

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Alternativen im und zum Silomaisanbau im Ökologischen Landbau

Alternatives for the cultivation of maize in organic farming systems

FKZ: 02OE463

Projektnehmer:

Universität Kassel (Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften)
Institut für Nutzpflanzenkunde
Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 98-1211
Fax: +49 5542 98-1309
E-Mail: dekfb11@wiz.uni-kassel.de
Internet: <http://www.uni-kassel.de>

Autoren:

Graß, Rüdiger; Scheffer, Konrad

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Abschlussbericht

**Institut für Nutzpflanzenkunde
FG Acker- und Pflanzenbau
Universität Kassel**

Projektnummer: 02OE463

Titel:

**Alternativen im und zum Silomaisanbau
im Ökologischen Landbau**

Laufzeit/Berichtszeitraum: 01.10.2002 - 31.12.2003

Projektleiter:

Prof. Dr. Konrad Scheffer

Dr. Rüdiger Graß

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1 Zielsetzung	1
1.1 Planung und Ablauf des Projekts.....	6
1.2 Stand der Wissenschaft und Technik.....	6
2 Material und Methoden	7
2.1 Demonstrationsvorhaben	7
2.1.1 Standort.....	7
2.1.2 Versuchsanlage und -durchführung	8
2.2 Betriebswirtschaftliche Berechnungen - Deckungsbeitragsberechnung.....	10
2.3 Betriebsevaluierung	11
3 Ergebnisse	12
3.1 Erträge.....	12
3.2 Nmin-Gehalte.....	15
3.3 Unkrautbonitur.....	17
3.4 Ökonomische Vergleichsbilanz	19
3.5 Betriebsevaluierung	22
4 Beurteilung des Projektes - Nutzen für den Ökologischen Landbau	25
4.1 Verbreitung der Ergebnisse	26
5 Zusammenfassung	26
6 Literaturverzeichnis	27
7 Anhang	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABB. 1: NIEDERSCHLAGSMENGEN AUS DEM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM 2002/2003 UND LANGJÄHRIGE DURCHSCHNITTSWERTE AM STANDORT FRANKENHAUSEN.	8
ABB. 2: TEMPERATUREN AUS DEM UNTERSUCHUNGSZEITRAUM 2002/2003 UND LANGJÄHRIGER DURCHSCHNITT AM STANDORT FRANKENHAUSEN.	8
ABB. 3: ERTRÄGE DER VERSCHIEDENEN VARIANTEN DES DEMONSTRATIONSPROJEKTES (WE = WINTERERBSE), FRANKENHAUSEN 2003.	12
ABB. 4: NMIN-GEHALTE IN 0-90 CM DER VERSCHIEDENEN VARIANTEN ZU VEGETATIONSBEGINN, FRANKENHAUSEN 2003.	15
ABB. 5: NMIN-GEHALTE IN 0-90 CM DER VERSCHIEDENEN VARIANTEN NACH DER MAISERNT IM SEPTEMBER, FRANKENHAUSEN 2003.	16
ABB. 6: NMIN-GEHALTE IN 0-90 CM DER VERSCHIEDENEN VARIANTEN IM NOVEMBER, FRANKENHAUSEN 2003.	16
ABB. 7: UNKRAUTBESATZ BEI DEN VERSCHIEDENEN VARIANTEN ZU UNTERSCHIEDLICHEN ZEITPUNKTEN, FRANKENHAUSEN 2003.	17
ABB. 8: NMIN-GEHALTE IN KG/HA (0-90 CM) AUF DEN EVALUIERTEN BETRIEBEN, SEPTEMBER 2003.	23

TABELLENVERZEICHNIS

TAB. 1: SILOMAISERTRÄGE UND ERTRAGSPARAMETER DER MAISVARIANTEN, FRANKENHAUSEN 2003.	13
TAB. 2: ENERGIEDICHTE, ENERGIEERTRÄGE, STÄRKE- UND ROHPROTEINGEHALT DER VERSCHIEDENEN VARIANTEN, FRANKENHAUSEN 2003.	13
TAB. 3: KENNZAHLEN DER DECKUNGSBEITRAGSRECHNUNG FÜR DIE MAISVARIANTEN, FRANKENHAUSEN 2003.	19
TAB. 4: KENNZAHLEN DER DECKUNGSBEITRAGSRECHNUNG FÜR DIE ALTERNATIVVARIANTEN, FRANKENHAUSEN 2003.	20
TAB. 5: GEOGRAFISCHE EINORDNUNG DER EVALUIERTEN BETRIEBE.	22

Verzeichnis wichtiger Abkürzungen

AKh	Arbeitskraftstunde
dt	Dezitonne
GJ	Gigajoule
ha	Hektar
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
MJ NEL	Megajoule Netto Energie-Laktation
N	Stickstoff
N _{min}	mineralischer Stickstoff: Nitrat (NO ₃) und Ammonium (NH ₄)
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
WE	Wintererbse

1 Zielsetzung

Mit dem vorliegenden Projekt sollte die Problematik aufgegriffen werden, dass sich für viele Betriebe mit Rinderhaltung im Ökologischen Landbau (ÖL) der Silomaisanbau sehr schwierig gestaltet. Dies hängt mit Anbauproblemen und Umweltgefährdungen beim Silomaisanbau zusammen (Bodenerosion, Nitratauswaschung, aufwändige Unkrautregulierung), die bei herkömmlichen Anbausystemen häufig auftreten. Das kann dazu führen, dass Betriebe ganz auf den Silomaisanbau verzichten, obwohl sie einen großen Bedarf an einem energiereichen Grundfutter haben. Zur Deckung des Energiebedarfs werden dann andere Futterpflanzen wie z.B. Getreideganzpflanzensilagen angebaut. Diese weisen aber i.d.R. eine geringere Energiedichte und niedrigere Erträge auf. Daher steigt das Interesse am Silomaisanbau im ÖL, zumal viele Betriebe, die auf diese Produktionsweise umstellen, den Silomais, so wie bisher, in ihrer Fruchtfolge behalten wollen.

Bislang gibt es in der Forschung nur wenig neue Ansätze zur Lösung der geschilderten Probleme. Aus dem konventionellen Landbau stammende Ansätze sind nur bedingt für die Anwendung im ÖL geeignet, da sie hier häufig zu neuen Problemen führen (GRAB, 2003). Die reduzierte Bodenbearbeitung ist z.B. eine wirksame Maßnahme zum Erosionsschutz, verursacht aber eine starke Zunahme der Verunkrautung, die im ÖL ohnehin schon ein großes Problem darstellt.

Bei dem Projekt "Alternativen im und zum Silomaisanbau" wurden in einem Demonstrationsvorhaben unterschiedliche Anbausysteme für Silomais vergleichend untersucht. Dazu wurden mehrere Alternativen zum Silomais angebaut, die in der landwirtschaftlichen Praxis eine Bedeutung haben bzw. haben könnten. Diese Varianten wurden hinsichtlich der Unkrautdynamik, der N_{\min} -Gehalte im Boden, der Erträge und der Futterqualitäten untersucht. Ferner wurden eine Arbeitsbilanz und eine Deckungsbeitragsberechnung (ökonomische Vergleichsbilanz) für jede Variante durchgeführt. Das Demonstrationsvorhaben diente außerdem zur Feldbegehung mit Praktikern und Interessierten, um unterschiedliche Anbausysteme vorzuführen.

In einem zweiten Teil des Projekts wurde eine bundesweite Evaluierung des Silomaisanbaus im ÖL durchgeführt. Dazu wurden neun Betriebe hinsichtlich ihres Anbausystems und diverser Kriterien befragt. Außerdem wurden auf diesen Betrieben die N_{\min} -Gehalte im Boden nach der Maisernte 2003 erhoben.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Die Evaluierung des Maisanbaus auf Praxisbetrieben wurde aufgrund des verzögerten Projektbeginns vom Herbst 2002 auf den Herbst 2003 verlegt. Die Befragung der Betriebe wurde in den ersten zwei Wochen des Septembers durchgeführt.

Das Demonstrationsvorhaben wurde wie geplant im Herbst 2002 angelegt. Dabei wurden insgesamt acht Varianten mit zweifacher Wiederholung untersucht. Die einzelnen Varianten sind unter Punkt 2 aufgeführt. Aufgrund der starken Fröste im Winter 2002/2003 und der nachfolgenden Trockenheit im Sommer 2003 konnten nicht alle Varianten so wie geplant beprobt werden. Die Zwischenfrucht Ölrettich war aufgrund des verzögerten Projektbeginns nur gering entwickelt, als im Oktober 2002 der erste Frost kam. Dieser führte zum Absterben der Zwischenfrucht, so dass nach Rücksprache mit der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau diese Variante nicht weiter untersucht wurde. Bei den Wintererbsen als Vorfrucht zu Mais (*System Graß/Scheffer*) kam es ebenfalls zu starken Auswinterungserscheinungen, so dass hier eine Wiederholung nicht weiter untersucht wurde. Bei der anderen Wiederholung wurden im Frühjahr Wintererbsen nachgesät, die sich bis Mai zur Maissaat aber nur mäßig entwickelten. Statt der Ernte der Erbsen mit anschließender Direktsaat von Mais wurden die Erbsen gegrubbert und der Mais nach Saatbettbereitung gesät. Nach der Ernte der Triticale als Ganzpflanze wurde ein Klee-grasgemenge gesät, das sich aufgrund der Trockenheit im Sommer 2003 nur sehr langsam entwickelte, so dass kein Schnitt vor Winter mehr möglich war.

1.2 Stand der Wissenschaft und Technik

Bisher wurde nur wenig Forschung zum Mais im Ökologischen Landbau betrieben und dementsprechend gibt es nur wenig Literatur zu diesem Thema (z. B. BENKE und MARTENS, 2001; BERENDONK, 1998; DEBRUCK, 2001; GERMEIER, 1997; HUNTGEBURTH, 1999; MEYERCORDT, 1999; RAUPP et al., 1991). Dabei geht es vor allem um die Reduzierung der Unkrautproblematik und die Optimierung der Stickstoffversorgung. Mit Ansätzen zur Reduzierung der oben genannten Gesamtproblematik (Erosion, Unkrautregulierung, ...) durch ein neues Anbausystem befassen sich die Arbeiten von GRAB (2003) und GRAB und SCHEFFER (2003). Lösungsansätze aus der konventionellen Landwirtschaft (AUERSWALD und KAINZ, 1989; AUFHAMMER et al., 1996; GUTSER und VILSMEIER, 1989; GUTSER und MANHARDT, 1993; LÜTKE ENTRUP und ZERHUSEN, 1992; NEUBAUER und KOHLS, 1994; VALTA et al., 1996) werden aufgrund häufig fehlender Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit

nur selten umgesetzt und sind auch nur begrenzt auf den Ökologischen Landbau übertragbar (z.B. erhöhter Unkrautdruck bei reduzierter Bodenbearbeitung).

2 Material und Methoden

2.1 Demonstrationsvorhaben

2.1.1 Standort

Das Demonstrationsvorhaben wurde auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen durchgeführt, die in der Gemeinde Grebenstein im Landkreis Kassel liegt. Die Domäne Frankenhausen wird seit Juli 1998 nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus bewirtschaftet und besitzt seit dem Jahr 2000 die Anerkennung der Anbauverbände Bioland und Naturland. Auf der Domäne befindet sich der Versuchsbetrieb der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften.

Die Flächen der Domäne liegen auf ca. 230 m über NN. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt 698 mm und die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,5 °C.

Das Vorhaben wurde auf dem Schlag Holzbeck durchgeführt. Dieser ist eine erodierte Parabraunerde mit einer 2,70 m mächtigen Lössauflage als Ausgangsgestein. Die Deklaration nach der Bodenschätzung lautet L4 Lö 71/70. Die Bodenart im Ap-Horizont ist ein mittel toniger Schluff (Ut3). Im Oberboden liegt der pH-Wert bei 7,0. Bei der Einteilung in Nährstoffgehaltsklassen ist der Schlag bei Phosphat (P_2O_5), Kalium (K_2O) und Magnesium (Mg) in die Stufe D einzuordnen. Die Vorfrucht war Sommerweizen.

In Abb. 1 sind die Niederschlagsmengen am Standort Frankenhausen aus dem Untersuchungszeitraum 2002/2003 aufgeführt.

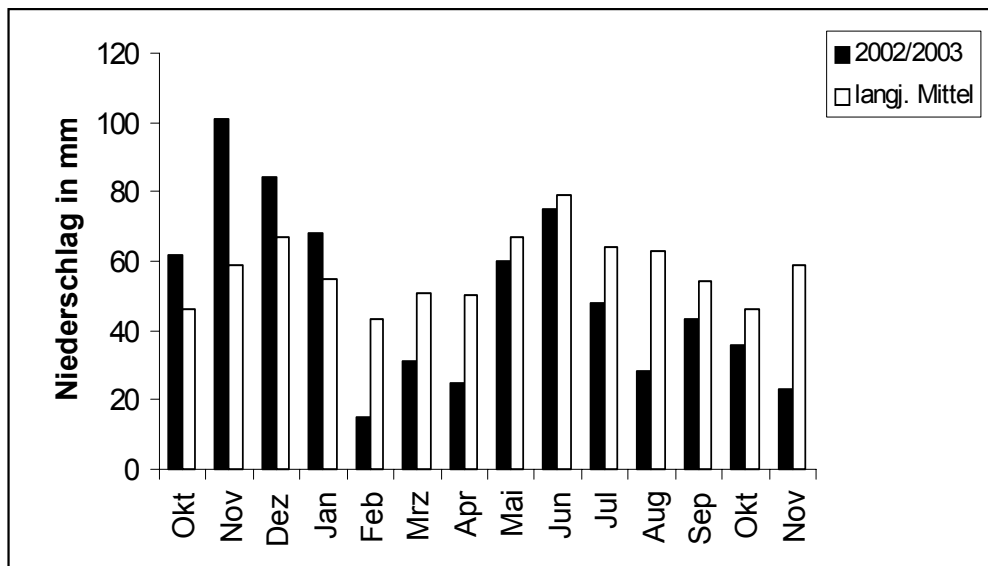


Abb. 1: Niederschlagsmengen aus dem Untersuchungszeitraum 2002/2003 und langjährige Durchschnittswerte am Standort Frankenhausen.

In Abb. 2 sind die Temperaturen aus dem Untersuchungszeitraum aufgeführt.

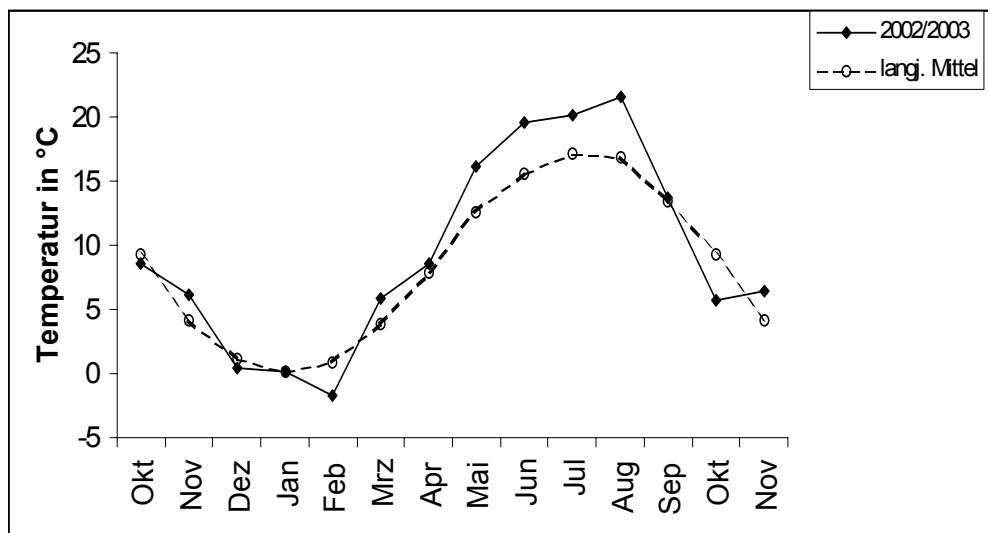


Abb. 2: Temperaturen aus dem Untersuchungszeitraum 2002/2003 und langjähriger Durchschnitt am Standort Frankenhausen.

Bei Betrachtung der Klimadaten in Abb. 1 und Abb. 2 wird deutlich, dass im gesamten Jahr 2003 z.T. deutlich weniger Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt fiel. Bei den Temperaturen lagen die Temperaturen im Februar um ca. 2 °C niedriger als im langjährigen Mittel, während sie den ganzen Sommer über dem langjährigen Mittel lagen.

2.1.2 Versuchsanlage und -durchführung

Bei dem Demonstrationsvorhaben wurden folgende acht Varianten in zweifacher Wiederholung ausgesät:

Silomaisanbausysteme

1. Standard (Kontrolle): Winterpflugfurche, Aussaat Ende April, ohne Untersaaten, 75 cm Reihenabstand
2. System *Graß/Scheffer*: Direktsaat von Silomais nach Wintererbse vorfrucht Ende Mai, 75 cm Reihenabstand (GRAB und SCHEFFER, 2001; GRAB, 2003)
3. abfrierende Zwischenfrucht (Ölrettich) über Winter - reduzierte Bodenbearbeitung zu Mais (GERMEIER, 1997)
4. Untersaaten: Gras-Leguminosenuntersaat im Mais (LÜTKE ENTRUP und STEMANN, 1989, LÜTKE ENTRUP und ZERHUSEN, 1992), sonst wie 1
5. engerer Reihenabstand (37,5 cm) - höhere Bestandesdichte (13 Pfl./m²), sonst wie 1.

Alternative Kulturen:

6. Futterrübenanbau: Winterfurche; Frühjahr flache Saatbettbereitung; Aussaat im April
7. Getreideganzpflanzensilage: Futterroggen bzw. Triticale: Aussaat im Oktober; Ernte Mai/Juni des Folgejahres; anschließend Aussaat einer Folgekultur (Klee gras)
8. Futterhirse: Wintererbse vorfrucht - Aussaat Ende September, Ernte Mitte Mai; danach Saatbettbereitung und Aussaat von Futterhirse als Folgefrucht.

Für das Demonstrationsvorhaben wurde eine größere Parzellenstruktur (90 m² - 12 Reihen Mais auf 10 m Länge bei 75 cm Reihenabstand) gewählt. Der Reihenabstand betrug 75 cm (Bestandesdichte: 10 Pflanzen/m²), außer bei Variante 5, wo er bei 37,5 cm lag (Bestandesdichte 13 Pflanzen/m²). Die Variante 3 wurde aufgrund des frühen Absterbens des Ölrettichs nicht weiter untersucht. Bei Variante 2 wurde nur eine Wiederholung untersucht, da die Wintererbsen sehr stark ausgewintert waren. Bei dieser Wiederholung wurden im Frühjahr Wintererbsen nachgesät, die sich bis Mai zur Maissaat aber nur mäßig entwickelten. Statt der Ernte der Erbsen mit anschließender Direktsaat von Mais wurden die Erbsen gegrubbert und der Mais nach Saatbettbereitung gesät. Bei Variante 8 winterten die Erbsen ebenfalls komplett aus, so dass keine Ernte vor der Hirsesaat durchgeführt wurde.

Bei jeder Variante wurden folgende Kriterien untersucht:

- Ertrag inkl. Ertragsparameter
- N_{\min} -Gehalt im Boden zu Demonstrationsbeginn, im Frühjahr, nach der Ernte und zu Ende der Vegetationsperiode (Vorwinter)
- Bonitur des Unkrautbesatzes
- Futterwertuntersuchung.

Ferner wurde für jede Variante eine Arbeitsbilanz und eine Deckungsbeitragsberechnung durchgeführt.

Analysen

Die Proben zur N_{\min} -Bestimmung wurden mit den Göttinger Bohrstöcken in den Tiefen 0-30, 30-60 und 60-90 cm genommen und direkt nach der Probennahme tiefgefroren. Die tiefgefrorenen Proben wurden nach Kassel zur LUFA zur Untersuchung gegeben. Die Futterwertuntersuchungen bei Triticale, Futterhirse und Futterrüben wurden mittels Weender Analyse durchgeführt. Die Werte der Maisproben wurden mit der NIRS-Analyse bestimmt. Dazu wurden von den Maisvarianten Teilproben einsiliert, die zur Futterwertbestimmung verwendet wurden.

2.2 Betriebswirtschaftliche Berechnungen - Deckungsbeitragsberechnung

Die Datengrundlage für die Berechnung der Deckungsbeiträge bildeten die Datensammlung des KTBL (2002/2003) und die Betriebsplanung im Ökologischen Landbau von REDELBERGER (2002). Die Deckungsbeitragsrechnung wurde für jede untersuchte Variante durchgeführt. Die Erträge dienen i.d.R. der innerbetrieblichen Futterversorgung, so dass die erzielte Marktleistung nur in der Flächenprämie bestand. Für Mais und Triticale wurde die nach REDELBERGER (2002) gültige Prämie in Höhe von 347 €/ha angesetzt. Der Hirseanbau wird z.Zt. nicht mit Prämienzahlung vergütet, da er in der Praxis keine Rolle spielt. Für die bessere Vergleichbarkeit wurde bei den Berechnungen dennoch die Getreideprämie in Höhe von 347 €/ha angesetzt. Für den Futterrübenanbau wird keine Flächenprämie gezahlt. Die Deckungsbeiträge sind im Futterbau i.d.R. negativ und setzen sich folgendermaßen zusammen:

$$\text{Deckungsbeitrag} = \text{Marktleistung (Prämie)} - \text{Direktkosten} - \text{variable Maschinenkosten} .$$

Zum Vergleich der Deckungsbeiträge zwischen den einzelnen Varianten wurden folgende Größen erhoben:

- Deckungsbeitrag je eigener Arbeitskraftstunde (DB/Akh eigen)
- Gesamtenergieertrag in GJ NEL/ha
- Kosten pro erzeugter Energieeinheit in €-Cent/MJ NEL
- Gesamtenergieertrag in MJ NEL/Akh.

Die detaillierten Deckungsbeitragsrechnungen sind im Anhang in den Tabellen A1 bis A7 aufgeführt.

2.3 Betriebsevaluierung

Für die Evaluierung von Silomaisanbausystemen auf Praxisbetrieben wurden zehn Betriebe bundesweit verteilt ausgewählt. Folgende Parameter wurden auf den Betrieben erhoben:

- allgemeine Betriebsdaten
- Dauer an Erfahrungen mit Mais im Ökolandbau
- Stellung des Mais in der Fruchtfolge
- Produktionstechnik (Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau, Untersaaten, Stickstoffdüngung, Unkrautregulierung)
- eingesetzte Maissorten
- Erträge
- Hauptprobleme im Maisanbau.

Ein Betrieb hat den Fragebogen trotz Zusicherung nicht zurückgeschickt, so dass nur neun Betriebe evaluiert worden sind. Die Betriebe wurden in der Ergebnisdarstellung anonymisiert, es wird jeweils nur das Bundesland mit regionaler Eingrenzung angegeben. Auf jedem Betrieb wurde der Reststickstoffgehalt nach Silomais im Herbst durch Bodenproben ermittelt, auch auf dem Betrieb, der den Fragebogen nicht zurückgeschickt hat, so dass im Ergebnisteil zehn Betriebe aufgeführt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Erträge

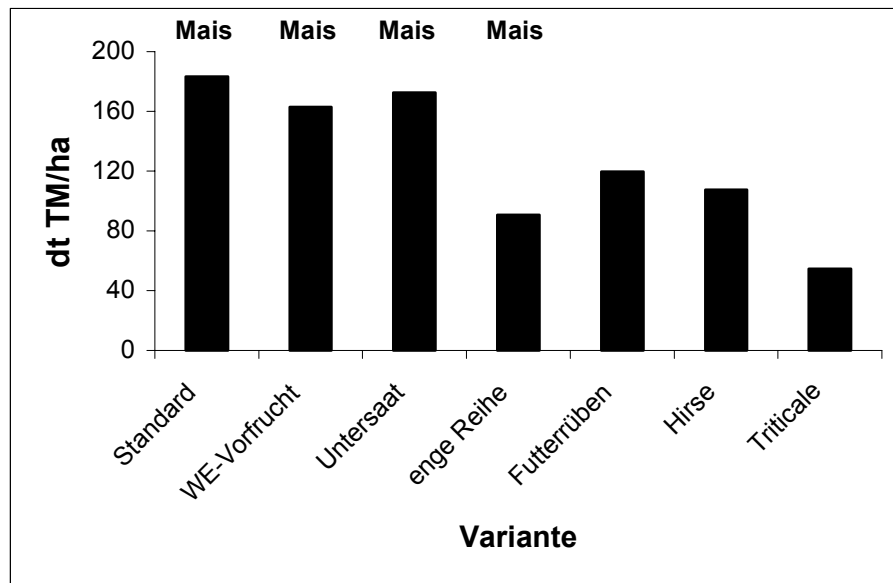


Abb. 3: Erträge der verschiedenen Varianten des Demonstrationsprojektes (WE = Wintererbse), Frankenhausen 2003.

In Abb. 3 sind die Erträge der verschiedenen Varianten aufgeführt. Der höchste Trockenmasse (TM) -ertrag wurde mit 183 dt/ha bei der Standardvariante erzielt. Der Ertrag der Untersaatvariante lag unterhalb dieses Wertes ebenso wie der Maisertrag nach Wintererbsen. Der geringste Maisertrag wurde mit 90,6 dt TM/ha bei der Variante mit engerem Reihenabstand erzielt. Die Erträge der Alternativvarianten lagen tendenziell auf einem geringeren Niveau als die der Maisvarianten (mit Ausnahme der Variante mit engem Reihenabstand). Dabei lag der Ertrag der Futterrüben mit 119,6 dt TM/ha höher als der der anderen Alternativvarianten Futterhirse mit 107,4 dt TM/ha und Triticale-GPS mit 54,4 dt TM/ha.

In Tab. 1 sind die Ertrags- und Qualitätsparameter der Maisvarianten aufgeführt.

Tab. 1: Silomaiserträge und Ertragsparameter der Maisvarianten, Frankenhausen 2003.

Variante	Ertrag dt TM/ha	TS-Gehalt in %	Kolbenanteil in %
Standard	183,1	37,7	49,5
Wintererbsen- vorfrucht	162,9	38,3	51,1
Untersaat	172,6	37,6	48,8
enger Reihenabstand	90,6	33,8	41,0

Die Unterschiede hinsichtlich der Ertragsparameter sind bei den Silomaisvarianten Standard, Wintererbsenvorfrucht und Untersaat nur gering. Bei der Variante mit engem Reihenabstand sind sowohl der TS-Gehalt als auch der Kolbenanteil deutlich geringer. Wobei der TS-Gehalt mit 33,8 % auf einem für die Silagebereitung sehr gutem Niveau liegt. Der Kolbenanteil liegt bei den ersten drei Varianten in dem Bereich guter Maissilagen.

In Tab. 2 sind die Ergebnisse der Futterwertanalysen aufgeführt.

Tab. 2: Energiedichte, Energieerträge, Stärke- und Rohproteingehalt der verschiedenen Varianten, Frankenhausen 2003.

Variante	Energiedichte MJ NEL/kg TM	Energieertrag GJ NEL/ha	Stärkegehalt in %	Rohproteingehalt in %
Mais (Standard)	6,3	116,3	30,1	6,4
Mais (WE- Vorfrucht)	6,3	102,7	27,8	5,4
Mais (Untersaat)	6,4	111,3	31,4	5,8
Mais (enge Reihe)	6,2	56,2	26,6	5,0
Futterrüben	6,3	75,4	-	4,5
Futterhirse	5,8	62,3	17,9	9,4
Triticale	4,5	24,6	-	5,9

Die höchste Energiedichte wurde mit 6,4 MJ NEL/kg TM bei der Maisvariante mit Untersaat gemessen (Tab. 2). Die anderen Maisvarianten lagen mit 6,3 MJ NEL knapp unter diesem Wert, nur bei der Saat mit engerem Reihenabstand war der Wert mit 6,2 MJ NEL noch

niedriger. Der Energiegehalt der Futterrüben lag auf gleichem Niveau wie beim Mais. Die Triticale-Ganzpflanzensilage hatte mit 4,5 MJ NEL den niedrigsten Wert. Die Futterhirse lag mit 5,8 MJ NEL unter dem Wert der Maissilagen.

Bei den Energieerträgen je ha waren die höchsten Werte mit über 100 GJ NEL/ha bei den Maisvarianten zu verzeichnen gewesen (Tab. 2). Nur bei der Variante mit engerem Reihenabstand war der Energieertrag sehr niedrig. Der Wert für Futterrüben lag mit 75 GJ/ha über dem dieser Maisvariante. Bei der Triticale-GPS war mit 24,5 GJ NEL/ha der niedrigste Wert zu verzeichnen gewesen. Die Stärkegehalte der Maissilagen lagen auf unterschiedlichem Niveau. Der höchste Gehalt wurde mit 31,4 % bei der Untersaatvariante gemessen. Den niedrigsten Wert wies die Engsaatvariante mit 26,6 % auf. Die Gehalte der anderen Varianten lagen dazwischen, wobei bei der WE-Variante mit 27,8 % ein niedrigerer Wert als bei der Standardvariante mit 30,1 % gemessen wurde.

Den höchsten Rohproteingehalt wies die Futterhirse mit 9,4 % auf. Die Maissilagen bewegten sich zwischen 5 % bei der Engsaatvariante und 6,4 % bei der Standardvariante. Die Futterrüben hatten mit 4,5 % den niedrigsten RP-Gehalt. Die Triticale-GPS lag mit 5,9 % auf dem Niveau der Maissilagen.

Bei der Bewertung der unterschiedlichen Futtermittel hinsichtlich ihres Energiegehalts bzw. des Energieertrags wird deutlich, dass die Maissilagen bessere Werte aufwiesen als die Vergleichsvarianten. Nur die Engsaat von Mais schnitt schlechter ab als die Alternativen Futterrüben und Futterhirse. Diese Bewertung muss unter dem Aspekt der extremen Witterung im Jahr 2003 gesehen werden. Die Auswinterung der Wintererbsen führte dazu, dass der Vorfruchtwert, den diese für den Mais normalerweise erbringen (GRAß, 2003), sich nicht ausbilden konnte. Der Maisertrag und die Futterqualität bei dieser Variante waren etwas schlechter als bei der Standard- und der Untersaatvariante. Diese hatten mit der früheren Saat eine längere Wachstumsphase und konnten die Niederschläge im Mai für Ihre Entwicklung vollständig nutzen. Die Untersaat im Mais entwickelte sich aufgrund der Trockenheit nur wenig, so dass durch sie weder Wasser noch Nährstoffe in großem Umfang dem Mais entzogen wurden. Dementsprechend waren Ertrag und Futterqualität auf nahezu gleichem Niveau wie bei der Standardvariante. Im Jahr 2003 wurden generell aufgrund der extremen Witterung schlechtere Futterwerte bei Maissilagen erreicht (DMK, 2003). Die in diesem Vorhaben erzielten Ergebnisse lagen im Vergleich dazu auf einem überdurchschnittlichen Niveau.

Bei den "Alternativen" schnitt die Triticale-GPS am schlechtesten ab. Diese war durch Auswinterungsschäden von 40 % geschwächt. Sowohl Ertrag als auch Energiegehalt konnten in keinster Weise mit dem Mais konkurrieren. Das nach der Triticale-Ernte gesäte Klee gras lief aufgrund der Trockenheit nur zögerlich auf. Eine ursprünglich im selben Jahr geplante Ernte wurde mangels Masse nicht durchgeführt. Die Futterhirse lag im Ertrag leicht unter den Futterrüben. Auch bei der Hirse war, obwohl sie eine C4-Pflanze ist, Trockenstress zu erkennen. Der Stärke- und der Energiegehalt der Hirse lag z.T. deutlich unter dem der Maisvarianten. Unter Wassermangel litten auch die Futterrüben, was sich in der verhaltenen Ausbildung der Rübenkörper widerspiegelte. Der Energiegehalt lag zwar ungefähr auf dem Niveau der Maissilagen, der Energieertrag war aber mit 75,4 GJ NEL/ha deutlich niedriger als beim Mais, mit Ausnahme der Variante mit engem Reihenabstand (Tab. 2). Die Ergebnisse zeigen, dass der Silomais in den meisten Anbauverfahren deutlich bessere Erträge erzielt als die Alternativkulturen und die Zielsetzung eines energiereichen Grundfutters besser erfüllt. Dies muss allerdings vor dem Hintergrund der extremen Witterung in 2003 gesehen werden.

3.2 N_{\min} -Gehalte

Zu Beginn des Demonstrationsprojektes im Oktober 2002 wurde auf der gesamten Fläche ein N_{\min} -Gehalt von 83 kg/ha gemessen (0-30 cm: 35 kg; 30-60 cm: 27 kg; 60-90 cm: 21 kg/ha). Die im Frühjahr gemessenen Werte sind in Abb. 4 aufgeführt.

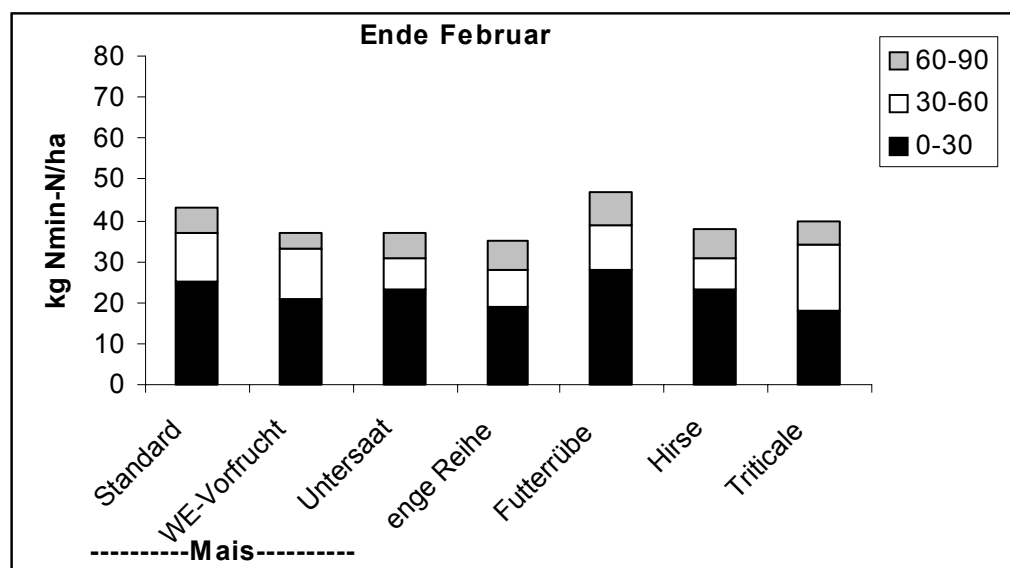


Abb. 4: N_{\min} -Gehalte in 0-90 cm der verschiedenen Varianten zu Vegetationsbeginn, Frankenhausen 2003.

Im Frühjahr zu Vegetationsbeginn waren nur geringe Unterschiede bei den Varianten hinsichtlich der N_{\min} -Gehalte im Boden festzustellen.

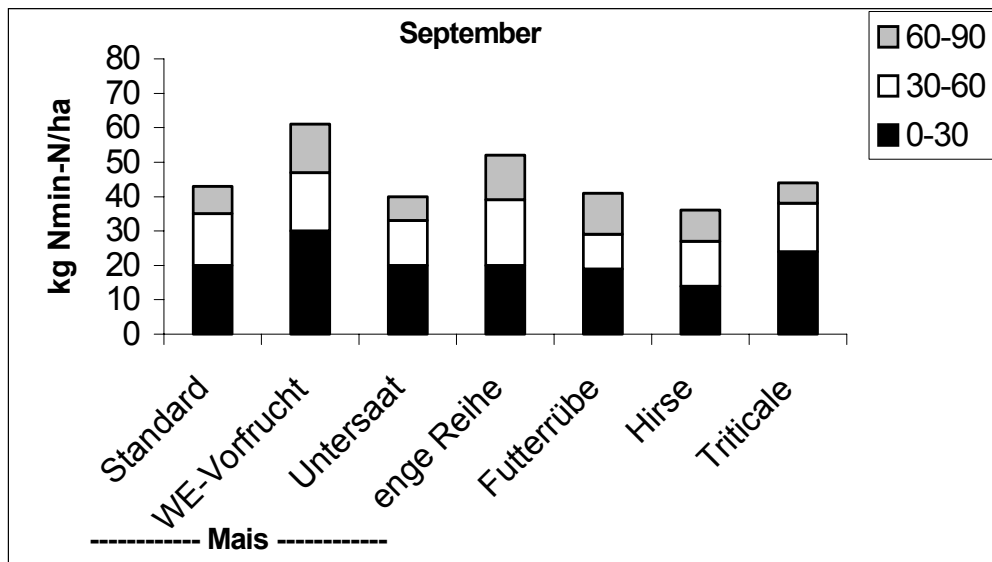


Abb. 5: N_{min}-Gehalte in 0-90 cm der verschiedenen Varianten nach der Maisernte im September, Frankenhausen 2003.

Die N_{min}-Gehalte nach der Maisernte im September lagen bei allen Varianten auf einem relativ einheitlichen Niveau (Abb. 5). Bei der Maisvariante mit Wintererbse vorfrucht waren die Werte in der Schicht von 0-30 cm etwas höher. Hier könnte sich eine Nachwirkung der Wintererbse bemerkbar machen, wo im Rahmen der Mineralisation mehr Stickstoff freigesetzt wurde.

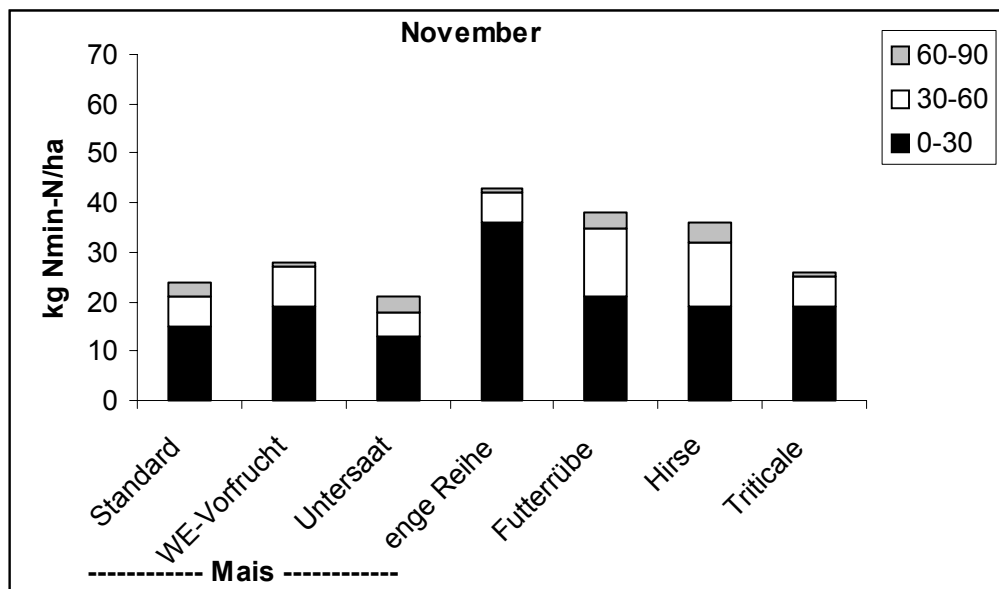


Abb. 6: N_{min}-Gehalte in 0-90 cm der verschiedenen Varianten im November, Frankenhausen 2003.

Die N_{min}-Werte zu Vegetationsende Ende November (Abb. 6) lagen generell auf einem niedrigen Niveau. Unter Mais, mit Ausnahme der Variante mit enger Reihe, waren die Werte

etwas niedriger als bei den Alternativkulturen. Hier könnte sich der höhere N-Entzug aufgrund der höheren Erträge bemerkbar machen. Dafür spricht auch der höhere Wert bei der Maisvariante mit enger Reihe, wo der Maisertrag deutlich niedriger als bei den anderen Varianten war und somit auch weniger Stickstoff entzogen wurde. Die geringen Werte in den tieferen Bodenschichten sind aufgrund der Trockenheit nicht auf Verlagerungsprozesse zurückzuführen, sondern eher mit Denitrifikationsprozessen zu erklären.

3.3 Unkrautbonitur

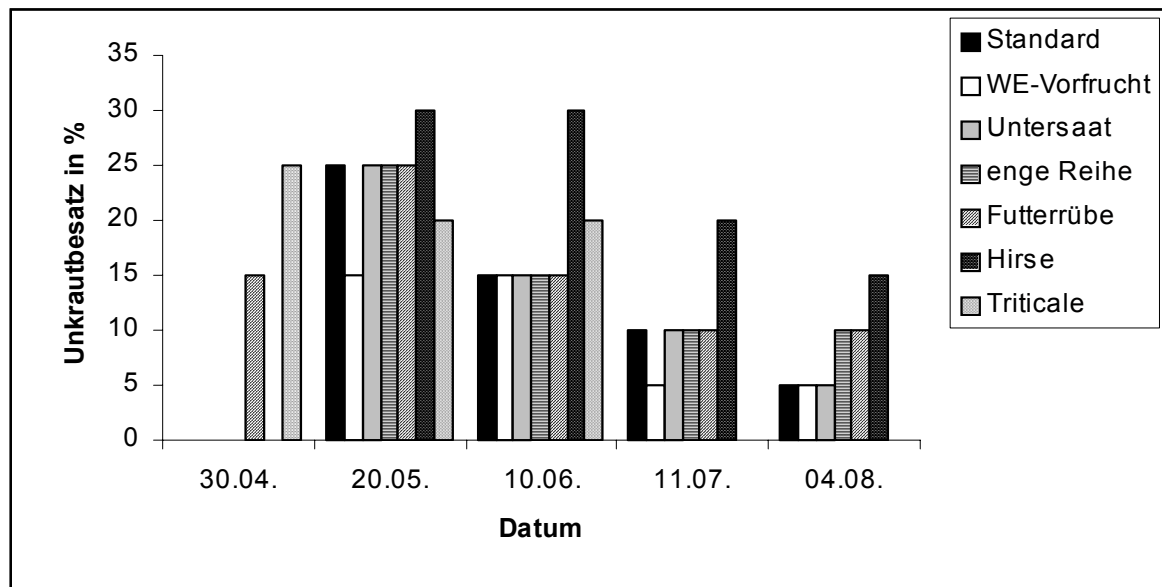


Abb. 7: Unkrautbesatz bei den verschiedenen Varianten zu unterschiedlichen Zeitpunkten, Frankenhäuser 2003.

Die Unterschiede im Unkrautbesatz waren zwischen den Maisvarianten relativ gering (Abb. 7). Generell war aufgrund der Trockenheit der Unkrautbesatz eher niedrig, da nach dem Hacken nur wenig Unkraut aufblühte. Auffällig ist, dass bei der Hirse immer der höchste Unkrautbesatz zu verzeichnen war. Hier macht sich die langsame Jugendentwicklung der Hirse bemerkbar, die noch langsamer als beim Mais verlief. Hinzu kam, dass die Auflaufquote bei der Hirse mit ca. 70 % nicht besonders hoch war. Dadurch entstanden lückige Bestände, wo sich das Unkraut entsprechend ausbreiten konnte. Bei der Variante mit Wintererbsenvorfrucht war der Unkrautdruck z.T. etwas geringer als bei den anderen Varianten. Das hing auch mit der Spätsaat zusammen, wo aufgrund der Trockenheit weniger Unkraut aufblühte. Die Maisvarianten Standard, Untersaat und enge Reihe wurden einmal blind gestriegelt und zweimal maschinell gehackt. Die Variante mit Wintererbsenvorfrucht wurde zweimal gehackt. Die Hirse wurde einmal blind gestriegelt und zweimal gehackt. Die Rüben wurden dreimal gehackt und einmal vereinzelt. In der Triticale wurden keine

Regulierungsmaßnahmen durchgeführt.

3.4 Ökonomische Vergleichsbilanz

Tab. 3: Kennzahlen der Deckungsbeitragsrechnung für die Maisvarianten, Frankenhausen 2003.

Variante	Mais Standard	Mais WE-Vorfrucht	Mais Untersaat	Mais enge Reihe
Bruttoertrag in dt TM/ha	183	163	173	91
Summe der Verluste (% vom Bruttoertrag)	10	10	10	10
Nettoertrag in dt TM/ha	165	147	156	82
Marktleistung in € /ha	0	0	0	0
+ sonstige Leistungen Prämie in € /ha	347	347	347	347
= Gesamtleistung (GL) in € /ha	347	347	347	347
- Direktkosten (DK) in € /ha	207	307	253	207
= Direktkostenfreie Leistungen (DfL) in € / ha (GL - DK)	140	40	94	140
DfL ohne sonstige Leistungen in € /ha	- 207	- 307	- 253	- 207
Schlaggröße in ha	1	1	1	1
- variable Maschinenkosten eigen (vMe) in € /ha	239	247	240	239
- variable Maschinenkosten fremd (vMf) in € /ha	0	0	0	0
= Deckungsbeitrag (DB) in € /ha (DfL - vMe - vMf)	- 99	-207	-146	- 99
DB ohne sonstige Leistungen	- 446	- 554	- 493	- 446
Arbeitskraftstunden eigen in AKh /ha	22,4	25,4	22,7	22,4
Arbeitskraftstunden fremd in AKh /ha	0	0	0	0
DB /AKh eigen in Euro	- 4,42	- 8,15	- 6,43	- 4,42
Gesamtenergieertrag in GJ NEL /ha	116,3	102,7	111,3	56,2
Kosten pro erzeugte Energieeinheit in Cent /MJ NEL	0,38	0,54	0,44	0,79
Gesamtenergieertrag in MJ NEL /AKh	5.192	4.043	4.903	2.509

Tab. 4: Kennzahlen der Deckungsbeitragsrechnung für die Alternativvarianten, Frankenhausen 2003.

Variante	Futterrüben	Futterhirse	Triticale
Bruttoertrag in dt TM/ha	119	107	55
Summe der Verluste (% vom Bruttoertrag)	10	10	10
Nettoertrag in dt TM/ha	107	96	50
Marktleistung in €/ha	0	0	0
+ sonstige Leistungen Prämie in €/ha	0	347	347
= Gesamtleistung (GL) in €/ha	0	347	347
- Direktkosten (DK) in €/ha	843	207	168
= Direktkostenfreie Leistungen (DfL) in €/ha (GL - DK)	- 843	140	179
DfL ohne sonstige Leistungen in €/ha	- 843	- 207	- 168
Schlaggröße in ha	1	1	1
- variable Maschinenkosten eigen (vMe) in €/ha	311	235	154
- variable Maschinenkosten fremd (vMf) in €/ha	0	0	0
= Deckungsbeitrag (DB) in € /ha (DfL - vMe - vMf)	- 1.154	-95	25
DB ohne sonstige Leistungen	- 1.154	-442	- 322
Arbeitskraftstunden eigen in AKh /ha	40	23	16
Arbeitskraftstunden fremd in AKh /ha	75	0	0
DB/AKh eigen in Euro	- 28,85	-4,13	1,56
Gesamtenergieertrag in GJ NEL/ha	75,4	62,3	24,6
Kosten pro erzeugte Energieeinheit in Cent/MJ NEL	1,53	0,71	1,31
Gesamtenergieertrag in MJ NEL/AKh	656	2.709	1.538

In den Tabellen 3 und 4 sind die Kennzahlen der Deckungsbeitragsberechnung für die Mais- und die Alternativvarianten aufgeführt. Da bei der alleinigen Betrachtung des Deckungsbeitrags der Ertrag nicht berücksichtigt wird, ist der Vergleich der Parameter am

jeweiligen Ende der Tabellen von größerer Bedeutung. Hier sind besonders die Kosten für die Futterproduktion interessant. Das Verfahren mit den höchsten Kosten sind die Futterrüben mit 1,53 €-Cent/MJ NEL. Hier zeigt sich schon der Nachteil der Futterrübenenerzeugung. Zum einen ist es das einzige Verfahren, bei dem keine Flächenprämie gezahlt wird, so dass die Marktleistung 0 € beträgt, während bei den anderen Verfahren 347 €/ha an Prämien gezahlt werden. Zum anderen ist das Produktionsverfahren der Rüben sehr aufwändig, was sich in den hohen Kosten widerspiegelt. Dabei sind besonders der Handhackeneinsatz zum Vereinzeln der Rüben und die hohen Erntekosten von Bedeutung. Dies führt auch zu einem hohen Arbeitskraftbedarf. Der Futterrübenanbau ist mit eingesetzten 115 Arbeitskraftstunden (Akh) das mit Abstand aufwändigste Produktionsverfahren. Dementsprechend ist auch der Energieertrag je Akh mit 656 MJ sehr niedrig. Ähnlich zeigt sich dieser Sachverhalt bei der Triticaleganzpflanzensilage. Dort ist der Energieertrag mit 1.538 MJ/Akh ebenfalls deutlich niedriger als bei den anderen Produktionsverfahren und die Kosten sind mit 1,31 €-Cent/MJ NEL am zweithöchsten. Dabei wird die geringe Aussagekraft der alleinigen Betrachtung des Deckungsbeitrags deutlich. Denn bei der Triticale wurde als einziges Produktionsverfahren ein positiver Deckungsbeitrag erzielt, die geringen Kosten lagen unter der gezahlten Getreideprämie. Dennoch ist das Verfahren deutlich schlechter als die anderen Verfahren einzustufen. Die Futterhirse lag sowohl in den Kosten als auch im Energieertrag besser als die beiden anderen Alternativvarianten.

Die Maisvarianten sind hinsichtlich der Kosten und des Energieertrags z.T. um das vielfache besser einzustufen als die Alternativvarianten. Nur die Variante mit engerem Reihenabstand lag ungefähr auf dem Niveau wie die Hirse (Tab. 3). Am besten schnitt die Standardvariante mit einem Energieertrag von 5.192 MJ/Akh ab. Bei dieser Variante waren auch die Kosten mit 0,38 €-Cent/MJ NEL am niedrigsten. Neben dem guten Ertrag machte sich in diesem Jahr auch der aufgrund der Trockenheit relativ geringe Unkrautdruck bemerkbar, so dass die Kosten niedrig blieben. Bei der Variante mit Wintererbsen-Vorfrucht konnten sich die von GRAB (2003) beschriebenen Vorteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit nicht ausbilden. Dies hing mit der Auswinterung der Wintererbsen zusammen. Die Nachsaat im Frühjahr verursachte zusätzliche Kosten (Arbeitskosten und Saatgut). Da keine Direktsaat durchgeführt wurde, stiegen auch die Kosten für die Maissaat an. Dennoch ist dieses Produktionsverfahren auch in so einem Extremjahr im Vergleich zu den Alternativvarianten deutlich positiver zu beurteilen. Die Variante mit Untersaat schnitt etwas schlechter als die Standardvariante ab, was mit den zusätzlichen Kosten für die Aussaat und dem schlechteren Ertrag zusammenhing.

Hier zeigt sich, weshalb in der Praxis dieses Verfahren nur wenig Anwendung findet, da mittlerweile die größte Maxime in der Kostenreduzierung liegt. Bei der Variante mit engerem Reihenabstand machte sich die höhere Bestandesdichte negativ bemerkbar, die aufgrund des schlechteren Ertrags zu höheren Kosten führte.

3.5 Betriebsevaluierung

Die Evaluierung erfolgte bundesweit und sollte auf zehn Betrieben durchgeführt werden. Ein Betrieb hat trotz Zusage und mehrmaliger Aufforderung den Fragebogen nicht zurückgeschickt, so dass auf diesem Betrieb Nr. 10 zwar die N_{\min} -Proben gezogen wurden, aber die sonstigen Betriebsdaten nicht erfasst werden konnten. Für die von den Betrieben gewünschte Anonymisierung wurde jedem Betrieb eine Nummer zugeteilt. In Tab. 5 ist die geografische Zuordnung der Betriebe aufgeführt.

Tab. 5: Geografische Einordnung der evaluierten Betriebe.

Betrieb	Lage
1	südliches Baden-Württemberg
2	nord-westl. Niedersachsen
3	Ostwestfalen
4	nördl. Nordrhein-Westfalen
5	nördl. Mecklenburg-Vorpommern
6	nord-östl. Baden-Württemberg
7	nord-westl. Nordrhein-Westfalen
8	nord-westl. Niedersachsen
9	nördl. Baden-Württemberg
10	Osthessen

Auf allen Betrieben wurden nach der Maisernte im September Bodenproben zur N_{\min} -Untersuchung gezogen. Die Ergebnisse sind in Abb. 8 dargestellt.

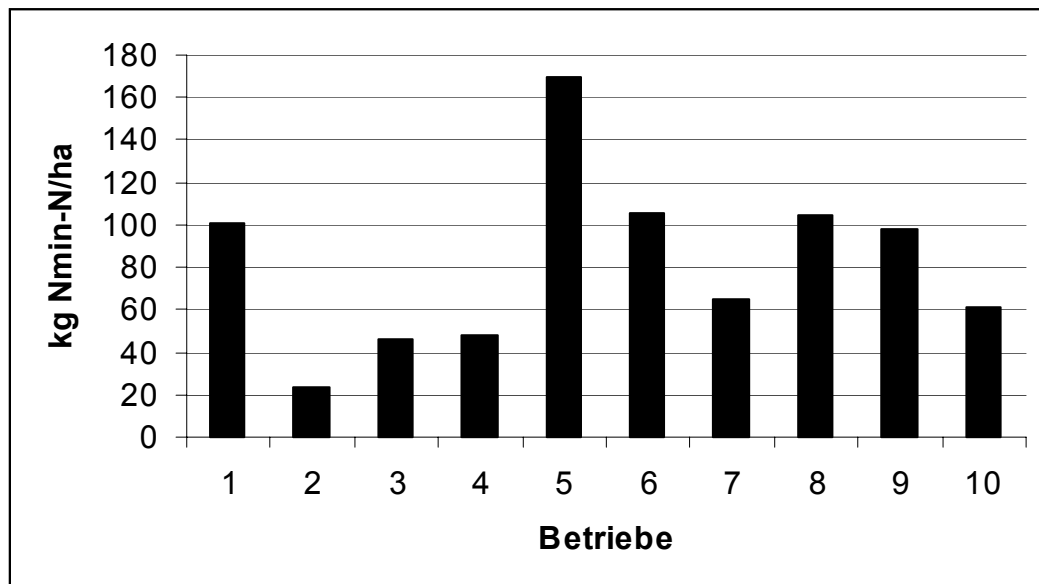


Abb. 8: N_{min}-Gehalte in kg/ha (0-90 cm) auf den evaluierten Betrieben, September 2003.

Die N_{min}-Gehalte lagen z.T. auf sehr hohem Niveau. Der höchste Wert wurde mit 170 kg/ha auf Betrieb 5 gemessen. Bei den Betrieben mit Werten von 100 kg/ha oder mehr ist die Gefahr der Verlagerung des Nitrats bis hin zum Grundwasser relativ hoch, da vor Winter kein nennenswerter Entzug durch eine Folgefrucht mehr erfolgt. Auf diesen Betrieben erscheint eine Optimierung des N-Managements erforderlich, damit der Stickstoff dann den Pflanzen im Boden zur Verfügung steht, wenn diese ihn benötigen. Dies ist besonders angesichts des im ÖL häufig verbreiteten geringeren Ertragsniveaus notwendig.

Die ausführlichen Ergebnisse des Fragebogens mit den einzelnen Betriebsdaten sind im Anhang in Tab. A8 und Tab. A9 aufgeführt. Im Folgenden wird auf einzelne Aspekte der Evaluierung eingegangen.

Auffällig ist, dass die meisten Betriebe, die erst seit ein paar Jahren auf ÖL umgestellt haben, den Mais in ihren Fruchtfolgen behalten haben. Einige Betriebe, wie die Betriebe 1 und 4, haben schon vor vielen Jahren umgestellt und bauen seitdem Mais an. Andere, die schon länger umgestellt haben, haben den Mais später in ihre Fruchtfolge aufgenommen (Betriebe 6, 7, 8). Hier zeigt sich, dass auch im ÖL der Mais eine bedeutende Rolle in der Milchviehfütterung spielt und das Interesse der Praxis am Maisanbau groß ist.

In der **Fruchtfolge** steht der Mais auf den meisten Betrieben nach den günstigen Vorfrüchten Klee gras oder Luzerne. Damit legen diese Betriebe auf den Mais besonderen Wert. Der Mais konkurriert aber mit anderen Marktfrüchten (z.B. Weizen) um diese günstige Fruchtfolgestellung, so dass auf den Betrieben 6, 7, 9 statt dem Mais andere Kulturen nach

dem Klee gras folgen.

Die **Anbausysteme** sind bei der Hälfte der Betriebe (1, 3, 5, 6, 9) so konzipiert, dass vor dem Mais eine Herbst- oder Winterfurche durchgeführt wird. Dadurch wird im Frühjahr eine schnellere Bodenerwärmung erreicht. Allerdings wird so auch das Risiko der Bodenerosion vergrößert. Die anderen Betriebe bauen Zwischenfrüchte an, z.T. mit Frühjahrsnutzung und pflügen dann im Frühjahr zur Maissaat. Systeme der reduzierten Bodenbearbeitung werden nicht angewandt.

Saatstärke und -tiefe liegen im normalen Rahmen. Die empfohlene Saattiefe von tiefer als 5 cm zum Schutz vor Vogelfraß wird von nahezu allen Betrieben eingehalten.

Die **Stickstoffdüngung** wird auf den Betrieben sehr unterschiedlich gehandhabt. Die Spannweite der ausgebrachten Nährstoffe reicht von 90 kg N/ha auf Betrieb 4 bis zu 210 kg/ha auf Betrieb 6. Die z.T. hohen Werte waren etwas erstaunlich, da generell im ÖL der Stickstoff als Mangelfaktor gilt. Allerdings handelt es sich bei den Angaben um Gesamtstickstoff, also auch den organisch im Wirtschaftsdünger gebundenen Stickstoff. Hierbei zeigt sich, dass diese Betriebe bei der Düngerverteilung innerhalb der Fruchtfolge besonderen Wert auf den Silomais legen. Ein direkter Zusammenhang zwischen N-Düngung und N_{\min} -Gehalt (Abb. 8) kann für die jeweiligen Betriebe nicht hergestellt werden.

Bei der **Unkrautregulierung** werden im Durchschnitt der Betriebe 4 Arbeitsgänge durchgeführt (2 x Striegeln und 2 x Hacken). Die Handhacke kommt nur noch selten zum Einsatz. Trotzdem wird von allen Betrieben die Verunkrautung als das wichtigste Problem eingestuft, wo sie sich Verbesserungen und Lösungsmöglichkeiten aus der Forschung wünschen. Auf Betrieb 8 wird neben dem herkömmlichen Anbausystem der Mais auch im Direktsaatverfahren nach Wintererbsen (*System Graß/Scheffer*) angebaut. Dort ist der Aufwand für die Unkrautregulierung gesunken, so wie es auch von GRAß (2003) für dieses Anbausystem beschrieben worden ist.

Die Hälfte der Betriebe verwendet **Saatgut** aus ökologischer Vermehrung. Der Rest verwendet ungebeiztes konventionelles Saatgut. Da in Zukunft nur noch ökologisch vermehrtes Saatgut benutzt werden darf, besteht hier noch Handlungsbedarf. Das Angebot an Saatgut aus ökologischer Vermehrung wird in Zukunft auf deutlich mehr Sorten ausgeweitet werden müssen, um den Betrieben des ÖL eine umfangreiche Sortenvielfalt zu gewähren. Hier sind Züchter und Vermehrer gefragt.

Die **Erträge** umfassen relativ breite Spannen und hängen von den einzelnen Anbausystemen

und -bedingungen wie Klima und Standort ab. Auf einigen Betrieben besteht ein Optimierungsbedarf des Stickstoffmanagements (s.o. und Abb. 8), was sich auf die Erträge positiv auswirken könnte.

Die **Hauptprobleme** im Maisanbau sehen die Betriebe, wie bereits erwähnt, in der Verunkrautung und im Vogelfraß, durch den teilweise enorme Schäden angerichtet werden. Dazu sind innovative Lösungskonzepte seitens der Wissenschaft gefragt.

4 Beurteilung des Projektes - Nutzen für den Ökologischen Landbau

Die Evaluierung auf Praxisbetrieben hat gezeigt, dass der Silomais in Milchviehbetrieben des ÖL eine große Bedeutung hat. Diese Betriebe messen dem Mais eine besondere Priorität zu, was sich z.B. in der Fruchtfolgestellung zeigt. Die meisten Betriebe sehen in der aufwändigen Unkrautregulierung und im Vogelfraß die größten Probleme im Maisanbau und fragen nach innovativen Lösungskonzepten. Die Untersuchung der N_{\min} -Gehalte auf den Betrieben nach der Maisernte ergab z.T. sehr hohe Werte. Hier besteht Bedarf für eine Optimierung des Stickstoffmanagements.

Bei dem vergleichenden Anbau von Alternativen im und zum Silomaisanbau müssen die Ergebnisse vor dem Hintergrund der extremen Witterung im Jahr 2003 betrachtet werden. Die meisten Maisvarianten waren den Alternativvarianten hinsichtlich des Ertrags, des Futterwerts, des Energiegehalts und der Wirtschaftlichkeit überlegen. Als energiereiches Grundfuttermittel ist der Mais nahezu konkurrenzlos. Allerdings muss dabei beachtet werden, dass es für Mais eine Prämie gibt, während es für die Rüben keine Prämie gibt, so dass sich der Anbau dadurch weniger ökonomisch gestaltet. Hier entstehen Verzerrungen zu Lasten der Rüben.

Der Silomais hat im Ökologischen Landbau eine zunehmende Bedeutung, die bei weiterer Zunahme des ÖL ebenfalls zunehmen wird. In der Zukunft werden daher innovative Ansätze zur Lösung der Problembereiche Unkrautregulierung und Vogelfraß notwendig sein. Zugleich besteht, wie generell im ÖL, die Notwendigkeit, Anbausysteme hinsichtlich des Bodenschutzes zu optimieren, da auf vielen Betrieben keine entsprechenden Maßnahmen ergriffen werden. Diese Systeme müssen neben ökologischen auch ökonomische Aspekte berücksichtigen, denn nur solche Konzepte werden sich in der Praxis durchsetzen, die kostensparend bzw. ertragssteigernd sind.

4.1 Verbreitung der Ergebnisse

Das Demonstrationsvorhaben auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen wurde am 25. Juni 2003 in einer gemeinsamen Veranstaltung mit dem Hessischen Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (HDLGN) ca. 35 Praktikern präsentiert. Ferner wurde das Vorhaben intensiv in die Lehre der Universität Kassel, FB 11, einbezogen und bei mehreren Feldbegehungen den Studierenden vorgestellt.

Eine für den 15. September geplante Feldbegehung mit dem Ökoring Niedersachsen musste aufgrund des frühen Erntetermins in 2003 entfallen.

Ergebnisse aus dem Projekt wurden in mehreren Veranstaltungen präsentiert:

- am 7.7.2003 auf der Sitzung des AK "Ökologischer Maisanbau" des Deutschen Maiskomitees in Bernburg, Sachsen-Anhalt.
- in mehreren Vorträgen bei Naturland Süd-Ost (19.11.03), bei Bioland Bayern (02.12.03) und bei Bioland Baden-Württemberg (09.12.03).

5 Zusammenfassung

In einem Demonstrationsvorhaben wurden vier unterschiedliche Maisanbausysteme mit den Alternativvarianten Futterrüben, Futterhirse (Ganzpflanzensilage = GPS) und Triticale-GPS verglichen. Die Maisvarianten waren den Alternativvarianten hinsichtlich des Ertrags, des Futterwertes, des Energieertrags und der Wirtschaftlichkeit z.T. sehr deutlich überlegen. Nur die Maisvariante mit engerem Reihenabstand schnitt schlechter ab und lag auf ähnlichem Niveau wie die Alternativvarianten. Das hing mit der höheren Bestandesdichte zusammen, die gerade in so einem hinsichtlich der Witterung extremen Jahr wie 2003 zu Trockenstress und Ertragseinbußen führte. Die höhere Wirtschaftlichkeit des Mais gegenüber den Alternativvarianten ist in den höheren Erträgen, der Energiedichte und in den relativ arbeitszeitsparenden Produktionssystemen begründet.

Die bundesweite Evaluierung des Maisanbaus auf Praxisbetrieben verdeutlichte, dass der Mais im ÖL eine bedeutende Rolle spielt. Die meisten Betriebe sehen die Hauptprobleme im Maisanbau in der aufwändigen Unkrautregulierung und im Vogelfraß. Hier besteht die Notwendigkeit innovativer Lösungsansätze. Die Untersuchung der N_{\min} -Gehalte nach der Maisernte auf den Praxisbetrieben ergab z. T. sehr hohe Werte, die aus Sicht des Grundwasserschutzes ein Gefährdungspotenzial darstellen. Hier besteht auf den Betrieben

vielfach Optimierungsbedarf beim Stickstoffmanagement, das auch zu höheren Erträgen führen könnte. Ferner muss auf vielen Betrieben, wie generell im ÖL, mehr Gewichtung auf bodenschützende Anbauverfahren gelegt werden, da hier das Problem der Bodenerosion relativ hoch ist, auch wenn die Betriebsleiter das selbst nicht so wahrnehmen. Dazu sind ökologisch wie ökonomisch verträgliche Lösungskonzepte gefragt.

6 Literaturverzeichnis

AUERSWALD, K. und M. KAINZ, 1989: Verminderung der Bodenerosion im Maisanbau. Mais 2, 24-26.

AUFHAMMER, W., KÜBLER, E. und H.-P. KAUL, 1996: Untersuchungen zur Anpassung des Stickstoff-Angebots aus unterschiedlichen N-Quellen an den Verlauf der N-Aufnahme von Maisbeständen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 159, 471-478.

BENKE, M. und R. Martens, 2001: Silomaisanbau im Ökologischen Landbau. Mais 3, 92-94.

BERENDONK, C., 1998: Maisanbau im ökologischen Landbau. Mais 4, 144-146.

DEBRUCK, J., 2001: Mechanischer Pflanzenschutz will gekonnt sein. Mais, 3, 95-97.

DMK, 2003: Maissilage und Corn-Cob-Mix mit geringerer Qualität. Deutsches Maiskomitee - Newsletter: www.maiskomite.de, 07.11.2003.

GERMEIER, U.C., 1997: Möglichkeiten und Grenzen des Anbaus von Winterzwischenfrüchten und der Anwendung von Verfahren reduzierter Bodenbearbeitung im ökologischen Maisanbau. In: Köpke, U. und J.-A. Eisele (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau 3.-4. März 1997 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.

GRAß, R., 2001: Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht zur Reduzierung von Umweltgefährdungen bei Optimierung der Erträge. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 6.-8. März 2001, Freising-Weihenstephan, 163-166.

GRAß, R. und K.SCHEFFER, 2001: Silomaisanbau mit hoher Flächenproduktivität bei Minimierung von Bodenerosion und N-Austrag. 113. VDLUFA-Kongress, Kongressband, Berlin.

Graß, R., 2003: Direkt- und Spätsaat von Silomais - Ein neues Anbausystem zur Reduzierung von Umweltgefährdungen und Anbauproblemen bei Optimierung der Erträge. Dissertation Universität Kassel, Cuvillier-Verlag Göttingen.

GUTSER, R. und K. VILSMEIER, 1989: Wie viel Stickstoff hinterlassen Zwischenfrüchte? DLG-Mitteilungen 2, 66-68.

GUTSER, R. und R. MANHART, 1993: Wachstum und N-Aufnahme von Mais in Mulchsaat. VDLUFA-Schriftenreihe 37, 273-276.

HEß, J. und R. GRAß, 2001: Welche Restriktionen ergeben sich durch Richtlinien und Verordnungen? In: Mais – Seine Rolle im Ökologischen Landbau. Hrsg.: Deutsches

Maiskomitee e.V., Bonn 2001.

HUNTGEBURTH, A., 1999: Keine Tabupflanze für den Ökolandbau. Bio-land 4, 26-27.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 2002/2003: Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003. KTBL-Verlag Darmstadt

LÜTKE ENTRUP, N. und G. STEMANN, 1989: Maisanbau mit Untersaaten. Mais, 1, 14-17.

LÜTKE ENTRUP, N. und P. ZERHUSEN, 1992: Mais und Umwelt. Verlag Dr. Kovac, Hamburg.

MEYERCORDT, A., 1999: Nicht immer, aber immer öfter. Maisanbau in Biobetrieben. Mais, 4, 144-146.

NEUBAUER, W. und R. KOHLS, 1994: Ergebnisse zur konservierenden Bodenbearbeitung bei Kartoffeln und Mais unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffs in Pflanze und Boden. Mitt. Gesellsch. f. Pflanzenbauwiss. 7, 47-50.

RAUPP, J., LETALIK, C. und F. HAUNZ, 1991: Nitratentwicklung nach Klee grasumbruch im Frühjahr unter der Folgefrucht Silomais. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 166, 181-190.

REDELBERGER, H., 2002: Betriebsplanung im ökologischen Landbau. ÖL und bioland-Verlags GmbH.

VALTA, R., MAIDL, F. X. und G. WENZEL, 1996: Möglichkeiten einer bedarfsgerechten organischen N-Düngung bei Mais. Mitt. Gesellsch. Pflanzenbauwiss. 9, 109-110.

7 Anhang

Tab. A1: Deckungsbeitragsberechnung Silomais - Standard, 2003.

Silomais - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen Winterpflugfurche

Produktionsverfahren (PV) :	Mais	Jahr:	2003
Kultur :	Silomais		

Bruttoertrag (dt TM / ha) :	183	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	164,70	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Gesamt Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge (dt / ha)	€ / dt	€ / ha
		Silage	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		164,70	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha	
	nicht proportionale Direktkosten			
	Saatgut	Mais: 2,0 Einheiten/ ha 70 € / Einheit	140,00	
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre	30,00	
	Silofolie		30,00	
proportionale Direktkosten				
	Versicherung	In Hessen 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: 1000 € / ha	7,03	
	Lohnkosten für			
	Fremd-AK	für Handhacke 0,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 25 Akh	0,00	
	<i>(Summe proportionale Direktkosten)</i>		7,03	
	Summe der Direktkosten insgesamt			207,03

Silomais (Pflug) - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Arbeitsgänge, Akh- Bedarf und var. Maschinenkosten	Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen	Zeitspannen / Akh pro ha					var. MK (€ / ha)
		FB	HH	GE	HE	SH	
	Pflügen, Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8		35,35
	2 X Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6				32,10
	Einzelkornsaat von Mais, 4 Reihen, 3,0m, 25kg/ha, 45kW		0,9				12,92
	1x Blindstriegeln, 5m, 37kW		0,7				7,42
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW		0,9				7,06
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW		0,9				7,06
	Silomais Häckseln mit Anbauhäcksler, einreihig, 45 kW (SEP1)				4,5		78,51
	Silomaistransport mit Dreiseitenkippanhänger 8t, 45 kW (SEP2)				4,5		22,13
	Silomais Verteilen und Walzen, Traktor, 5t, 45kW				4,5		22,17
	Kalk ab Feld streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW				0,0		0,70
	4t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1		0,91
	Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0		12,74
	Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	4,9	0,0	17,5	0,0	239,1

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	139,97
	dito ohne sonstige Leistungen	-207,03
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-99,10
	dito ohne sonstige Leistungen	-446,10
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	22,4
	DB/Akh eigen: -4,43 €	

Tab. A2: Deckungsbeitragsberechnung Silomais nach Wintererbsenvorfrucht, 2003.

SM/WE - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag SM	Ertrag WE	Jahr:	2003
Kultur :	Silomais Wintererbse	163 dt/ha	dtha		

Bruttoertrag (dt TM /ha):	163	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	146,70	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge	€ / dt	€ / ha
				(dt / ha)		
	Silage	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		146,70	0,00	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen				€ / ha			
		nicht proportionale Direktkosten							
	Saatgut	Mais:	2,0	Einheiten/ ha, bei	70	€ / Einheit	140,00		
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung:	30	dt/ha à	3,00	€/dt für	3	Jahre	30,00
	Silofolie							30,00	
	Saatgut (Winter)	Wintererbse:	100	Kg/ ha, bei	50	€ / dt		50,00	
	Saatgut (Frühjahr)	Wintererbse:	100	Kg/ ha, bei	50	€ / dt		50,00	
		proportionale Direktkosten							
	Versicherung	in Hessen :	7,03	€ je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz:	1000	€ / ha		7,03	
	Lohnkosten für								
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz:	9,00	€ / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x	0	Akh		0,00	
		(Summe proportionale Direktkosten)						7,03	
	Summe der Direktkosten insgesamt							307,03	

Silomais Wintererbse - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Arbeitsgänge, Akh-Bedarf und var. Maschinenkosten eigen und fremd	Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen	Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)
		FB	HH	GE	HE	SH	Rest	
	Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW					2,8		35,35
	Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw					1,6		16,05
	Säen mit Sämaschine, 3m, 45kW					1,0		8,13
	Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw			1,6				16,05
	Säen mit Sämaschine, 3m, 45kW (Nachsaat)					1,0		8,13
	Einzelkornsaat von Mais, 4 Reihen, 3,0m, 25kg/ha, 45kW					0,9		12,92
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW,					0,9		7,06
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW					0,9		7,06
	Silomais Häckseln mit Anbauhäcksler, einreihig, 45 kW					4,5		78,51
	Silomaistransport, Dreiseitenkippanhänger 8t, 45 kW,					4,5		22,13
	Silomais Verteilen und Walzen, Traktor, 5t, 45kW					4,5		22,17
	Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden					0,0		0,09
	4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW					0,1		0,91
	Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW					1,0		12,74
	Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	3,4	0,9	21,1	0,0	0,0	247,30
	Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
	Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
	Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	3	0,9	21,1	0,0	0,0	247,30

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha	(Gesamtleistung - Direktkosten)	39,97
	dito ohne sonstige Leistungen		-307,03
	Deckungsbeitrag (€ / ha)	(DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-207,33
	dito ohne sonstige Leistungen		-554,33
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)		25,4
Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)		0,0	
DB/Akh eigen:	-8,18	€	

Tab. A3: Deckungsbeitragsberechnung Silomais-Untersaat, 2003.

SM mit Untersaat - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag SM	Jahr:	2003
Kultur :	Silomais	173 dt/ha		

Bruttoertrag (dt TM /ha):	173	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	155,70	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge (dt / ha)	€ / dt	€ / ha
		Silage	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb, Fahrsilo auf Betriebsgelände		155,70	0,00
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha
		nicht proportionale Direktkosten	
	Saatgut	Mais: 2,0 Einheiten/ ha, bei 70 € / Einheit	140,00
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre	30,00
	Silofolie		30,00
	Saatgut	Untersaat: 20 Kg/ ha, bei 230 € / dt	46,00
	proportionale Direktkosten		
	Versicherung	in Hessen : 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: 1000 € / ha	7,03
	Lohnkosten für		
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz: 9,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 0 Akh	0,00
	<i>(Summe proportionale Direktkosten)</i>		<i>7,03</i>
	Summe der Direktkosten insgesamt		253,03

Silomais mit Untersaat- Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

	Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)
	FB	HH	GE	HE	SH	Rest	
Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen							
Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8			35,35
2 x Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6					32,10
Einzelkornsaat von Mais, 4 Reihen, 3,0m, 25kg/ha, 45kW		0,9					12,92
1x Blindriegeln, 5m, 37kW		0,7					7,42
Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW,		0,9					7,06
Untersaat			0,3				1,58
Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW			0,9				7,06
Silomais Häckseln mit Anbauhäcksler, einreihig, 45 kW (SEP1)				4,5			78,51
Silomaistransport, Dreiseitenkippanhänger 8t, 45 kW, (SEP2)				4,5			22,13
Silomais Verteilen und Walzen, Traktor, 5t, 45kW				4,5			22,17
Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden				0,0			0,09
4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1			0,91
Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0			12,74
Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	4,0	1,2	17,5	0,0	0,0	240,04
Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	4	1,2	17,5	0,0	0,0	240,04

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	93,97
	dito ohne sonstige Leistungen	-253,03
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-146,07
	dito ohne sonstige Leistungen	-493,07
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	22,7
	Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)	0,0
DB/Akh eigen:	-6,43 €	

Tab. A4: Deckungsbeitragsberechnung Silomais - engerer Reihenabstand, 2003.

SM (enge Reihe) - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag SM	Jahr:	2003
Kultur :	Silomais (enge Reihe)	91 dt TM /ha		

Bruttoertrag (dt/ha):525 (SM)+450(WE)	91	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	81,90	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge	€ / dt	€ / ha
				(dt / ha)		
Leistungen	Silage	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		81,90	0,00	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha	
Direktkosten	nicht proportionale Direktkosten			
	Saatgut	Mais: 2,0 Einheiten/ ha, bei 70 € / Einheit		140,00
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre		30,00
	Silofolie			30,00
	proportionale Direktkosten			
	Versicherung	in Hessen : 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: ### € / ha		7,03
	Lohnkosten für			
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz: 9,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 0 Akh		0,00
	<i>(Summe proportionale Direktkosten)</i>			7,03
	Summe der Direktkosten insgesamt			207,03

Silomais (enge Reihe) - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

		Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)
		FB	HH	GE	HE	SH	Rest	
Arbeitsgänge, Akh- Bedarf und var. Maschinenkosten eigen und fremd	Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen							
	Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8			35,35
	2 x Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6					32,10
	Einzelkornsaat von Mais, 4 Reihen, 3,0m, 25kg/ha, 45kW		0,9					12,92
	1x Blindstriegeln, 5m, 37kW		0,7					7,42
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW,		0,9					7,06
	Maishacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW			0,9				7,06
	Silomais Häckseln mit Anbauhäcksler, einreihig, 45 kW (SEP1)				4,5			78,51
	Silomaistransport, Dreiseitenkippanhänger 8t, 45 kW, (SEP2)				4,5			22,13
	Silomais Verteilen und Walzen, Traktor, 5t, 45kW				4,5			22,17
	Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden				0,0			0,09
	4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1			0,91
	Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0			12,74
	Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	4,0	0,9	17,5	0,0	0,0	238,46
	Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	
Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	4	0,9	17,5	0,0	0,0	238,46	

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	139,97
	dito ohne sonstige Leistungen	-207,03
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-98,49
	dito ohne sonstige Leistungen	-445,49
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	22,4
	Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)	0,0
DB/Akh eigen:	-4,40 €	

Tab. A5: Deckungsbeitragsberechnung Futterrüben, 2003.

Futterrüben - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag Futterrübe	Jahr:	2003
Kultur :	Futterrüben	119 dt TM /ha		

Bruttoertrag (dt TM /ha):	119	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	5
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	5
Nettoertrag in dt/ha	107,10	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge	€ / dt	€ / ha
				(dt / ha)		
	Futterrüben	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		107,10	0,00	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
					€ / ha	0,00
	Summe sonstige Leistungen					0,00
	Gesamtleistung					0,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha
		nicht proportionale Direktkosten	
	Saatgut	Futterrüben: 0,7 Einheiten/ ha, bei 150 € / Einheit	100,50
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre	30,00
	Silofolie		30,00
	proportionale Direktkosten		
	Versicherung	in Hessen : 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: 1000 € / ha	7,03
	Lohnkosten für		
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz: 9,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 75 Akh	675,00
	(Summe proportionale Direktkosten)		682,03
	Summe der Direktkosten insgesamt		842,53

Futterrüben - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

	Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)
	FB	HH	GE	HE	SH	Rest	
Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen							
Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8			35,35
2 x Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6					32,10
Einzelkornsaat Futterrüben, 4 Reihen, 3,0m, 45kW		0,9					12,92
Hacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW		0,9					7,06
Hacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW			0,9				7,06
Hacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW			0,9				7,06
Futterrüben ernten mit Köpfrödebunker einreihig, Köpfrödebunker, 2 AK, 37 kW				23,3			145,67
Futterrüben transportieren Doppelzug je 8 t, Dreiseitenkippanhänger				2,5			50,07
Rüben einmieten mit Stroh u. Folie (8 Rundballen bzw. 1 t Stroh/ ha)				5,0			
Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden				0,0			0,09
4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1			0,91
Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0			12,74
Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	3,4	1,8	34,8	0,0	0,0	311,03
Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
Futterrüben vereizelt (Handhacke)		75,0					
Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	78	1,8	34,8	0,0	0,0	311,03

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	-842,53
	dito ohne sonstige Leistungen	-842,53
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-1153,56
	dito ohne sonstige Leistungen	-1153,56
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	40,0
	Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)	75,0
DB/Akh eigen:	-28,85 €	

Tab. A6: Deckungsbeitragsberechnung Futterhirse, 2003.

Futterhirse - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag	Jahr:	2003
Kultur :	Futterhirse	107 dt/ha		

Bruttoertrag (dt/ha):525 (SM)+450(WE)	107	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	96,30	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge	€ / dt	€ / ha
				(dt / ha)		
	Silage	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		96,30	0,00	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha
		nicht proportionale Direktkosten	
	Saatgut	Hirse: 30,0 kg/ ha, bei 300 € / dt	90,00
		W-Erbse 100,0 kg/ ha, bei 50 € / dt	50,00
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre	30,00
	Silofolie		30,00
	proportionale Direktkosten		
	Versicherung	in Hessen : 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: 1000 € / ha	7,03
	Lohnkosten für		
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz: 9,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 0 Akh	0,00
	(Summe proportionale Direktkosten)		7,03
	Summe der Direktkosten insgesamt		207,03

Futterhirse - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

	Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)
	FB	HH	GE	HE	SH	Rest	
Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen							
Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8			35,35
2 x Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6					32,10
Säen mit Sämaschine, 3m, 45kW		1,0					8,91
1x Blindriegeln, 5m, 37kW		0,7					7,42
Hacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW, nach Gülle (JUN2)		0,9					7,06
Hacken mit Hackmaschine, 4 - reihig, 45kW (JUL2)			0,9				7,06
Hirse Häckseln mit Anbauhäcksler, einreihig, 45 kW (SEP1)				4,5			78,51
Hirsetransport, Dreiseitenkippanhänger 8t, 45 kW, (SEP2)				4,5			22,13
Hirse Verteilen und Walzen, Traktor, 5t, 45kW				4,5			22,17
Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden				0,0			0,09
4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1			0,91
Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0			12,74
Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	4,1	0,9	17,5	0,0	0,0	234,45
Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	4	0,9	17,5	0,0	0,0	234,45

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	139,97
	dito ohne sonstige Leistungen	-207,03
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	-94,48
	dito ohne sonstige Leistungen	-441,48
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	22,5
	Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)	0,0
DB/Akh eigen:	-4,20 €	

Tab. A7: Triticale Ganzpflanzensilage, Kleegrasnachsaat, 2003.

Ganzpflanzensilage - innerbetriebliche Nutzung als Viehfutter - Schlaggröße 1 ha

Produktionsverfahren (PV) :	Feldfutterbau	Ertrag GPS	Jahr:	2003
Kultur :	Ganzpflanzensilage	55 dt TM /ha		

Bruttoertrag (dt/ha):525 (SM)+450(WE)	55	Ø Ernte- und Gärverluste (Gew.-%) :	10
Gesamtverluste (% vom Bruttoertrag)	10	Ø Lagerverluste (Gew.-%) :	0
Nettoertrag in dt/ha	49,50	Ø sonstige Verluste (Gew.-%) :	0
Futterpreis (€ / dt)	0,00		

Leistungen	Art der Leistung	Bemerkungen	%	Menge (dt / ha)	€ / dt	€ / ha
		GPS	kein Verkauf, Nutzung als Viehfutter auf dem eigenen Betrieb,		49,50	0,00
		Fahrsilo auf Betriebsgelände				
	Summe Marktleistung					0,00
	sonst. Leistung	Ausgleichszahlung für Getreide in Hessen		347,00	€ / ha	347,00
	Summe sonstige Leistungen					347,00
	Gesamtleistung					347,00

Direktkosten	Kostenart	Bemerkungen	€ / ha
		nicht proportionale Direktkosten	
	Saatgut	Triticale: 160,0 kg / ha, bei 57 € / dt	91,20
	Saatgut	Klee gras kg / ha, bei € / dt	40,00
	Dünger	Anteil an der Erhaltungskalkung: 30 dt/ha à 3,00 €/dt für 3 Jahre	,
	Silofolie		30,00
	proportionale Direktkosten		
	Versicherung	in Hessen : 7,03 € je 1000 € Versicherungssumme, Wertansatz: 1000 € / ha	7,03
	Lohnkosten für		
	Fremd-AK	für Handhacke, Ansatz: 9,00 € / h Lohn (incl. Lohnnebenkosten) x 0 Akh	0,00
	(Summe proportionale Direktkosten)		7,03
	Summe der Direktkosten insgesamt		168,23

Triticale - Schlaggröße 1 ha Frankenhausen

	Zeitspannen / Akh pro ha						var. MK (€ /ha)	
	FB	HH	GE	HE	SH	Rest		
Arbeitsgänge, Akh- Bedarf und var. Maschinenkosten eigen und fremd	Eigene Arbeitsgänge und verwendete Maschinen							
	Pflügen Anbaudrehpflug, 3 Schare, 1,05m, 45 kW				2,8		35,35	
	2 x Eggen mit Kreiselegge 2,0m, 37 kw		1,6				32,10	
	Säen mit Sämaschine, 3m, 45kW				1,0		8,91	
	Mähen mit Kreiselmähwerk, 1,7m, 37kW		1,1				10,48	
	Zetten/Wenden mit Kreiselzettwender 3,5m, 37kW		0,6				7,74	
	Schwaden mit Kreiselschwader, 3,0m, 45kW		0,9				9,94	
	Anwelkgut Bergen, Ladewagen, 12m³, 1,7t, 45kW		3,2				31,30	
	Festfahren, Traktor, 37kW		3,2				4,16	
	Kalk ab Feld Streuen, 35t/h, Frontlader, 37 kW Laden				0,0		0,09	
	4,0t, Anhängerschleuderstreuer, 45kW				0,1		0,91	
	Stoppelgrubbern, 2 m, 45 kW				1,0		12,74	
	Summe Akh eigen und var. Maschinenkosten eigen	0,0	10,5	0,0	5,0	0,0	0,0	153,72
	Fremd-Akh und Fremdmaschinen							
Summe Akh fremd und var. Maschinenkosten fremd	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	
Summe Akh und var. Maschinenkosten gesamt	0,0	11	0,0	5,0	0,0	0,0	153,72	

Ergebnisse	Direktkostenfreie Leistung (DfL) in € / ha (Gesamtleistung - Direktkosten)	178,77
	dito ohne sonstige Leistungen	-168,23
	Deckungsbeitrag (€ / ha) (DfL - var. Maschinenkosten gesamt)	25,05
	dito ohne sonstige Leistungen	-321,95
	Arbeitskraftstunden eigen gesamt (Akh / ha)	15,5
	Arbeitskraftstunden fremd gesamt (Akh / ha)	0,0
DB/Akh eigen:	1,62 €	

Tab. A8: Fragebogen zur Betriebsevaluierung, Betriebe 1-6

Betrieb	1	2	3	4	5	6
	sdl. Baden-Württemberg	nord-westl. Niedersachsen	Ostwestfalen	nördl. Nordrhein-Westfalen	nördl. Mecklenburg-Vorpommern	nördl. Baden-Württemberg
LN (ha)	138	110	98	111 ha	1.149 ha	52 ha
Ackerfläche (ha)	70	55	50	47 ha	1.104 ha	46 ha
Viehbestand: Kühe	80	100	65	60	225	45
Nachzucht	100	100	62	80	225	87
Bio seit	1990	2001	2001	1981	1996	1973
Biomais seit	1990	2001	2001	1981	1996	1993
Jahresniederschlag	750 mm	630 mm	750 mm	700 mm	650 mm	600 mm
Temperaturmittel	7,8 °C	7-8 °C	7,9 °C	8 °C	8,3 °C	8 °C
Fruchtfolge:						
Vorfrucht	2 j. Klee gras (KG)	2 j. Klee gras	2 j. Klee gras	2 j. Klee-oder Luzernegras	1 j. KG	3 j. Luzerne
Nachfrucht	Winterweizen (W W)	Getreide	W W	W W/Sommerweizen	W W (Vermehrung)	W W W W/Dinkel
Anbausystem ZF=Zwischenfrucht; KG=Klee gras; LG=Landsberger Gemenge	Herbstfurche, keine ZF	Frühjahrsfurche	Winterfurche, teils ZF	KG bzw. LG über Winter, Frühjahrsfurche bei KG Ende Apr., bei LG Mitte Mai	Herbstfurche ohne ZF	z.T. ZF Senf Herbstfurche
Anbauumfang	6-8 ha	20 ha	8 ha	9 ha	41 ha	7 ha
Aussaatzeitpunkt	10. Mai	20.-25. Apr. 10.-12. Mai	Ende Apr./ Anf. Mai	Ende Apr. - Mitte Mai	Anfang Mai	Ende Apr. / Anf. Mai
Saatstärke	10 Kö/m ²	9 Kö/m ²	10-12 Kö/m ²	10 Kö/m ²	9 Kö/m ²	10 Kö./m ²

Saattiefe	6 cm (Vogelfraß)	6-8 cm	5 cm	(6-) 8 cm	5 cm	7-8 cm
N-Düngung je ha	105 kg über Gülle; 50-60 kg über Mist	105 kg über Gülle	105 kg über Gülle; z. T. 100 kg über Mist	90 kg über Gülle	120 kg über Gülle	210 kg über Gülle
Pflege	2 x Striegeln, 2 x Hacken (neu: Rotorhacke); selten Handhacke	2 x Striegeln 3 x Hacken	3 x Striegeln 2 x Hacken	1-2 x Striegeln 2 x Hacke + Striegel 1-2 x Rollhacke	1 x Striegeln 3 x Hacken (inkl. Häufeln)	2 x Striegeln 2 x Hacken z.T. Handhacke
Maissorten	Fiord 230	Romario, Oldham, Vivaldo	Oldham Justina	Monitor, Symphonie, Oldham	Justina, Symphonie	Sandra (Mercator)
Saatgut (konv./ökol.)	ökologisch	Romario: öko Rest konventionell	Oldham: konv. Justina: öko	50 % konv. 50 % öko	ökologisch	konv.
Erträge	80 % von konventionellen Erträgen	100-120 dt TM/ha	140 -150 dt TM/ha	110-120 dt TM/ha	135 dt TM/ha	130-150 dt TM/ha
Futterqualität	6,2-6,4 MJ NEL	6,6 MJ NEL	6,6 MJ NEL	6,3-6,6 MJ NEL	6,3 - 6,4 MJ NEL	6,2 MJ NEL
Hauptprobleme im Maisanbau	Vogelfraß, Unkraut	Unkraut, Vogelfraß	Unkraut	Unkraut, Vogelfraß	Unkraut, Frühjahrskälte und -nässe	Unkraut, Vogelfraß
Nmin-Werte kg/ha (0-90 cm) Sept./03	101	24	46	48	170	106

Tab. A9: Fragebogen zur Betriebsevaluierung, Betriebe 7-9			
Betrieb	7	8	9
	Westfalen	nord-west. Niedersachsen	Nord B.-W.
LN (ha)	35	198	65
Ackerfläche (ha)	16	68	44
Viehbestand: Kühe	24	75 Mutterkühe +	30
Nachzucht	10	Nachzucht (tot. 230 Tiere)	57
Bio seit	1986	1996	1997
Biomais seit	1992	1999	1997
Jahresniederschlag	720 mm	713 mm	680 mm
Temperaturmittel	8,9 °C	8,6 °C	8,5 °C
Fruchtfolge:			
Vorfrucht	W-Roggen	1 j. Klee gras o.	2 j. Luzerne, W W
Nachfrucht	2 j. Klee gras	Wintererbsen Stillegung o. S- Getreide	W-Gerste
Anbausystem	Frühjahrsfurche; ZF=Zwischen- frucht; KG=Klee gras; LG=Landsberger Gemenge	Frühjahrsfurche nach Winterbegrünung, Untersaat im Mais ; Direktsaat nach WE	ZF-LG oder WE, Nutzung und Frühjahrsfurche; abfrierende ZF, Winterfurche
Anbauumfang	2-3 ha	10 ha	4,5 ha

Aussaatzeitpunkt	Ende Apr/Anf Mai	Anfang Mai/ Ende Mai (nach WE)	Anfang- Mitte Mai
Saatstärke	9-10 Kö/m ²	9- 10 Kö/m ²	8-10 Kö/m ²
Saattiefe	6-8 cm	6 cm	5-6 cm
N-Düngung je ha	42 kg über Gülle; 140 kg über Mist	180 kg über Rottemist	150 kg über Mist 90 kg über Gülle
Pflege	2 x Striegeln, 1-2 x Hacken; 1 x Häufeln	2-3 x Striegeln; 2-3 x Hacken (mit Untersaat kombinieren); nach WE: 2-3 x Hacken	1 x Striegeln; 2 x Hacken, gezielter Handhackeneinsatz (Distelbekämpfung)
Maissorten	Justina, Symphonie	Palermo, Romario, Loft, Probat	Magister, Probat
Saatgut (konv./ökol.)	ökologisch	ökologisch; konventionell (Loft/Probat)	konventionell
Erträge	70-80 % von konventionellen Erträgen	110-120 dt TM/ha	70-200 dt TM/ha
Futterqualität	6,2- 6,4 MJ NEL	6,5 MJ NEL	6,2 - 6,5 MJ NEL
Hauptprobleme im Maisanbau	Vogelfraß	Unkraut (Melde)	Unkraut
Nmin-Werte	65	105	98