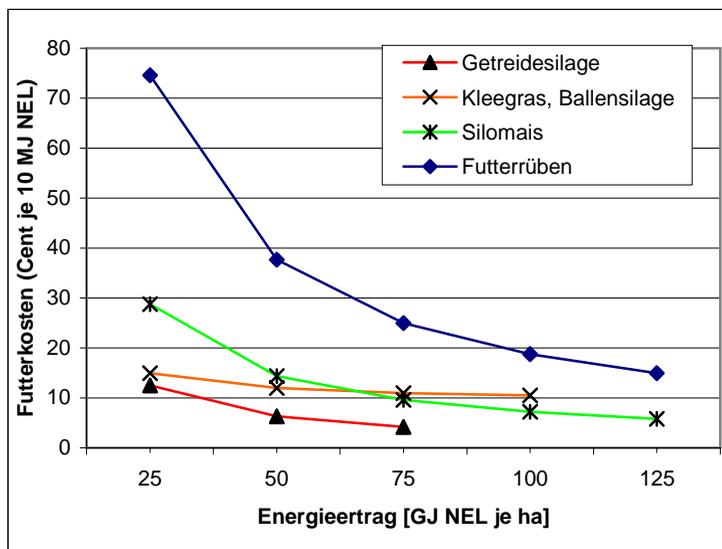


Abbildung 11: Degressionen der Erzeugungskosten verschiedener Feldfutterkonservierungsverfahren bei steigenden Energieerträgen je Flächeneinheit

### **3 Spezielle Angaben zu den Kulturarten und Mischungen**

#### **3.1 Kleinkörnige Leguminosen**

##### **Luzerne**

Luzerne (*Medicago sativa*) und Luzernegras zählen wegen ihrer hohen Trockenmasse- und Rohproteinträge zu den bedeutenden Ackerfutterpflanzen. Die Luzerne übertrifft den Rotklee in der Wüchsigkeit und Trockenheitsresistenz vor allem auf trockenen und warmen Standorten (< 550 mm Niederschlag, > 8,5 °C).

##### **Botanik**

Als typische Pfahlwurzel pflanze kann die Luzerne bis zu 3 m tief in den Boden eindringen. Der Spross wird bis zu 120 cm hoch. Die Luzerneblätter sind dreiteilig mit deutlich gestieltem Mittelblättchen. Sie sind verkehrt eiförmig bis keilförmig lanzettlich. Die 1 – 3 cm lange Blütentraube trägt viele Blütchen deren Farbe sich von blau, violett, weißgelb bis grünlich bewegen kann. Je Hülse sind 2 – 7 Samen enthalten. Charakteristisch ist die stark wechselnde Gestalt der Samen von nierenförmig bis bohnenförmig (ca. 2,5 mm lang, TKM 2,0 – 2,4 g).

Luzerne bildet ein sich bestockendes Sprosssystem aus, das dem Wurzelstock entspringt. Nach dem Winter und jedem Schnitt verzweigt es sich zu zahlreichen Seitentrieben. Im Vergleich zum Rotklee entwickelt sich die Luzerne nach der Aussaat wesentlich langsamer. Die Wachstumsraten sind im etablierten Bestand im 2. und 3. Aufwuchs am höchsten, im 4. Aufwuchs nehmen sie wieder deutlich ab (WAGNER, 1977).

##### **Boden**

Luzerne gedeiht auf fast allen Ackerböden mit gutem Kulturzustand. Obwohl die Luzerne auf trockeneren Standorten wächst, ist ihr Wasserbedarf hoch. Der erhebliche Wurzeltiefgang befähigt sie, auch Wasservorräte aus größerer Tiefe zu erschließen und in den Hauptanbaujahren Trockenperioden zu überstehen. Weniger tiefgründige Standorte sowie verdichtete Horizonte können das Luzernewachstum erheblich hemmen. Die Beschaffenheit des Unterbodens ist deshalb wichtiger als die der Krume.

Ist der Unterboden klüftig aufgerissen und gespalten, können auch weniger tiefgründige Böden für den Anbau genutzt werden. Ein Anbau ist ebenso auf Verwitterungsböden in Höhenlagen möglich. Nicht geeignet für den Luzerneanbau sind ausgesprochen schwere nasskalte Böden, saure Böden, leichte Sandböden sowie flachgründige Verwitterungsböden. Luzerne stellt höhere Anforderungen an den pH-Wert des Bodens sowie an die Grundnährstoffversorgung (besonders P und K) als Rotklee. Ausreichende pH-Werte liegen um 7,0 (mindestens pH 5,8 auf sandigen bis pH 7,2 auf tonigen Böden). Gegebenenfalls muss auf diese Werte aufgekalkt werden.

### **Klima**

Luzerne bevorzugt Lagen mit „warmem Kopf und trockenem Fuß“. Das heißt, sie bringt in warmen sonnenscheinreichen und relativ trockenen Standorten die höchsten Nährstoffserträge. Deshalb eignet sie sich gut als Futterpflanze im mitteldeutschen Trockengebiet (vorwiegend Sachsen-Anhalt sowie Sachsen und Thüringen). Allerdings nimmt sie die Bodenwasservorräte auch stark in Anspruch, wodurch dann die Nachfrüchte bei zu geringen Winterniederschlägen durch Wassermangel gefährdet sein können. Zur Keimung der Samen sind mindestens 5 °C erforderlich. Bei 8 – 10 °C erfolgt der Aufgang in 7 – 9 Tagen. Das Temperaturoptimum für das Wachstum liegt zwischen 15 °C und 25 °C, verbunden mit einer hohen Sonneneinstrahlung bei ausreichender Bodenfeuchte. Die Frostverträglichkeit besteht bis zu -20°C und ist daher allgemein ausreichend, wird aber auch vom Entwicklungsstand im Herbst und von der Sorte beeinflusst.

### **Aussaat**

In den typischen Luzernelagen sollte ein Reinanbau erfolgen, in den Übergangslagen eher Luzernegras-Mischungen (siehe Gemenge). Die Luzerne kann von Ende März bis August ausgesät werden. Der optimale Aussaattermin in den Luzernelagen liegt zwischen Mitte März und Mitte April. Das gilt für Blanksaaten und auch für Einsaaten in Grünfütterdeckfrüchte. Generell sind Einsaaten in Deckfrüchte besser gegen kalte Frühjahrswinde geschützt und können deshalb etwas früher erfolgen. Bei Untersaat in Getreide wird die Saatzeit von der Deckfrucht bestimmt. Die Luzerne besitzt aber nur eine geringe Untersaatverträglichkeit, d. h. sie verträgt keine Beschattung.

Luzerne stellt hohe Ansprüche an den Anbau. Sie ist sowohl gegenüber ungenügend abgesetztem Boden als auch gegenüber Bodenverdichtungen empfindlich. Die Aussaat als Blanksaat sollte je nach Bo-

denfeuchte in ein gartenähnliches Saatbett in 1 – 2 cm Tiefe erfolgen. Der Reihenabstand beträgt 12 – 15 cm. Die Saatstärke beeinflusst entscheidend die Bestandesdichte, die im 1. Nutzungsjahr bei 120 – 150 Pflanzen/m<sup>2</sup> liegen sollte. Als Anfangsbestand werden mindestens 300 Keimpflanzen/m<sup>2</sup> angestrebt, denn anschließend ist mit einem Rückgang der Pflanzenzahl zu rechnen. Die Keimfähigkeit sollte 85 % betragen. Wurde auf dem Feld mehr als zehn Jahre keine Luzerne angebaut, ist eine Impfung mit einem Rhizobiumpräparat empfehlenswert.

Ansaatverfahren für Luzerne (nach SCHMIDT, 1997):

- Frühjahrsblanksaat im April mit 10 – 14 kg/ha Saatgut, geringer Ertrag im ersten Jahr wegen langsamer Jugendentwicklung, Unkrautbekämpfung als Schröpfschnitt nötig, trocken – warmer Standort, weniger als 5 % Ansaatrisiko.
- Einsaaf in Gründeckfrucht im April mit 14 – 18 kg/ha Luzerne + 140 kg/ha Grünhafer als zeitig räumende Gründeckfrucht (Ernte nach dem Rispenschieben bei druckfestem Boden), lange Schnittzeitspanne, 20 % Ansaatrisiko.
- Partnersaat im April/Mai mit 10 – 14 kg/ha Luzerne + 40 – 60 kg/ha Hafer, 70 – 90 kg/ha Gerste oder 12 – 15 Körner/m<sup>2</sup> Grünmais (bei Grünmais zweiter Saatgang diagonal zur Maisaat erforderlich), verringertes Unkrautrisiko bei mäßiger Konkurrenz, 5 % Ansaatrisiko.
- Vorsommerblanksaat nach Winterzwischenfrüchten im Mai/Juni mit 12 – 16 kg/ha Luzerne, optimales Saatbett und ausreichende Niederschläge wichtig, 20 % Ansaatrisiko.
- Sommerblanksaat im Juli/August mit 12 – 16 kg/ha Luzerne nach zeitig räumenden Hauptfrüchten, ausreichende Vorwinterentwicklung mit Wurzelhals von 5 mm nötig, nur zweijährige Hauptnutzung, 15 % Ansaatrisiko.

Die Pflanzen sollten mit einer Wuchshöhe von ca. 15 cm in den Winter gehen, was eine rechtzeitige Aussaat bei Neuansaat und eine nicht zu späte Schnittnutzung bzw. eine Unterlassung des Herbstschnittes erfordert.

### **Gemengeanbau**

Der gemeinsame Anbau von Luzernegras oder von Luzerne-Rotklee gras hat folgende Vorteile:

- Luzernegras bringt in kühleren und feuchteren Lagen die höchsten Erträge, daher ist ein Anbau auch in Grenz- oder Übergangslagen möglich
- Gemengeanbau verbessert den Protein-Energie-Quotienten und damit die Silierfähigkeit und Trocknung
- Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten, z. B. lassen sich Gemenge aus Luzerne und Gras im Blühstadium der Luzerne gut beweiden und der Bestand kann pro Aufwuchs etwas länger genutzt werden
- die Verlagerungsgefahr von Stickstoff in tiefere Bodenschichten wird vermindert.

Der Grasanteil im Gemenge sollte nicht über 20 – 30 % liegen. Sonst gibt es besonders in Trockenjahren lückige Bestände. Die Gemengepartner müssen so ausgewählt werden, dass die anfangs langsam wachsende Luzerne nicht überwuchert wird. Wiesenschwingel, Knaulgras, Lieschgras oder Deutsches Weidelgras passen sich dem Schnittrhythmus der Luzerne gut an und sind daher als Gemengepartner geeignet. Zu beachten ist, dass durch einen falschen Schnittrhythmus die schnellwachsenden Gräser die Luzerne zurückdrängen können und dann ein Grasbestand mit hohen Anteilen an minderwertigen Gräsern und Kräutern entstehen kann.

Durch Beisat von Rotklee kann die Ansaatsicherheit von Luzernegemengen und besonders im Ansaatjahr der Ertrag erhöht werden. In trockeneren Lagen können mit gleichem Erfolg Weißer Steinklee oder Gelbklee beigemischt werden.

### **Nutzung und Pflege**

Die richtige Nutzung eines Luzernebestandes ist auch die beste Pflege. Gegen eine starke Verunkrautung im Ansaatjahr hilft ein Schröpfschnitt zum Zeitpunkt, wenn die Luzerne aus dem Rosettenstadium in das Stängelstadium übergeht. Bei der Schnittnutzung ist zu beachten, dass die Triebkraft bei zu häufigem Schnitt schnell nachlässt.

Die Luzerne reagiert negativ auf einen dauerhaft zu frühen oder einen zu tiefen Schnitt (unter 5 cm), sowie auf erhöhten Bodendruck. Dadurch werden die Wurzelköpfe verletzt. Aus diesen Gründen ist auch eine Beweidung zu unterlassen. Nur der letzte Aufwuchs vor dem Umbruch kann beweidet werden. Stoppelsaaten dürfen im Herbst nicht mehr geschnitten werden. Grundsätzlich sollte die Luzerne nach

70 – 75 Wuchstagen das erste Mal geschnitten werden, da sonst eine zu schwache Bewurzelung der Pflanzen erfolgt.

Zu beachten ist auch, dass die Pflanzen eine längere Pause zwischen den Schnitten benötigen, um einmal im Jahr die Vollblüte zu erreichen. Diese Pause sollte zwischen dem vorletzten und letzten Schnitt liegen. Damit können genügend Reservestoffe für den Austrieb im folgenden Frühjahr eingelagert werden.

Meistens wird die Luzerne 2 –jährig, z. T. auch 3-jährig genutzt. Der vorgesehene Schnitttermin kann nach der Wuchshöhe der Luzernepflanzen festgelegt werden. Dafür wird die Pflanzenlänge von der Bodenoberfläche bis zur Sprossspitze an 15 bis 20 auf der Erntefläche zufällig verteilten Pflanzen gemessen (SCHMIDT, 2003). Die Wuchshöhen zur optimalen Nutzung der Luzernebestände betragen (nach STEINHÖFEL, 2005):

1. Aufwuchs 40 – 48 cm
2. / 3. Aufwuchs 35 – 45 cm
4. / 5. Aufwuchs 15 – 20 cm.

Bei 4-maliger Schnittnutzung werden hohe Proteingehalte und -erträge im Futter erzielt. Bei 3-maligem Schnitt kommt es zu den höchsten Masseerträgen aber mit nur mäßiger Qualität. Möglich sind auch 3 – 4 Schnitte im 1. und 4 – 5 Schnitte im 2. Hauptnutzungsjahr. Ist ein 3. Jahr vorgesehen, dann sollten nur 3 Schnitte im 2. Jahr genommen werden. In Luzerneübergangslagen (Grenzlagen) werden 3 Schnitte im 1. und 3 – 4 Schnitte im 2. Hauptnutzungsjahr empfohlen, wobei die angestrebten Wuchshöhen etwas über den o. g. Werten liegen sollten. Voraussetzung für einen 4. Schnitt im 2. Hauptnutzungsjahr ist ein kräftiger und gleichmäßiger Bestand.

### **Verwertungsformen bei Schnittnutzung**

Wegen des hohen Eiweißgehaltes zählt die Luzerne zu den Futterpflanzen mit der höchsten Trocknungseignung. Dabei ist zu beachten, dass Bodentrocknung große Bröckelverluste zur Folge hat, wogegen Reutertrocknung einen hohen Arbeitsaufwand erfordert. Am besten eignet sich die Luzerne für die Heißlufttrocknung und die Herstellung von Luzernegrünmehl. Das Grünmehl aus frühen Schnitten weist hohe Gehalte an verdaulichem Rohprotein, hohe Energiewerte und einen hohen Karotingehalt auf.

Eine Silageherstellung ist wegen des niedrigen Zucker- und hohen Eiweißgehaltes schwierig. Die Luzerne muss dazu angewelkt werden. Bei einem Trockensubstanzgehalt von weniger als 35 % sollten Siliermittel zugesetzt werden. Generell kann sie jedoch als Grünfütterung genutzt werden. Um einen genügend langen Zeitraum zur Frischfüttererzeugung zu gewährleisten – etwa bis in die Vollblüte – ist ab Einsetzen der Knospenbildung mit dem Schnitt zu beginnen. Nach Blühbeginn verholzt die Pflanze schnell, weshalb ein später Schnitt z.B. als Pferdefutter, für das Jungvieh oder trockenstehende Kühe zu verwenden ist.

Als tiefwurzelnde bodenaufschließende Vorfrucht eignet sich die Luzerne auch gut zur Gründüngung, die Ernterückstände von 60 – 70 dt/ha TM hinterlässt. Bei Mulchnutzung sollten möglichst wenige Schnitte zu späten Wuchsstadien durchgeführt werden, damit der Arbeitsaufwand gering bleibt und die Ammoniakverluste nicht zu groß werden.

## **Rotklee**

Rotklee gehört zu den ältesten und wichtigsten Kleearten des Futterbaus. Die gegenwärtig zugelassenen Sorten sind mehrschnittig und werden meistens überjährig bis 2-jährig genutzt.

## **Botanik**

Der Ackerrotklee (*Trifolium pratense*) ist eine zweijährige bis ausdauernde Pflanze. An ihrer kräftigen Pfahlwurzel entwickelt sich ein stark verzweigtes Nebenwurzelsystem. Die Pflanze hat dreizählig gefiederte Blätter, deren behaarte Fiederblättchen eiförmig, fast ungestielt und mit einem dreieckigen weißen Blattzeichen versehen sind. An der Sprossspitze stehen bis zu 120 fleisch- bis karminrote Einzelblüten in dichten Köpfchen zusammen, die von Blättern umhüllt werden. Rotklee ist ein strenger Fremdbefruchter, weshalb die Bestäubung durch Hummeln oder Bienen erfolgen muss.

Die Frucht ist eine Hülse mit ca. 2 mm großen unregelmäßig bis nierenförmigen, glänzend gelben bis violetten Samen. Bei 2 – 3°C keimen die Samen und nach 6 – 8 Tagen beginnt der Pflanzenaufgang. Die Anfangsentwicklung des Rotklees ist langsam, weshalb Neuansetzungen durch rascher wachsende Unkräuter gefährdet sind. Die Triebe

der Pflanzen sind einjährig. Die Überwinterung erfolgt mit einer Wurzelkopfrosette.

### **Boden**

Rotklee hat eine größere ökologische Streubreite als Luzerne. Der Anbau ist bei guter P- und K-Versorgung auf den meisten Standorten möglich, wenn eine ausreichende Wasserversorgung aus den oberen und mittleren Bodenschichten gesichert ist. Allerdings verträgt er keine Staunässe.

Stärker saure, humusarme und trockene Böden sowie die ganz leichten diluvialen Sande eignen sich nicht zum Anbau. Auch stark humose Böden und Moorböden scheiden aus, da der Rotklee leicht durch Hochfrieren auswintert. Für eine optimale Stickstoffbindung durch die Knöllchenbakterien ist eine schwach saure bis neutrale Bodenreaktion von Vorteil.

### **Klima**

Rotklee ist gekennzeichnet als Pflanze mit kühl-feuchten Standortansprüchen. Bei ausreichender Luftfeuchtigkeit und jährlichen Niederschlägen von über 550 mm nehmen die Ertragssicherheit und die Erträge von den leichteren zu den besseren Böden zu. Sehr hohe Niederschläge (> 700 mm) fördern die Vergrasung, weshalb in solchen Gebieten der Anbau von Klee gras zu bevorzugen ist.

Standorte ohne Grundwassereinfluss mit regelmäßiger Vorsommertrockenheit sind meistens ungeeignet. Trockenperioden nach der Überwinterung führen zum Wachstumsstillstand. Allerdings sterben die Pflanzen wegen ihres Wurzeltiefganges nicht ab, sondern können sich nach Niederschlägen wieder erholen.

### **Anbauform/Aussaat**

Im Ökologischen Landbau erfolgt die Aussaat meistens als Reinsaat oder als Klee gras-Gemenge. Dabei ist die Auswahl der geeigneten Partner wichtig. Außerdem ist auf eine ausreichende Winterhärte der Sorten zu achten. Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung erfordern die Ansprüche von Feinsämereien.

Saatzeit und Saatmenge richten sich nach den Standortbedingungen und dem Ansaatverfahren (mittlere Saatmenge ca. 20 kg/ha, TKM 1,8 – 2,3 g). Die optimale Saattiefe liegt bei 1 – 2 cm mit Rückverfestigung des Saatbettes. Dies wird am besten mit Walzen vor und nach der

Saat erreicht. Die Reihenentfernung ist durch das häufig angewandte zwischenreihige Drillen in Getreide- oder Gründeckfruchtbeständen vorgegeben. Es ist aber auch eine Breitsaat möglich. Wegen der relativ geringen Empfindlichkeit gegen niedrige Temperaturen können Rotklee und Klee gras so zeitig wie möglich gedrillt werden (ab Ende Februar), auch auf den noch gefrorenen oder leicht schneebedeckten Boden, so dass die Winterfeuchtigkeit gut ausgenutzt wird.

#### **Ansaatverfahren für Rotklee und Rotklee gras:**

- Einsaaten in Gründeckfrüchte im Frühjahr bieten Schutz vor Frösten und das Kleinklima begünstigt den Aufgang; es eignen sich besonders der Grünhafer (50 – 100 kg/ha), aber auch Futterroggen und Gemenge aus Erbsen, Wicken und Ackerbohnen; Aussaat kann in 2 Arbeitsgängen oder als gemeinsame Saat von Deckfrucht und Klee bzw. Klee gras erfolgen, nach der Aussaat sollte angewalzt werden; Grünhafer sollte spätestens zum Rispenschieben geschnitten werden, so dass nach der Ernte noch mindestens 80 – 100 Tage Vegetationszeit zur Verfügung stehen.
- Untersaaten in Winter- und Sommergetreide sind geeignet für Standorte mit einer guten Niederschlagsverteilung, besonders Vorgebirgsstandorte; von den Getreidearten ist der Winterroggen zu bevorzugen; bei Trockenheit treten Probleme durch die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe zwischen Deckfrucht und Untersaat auf, d. h. negative Ertragswirkung oder Missernte der Untersaat ist möglich.
- Blanksaaten im Frühjahr haben ein hohes Ansaatrisiko; meistens ist ein Schröpfschnitt zur Zurückdrängung des Unkrauts notwendig, damit ist oft ein später erster Nutzungsschnitt verbunden.
- Blanksaaten im Sommer erfolgen nach einer frühen Vorfruchternte bis Mitte August, bei späterer Aussaat besteht Auswinterungsgefahr; Risiko durch Unkraut- und Getreidedurchwuchs sowie Trockenperioden ist relativ hoch; Stoppelklee sollte bis zum 5.10. geschnitten und vor dem Winter angewalzt werden.

#### **Gemenge**

Das Rotklee gras-Gemenge passt sich den verschiedenen Standortverhältnissen besser an als reine Rotklee bestände. Hierdurch steigt die Ertragssicherheit an. Generell sind Gemenge die bevorzugte Anbauform in Übergangs- und Grenzlagen. Bei der Zusammenstellung der Saadmischungen sind die Standortbedingungen, Nutzungsart und

-dauer sowie das Wuchsverhalten der Gemengepartner zu berücksichtigen. Der Rotklee sollte der Hauptbestandbildner sein.

Ist eine Verfütterung des Kleeegrases vorgesehen, so steht die Verbesserung der Futterqualität und Siliereignung im Vordergrund. Grasbeisäen mit Ertragsanteilen von 40 – 50 % erhöhen den Trockenmasseertrag und senken gleichzeitig den Eiweißertrag. Bei der Nutzung des Aufwuchses zur Gründüngung sind Gräser besonders auf leichteren Standorten dazu geeignet, den Stickstoffvorrat im Boden vor einem Umbruch im Herbst zu reduzieren und in der organischen Masse zu binden. Damit wird die Gefahr einer N-Auswaschung reduziert. Kleeertragsanteile von 70 – 80 % sind dagegen für eine hohe Stickstofffixierung erwünscht.

Aussaadmischungen für Gemenge nach LÜTKE ENTRUP (1993):

1. 10 kg/ha Rotklee + 20 kg/ha Welsches Weidelgras
2. 6 kg/ha Rotklee + 12 kg/ha Deutsches Weidelgras
3. 10 kg/ha Rotklee + 6 kg/ha Luzerne + 5 kg/ha Wiesenschwingel + 3 kg/ha Wiesenlieschgras

### **Nutzung**

Rotklee und Rotkleeegras weisen die größte Verbreitung auf und sind als wertvolles Frischfutter für Rinder in der Stallhaltung geeignet. Reiner Rotklee ist auch ein gutes Schweinefutter. Eine Nutzung als Grünbrache ist ebenfalls möglich. Beim Rotkleeanbau ist eine einmalige Überwinterung vorherrschend, d.h. eine überjährige Nutzung bei Herbstsaat. Die höchsten Erträge werden, auch als Hauptpartner der Kleeegrasgemenge, nach einer Überwinterung im 2. Jahr erreicht.

In den typischen Rotkleelagen sind mindestens 3 Schnitte üblich. Möglich sind auch zwei bis drei Schnitte und eine Herbstweide, wenn als Nachfrucht nicht Wintergetreide, sondern im Folgejahr z.B. Kartoffeln angebaut werden. Der Stoppelrotklee wird am günstigsten in der letzten September- bis ersten Oktoberdekade abgeweidet oder geschnitten und angewalzt, damit der Rotkleebestand „kurz und festgetreten“ in den Winter geht. Auf diese Weise werden Pflanzenausfälle und Auswinterungsschäden verhindert.

**Rotkleeegras** ist risikoärmer im Anbau und standfester als reine Rotkleebestände. Die Aufwüchse können als Frischfutter und als Silage

genutzt werden. Angaben zum Schnittzeitpunkt sind in Kap. 2.8.1 Ernte von mehrschnittigen Futterpflanzen enthalten. Zur Silagegewinnung ist die Vergärbarkeit des Rotkleeegrases günstiger als beim reinen Rotklee, wobei der 1. Schnitt leichter vergärbar ist als die weiteren Aufwüchse. Eine Heubereitung aus Rotklee und Rotklee gras ist nur ratsam, wenn eine Trocknungsanlage zur Verfügung steht.

### **Schwedenklee (Bastardklee)**

Der Schweden- oder Bastardklee ist eine mehrjährige Kleeart, die selbstverträglich ist als Rotklee. Er kann dort angebaut werden, wo Rotklee wegen Kleekrebsgefahr oder zu feuchter Bodenverhältnisse bereits unsicher ist. Er ist winterhart und ein guter Gemengepartner. Seine Hauptleistung liegt im ersten Schnitt.

#### **Botanik**

Der Name Bastardklee bezieht sich auf den Blütenstand, der in Form und Farbe etwa zwischen dem des Rotkleees und des Weißkleees steht. Allgemein verhält sich Schwedenklee (*Trifolium hybridum*) in Mitteleuropa wie Spätformen des Rotkleees. Die Bewurzelung ist rotkleeähnlich. Die Pflanze bestockt sich stark. Die dunkelgrünen Laubblätter sind dem des Rotkleees ähnlich, aber unbehaart und ohne Blattzeichnung. Die blattachselständigen gestielten, grünlich-weißen bis rosa farbigen und kugeligen Blütenköpfchen sind etwa 50 blütig, mit 1,5 – 3,0 cm Durchmesser. Der angenehme Blütenduft lockt Insekten an. Die Samen sind ca. 1,5 mm groß, herzförmig und olivgrün (TKM 0,6 – 0,7 g). Der Klee keimt ab 3 – 5 °C und benötigt bis zum Aufgang ca. 8 Tage.

#### **Boden und Klima**

Der Schwedenklee ist eine Pflanzenart des feuchten und kühlen Klimas, die auch dort noch zusagende Wachstumsbedingungen findet, wo der Rotklee bereits unsicher ist. So ist auch der Anbau unter rauem Gebirgsklima bis zu 2000 m Höhe möglich. Im Vergleich zum Rotklee verträgt er Feuchtigkeit und Nässe besser, Trockenheit aber schlechter. Nährstoffreiche, tiefgründige Böden mit hoher Wasserkapazität sind für den Anbau am besten geeignet.

#### **Aussaat**

Für Schwedenklee und seine Gemenge wird die gleiche Anbautechnik wie für Rotklee angewendet.

### **Gemenge**

Seine relativ geringe Empfindlichkeit gegenüber Bodennässe macht den Schwedenklee zu einem geeigneten Mischungspartner für Klee-gras in rauen Gegenden und feuchten Lagen. Auch sind seine Feuch-tigkeitsansprüche im Gemenge deutlich geringer (KLITSCH, 1960).

Wegen der etwas langsameren Jugendentwicklung ist die Auswahl eines geeigneten Mischungspartners für den Klee-grasanbau schwieri-ger als beim Rotklee. In Rotklee-Übergangslagen sollte er zu etwa 20 % und in Rotklee-Grenzlagen bis zu 40 % an der Gesamtaussaat-menge beteiligt sein. Beste Qualitäten werden bei Ernte bis zum Blüh-beginn und zusammen mit Gräsern erreicht (SNEYD, 1995).

### **Nutzung**

Der erste Aufwuchs nach der Überwinterung wächst langsamer und blüht 2 – 4 Wochen später, auch die Gesamterträge sind niedriger als beim Rotklee. Der Futterwert und die Gehalte an Rohprotein entspre-chen denen des Rotkleees, aber der Rohfasergehalt ist etwas geringer. Optimale Schnitzeitpunkte liegen zwischen „Beginn der Blüte“ bis „Vollblüte“.

Auf Grund seines bitteren Geschmacks und dem enthaltenen Alkaloid Fagopyrin (führt besonders bei Pferden zu Verdauungsstörungen) sollte der Anbau nicht in Reinsaat, sondern im Gemisch mit Rotklee, anderen Kleearten oder verschiedenen Gräsern erfolgen. Gemenge mit Schwedenklee eignen sich dann zur Grünverfütterung und auch zur Silage- und Heubereitung. Dabei können sich auf feuchten Stand-orten wegen des hohen Wassergehaltes des Grüngutes Schwierigkei-ten bei der Trocknung ergeben. Schwedenklee kann auch als Partner von Mischungen für Wiesen- und Wechselweiden verwendet werden, allerdings ist er trittempfindlich.

### **Weißklee**

Weißklee ist eine überall in Europa heimische wilde Wiesenpflanze, deren Kulturform für den mehrjährigen, weidefähigen Feldfutterbau sowie als Bestandteil guter Weiden bevorzugt wird. Als Stickstoff-sammler und wegen seiner bodenabschirmenden Wirkung ist er auch eine gute Gründüngungspflanze in entsprechenden Gemengen.

## **Botanik**

Der ausdauernde Weißklee (*Trifolium repens*) gehört zu den Flachwurzlern unter den Kleearten. Die Pflanze wird bis 30 cm hoch. Der Weißklee ist gekennzeichnet durch seine an den Knoten bewurzelten, fest am Boden liegenden mehr oder weniger langen Kriechtriebe, die mit langgestielten Blättern und/oder ebenfalls langgestielten kugeligen Blüten besetzt sind.

Die Größe der Kleeblätter kann stark variieren. Sie sind unbehaart, herzförmig und ohne Spitzen. Meistens ist der mittlere Teil des Blattendes gezähnt und mit heller Dreieckzeichnung. Die kugeligen Blütenköpfe sind von weißer bis rötlicher Färbung, kleiner als bei Rotklee, 40 – 80blütig und sitzen einzeln in den Achseln der oberen Stängelblätter oder am Ende der Zweige. Die Blütezeit erstreckt sich über einen längeren Zeitraum. Als Fremdbefruchter erfolgt die Bestäubung durch Bienen. In den länglich flachen Samenhülsen sind die herzförmigen 0,8 – 1,4 mm langen Samen enthalten (TKM ca. 0,6 g). Sie sind kräftig gelb mit leicht rötlichem Anflug, später nachdunkelnd.

Weißklee hat ein starkes Nachwuchsvermögen und verträgt intensive Beanspruchung durch Beweidung. Als Langtagspflanze erreicht er im Vorsommer die höchsten Zuwachsraten. Gegen Krankheiten und Schädlinge ist er weitgehend unempfindlich und dadurch mit sich selbst und anderen Hülsenfrüchten verträglicher als der Rotklee.

## **Boden**

Infolge seiner Anpassungsfähigkeit ist er fast überall anbauwürdig. Ausgenommen sind nur schwere, nasskalte sowie besonders humusarme, trockene und saure Böden. Er gilt als kalkliebende Pflanze, mit flexiblerem Anspruch an den pH-Wert (Optimum pH >5,5). Für eine gute P- und K-Versorgung ist er dankbar. Auf Bodenverdichtungen reagiert Weißklee weniger empfindlich als die anderen Kleearten. Für zähe Tonböden und kultivierte Moore ist er neben dem Schwedenklee eine geeignete Kleeart.

## **Klima**

Sein ökologisches Optimum findet der Weißklee im feuchten Küsten- und Gebirgsklima. Gegen Kahlfröste oder eine lang andauernde Schneedecke ist er empfindlich. Weißklee ist jedoch kältefester als Rotklee. Außerdem ist er widerstandsfähig gegen Dürre, was in Gebieten mit Sommertrockenheit von Vorteil ist.

## **Aussaat**

Weißklee wächst zu jeder Zeit der Vegetationsperiode. Das Keimtemperaturminimum von 3°C erlaubt eine zeitige Aussaat im Frühjahr. Bis zum Aufgang dauert es ca. 6 – 8 Tage. Eine Aussaat des Weißkleees als Reinsaat hat kaum Bedeutung (siehe Tab. 13). Sie ist wegen des kriechenden Wuchses der Pflanzen und des geringen Ertrages nur im Samenbau und bei der Anlage von begrünten Stilllegungsflächen zweckmäßig. So richtet sich die Aussaat nach den Erfordernissen der übrigen Gemengepartner und der Nutzung des Bestandes (siehe Gemengeanbau).

Das beste und sicherste Aussaatverfahren für Weißklee-Gemenge ist eine früh ausgebrachte Untersaat in Getreide. Blanksaaten sollten in ein abgesetztes Saatbett in nur 1 – 2 cm Tiefe erfolgen. Die Pflege beschränkt sich auf Beweidung im Herbst des Ansaatjahres und einen Walzengang im folgenden Frühjahr.

## **Gemengeanbau**

Im Ackerfutterbau wird Weißklee bevorzugt in Grasmischungen angebaut, besonders wenn mehrmals beweidet werden soll. Dabei ist von Bedeutung, dass der Entwicklungsrhythmus der Arten durch die Sortenwahl aufeinander abgestimmt ist. Das spielt besonders bei den Gräsern wegen der rascher ablaufenden Alterungsprozesse im Vergleich zu den Kleearten eine Rolle.

Für ein- bis zweijährige Grünbrachen sollten ausdauernde späte Grassorten verwendet werden. Durch einen Schröpfschnitt oder eine Herbstbeweidung wird der Kleeanteil gefördert. Auch Ölrettich und Weißer Senf sind sehr gut mit Weißklee zu kombinieren. Die Kreuzblütler reduzieren den Nematodenbesatz. Nach dem Mulchen ihrer Aufwüchse übernimmt der Klee die Bestandesbildung und vermindert den Unkrautbesatz.

Auf Schlägen mit stark unterschiedlichen Bodenverhältnissen und Feldern mit Lehmkuppen ist der Weißklee unentbehrlich zum Schließen der häufig auftretenden Lücken im Bestand. So sollte in einjährige Klee Grasgemenge 1 – 3 kg/ha Weißklee aufgenommen werden. In mehrjährigen Gemengen kann der Anteil höher bemessen werden. Jedoch sollte sein Anteil im Aufwuchs möglichst nicht über 30 % liegen, um den Strukturwert des Bestandes nicht zu beeinträchtigen.

## **Nutzung**

Beim Weißklee werden 3 Wuchstypen mit verschiedenen Nutzungsrichtungen unterschieden: der kleinblättrige zur Weidenutzung, der höherwachsende mit größeren Blättern als Mähtyp und der Zwischentyp für den kurzfristigen Futterbau. Weißklee ist eine vielseitig verwertbare Futterpflanze und liefert ein hochwertiges, bekömmliches Frischfutter. In Gemischen mit anderen Kleearten (Rotklee und Schwedenklee) oder Gräsern (Lieschgras, Wiesenschwingel, Weidelgras) wird es von den Tieren sehr gern angenommen. Sein Gehalt an Rohprotein nimmt im Laufe des Jahres durch erhöhte Ausläufer- und Blattbildung stetig zu. Auch bleibt die sehr gute Verdaulichkeit während und nach der Blüte erhalten, da Weißklee nicht so schnell verholzt. Eine intensive Schnittnutzung verträgt er sehr gut.

## **Perserklee**

Dem Perserklee kommt in der Fruchtfolge ein hoher Wert zu. Als nematodenneutrale Art ist er als Vorfrucht für Kartoffeln, Rüben, Raps und als Nachfrucht für Getreide sehr gut geeignet. Von den Kleearten weist er die schnellste Jugendentwicklung auf. Im Vergleich zum Alexandrinerklee ist er widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten, besonders gegen Stängelbrenner und Klee Krebs. Seine Konkurrenzkraft ist nur durchschnittlich.

## **Botanik**

Ausgehend von seiner stärkeren Verbreitung im Mittelmeerraum ist der Perserklee (*Trifolium resupinatum*) in Deutschland eine sommerjährige Leguminose. Die spindelförmige Pfahlwurzel bildet nur wenige Seitenwurzeln und Feinwurzeln aus. Die Pflanzen können bis zu 100 cm groß werden. Die Blätter ähneln den übrigen Kleearten, sind aber immer ohne Zeichnung. Die drei Einzelblättchen sind verkehrt eiförmig, teilweise bis ganz gezähnt (SNEYD, 1995).

Perserklee ist eine tagneutrale Pflanze, weshalb er im Verlauf der Vegetation stets die Fähigkeit zu Blüte und Fruchtansatz besitzt. Der Blattanteil ist hoch und die verzweigten Stängel verholzen nur langsam. Die aus den Blattachsen entspringenden Blütenstände bringen zahlreiche kleine rosa bis purpurviolett gefärbte Blüten hervor. Die Köpfchen sind endständig, auf kürzeren Stielchen, bei Abblüte drehen sie sich nach außen. Charakteristisch ist der unverwechselbare Honigduft (SNEYD, 1995). Die Hülsen sind ein- bis zweisamig, etwa

2 mm lang und bräunlich. Der meistens glänzende Samen ist in seiner Farbe variabel von olivgrün bis bläulichgrün (TKM ca. 1,5 g).

### **Boden und Klima**

Alle kleefähigen, leichten bis mittelschweren Böden in nicht zu trockenen Lagen sind für einen Anbau von Perserklee geeignet. Insgesamt sind aber Feuchtigkeit sowie Wärme Voraussetzung für ein rasches Wachstum und hohe Erträge. Unter unseren klimatischen Bedingungen weist der wärmeliebende Perserklee keine ausreichende Winterfestigkeit auf. Allerdings kann er, je nach Sorte, leichte Fröste nach langsamer Gewöhnung vertragen, bei mittleren Frösten stirbt er ab. An die Keimtemperatur stellt er höhere Anforderungen als Rotklee.

### **Aussaat**

Grundsätzlich unterscheidet sich die Anbautechnik von Perserklee nicht von den Verfahren im Rotkleeanbau. Die Aussaat erfolgt in ein gut abgesetztes Saatbett in 1 – 2 cm Tiefe als Breitsaat oder mit einem Reihenabstand wie im Getreideanbau. Wegen der geringen Selbstverträglichkeit sollten drei Jahre Fruchtfolgeabstand eingehalten werden.

Angebaut wird der Perserklee hauptsächlich im einjährigen Hauptfruchtfutterbau bei Frühjahrsaussaat in Reinsaat oder im Gemenge mit kurzlebigen Weidelgräsern oder anderen Leguminosen bzw. Nichtleguminosen. Wegen der Frostempfindlichkeit sollte die Aussaat von März bis Mai als Reinsaat mit 15 – 30 kg/ha, je nach Sorte und Standort, erfolgen.

### **Gemengeanbau**

Persischer Klee wird meistens in Mischung mit kurzlebigen Weidelgräsern angebaut, was die Ertragshöhe und Ertragssicherheit gegenüber Reinsaaten steigert.

### **Nutzung**

Wegen seiner raschen Jugendentwicklung und dem hohen Nachwuchsvermögen können im Hauptfruchtfutterbau bei günstigen Bedingungen vier Aufwüchse mit hohen Erträgen erreicht werden, die ausschließlich zur Grünverfütterung verwendet werden. Dabei sichert der hohe Blattanteil die gute Verdaulichkeit und auf Grund der nur gering verholzenden Pflanzen in der Vollblüte besteht eine hohe Futterqualität für Wiederkäuer und Schweine. Zu diesem Zeitpunkt bringt er bei Schnittnutzung die höchsten Grünmasseerträge mit hohen Gehalten

an Rohprotein von 20 – 25 % in der Trockenmasse, wobei vorher auch noch eine wertvolle Bienenweide zur Verfügung steht. Wegen der geringen TM-Gehalte liefert der Perserklee bei der Verfütterung nur eine relativ niedrige TM-Aufnahme. Es wird deshalb empfohlen, bei einer anteilmäßig starken Verfütterung von Perserklee rohfaserreiches Futter hinzuzugeben.

Zur Flächenstilllegung und Grünbrache kann Perserklee als Fühjahrsaussaat im Gemenge mit Ölrettich, Senf oder anderen Partnern ausgebracht werden. Wird der Perserklee in Gräserneuansaat als Deckfrucht eingesät, schützt er den Gräseraufwuchs vor Verunkrautung. Dabei darf der Klee nicht zu dicht stehen und nicht zu spät genutzt werden, weil sonst die Gräser vom lagernden Klee unterdrückt werden. Bei Anbau mit Weidelgräsern ist auch eine Beweidung möglich.

### **Alexandrinerklee**

In Deutschland wird der schnellwüchsige Alexandrinerklee seit ca. 40 Jahren als Rotkleersatz im Haupt- und Zwischenfruchtanbau angebaut.

#### **Botanik**

Wie der Perserklee ist der Alexandrinerklee (*Trifolium alexandrinum*) unter mitteleuropäischen Bedingungen eine sommerjährige Pflanze. Seine spindelförmige Pfahlwurzel ist bis zu 30 cm lang, hat nur einige Seitenwurzeln und eine mäßige Ausbildung von Feinwurzeln. Die aufrecht wachsende, leicht behaarte Pflanze kann bis zu 150 cm hoch werden. Die dreischiebigen Blätter und die große Blattmasse erinnern etwas an Luzerne. Die gelbweißen Blütenköpfchen sind rundlich. Die kleine einsamige Hülse enthält einen gelben bis rotbraunen Samen (TKM ca. 3 g).

Seine Konkurrenzkraft ist gering bis mittel. Vom Persischen Klee unterscheidet er sich durch die spätere Blüte und den etwas höheren TM-Gehalt. Allerdings ist sein Ertragsvermögen in Bezug auf den Grünmasseertrag etwas geringer.

#### **Boden und Klima**

Die Ansprüche an Wärme und Feuchtigkeit sind beim Alexandrinerklee höher als beim Perserklee. Als Pflanze des mediterranen Klimas

benötigt er für eine rasche Jugendentwicklung hohe Temperaturen und genügend Feuchtigkeit, während ihm spätere kühle Perioden nicht viel ausmachen. Leichte Fröste zu den „Eisheiligen“ oder im Herbst schaden ihm nicht.

Alexandrinerklee ist empfindlich gegenüber saurem Boden, bevorzugt dagegen schwere und mittelschwere, nicht zu trockene Böden sowie warme Lagen. In Trockenlagen und auch in trockenen Jahren versagt er meistens. In feuchten Jahren kommt es ebenfalls oft zu hohen Ertragseinbußen wegen Befall durch Kleestängelbrand. Bei sinkenden Temperaturen im Herbst geht das Wachstum schnell zurück.

### **Aussaat**

Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung sind allgemein für feines Saatgut anzurichten. Eine flache Saattiefe von 1 – 2 cm und ein abgesetztes unkrautfreies Saatbett sind Voraussetzung für einen schnellen, lückenlosen Aufgang. Alexandrinerklee braucht höhere Keimtemperaturen als Rotklee.

Als Reinsaat in Hauptfruchtstellung ist der Alexandrinerklee im Frühjahr (März – Mai) mit einer Saatmenge von 25 - 40 kg/ha mit Reihenabständen wie im Getreidebau üblich auszusäen. Da Alexandrinerklee keine Beschattung verträgt, ist er als Untersaat nicht geeignet. Der Unkrautwuchs kann durch einen Schröpfschnitt verringert werden, wodurch auch die Bestockung des Klees gefördert wird.

### **Gemenge**

Wegen der Lagerneigung und zur Heugewinnung ist der gemeinsame Anbau von Alexandrinerklee mit einer Stützfrucht, z.B. mit kurzlebigen Weidelgräsern, ratsam.

Als Grünbrache und gleichzeitig als großflächige Bienenweide ist Alexandrinerklee mit Perserklee, Phacelia oder mit Inkarnatklee bei Aussaat Ende April bis Anfang Mai möglich. Hierbei sollte eine flache Aussaat und später ein hoch angesetzter Schröpfschnitt durchgeführt werden.

### **Nutzung**

Durch seinen Massenwuchs erzeugt der Alexandrinerklee in kurzer Zeit ausreichende Futtermengen, so dass ein Grünschnitt bereits nach zwei Monaten möglich ist. Die zur Verfügung stehenden Sorten unterscheiden sich durch ihre Entwicklungsgeschwindigkeit und damit in

der Anzahl der möglichen Schnitte. Je nach Witterungsverlauf sind bei den mehrschnittigen Sorten mindestens 3 Ernten möglich. Einschnittige Formen mit einem TKM von über 3,5 g können nur im Sommerzwischenfruchtanbau eingesetzt werden. Insgesamt liegt das Ertragsvermögen etwas unter dem des Perserklees (SNEYD, 1995).

Meistens wird der Alexandrinerklee frisch verfüttert, er ist dann durch einen guten Futterwert gekennzeichnet. Generell ist aber eine rechtzeitige Nutzung wegen der leicht verholzenden Stängel ratsam. Die größte Energiedichte und Verdaulichkeit hat er zu Blühbeginn. Für die Beweidung eignet er sich nicht. Künstliche Trocknung und Verarbeitung zu Grünmehlprodukten sind möglich. Seine mit dem Pflügen in den Boden eingebrachten Ernte- und Wurzelrückstände sind mittelhoch.

### **Inkarnatklee**

Inkarnatklee ist eine wertvolle, genügsame und pflegeleichte Winterzwischenfrucht pflanze. Sie hat einen hohen Vorfruchtwert und gilt als Strukturverbesserer mit guter Unkrautunterdrückung (SNEYD, 1995).

### **Botanik**

Der Inkarnatklee (*Trifolium incarnata*), auch Blutklee oder Rosenklee genannt, hat eine reich verzweigte Pfahlwurzel mit relativ geringem Tiefgang und verdicktem Wurzelhals. Die aufrechten, oft unverzweigten markigen und harten Stängel sind meistens stark beblättert und werden bis zu 80 cm hoch. Die Einzelblättchen der für Kleearten typisch dreizähligen Blätter sind abgerundet und bis zu 3 cm lang. Eine helle Blattzeichnung wie bei den anderen Kleearten ist nicht vorhanden. Deutlich sichtbar ist die flaumige Behaarung von Stängeln und Blättern, und das umso mehr, je rauer das Klima ist.

Auffallend sind auch die tiefroten, zylindrischen bis kegelförmigen Blütenstände, die im Mai sichtbar werden. Nach deren Abblüte bilden sich eiförmige einsamige Hülsen. Der Samen selbst ist bohnen- bis eiförmig und 1 – 2 mm lang. Mit 3 – 4 g (enthülste Samen) ist die TKM relativ hoch. Neben vorherrschender Fremdbefruchtung tritt auch Selbstbefruchtung auf.

## **Boden**

Der Anbau von Inkarnatklees ist nicht so stark an bestimmte Bodenverhältnisse gebunden wie der von Rotklees und Luzerne. Lediglich nasse Standorte wie schwere, undurchlässige Ton- und Moorböden sowie nährstoffarme Böden und Sandböden sind nicht geeignet. Optimale Standorte sind durchlässige und humose mittlere bis leichte Böden mit ausreichendem Kalkgehalt (SEIFFERT, 1968).

## **Klima**

Mehr als der Boden beeinflusst das Klima das Wachstum des Inkarnatklees. So ist er wegen seines verhältnismäßig hohen Wasserverbrauches in der Ackerkrume für feucht-warme Witterung, besonders im Herbst und im Frühjahr, dankbar. Hiervon hängt seine schnelle Bestandesentwicklung wesentlich ab. In schneearmen Lagen muss bereits bei Temperaturen von  $-10^{\circ}\text{C}$  mit Auswinterungsschäden gerechnet werden. Auf Grund seiner mangelnden Winterhärte ist der Inkarnatklees auch gegenüber Früh- und Spätfrösten besonders anfällig. Allerdings ist seine Frostempfindlichkeit im Gemisch mit anderen Futterpflanzen etwas geringer, so dass er dann auch in ungünstigeren Lagen gedeiht. Gut geeignete Standorte sind demnach die wintermilden feuchten Klimalagen.

## **Aussaat**

In der Fruchtfolge sind wegen der Unverträglichkeit des Inkarnatklees mit sich selbst Anbaupausen von 6 Jahren erforderlich. Das gilt auch für die Folge Rotklees – Inkarnatklees und umgekehrt. Zu Futterzwecken wird der Inkarnatklees ausschließlich im Gemisch angebaut, wobei die Herbstsaat der Frühljahrsaat vorgezogen wird. Die Aussaat als Sommerzwischenfrucht ist jedoch möglich, z. B. Lupinen und Inkarnatklees (SEIFFERT, 1968).

## **Nutzung**

Die einjährig-überwinternde Futterpflanze hat vorwiegend als Gemengepartner im Winterzwischenfruchtanbau Bedeutung. Sein schwaches Nachtriebsvermögen, seine Nichteignung als Untersaat, seine Unverträglichkeit mit sich selbst und anderen Kleearten sowie die mangelnde Eignung als Hauptfruchtfutterpflanze begrenzen die Verbreitung des Anbaus. Auch im Zwischenfruchtanbau sind Reinsaat wegen der geringen Winterhärte nicht üblich. (SEIFFERT, 1968).

Die Gesamteigenschaften des Inkarnatklees können ähnlich denen des Rotklees eingestuft werden, jedoch hat er eine sehr rasche Früh-

jahresentwicklung. Er bringt auch nur einen Schnitt, wobei die Erträge je nach Überwinterung stark schwanken. Futterwert und Proteingehalt sind hoch, liegen jedoch etwas unter den Werten des Rotklee. Die Energiewerte des Landsberger Gemenges liegen über denen von Raps, Wicken und Felderbsen.

Obwohl der Inkarnatklee trittempfindlich ist, kann bei früher Aussaat und üppiger Entwicklung im Herbst beweidet werden, allerdings wegen ihres tiefen Verbisses nicht durch Schafe. Als nematodenneutrale Art ist er gut als Vorfrucht für Kartoffeln, Silomais, Rüben und Raps geeignet. Als Nachfrucht sind Hafer und Sommergerste günstig (SEIF-FERT, 1968; SNEYD, 1995).

### **Gemenge**

Unter unseren klimatischen Bedingungen ist der Gemengeanbau die beste Form des Anbaus von Inkarnatklee, da Pflanzenausfälle infolge Auswinterung durch die Mischungspartner ausgeglichen werden können. Meistens erfolgt ein gemeinsamer Anbau mit Winterwicken und Weidelgras, wie z. B. im Landsberger Gemenge, wobei die Anteile der Partner je nach Standort unterschiedlich hoch liegen können:

Inkarnatklee	10 – 20 kg/ha
Zottelwicken	20 – 40 kg/ha
Welsches Weidelgras	15 – 30 kg/ha.

### **Gelbklee (Hopfenklee, Hopfenluzerne)**

Auf ärmeren Böden ersetzt der Gelbklee den Rotklee und die Luzerne. Hier findet er hauptsächlich in kurzlebigen Kleeegrasmischungen und bei Untersaaten in Getreide Verwendung. Sein Hauptvorteil ist ein geringer Wasseranspruch. Im Vergleich zu anderen Kleearten hat er ein relativ niedriges Nachwuchsvermögen.

### **Botanik**

Der einjährige bis ausdauernde Gelbklee (*Medicago lupulina*) gehört botanisch zu den Luzernearten. Seine dünne, spindelförmige Pfahlwurzel ist nur von mittlerem bis flachem Tiefgang. Die behaarten Stängel sind liegend bis aufsteigend und bilden so flache Horste.

Der Gelbklee hat ein echtes Luzerneblatt mit gestieltem Mittelblättchen und verkehrt eiförmigen bis rundlichen Blättchen. Sie sind beiderseits behaart und werden mit der Zeit oberseits kahl. Die gelben Blüten-

köpfchen sind kurz gestielt und blattachselständig. 10 – 50 Einzelblüten bilden kugelige, später mehr lockere Köpfchen, ähnlich dem Hopfen. Durch die langanhaltende Blüte täuscht die Pflanze eine längere Ausdauer vor. Ständige Aussamung bewirkt daher eine Standorttreue des Klees, die allerdings nur durch eine mittlere Kampfkraft gekennzeichnet ist. Seine Jugendentwicklung ist anfangs zögernd, dann zügig. Die Hülsen sind meistens einsamig, die Frucht ist eigentlich eine Nuss (TKM 1,2 – 2,2 g).

### **Boden und Klima**

Gelbklee ist fast in ganz Europa beheimatet. Er verlangt ein wärmeres, relativ trockenes Klima und ist winterhärter als Rotklee und Luzerne. Nur nach der Aussaat im Frühjahr ist die junge Pflanze frostempfindlich. Sein Standortoptimum liegt auf den nährstoff- und kalkreichen Mergel- und Lößlehmböden in mäßig feuchten bis trockenen Lagen. Gelbklee gedeiht aber auch gut auf flachgründigen, ärmeren Böden, wenn diese einen ausreichenden Kalkgehalt aufweisen. Nässe verträgt er nicht, gegenüber saurem Boden ist er im Hauptfruchtfutterbau empfindlich.

### **Aussaat**

In der Fruchtfolge kann Gelbklee als Ackerfutter alle drei Jahre auf dem gleichen Schlag stehen, da er mit sich selbst bedingt verträglich ist. Die Reinsaatmenge beträgt nach Standort und Aussaatverfahren ca. 20 kg/ha. Möglich ist eine Drillsaat oder Breitsaat mit anschließendem Striegeln (KLITSCH, 1960). Allerdings sind Reinsaaten für Futterzwecke nicht zu empfehlen, da der Klee ohne „hochziehende Partner“ meistens kriechend bleibt. Als Hauptfrucht erfolgt die Aussaat im Frühjahr oder Herbst im Gemenge. Als Untersaat in Getreide ist er gut geeignet. Günstig ist eine flache Aussaat Ende März bis Mitte April in gestriegelte, gerade auflaufende Sommergerste oder im Hafer. Auch Mais kann als Deckfrucht dienen.

### **Gemengeanbau**

Auf trockeneren Standorten wird Gelbklee gern in kurzlebigen Klee-gras-Gemengen für Untersaaten und als Zwischenfrucht genutzt.

### **Nutzung**

Gelbklee ist im Gegensatz zu anderen Luzernearten gut weidefähig, ist aber nur zweijährig nutzbar. Als Reinsaat im Hauptfruchtfutterbau hat er keine große Bedeutung, da seine Erträge stark schwankend und vergleichsweise niedrig sind und der Futterwert nach der Blüte

stark abnimmt. Ähnlich wie der Schwedenklee hat er einen etwas bitteren Geschmack und sollte nur anteilig verfüttert werden. Eine Nutzung als Gründüngung steht im Vordergrund.

### **Hornschotenklee (Gemeiner Hornklee)**

Diese ausdauernde Kleeart mit den relativ geringen Ansprüchen an Klima und Boden wächst dort noch gut, wo Rotklee und Luzerne bereits versagen. Sie findet auf geeigneten Standorten besonders in Klee gras-Mischungen Verwendung. Hornschotenklee gilt als Strukturverbesserer und Erosionsschutzpflanze.

#### **Botanik**

Der Name Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*) stammt von der hornähnlichen Schiffchen- bzw. Hülsenausformung ab. Durch seine leicht platzenden Hülsen wird er oft standorttreu. Seine schnellwachsende und sehr tief gehenden Pfahlwurzeln (bis 2 m) erschließt die Ackerkrume. Der Stängel ist markgefüllt und kantig, er bestockt sich sehr stark zu Horsten. Das Fiederblatt des Hornschotenklee ist dreizählig, darunter sitzen zwei größere spitze Nebenblätter, so dass das Blatt fünfzählig wirkt. Die Fiederblättchen sind lanzettlich. Er bildet wenige gelbe Blüten in lockeren doldenförmigen Köpfen aus. Vorherrschend ist eine Fremdbefruchtung durch Bienen. Die TKM der Hornkleesamen liegt bei 1,2 – 1,4 g.

#### **Boden und Klima**

Wegen seiner Anpassungsfähigkeit wird der Hornklee überall auf trockenen, kalkhaltigen Standorten in der gemäßigten Zone angebaut. Optimal sind trockenwarme Witterung und kalkreiche, nährstoffreiche Böden. Er wächst auch noch auf Sandböden mit mehr kiesigem Untergrund, wenn die Kalkversorgung gesichert ist. Zu saure und schattige Lagen sind ungeeignet. Auf nährstoffreichen Böden kann er im Wachstum neben hochwachsenden Futterpflanzen nicht mithalten. Hornschotenklee ist winterhart und dürrefest, aber kein Ersatz für die Luzerne. Er verträgt mäßige Nässe, meidet aber überschwemmte Wiesen (SNEYD, 1995).

#### **Aussaat**

Hinsichtlich der Produktionstechnik gibt es keine Unterschiede zu anderen Kleearten. Zum Reinanbau ist der Hornschotenklee wenig geeignet, da die Bestände stark lagern (siehe Tab. 13). Als Haupt-

frucht im Gemenge mit oder ohne Deckfrucht wird im Frühjahr oder Herbst gedreht. Bei hohen Hornkleeanteilen in der Mischung erfolgt eine flache Drillsaat, die bei trockenem Wetter und nicht klebendem Boden nur angewalzt und nicht zugeeggt werden sollte. Bei feuchterem Wetter ist eine zeitige Breitsaat möglich.

### **Gemenge**

Auf zur Trockenheit neigenden mittleren Standorten kann nach dem letzten Striegeleinsatz (März – Mitte April) folgendes mehrjährige Gemenge als Untersaat in Getreide ausgebracht werden:

3 kg/ha	Hornschotenklee
5 kg/ha	Luzerne
2 kg/ha	Weißklee
6 kg/ha	Deutsches Weidelgras.

### **Nutzung**

Die Erträge liegen deutlich unter denen von Rotklee und Luzerne. Der bittere Geschmack und die Blähneigung schränken die Verfütterung von Reinbeständen ein. Als Heu oder im Gemenge mit Weißklee und Gräser ist Hornschotenklee verträglich.

### **Esparsette**

Die Esparsette ist eine sehr gute Vorfrucht und gilt als Strukturverbesserer. Sie liefert in Reinanbau und Gemenge ein sehr gutes Futter mit einem hohen Rohproteingehalt.

### **Botanik**

Als langlebige Pflanze hat Esparsette (*Onobrychis viciaefolia*) nach Breite und Tiefe ein erheblich ausgedehntes Wurzelsystem. Ähnlich der Luzerne entspringen die Triebe der Esparsette aus dem oberirdischen Wurzelkopf. Nach einer langsamen Jugendentwicklung kann sie bis zu 1 m hoch wachsen, wobei die Stängel nach der Blüte sehr hart werden. Die Fiederblätter tragen bis zu 20 längliche Blattpaare und ein Endblättchen. Die Blütenstände sind traubenförmig, die Kronenblätter rosenschotenförmig. Die Frucht ist eine einsamige, halbkugelig flache, geschlossenen bleibende Hülse, die bei der Reife steinhart wird. Sie enthält je einen bohnenförmig bräunlichen Samen (TKM 20 – 25 g).

## **Boden und Klima**

Die Esparsette fordert einen warmen, trockenen Standort (KLITSCH, 1960). Ausschlaggebend für den Anbauerfolg ist immer der Kalkgehalt des Bodens, der noch höher liegen sollte als bei der Luzerne (optimaler pH-Wert 7,0). Esparsette ermöglicht auch noch dort einen Futterbau, wo es für die Luzerne zu flachgründig und zu steinig ist. Bei mangeligem Untergrund gedeiht sie auch auf Sand- und Kiesböden. Sogar Böden in schlechtem Kulturzustand sind geeignet. Dagegen lässt ihre Konkurrenzkraft auf gut mit Stallmist versorgten Böden nach anfänglich höherer Leistung mit den Jahren deutlich nach. Gegenüber Feuchtigkeit ist Esparsette empfindlich. Nasskalte Ton- und Moorböden und Böden mit hohem Grundwasserstand sind deshalb nicht geeignet.

## **Aussaat**

Der vieljährige Anbau der Esparsette ermöglicht es, dass Flächen außerhalb der Fruchtfolge des Betriebes bestellt werden können. Am besten gelingt die Aussaat als Untersaat je nach Standort und Witterung von März bis Mai in Winterroggen, Sommergerste, Grünhafer oder Erbsen-Wicken-Ackerbohnen-Gemenge. Saatgutmengen von 120 – 180 kg/ha werden zwischenreihig 2 – 3 cm tief gedrillt. Wegen ihrer starken Konkurrenzkraft ist eine Unkrautbekämpfung meistens nicht nötig. Beim Auftreten von Ungräsern kann im zeitigen Frühjahr gehackt oder geeggt werden. Mit sich selbst ist die Esparsette stark unverträglich, weshalb Anbaupausen von 8 – 10 Jahren eingehalten werden müssen.

## **Gemenge**

Um die Wildvergrasung einzuschränken und einen höheren zweiten Aufwuchs zu erreichen, kann Esparsette auch im Gemenge mit Luzerne und Gelbklee oder mit Gräsern (Glatthafer, Knautgras) angebaut werden. Dabei sollte der Anteil der Esparsette mindestens 85 % betragen, da sie sonst wegen der relativ geringen Konkurrenzkraft von den Partnern unterdrückt wird. Ist eine Beweidung vorgesehen, so können auch Weißklee und Hornklee dem Gemenge beigegeben werden.

## **Nutzung**

Im Reinanbau ist Esparsette relativ selten vertreten. Sie kann aber besonders auf abgelegenen oder extensiv bewirtschafteten Flächen eine Anbaualternative darstellen und dort im Daueranbau für eine wirksame Bodenruhe sorgen. Bei der deutschen, einschnittigen Esparsette sind im 1. Hauptnutzungsjahr ein Schnitt in der Blüte und eine Nachweide möglich. Die zweischnittigen Formen (für extrem

trockene Lagen) bringen zwei bis drei Schnitte im Jahr. Die Esparsette eignet sich besonders zur Heuwerbung. Das eiweißreiche Heu ist für Pferde ein vollwertiger Haferersatz und auch für Kälber und Fohlen ein wertvolles Futter. Auch für die Anlage von Grünbrachen hat Esparsette einen hohen Stellenwert (SNEYD, 1995).

## **Serradella**

Serradella liefert auf den nicht kleefähigen leichten Sandböden gute Erträge. Als Grünfutter bringt sie bis in die Vollblüte ein sehr wertvolles Futter und ist auch als Gründüngung empfehlenswert.

### **Botanik**

Die sommerjährige Serradella (*Ornithopus sativus*) bildet eine spindel-förmige Pfahlwurzel aus, von der zahlreiche Neben- und Faserwurzeln abgehen. Die Stängel sind meistens kriechend, stark verzweigt und reichlich mit Blättern besetzt. Die Blätter bestehen aus 10 – 15 paarigen Fiederblättern mit Endblättchen. Auf den sich meistens aufrichtenden Blütenstängeln sitzen die rosaroten fünf- bis zehnbliätigen Blütendolden. In der aus 5 – 7 bräunlichen Gliedern bestehenden Hülse ist je ein glatter, bräunlicher Samen enthalten (TKM 2,7 – 4,6 g). Nach einer anfangs zögernden Jugendentwicklung ist die Konkurrenz-kraft der lichtbedürftigen Pflanzen in dichten Beständen eher gering.

### **Boden und Klima**

Auf leichten, sandigen Böden und maritim-feuchtem Klima findet die nicht sehr winterharte Serradella optimale Bedingungen. Sie gedeiht noch auf schwach sauren, humosen bis anlehmigen Sandböden, auch auf Niedermoorböden. Auf humusarmen und trockenen Sandböden kann sie versagen. Auf alle Fälle muss ausreichend Kalk im Boden vorhanden sein. Serradella benötigt zum Wachstum wenig Wärme und kann bis spät in den Herbst geerntet werden, was durch die geringe Verholzungstendenz der Pflanzen begünstigt wird. Sie ist empfindlich gegenüber stauender Nässe und einem zu hohem Grundwasserstand.

### **Aussaat**

Die kurzlebige Serradella ist relativ selbstverträglich, sollte aber in mindestens dreijährigem Abstand und nicht nach Kleearten angebaut werden. Sie verträgt aber einen Mischanbau mit Kleearten. Hauptsächlich erfolgt der Anbau als Reinsaat und als Untersaat im März bis April zwischen die Drillreihen von nicht zu dicht stehendem Winterrog-

gen. Je nach Standort liegt der Saatgutbedarf bei 35 – 50 kg/ha und die Saattiefe bei 2 – 3 cm. Bei zu früher Saat wächst die Serradella bis zur Ernte der Deckfrucht zu üppig, bzw. es besteht die Gefahr des Befalls durch Stängelbrenner. Bei zu später Saat kann die Deckfrucht beim Drillen geschädigt werden. Zur Begrünung stillgelegter Flächen beträgt die Aussaatmenge 20 – 30 kg/ha.

### **Gemenge**

Als Hauptfrucht kann Serradella mit nachfolgenden Gemengepartnern ausgesät werden (SNEYD, 1995):

Serradella	25 kg/ha
Gelbklees	10 kg/ha
Phacelia	2 kg/ha
Rotklees	6 kg/ha
Schwedenklees	4 kg/ha.

### **Nutzung**

Bei der Deckfruchternte sollte mit hoher Stoppel gemäht werden, da die Pflanzen das Köpfen schlecht vertragen. Außerdem sind sie sehr druckempfindlich. Die Grünmasse dient nur zur Frischverfütterung oder zur Beweidung. Die Serradella ist eine Futterpflanze der leichten Böden. Sie liefert ein eiweißreiches, besonders von Rindern und Pferden gern angenommenes Grünfutter. Als Weide für Rinder kann sie wegen ihrer guten Frostverträglichkeit bis in den Spätherbst genutzt werden. Die gute Vorfruchtwirkung wird auf leichten Böden am besten von nachfolgenden Kartoffeln genutzt.

### **Weißer Steinklee (Bokharaklee)**

Bei den Steinkleearten unterscheidet man zwischen dem Weißen Steinklee (auch Bokharaklee) und dem Gelben Steinklee. Wegen seines hohen Cumarin gehaltes kann der Gelbe Steinklee nicht als Futterpflanze genutzt werden. Auch der Weiße Steinklee ist cumarinhaltig und deswegen nur bedingt zur Verfütterung geeignet. An der Züchtung cumarinarmer Sorten wurde aber in den letzten Jahren gearbeitet. Weißer Steinklee gilt in der Fruchtfolge als Pionierpflanze, besonders auf Problemstandorten.

### **Botanik**

Der Weiße Steinklee (*Melilotus albus*) ist eine einjährige, überwintemde und weitgehend selbstverträgliche Pflanze. Er gehört neben der

Luzerne und dem Hornschotenklee zu den besonders tief wurzelnden Arten. Auf Grund ihrer hohen Lichtansprüche entwickeln sich die jungen Pflanzen unter einer Deckfrucht nur langsam. Die Stängel werden mindestens 150 m hoch. Im älteren Zustand verholzen sie stark. Bei den dreizählig gefiederten Blättern ist das Mittelblatt deutlich gestielt, die verkehrt eiförmigen Einzelblättchen sind am Rande typisch gezähnt. In den Blattachseln entwickeln sich die als verlängerte Traube angeordneten weißen Blüten. Ihr starker Duft und die lange Blühzeit von Mai bis August machen ihn attraktiv als Bienenweide. Die Frucht ist eine platzende ca. 3 mm lange Hülse mit ein bis zwei Samen (TKM ca. 2 g). Steinklee hat eine sehr hohe Selbstverträglichkeit und eine gute Konkurrenzkraft.

### **Boden und Klima**

Der Weiße Steinklee ist anspruchslos an Boden und Klima. Er ist dürreresistent und widerstandsfähig gegen Frost. Aber der Kalkgehalt des Bodens muss ausreichend hoch sein, da die Wüchsigkeit des Klees mit steigenden pH-Werten zunimmt. Optimal sind Sandböden bis stark lehmige Sande mit 15 – 40 Bodenpunkten. Auf Böden mit höheren Bodenpunkten kann es durch starkes Längenwachstum des Klees zu einer Unterdrückung von Deckfrüchten kommen. Auf diesen Böden sollten deshalb im Hauptfruchtfutterbau gegenüber dem Steinklee ein Anbau von Rotklee und Luzerne bevorzugt werden.

### **Aussaat**

Wegen des Keimtemperaturoptimums von 3 °C ist eine Untersaat zwischen März und April in nicht zu dichten Winterroggen günstig. Die Einsaat in eine Sommerung (Hafer, Sommergerste) erfolgt zur Zeit des „Spitzens“ des Getreides. Da die Art ausreichend winterfest ist, kann sie auch schon Ende September in die Wintersaat eingesät werden. Die Aussaatmengen betragen zwischen 25 – 30 kg/ha. Wichtig ist immer eine nicht zu enge Drillreihe weil sich der Steinklee relativ stark ausbreitet. Eine Aussaat als Gemengehauptfrucht oder als Grünbrache ist auch üblich. In der Fruchtfolge kann der Steinklee in kurzen Abständen wiederholt zum Anbau gelangen, da er weitgehend selbstverträglich ist.

### **Gemenge**

Auf leichteren, rotkleeunsicheren Böden können Schwedenklee, Rotklee sowie je nach Bodenfeuchte Welsches Weidelgras, Rotschwingel oder Schafschwingel als Gemengepartner des Weißen Steinklees ausgesät werden. Ein wertvoller Partner ist auch der Schwarze Küm-

mel (*Carum carvi*). Mit einer Beimischung von 1 – 2 kg/ha an Kümmel werden die Wüchsigkeit des Steinklees und die Schmackhaftigkeit des Futters erhöht. Gemenge mit Steinklee können auch als Grünbrache genutzt werden.

### **Nutzung**

Die Deckfrucht muss mit hoher Stoppel geschnitten werden, da der Klee aus den unteren Stängelknospen wieder ausschlägt. Zur Futternutzung ist im Ansaatjahr bei nicht zu trockenem Wetter bereits ein Herbstschnitt oder eine Beweidung möglich. Im Hauptnutzungsjahr kann eine zweimalige Schnittnutzung und meistens im Herbst zusätzlich eine Beweidung erfolgen. Geerntet werden sollte im Stadium der Knospenbildung bei einer Wuchshöhe von 40 – 60 cm, um das Verholzen der Grünmasse zu vermeiden.

Eine Konservierung durch Trocknung oder Silierung ist möglich, wird aber eher für Gemenge empfohlen. In nicht zu trockenen Lagen hat der Steinklee als Untersaat in Winterroggen oder Sommergetreide mit anschließender überwinternder Gründüngung (ohne Schnittnutzung) zu Kartoffeln eine große Bedeutung. Als erste Nachfrüchte kommen auch Silomais oder Grünmais in Betracht.

## 3.2 Großkörnige Leguminosen

Für den ökologischen Landbau hat diese Pflanzenfamilie von Stickstoffsammlern eine hohe Bedeutung. Im Verlauf des Wachstums sind mit zunehmender Nährstoffeinlagerung in die Hülsen hohe Stickstofffixierleistungen zu erwarten. Mit der Aberntung der Gesamtpflanze werden jedoch auch hohe Stickstoffmengen von der Anbaufläche entzogen. Da der Anteil an Ernte- und Wurzelrückständen relativ gering ist, verbleibt selbst bei hohen Erträgen nur ein geringer Stickstoffnettogewinn auf der Fläche.

### Botanik

Die wichtigsten Arten werden in Tabelle 12, Kap. 2.3 Standortansprüche und Artenwahl, aufgeführt.

### Klima

Bei Nutzung der Gesamtpflanze vier bis sechs Wochen vor der eigentlichen Druschreife lässt sich der Klimabereich des Anbaus erweitern, so dass auch die höheren Lagen der Mittelgebirge noch geeignet erscheinen. Allerdings gibt es keine vergleichenden Untersuchungen, aus denen eine differenzierte Aussage zur Anbauwürdigkeit abgeleitet werden könnte. Der Anbau von Körnerleguminosen in Trockengebieten, in denen nur etwa 20 dt/ha Körnerträge erzielt werden, lässt auf Grund des ungünstigen Korn-Strohverhältnisses auch nur niedrige Ganzpflanzenernten mit schwächeren Qualitäten erwarten.

### Boden

Körnerleguminosen finden in einem weiten Bodenartenbereich ausreichende Anbauvoraussetzungen. Während leichteste Sandböden nur durch Anbau von Lupinen und Wicken genutzt werden können, eignet sich die Körnererbse für mittlere Böden ab 30 Bodenpunkten. Bei günstiger Wasserversorgung (hoher Grundwasserstand oder gleichmäßige Niederschläge) erhält die Ackerbohne auf mittleren Böden und vor allem auf schweren Böden Anbauberechtigung.

### Anbauhinweise

Die wichtigsten Anbauhinweise zur Ganzpflanzennutzung entsprechen den Empfehlungen für die Körnernutzung (siehe Broschüre „Körnerleguminosen im ökologischen Landbau“, KOLBE et al., 2002). Die Anforderungen an die mechanische Unkrautregulierung sind bei der Ganzpflanzennutzung geringer, da vor der Hauptentwicklung der Unkräuter das Futter geerntet wird. Insgesamt muss in Abhängigkeit von

der Witterung mit großen Ertrags- und Qualitätsschwankungen gerechnet werden. Bei der Entscheidung für oder gegen einen Anbau sind einerseits die Einschnittigkeit mit relativ geringen Erntekosten sowie andererseits die hohen Saatgutkosten der großkörnigen Leguminosen bei mäßigen Erträgen unter trockenen Klimabedingungen miteinander abzuwägen. Die Vorteile des Anbaus für Öko-Betriebe zum Beispiel beim Anbau von Erbsen liegen in einer schnellen Jugendentwicklung sowie der kurzen Vegetationszeit der Futteraufwüchse mit frühen Ernteterminen, so dass nach Silageerbsen etwa ab Juni oder Juli die Fläche wieder für spezifische Maßnahmen z. B. zur Wurzelunkrautregulierung zur Verfügung steht.

### **Gemengeanbau**

Körnerleguminosen können als Grünfutter oder Silagen auch in Gemengen mit verschiedenen Getreidearten angebaut werden (siehe Kap. 3.6 Getreideganzpflanzen). Mischfruchtsilagen aus Erbsen und Weizen ergaben aber keine weiteren Qualitätsvorteile gegenüber einer Erbsenreinsaat. Diese Silagen liefern Qualitäten im Bereich von durchschnittlichen Grassilagen (SALAWU et al., 2002). Beim Mischanbau besteht weiterhin die Schwierigkeit, wegen der unterschiedlichen Abreife der Komponenten einen optimalen Erntezeitpunkt festzulegen.

Im Gemenge werden auch Sommer- und Winterwicken kultiviert und allerdings meistens nur im Zwischenfruchtfutterbau eingesetzt. Für die Gemenge mit Winterwicken sind die Saatmischungen Wickroggen sowie das Landsberger Gemenge typisch. Sommerwicken finden in Körnerleguminosengemengen Verwendung (siehe Broschüre „Zwischenfruchtanbau im Ökologischen Landbau“, KOLBE et al., 2004).

### **Nutzung**

Der Einsatz von Grünfutter oder Silagen aus Ackerbohnen, Erbsen oder Lupinen ist mit gutem Erfolg in der Tierhaltung möglich. Unter günstigen Schnitt- und Konservierungsbedingungen stehen damit hochwertige Futtermittel zur Verfügung, die auch in der Fütterung von Milchvieh eingesetzt werden können. Mit diesem Futter sind vergleichbare Tierleistungen wie mit Gersten- oder Luzernesilage zu erreichen. Gegenüber einer Gerstensilage sind für silierte Erbsenpflanzen deutlich höhere Proteingehalte sowie etwas niedrigere Stärkegehalte anzusetzen (MUSTAFA et al., 2000).

Die Ernte des Erbsenbestandes für die Bereitung von Erbsensilage sollte im Stadium der Hülsenfüllung stattfinden. In diesem Zeitraum sind der Ernteertrag und der Rohproteingehalt günstig, gleichzeitig kann mit einer niedrigen Rohfaserkonzentration gerechnet werden. Der Zielzeitpunkt ist das Ende der Blüte, hier beginnt die Füllung der wipfelständigen Hülsen während die grundständigen schon voll gefüllt sind. Die unteren Blätter sind noch nicht vergilbt. Mit zunehmender Reife fällt der Rohprotein-Gehalt des Erntegutes langsam wieder ab und die Rohfaserkonzentration steigt nun an. Für die Silierung ist ein TM-Gehalt in der Grünmasse von 30 – 33 % günstig.

Auch bei der Ackerbohne ist es günstig, die Ertragsbildung im Korn abzuwarten. Der beste Erntezeitpunkt ist erreicht, wenn die Pflanze von unten her anfängt abzureifen. 1-2 grundständige Hülsen und 1/4 bis 1/3 des Sprosses sollten dann braun gefärbt sein. Allerdings ist trotz beginnender Reife das Anwelken des Bohnenbestandes erforderlich, um 35 % TM für die erfolgreiche Silierung zu erreichen. Neben einem hohen Wassergehalt erschweren ein niedriger Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten sowie eine hohe Pufferkapazität den Silierprozess.

Gelungene Ganzpflanzensilagen aus Ackerbohnen oder Erbsen weisen Energiegehalte von über 6 MJ NEL/kg TM auf. Im Zusammenhang mit einer hohen Einkörnung sind dann auch hohe Gehalte an Rohprotein zu erwarten. Allerdings kann der Rohproteingehalt z. B. bei Ackerbohnenensilage mit gutem Kornansatz von 21 % auf 16 % bei geringem Kornansatz absinken.

### **Ernte und Siliertechnik für Erbsensilage**

Erbsen stellen durch das Verranken des Pflanzenbestandes besondere Anforderungen an die Erntetechnik. Nach KIRCHMEIER & GEISCHEDER (2003) eignet sich die bekannte Grünfuttertechnik auch zur Erbsensilageerzeugung bei Beachtung bestimmter Voraussetzungen. Mit zunehmendem Lager der Erbsen lassen sich die Bestände besser mit dem Trommelmäherwerk als mit dem Scheibenmäherwerk mähen. Danach lässt sich das Erntegut vollständig mit dem Schwadwender wenden. Jedoch treten durch eine unvollständige Wendung mit einem Kreiselschwader nicht unbedingt Nachteile im Trocknungsprozess auf.

Wichtiger Punkt bei der Grüngutaufnahme z.B. durch eine Rundballenpresse ist die angelegte Schwadbreite. Zu breite Schwaden werden in der Randzone durch die Zugmaschine überfahren. Dadurch kann es

zu Verlusten und zur Verschmutzung des Futters kommen. Die Bröckel- und Kornverluste steigen insgesamt mit zunehmender Abreife der Bestände an. Bei einem späten Erntetermin wurden z. B. 10 dt ha Verluste an Korn gemessen (KIRCHMEIER & GEISCHEDER, 2003). Im Idealfall kann ohne Anwelken siliert werden. Bei schneller Abreife von Körnerleguminosenbeständen lässt sich der optimale Schnitzeitpunkt aber nur schwer einhalten.

### 3.3 Gräser

#### Welsches Weidelgras

Das Welsche Weidelgras wird als leistungsfähigste Grasart und wichtigem Gemengepartner für Rotklee im ein- und überjährigen Feldfutterbau genutzt. Die Ansprüche an die Nährstoffversorgung sind sehr hoch. Bei guter Stickstoffverfügbarkeit und ausreichender Wasserversorgung hat es unabhängig von der Saatstärke eine hohe Konkurrenzkraft gegenüber den Kleearten und der Luzerne. Bei Pflanzengemengen ist deshalb auf die Auswahl geeigneter Partner zu achten. Im Ökologischen Landbau kann der Reinanbau von Welschem Weidelgras nicht empfohlen werden, da im Hauptfruchtbau zur Erlangung eines befriedigenden Ertragsniveaus eine sehr hohe Nährstoffversorgung insbesondere mit Stickstoff bereitgestellt werden muss.

#### Botanik

Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*) hat als ein- bis zweijährig überwinterndes Obergras eine horstbildende Wuchsform und wird bis 100 cm hoch. Die Halme sind steil aufsteigend und auf der Oberseite etwas rau mit rotem Stängelgrund, die Blattscheiden sind offen und kahl. Die Ähre ist sehr lang, zweizeilig und nickend und die Ährchen sind begrannt. Blütezeit ist von Ende Mai bis Anfang Juni. Das Weidelgras bildet schnell eine große Wurzelmasse mit vielen Feinwurzeln im Oberboden und einer Reichweite bis mindestens 100 cm Bodentiefe.

Als vernalisationsbedürftige Pflanze kommt Welsches Weidelgras bei Aussaat im Frühjahr nicht zur Blüte und Ährenbildung, außer bei sehr zeitiger Aussaat. Erst nach der Überwinterung wird im anschließenden Frühjahr die Schosspphase erreicht. Der erste Aufwuchs ist blattreich, die Nachwüchse sind mehrstängelig. Neben den diploiden gibt es auch tetraploide Sorten, die saftigere Blätter und gröbere Stängel aufweisen. Die TKM erreicht bei diploiden Sorten 2,0 – 3,0 g, bei tetraploiden Sorten liegen die Werte ca. 50 % höher.

#### Boden

Das Weidelgras gedeiht auf fast allen Böden, außer auf sauren, trockenen Sandböden und vernässten Standorten. Optimal sind warme durchlässige, nährstoff- und kalkreiche mittlere Böden (BERENDONK, 2001).

## **Klima**

Beim Anbau von Welschem Weidelgras können ausreichende Erträge in Hauptfruchtstellung vor allem in den niederschlagsreichen Mittel- und Vorgebirgslagen und in Küstennähe mit höherer relativer Luftfeuchtigkeit erzielt werden. Die Neigung zur Auswinterung liegt sortenabhängig zwischen gering und mittel. Eine standortgerechte Sortenwahl ist deshalb von Bedeutung. Die Bestände sollten nicht zu üppig (Aufwuchshöhe von 8 – 10 cm) und auch nicht mit einer zu schwachen Wurzelentwicklung infolge zu später Aussaat in den Winter gehen.

## **Aussaat**

Das Gras wird meistens im Gemenge mit anderen Gräsern und mit Leguminosen angebaut (z.B. Rotklee, Perser-, Alexandrinerklee, Einjähriges Weidelgras). Die Saatmenge bei Reinsaat beträgt ca. 25 – 40 kg/ha für diploide, bzw. 40 – 50 kg/ha für tetraploide Sorten. Alle Weidelgräser sind wegen der großen Samen und schnelleren Anfangsentwicklung gegenüber einer etwas tieferen und ungleichmäßigen Samenablage wesentlich weniger empfindlich als die übrigen Gras- und Kleearten. Welsches Weidelgras kann fast zu jeder Zeit gesät werden. Am günstigsten ist die Herbstaussaat. Sie bringt die höheren Erträge, da im folgenden Frühjahr durch die winterliche Kälte bereits eine „produktionsbereite Pflanze“ vorhanden ist.

Die Aussaat von Welschem Weidelgras mit Partnern (Kleegras-Gemenge) kann vom Frühjahr bis Mitte August erfolgen. Nach der Getreideernte haben sich Blanksaaten bewährt. Sie ermöglichen im Folgejahr eine volle Nutzung. Möglich ist auch die Untersaat unter einer Getreidedeckfrucht im Frühjahr. Die Sortenwahl ist auch in den Weidelgrasgemengen von Bedeutung. So ist beim Welschen Weidelgras hinsichtlich der Ertragsverteilung zwischen frühjahrs- bzw. sommerbetonten und ausgeglichenen Sorten zu unterscheiden (LÜTKE ENTRUP, 2000).

## **Gemenge**

Das Welsche Weidelgras weist eine starke Konkurrenz als Obergras auf, wodurch Ansaaten von Gemengen mit vielen Grasarten auszuschließen sind (WASSHAUSEN, 1982). Auch begrenzt die relativ kurze Lebensdauer des Welschen Weidelgrases seine Eignung als Partner in Feldfutter-Gemengen. Dagegen ist der Gemengeanbau mit Kleearten und Luzerne im ökologischen Landbau weit verbreitet.

## **Nutzung**

Das Welsche Weidelgras wird normalerweise eineinhalbjährig, d. h. mit nur einer Überwinterung, genutzt. Bei günstigen Bedingungen kann auch ein zweites Hauptnutzungsjahr folgen, wobei dann aber Ertragseinbußen einzuplanen sind (BUNDESSORTENAMT, 2003).

Als Rinderfutter kann Welsches Weidelgras vielseitig verwendet werden: hauptsächlich als Frischfutter, aber auch als Trockengrün, Heu und Welksilage. Der letzte Aufwuchs eignet sich auch gut als Weide. Die Wahl des Schnittzeitpunktes „kurz vor dem Ährenschieben“ ist entscheidend für die Futterqualität (siehe Kap. 2.8 Ernte, Konservierung, Futterwert und Nutzungsalternativen).

## **Einjähriges Weidelgras (Westerwoldisches Raygras)**

Einjähriges Weidelgras ist die Grasart mit dem höchsten Massenwachstum. Wegen der geringen Winterhärte hat es eine wirtschaftliche Bedeutung nur im einjährigen Hauptfruchtfutterbau, meistens als Partner mit kurzlebigen Kleearten bzw. mit Welschem Weidelgras.

## **Botanik**

Das einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam., ssp. *westerwoldicum*) ist als sommerannuelles (bis überjähriges) Obergras dem Welschen Weidelgras botanisch sehr ähnlich. Die Spelzfrucht ist meistens etwas größer und länger begrannt. Nach Aussaat und Aufgang geht es ohne Vernalisation von der vegetativen zur generativen Phase über, d. h. aus den Trieben werden gleich Halme gebildet. Es ist sehr schnellwüchsig, der Trockenmassezuwachs je Zeiteinheit ist so hoch wie bei keinem anderen Gras (WASSHAUSEN, 1982). Nach jeder Nutzung wachsen neue Halmtriebe. Seine Bewurzelungsfähigkeit ist im Vergleich zum Welschen Weidelgras etwas schwächer, es hat aber dennoch eine gute Wirkung auf die Bodenstruktur. Die TKM liegt zwischen 2,0 g für diploide und 4,5 g für tetraploide Sorten.

## **Boden**

Nährstoffreiche, bindige, frische bis feuchte (aber nicht staunasse) Verwitterungsböden bieten die besten Voraussetzungen für den Anbau. Auf Moorböden ist das Einjährige Weidelgras als Deckfrucht verwendbar (LÜDDECKE et al., 1990).

## **Klima**

Optimale Bedingungen findet das Einjährige Weidelgras in feucht-warmen und niederschlagsreichen Gebieten. Dabei sind lange Sommer vorteilhaft für Wachstum und Entwicklung. Trockene Lagen werden nicht vertragen (LÜDDECKE et al., 1990). Es besitzt eine geringe Winterhärte, so dass im Frühjahr kaum noch Pflanzen vorhanden sind. In milden Klimatalagen kann es noch einjährig überwintern, stirbt dann aber im folgenden Sommer ab.

## **Aussaat**

Anbautechnisch entspricht das Einjährige Weidelgras dem Rotklee. Sobald der Acker befahrbar ist wird es im zeitigen Frühjahr ohne Deckfrucht ausgesät. Sogar ein relativ feuchtes oder ein gröberes Saatbett wird vertragen. Auch Frost und Schnee richten kaum Schaden an, führen aber zu einer Verzögerung der Anfangsentwicklung der Pflanzen. Ein unebenes Saatbett und tiefe Fahrspuren sollten jedoch vermieden werden. Durch eine zeitige Frühljahrsaussaat wird die Bestockung und das vegetative Wachstum des Grases vor Einleitung der generativen Phase gefördert, so dass ein qualitativ wertvolles Futter heranwächst. Bei späterer Aussaat erfolgt dagegen sehr schnell der Übergang zur ausschließlichen Halm- und Blütenstandsbildung. Dadurch entsteht ein sehr spröder, stängeliger und qualitativ wenig wertvoller Aufwuchs.

Das Einjährige Weidelgras kann im Frühjahr in Reinsaat oder auch in Mischung mit Welschem Weidelgras zur Nachsaat in ausgewinterte bzw. lückige, mehrjährige Futterpflanzenbestände (z. B. Luzerne, Rotklee, Gräser) verwendet werden. Dadurch lässt sich der Futterrückgang vermindern und ein Umbruch bis zum Ende der Vegetationszeit hinausschieben (LÜDDECKE et al., 1990; BERENDONK, 2004).

## **Gemenge**

Bei der Gemengezusammenstellung ist das starke Verdrängungsvermögen des Obergrases zu berücksichtigen. Gemenge aus Einjährigem und Welschem Weidelgras (auch mit Hafer) bringen bei ausreichender Feuchtigkeit, auch auf leichten Böden, gute Erträge. Durch den kombinierten Anbau beider Typen erhält man ein gut strukturiertes wiederkäuergerechtes Futter und längere Nutzungsspannen als bei einer Reinsaat von Einjährigem Weidelgras.

## **Nutzung**

Durch die Schnellwüchsigkeit des Einjährigen Weidelgrases steht bei rechtzeitiger Aussaat schon nach 6 – 8 Wochen ein schnittreifes Futter zur Verfügung. Insgesamt können in der Vegetationsperiode 2 Aufwüchse und eine Herbstweide erzielt werden. Das zeitig einsetzende Ährenschieben verursacht sowohl einen schnellen Anstieg der Rohfasergehalte als auch einen Abfall der Energiegehalte und daher ist vor dem Ährenschieben zu ernten.

## **Bastardweidelgras (Oldenburger Weidelgras)**

Das Bastardweidelgras ist eine Kreuzung aus Deutschem und Welschem Weidelgras und steht mit seinen Standortansprüchen, Eigenschaften und Nutzungsmöglichkeiten zwischen diesen beiden Grasarten. Es bietet deshalb eine Alternative für mehrjährige Klee-gras-mischungen.

## **Botanik**

Die Bastardweidelgräser (*Lolium x boucheanum/hybridum*) sind entweder begrannt wie beim Welschen Weidelgras oder sie sind gran-nenlos wie beim Deutschen Weidelgras. Dazwischen gibt es Über-gänge. Allgemein sind sie blattreicher und wüchsiger, aber weniger ausdauernd als das Deutsche Weidelgras. Im Vergleich zum Welschen Weidelgras sind sie winterfester, ausdauernder und ertragreicher bei einer drei- bis vierjähriger Nutzung (OEHMICHEN, 1986). Das Wuchsverhalten ist dem Welschen Weidelgras ähnlich. Sie brauchen zur generativen Entwicklung eine Vernalisation. Es sind halbaufrechte Mittelgräser, die geschlossene Horste bilden. Im Mischbestand haben Bastardweidelgräser ein starkes Verdrängungsvermögen.

## **Boden**

Bastardweidelgräser sind weniger anspruchsvoll an den Standort als das Welsche Weidelgras (SIEBENEICHER, 1993). Optimal sind fruchtbare, gut feuchtigkeitshaltende Böden.

## **Klima**

Luftfeuchte, niederschlagsreiche Gebiete bieten günstige Bedingungen für den Anbau. Seine höhere Kälteverträglichkeit im Vergleich zum Welschen Weidelgras lässt einen Anbau auch in auswinterungs-gefährdeten Gebieten zu (BACHTHALER, 1987). Die zugelassenen Sorten weisen eine geringe bis mittlere Neigung zur Auswinterung auf.

### **Aussaat**

Bastardweidelgräser werden in Reinsaat oder mit Mischungspartnern angebaut. Ausgesät wird im Frühjahr als Untersaat oder im August als Blanksaat. Die Aussaatmenge beträgt 30 – 50 kg/ha, bei einer TKM von 2 g (KLITSCH, 1960; OEHMICHEN, 1986).

### **Gemenge**

Bastardweidelgras ist ein wichtiger Mischungspartner für energie- und ertragsstarke Mischungen bei maximal dreijähriger Nutzung. Es ist gut geeignet für die Aussaat von Klee gras-Gemengen (BERENDONK, 2004).

### **Nutzung**

Im Feldfutterbau erfüllt das Bastardweidelgras die gleichen Aufgaben wie das Welsche Weidelgras, ist aber ertragreicher bei zwei- bis dreijährigen Beständen.

### **Wiesenschweidel**

Wiesenschweidel ist ein Gattungsbastard aus der Kreuzung der Schwingelarten (*Festuca spec.*) mit Weidelgräsern (*Lolium spec.*). In dieser Grasart ist das hohe Ertragspotential und die hohe Futterqualität des Welschen Weidelgrases mit der Mehrjährigkeit sowie der guten Winterfestigkeit und Krankheitsresistenz des Wiesenschwingsels kombiniert worden. Im Ackerfutterbau hat Wiesenschweidel Bedeutung für den mehrjährigen Ackergras-, Klee gras- und Luzerne grasbau.

### **Botanik**

Vom Bundessortenamt ist gegenwärtig nur die tetraploide Sorte „Paulita“ zugelassen. Diese Sorte ist im Aussehen sowie im Wachstums- und Entwicklungsverhalten dem Welschen Weidelgras sehr ähnlich. Sie zeichnet sich durch einen zügigen und gleichmäßigen Aufgang sowie eine rasche Jugendentwicklung aus. Dadurch hat sie in der Jugendphase eine hohe Konkurrenzkraft und kann Unkräuter gut unterdrücken. Die Sorte „Paulita“ ist ein mehrjähriger Mähtyp der frühen Reifegruppe 2. Durch den aufrechten Wuchs und der guten Standfestigkeit ist ihre Mäheignung besser als beim Deutschen Weidelgras. Im Vergleich zum Welschen Weidelgras ist das Nachschossen nach einem Schnitt geringer und der Nachwuchs dementsprechend blattreicher (WACKER & KALTOFEN, 1987). Insgesamt gilt er

als sehr wüchsig und ist anderen Futtergräsern in der Ertragsbildung oft überlegen (KALTOFEN, 1990). Zu beachten ist die relativ hohe TKM des Saatgutes von ca. 4,2 g.

### **Boden**

Der Wiesenschweidel ist am besten geeignet für frische bis feuchte Mineralbodenstandorte im Flach-, Hügel- und Bergland. Darin eingeschlossen sind grundwasserbeeinflusste Sand- und Anmoorböden in den Niederungen. Ausgesprochen nasse Flächen scheiden aus. Wiesenschweidel verfügt über eine verhältnismäßig gute Trockenheitsresistenz. Auf trockenen Standorten kann er zusammen mit Knautgras ausgesät werden.

Auf Moorstandorten können über den Winter Pflanzenausfälle bzw. -schädigungen auftreten. Wegen der starken Konkurrenzkraft ist der Wiesenschweidel auf diesen Standorten aber oft durch eine höhere Ausdauer als Wiesenschwingel oder Deutsches Weidelgras gekennzeichnet. So kann er auf nicht zu nassen flachgründigen Niedermoorstandorten, auf denen das Weidelgras erfahrungsgemäß gut wächst, in die Saatmischung mit aufgenommen werden. Reinsaaten auf diesen Standorten sind allgemein nur für eine etwa zweijährige Nutzung empfehlenswert (KALTOFEN, 1989).

### **Klima**

Die Standortansprüche, besonders im Hinblick auf die Wasserversorgung, gleichen denen der beiden Kreuzungspartner. Luftfeuchte, niederschlagsreiche Gebiete werden zum Anbau bevorzugt. Durch die Einkreuzung von Wiesenschwingel ist der Wiesenschweidel weniger auswinterungsgefährdet als reine Weidelgräser (WACKER & KALTOFEN, 1987).

### **Aussaat**

Als günstige Saatzeiten werden das zeitige Frühjahr, möglichst bis Mitte April, und der Spätsommer um die 2. Augushälfte angesehen. Im Gegensatz zum Welschen Weidelgras, das auch noch in der ersten Septemberhälfte ausgesät werden kann, reagiert der Wiesenschweidel bei späterer Aussaat mit Ertragsausfällen, weil die Vorwinterentwicklung zu gering ist. Je ungünstiger die Bedingungen für das Herbstwachstum sind, um so eher sollte demnach die Spätsommersaat erfolgen, z. B. in den Mittelgebirgslagen.

Für den mehrjährigen Ackergrasbau ist eine Reinsaat von 30 – 40 kg/ha zu empfehlen. Bei günstigen Standortbedingungen genügen 30 kg/ha oder weniger. Die höhere Saatmenge ist für ungünstigere Bedingungen bzw. bei Ansaat unter einer Deckfrucht geeignet. Saatenmengen über 40 kg/ha bringen keine Ertragsvorteile.

### **Gemenge**

Wiesenschweidel ist wegen seiner futterbaulichen Eigenschaften auch ein geeigneter Mischungspartner für Futterleguminosen, besonders für Rotklee und Luzerne. Im Wachstums- und Entwicklungsverhalten ähnelt er dem Welschen Weidelgras, hat aber eine längere Leistungsdauer und kann deshalb im zwei- bis dreijährigen Kleegrasanbau eingesetzt werden.

### **Nutzung**

Der Wiesenschweidel ist ein hochwertiges, vielseitig verwendbares Futtergras, das für die mehrjährige Nutzung besonders geeignet ist. Hinsichtlich der futterbaulich wichtigen Eigenschaften ähnelt er keinem der herkömmlichen Futtergräser. Die Aufwüchse sind zuckerreich und liegen im Rohfasergehalt oft etwas höher und weisen einen vergleichbar hohen energetischen Futterwert auf als die der Weidelgräser.

Das blattreiche Futter der Sorte „Paulita“ dient in erster Linie der Schnittnutzung und Frischverfütterung, was z. B. als Gemenge mit Rotklee erfolgen kann. Durch den hohen Zuckergehalt eignet Wiesenschweidel sich sehr gut für die Bereitung von Anwelksilage (KALTOFEN, 1990). Auch eine Heunutzung ist möglich. Wegen der relativ niedrigen Trockensubstanzgehalte ist allerdings die Heuwerbung inklusive einer technischen Trocknung günstiger. Möglich ist auch eine Weide- bzw. Mähweidenutzung.

### **Deutsches Weidelgras**

Das Deutsche Weidelgras (auch Englisches Raygras genannt) ist für die Futternutzung die Grasart mit der höchsten Bedeutung. Es ist ein ausgesprochenes Weidegras, aber auch für die Schnittnutzung gut geeignet. Seine Ansprüche an die Nährstoffversorgung, besonders mit Stickstoff, sind hoch. Das Sortenangebot besitzt eine große Variationsbreite. Frühe Sorten sind wegen ihres raschen Wachstums vor allem für den Feldfutterbau geeignet (BUNDESSORTENAMT, 2003).

## **Botanik**

Als Untergras bildet das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*) durch die am Grunde liegenden Triebe ausgebreitete Horste. Die glatten Halme weisen einen roten Stängelgrund auf und werden etwa 30 – 60 cm lang. Die Blattspreiten mit Öhrchen sind kahl, dunkelgrün und gerieft. Der Blütenstand ist eine flachgedrückte unterbrochene Ähre. Die Ährchen sind unbegrannt und weisen nur eine Hüllspelze und eine grannenlose Deckspelze auf. Letzteres ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen Deutschem und Einjährigem bzw. Welschem Weidelgras (LÜDDECKE, 1990; LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000).

Im Gegensatz zur Quecke sind die Ährchen mit ihrer Schmalseite der Ährenachse zugewandt. Während der Blüte sind die Ährchen nicht gespreizt. Ein dichtes Wurzelsystem reicht bis in 15 cm Bodentiefe. Die Grasart ist wie das Welsche Weidelgras vernalisationsbedürftig, d. h. es blüht erst nach der Überwinterung. Nach Schnitt oder Verbiss des Halmes erfolgt in der Regel nur eine vegetative Regeneration. Seine Schattenverträglichkeit ist gering (SEIFFERT, 1968). Die TKM beträgt bei diploiden Sorten 2,0 – 2,5 g, bei tetraploiden Sorten liegen die Werte um 50 % höher. Um Auswinterungsschäden zu verringern, sollte im Herbst kurz geschnitten oder beweidet werden, so dass die Bestände mit 8 – 10 cm Wuchshöhe in den Winter gehen.

## **Boden**

Das Deutsche Weidelgras bevorzugt nährstoffreiche, bindige bis schwere Böden mit geregelter Wasserführung. Leichte, lockere Kalk-, Sand- und Moorböden sind umso weniger geeignet je kontinentaler das Klima wird (KLITSCH, 1960; SEIFFERT, 1968).

## **Klima**

Das Gras gedeiht am besten im wintermilden, niederschlagsreichen, schneearmen und luftfeuchten Küstenklima. Hier ist es das wertvollste, wintergrüne Gras. Für den kontinentalen Klimabereich und Höhenlagen eignet es sich nicht (SEIFFERT, 1968). Von Natur aus ist es ein wenig winterhartes Gras. Aber es gibt hinsichtlich der Winterfestigkeit bedeutende Unterschiede zwischen den Sorten (WABHAUSEN, 1982).

## **Aussaart**

Das Deutsche Weidelgras wird in der Regel nicht als Reinsaat, sondern im Gemenge angebaut. Im Gegensatz zum Welschen und Ein-

jährigen Weidelgras spielen tetraploide Sorten in der Praxis eine untergeordnete Rolle. Es ist die Grasart mit der höchsten Sortenvielfalt, eingeteilt entsprechend dem Beginn des Ährenschiebens von „sehr früh“ bis „spät“. Zwischen der frühesten und spätesten Sorte liegt ein Zeitraum von ungefähr vier Wochen.

Bei Frühljahrsaussaat wird im Ansaatjahr nur Blattmasse ausgebildet. Erst nach der Vernalisation im Winter bilden sich im nächsten Jahr Halme und Fruchtstände aus. So sind hohe Zuwachsraten im ersten Frühljahrsaufwuchs von der Überwinterung abhängig. Die Aussaat sollte deshalb möglichst zeitig im Spätsommer als Blanksaat erfolgen. Zu beachten ist, dass durch die Sortenwahl die Auswinterungsneigung und der Entwicklungsstand vor dem Winter beeinflusst werden kann (LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000). Die Reinsaatmenge beträgt 18 – 24 kg/ha bei Drillsaat, bei Breitsaat ca. 20 % höhere Mengen. Der Reihenabstand sollte zwischen 10 cm und 15 cm liegen.

### **Gemenge**

Infolge seiner raschen Keimung und Jugendentwicklung sowie zügigem Nachwuchs kann das Deutsche Weidelgras in Gemengen stark verdrängend wirken. Durch einen geringeren Anteil am Aussaatgemisch und ständiges Kurzhalten (Wechsel durch Beweidung und Mahd) kann dieser negative Einfluss auf die Bestandespartner reduziert werden.

### **Nutzung**

Das Deutsche Weidelgras ist produktiv und ausgesprochen vielnutzungsverträglich, auch als Partner in langlebigeren Klee-Gras-Gemischen. (VOIGTLÄNDER & JACOB, 1987; LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000). Die Futterwertigenschaften sind ähnlich denen des Welschen Weidelgrases.

### **Wiesenschwingel**

Der Wiesenschwingel gehört zu den am vielseitigsten verwendbaren Grasarten, die im mehrjährigen Ackerfutterbau angebaut werden. Hierbei ist er ein geeigneter Partner für Rotklee- und Luzernegras-Gemische. Selbst bei hohen Anteilen in der Saatmischung wirkt er nicht verdrängend.

## **Botanik**

Der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) ist ein ausdauerndes Obergras. Manchmal werden kurze unterirdische Triebe gebildet. Seine niederen, bodenblattreichen und lockeren Horste bilden eine gute Narbe in Wiesen und Weiden. Die Blattspreiten sind auf der Oberseite gerieft und auf der Unterseite glänzend. Die bogenförmig aufsteigenden Halme (80 – 120 cm) sind glatt und am Stängelgrund rot. Als Blütenstand wird eine einfache bis zusammengesetzte Traube ausgebildet. Die Blütezeit ist Ende Mai bis Anfang Juni und damit später als bei Glatthafer und Knautgras. Die Spelzfrucht ist unbegrannt, die TKM liegen bei 1,8 – 2,6 g (LÜDDECKE, 1990).

Wiesenschwingel hat eine relativ langsame Jugendentwicklung. Nach dem Winter ist er ziemlich früh austreibend. Er ist vernalisationsbedürftig und bildet die Fruchtstände im ersten Aufwuchs des 1. Hauptnutzungsjahres (NEUERBURG & PADEL, 1992).

## **Boden**

Der Wiesenschwingel bevorzugt nährstoffreiche Ton-, Marsch- und Niedermoorböden in feuchten Lagen. Auf armen, stark sauren, flachgründigen und rohumusreichen Böden gedeiht er nicht. Obwohl er auf nährstoffreichen Böden als dürreresistentes Gras gilt, gedeiht er auf armen Böden nur bei ausreichender Wasserversorgung. Zeitweise Überschwemmung verträgt er gut, dagegen keine Stauässe (SEIFFERT, 1968).

## **Klima**

Mit dem Wiesenschwingel sind in luftfeuchten und niederschlagsreichen Gebieten die besten Erträge zu erzielen. Die Art ist sowohl in maritimen als auch in Mittelgebirgslagen und auf saisonal trockenen Standorten anzutreffen. In wintermilden Klimagebieten ist er ein wintergrünes Gras. Während der Vegetationsruhe schaden ihm selbst starke Fröste nicht, er kann aber durch Spätfröste geschädigt werden. Gegenüber einer langen Schneebedeckung ist er relativ unempfindlich. Die Neigung zur Auswinterung liegt bei den zugelassenen Sorten zwischen gering und mittel (BUNDESSORTENAMT, 2003).

## **Aussaat**

Die Aussaatmenge liegt bei Reinsaat je nach Saatverfahren und Standort bei 30 – 35 kg/ha, die Reihenabstände bei 20 cm und die Saattiefe bei 1 – 2 cm. Eine höhere Bedeutung hat die Art jedoch als Partner in Feldfuttermengen.

### **Gemenge**

Das Gras ist konkurrenzschwach und wird leicht von raschwüchsigen Gräsern verdrängt, wenn sie zu hohen Anteilen im Bestand vorhanden sind und durch Düngung gefördert werden. Dies ist bei der Zusammenstellung von Grasmischungen mit Wiesenschwingel zu berücksichtigen. Ebenso ist er verdrängungsgefährdet wenn sein Wasseranspruch nicht erfüllt wird (VOIGTLÄNDER, 1987). Die Art ist ein günstiger Partner zu Luzerne und in Klee gras-Gemenge zu Wiesenlieschgras.

### **Nutzung**

Der Wiesenschwingel liefert ein hochwertiges, gehaltreiches und gern gefressenes Futter. Sein hoher Futterwert bleibt wie bei den Weidelgräsern bis zum „Ende Blütenstandschieben“ erhalten (HAAS et al., 2003). Das Gras ist zur Frischverfütterung, Trocknung und Heugewinnung sowie zur Silierung geeignet. Auf Grund des erforderlichen Gehaltes an Trockenmasse ist die Vergärbarkeit etwas geringer als die des Welschen Weidelgrases. Unter Zusatz eines Siliermittels ist die Bereitung von Anweklsilage möglich.

Auf Grund seiner Empfindlichkeit gegenüber häufigen Nutzungen sollten nicht mehr als 4 Schnitte pro Jahr durchgeführt werden (LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000). Wegen der relativ langsamen Entwicklung im Ansaatjahr erreicht der Wiesenschwingel seine volle Leistungsfähigkeit erst in der 2. und 3. Vegetationsperiode.

### **Wiesenlieschgras**

Das Wiesenlieschgras oder Timothe ist ein wertvoller Gemengepartner in Klee- und Luzernegrasbeständen, auch auf mäßig trockenen Standorten. Es ist ausdauernd aber wenig konkurrenzfähig. Für den Reinanbau wird es nicht empfohlen.

### **Botanik**

Das Wiesenlieschgras (*Phleum pratense*) ist ein 3 – 5jähriges ausdauerndes Obergras mit ausgesprochener Horstbildung und kräftiger Bewurzelung. Die Horste sind locker, die Halme hochstehend und erreichen eine Länge bis zu 150 cm. Die Blätter haben keine deutlichen Riefen und keine Öhrchen, sie sind unbehaart. Das große, weiße und spitze Blatthäutchen trägt an beiden Seiten je einen Eckzahn. Der

zylindrische Fruchtstand ist eine traubige Scheinähre. Die Hüllspelzen der einblütigen Ährchen sind steif behaart, die Deckspelzen sind unbegrannt. Erkennbar ist Lieschgras an seiner bläulichen bis graugrünen Blattfarbe und an flaschenförmigen Verdickungen am Halmgrund (LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000).

Die Jugendentwicklung verläuft relativ langsam. Halmstreckung und Blütenbildung erfolgen erst ab Ende Mai bis Anfang Juni. Ein Vernalisationsreiz ist kaum erforderlich, weshalb auch in späteren Aufwüchsen noch blühende Triebe vorhanden sein können. Die Spelzfrüchte sind eirund und von silbrigweißen Spelzen bedeckt (LÜDDECKE et al., 1990).

### **Boden**

Lieschgras ist auf allen nicht zu trockenen Böden verbreitet. Optimale Bedingungen findet es auf tiefgründigen, humosen Böden. Selbst auf kalten, schweren und feuchten Böden und in Gebirgslagen liefert es noch ausreichende Erträge.

### **Klima**

Das Wiesenlieschgras ist für luftfeuchte und auch kühle Lagen geeignet. Es ist relativ unempfindlich gegen Nässe und Schneebedeckung und durch eine mittlere Winterhärte gekennzeichnet. Gegen Dürre und starke Beschattung ist es empfindlich.

### **Aussaat**

Der feine Samen verlangt eine flache Saat und eine gute Wasser- und Nährstoffversorgung. Am besten gelingt die Spätsommersaat mit einer Reinsaatmenge von 10 – 20 kg/ha (TKM im Mittel 0,5 g) und einem Reihenabstand von 15 – 20 cm. Vor und nach der Saat ist oft ein Anwalzen günstig. Auch das Wiesenlieschgras hat seine Bedeutung eher in mehrjährigen Kleegras–Gemengen.

### **Gemenge**

Wiesenlieschgras ist zusammen mit Wiesenschwingel oder Weidelgräsern ein günstiger Partner zu Rotklee oder Luzerne in ein bis mehrjährigen Leguminosengrasgemischen. Bei der Zusammenstellung der Gemenge ist zu beachten, dass die Sortenvariabilität hinsichtlich des Zeitraums „Blütenstandsschieben“ bei den zugelassenen Sorten ähnlich groß ist wie beim Deutschen Weidelgras.

## **Nutzung**

Das relativ langsam wachsende Wiesenlieschgras liefert bei rechtzeitiger Ernte ein sehr hochwertiges Grünfutter. Konservierung durch Trocknung, Heugewinnung, Silierung sowie Beweidung sind möglich. Optimale Schnittermine sind:

- 1. Aufwuchs: vor dem Ährenschieben bzw. 25 % der Ähren sichtbar – für Frischfutter, Heu, Trocknung, Silierung
- 2. und weitere Aufwüchse: bis 35 Wuchstage nach vorhergehendem Schnitt werden bevorzugt zur Frischverfütterung genutzt (LÜDDECKE et al., 1990).

## **Knaulgras**

Das ausdauernde massenwüchsige Obergras treibt im Frühjahr zeitig aus und kann früh genutzt werden. Mit seinen Ernterückständen hat es eine gute Gründüngungsleistung. Im Feldfutterbau kann es kurzfristig oder als Mischungspartner für Klee und Luzerne genutzt werden, besonders in trockeneren Gebieten.

## **Botanik**

Das Knaulgras (*Dactylis glomerata*) ist unter allen Gräsern an seinem typischen Wuchs erkennbar. Der kräftige, aufrecht stehende, bis 100 cm lange, platte Halm ist am Grunde häufig etwas geknickt. Die Blätter sind unbehaart und ohne Öhrchen. Das jüngste Blatt ist stets gefaltet, die ungeriefte Blattspreite hat eine scharfe Mittelrinne. Der Blütenstand ist eine dichtbüschelige Rispe. Die dichten, hohen Horste verursachen das starke Verdrängungsvermögen des Grases im Laufe seiner Entwicklung (SEIFFERT, 1968).

Im Ansaatjahr wächst es langsam, bei noch geringer Kampfkraft. In den Hauptnutzungsjahren ist es durch frühen Wachstumsbeginn gekennzeichnet. Generative Triebe werden nur nach Vernalisation im ersten Frühjahrsaufwuchs gebildet. Die Blütezeit liegt ungefähr ab Mitte Mai bei geringer zeitlicher Variabilität zwischen den verfügbaren Sorten. Das Wurzelsystem ist umfangreich, kräftig aber nur flachstreichend.

## **Boden**

Das Knaulgras ist durch eine große ökologische Streubreite gekennzeichnet. Optimal sind nährstoffreiche, tiefgründige, humose und sandige Lehmböden. Es gedeiht auch auf den leichteren, ausreichend mit

Nährstoffen versorgten Böden, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Arme, trockene Sandböden und Rohhumusböden sind für den Anbau nicht geeignet (LÜDDECKE et al., 1990).

### **Klima**

Das schnellwüchsige Knau gras bringt die besten Nährstoffträge in feuchten Lagen. Es ist aber auch verhältnismäßig trockenheitsverträglich und gedeiht deshalb noch in mäßig trockenen Gebieten. Das Gras ist winterhart, aber zur Zeit des Schossens spätfrostgefährdet.

### **Aussaat**

Wegen seiner Unempfindlichkeit gegenüber einer Beschattung und seiner langsamen Jugendentwicklung ist das Knau gras gut als Untersaat unter Deckfrüchten geeignet. Als sichere Saatverfahren gelten die Sommerblanksaat bis Anfang August (10 – 12 kg/ha), die Einsaat in Körnerroggen bis Ende September (12 – 15 kg/ha) sowie eine Frühjahrsansaat mit Gründ eckfrüchten (in 80 – 100 kg Grünhafer oder 12 – 15 kg/ha Einjähriges Weidelgras). Der Reihenabstand sollte bei maximal 20 cm und einer Saattiefe von 1 cm liegen (TKM 0,7 – 1,5 g). Möglich ist auch die Einsaat von Knau gras in ältere, lückig gewordene Luzernebestände mit einer Saatgutmenge von 8 – 12 kg/ha (SIEBENEICHER, 1993; BUNDESSORTENAMT, 2003).

### **Gemenge**

Auf trockeneren Standorten eignet sich Knau gras als Mischungs partner zu Klee und Luzerne im Feldfutterbau. Wegen der starken Verdrängungswirkung gegenüber langsamer wachsenden Untergräsern sollte der Knau grasanteil in Mischungen aber nicht zu hoch bemessen werden. In Versuchen wurde festgestellt, dass sich das Knau gras in Klee gras-Beständen nach Blanksaat erst im 2. Nutzungsjahr richtig etabliert. Bei Untersaat war dies schon im 1. Hauptnutzungsjahr der Fall. Bewährt haben sich vor allem Knau grassorten mit zeitlich später Blütenstandsentwicklung (BUNDESSORTENAMT, 2003; LEISEN, 2003).

### **Nutzung**

Das Knau gras zählt zu den energiereichen Futtergräsern. Frisch oder konserviert eignet es sich als Futter für Wiederkäuer. Bei früher Nutzung ist die Futterqualität hoch, jedoch etwas geringer als die des Welschen Weidelgrases. Außerdem ist Knau gras zwar langlebiger als das Welsche Weidelgras, der Futterwert nimmt aber im Verlauf des Wachstums schneller ab. Kurz vor der Blüte beginnt es bereits zu

verholzen. Mit später schossenden Sorten kann dieses Problem etwas abgemildert werden. Bei 2 – 4 Schnitten im Jahr liegen die optimalen Erntetermine (LÜDDECKE et al., 1990):

- 1. und 2. Aufwuchs: vor dem Rispschieben – hauptsächlich für Frischfutter, gut geeignet für Anwelksilage, Heu möglich
- letzter Aufwuchs: bis 35 Tage später – hauptsächlich Frischfutter, gut geeignet für Trocknung und Weide, Anwelksilage möglich.

## **Wiesenrispe**

Die Wiesenrispe ist ein ausdauerndes Untergras, findet aber im Feldfutterbau kaum Verwendung.

### **Botanik**

Die Wiesenrispe (*Poa pratensis*) bildet lange, kräftige unterirdische Sprossausläufer. Aus diesen wachsen ständig neue Triebe und so entstehen kleine Teilhorste, die zu einer dichten Rasennarbe führen. Auf Grund ihrer sehr langsamen Anfangsentwicklung setzt sie sich in Neuansaat gegenüber konkurrenzkräftigeren Arten anfangs schwer durch. Infolge der Ausläuferbildung kann sie jedoch später hohe Anteile im Bestand einnehmen.

Der Halm ist meistens aufrecht, zwischen 30 – 90 cm hoch, rund und unverzweigt. Die Blattspreite ist ungerieft, an der Oberseite verläuft eine gegen Licht deutlich sichtbare Doppelrille. Die Rispe wird bis 15 cm lang und hat 3 – 5 Seitenäste auf den unteren Stufen der Hauptachse. An den Ährchen sitzen 3 - 5 Blüten. Die Hüllspelzen sind unbegrannt. Die derbe Deckspelze enthält zottige Haare an der Basis (TKM 0,2 – 0,4 g).

### **Boden**

Die Wiesenrispe gedeiht bei hoher Nährstoffversorgung auf fast allen Böden. Günstig sind lockere Mineralböden und Moorböden. Gut durchlüftete Lehmböden sind ebenfalls geeignet, wenn die Ausläuferbildung nicht behindert wird.

### **Klima**

Die Wiesenrispe ist unempfindlich gegenüber mäßiger Trockenheit und niederschlagslosen Perioden. Sie ist winterhart, auch bei längeren Schneelagen, daher auch in Gebirgslagen weit verbreitet.

## Gemenge

Wiesenrispe verträgt sich gut mit dem horstbildenden Knaulgras. Im vieljährigen Feldfutterbau ist sie mit geringer Saatstärke für fast jede Mischung geeignet. Aussaatmischung für bessere Standorte (TITZE, 2005):

Rotklee	7 kg/ha
Weißklee	2 kg/ha
Schwedenklee	1 kg/ha
Wiesenschwingel	8 kg/ha
Wiesenlieschgras	4 kg/ha
Deutsches	2 kg/ha
Weidelgras	
Wiesenrispe	2 kg/ha.

Hohe Saatstärken sind wegen der Konkurrenzempfindlichkeit nur in Mischungen mit konkurrenzschwachen Arten, wie z. B. Weißklee oder Rotschwingel, lohnend. Die Wiesenrispe treibt nach der Überwinterung früh aus und wächst gut nach, fasst aber wegen der recht langsamen Jugendentwicklung neben verdrängenden Arten, wie Weidelgras und Knaulgras, schwer Fuß. Für kurzlebige Futtergemenge ist es wegen der langsamen Jugendentwicklung nicht geeignet (KLAPP, 1967; NEUERBURG & PADEL, 1992).

## Nutzung

Die Wiesenrispe ist stark verbreitet auf Dauergrünland.

## Glatthafer (Fromental, Hoher Wiesenhafer, Franz. Raygras)

Der Glatthafer ist ein massenwüchsiges, hohes Obergras. In trockenen Lagen eignet er sich sehr gut für den mehrjährigen Ackerfutterbau als Partner in Luzerne- und Kleeegrasmischungen bei extensiver Bewirtschaftung.

## Botanik

Der Glatthafer (*Arrhenatherium elatius*) ist ein fröhrtreibendes, lockere Horste bildendes, drei bis vier Jahre ausdauerndes, relativ tief wurzelndes und besonders hochwüchsiges (100 – 160 cm) Obergras. Die meistens aufrechtstehenden Halme sind reich beblättert. Die Blätter sind unterseits glatt, oberseits kurz behaart, stark gekielt und ohne Öhrchen. Die mittelfrühe Blütezeit dauert ca. 7 Tage. Der Blütenstand

ist eine mehrästige, einfache bis doppelte Traube mit spindelferner Anordnung der Ährchen. Der Samen hat eine TKM von 2,4 – 4,3 g (SEIFFERT, 1968).

### **Boden**

An den Boden stellt Glatthafer keine hohen Anforderungen. Nährstoffreichtum begünstigt jedoch die Entwicklung. Daher ist er vorwiegend für tiefgründige, lehmige, humose und kalkhaltige Böden geeignet. Moore, Sandböden sowie nasskalte und tonige Lehme scheiden aus.

### **Klima**

Er bevorzugt trockene bis frische Lagen und ist damit das Gras für regenarme Gebiete. Am besten gedeiht er bei mittlerer Wasserversorgung. Nässe, Überstauung, Beschattung und Spätfröste verträgt er nicht. In den Mittelgebirgen ist er bis 400 m NN gut wüchsig (SEIFFERT, 1968).

### **Aussaat**

Maschinell lässt sich Glatthafer nur unbegrantet aussäen. Gegenwärtig ist nur eine unbegrantete Sorte zugelassen. Die Aussaat zur Futternutzung erfolgt nur im Gemenge.

### **Gemenge**

Bei der Zusammenstellung der Gemenge ist zu beachten, dass Glatthafer auf Grund seiner raschen Entwicklung stark verdrängend wirkt. Daher sollte sein Anteil nicht mehr als 10 % seiner Reinsaatmenge (50 kg/ha) überschreiten (SEIFFERT, 1968). Mischungspartner für trockene Lagen sind Luzerne, Esparsette und Hornklee oft zusammen mit Knaulgras. Folgende Mischung ist für trockene, kalkhaltige bessere Böden geeignet ([www.riswick.de](http://www.riswick.de): Ackerfutterbau mit Gräsern und Klee 2004):

Luzerne	22 kg/ha
Knaulgras	3 kg/ha
Glatthafer	5 kg/ha.

### **Nutzung**

Das Gras ist durch rasche Entwicklung schon in der Jugendphase kampfkraftig. Dadurch liefert es schon im ersten Jahr hohe Erträge und erreicht die volle Ertragsfähigkeit im 2. Jahr. Die Mängel des Glatthafers bestehen in der geringen Futterqualität (bitterer Geschmack), Anfälligkeit gegenüber Krankheiten sowie Begrannung und Behaarung der Samenstände. Er liefert aber bei rechtzeitigem 1. Schnitt ein gern gefressenes gutes Heu. Durch häufige Nutzung ist er

verdrängungsgefährdet und wird daher in Klee gras-Gemengen mit geringer Nutzungsintensität und -häufigkeit verwendet (SEIFFERT, 1968; LÜTKE ENTRUP & OEMICHEN, 2000).

### **Rotschwingel, Ausläufer-Rotschwingel**

Der Rotschwingel ist ein ausdauerndes Untergras. Für die landwirtschaftliche Nutzung kommt nur der ausläufertreibende Rotschwingel in Betracht. Er ist fast überall im Grünland vorhanden. Als Mischungs-partner für Ansaaten in intensiv zu nutzenden Beständen hat er keine Bedeutung.

#### **Botanik**

Der Ausläuferrotschwingel (*Festuca rubra* ssp. *rubra* L.) ist deutlich kriechend und ausläufertreibend. Dichtere Horste besitzen stets lange Rhizome. Die Blätter sind auf der Oberseite stark gerieft, in der Farbe sattgrün bis graugrün. Die Blattspreite ist häufig V-förmig zusammengefal tet.

#### **Boden**

Die Pflanze ist relativ winterhart und stellt geringe Ansprüche an den Boden. Zu meiden sind extrem trockene, nasse oder nährstoffarme Böden.

#### **Klima**

Rotschwingel ist anspruchslos und gedeiht auch in rauen, ungünstigen Lagen.

#### **Nutzung**

Im Ansaatjahr bilden sich nur kleine Blattbüschel, daher in Mischsaaten fast unauffindbar und erst nach Jahren stärker hervortretend (Vollertrag etwa ab 3. Jahr). Nur für Daueranlagen geeignet, besonders für Dauerweiden sowie Landschafts- und Böschungsrasen.

### 3.4 Mischungen von Leguminosen und Gräsern

#### Allgemeine Beschreibung

Gemenge (insbesondere Klee-grasgemenge) dienen in Betrieben des ökologischen Landbaus der Futternutzung, der Stickstoff- und Humusreproduktion sowie der Unkrautregulierung. Gemenge zeichnen sich hierbei oft durch günstigere Eigenschaften aus als Reinsaaten (BLE, 2003):

- gleich hohe bzw. höhere Erträge im Vergleich zu den Reinsaaten
- bessere Ertragsstabilität
- bessere Ertragsqualität
- Nährstoffmobilisierung, Bereitstellung von Nährstoffen für einen Gemengepartner
- bessere Nutzung verfügbarer Vegetationszeiträume
- effizientere Nutzung der Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe in Raum und Zeit
- Abwehr von Krankheiten und Schädlingen
- Unkrautunterdrückung
- Kompensation biotischer und abiotischer Stressfaktoren
- Minderung von Nährstoffverlusten durch Auswaschung und Erosion
- Minderung der Lagergefahr durch Stützfruchtwirkung
- Erhöhung der Biodiversität.

Auch nach KELLER (1997) werden die Vorteile von Artengemengen mit einer besseren Anpassung an Standortbedingungen, einer geringeren Gefährdung durch Krankheiten und Schädlingen und durch eine größere Ertragssicherheit beschrieben. Insbesondere die für den ökologischen Landbau bedeutsamen Gras-Leguminosen-Mischungen zeichnen sich durch einen geringeren N-Bedarf als Gräserreinsaaten aus, da durch die Leguminosen der symbiotisch gebundene N den Gräsern zugute kommt. Gemenge von Rotklee bzw. Weißklee und Gräsern enthalten in der Trockenmasse höhere Gehalte an Rohprotein, Phosphor und Kalium, etwas höhere Werte an Rohfaser und geringere Gehalte an organischer Substanz als die gleichen Gräser in Reinsaat (LEHMANN et al., 1978; LEHMANN & MEISTER 1982; HAAS et al., 2003).

Zudem wird durch den Mischbau eine größere Nutzungselastizität bei zugleich höherer Ertragssicherheit und oftmals günstigeren Nähr-

werten, z.B. einem besseren Ca/P-Verhältnis, erreicht. Darüber hinaus konnte JANS (1981) nachweisen, dass der Futtermittelverzehr durch das Vieh bei Mischbeständen höher sein kann als bei Reinsaaten.

### **Grundsätze der Zusammenstellung von Saadmischungen**

Werden verschiedene Arten in einer Mischung angebaut, so besteht zwischen den Arten ein Konkurrenzkampf um Licht, Raum, Wasser und Nährstoffe. Dieser wird beeinflusst von den vorherrschenden Wachstumsbedingungen (Standortbedingungen) für die einzelnen Arten sowie der Bewirtschaftungsform (Nutzung). Die Konkurrenzfähigkeit einer Art im gemischten Bestand hängt von der Saatstärke und der artigen Konkurrenzkraft ab.

Es können folgende Regeln der ersten Bestandesbildung genannt werden (KLAPP, 1972; ARENS, 1973):

1. die Grundlage der Konkurrenzfähigkeit ist die artspezifische, von der Saatstärke unabhängige Kampfkraft der Individuen
2. die Zahl der Individuen einer Art je Flächeneinheit wird durch die „kritische Saatstärke“ begrenzt und
3. die Kampfkraftunterlegenheit kann nicht durch Erhöhung der Saatstärke ausgeglichen werden.

Als „kritische Saatstärke“ wird diejenige Saatstärke bezeichnet, ab der kampfstärke Arten auf Grund ihres Verdrängungsvermögens beginnen, deutlich bestandesprägend zu werden. Schwächere Arten werden dann zurückgedrängt und können ihrer Rolle im Bestand nicht mehr gerecht werden. Deshalb müssen Arten mit hoher Kampfkraft, wie z. B. das Welsche Weidelgras, in den Ansaadmischungen deutlich unter ihrer kritischen Saatstärke bleiben. Eine Erhöhung der Anteile konkurrenzschwacher Arten in der Saadmischung bringt dagegen auf Grund der Gesetzmäßigkeiten der interspezifischen Konkurrenz in Gemengen, keinen Zuwachs im Ertragsanteil. Daher ist der Anteil der Einzelkomponenten je nach Zusammensetzung der Mischung und in Abhängigkeit vom Standort und der Nutzung, geringer als die jeweiligen Reinsaaten. Zum schnellen Narbenschluss sind vor allem solche Arten von Bedeutung, die sich durch eine starke Kampfkraft in der Jugendentwicklung auszeichnen.

In der Tabelle 35 sind die Konkurrenzigenschaften und kritischen Saatstärken einiger ansaatwürdiger Arten im Bezug auf Kampfkraft und dem Verdrängungsvermögen in der Jugendentwicklung aufgeführt worden. Die Artenauswahl erfolgt nach den Gesichtspunkten der

Nährstoffmobilisierung und der Bereitstellung von Nährstoffen für den Gemengepartner.

Tabelle 35: Konkurrenzeigenschaften ansaatwürdiger Arten

	Kampfkraft		Verdrängungsvermögen in der Jugendentwicklung	Kritische Saatstärke bzw. Einzelsaatmenge (kg/ha)
	Jugendentwicklung	Dauerbestand		
Deutsches Weidelgras	stark	mittel	sehr stark verdrängend	3 – 10
Welsches Weidelgras	stark	schwach	sehr stark verdrängend	15
Glatthafer	mittel	stark	stark verdrängend	25
Wiesenschwingel	mittel	schwach	mäßig verdrängend	15
Knaulgras	schwach	stark	verdrängungsgefährdet	4 – 20
Wiesenschnittgras	schwach	schwach	verdrängungsgefährdet	4 – 20
Weißklee	schwach	schwach	stark verdrängungsgefährdet	5
Hornklee	schwach	schwach	stark verdrängungsgefährdet	20
Schwedenklee	mittel	-	mäßig verdrängend	15
Rotklee	stark	mittel	stark verdrängend	10
Luzerne	stark	mittel	stark verdrängend	12

Quelle: nach KLAPP (1972)

Bei der Zusammenstellung von Gemengen für den ökologischen Landbau kann nur bedingt auf Versuchsergebnisse zurückgegriffen werden. Daher werden die „Sächsischen Qualitätssaatmischungen“ (Tab. 36, 37) empfohlen, deren Prüfung unter konventionellen Bedingungen erfolgt. Die mit A bezeichneten Mischungen werden in den Bundesländern Sachsen, Thüringen, Hessen und Rheinland-Pfalz und die Mischungen QA werden für Sachsen und Thüringen empfohlen.

Die Mischungsempfehlungen QA 3 und QA 9 gelten nur für Sachsen. Einige Mischungen verfügen schon über eine lange Anbautradition wie z. B. die Mildenaauer Mischung, das Rotklee-grasgemenge QA 5. Für alle Mischungen werden die in Kapitel 2.9 aufgeführten Sorten verwendet.

Für den ökologischen Anbau ist darauf hinzuweisen, dass auf Grund der begrenzten Düngungsmöglichkeiten Mischungen mit Leguminosen besonders empfohlen werden.

### **Einjähriger und überjähriger Futterbau**

Die Mischungen A1 und A2 sind gekennzeichnet von einem hohen Anteil an Welschem und Einjährigem Weidelgras, die sehr hohe Ertragsleistungen mit Kurzlebigkeit und geringer Ausdauer verbinden (Tab. 36). Sie eignen sich aber nur bedingt für den ökologischen Anbau, weil die Weidelgräser neben ausreichend Wasser auch eine sehr hohe Stickstoffzufuhr zur Ertragsbildung benötigen. Die Mischung QA 4 ist weniger weidelgrasbetont und liefert auch bei geringerer Stickstoffnachlieferung des Bodens einen angemessenen Ertrag. Der schnellwüchsige Perserklee trägt durch seinen hohen Rohproteingehalt zur Qualität des Futters bei und erhöht die Nutzungselastizität des Bestandes.

### **Mehrjähriger Futterbau**

Mehrjährige Mischungen weisen eine größere Streubreite hinsichtlich Standorteignung und Mischungszusammensetzung auf. Mischungen mit Luzerne, Glatthafer und Knautgras werden für trockene bis mäßig frische, aber auch für wechsellrockene Standorte bei mittlerer Nutzungsintensität empfohlen. Glatthafer und Knautgras zeichnen sich besonders zum frühen ersten Schnitt durch einen hohen Ertrag bei guter Qualität aus. Die Luzerne sichert mit ihrer ausgesprochenen Trockenheitstoleranz auch in schwierigen Jahren angemessen hohe Erträge und Energiegehalte, ist aber auch anspruchsvoller als Rotklee hinsichtlich Standort und Bestandesführung.

Tabelle 36: Mischungsempfehlungen (Saatmengen in kg/ha) für den ein- und überjährigen Ackerfutterbau für den Zeitraum 2006 – 2007 (Beratungsangebot der Bundesländer Sachsen, Thüringen, Hessen und Rheinland-Pfalz)

<b>Bezeichnung</b>		<b>A 2</b>	<b>QA 4</b>	<b>A 1</b>
Welsches Weidelgras	diploid	20	5	27
	tetraploid	10		13
Einjähriges Weidelgras		15	5	
Persischer Klee			10	
<b>Summe Saatstärke</b>		<b>45</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Saattermin</b>		<b>März/April</b>		<b>Juli/September</b>
<u>Eignung der Mischungen</u>				
A 1: Intensive Ackergrasmischung, vorzugsweise zur Silierung				
A 2: Intensive Ackergrasmischung für Silierung, Frischfutter und Weide				
QA 4: Sommer-Klee gras zur Grünfütterung				

Für frische bis feuchte Lagen und nährstoffreiche Böden sind Mischungen aus Rotklee und Deutschem Weidelgras besser geeignet. Sie sind ertragreich und von höchster Futterqualität. Beim Deutschen Weidelgras besteht die größte Sortenvielfalt mit einem sehr breiten Reifegruppenspektrum. Dadurch ist eine Reihe von Kombinationsmöglichkeiten für unterschiedliche Nutzungszeiträume möglich. In höher gelegenen bzw. kahlfrostgefährdeten Lagen wird das Deutsche Weidelgras auf Grund seiner geringen Winterhärte durch Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras in den Mischungen ersetzt. Diese weisen zwar eine größere Winterhärte auf, doch es besteht gleichzeitig eine geringere Nutzungshäufigkeit und Konkurrenzkräft.

Tabelle 37: Mischungsempfehlungen (Saatmengen in kg/ha) für den mehrjährigen Feldfutterbau für den Zeitraum 2006 – 2007 (Beratungsangebot der Bundesländer Sachsen, Thüringen, Hessen und Rheinland-Pfalz)

Bezeichnung		QA 3	QA 5	QA 6	QA 7	QA 8	QA 9	QA 10
Welsches Weidelgras	diploid	9					2	
	tetraploid	4					3	
Bastardweidelgras		4					4	
Festulium		11					5	
Deutsches Weidelgras	früh	2						
	mittel	5		2				
	spät			2				
Wiesenschwingel			9	10		5		8
Wiesenslieschgras			3	3		2		4
Knautgras					4			
Glatthafer					3			2
Rotklee			13	11		6	11	5
Luzerne					13	7		6
<b>Gesamt Saatstärke</b>		<b>35</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Saattermin</b>		<b>April/Mai oder Juli/August als Blanksaat</b>						
<u>Eignung der Mischungen</u>								
QA 3:		Intensive Ackergras Mischung für Silierung, Frischfutter und Weide						
QA 5:		Rotklee gras („Mildenaue r Mischung“) für Frischfutter und Heugewinnung						
QA 6:		Rotklee gras für Silierung und Weide						
QA 7:		Luzerne gras für Silierung und Heugewinnung						
QA 8:		Luzerne-Rotklee gras für Silierung, Frischfutter und Heugewinnung						
QA 9:		Rotklee gras für Silierung und Frischfutter						
QA 10:		Luzerne gras für Frischfutter und extensive Beweidung						

Die Empfehlungen für die Saatmischungen Ackerfutterbau bzw. die Sortenempfehlungen können als Faltblatt über die Ämter für Landwirtschaft bezogen werden bzw. über Internet aktuell eingesehen werden: [www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/ffl).

### 3.5 Silomais, Grünmais

Der hohe Futterwert der Maispflanze (*Zea Mays* L.) wird in der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau sehr geschätzt. Auch für die Nutzung in der Biogasanlage liegen erste gute Erfahrungen vor. Ebenso muss das hohe Ertragspotential, die große Trockenheitsresistenz und die hervorragende Silierbarkeit dieser Pflanzenart hervorgehoben werden. Arbeitswirtschaftlich sind allerdings Vor- und Nachteile miteinander abzuwägen. Die Vorteile liegen darin, dass es im Herbst nur einen Erntezeitpunkt mit wenigen Arbeitsgängen gibt, der damit die Arbeitsspitzen beim Silieren von Klee und Gräsern im Frühjahr und Sommer entlastet. Nachteilig wirkt sich jedoch der Zeitbedarf für die mechanische Unkrautregulierung von Mai bis Juli aus. Die Möglichkeit auf großen Flächen Mais erfolgreich zu kultivieren wird in Sachsen auf einigen Betrieben seit vielen Jahren demonstriert. Selbst in den Mittelgebirgen konnten befriedigende Maisbestände geerntet werden. Obwohl mit dem Maisanbau hohe Nährstoffmengen von der Fläche abgefahren werden, sind bei ausreichender Nährstoffnachlieferung über den Boden und dem Einsatz wirtschaftseigener Dünger im Vergleich zu Getreide keine Nachbauprobleme zu erwarten, wenn die Erntebedingungen günstig sind.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht hat sich die Kalkulationsgrundlage durch die flächenunabhängige Zahlung von EU-Ausgleichsbeträgen zu Ungunsten des Maises verändert. Der Klee- und Kleegrasanbau bietet jetzt auch die Möglichkeit der Aktivierung von Ackerbauprämien. Zudem kann der Aufwuchs von Klee und Klee gras von Stilllegungsflächen im ökologischen Landbau als Futter genutzt werden. Somit stehen, bedingt auch durch die Ansprüche der Humusreproduktion, Stickstoffgewinnung und Unkrautregulierung, umfangreiche Flächen aus der grundlegenden Fruchtfolge zur Futtergewinnung zur Verfügung. Die Nutzung des Silomais dürfte sich damit auf den Bereich der Fütterung von Kühen im Zeitabschnitt mit besonders hoher Milchleistung konzentrieren.

#### **Anbauhinweise**

Anbauhinweise zum Mais können der Broschüre „Maisanbau im Ökologischen Landbau“ entnommen werden (BECKMANN & KOLBE, 2002).

## **Verwertung, Konservierung und Futterwert**

**Silomais** kann äußerst vielfältig in der Tierfütterung verwertet werden. Aus den Pflanzenbeständen lässt sich sowohl Kraft- als auch Grundfutter mit hohen Erträgen an Energie gewinnen. Im Feldfutteranbau steht die Verwertung der Ganzpflanze im Mittelpunkt. In der Regel wird durch die Silierung eine Futterkonserve geschaffen, die ganzjährig verfüttert werden kann.

Kennzeichnend ist das Ansteigen des Energiegehaltes des Maises mit zunehmender Bestandesreife (Tab. 38). Gleichzeitig verringert sich der Rohfaseranteil. Maissilage ist wegen der sicheren Konservierung und der hohen Energiekonzentration ein hervorragendes Grundfutter für Wiederkäuer. Dabei ist sie mit 8 – 10 % eher arm an Rohprotein im Gegensatz zur Grassilage, die im ökologischen Landbau in etwa 15 % Rohprotein aufweist. In einer Futtermischung muss auch der vergleichsweise geringe Strukturfutteranteil von 20 – 24 % in der Maissilage ergänzt werden. In der Grundfütterung ist daher als Ergänzung die Grassilage im Allgemeinen sehr gut geeignet. Grobfuttermischungen für die ökologische Milchviehhaltung können einen Maisanteil von bis zu 55 % enthalten (Tab. 39).

Als **Grünmais** wird ein früh geernteter Silomais bezeichnet und dient u.a. auch in Notsituationen als Viehfutter. Meistens wird er nach früh räumenden Früchten als Zweitfrucht angebaut. Der Bestand kann in der Zeit von vor der Blüte bis zur Milchreife (etwa 70 – 120 Tage nach der Saat) geschnitten und täglich frisch an Rinder verfüttert werden (ZSCHEISCHLER, 1990). Die Qualität des Maises ist zu diesen frühen Zeitpunkten noch gering. Beim Grünmais handelt es sich um ein kohlenhydratreiches und proteinarmes Futter. Die noch bis zur Milchreife des Maises ansteigenden relativ hohen Zuckergehalte von 25 – 30 % müssen in der Futtermischung berücksichtigt werden. Die Hinweise zum Anbau entsprechen denen des Silomaisanbaus, wobei die Temperaturansprüche an die Ausreife geringer sind und auch höhere Bestandesdichten etabliert werden können (siehe BECKMANN & KOLBE, 2002).

## **Ernte**

Für die Silierung ist die Teigreife das optimale Reifestadium bei Mais. Während junger Mais wegen hoher Zuckergehalte Gärfehler aufweisen kann (Essigsäure), ist ausgereifter Mais empfindlich gegenüber dem Zutritt von Luft. Bei der Entnahme aus dem Silo kann der vorhandene Hefebesatz am Mais eine Nachgärung erzeugen, die einen be-

trächtlichen Nährstoffverlust sowie Qualitätsminderungen nach sich ziehen kann. Somit werden ein kurzer Häckselschnitt mit 7 mm Häcksellänge, die zügige und ununterbrochene Befüllung, hohe Verdichtung und luftdichte Abdeckung des Silos zur Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Silagebereitung. Bei der Entnahme ist dann auf eine kleine Anschnittfläche zu achten und jede unnötige Auflockerung des Futterstapels zu vermeiden. Die Verfütterung sollte aus diesen Gründen auch immer sofort und ohne Bevorratung erfolgen.

Tabelle 38: Entwicklung wertgebender Bestandteile der Gesamtpflanze Mais im Verlauf der Vegetation

Reifestadien	Kolbenanteil (%)	TM (%)	Rohprotein (g/kg TM)	ME (MJ NEL/kg TM)
Grünmais	-	10		5,6
		15		5,7
		20		5,9
Beginn Kolbenbildung, Frischmais		17	104	6,0
Beginn Kolbenbildung, Maissilage		17	101	5,7
Milchreife	10	18	89	6,1
	20	18	91	6,3
	30	19	94	6,6
Ende Milchreife	20	20	87	6,2
	30	22	90	6,5
	40	23	92	6,7
Beginn Teigreife	30	31	82	6,3
	40	34	85	6,7
	50	37	87	7,0

Quellen: nach ZSCHEISCHLER et al. (1990); LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN (2000)

Tabelle 39: Grobfuttermitteln für die ökologische Milchviehhaltung mit hohem Maissilageanteil (Leistungsgrenze 25 – 30 kg Milch je Tag)

Grundfuttermittel	Rohfaser (g/kg TM)	Energie (MJ NEL/ kg/TM)	Sommerfütterung		Winterfütterung	
			Anteil TM (%)		Anteil TM (%)	
Maissilage	213	6,5	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>55</b>	<b>40</b>
Wiesengrassilage	297	5,8				55
Wiesengras	276	6,2	40	75		
Luzernegras	293	5,7	30			
Wiesenheu	323	5,1			45	5
Getreidestroh	472	3,8		5		

Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2005)

### 3.6 Getreideganzpflanzen

Es bestehen sehr hohe Anforderungen an die Produktion von Getreideganzpflanzensilagen, wenn Qualitäten erreicht werden sollen, die mit Maissilage vergleichbar sind. Analysen von Silagen aus der Praxis zeigen jedoch, dass die Ansprüche an die Energiekonzentration in der Trockenmasse oft nicht erfüllt werden (Tab. 40). Die Silage ist dann nur als ein Futter für trockenstehende Kühe einsetzbar oder Kraffutergaben werden notwendig. Auch die erzielbaren Erträge sind gegenüber Anbaualternativen nicht ausreichend. So können beim Anbau von Silomais fast doppelt so hohe Erträge erreicht werden.

Tabelle 40: Inhaltsstoffe und Qualität verschiedener Grundfuttersilagen im ökologischen Landbau in Sachsen

Inhaltsstoffe und Qualität	Einheit	Ganzpflanzensilagen aus			
		Getreide	Gras	Klee-gras	Mais
TM	g/kg	363	417	373	305
Roh-Asche	g/kg TM	55	102	137	51
Roh-Protein	g/kg TM	90	153	192	80
Roh-Faser	g/kg TM	270	286	260	231
NEL	MJ/kg TM	5,1	5,5	5,3	6,3
Konservierungserfolg	Bonitur <sup>1)</sup>	1,6	2,9	2,8	1,7

<sup>1)</sup> Note 1 = sehr gut, Note 2 = gut, Note 3 = mäßig, Note 4 = schlecht, Note 5 = untauglich (DLG-Bewertungsschlüssel)

Quelle: STEINHÖFEL (2002)

#### Hinweise zur Anbautechnik

Die Anbautechnik des Getreideanbaus zur Silagegewinnung entspricht der zur Körnergewinnung (siehe: Broschüre „Getreide im ökologischen Landbau“, KOLBE, 2001).

#### Nutzung

Für die Ganzpflanzensilage aus Getreide eignen sich am besten Getreidearten, die ein enges Korn-Strohverhältnis aufweisen. Hierzu gehören in erster Linie Winterweizen und Wintergerste aber auch Triticale. Eine schlechtere Qualität hat Roggen. Hafer weist gegenüber anderen Getreidearten eine bessere Verdaulichkeit auf, da die Halme

langsamer abreifen. Deshalb kann er auch in einem späteren Reifestadium als die anderen Getreidearten geerntet werden (bis Mitte der Teigreife). Auch werden die Haferkörner im Wiederkäuermagen leicht verdaut. Hafer ist aber auf Grund seiner hohen Pufferkapazität sowie des eher niedrigeren Trockenmassegehalts vor dem Silieren besser vorzuwelken.

Es gibt keine spezielle Züchtung zur Silageeignung der Getreidearten. Bei der Auswahl sollten die Getreideart sowie Sorten mit hohem Korn-ertragsniveau und entsprechender Wuchshöhe Berücksichtigung finden. Für die Arbeitsplanung spielt der Reifezeitraum eine wichtige Rolle. Wie auch bei Gräsern und Leguminosen steigt der Rohfasergehalt in der Getreidepflanze bis zur Blüte an. In diesem Zeitabschnitt spricht man von **Grüngetreide**, das frisch oder siliert verfüttert werden kann. Grünroggen und Grünhafer haben hierbei eine gewisse Bedeutung. Grüngetreide ist schwierig zu silieren, weil das unbedingt erforderliche Vorwelken in den relevanten Jahreszeiten nur langsam vorangeht, damit Gehalte an Trockenmasse von mindestens 30 % erhalten werden.

Nach der Blüte wird der steigende Rohfaseranteil dann beim Getreide, im Gegensatz zu den Futtergräsern, durch die Ausbildung der energiereichen, hochverdaulichen Körner ausgeglichen. Erst bei nahezu vollständiger Kornfüllung und beginnender Abreife wird das fortschreitende Verholzen der Restpflanze nicht mehr ausgeglichen. In diesem Stadium geht dann die Verdaulichkeit der Getreideganzpflanze zurück. Der optimale Erntetermin liegt im Übergang zwischen der Milch- und der Teigreife der Ganzpflanzen bei Trockenmassegehalten von 32 – 40 %.

Mit dem Überschreiten von 40 % Trockenmasse wird die Grenze der Silierbarkeit erreicht, weil die Vergärbarkeit des Pflanzenmaterials dann stark abnimmt. Nach diesem Stadium wird das Stroh gelb. Die Halmknoten, Grannen und die oberen zwei Drittel der Blätter müssen bei der Ernte jedoch noch grün sein. Der Korninhalt soll bei der Nagelprobe leicht spritzen. Wenn mit der Erntetechnik ein Anschlagen oder Zerreiben der einzelnen Getreidekörner erfolgt, kann auch noch zu einem etwas späteren Erntetermin geerntet werden. Bei zu später Ernte werden vom Rind nicht mehr alle Körner verdaut und mit dem Kot wieder ausgeschieden. Hierdurch würde es zu einer energetischen Abwertung der Silagen kommen.

Optimiert werden muss auch das Korn-Strohverhältnis bei der Silierung der Getreideganzpflanzen. Um einen Futterwert von 6 – 7 MJ NEL je kg TM zu erreichen, ist in etwa ein Kornanteil von 50 % in der Erntemasse erforderlich. Bei einem erwarteten Kornertrag von 40 dt/ha sollte die Halmlänge höchstens 30 cm betragen. Durch den hohen Schnitt lässt sich die Energiekonzentration im Erntegut je 10 cm Stoppelhöhe um 0,2 MJ NEL/kg TM verbessern. Um die Qualität von Maissilage zu erreichen, müssen die Rohfasergehalte der Getreidesilage unter 240 g je kg TM liegen, sonst wird bereits bei einem niedrigen Leistungsniveau der Milchkühe eine zusätzliche Kraffuttergabe erforderlich.

### **Ernte**

Für die Ernte der Getreidepflanzen werden Feldhäcksler mit speziellen Schneidwerken ausgerüstet. In einem Arbeitsgang wird das Getreide geschnitten, sehr kurz gehäckselt und zerrieben. Durch den intensiven mechanischen Aufschluss von Stroh und Korn werden die Gäreigenschaften der zuckerarmen Getreidepflanzen wesentlich verbessert. Die Häcksellänge sollte zwischen 6 und 8 mm liegen, so dass beim Festfahren die Luft aus den hohlen Halmen entweichen kann. Ein schnelles Abdecken der Miete ist ebenso notwendig. Fehler durch einen zu hohen Luftanteil im Futterstock werden durch Erhitzung des Futters sowie erhöhte Essigsäuregehalte deutlich. Die Silage sollte 200 – 220 kg TM je m<sup>3</sup> enthalten. Der Einsatz von Silierhilfsmitteln auf Milchsäurebasis ist sinnvoll (siehe Kap. 2.8.2 Herstellen von Konserven).

### **Gemenge aus Getreide und Körnerleguminosen**

Der Anbau von reinen Getreidebeständen zur Bereitung von Ganzpflanzensilage hat einige ackerbauliche Nachteile. Es erfolgt keine Stickstofffixierung bei diesem Futterbauelement in der Fruchtfolge und die Getreideanteile können hohe Werte erreichen, so dass ein Auftreten von fruchtfolgeabhängigen Getreidekrankheiten wie Halbruch zunehmen kann. Darüber hinaus sind die Silagen arm an Rohprotein.

Gemenge von Getreide und Körnerleguminosen können eine Anbaualternative darstellen. So ermittelten WICHMANN et al. (2005) Energiegehalte eines Erbsen-Sommergerstengemenges von 6,2 MJ NEL/kg TM in einem 2-jährigen Versuch in Norddeutschland. Gemenge mit Lupine erreichten etwas geringere Energiewerte. Die Rohproteingehalte der Gemenge lagen mit 11 - 13 % deutlich höher als die der Reinsaaten von Getreide, aber geringer als die der Reinsaaten von Körner-

leguminosen. Hinsichtlich der Energiekonzentration wurden bei Erbsenreinsaaten etwa die gleichen Werte wie bei Erbsengemengen, bei Lupinenreinsaaten höhere Werte gegenüber den Gemengen ermittelt.

In Mecklenburg–Vorpommern (GRUBER & TITZE, 2004) wurden mit 65 und 74 dt/ha TM/kg die höchsten Erträge mit Lupinen-Gersten-Gemengen gegenüber den Gemengepartnern Erbsen und Hafer erreicht. Es erfolgte kein Anbauvergleich mit Reinsaaten. Die Energiekonzentrationen betragen im Mittel 5,8 MJ NEL/kg und 11,5 % Rohprotein. Auch in Nordwestdeutschland stellte LEISEN (2003) Vorteile des Gemengeanbaus von Getreide mit Körnerleguminosen gegenüber dem Reinanbau von Getreide fest.

### 3.7 Futterrübe (Runkelrübe)

Die Futterrübe ist eine besonders ertragreiche und wertvolle Futterpflanze für die Rindviehfütterung. Der Futterwert liegt trotz des niedrigen TM-Gehaltes im Bereich von Krafftuttermitteln. Futterrüben gehören zwar zu den ältesten wirtschaftseigenen Futtermitteln, aber aus arbeitswirtschaftlichen Gründen ist der Umfang des Rübenanbaus nur noch gering. Vor allem durch den vollständig mechanisierbaren Maisanbau wurde die Futterrübe im Lauf der Zeit verdrängt. In der Schweinefütterung kommen die Rüben nur für Zuchtschweine in Frage.

#### Botanik

Die Futterrübe (*Beta vulgaris*) gehört zu den Gänsefußgewächsen, deren Wildformen aus dem Mittelmeergebiet stammen. Sie ist eine 2-jährige Pflanze mit der Rübenutzung im ersten Jahr und der Samenbildung im zweiten Jahr (2 – 4 Blüten geknäult). Der Spross wird 50 cm bis 150 cm (bei Blüte) hoch und sie weist eine fleischig verdickte, weiße bis rote Pfahlwurzel auf.

#### Formen und Einteilung

Die Rübenformen sind vielfältig und werden bezeichnet als: Tonne, Walze, Flasche, Olive, Keil-Olive und Pfahl. Der Bodensitz nimmt in dieser Reihenfolge zu, wobei er bei den Tonnen- und Walzenformen etwa gleich tief ist. Mit der Tiefe des Bodensitzes steigen auch die Gehalte an Trockenmasse an, wogegen die Farbe der Rüben in keinem Zusammenhang mit dem Futterwert steht. Tief sitzende Rüben weisen bei der Ernte auch einen höheren Erdanhang auf als flacher wurzelnde Typen. Massenrüben sind auf Grund des flachen Sitzes im Boden gut für die Handernte geeignet. Einen Überblick über die Futterrübentypen gibt Tabelle 41.

Tabelle 41: Einteilung der Futterrübentypen nach den TM-Gehalten

Rübentyp	TM-Gehalt (%)	Sitz im Boden (% der Länge)
Massenrübe	3 – 13	10 – 25
Mittlrübe	13 – 16	25 – 50
Gehaltsrübe	16 – 19	50 – 60

Quelle: KÄMPF et al. (1985)

## **Fütterung**

Gehaltsrüben werden zur Fütterung zerkleinert, die weicheren Mittel- und Massentrüben können dagegen den Tieren in ganzer Form vorgelegt werden. Als wichtigster Nährstoff der Rübenkörper ist der Zucker (Saccharose) zu nennen, Stärke kommt nicht vor. Ohne Bedeutung ist der Gehalt an Fetten und fettähnlichen Inhaltsstoffen. Ebenso niedrig sind die Werte für Rohasche, Rohprotein und Rohfaser (Tab. 42). Daher begrenzt der Zuckergehalt die Rübenmenge in der Ration. 2500 g Zucker aus den Rüben sollten je Tier und Tag nicht überschritten werden, so dass bei etwa 4 kg Rüben-Trockenmasse eine physiologische Grenze bei Milchkühen erreicht wird. Mit zunehmenden Laktationsleistungen (ab ca. 20 kg Milch je Tag) verringern sich die Einsatzmöglichkeiten zusätzlich auf Grund der ungünstigen Vergärbarkeit der Rüben im Pansen durch den hohen Zellwassergehalt. Die Blätter der Futterrüben sind weniger wertvoll als die der Zuckerrübe.

## **Boden und Klima**

Betarüben besitzen ein gutes Aneignungsvermögen für Bodennährstoffe. Für den Anbau ist die Bodenart weniger von Bedeutung als Klimafaktoren und Nährstoffangebot. In konventionellen Sortenversuchen wurden in Sachsen im Durchschnitt 157 dt TM/ha (840 – 1072 dt/FM) geerntet. Selbst noch in rauen Lagen bei günstiger Wasserversorgung sind hohe Erträge erzielbar. Trockene Lagen scheidet dagegen aus, außer auf Böden mit hoher Wasserkapazität.

Bei den Futterrüben sind die Ansprüche an den Boden insgesamt geringer und an die Wasserversorgung jedoch höher als bei der Zuckerrübe. Wesentlichen Einfluss hat die Bodenart auf die Auswahl des Rübentyps nach dem Sitz des Rübenkörpers im Boden. Flach sitzende Rüben (Massentrüben) werden vorzugsweise auf schweren Böden kultiviert, um eine einfache Ernte zu ermöglichen. Gehaltsrüben weisen einen tieferen Sitz auf und sind deswegen für leichtere Böden prädestiniert. Durch den späten Bestandesschluss sind die Anbauflächen stark erosionsgefährdet, entsprechende Lagen sollten somit gemieden werden.

Im Frühjahr ist die Frostempfindlichkeit der Futterrübe gering. Im Herbst ist die Kälteempfindlichkeit der Futterrübe dagegen höher als die der Zuckerrübe, diese Einschränkung muss durch frühere Rode termine ausgeglichen werden. Frostschäden entstehen ab -2 °C an Blättern und ab -4 °C am Rübenkörper. Rüben mit Kälteschäden sind nicht mehr lagerfähig.

Tabelle 42: Inhaltstoffe und Futterwert der Futterrübe

	Trockenmasse (g/kg)	Rohprotein (g/kg TM)	UDP (% d. Rohproteins)	nXP (g/kg TM)	RNB (g/kg TM)	Rohfett (g/kg TM)	Rohfaser (g/kg TM)	Strukturwert (SW)	Stärke (g/kg TM)	Zucker (g/kg TM)	ME (MJ/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)	Ca (g/kg TM)	P (g/kg TM)
<b>Gehaltsrübe</b>														
Blatt, sauber	160	157	15	130	+4	23	125	1,36	0	-	(9,89)	(6,03)	20,8	2,5
Rübe, sauber	150	77	20	149	-12	7	64	1,05	0	614	(11,96)	(7,57)	2,7	2,4
<b>Massenrübe</b>														
Rübe, sauber	120	89	20	150	-10	9	69	1,05	0	537	11,96	7,60	2,5	2,5

Quelle: DLG-Futterwerttabelle (1997)

### **Stellung in der Fruchtfolge**

Als optimale Vorfrüchte für Futterrüben gelten Körnerleguminosen, gute Anbaubedingungen bieten sich auch nach Roggen oder Kartoffeln. Klee und Luzerne als Vorfrüchte können auf Grund der Ernterückstände zu Beinigkeit und bedeutenden Ertragsrückgängen führen, dazu wird diese Fruchtfolgeposition ohnehin durch Winterweizen beansprucht.

Zu enge Fruchtfolgen mit Futterrüben und deren verwandten Arten führen zur Vermehrung der Rübennematoden (*Heterodera schachtii*). Eng verwandt sind Zuckerrübe, Rote Rübe, Mangold, Spinat, Gartenkresse, Brassica-Arten wie Raps und Kohl sowie Senf, Rettich und einige Unkräuter (Hederich, Ackersenf, Hirtentäschelkraut, Ackerhellerkraut, Vogelmiere, Hohlzahnarten, Flohknöterich, Gänsefußgewächse). Daher sollten Futterrüben nicht enger als alle 4 Jahre angebaut werden.

Der Vorfruchtwert der Futterrübe ist nicht besonders günstig, aber die Nachwirkung der organischen Düngung kann Anbauvorteile bedeuten. Möglicherweise treten Bodenstrukturen bei der Ernte auf. Als günstige Folgefrucht wird Weizen angegeben.

### **Düngung**

Futterrüben verwerten auch schwerer zugängliche und lang nachwirkende organische Dünger gut. Somit ist insbesondere Stallmist, der mit der Stoppelbearbeitung der Vorfrucht eingearbeitet wird, ein wertvoller Dünger. Aber auch Gülle, Jauche und Gründüngung sind als Düngemittel einsetzbar. Eine gute Stickstoffversorgung im Frühjahr fördert die zügige Entwicklung des Blattapparates und verbessert somit die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern. Eine mangelnde Borversorgung kann über Borsalze in Höhe von 20 kg/ha ausgeglichen werden, insofern diese Maßnahme mit der zuständigen Öko-Kontrollstelle abgestimmt ist.

Mit dem Rübenanbau sind besonders hohe Nährstoffentzüge verbunden, wenn der Rübenkörper und das Blatt abgeerntet werden. Daher benötigen Futterrüben für ein angemessen hohes Ertragsniveau eine günstige Fruchtfolgeposition, z. B. direkt nach Körnerleguminosen sowie eine zusätzliche organische Düngung.

Eine Düngung von 200 – 300 dt/ha Stallmist ist empfehlenswert, mit höheren Gaben sind keine Ertragssteigerungen mehr zu erwarten. Die

Ausbringung und Einarbeitung der Dünger erfolgen im Herbst und nur unter günstigen Bedingungen im Frühjahr. Auch eine Düngung mit Jauche oder Gülle kann im Frühjahr mit 20 m<sup>3</sup>/ha 4 – 6 Wochen vor der Aussaat erfolgen. Zusätzlich ist eine Kombination von Stroh- und Gründüngung günstig. Mit zunehmendem N-Angebot fallen die Gehalte an Trockenmasse ab, Rohprotein- und Nitratgehalte steigen dagegen in den Rüben an.

### **Bodenbearbeitung**

Das Verfahren gleicht der Feldvorbereitung für die Zuckerrübe. Für Öko-Betriebe sollte eine Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug im Herbst durchgeführt werden. Mit der Herbstfurche wird eine sichere Grundlage für das Saatbett geschaffen, so dass eine gleichmäßige Wurzelentwicklung der Futterrübe gewährleistet werden kann. Schwere Böden sollten dabei schon im Herbst eine erste Einebnung erfahren. Entsprechend den betrieblichen Erfahrungen kann auch die Frühjahrsfurche mit Packer oder nach natürlichem Absetzen bei geeigneten Böden mit klassischer Saatbettbereitung erfolgen. Durch die Saatbettbereitung wird eine 3 cm tiefe, ebene, lockere Bodenauflage geschaffen. Ziel ist es, dass Luft und Wärme in den Boden eindringen können, um so den Keimungsvorgang der Rübe zu fördern. Eine Verringerung des Bodendrucks der Zugmaschine kann über Breitreifen oder Zwillingsbereifung erreicht werden.

Trotz einer frühen Saat sollen hohe Auflaufraten vor allem bei der Aussaat auf Endabstand erzielt werden. Die Qualität der Bestellung ist jedoch wichtiger als der Saattermin. Zu feuchte Bedingungen führen zu ungleichmäßigem Aufgang. Das Saatbett sollte vorwiegend Krümel von 2 – 5 mm Größe aufweisen. Zur Gewährleistung eines feinkrümeligen Saatbettes sollte notfalls auch die Walze mit nachfolgender Egge eingesetzt werden. Nach dem Aufgang ist die Rübe bis zur Ausbildung des 2. Hauptblattpaares relativ unempfindlich gegenüber Druckbelastungen und kann im Bedarfsfall gewalzt werden, um z. B. Hackarbeiten vorzubereiten. Verkrustungen können durch Einsatz der Walze bis spätestens 7 – 10 Tage nach der Aussaat aufgebrochen werden, solange der Keimling noch nicht in die oberste Bodenschicht hineingewachsen ist.

### **Aussaat**

Der minimale Temperaturanspruch zur Keimung beträgt ca. 10 °C im (flachen) Keimhorizont. Dadurch ergeben sich Aussaatzeitpunkte für

Rüben ab Ende März bis April. Für die Aussaat stehen verschiedene Saatgutformen zur Verfügung:

- **Normalsaatgut** besteht aus natürlichem Samenknäuel mit zwei bis vier Samenanlagen. Nach Aussaat dieses Multigermsaatgutes ist zur Erreichung des angestrebten Pflanzenabstandes Handarbeit für das Vereinzeln erforderlich. Der Arbeitszeitaufwand beträgt hierfür 95 – 150 Akh/ha und kann mit der ersten Unkrauthacke erfolgen.
- **Präzisionsaatgut** ist mechanisch gespaltenes Saatgut in gereinigter und kalibrierter Form. Da es nicht 100 % einkeimig ist, liegt der Vereinzelaufwand noch bei 40 – 70 Akh/ha. Dieses Saatgut eignet sich zur Einzelkornsaat. In pillierter Form hat das Saatgut einen erhöhten Einkeimigkeitsgrad, außerdem ist die Ablage noch präziser möglich.
- Bei **genetisch monokarpem** bzw. **monogermem** und pilliertem **Saatgut** wird eine Einkeimigkeit von fast 100 % erreicht. Dadurch entfällt das Vereinzeln und die Aussaat erfolgt auf Endabstand.

Für Futterrüben liegt die optimale Pflanzenanzahl bei 60 000 – 80 000 Pflanzen/ ha und der Reihenabstand bei 45 – 50 cm. Zwischen 75 000 und 150 000 Rübenpflanzen/ha sind keine Ertrags- und Qualitätsunterschiede bezüglich der Rübenkörper zu erwarten, allerdings steigt die Blattmasse mit zunehmender Bestandesdichte um bis zu 15 % an. Die Ablageweite wird über den erwarteten Feldaufgang aus Erfahrungswerten kalkuliert. In der Praxis werden oft nur 60 % Feldaufgang erreicht. Bei 50 cm Reihenweite und 16 cm Pflanzabstand besteht dann ein Bedarf an Saatgut von 125 000 Körnern/ha.

### **Unkrautregulierung**

Die mechanische Unkrautregulierung der Futterrübe ist an der flachen Aussaat, dem empfindlichen Keimling sowie dem geringen Ausgleichsvermögen von Fehlstellen auszurichten. Der hohe zu erwartende Handarbeitsaufwand sollte Anlass sein, möglichst unkrutarme Flächen für den Anbau auszuwählen. Die Strategie, eine verzögerte Aussaat zur besseren Vorsaatunkrautregulierung in Verbindung mit einer dann schnelleren Jugendentwicklung der Rüben zu nutzen, verspricht dagegen keine Vorteile.

Für Angaben aus älteren Quellen zum Striegeln ist bei einer Ablage auf Endabstand eine neue Beurteilung notwendig. Grundsätzlich ist ein Striegeln aber im Voraufbau unter günstigen Bedingungen und bei

ausreichend tiefer Aussaat möglich. Allerdings muss mit 15 % Auflaufverlusten gerechnet werden (SCHULTZ, 1993). Auch bis über 8 Tage nach der Saat kann gestriegelt werden, solange die Keimlinge nicht vom Striegel berührt werden. Zur Verringerung der potentiellen Pflanzenverluste ist eine Arbeitsrichtung schräg zur Drillrichtung günstig. Nach dem Auflaufen ist Striegeln dann erst im Zweiblattstadium wieder möglich und erzielt zu diesem Zeitpunkt eine bessere Wirkung als im Voraufbau. Bei frühen Arbeitsgängen mit der Maschinenhacke müssen die kleinen Rübenpflanzen durch Hohlschutzscheiben vor dem Verschütten geschützt werden. Mit einem Striegelgang nach der Maschinenhacke lässt sich das Wiederanwachsen von entwurzelten Unkräutern verhindern. In einem Versuch mit Zuckerrüben konnten durch Hackarbeiten zur Bodenpflege Mehrerträge von 10 % erzielt werden.

Auf einem schweren Boden (Auenlehm, Bodenarten Lu und Lt) konnte bei einer großen Ablagetiefe von 3 – 4 cm der Handarbeitsaufwand bei einem insgesamt geringen Feldaufgang von 55 % durch das Striegeln im Voraufbau um 20 % gesenkt werden. Für die Handhacke lag der Arbeitsaufwand zwischen 118 und 147 Akh/ha bei zwei Durchgängen. Beim zweiten Durchgang reduzierte sich der Zeitaufwand um 50 % im Vergleich zur Hacke (PETZOLD & KOLBE, 1998).

Starke Bodenverkrustungen können von den Keimlingen nicht mehr durchstoßen werden und es kann zu erheblichen Auflaufschäden kommen. In diesen Fällen muss unter hohem Risiko von Pflanzenverlusten durch Arbeitsgänge mit Hacke oder Striegel versucht werden, die Verkrustung zu beseitigen. Die Entwicklung der Bestandesdichte ist nach diesen Arbeiten genau zu beobachten.

### **Pflanzenschutz**

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist beim Anbau von Futterrüben im Ökologischen Landbau nur eingeschränkt möglich. Der einzige zugelassene Wirkstoff ist Kupferoxichlorid gegen *Cercospora beticola* sowie Falschen Mehltau. Die Tabelle 43 zeigt Ursachen und mögliche Gegenmaßnahmen für häufige Krankheiten und Schädlinge im Futterrübenanbau auf.

Tabelle 43: Krankheiten und Schädlinge der Futterrübe mit wirtschaftlicher Bedeutung

Schaderreger	Schadbild	Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Echter Mehltau ( <i>Erysiphe betae</i> )	weißer bis grauweißer, filzig bis mehliges Belag besonders auf der Blattoberseite	Pilzinfektion bei trockenwarmer Witterung	Sortenwahl; Kupferoxichlorid
Ramularia-Blattflecken ( <i>Ramularia beticola</i> )	unregelmäßige, hellbraune Flecken (5 – 10 mm) mit undeutlichem, braunem Rand. Bei fortschreitendem Befall Ineinanderfließen der Flecken, Vertrocknen der Blätter und Aufreißen des abgestorbenen Gewebes, ananasartiger Kopf (ständige Neubildung von Blättern); <b>Verwechslung mit:</b> Im Anfangstadium mit Cercospora-Blattflecken, im späteren Stadium Phoma-Blattflecken	kühl-feuchte Witterung (16 – 20 °C, 95 % Luftfeuchte), Verbleib des Rübenblattes auf dem Feld, enge Fruchtfolge, Beregnung	Fruchtfolge erweitern
Blattfleckenkrankheit ( <i>Cercospora beticola</i> )	rundliche braungraue, rotbraun umrandete, trockene Flecken auf äußeren Blättern; rasches Absterben der Blätter bei warmer Witterung	u.a. enge Fruchtfolge; günstige Infektionsbedingungen bei feucht warmem Wetter	weite Fruchtfolge, Einpflügen der Erntereste, Sortenwahl; Kupferoxichlorid

Tabelle 43: (Fortsetzung)

Schaderreger	Schadbild	Verbreitung	Gegenmaßnahmen
<b>Wurzelbrand</b> <i>(Pleospora björlingii</i> und <i>Phoma betae)</i>	braun bis schwarz verfärbte Wurzeln der Keimlinge; Pflanzen vergilben, fallen um und sterben ab; Einschnürungen am Hypokotyl	ungünstige Auflaufbedingungen	günstige Auflaufbedingungen schaffen oder abwarten (z.B: trockenes und warmes Wetter)
<b>Viröse Wurzelbärtigkeit</b> , Rhizomania, BNYV-Virus	nesterweise Bestandesaufhellungen aufgrund von Störungen in der Nährstoff- und Wasserversorgung; Wurzelbart, Kümmerwuchs; Verbräunungen im Innern der Wurzelspitzen und Gefäße	Virusübertragung durch verbreiteten Bodenpilz ( <i>Polymyxa betae</i> ) mit langlebigen Überdauerungsorganen	Anbau toleranter Sorten
<b>Vergilbungskrankheit</b> (Beta-Virus A)	nesterweise Gelbfärbung der Blätter	Virusübertragung durch Grüne Pfirsichblattlaus	Vitalität der Rüben optimieren
<b>Moosknopfkäfer</b> <i>(Atomaria linearis)</i>	Lochfraß am Wurzelhals und Herzblätter der Keimlinge, sie sterben ab; Lückenhaftes Auflaufen	u. a. enge Fruchtfolgen	Anbaupausen einhalten

Tabelle 43: (Fortsetzung)

Schaderreger	Schadbild	Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Rübenzystenähnlichen ( <i>Heterodera schachtii</i> )	nesterweises langsames Wachstum, Welke, Wurzelbart mit stecknadelgroßen Zysten	enge Fruchtfolge in Verbindung mit spezifischen Bodenfaktoren, insbesondere hohe Temperaturen	Anbaupausen auch mit Z-Rüben einhalten. Anbau von Wirtspflanzen vermeiden; Unkrautfreiheit in Vorkulturen anstreben
Rübenkopfählichen ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> )	Kopfteil der Rübe wird befallen und fault häufig; Blatt- und Blattstielverdickungen und -deformationen	zu enge Anbaufolgen mit Wirtspflanzen	Anbaupausen einhalten
Drahtwürmer ( <i>Agriotes lineatus</i> )	Fraßschäden an unterirdischen Pflanzenteilen	Pflanzenverluste	Fruchtfolgestellung nach Grünlandumbruch und Futterbau vermeiden

Quelle: RIECKMANN &amp; STECK (1995)

### Beregnung

Die Futterrübe hat einen hohen Wasserbedarf. Für die optimale Ertragsbildung sind Winterniederschläge von 240 mm und von 360 mm in der Zeit von April bis einschließlich Oktober (Maximum im Juli von 80 mm und im August von 65 mm) erforderlich. Regengaben sind demzufolge im Juli, August und bis in den September hinein einzukalkulieren.

## Ernte und Lagerung

Auch bei der Ernte, Lagerung und Verfütterung ist das Verfahren des Futterrübenanbaus und der Rübenverwertung mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Insbesondere für kleine Anbauflächen müssen die Arbeiten oft von Hand erledigt werden. Die Ernte der Rüben sollte sich an folgenden grundsätzlichen Punkten orientieren:

- Ertrag und Haltbarkeit der Rüben verbessern sich noch an warmen Herbsttagen
- Reife wird am Vergilben und Absterben der älteren Blätter deutlich
- Erntezeitpunkt an Frühfrösten und Ansprüchen der Folgekultur orientieren
- Massenrüben sind am frostempfindlichsten
- bei der Ernte verhindert optimales Köpfen Ertragsverluste
- Köpfen erfolgt sehr hoch, so dass am verbleibenden Kopf das Blattwerk gerade noch zusammengehalten wird
- über eine glatte Rübenoberfläche ergeben sich geringe Schmutzanhänge, die einen geringen Reinigungsaufwand nach sich ziehen
- Blattverschmutzungen müssen vermieden werden, wenn das Blatt siliert werden soll
- gerodete Rüben nicht auf dem Feld bei Frost liegen lassen
- Ernteabschluss bis etwa Ende Oktober.

Die Ernte kann auf unterschiedliche Weise mechanisiert werden:

- **Dänisches Verfahren:** Das Köpfen der Rüben erfolgt mit einem Schlegelhäcksler mit direkter Beladung eines angehängten Wagens mit dem Rübenblatt. In einem zweiten Arbeitsgang findet ein Rodelader mit Überladung auf einen Anhänger Anwendung.
- **Ernte in einem Arbeitsgang mit einem Klemmbandroder:** Die Rüben werden am Blatt mit umlaufenden Riemen eingeklemmt und aus dem Boden gehoben, mit rotierenden Messern geköpft und danach gebunkert oder übergeladen. Die Ablage der Blätter erfolgt im Schwad.
- **Ernte mit Zuckerrübenernter:** Dafür sind Rüben mit gleichmäßig tiefem Sitz im Boden geeignet.

Die Lagerung der Futterrüben erfolgt in Mieten und Scheunen bei einer optimalen Lagertemperatur von 2 – 4 °C. Im Lager darf die Frostgrenze nicht unterschritten werden, tolerierbar ist nur ein kurzfris-

tiges Minimum bei -2 °C. Lagerverluste lassen sich durch Abkühlung der Rüben über Lüftungsöffnungen an der Miete sowie über die Stärke der Abdeckung steuern.

Die Mietenmaße entsprechen den Schüttkegeln der Transportfahrzeuge, dadurch ergibt sich eine Basisbreite von über 3,5 m. Als untere Grenze gilt 1,5 m Mietenbreite, weil es sonst bei großer Mietenoberfläche zu einer zu geringen Wärmenachlieferung aus dem Rübenstapel kommt. Durch eine Abdeckung mit einer Stroh-Erdschicht wird die Winterfestigkeit der Miete erreicht. Bei den Entnahmearbeiten ist das schwierige Aufbrechen der hart gefrorenen Erdschicht auf der Miete nach längeren Frösten zu berücksichtigen. Das Säubern der Rüben erfolgt am besten erst nach Entnahme der Rüben aus den Mieten, um Fäulnis zu vermeiden.

Der Arbeitsaufwand zur Errichtung einer Feldmiete beträgt etwa 50 Akh/ha. Bei Scheunenlagerung sind 14 Akh/ha zu kalkulieren. Die Frostsicherung kann in Gebäuden über eine Folien- und Strohaufgabe erreicht werden. Nach 5 – 6 Monaten Lagerzeit belaufen sich die TM-Verluste auf 15 % - 20 %.

### **3.8 Futtermöhre (Gelbe Rübe)**

Futtermöhren (*Daucus carota*) bringen einen geringeren Energie- und Nährstofftrag als die Futterrüben. Sie haben aber einen höheren Gehalt an  $\beta$ -Carotin, der Vorstufe des Vitamin A, und an den Vitaminen B1 und C. Damit dienen sie vor allem der Gesunderhaltung und können als Diätfutter eingesetzt werden. Darüber hinaus dürften vorwiegend aussortierte Möhren aus dem Gemüsebau zur Verfütterung anstehen.

#### **Botanik**

Die Möhre zählt zu den Doldenblütlern. Die Blätter sind fein gefiedert und in der Farbe etwas rotbraun angelauten. Der Körper ist im Verhältnis zur Dicke lang. Sie ist eine 2-jährige Pflanze, die Blüten- und Samenbildung erfolgt erst im 2. Jahr.

## **Boden und Klima**

Sie sind praktisch auf allen Böden mit guter Rodemöglichkeit anbaufähig. Auch als Zweitfrucht nach nicht zu spät räumenden Vorfrüchten ist der Anbau bis Juni gut möglich.

## **Aussaat**

Die Aussaat erfolgt von Mitte März – Anfang April. Dem Kulturzustand des Bodens entsprechend werden 3 – 5 kg/ha bei einer Saattiefe von 2 – 3 cm ausgesät. Nach der Aussaat sollte der Boden angewalzt werden. Die Frostempfindlichkeit ist gering. Weitere Anbauhinweise liefert das Internetportal [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de).

## **Nutzung**

Möhren stellen ein besonders hochwertiges Futtermittel für Rinder dar. Die obere Grenze in der Fütterung für Milchkühe liegt bei 20 kg Möhrenfrischmasse bzw. ca. 2,2 kg Möhren-TM bei einer 650 kg schweren Kuh (0,34 kg TM je 100 kg Körpermasse). Limitierend wirken der hohe Wassergehalt und der sehr hohe Zuckergehalt der Wurzeln (Acidosegefahr durch ca. 510 g Zucker je kg TM). Der Energiegehalt der Möhren liegt bei 7,7 MJ NEL je kg TM (Tab. 44). Das Milchfett kann durch die hohen Gehalte an Carotin gefärbt werden, was eine erwünschte Wirkung der Möhrenverfütterung ist. Somit gelangt  $\beta$ -Carotin auch in die Humanernährung. Außerdem wird die Milchfettkonsistenz positiv beeinflusst und dadurch die Streichfähigkeit der Butter gesteigert.

Für die Einlagerung der Möhren ist zu beachten, dass durch eine überhöhte Stickstoffernährung der Möhren die Lagerfestigkeit der Wurzeln vermindert werden kann. Mit dem Einmieten (siehe Futterrübe) sind 4 – 5 Monate Haltbarkeit zu erreichen. Bei aussortierter Speiseware sind deutliche Abstriche in der Haltbarkeit zu machen.

Tabelle 44: Futterwert von Möhren in der Rinderfütterung

<b>Möhre, Wurzel</b>		
Trockenmasse	(g / kg)	<b>110</b>
Nettoenergie Laktation	(MJ NEL / kg TM)	<b>7,7</b>
Umsetzbare Energie	(MJ ME / kg TM)	<b>12,2</b>
nutzbares RP	(g / kg TM)	<b>155</b>
RNB	(g / kg TM)	<b>-10</b>
UDP	(% des RP)	<b>20</b>
Rohprotein	(g / kg TM)	<b>91</b>
Rohfett	(g / kg TM)	<b>18</b>
Rohfaser	(g / kg TM)	<b>91</b>
Ca	(g / kg TM)	<b>3,6</b>
P	(g / kg TM)	<b>3,6</b>
Mg	(g / kg TM)	<b>1,8</b>
Na	(g / kg TM)	<b>2,9</b>
K	(g / kg TM)	<b>28,2</b>

Quelle: DLG-Futterwerttabelle (1997)

#### **4 Literatur**

- ARENS, R. (1973): Grundsätze zur Mischungsberechnung für Dauer-  
saaten. Das wirtschaftseigene Futter 19, 90-102
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2005):  
Kurze Steckbriefe zu Futterpflanzen. Bayer. Landesanst. f.  
Landw., Arbeitsbereich Züchtungsforschung bei Futterpflanzen  
und Leguminosen, IPZ 4b.  
Internet: [www.lfl.bayern.de/lpz/gruenland](http://www.lfl.bayern.de/lpz/gruenland)
- BECKMANN, U.; KOLBE, H. (2002): Mais im Ökologischen Landbau.  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- BECKMANN, U.; KOLBE, H.; MODEL, A.; RUSSOW, R. (2002):  
Ackerbausysteme im ökologischen Landbau. Initiativen zum  
Umweltschutz 35, Erich Schmidt, Berlin
- BERENDONK, C. (2001): Veröffentlichungen 2001 - Welsches Wei-  
delgras bringt Vorteile. Landwirtschaftszentrum Haus Riswick.  
Internet : [www.riswick.de/pdf/futterbau/vorteille.pdf](http://www.riswick.de/pdf/futterbau/vorteille.pdf)
- BERENDONK, C. (2003): Veröffentlichungen 2003 - Was leisten Klee  
und Luzerne im Ackerfutterbau. Landwirtschaftszentrum Haus  
Riswick.  
Internet : [www.riswick.de/pdf/futterbau/leistung-klee.pdf](http://www.riswick.de/pdf/futterbau/leistung-klee.pdf)
- BERENDONK, C. (2004): Veröffentlichungen 2004 - Ackerbau mit  
Gräsern und Klee. Landwirtschaftszentrum Haus Riswick.  
Internet : [www.riswick.de/pdf/futterbau/Ackerfutterbau\\_2004.pdf](http://www.riswick.de/pdf/futterbau/Ackerfutterbau_2004.pdf)
- BERGMANN, W. (1983): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen.  
Entstehung und Diagnose. Fischer, Stuttgart
- BIRECKI, M.; ROSZAK, W. (1961): Der Einfluß der mehrjährigen Le-  
guminosen und deren Gemische mit Gräsern auf die Nach-  
fruchterträge. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. Reihe 10/23,  
341-345
- BISCHOFF, K. (2004): Grundfutterqualität – ein Schlüssel zur kosten-  
günstigen Milcherzeugung. Mitteilungen der Landwirtschafts-  
kammer Schleswig-Holstein, Aktuelles aus dem Ökologischen  
Landbau 2003

- BOSNJAK, D. (1992): Water requirements of lucerne under the climatic conditions of Vojvodina. *Savremena poljoprivreda: jugoslovenski casopis za pol-joprivredu* 40, 39-45
- BROUWER, W. (1976): *Handbuch des speziellen Pflanzenbaues*. Bd. 2, Parey, Berlin; Hamburg
- BREUNIG, W.; MÄRTIN, B.; WOJAHN, E. (1986): *Futterproduktion*. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- BUHTZ, E.; BAHN, E.; BÄTZ, G. (1982): Effekte der Eingliederung von Leguminosen in die Fruchtfolge des Statischen Versuches Bad Lauchstädt. *Tag.- Ber., Akad. Landwirtsch.- Wiss. DDR*, 205, 231–240 (3)
- BUNDESSORTENAMT (2003): *Beschreibende Sortenliste Futtergräser, Esparsette, Klee, Luzerne 2003*. Dt. Landwirtschaftsverl., Hannover
- CAMENA SAMEN (2005): *Saaten für den biologischen Landbau Frühjahr 2005*, Carl Metz Nachfolger CAMENA, Lauen
- CAPUTA, J. (1948): *Untersuchungen über die Entwicklung einiger Gräser und Kleearten in Reinsaat und Mischung*. Zürich, Techn. Hochsch., Diss.
- DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K. U.; KNAUER, N. (1999): *Spezieller Pflanzenbau*. Ulmer, Stuttgart
- DILZ, K.; MULDER, E.G. (1962): The effect of soil-pH, stable manure and fertilizer nitrogen on the growth of red clover and the red clover association with perennial ryegrass. *Neth. J. agric. Sci.* 10, 1-23
- DLG (1997): *DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer*. DLG Verl., Frankfurt (Main)
- DREYMANN, S.; LOGES, R.; TAUBE, F. (2003): Einfluß der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 15, 83-86
- DREYMANN, S.; LOGES, R.; TAUBE, F. (2005): Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkungen der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. In: *Ende der Nische:*

Beitr. 8. Wiss.-Tagung Ökologischer Landbau, Univ. Press. Kassel, 181-184

- ENGELKE, Th.; PALLUTT, B. (2004): Die Ackerkratzdistel im viehlosen Ökobetrieb. In: SCHMIDT, H.: Viehloser Öko-Ackerbau. Köster, Berlin, 30-31
- ESSER, J; LÜTKE-ENTRUP, E. (1981): Ackerfutterbau und Gründüngung haben Zukunft. Landwirtschaftliche Schriftenreihe Boden, Pflanze, Tier (19)
- FAßBENDER, K. (1998): Strategien zur Reduzierung von Nitratverlagerungen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben im ersten und zweiten Jahr nach Kleeergrasumbruch. Bonn, Univ., Diss.
- FAßBENDER, K.; HEß, J.; FRANKEN, H. (1994): Nitratkonzentration im Sickerwasser verschiedener Feldfutterbaurotationen des Ökologischen Landbaus. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7, 233-236
- FELDSAATEN FREUDENBERGER (2004): Landwirtschaft: Neue Konzepte für das Grünland 2004, Krefeld
- FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1982): Spezieller Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart
- FREIER, B. (1991): Ökologischer Landbau: Planung und Analyse von Betriebsumstellungen. Markgraf, Weikers
- FUCHS, R. (2005): Zwischenbericht zu produktionstechnischen Versuchen zur Fruchtfolge. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising – Weihenstephan.  
Internet: [www.lfl.bayern.de/iab/oekologisch/12496/](http://www.lfl.bayern.de/iab/oekologisch/12496/)
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau: Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Parey, Berlin
- GRAß, R.; SCHEFFER, K. (2003): Direkt- und Spätsaat nach Wintererbsen-vorfrucht – Erfahrungen aus Forschung und Praxis. In: Ökologischer Landbau der Zukunft: Beitr. 7. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Univ. Bodenkultur, Inst. f. Ökol. Landbau, Wien, 45-48
- GRUBER, H.; TITZE, A. (2004): Ganzpflanzensilage mit Körnerleguminosen und Sommergetreide. Tellow, Landesforschungsan-

stalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Internet: [www.landwirtschaft-mv.de](http://www.landwirtschaft-mv.de)

GUNNARSSON, S. (2003): Optimisation of N Release. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, Diss.

HAAS, G. (2003): Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“, 105, Institut für Organischen Landbau, Bonn. Internet: <http://orgprints.org>

HAAS, G.; SCHLONSKI, A.; KÖPKE, U. (2003): Rotklee gras im organischen Landbau: Einfluß von Arten- und Sortenwahl auf Ertrag und Entwicklung. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“, 109, Institut für Organischen Landbau, Bonn. Internet: [www.uls.uni-bonn.de](http://www.uls.uni-bonn.de)

HARTMANN, S. et al. (2004): Kurze Steckbriefe zu Futterpflanzen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Züchtungsforschung bei Futterpflanzen und Leguminosen, IPZ 4b. Internet: [www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland](http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland)

HEICHEL, G. H. (1989): Dinitrogen fixation, nitrogen transfer and productivity of forage legume-grass communities. International Grassland Congress, 16, Nice, France, 131-132

HEINZMANN, F. (1981): Assimilation von Luftstickstoff durch verschiedene Leguminosenarten und dessen Verwertung durch Getreidenachfrüchte. Hohenheim, Univ., Diss.

HEß, J. (1989): Klee grasumbruch im Organischen Landbau – Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied “Klee gras – Klee gras – Weizen – Roggen“. Bonn, Univ., Diss.

HEß, J.; PAULI, J.; ROTH, A.; FRANKEN, H. (1993): Stickstoffmineralisation aus Ernterückständen: Standort und Jahreseinfluß sowie Möglichkeiten der Beeinflussung durch ackerbauliche Maßnahmen am Beispiel des Weizenanbaus nach Klee gras im Ökologischen Landbau. In: Forschung und Beratung, Reihe C, 49, 189-201

- HEUWINKEL, H.; LOCHER, F.; GUTSER, R. (2002): Kleinräumige Variabilität der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung. VDLUFA-Schriftenreihe 57, 180-187
- HOF, C.; RAUBER, R. (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
- HORN, S.; KALTOFEN, H. (1988): Erfolgreicher Luzernegrasbau mit Wiesenschweidel. Feldwirtschaft 29, 157-159
- HYDRO AGRI (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12. Aufl., Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup
- JANS, F. (1981): Die moderne Kuh im intensiven Futterbaubetrieb. Mitt. Schweiz Landw. 29 (5), 132-140
- JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G.; WEIßBACH, F. (1993): Futtermittelkunde. Fischer, Jena; Stuttgart
- JUNG, J.; KUCHENBUCH, R.; DRESSEL, J.; WEIGELT, W.; MÖCKEL, D. (1988): Zum Stickstoffhaushalt von Leguminosen im Lysimeterversuch. BASF-Mitt. Landbau 3
- JUNG, R. (2003): Stickstoff-Fixierleistung von Luzerne (*Medicago sativa* L.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Persischem Klee (*Trifolium resupinatum* L.) in Reinsaat und Gemengen mit Poaceen. Giessen, Univ., Diss.
- KAHNT, G. (1983): Gründungsgeschichte. DLG-Verl., Frankfurt (Main)
- KAHNT, G. (1986): Biologischer Pflanzenbau – Möglichkeiten und Grenzen bio-logischer Anbausysteme. Ulmer, Stuttgart
- KALTOFEN, H. (1988): Futterbauliche Eigenschaften von Wiesenschweidel. In: Züchtung und Anbau von Wiesenschweidel. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, 261-291
- KALTOFEN, H. (1990): Anbau von tetraploiden *Festulium*-Bastarden als Feldfutter und auf dem Grünland. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 3, 263-265
- KÄMPF, R.; NOHE, E.; PETZOLD, K.; SNEYD, J. (1985): Feldfutterbau. DLG-Verl., Frankfurt (Main)

- KELLER, E. R.; HANUS, H.; HEYLAND, K.-U. (1997): Handbuch des Pflanzenbaus. Bd. 1, Ulmer, Stuttgart
- KELLER, E. R. (1999): Handbuch des Pflanzenbaus. Bd. 3, Ulmer, Stuttgart
- KIRCHMEIER, H.; GEISCHEDER, R. (2003): Verfahren zur Bereitung von Erbsensilagen. Landtechnik 58, 306-307
- KLAPP, E. (1967): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaus. Parey, Berlin; Hamburg
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. Parey, Berlin; Hamburg
- KLIMANEK, E.-M. (1990): Umsetzungsverhalten von Ernterückständen. Arch. Acker- Pflanzenbau. Bodenkd., 34, 559-567
- KLIMANEK, E.-M. (1997): Bedeutung der Ernte- und Wurzelrückstände landwirtschaftlich genutzter Pflanzenarten für die organische Substanz des Bodens. Arch. Acker- Pflanzenbau. Bodenkd., 41, 485-511
- KLIMANEK, E.-M.; ZWIERZ, P. (1990): Differenzierung der Ernte- und Wurzelrückstände nach ihrer stofflichen Zusammensetzung. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, 295, 41-48
- KLITSCH, C. (1960): Der Futterbau. Fischer, Jena
- KÖHNLEIN, J.; VETTER, H. (1953): Ernterückstände und Wurzelbild. Parey, Berlin; Hamburg
- KÖNIG, O. H. (1958): Untersuchungen über die Wirkung von Klee-gras, Rotklee und Luzerne auf einige fruchtbarkeitsbestimmende Bodeneigenschaften und die Erträge der Nachfrüchte. Bonn, Univ., Diss.
- KÖRSCHENS et al. (2004): Humusbilanzierung: Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Internet: [www.vdlufa.de](http://www.vdlufa.de)
- KOLBE, H. et al. (2002): Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- KOLBE, H. et al. (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden

- KÖNNECKE, G. (1967): Fruchtfolgen. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- KREIL, W.; SIMON, W.; WOJAHN, E. (1983): Futterpflanzenbau: Empfehlungen, Richtwerte, Normative. Bd. 2 Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- KTBL (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL, Darmstadt
- KUNZMANN, R. (1972): Quantifizierung der Wirkung ein- und mehrjähriger Leguminosen auf die Nachfrucherträge und den C- und N- Gehalt des Bodens anhand von Ergebnissen langjähriger Fruchtfolgedüngungsversuche auf Lehmstaugley. Halle, Univ., Diss.
- LADD, J. N.; OATES, J. M.; AMATO, M. (1981): Distribution and recovery of nitrogen from legume residues decomposing in soil sown to wheat in the field. *Soil Biol. Biochem.* 13, 251-256
- LADD, J. N.; AMATO, M.; JACHSON, R. B.; BUTLER, J. H. A. (1983): Utilisation by wheat crops of nitrogen from legume residues decomposing in soil in the field. *Soil Biol. Biochem.* 15, 231-238
- LANDWIRTSCHAFTSZENTRUM HAUS DÜSSE der Landwirtschaftskammer NRW – Zentrum nachwachsende Rohstoffe (2004): ZNR-Details Gräser.  
Internet: [www.duesse.de/znr/heil\\_u\\_gewuerz-pflanzen](http://www.duesse.de/znr/heil_u_gewuerz-pflanzen)
- LARSSON, L.; FERN, M.; KASIMIR-KLEMEDTSSON, A.; KLEMEDTSSON, L. (1998): Ammonia and nitrous oxide emission from grass and alfalfa mulches. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51, 41–46
- LEHMANN, J.; BACHMANN, F.; GUJER, H. (1978): Die gegenseitige Beeinflussung einiger Klee- und Grasarten in Bezug auf das Wachstum und den Nährstoff- und den Mineralstoffhaushalt. *Z. Acker-Pflanzenbau* 146, 178-196
- LEHMANN, J.; MEISTER, E. (1982): Die gegenseitige Beeinflussung von Klee und Gräsern bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung auf Wachstum, Eiweiß-, Rohfaser- und Mineralstoffgehalt. *Z. Acker-Pflanzenbau* 151, 24-41
- LEISEN, E. (2003): Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung verschiedener Klee-grasmischungen auf Öko-Betrieben. In:

- FREYER, B.: Beitr. 7. Wiss.-Tagung Ökologischer Landbau, Wien, 477-480
- LOGES, R.; HEUWINKEL, H. (2004): Mulchen oder Schnittnutzung von Klee gras – Auswirkung der Bewirtschaftung von Klee grasbeständen auf den N-Haushalt von Fruchtfolgen. In: SCHMIDT, H.: Viehloser Öko-Ackerbau. Köster, Berlin, 21-25
- LOGES, R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N<sub>2</sub>-Fixierleistung und Vorfrucht wert von Rotklee- und Rotklee grasbeständen. Giessen, Univ., Diss.
- LOPOTZ, H.-W. (1996): Biologische N<sub>2</sub>-Fixierung von Klee-Reinbeständen und Klee gras-Gemengen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der N-Nachlieferung des Bodens. Bonn, Univ., Diss.
- LÜDDECKE, F. (1976): Ackerfutter. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- LÜDDECKE, F.; BAUER, U.; JENTSCH, W.; SCHRÖDER, G. (1990): Ackerfutter. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- LÜTKE ENTRUP, N.; OEMICHEN, J. (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues. Bd. 2, Mann, Gelsenkirchen
- MANNHEIM, T.; BRASCHKAT, J.; MARSCHNER, H. (1997): Ammoniakemissionen aus alternden Pflanzen und bei der Zerstörung von Ernterückständen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 160, 125–132
- MEINSEN, C. (1990): Ein- und mehrjähriger Klee grasbau als Bestandteil einer ökonomisch - ökologisch orientierten Landbewirtschaftung: Versuchsergebnisse zum Produktionsverfahren und zur Auswahl der Gemeengepartner. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 3, 97-100
- MEINSEN, C.; SCHMUDE, D.; BELAU, L. (1991): Untersuchungen zum N<sub>min</sub>-Gehalt im Boden bei Herbst- und Frühjahrs umbruch von zwei und dreijährigem Rotklee gras. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 4, 151-154
- MEINSEN, C.; KNOCH, G. (1987): Anbaueignung des Wiesenschweidels „Paulita“ für den Klee grasanbau. Feldwirtschaft 28, 55-57

- MICHEL, D. (1992): Stickstoff- und Humusreproduktionsleistung von Luzerne und Klee gras in Fruchtfolgen eines 30 - jährigen Dau-  
erfeldversuches im Mittel-deutschen Trockengebiet. VDLUFA-  
Schriftenreihe 35, 645-648
- MÜLLER, M. M. (1988): The fate of clover-derived 15N during decom-  
position under field conditions: Effects of liming and fertilization.  
Plant and Soil 111, 121-126
- MÜLLER, P. (1985): Grundlagen der Pflanzenproduktion. Dt. Land-  
wirtschaftsverl., Berlin
- MUSTAFA, A. F.; CHRISTENSEN, D. A.; McKINNON, J. J. (2000):  
Effects of Pea, Barley, and Alfalfa Silage on Ruminant Nutrient  
Degradability and Per-formance of Dairy Cows. Journal of Dairy  
Science 83, 2859-2865
- NAUMANN, P. (2002): Untersuchung zur Auswirkung unterschiedli-  
cher Futterrationen auf die Milch-, Fleisch-, Eierproduktion im  
ökologischen Betrieb. Leiterinformation zum Forschungsprojekt.  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tie-  
rische Erzeugung, Köllitsch
- NAUMANN, P.; STEINHÖFEL, O. (2002): Hohe Leistungen im Biobe-  
trieb – geht das wirklich? DLZ 53, 108-111
- NEURERBURG, W.; PADEL, S. (1992): Organisch-Biologischer  
Landbau in der Praxis. BLV Verl. – Ges., München
- NORDDEUTSCHE SAAT- UND PFLANZGUT AG (2001): Sortenrat-  
geber 2001/02: Saatgut aus Ökologischem Landbau. Norddt.  
Saat- u. Pflanzgut, Neubrandenburg
- OEMICHEN, J. (1986): Pflanzenproduktion – Bd. 2 Parey, Berlin
- OLSCHEWSKI, H. (1996): Zur Anbauwürdigkeit von Rotklee gras.  
Infodienst Beratung u. Schule der Sächsischen Agrarverwal-  
tung (2) 81-90
- PAFFRATH, A. (2003): Nachwirkung verschiedener Leguminosen auf  
die Folgefrüchte unter den Anbaubedingungen des ökologi-  
schen Landbaus. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,  
Bonn. Internet:  
[www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte-versuche/leitbetriebe-  
2005/20-fruchtfolge-vorfruchtwirkung.pdf](http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte-versuche/leitbetriebe-2005/20-fruchtfolge-vorfruchtwirkung.pdf)

- PAFFRATH, A.; KEMPKENS, K; SCHEPL, U. (2004): Status-Quo-Analyse und Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls (*Agriotes* spp. L.) im Ökologischen Kartoffelbau. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. Internet: [www.orgprints.org/0003326](http://www.orgprints.org/0003326)
- PAFFRATH, A. (2005): Einfluss von Ackerbohnen, Körnererbsen, Buschbohnen und Rotklee gras auf die Folgefrucht Kartoffeln. In: Ende der Nische: Beitr. 8. Wiss.-Tagung Ökologischer Landbau, Univ. Press., Kassel 39-42
- PETZOLD, W.; KOLBE, H. (1998): Zuckerrüben im ökologischen Landbau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (3) 9
- PIETSCH, G.; FRIEDEL, J. K.; FREYER, B. (2004): Ertrag, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und Wassernutzungseffizienz von Futterleguminosen in einem Ökologischen Anbausystem. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 16, 219–220
- PIORR, A. (1992): Zur Wirkung von residualem Klee gras- und Wirtschaftsdüngerstickstoff auf die N-Dynamik in ökologisch bewirtschafteten Böden und die N-Ernährung von Getreide. Bonn, Univ., Diss.
- PLAKOLM, G. (1986): Unkrauterhebungen in biologisch und konventionell bewirtschafteten Getreideäckern Oberösterreichs. Wien, Univ., Diss.
- POMMER, G. (2000): Versuchsergebnisse aus Bayern 2000. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising
- RAUBER, R.; SCHMIDTKE, K. (1999): Nutzung der symbiontischen Stickstoff-Fixierleistung bei Leguminosen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 12, 1-6
- REDELBERGER, H. (1996): Organische Dünger. Teil 2: Festmist. In: LÜNZER, I.; VOGTMANN, H.: Ökologische Landwirtschaft. Springer, Berlin, 1-25 (Sektion 02.04)
- REDELBERGER, H. (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft. Betriebswirtschaftliche Instrumente. KTBL-Schrift 425, KTBL, Darmstadt

- RICHTER K. (2004): Lehrbegleitung Bachelor-Studiengang Agrarwissenschaften – Fach Grünland und Futterbau, Wintersemester 2004/2005. Berlin, Humboldt-Univ. Internet: [www.agr.hu-berlin.de/pflanzenbau/gruen/Lehrbegleitung](http://www.agr.hu-berlin.de/pflanzenbau/gruen/Lehrbegleitung)
- RÜBENSAM, E.; RAUHE, K. (1964): Ackerbau. Dt. Landwirtschaftsv., Berlin
- SAUERBECK, D. (1978): Assimilatebedarf und –umsatz von Pflanzenwurzeln. Kali-Briefe 14 (1), 17-27
- SCHEFFER, F. (1941): Agrikulturchemie, Teil C: Humus und Humusdüngung. Enke, Stuttgart
- SCHEPEL, U.; PAFFRATH, A. (2003): Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Drahtwurmbefalls (*Agrotis* spp. L.) im Ökologischen Kartoffelanbau. Beiträge zur 8. Wiss.-Tagung im Ökologischen Landbau. Verl. Univ. Wien, 133-136
- SCHIRRMACHER, M. (2005): Auswertung der Buchführungsergebnisse ökologisch wirtschaftender Betriebe der Neuen Bundesländer – Wirtschaftsjahr 2002/2003. Infodienst Beratung u. Schule der Sächsischen Agrarverwaltung (1) 21-26
- SCHMALER, K.; BERGER, G. (1992): Nmin-Gehalt im Boden nach Umbruch von Ackergras und Leguminosengras bei Nachbau von abfrierenden und überwinterten Zwischenfrüchten und Winterweizen. In: 36. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland u. Feldfutterbau in der Gesellschaft f. Pflanzenbauwiss., Stuttgart - Hohenheim, 204-208
- SCHMIDT, L. (2003): Luzerne richtig anbauen. Bioland (2), 28
- SCHMIDTKE, K. (1989): Nitratverlagerung im Boden unter Klee gras und nach Klee grasumbruch. Gießen, Univ., Diplomarbeit
- SCHMIDTKE, K.; HARRACH, T. (1989): Nitratverlagerung im Boden nach Klee grasumbruch. Vergleichende ökologische und ökonomische Analyse unterschiedlich intensiver Ackerbausysteme in Hessen“: Kolloquium, Justus – Liebig Univ. am 10. 02. 1998 in Gießen, 13-18 |
- SCHMIDTKE, K. (1997): Einfluss von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen auf symbiontische N2-

- Fixierung, bodenbürtige N-Aufnahme und CaCl<sub>2</sub>-extrahierbare N-Fractionen im Boden. Giessen, Univ., Diss.
- SCHMIDTKE, K.; RAUBER, R. (2000): Stickstofffixierung im Ackerbau. In: Initiativen zum Umweltschutz 21, 48-69
- SCHRÖDER, R.; AUERSWALD, K. (2000): Modellierung des Jahresganges der verschlammungsinduzierten Abflussbildung in kleinen landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten. Z. Kulturtechnik Landentwicklung 41, 167-172
- SCHULZ, E. (1988): N -Transformationsprozesse beim Abbau der organischen Primärsubstanz im Boden in Abhängigkeit von ihrer Stabilität und dem C/N-Verhältnis. Arch. Acker- Pflanzenbau. Bodenk. 32, 577-582
- SCHULZ, K. (1993): Bekämpfung von Unkräutern in Zuckerrüben durch flache Bodenbearbeitungen vor und nach praxisüblich früher und verzögerter Aussaat in Kombination mit gezielten Herbizidspritzungen. Göttingen, Univ., Diplomarbeit
- SEIFFERT, M. (1968): Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- SIEBENEICHER, G. E. (1993): Handbuch für den biologischen Landbau - Das Standardwerk für alle Richtungen und Gebiete. Naturbuchverl., Augsburg
- SIMON, W. (1956): Luzerne, Klee und Klee gras. Dt. Bauernverl., Berlin
- SIMON, W. (1993): Grundfutter für Qualitätsmilch. Selbstverlag, M. Simon, Schwerin
- SIMON, W.; WERNER, W. (1963): Der Einfluß der Futterpflanzen als Haupt- und Zwischenfrüchte auf Erträge und Fruchtbarkeit verschiedener Böden. Teil 3, Albrecht-Thaer-Archiv 7, 261-288
- SNEYD, J. (1995): Alternative Nutzpflanzen. Ulmer, Stuttgart
- SPAAR, D.; KLEINHEMPEL, H.; FRITZSCHE, R. (1987): Diagnose von Krankheiten und Schädlingen, Zucker und Futterrüben. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin
- SPATZ, G. (1999): Skript zur Vorlesung „Einführung in Grünland und Futterbau“. Univ., Kassel.

Internet: [www.wiz.uni-kassel.de/pfb/gl-script.pdf](http://www.wiz.uni-kassel.de/pfb/gl-script.pdf)

- SPOHN, L. (1996): Viehloser Ökologischer Landbau. Bingen FHS Rheinland-Pfalz, Diplomarbeit
- STEFFENS, D. (1983): Wurzelstudien und Phosphat-Aufnahme von Weidelgras und Rotklee unter Feldbedingungen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde 147, 85-97
- STEINHÖFEL, O.; KRIEG, D. (1999): Grundfutterqualitätsprogramm: Übersichten und Tabellen zum Futterwert von Grundfuttermitteln aus der Ernte 1988 im Freistaat Sachsen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden
- STEINHÖFEL, O.; SCHIEFER, C. (2003): Luzerne - fast ein Universalgenie? Infodienst Beratung u. Schule der Sächsischen Agrarverwaltung (8), 53–59
- STEINHÖFEL, O. (2002): Hohe Leistung im Bio-Betrieb – geht das wirklich? DLZ (3), 108-111
- STEINHÖFEL, O. (2005): Luzerne zurück ins „Oberhaus“. Bauernzeitung (25), 8
- STEINHÖFEL, O.; LIPPMANN, I. (2005): Futterrationsbeispiele für Ökobetriebe: Rinder, Schweine, Geflügel. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- STOCK, H.-G. (1971): Mehrjährige Untersuchungen über den Witterungseinfluß auf die Ertragsbildung von Rotklee und Luzerne. Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der DDR 13 (101), Akademie Verl., Berlin
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (1994): Grünland und Futterbau in Thüringen. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 9
- TIETZE, A. (2005): Begrünung oder Futterproduktion – die richtige Aussaatmischung auf dem Ackerland: Vortragsveranstaltung zum ökologischen Landbau. Tellow, Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft u. Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Inst. f. Tierprod., Dummerdorf
- VERSCHWELE, A.; PALLUTT, B.; BÖHM, H. (2004): Wurzelunkräuter im ökologischen Landbau – Ergebnisse einer bundesweiten

- Studie. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft 396, 506-507
- VETTER, H.; SCHARAFAT, S. (1964): Die Wurzelverbreitung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen im Unterboden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 120, 275-298
- VOIGTLÄNDER, G.; JACOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer, Stuttgart
- WACKER, K. (2004): Saatmischungen für Ackerfutter und den Zwischenfruchtanbau 2004 bis 2005 - Teil 2. Infodienst Beratung u. Schule der Sächsischen Agrarverwaltung (10) 80
- WACKER, K.; KALTOFEN, H. (1987): Anbauempfehlungen zum Bastardfuttergras „Paulita“. Feldwirtschaft 28, 53–57
- WAGNER, M. (1999): Zur Onthogenese der Luzerne (*Medicago varia* Mart.) in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen im mitteldeutschen Trockengebiet. Halle, Univ., Diss.
- WAßHAUSEN, W. (1982): Unsere Landwirtschaftlichen Gräser. Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation für Niedersachsen
- WEBER, A.; GUTSER, R.; SCHMIDHALTER, U.; HENKELMANN, G. (2000): Unvermeidbare NH<sub>3</sub>-Emissionen aus mineralischer Düngung (Harnstoff) und Pflanzenmulch unter Verwendung einer modifizierten Messtechnik. VDLUFA-Schriftenreihe 55, Teil II, 175 – 182
- WEIGAND, S.; DURLESSER, H.; AUERSWALD, K.; SCHWERTMANN, U. (1996): Stoffverlagerung durch Oberflächenabfluss und Bodenabtrag. FAM-Bericht 9, 59-64
- WICHMANN, S.; LOGES, R.; TAUBE, F. (2005): Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung von Körnerleguminosen zur Ganzpflanzennutzung in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. Pflanzenbauwissenschaften 9, 61-74
- WIVSTAD, M. (1997): Green-manure crops as a source of nitrogen in cropping systems. Uppsala, Swedish Univ. Agric. Sci., Diss.
- WULFFEN, U. VON; RICHTER, R. (2001): Wieviel ist der Düngewert? Bauernzeitung (46) 18-19

- ZORN, W.; MARKS, G.; HEß, H.; BERGMANN, W. (2007): Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Spektrum Akademischer Verl. Elsevier, München
- ZSCHEISCHLER et al. (1990): Handbuch Mais. DLG - Verl., Frankfurt (Main)

## 5 Anhang

Tabelle A 1: Durchschnittliche Ackerflächenanteile an Leguminosen der verschiedenen Betriebstypen

<b>Betriebstyp</b>	<b>Leguminosenanteil (%)</b>	<b>Beschreibung</b>
Milchviehbetrieb	30 – 50	vorwiegend Feldfutter
Marktf Fruchtbetrieb (Gemischte Tierhaltung)	25 – 40	Feldfutter und Körnerleguminosen
Marktf Fruchtbetrieb (mit Schweinehaltung)	20 – 35	Körnerleguminosen oder Feldfutter, Kleesaatgutvermehrung, jeweils zum Verkauf oder Gründüngung
Marktf Fruchtbetrieb (viehlos)	25 – 30	Körnerleguminosen oder Feldfutter, Kleesaatgutvermehrung, jeweils zum Verkauf oder Gründüngung

Quelle: FREYER (1991)

Tabelle A 2: Fruchtfolgen mit Kleearten auf besseren Böden in feuchten Lagen (über 750 mm Niederschlag, oft bergig)

Jahr	Hauptfutterbaufläche		
	43 %	43 %	38 %
1	Kleegras	Kleegras	Kleegras
2	Kleegras	Kleegras	Kleegras
3	Kleegras	Kleegras	Kleegras
4	Hafer o. So.-Weizen	Kartoffeln	Hafer o. So.-Weizen
5	Kartoffeln (+ organ. Düngung)	Getreide	Kartoffeln (+ organ. Düngung)
6	Wi.- o. So.-Getreide	Hackfrucht	Hackfrucht
7	W.-Roggen + Kleegras-Einsaat	Getreide + Kleegras-Einsaat	Wi.- o. So.-Getreide
8			W.-Roggen + Kleegras-Einsaat

Gemengepartner: Schwedenklee, Weißklee, etwas Rotklee, Dt. Weidelgras, sowie: Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras  
 Quelle: SIMON (1956)

Tabelle A 3: Fruchtfolgen in vorwiegend feuchten Lagen (650 – 750 mm Niederschläge)

Jahr	Hauptfutterbaupflanze			
	33 %	33 %	25 % (+ 13 % Körnerlegu- minosen)	33 %
1	Kleegras	Kleegras	Kleegras	Kleegras
2	Kleegras (Grasklee)	Kleegras (Grasklee)	Kleegras	Kleegras
3	W.-Weizen	Hackfrucht (z.B. Raps) mit Anbau in weiter Reihe	W.-Weizen	Hackfrucht
4	Hackfrucht (+ organ. Dün- gung)	W.-Getreide (z.B. Weizen)	W.-Roggen	W.-Weizen
5	W.-Getreide	W.-Getreide (Roggen)	Körnerlegu- minosen	Triticale
6	So.-Getreide + Kleegras- Einsaat	So.-Getreide + Kleegras- Einsaat	Hackfrucht (z.B. Kartof- feln)	So.-Getreide (z.B. Hafer + Kleegras- Einsaat)
7			W.-Getreide	
8			So.-Getreide (+ Kleegras- Einsaat)	

In feuchteren Lagen ist 2-jähriges Kleegras wegen Unkrautunterdrückung meistens erforderlich.

Quelle: SIMON (1956)

Tabelle A 4: Fruchtfolgen für mittlere Lagen (um 600 mm Niederschlag)

Jahr	Hauptfutterbaupflanze			
	17 % (+ 17 % Körnerleguminosen)	17 % (+ 17 % Körnerleguminosen)	17 % (+ 17 % Körnerleguminosen)	0 % (+ 25 % Gründüngung)
1	Klee gras	Klee	Klee	Klee(gras) (Stilllegung)
2	Kartoffeln	W.-Weizen	W.-Raps	W.-Weizen
3	W.-Weizen	W.-Getreide	W.-Gerste	Hackfrucht
4	Körnerleguminosen	Körnerleguminosen	Körnerleguminosen	W.-o. So.-Getreide
5	W.-Getreide	Kartoffeln	W.-Weizen	
6	So.-Getreide (+ Klee gras-Einsaat)	W.-Getreide (+ Klee-Einsaat)	So.-Getreide	

In feuchteren Lagen W.-Weizen als 1. Nachfrucht; in trockeneren Lagen Kartoffel als Nachfrucht

Quelle: SIMON (1956)

Tabelle A 5: Fruchtfolgen für leichte Böden (bis 25 Bodenpunkte, um 600 mm Niederschlag)

Jahr	Hauptfutterbaupflanze			
	17 % (+ 17 % Körnerleguminosen)	17 % (+ 17 % Körnerleguminosen)	25 % (auch als Gründüngung)	0 % (+ 33 % Gründüngung)
1	Steinklee-gemisch	Klee	Klee	Klee(gras) (Stilllegung)
2	Kartoffeln	W.-Roggen	Kartoffeln	Kartoffeln
3	W.-Roggen	W.-Getreide	W.-Roggen	W.-Roggen
4	Körnerleguminosen (Lupinen)	Körnerleguminosen (Lupinen)	W.- o. So.- Getreide	
5	W.-Getreide	Kartoffeln		
6	So.-Getreide (+ Klee-gras-Einsaat)	W.-Getreide (+ Klee-Einsaat)		

Quelle: SIMON (1956)

Tabelle A 6: Luzernefruchtfolgen (mittlere – schwere Böden, mittlere Niederschläge)

Jahr	Hauptfutterbaufläche			
	43 %	33 %	33 %	25 %
1	Luzerne	Luzerne(gras)	Luzerne	Luzerne
2	Luzerne (Graseinsaat)	Luzerne(gras)	Luzerne	Kartoffeln
3	Luzerne(gras)	Kartoffeln (andere Hackfrucht incl. Mais, N- bedürftig)	W.-Getreide (Weizen)	W.-Getreide
4	Kartoffeln	W.-Weizen	Hackfrucht (Kartoffeln)	So.-Getreide (+ Luzerne- Einsaat)
5	W.-Weizen	W.-Roggen	Z.-Rüben	
6	W.-Roggen	So.-Getreide (+ Luzerne- Einsaat)	W.-Roggen (+ Luzerne- Einsaat)	
7	So.-Getreide			

Gemengepartner frische Lagen: Luzerne, Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel, Dt. Weidelgras

Gemengepartner auf trockenen Lagen: Luzerne, Knautgras, Glatthafer, Wiesenlieschgras

Luzerne-Kleegemenge: Luzerne mit Rotklee, Schwedenklee, u.a. Kleearten

Reine Luzernelagen (z.B. Schwarzerden): Luzerne-Reinsaat

Quelle: SIMON (1956)

Tabelle A 7: Fruchtfolgen mit stark unterschiedlichen Anteilen an Ackerfutter

Jahr	Hauptfutterbaufläche			
	100 %	67 %	14 % (+ 14 % Gründüngung, + 14 % Körnerleguminosen)	0 % (+ 20 % Gründüngung, + 20 % Körnerleguminosen)
1	Klee oder Luzernegras	Kleegras	Kleegras (Stilllegung)	Kleegras (Stilllegung)
2	Klee oder Luzernegras	Kleegras	Kleegras	Weizen (+ Untersaat)
3	Silo-Mais oder Futterrüben	Silo-Mais	Kartoffeln oder Feldgemüse	Kartoffeln (+ Zwischenfrucht)
4	Ganzpflanzensilage (+ Untersaat)	Weizen oder Triticale	Weizen	Körnererbsen
5		Roggen, Hafer oder Gerste	Körnerleguminosen	Roggen (+ Untersaat)
6		Ganzpflanzensilage (+ Untersaat)	Roggen oder Triticale	
7			Hafer (+ Untersaat)	

Quelle: aus REDELBERGER (2004)

**Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden

**Internet:** WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL

**Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung

**Autoren:** Hartmut Kolbe  
Martina Schuster  
Martin Hänsel  
Ingeborg Schließer  
Birgit Pöhlitz  
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung  
Edwin Steffen  
Fachbereich Tierische Erzeugung  
Rene Pommer  
Fachbereich Agrarökonomie, Ländlicher Raum

**Redaktionsschluss:** November 2006

**Foto:** Edwin Steffen

**Auflagenhöhe:** 200

**Gestaltung  
und Druck:** Fischer Druck, Großpösna

**Bestelladresse:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung  
Martina Schuster  
Telefon: 0341 9174-194  
Telefax: 0341 9174-189  
E-Mail: [Martina.Schuster@smul.sachsen.de](mailto:Martina.Schuster@smul.sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für  
verschlüsselte elektronische Dokumente)

**Schutzgebühr:** 9,00 €

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.