

Abschlussbericht

zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt
(514-43.10/03OE037)

Ökologischer Maisanbau auf suboptimalen Standorten

Einfluss variiertes Reihenweiten und Auswirkungen einer
Dammkultur auf die Ertrags- und Qualitätsleistungen des
Mais bei gleichzeitig variiertes Beikrautregulierung

Laufzeit: 01.04.2004 bis 31.12.2006

Berichtszeitraum: 01.04.2004 bis 31.12.2006

**Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)**

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Fachbereich Ökologischer Landbau

Armin Meyercordt

Markus Mücke

Impressum

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich Ökologischer Landbau
Johannsenstr. 10
30159 Hannover

Armin Meyercordt
Tel.: 0511/3665-1394
E-Mail: armin.meyercordt@lwk-niedersachsen.de

Markus Mücke
Tel.: 0511/3665-1378
E-Mail: markus.muecke@lwk-niedersachsen.de

Kurzfassung

Zur Entwicklung geeigneter Anbau- und Beikrautregulierungsstrategien im Ökologischen Maisanbau auf Flussmarsch-Standorten sind drei verschiedene Anbauverfahren im Zeitraum von 2004 bis 2006 geprüft worden. Neben der Standard-Variante mit 75 cm Reihenabstand wurde eine Engsaat-Variante mit 37,5 cm und eine Dammkultur-Variante mit 75 cm Reihenabstand miteinander verglichen. Zur Beikrautregulierung kamen Standardgeräte wie Striegel, Schar- und Rollhacke sowie ein praxisübliches Häufelgerät aus dem Kartoffelanbau zum Einsatz.

Im ersten Versuchsjahr 2004 wurde mit der Dammkultur neben einem deutlich verbesserten Pflanzenwachstum auch ein beachtlicher Mehrertrag von 30 % erzielt. Die Engsaat lag im Ertrag immerhin um 10 % über dem Standardanbauverfahren.

In den folgenden beiden Versuchsjahren kamen der Dammanbau und auch die Engsaat allerdings an ihre Grenzen.

In den folgenden Versuchsjahren 2005 und 2006 hatten die im Damm abgelegten Maiskörner häufig keinen ausreichenden Wasseranschluss aufgrund sehr trockener Bodenverhältnisse. Ausbleibende Niederschläge verschärften diese Situation. Die Folge war ein verzögerter und ungleichmäßiger Aufgang des Maises. Dadurch konnten deutliche Mehrerträge wie im ersten Versuchsjahr mit dem Dammanbau nicht mehr realisiert werden. Im Jahr 2005 führte Vogelfraß zu zusätzlichen Pflanzenausfällen, mit der Folge, dass die Ergebnisse der Dammkultur nicht auswertbar waren.

In allen drei Versuchsjahren kamen aber die Vorteile der Dammkultur in Bezug auf die Beikrautregulierung sehr deutlich zum Tragen. Die hervorragende verschüttende Wirkung der Häufelkörper erreichte zusätzlich auch innerhalb der Pflanzenreihen beachtliche Regulierungsergebnisse u.a. auch bei älteren Beikräutern.

Beim Engsaatverfahren missfiel der hohe Beikrautbesatz. Dadurch fiel in den letzten beiden Versuchsjahren 2005 und 2006 der Ertrag gegenüber dem Standardverfahren stets sehr deutlich ab. Ursache war der enorme Beikrautdruck innerhalb der Pflanzenreihen, da durch den engeren Reihenabstand doppelt soviel Pflanzenreihen auf dem Hektar stehen. Da mit der Scharhacke innerhalb der Pflanzenreihen eine Regulierung der Beikräuter ausscheidet, bleibt so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil bei der Beikrautregulierung unbearbeitet. Dieses Anbauverfahren ist deshalb für den Maisanbau unter ökologischen Anbaubedingungen nicht geeignet.

Abstract

The aim of the study was to develop an adapted tillage and weed control system for organic maize cultivation on marshland. Therefore three tillage systems were proved in a three-year-period (2004-2006).

Three different ways were compared with each other:

- 1) standard-variant tillage system with 75 cm row width,
- 2) close-sowing tillage system with 37,5 cm row width and
- 3) ridge-tillage system with 75 cm row width.

The following soil cultivation implements were used for weed control: weeding harrow, conventional share hoe, rolling hoe and ridging hiller, well-known from potato cultivation.

Even in 2004, the first year field experiments were carried out the ridge-tillage system has positive effects on plant growth, which led to significant yield increases (30 %). The yields of the close-sowing tillage system were 10 % above the standard-variant tillage system. But in the following two years (2005 and 2006) both ridge-tillage and close-sowing tillage system showed no more increase of yields.

The experiment showed that the water supply in the dams was low. As a direct consequence it could be seen, that the maize kernel did not have enough water for seedgermination. Prevalent dry weather conditions exacerbated the situation and consequently caused a growth depression. In 2005 bird feeding resulted in high crop damages and plant losses. Due to these facts the data thus obtained could not be analysed.

In every year field experiments were carried out the advantages of the ridge-tillage system could be seen in its positive effects on weed control. The implement scooped up the surrounding earth. Thus it appears that mounded soil has a significant impact on weed control (reduction in weed).

In contrast, the close-sowing tillage system in combination with a conventional share hoe is characterized by high density of weed and low maize yields (2005 and 2006). Simply because the conventional share hoe has problems with the elimination of weed in small rows per hectare, a larger portion of the field remains untreated. It is to be pointed out, that this soil cultivation implement is inapplicable for maize cultivation under organic conditions.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	II
Abstract.....	III
1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	1
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung	1
1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde	2
1.4 Arbeitsplan 2004-2006	2
1.4.1 Abweichungen vom Arbeitsplan 2004	3
1.4.2 Abweichungen vom Arbeitsplan 2005	3
2 Material und Methoden.....	3
2.1 Standortdaten	3
2.2 Versuchsanlage.....	5
3 Ergebnisse	6
3.1 Ergebnisse - Versuchsjahr 2004	6
3.1.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen.....	6
3.1.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse	8
3.1.3 Beikrautregulierung	9
3.2 Ergebnisse Versuchsjahr 2005	11
3.2.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen.....	11
3.2.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse	12
3.2.3 Beikrautregulierung	14
3.3 Ergebnisse Versuchsjahr 2006	16
3.3.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen.....	16
3.3.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse	16
3.3.3 Beikrautregulierung	17
4 Gesamtbetrachtung des dreijährigen Versuchszeitraumes.....	21
4.1 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau.....	23
4.2 Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	23
5 Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	25
6 Zusammenfassung.....	26
7 Ursprünglich geplante und erreichte Ziele.....	27
8 Literatur	28
9 Anhang	28

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

1.1 Problemstellung

Auch Bio-Kühe brauchen Energie. Mehr als mit jeder anderen Kultur kann man mit Mais ein energiereiches Grundfutter bereitstellen. Allerdings sind seine Ansprüche an Standort und Klima – besonders unter biologischen Anbaubedingungen – beträchtlich und lassen sich keineswegs leicht erfüllen.

In Niedersachsen wirtschaftet ein nicht unerheblicher Teil der Bio-Milchviehbetriebe auf Marschstandorten. Das Gros der niedersächsischen Marschen befindet sich in Küstennähe und entlang von Weser und Elbe, also im nördlichen Niedersachsen. Hier stößt der Maisanbau vielfach bereits an seine natürlichen klimatischen Grenzen. Die bindigen Böden tragen zusätzlich dazu bei, dass der Silomaisanbau in der Praxis nur schwer zu etablieren ist. Die Marschböden sind im Frühjahr häufig erst spät befahrbar und erwärmen sich außerordentlich langsam. Daher setzt die für den ökologischen Landbau essenzielle Mineralisation der organisch gebundenen N-Vorräte im Boden nur zögerlich ein. Der Mais ist besonders in der Jugendentwicklung sehr wärmebedürftig, die niedersächsischen Bedingungen bringen daher häufig Auflaufverzögerungen und Wachstumsstillstand mit. Dann sind Schädlingsfraß z. B. durch Drahtwürmer und/oder erhöhte Beikrautkonkurrenz die Folge. Nicht nur die unzureichende N-Versorgung sondern auch der häufig hohe Beikrautdruck auf den Marschböden sind weitere Hürden. Auch auf Niedermoorstandorten und Flächen mit anmoorigem Charakter und Stauzonen im Untergrund hat der Landwirt mit erheblichem Krautdruck zu kämpfen. Regulierungsmaßnahmen sind extrem witterungs- und standortabhängig und erschweren den Maisanbau erheblich.

1.2 Zielsetzung

Ziel ist es, geeignete, an die geschilderten Standortbedingungen angepasste Anbaustrategien zu entwickeln und damit den Bio-Maisanbau in grünlandbetonten Marschbetrieben zu etablieren.

Aus den Vorüberlegungen ergaben sich drei Anforderungen an ein geeignetes Anbausystem. Es soll

1. den Mineralisationsbeginn und die Jugendentwicklung durch eine raschere Erwärmung des Saatbetts beschleunigen,
2. die Beikrautkonkurrenz verringern,
3. einfache und preiswerte Technik zum Einsatz kommen.

Vor diesem Hintergrund rückte der Maisanbau auf Dämmen in den Mittelpunkt. Im Kartoffel-, Möhren- und Feingemüseanbau wird eine Dammkultur bereits erfolgreich praktiziert. Inwieweit sich die positiven Erfahrungen auch auf den Silomaisanbau übertragen lassen, soll geprüft werden. Die Dammkultur könnte dem Mais nahezu ideale Bedingungen bieten, da u.a. der Luft- bzw. Wasserhaushalt, die Stickstoffmineralisierung und auch ein rasches Abtrocknen nach Niederschlägen begünstigt werden. Auch die mechanische Beikrautregulierung lässt sich möglicherweise effektiver und rationeller gestalten, da ausgereifte, kostengünstige Technik aus dem Kartoffelanbau bereits zur Verfügung steht.

Als weitere Variante soll der Einfluss verringerter Reihenweiten mit 37,5 cm geprüft werden. Zu diesem Engsaatverfahren existieren bereits technische Lösungen aus dem konventionellen Anbau auf dem Markt. Reihenunabhängige Erntetechnik und entsprechende Sägeräte mit geringeren Reihenweiten erlauben eine verbesserte Standraumverteilung der Einzelpflanzen. Im konventionellen Anbau bringt das Verfahren teilweise höhere Erträge und nutzt die vorhandenen Nährstoffe besser aus. Der Versuch soll prüfen, ob diese Ergebnisse auf den ökologischen Anbau übertragbar sind.

1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

1) Im Verlauf der Projektphase sind für das Vorhaben relevante Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden. In Dänemark sind am Danish Research Centre for Organic Farming ebenfalls Versuche zum Maisanbau auf Dämmen durchgeführt worden, allerdings auf einem leichteren Standort. Verglichen wurde dort der Dammanbau mit der 75 cm Standardsaat. Für das Dammverfahren kam ein speziell entwickeltes Sägerät zum Einsatz. Der Dammanbau erzielte gegenüber dem Standardanbauverfahren einen um 60 % höheren Trockenmasseertrag. Die Ergebnisse zu dem dänischen Vorhaben sind im Internet unter <http://www.darcof.dk/enews/mar05/> veröffentlicht.

2) Am Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft in Brandenburg wurden von 1998 bis 2002 Versuche zur Mais-Dammkultur durchgeführt. Die Aussaat erfolgte allerdings nicht auf Dämmen, sondern praxisüblich mit 75 cm Reihenabstand nach dem Standardverfahren. Der Mais wurde erst ab einer Wuchshöhe von ca. 50 cm erstmalig mit einem Kartoffelhäufelgerät angehäufelt. Ertragshöhe und Beikrautregulierung wurden dadurch auf diesem sehr leichten Standort positiv beeinflusst (ZIMMER UND HANFF 2002).

1.4 Arbeitsplan 2004-2006

- Januar bis April – Versuchsvorarbeiten: Entnahme von Bodenproben, Düngungsmaßnahmen und Grundbodenbearbeitung,
- Ende April/Anfang Mai (je nach Witterung): Anlage und Aussaat des Versuches,
- Mai bis Ende Juni: Beikrautregulierungsmaßnahmen und Bonituren,
- Oktober: Ernte und Qualitätsbestimmung,
- November bis Dezember: Auswertung und Bericht.

1.4.1 Abweichungen vom Arbeitsplan 2004

Die laut Arbeitsplan vorgesehenen Arbeitsschritte zur Umsetzung des Versuchs konnten im ersten Versuchsjahr 2004, bis auf wenige Veränderungen, durchgeführt werden. Folgende Abweichungen traten ein:

- Der Ursprünglich vorgesehenen Versuchsstandort in der Elbmarsch, südlich von Hamburg, stand zum Versuchsbeginn nicht mehr zur Verfügung. Stattdessen konnte ein Standort am Rande der Elbmarsch im Landkreis Cuxhaven gefunden werden. Die Versuchsfläche gehört zum Demeter-Betrieb Storchenhof der Familie Matthes in Hemmoor. Der Betrieb wird seit rund 14 Jahren ökologisch, mit den Schwerpunkten Milchviehhaltung und Futterbau, bewirtschaftet.
- Die Aussaat des Maises konnte nicht, wie geplant, Ende April erfolgen, da Technikbeschaffung und unbeständige Witterung die Aussaat (am 13. Mai 2004) verzögerten.

1.4.2 Abweichungen vom Arbeitsplan 2005

Die laut Arbeitsplan vorgesehenen Arbeitsschritte zur Umsetzung des Versuchs konnten im zweiten Versuchsjahr 2005, bis auf wenige Veränderungen, durchgeführt werden. Folgende Abweichung trat ein:

- Die Aussaat des Maises konnte auch im zweiten Versuchsjahr nicht, wie geplant, Ende April/Anfang Mai erfolgen. Nach einem ersten Aussaatversuch am 2. Mai, der aufgrund ungünstiger Bodenverhältnisse abgebrochen werden musste, gelang die Aussaat erst am 14. Mai 2005.

2 Material und Methoden

2.1 Standortdaten

Die Praxisflächen, die im dreijährigen Versuchszeitraum für die Versuche zur Verfügung standen, unterlagen bereits seit mehreren Jahren der ökologischen Ackernutzung. Es handelte sich jeweils um einen tonigen Lehm. Als Vorfrucht stand, mit Ausnahme im Jahr 2006, 2-jähriges Klee gras. Mit durchschnittlich 5,6 lag der pH-Wert auf den Versuchsflächen auf einem sehr niedrigen Niveau, ist aber als nicht untypisch für Praxisflächen in der Region anzusehen. Ziel für Ackerflächen auf einem solchen Standort ist pH 6,8 bis 7,0. In jedem Versuchsjahr erfolgte vor der Mais-Bestellung eine Kalkgabe. Die Standortdaten der drei Versuchsjahre sind in der Tabelle 1 auf der folgenden Seite zusammengefasst dargestellt.

Tab. 2: Standortdaten

	2004	2005	2006
Versuchsstandort	Betrieb Matthes/Hemmoor, Landkreis. Cuxhaven		
Höhe über NN / m	2	2	2
Bodentyp	Braunerde-Pseudogley	Braunerde-Pseudogley	Braunerde-Pseudogley
Niederschlag (mm)	655	655	655
Bodenart	toniger Lehm	toniger Lehm	toniger Lehm
Bodenwertzahl	57	55	55
Vorfrucht	Klee gras	Klee gras	Winterweizen
Vorvorfrucht	Klee gras	Klee gras	Winterweizen
Bodenbearbeitung	Pflug (19. April)	Pflug (18. April)	Pflug (12. Februar)
Aussaat am	13.05.2004	14.05.2005	11.05.2006
Pflanzen/qm	9	9	9
Sorte	Justina (S 210)	Justina (S 210)	Justina (S 210)
Versuchsernte am	22.10.2004	20.10.2005	22.10.2006
Bodenuntersuchung:	Probenahme: 04.04.2004	Probenahme: 15.04.2005	Probenahme: 23.03.2006
pH-Wert	5,2	5,8	5,7
P (mg P/100 g Boden)	3 (B)	5 (C)	7 (C)
K (mg K/100 g Boden)	10 (B)	29 (D)	44 (E)
Mg (mg Mg/100 g Boden)	23 (E)	22 (E)	17 (E)
Organische Düngung:			
Art/Menge	Rindermist, 6 t/ha Rinderjauche, 16 m³/ha	Rindermist, 6,5 t/ha	Mistkompost, 1 t/ha Rindermist, 3 t/ha
Kalkdüngung:	20 dt/ha Kohls. Kalk	25 dt/ha Kohls. Kalk	27 dt/ha Kohls. Kalk

2.2 Versuchsanlage

Insgesamt drei Varianten wurden in dem Vorhaben geprüft. Neben der praxisüblichen Aussaat mit 75 cm Reihenabstand – nachfolgend als Standardverfahren bezeichnet - ist eine Mais-Dammkultur mit 75 cm Reihenabstand und eine Mais-Engsaat mit 37,5 cm Reihenabstand angelegt worden. Die Anlage der Varianten erfolgte in vierfacher Wiederholung. Weitere Versuchsdaten sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Versuchsanlage und -Varianten

Nr.	Anbauverfahren	Beikrautregulierungstechnik
1	Standard mit 75 cm Reihenabstand	Striegel, Rollhacke u. Scharhacke
2	Dammanbau mit 75 cm Reihenabstand	Striegel und Häufelgerät
3	Engsaat mit 37,5 cm Reihenabstand	Striegel und Scharhacke
Wiederholungen: 4		
Parzellengröße: Brutto: 3,0 m x 8,0 m = 24 m ² Netto: 1,5 m x 6,0 m = 9 m ²		
Ernte: Kernparzellen (2 Reihen) mit Parzellenmaishäcksler		

Zur Grundbodenbearbeitung kam bei allen drei Varianten der Pflug zum Einsatz. Die Aussaat des Versuches erfolgte mit einer für Versuchsanstellungen umgebauten Praxissämaschine, die sowohl 4-reihig bei 75 cm Reihenabstand oder auch 8-reihig bei 37,5 cm Reihenabstand eingesetzt werden konnte.

Für die Anlage und Pflege der Dammkultur wurde ein vierreihiges Kartoffelhäufelgerät mit abnehmbaren Dammformblechen eingesetzt. Dieses Gerät der Firma Grimme, aus dem niedersächsischen Damme, stand für den gesamten 3-jährigen Versuchszeitraum zur Verfügung. Die Aussaat in der Dammvariante erfolgte in einem separaten Arbeitsgang kurz nach dem Häufeln direkt auf dem Damm mit dem oben beschriebenen Sägerät.

Die Beikrautregulierungsmaßnahmen wurden auf die einzelnen Anbauverfahren entsprechend abgestimmt (Tabelle 2). Der Einsatz der Technik erfolgte aber flexibel, d.h. Witterung, Beikraut- und Maisentwicklung bestimmten Einsatzzeitpunkt und Häufigkeit der Beikrautregulierungsmaßnahmen. Zur Beikrautregulierung standen Striegel, Scharhacke, Rollhacke und das Häufelgerät zur Verfügung.

Vegetationsbegleitende Untersuchungen und Bonituren:

- Aufgang und Jugendentwicklung,
- Beikrautregulierende Wirkung der Prüf-Varianten,
- Kulturpflanzenverluste durch die Regulierungsmaßnahmen,
- Datum Reihenschluss,
- Ertragsermittlung und Qualitätsbewertung mit Hilfe von der Nah-Infra-Rot-Spektroskopie (NIRS-Methode) auf Rohproteingehalt, Energiegehalt, und Stärkegehalt).

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse - Versuchsjahr 2004

3.1.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen

Der Marschboden war im ersten Versuchsjahr in einem sehr garen, d.h. lockeren und nicht zu feuchten Zustand, so dass das Anhäufeln in der Dammvariante, die Aussaat auf dem Damm, sowie auch in den übrigen beiden Varianten mit der vorhandenen Technik störungsfrei durchgeführt werden konnte.



Abb. 1: Anlage der Dämme vor der Saat

Das in der Dammkultur eingesetzte Häufelgerät war mit einem Dammformblech ausgerüstet, wodurch ein stabiler und voluminöser Dammaufbau gewährleistet wurde (Abbildung 1). Nicht verhindern ließ sich, dass die Dammkrone durch das folgende Sägerät wieder leicht heruntergedrückt wurde. Die eigentliche Dammstruktur blieb aber weitestgehend erhaltend (Abbildung 2).

Die Aussaat konnte allerdings witterungsbedingt erst am 13. Mai 2004 durchgeführt werden. Danach verzögerte kühl-trockene Witterung den Pflanzenaufgang, der erst zur Monatswende Mai/Juni begann. Zwischen den Varianten gab es hinsichtlich des Zeitpunktes des Pflanzenaufganges keine Unterschiede. Insbesondere bei der Dammkultur konnte kein schnellerer Aufgang der Pflanzen festgestellt werden. Auch der Juni blieb



Abb. 2: Maisaussaat auf Dämmen

vergleichsweise kühl, wodurch das Wachstum des Mais im Versuch beeinträchtigt wurde. Unter solchen Witterungsbedingungen reagiert der Mais in der Regel sehr empfindlich. Bei kühlen Bodenverhältnissen ist der Mais nicht in der Lage ausreichend Phosphat aus dem Boden aufzunehmen. Die Folge ist weitestgehender Wachstumsstillstand in Verbindung mit rot-violetter Anthozyanverfärbung der älteren Blätter. Im Versuch waren davon sehr deutlich die Standardvariante sowie auch die Engsaatvariante betroffen. Die Maispflanzen in der Dammkulturvariante zeigten

dagegen nur eine geringfügige Anthozyanverfärbung und der Wachstumsvorsprung war auffällig größer. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen das sehr anschaulich. Diese Beobachtungen weisen offensichtlich auf eine schnellere Bodenerwärmung und damit bessere Nährstoffverfügbarkeit insbesondere von Phosphor und Stickstoff im Damm hin.



Abb. 3: 75 cm-Standardsaat mit deutlicher Anthozyanverfärbung aufgrund eingeschränkter Phosphat-Verfügbarkeit



Abb. 4: 75 cm-Dammkultur mit sehr geringer Anthozyanverfärbung aufgrund guter Phosphat-Verfügbarkeit

Im Juli führte die warme und niederschlagsreiche Witterung zu einem zügigeren Wachstum bei allen Varianten. Dennoch blieb der Wachstumsvorsprung der Dammkultur gegenüber den anderen zwei Varianten im weiteren Wachstumsverlauf bestehen (Abbildung 5). Allerdings konnte auch die Engsaatvariante mit zunehmender Erwärmung die Standardvariante in der Wuchshöhe überholen. Vermutlich hat hier die bessere Standraumverteilung zu einer höheren Nährstoffaufnahme geführt. Der Reihenschluss war bei der Engsaatvariante zudem etwa 10 Tage früher.



Abb. 5: Versuchsanlage am 5. August 2004; Links: Engsaat, Mitte: Standardsaat, Rechts: Dammkultur

3.1.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse

Im ersten Versuchsjahr spiegelten sich die unter 3.1.1 beschriebenen positiven Pflanzentwicklungen bei der Dammkultur auch in den Ertragsleistungen wieder (Tabelle 3). Von den drei geprüften Anbauverfahren erzielte das Dammverfahren mit 30 % Mehrertrag gegenüber der Standardvariante das mit Abstand beste Ergebnis. Ein sehr eindeutiges Resultat, das Parallelen zu den dänischen Ergebnissen (s. 1.3) erkennen lässt.

Auch die Engsaat schnitt mit 10 % Mehrertrag gegenüber der Standardvariante besser ab, kommt aber an das Niveau der Dammkultur nicht heran. Auch beim Energie- und Stärkeertrag hatte die Dammkultur mit Abstand die Nase vorn, gefolgt von der Engsaat-Variante.

Tab. 3: Erträge 2004 (relativer Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte cm	Pflanzen/Parzelle (absolut)
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha		
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100	100	100	81
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	105	130	129	127	115	81
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	105	110	111	111	104	82
Standardmittel absolut	24,4	68,3	41,2	18,2	205,8	81

Tab. 4: Futterqualitäten 2004 (relativer Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	97	102	98
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	100	104	100
Standard absolut	26,5	8,3	10,2

Bei den Futterqualitäten (Tabelle 4) konnten zwischen den Varianten keine so deutlichen Unterschiede festgestellt werden. Lediglich die Engsaat schnitt beim Rohproteingehalt tendenziell besser ab, was auf eine höhere Nährstoffausnutzung aufgrund der besseren Standraumverteilung schließen lässt.

3.1.3 Beikrautregulierung

Der Beikrautdruck bewegte sich auf der Versuchsfläche auf niedrigem Niveau. Die Witterung ließ erfreulicherweise ausreichend günstige Zeiträume für die einzelnen Regulierungsmaßnahmen zu, die in den Tabellen 5 und 6 aufgeführt sind.

Tabelle 5 Beikrautverhältnisse und Regulierungsmaßnahmen 2004

Termin 2004	Mais-Stadium (BBCH-Code)	Maßnahme	Variante 1 Standard	Variante 2 Dammanbau	Variante 3 Engsaat
19.05.	03	Blindstriegeln	x		x
19.05.	03	Anhäufeln		x	
26.05.	07-09	Striegeln zum Aufgang	x	x	x
29.06.	15	Striegeln		x	
29.06.	15	Scharhacke	x		x
23.07.	20	Scharhacke	x		
23.07.	20	Rollhacke			x
23.07.	20	Anhäufeln		x	
Beikrautzusammensetzung: 90 % Vogelmiere 5 % Landwasserknöterich 3 % Weidelgras 2 % Erdrauch					

Das Blindstriegeln nach der Saat in den Varianten Standard und Engsaat führte zu guten Regulierungsergebnissen und zu keinerlei Kulturpflanzenverlusten. Beim zweiten Striegeleinsatz zum Aufgang des Maises traten dagegen durchschnittlich 3 % Maisverluste auf. Die folgenden Einsätze mit der Scharhacke, bzw. der Rollhacke hinterließen keine Verluste bei den Maispflanzen.

Die Dammkultur wurde eine Woche nach der Saat angehäufelt. Ziel dieser Maßnahme war es, erste auflaufende Beikräuter zu verschütten und den vom Sägerät leicht heruntergedrückten Damm wieder neu aufzubauen. Das Saatkorn lag nach dieser Maßnahme etwa 6 bis 7 cm tief im Boden. Eine Woche später wurde die Dammkrone flach gestriegelt. Dabei sind etwa 1 bis 2 cm vom Damm wieder heruntergestriegelt worden. Damit hatte das Saatkorn wieder die angestrebte Tiefe von rund 5 cm. Zu diesem Zeitpunkt befand sich der Mais bereits kurz vor dem Auflaufen. Die Pflanzenverluste lagen nach dieser Maßnahme mit 4 % auf einem akzeptablen Niveau.

Zum Zeitpunkt des 5-Blattstadiums (EC 15) ist aufgrund des sehr geringen Beikrautdrucks auf ein Anhäufeln verzichtet worden. Stattdessen kam ein weiteres Mal der Hackstriegel zum Einsatz, um zumindest die Beikräuter auf der Dammkrone zu regulieren.

Tab. 6: Kulturpflanzenverluste und Wirkungsgrad durch die Regulierungsmaßnahmen 2004

Maßnahme	Kulturpflanzenverluste %			Reduktion der Beikräuter nach den jeweiligen Maßnahmen um ...%		
	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm- bau	Var. 3 Engsaat	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm- anbau	Var. 3 Engsaat
Blindstriegeln	keine Verluste	-	keine Verluste	17 %	-	22 %
Anhäufeln	-	keine Verluste	-	-	100 %	-
Striegeln zum Aufgang	durchschnittlich 3 %			11 %	19 %	13 %
Striegeln	-	4 %	-	-	10 %	-
Scharhacke	keine Verluste	-	keine Verluste	38 %	-	19 %
Scharhacke	-	-	keine Verluste	-	-	17 %
Rollhacke	keine Verluste	-	-	57 %	-	-
Anhäufeln	-	1 %	-	-	94 %	-
Rest-Beikrautbesatz nach den Regulierungs- einsätzen (Pflanzen/m²):				27	9	43

Erst bei einer Maishöhe von rund 50 cm (EC 20) wurde der Damm-Mais noch einmal angehäufelt. Das Dammformblech wurde dazu selbstverständlich abmontiert. Es war zugleich die Abschlussmaßnahme, da die Rahmenhöhe des Häufelgerätes hier Grenzen setzte. Der Regulierungserfolg innerhalb der Maisreihe lag hier mit 94 % auf einem sehr hohen Niveau. Das Verschütten oder Umdrücken von Maispflanzen war nach diesem Durchgang mit 1 % gering. Der verbleibende Beikrautbesatz nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen war in der Dammkultur mit Abstand am geringsten. Die Rollhacke, die in der Standardvariante als Abschlussmaßnahme eingesetzt wurde, erreichte mit ihrer häufelnden Wirkung bei weitem nicht die sehr gute verschüttende Wirkung des Häufelgerätes.

Den tendenziell höchsten Beikrautbesatz nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen hinterließ die Engsaat. Dieser stärkere Besatz resultiert aus der höheren Anzahl von Maisreihen je Hektar wodurch zwangsläufig ein größerer Flächenbereich von der Scharhacke nicht erfasst wurde.

3.2 Ergebnisse Versuchsjahr 2005

3.2.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen

Die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug erfolgte im 2. Versuchsjahr 2005 auf der Versuchsfläche am 20. April. Die Pflugfurche hinterließ eine vergleichsweise grobschollige Ackerfläche, was einen höheren Aufwand bei der Saatbettbereitung mit der Kreiselegge erforderlich machte. Diese Bedingungen überraschten nicht sonderlich, da der vorausgegangene Winter ausgesprochen mild war. Vergleichsweise kurze und schwach ausgeprägte Nachtfrostphasen konnten sich so kaum positiv auf die Bodenstruktur auswirken.



Abb. 6: 1. Häufelversuch - für die Dammkultur war der Boden noch nicht ausreichend abgetrocknet und krümelig (Aufnahme: 2.5.05)

Der erste Aussaatversuch wurde am 2. Mai 2005 unternommen. Es stellte sich allerdings heraus, dass für die Dammkultur der Boden noch nicht ausreichend abgetrocknet und krümelig war. Um für die Dammkultur einen großvolumigen Dammaufbau zu realisieren, ist eine ausreichende Menge an Boden erforderlich. Dazu muss mit dem Häufelgerät eine Mindestarbeitstiefe von etwa 8 - 10 cm eingehalten werden. Der Boden war dagegen erst bis etwa 5 cm in einem ausreichenden lockeren und krümeligen

Zustand. Beim Einsatz des Häufelgerätes wurde deshalb zu feuchter und grobscholliger Boden an die Bodenoberfläche befördert, so dass kein befriedigender Dammaufbau möglich war (s. Abbildung 6). Die Aussaat musste abgebrochen werden. Die Aussaat der ebenerdigen Standard- bzw. Engsaatvarianten wäre zu diesem Zeitpunkt durchführbar gewesen, hätte aber eine Vergleichbarkeit der Varianten untereinander nicht mehr gewährleistet.

Rund 14 Tage später, am 14. Mai 2005, ließen die Bodenverhältnisse dann den Dammaufbau und die Maisaussaat zu. Der Boden war allerdings zu diesem Zeitpunkt deutlich abgetrocknet und immer noch vergleichsweise grobkrümelig. Die Aussaatiefe betrug in allen Varianten rund 6 cm.

Die kühle und trockene Witterung hielt auch nach der Aussaat weiter an. Eine merkliche Erwärmung mit gelegentlichen Niederschlägen trat erst Mitte Juni ein. Aufgrund dieser, für den Mais, ungünstigen Bedingungen begann der Pflanzenaufgang sehr verhalten erst 12 Tage nach der Aussaat. Auffällig war, dass der Mais in der Standard- und Engsaatvariante aufgrund des besseren Bodenschlusses etwa 2 Tage früher und deutlich gleichmäßiger aufstieg als gegenüber dem Damm-Mais. Bei dieser Variante war der Pflanzenaufgang ausgesprochen

ungleichmäßig. Im weiteren Wachstumsverlauf befanden sich einzelne Maispflanzen teilweise bereits im Zwei-Blattstadium, während andere erst aufzulaufen begannen. Ursache war ein unzureichender Wasseranschluss des Saatkorns im Damm. Die mehrmalige Saatbettbereitung mit der Kreiselegge aufgrund des grobscholligen Ackers und die, für den Standort sehr untypische niederschlagsarme Witterung im gesamten Monat Mai und in den ersten beiden Juni-Wochen, ließen den Oberboden zu sehr austrocknen. Durch das Häufelgerät wurden dann vor allem aus dem trockenen Oberboden die Dämme geformt. Es fehlte der, für eine rasche Keimung, notwendige Bodenschluss.

Im weiteren Verlauf stellten sich zudem auch noch Schäden durch Vogelfraß ein. In erster Linie wurden Tauben beobachtet die vorrangig den Damm-Mais bevorzugten. Mehrere Gründe dürften dafür ursächlich sein:

- Die jungen Pflanzen ließen sich in dem lockeren Dammmaterial besser herausziehen,
- Die Dämme boten den Tieren möglicherweise mehr Schutz,
- Der ungleichmäßige Auflauf bot über einen längeren Zeitraum den Tieren Pflanzen im idealen Entwicklungsstadium.

Die Pflanzenausfälle durch den Vogelfraß waren partiell erheblich. Um solche Vorkommnisse auszugleichen werden prinzipiell die Varianten mit 150 % der vorgesehenen Aussaatstärke ausgesät. Nach Erreichen des Vierblattstadiums – Vogelfraß ist dann kaum noch zu erwarten – wird mit dem Vereinzeln begonnen, um in den Parzellen vergleichbare Bestandesdichten zu haben. Allerdings waren die Pflanzenverluste durch den Vogelfraß in der Damm-Variante so groß, dass gegenüber den beiden Vergleichsvarianten im Schnitt der Wiederholungen rund 12% weniger Pflanzen auf den Dammparzellen aufwuchsen (s. Tabelle 7).

Erst etwa ab Mitte Juni stiegen die Temperaturen deutlich an und die Niederschläge fielen ergiebiger aus, so dass in allen Varianten ein zügigeres Wachstum zu beobachten war. Allerdings konnte der Damm-Mais seinen Entwicklungsrückstand zu den beiden anderen Anbauverfahren zunächst nicht aufholen. Erst das letztmalige Anhäufeln Mitte Juli bewirkte, unterstützt durch sich anschließende sehr warme Witterung, noch einen Wachstumsschub. Dennoch vermochte die Dammkultur den Rückstand zu den beiden anderen Anbauverfahren nicht mehr vollends aufzuholen. Die Pflanzenlänge (Tabelle 7) fiel deutlich geringer aus.

Zu diesem Zeitpunkt zeigten sich auch zwischen der Standardvariante und der Engsaat visuelle Unterschiede. Bei der Engsaat trat der Reihenschluss erwartungsgemäß etwa 10 bis 12 Tage früher ein. Außerdem fiel tendenziell eine dunklere Blattfärbung auf. Vermutlich hatte hier die bessere Standraumverteilung zu einer höheren Nährstoffaufnahme geführt.

3.2.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse

Aufgrund der bereits unter 3.2.1 angesprochenen Pflanzenausfälle durch Vogelfraß und trockenheitsbedingten ungleichmäßigen Aufgangs bei der Dammkultur, konnten die Ergebnisse dieser Variante aus 2005 für eine gesicherte Aussage leider nicht herangezogen werden. Die Ausfälle in der Dammvariante waren zu groß, so dass

eine Vergleichbarkeit nicht mehr gegeben war. Statt rund 81 Pflanzen/Parzelle in den übrigen Varianten waren durchschnittlich nur 73 Pflanzen/Parzelle vorhanden (Tabelle 7). Somit können in 2005 nur die Standard- und Engsaatvariante miteinander verglichen werden.

Die Engsaat schnitt im Trockenmasseertrag gegenüber der Standardvariante um rund 10 % schlechter ab. In 2004 konnte mit der Engsaat dagegen noch ein Mehrertrag von 10 % erzielt werden. Vermutlich hat in diesem Jahr der höhere Beikrautdruck innerhalb der Pflanzenreihen zu diesem Ertragsrückgang beigetragen.

Tab. 7: Erträge 2005 (relativer Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte cm	Pflanzen/Parzelle (absolut)
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha		
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100	100	100	81
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	*	*	*	*	*	73!*
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	91	91	91	84,3	96	82
Standardmittel absolut	30,3	96,4	65,7	27,0	227,5	81

* Aufgrund zu hoher Pflanzenausfälle konnte die Variante 2 nicht ausgewertet werden!

Auffällig waren auch die unterschiedlichen Trockenmassegehalte zwischen den beiden Anbauverfahren. Die Standardvariante hatte zum Erntezeitpunkt am 20. Oktober 2005 einen optimalen TM-Gehalt von rund 30 % erreicht. Dagegen lag die Engsaat mit rund 27 % noch darunter. Somit war bei dieser Variante der optimale Erntezeitpunkt noch nicht ganz erreicht. Die vermutlich bessere Nährstoffausnutzung, aufgrund der günstigen Standraumverteilung der Engsaat machten sich hier möglicherweise bemerkbar.

Tab. 8: Futterqualitäten 2005 (relativer Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	*	*	*
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	93	106	100
Standard absolut	28,1	6,8	6,8

* Aufgrund zu hoher Pflanzenausfälle konnte die Variante 2 nicht ausgewertet werden!

Bei den Futterqualitäten (Tabelle 8) traten auffällige Unterschiede zwischen den Anbauverfahren 1 und 3 beim Stärkegehalt auf. Gegenüber der Standardvariante fielen die Werte bei der Engsaat um 7 % ab.

Beim Rohproteingehalt schnitt dagegen die Engsaat um rund 5 % besser ab. Dies lässt auf einen späteren Nährstoffschub und daraus resultierend auf eine Verzögerung der Abreife schließen.

3.2.3 Beikrautregulierung

Die Beikrautverhältnisse auf der Versuchsfläche und die Beikrautregulierungsmaßnahmen der einzelnen Varianten sind in Tabelle 9 aufgeführt. Insgesamt fällt auf, dass nur verhältnismäßig wenige Maßnahmen durchgeführt wurden. Der Beikrautdruck bewegte sich auf einem mittleren Niveau. Es dominierten auf der Fläche Vogelmiere und Taubnessel. Durch die anhaltende trockene Witterung blieb ein stärkerer Beikrautdruck aus. Dadurch konnten die vorhandenen Beikräuter in fast allen Varianten aber gut unter Kontrolle gehalten werden.

Tab. 9: Beikrautverhältnisse und Regulierungsmaßnahmen 2005

Termin 2005	Mais-Stadium (BBCH-Code)	Maßnahme	Variante 1 Standard	Variante 2 Dammanbau	Variante 3 Engsaat
24.05.	03	Blindstriegeln	x	x	x
09.06.	12-13	Striegeln	x		x
30.06.	32	Scharhacke			x
30.06.	32	Rollhacke	x		x
19.07.	35	Anhäufeln		x	
Beikrautzusammensetzung:		62 % Taubnessel 23 % Vogelmiere 6 % Ackerfuchsschwanz 5 % Landwasserknöterich 4 % Sonstige			

Wie die einzelnen Maßnahmen in den Varianten bezüglich Kulturpflanzenverluste und Beikrautreduktion abschnitten zeigt die Tabelle 10.

Alle Varianten wurden 10 Tage nach der Saat blindgestriegelt. Diese Maßnahme erreichte mit 28 % ein erfreulich hohes Regulierungsniveau, ohne dass Verluste von Kulturpflanzen auftraten.

Der zweite Striegeldurchgang etwa zum Dreiblatt-Stadium des Maises konnte mit gutem Erfolg nur in der Standard- und Engsaatvariante durchgeführt werden. Allerdings traten auch Maisverluste auf, die in der Engsaat mit 7 % und beim Standardverfahren mit 4 % bonitiert wurden. In der Dammvariante wurde auf den Striegeleinsatz verzichtet. Wegen des bereits beschriebenen sehr unregelmäßigen Aufganges waren die Bestände sehr dünn und weitere Maisverluste wären unvermeidbar gewesen. Zudem war der Beikrautdruck trockenheitsbedingt nicht sehr hoch.

Der Damm-Mais wurde erst wieder bei einer Maishöhe von rund 40 bis 50 cm angehäufelt. Es war zugleich die Abschlussmaßnahme. Der Regulierungserfolg innerhalb der Maisreihe lag hier mit nahezu 90 % auf einem sehr hohen Niveau. Das Verschütten oder Umdrücken von Maispflanzen lag nach diesem Durchgang, wie schon im Vorjahr 2004, bei unter 1 %. Der verbleibende Beikrautbesatz nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen war in der Dammkultur mit Abstand am geringsten.

Der Einsatz der Rollhacke in der Standardvariante erreichte einen guten Regulierungserfolg, Maisverluste waren nicht zu verzeichnen. Die verschüttende Wirkung innerhalb der Maisreihe war allerdings nicht so effektiv wie das Häufelgerät in der Dammkultur.

In der Engsaatvariante lag nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen, wie auch schon im Vorjahr, die höchste Restverkrautung vor. Das ist auch nachvollziehbar, da durch den engeren Reihenabstand doppelt soviel Pflanzenreihen auf dem Hektar stehen und so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil, bei der Beikrautregulierung mit der Scharhacke unbearbeitet blieb.

Tab. 10: Kulturpflanzenverluste und Wirkungsgrad durch die Regulierungsmaßnahmen 2005

Maßnahme	Kulturpflanzenverluste %			Reduktion der Beikräuter nach den jeweiligen Maßnahmen um ...%		
	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm- bau	Var. 3 Engsaat	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm- anbau	Var. 3 Engsaat
Blindstriegeln	keine Verluste			Durchschnittlich 28%		
Striegeln	4 %	-	7 %	23 %	-	21 %
Scharhacke	-	-	keine Verluste	-	-	13 %
Rollhacke	keine Verluste	-	-	31 %	-	-
Anhäufeln	-	2 %	-	-	63 %	-
Rest-Beikrautbesatz nach den Regulierungseinsätzen (Pflanzen/m²)				50	25	79

3.3 Ergebnisse Versuchsjahr 2006

3.3.1 Aussaat- und Wachstumsbedingungen

Aufgrund der schlechten Erfahrung im Jahr 2005 mit einer Frühjahrsfurche (s. 3.2.1) in Bezug auf das Austrocknen der Dämme, wurde im dritten Versuchsjahr 2006 die Grundbodenbearbeitung deutlich früher durchgeführt, um ein besseres Absetzen des Bodens bis zur Maisaussaat zu gewährleisten. Der Pflug kam unter günstigen Bedingungen bereits am 12. Februar 2006 zum Einsatz. Der Boden war in einem trockenen und oberflächlich leicht gefrorenen Zustand, so dass Strukturschäden nicht zu befürchten waren. Eine Herbstfurche schied als Alternative aus, da diese auf diesem extremen Standort bereits früh im Oktober durchgeführt werden müsste, da später eine Befahrbarkeit erfahrungsgemäß nicht sicher möglich ist. Außerdem bestünde die Gefahr, dass sich Beikräuter bis zum Frühjahr zu stark entwickeln würden und nicht mehr zufrieden stellend reguliert werden könnten.

Die geplante Saatbettbereitung im April verzögerte sich aufgrund unbeständiger Witterung. Der Boden konnte erst Anfang Mai mit der Kreiselegge erstmalig bearbeitet werden. Dank der vorgezogenen Frühjahrsfurche und des langen und frostreichen Winterwetters lag aber eine ausgezeichnete Bodengare vor. Aufgrund einer stabilen Hochdruckwetterlage wurde bis zur Saat auf weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen verzichtet, um ein zu kräftiges Austrocknen des Bodens wie im Vorjahr 2005 zu vermeiden. So wurde eine zweite Überfahrt mit der Kreiselegge erst wieder unmittelbar vor der Maisaussaat am 11. Mai 2006 vorgenommen. Das Anhäufeln in der Dammvariante erfolgte ebenfalls an diesem Tag. Stellenweise wurden noch feuchter und grobklotiger Boden hochgehäufelt. Insgesamt lagen aber zufriedenstellende Ausgangsbedingungen für die Aussaat vor. Nach der Aussaat blieb es über drei Wochen vergleichsweise kühl und niederschlagsarm. Dadurch verzögerte sich der Aufgang in allen Varianten. Die Dammkultur zeigte auch in diesem Jahr keine Vorteile in Bezug eines schnelleren Feldaufganges. Die Standardsaat war im Aufgang, wie im Vorjahr, tendenziell schneller, da die Saatkörner einen besseren Anschluss an die Bodenfeuchtigkeit hatten. Im weiteren Wachstumsverlauf zeigten die Standardvariante und die Dammkultur untereinander keine Wachstumsunterschiede. Erst das letzte Anhäufeln vor dem Reihenschluss bewirkte anschließend einen leichten Wachstumsschub in der Dammvariante.

Die Engsaat blieb gegenüber den beiden vorgenannten Varianten von der Jugendentwicklung bis zum Reihenschluss im Wuchs tendenziell zurück. Hier machte der höhere Beikrautdruck den Maispflanzen sichtlich zu schaffen (s. auch 3.3.3). Auch bis zur Ernte konnte die Engsaat im Wuchs nicht weiter aufholen.

3.3.2 Ertrags- und Qualitätsergebnisse

Zur Ernte im Herbst war die Abreife der Pflanzen in der Standard- und Engsaatvariante auffällig weiter vorangeschritten als in der Dammvariante. Gut erkennbar ist das auch an den niedrigeren Trockensubstanzgehalten der Dammkultur in Tabelle 11. Das lässt sich vermutlich auf günstigere Wachstumsbedingungen, vor allem in Bezug auf die Nährstoffversorgung im Damm zurückführen.

Im Ertrag schnitt die Dammvariante tendenziell etwas schwächer als das Standardverfahren ab. Wie schon im Vorjahr konnte die Engsaat, auch diesmal mit 10 % Ertragseinbußen nicht überzeugen. Das schlechtere Abschneiden der Engsaat kam auch nicht unerwartet. Schon in der Jugendentwicklung machte der höhere Beikrautdruck in dieser Variante zu schaffen. Zudem war der Bestand zur Ernte um rund 10 cm kürzer und die Kolbengröße viel kleiner aus.

Tab. 11: Erträge 2006 (relativer Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte cm	Pflanzen/Parzelle (absolut)
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha		
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100	100	100	81
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	95	96	96	92	103	81
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	99	87	86	87	96	81
Standardmittel absolut	33,5	79,6	56,3	32,2	161	81

Bei den Futterqualitäten (Tabelle 12) konnten Unterschiede zwischen den Varianten, wie auch schon in den beiden Vorjahren nur, beim Rohproteingehalt festgestellt werden. Der mit Abstand höchste Gehalt wurde in der Dammvariante ermittelt, gefolgt von der Engsaat. Das lässt auf eine höhere Nährstoffausnutzung innerhalb des Dammes bzw. aufgrund der besseren Standraumverteilung bei der Engsaat schließen.

Tab. 12: Futterqualitäten 2006 (relativer Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	100	100	100
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	97	114	100
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	100	105	100
Standard absolut	40,3	7,5	7,1

3.3.3 Beikrautregulierung

Die Beikraut- und, Witterungsverhältnisse sowie die Regulierungsmaßnahmen in den einzelnen Varianten sind identisch mit denen des Vorjahres. Durch die vergleichsweise trockene Witterung nach der Saat blieb ein stärkerer Beikrautdruck

aus. Dadurch konnten die vorhandenen Beikräuter in fast allen Varianten gut unter Kontrolle gehalten werden. Im Versuchsjahr 2006 stand die Rollhacke nicht mehr zur Verfügung, so dass in der Standardvariante die Scharhacke zum Einsatz kam.

Tab. 13: Beikrautverhältnisse und Regulierungsmaßnahmen 2006

Termin 2005	Mais-Stadium (BBCH-Code)	Maßnahme	Variante 1 Standard	Variante 2 Dammanbau	Variante 3 Engsaat
22.05.	05	Blindstriegeln	x	x	x
06.06.	11-12	Striegeln	x	x	x
28.06.	17	Scharhacke	x		x
04.07.	32	Anhäufeln		x	
Beikrautzusammensetzung:					
35 % Vogelmiere			5 % Windenknöterich		
34 % Kamille			5 % Hirtentäschel		
11 % Taubnessel			3 % Sonstige		
7 % Ackerfuchsschwanz					

Alle Varianten wurden rund 10 Tage nach der Saat blindgestriegelt. Wie schon in den Vorjahren konnte damit in allen Varianten ein gutes Regulierungsergebnis bei ausgesprochener Kulturschonung erzielt werden. Der zweite Striegeldurchgang zum 2- bis 3-Blattstadium des Maises führte in allen drei Varianten zu Kulturpflanzenverlusten, die in der Damm- und Engsaat mit rund 10 % am höchsten waren. Der Regulierungserfolg war bei der Standard- und Engsaat weitestgehend identisch. Nur der Dammanbau schnitt etwas schlechter ab. Aufgrund der Dammform und wegen der größeren Bodenstruktur konnte der Striegel nicht optimal arbeiten.

Tab. 14: Kulturpflanzenverluste und Wirkungsgrad durch die Regulierungsmaßnahmen 2006

maßnahmen 2006 Maßnahme	Kulturpflanzenverluste %			Reduktion der Beikräuter nach den jeweiligen Maßnahmen um ...%		
	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm	Var. 3 Engsaat	Var. 1 Standard	Var. 2 Damm	Var. 3 Engsaat
Blindstriegeln	keine Verluste			Durchschnittlich 24 %		
Striegeln	6 %	11 %	9 %	19 %	14 %	21 %
Scharhacke	keine Verluste	-	keine Verluste	-	-	13 %
Anhäufeln	-	2 %	-	-	97 %	-
Rest-Beikrautbesatz nach den Regulierungseinsätzen (Pflanzen/m²):				48	27	73

Die Dammkultur wurde bei einer Maishöhe von rund 40 cm angehäufelt. Es war der letzte Durchgang vor dem Reihenschluss. In den vergangenen beiden Jahren musste dazu stets das geschlossene Dammformblech abmontiert werden (Abb. 7).



Abb. 7: Häufelgerät ohne Dammformblech im Einsatz

In Jahr 2006 stand versuchsweise ein Dammformblech mit geteilten Blechen zur Verfügung (Abbildung. 8), das einen Einsatz auch in wachsenden Beständen ermöglicht. Zum Vergleich kam in einer Randparzelle das Häufelgerät, zusätzlich ohne Dammformblech zum Einsatz. Ziel war es, beide Verfahren bezüglich Dammaufbau und Verschüttung von Beikräutern zu beurteilen.



Abb. 8: Häufelgerät mit geteiltem Dammformblech für wachsende Bestände

Als Ergebnis zeigte sich, dass das geteilte Dammformblech den Dammaufbau besser stabilisierte und den Boden wirkungsvoller zur Dammkrone führte. Letzteres verbesserte zumindest tendenziell die beikrautverschüttende Wirkung.

Grundsätzlich konnte aber auch ohne diesem speziellen Dammformblech ein ausreichend guter Dammaufbau und eine sehr gute Beikrautregulierung realisiert werden. Ein zwingender Einsatz ist somit nicht unbedingt erforderlich.

Im Schnitt lag der Regulierungserfolg nach dem letzten Häufeldurchgang mit 97 % auf einem sehr hohen Niveau. Der verbleibende Beikrautbesatz nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen war damit, wie auch schon in den Vorjahren, in der Dammkultur mit Abstand am geringsten. Die Abbildung 9 zeigt dies im Vergleich zu den Abbildungen 10 und 11 sehr deutlich. Das Verschütten oder Umdrücken von Maispflanzen lag nach dem letzten Häufeldurchgang bei 2 %. Diesbezüglich ist auf eine möglichst exakte Tiefenführung des Häufelgerätes zu achten. Bei zu tiefer Arbeitsweise könnten besonders auf Marschböden grobe Erd-Kluten bzw. -Schollen die Maispflanzen verschütten.



Abb. 9: geringer Beikrautbesatz in der Dammvariante



Abb. 10: mittlerer Beikrautbesatz in der Standardvariante



Abb. 11: hoher Beikrautbesatz in der Engsaatvariante

In der Engsaatvariante lag nach Abschluss der Regulierungsmaßnahmen, wie auch schon in den beiden Vorjahren, die höchste Restverkrautung vor. Das ist auch nachvollziehbar, da durch den engeren Reihenabstand doppelt soviel Pflanzenreihen auf der Fläche stehen und so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil, bei der Beikrautregulierung mit der Scharhacke unbearbeitet blieb. Auf der Abbildung 11 ist dies unverkennbar.

4 Gesamtbetrachtung des dreijährigen Versuchszeitraumes

In dem dreijährigen Versuchszeitraum ist deutlich geworden, welche Möglichkeiten und Grenzen mit den beiden Mais-Anbauverfahren Dammanbau und Engsaat unter suboptimalen Bedingungen eines Marschstandortes bestehen können.

Mit dem Maisanbau auf Dämmen wurden in den beiden trockenen Frühjahren 2005 und 2006 die Grenzen dieses Verfahrens deutlich. Ursache war die zu starke Austrocknung im Damm, so dass die Saatkörner nicht den erforderlichen Anschluss an die Bodenfeuchte erhielten. Ausbleibende Niederschläge verschärften diese Situation. Die Folge war ein erheblich verzögertes und ungleichmäßiges Auflaufen des Maises. Ein zügigerer Aufgang und in Folge eine schnellere Jugendentwicklung, wie es eine Zielvorgabe in diesem Vorhaben war, konnte so in den beiden letzten Versuchsjahren nicht erreicht werden. Für diese entscheidenden Fragestellungen gibt es nach wie vor noch keine befriedigenden Lösungen. Vor allem Auflaufbedingungen, aber auch Jugendentwicklung sind noch deutlich zu optimieren. Als ein möglicher Lösungsansatz wird eine vorgezogene Frühjahrsfurche im Januar/Februar angesehen, um so ein besseres Absetzen des Bodens zu gewährleisten. Erste Erfahrungen im letzten Versuchsjahr zeigten einen positiven Ansatz. Auf lehmigen Böden im Binnenland wäre auch eine späte Herbstfurche als Alternative denkbar.

Davon abgesehen wirkte sich der Damm erst im späteren Wachstumsverlauf positiv auf das Maiswachstum aus. Zu beobachten war in fast allen Versuchsjahren das nach dem letzten Häufeldurchgang, etwa kurz vor dem Reihenschluss, ein entsprechend zügigeres Pflanzenwachstum zu beobachten war. Allen voran das erste Versuchsjahr, wo neben einer deutlich besseren Pflanzenentwicklung auf dem Damm auch beachtliche Mehrerträge von 30 % eingefahren werden konnten.

Einen nicht unerheblichen Einfluss auf dieses Ergebnis dürfte auch der geringe Konkurrenzdruck durch Beikräuter gehabt haben, da das Anhäufeln in allen drei Versuchsjahren in Bezug auf die Beikrautregulierung erhebliche Vorzüge hatte. Besonders da wo im üblichen Maisanbau die Scharhacke keinen Zugriff mehr hat – innerhalb der Pflanzenreihen – wird mit dem Anhäufeln eine hervorragende verschüttende Wirkung erzielt.

Das Engsaatverfahren kam in erster Linie aufgrund eines zu hohen Beikrautbesatzes an seine Grenzen. Durch die doppelte Anzahl an Pflanzenreihen auf der Fläche, blieb zwangsläufig ein entsprechend hoher Flächenanteil innerhalb der Pflanzenreihen durch die Scharhacke unbearbeitet. Die Ertragseinbußen waren dadurch in den letzten beiden Versuchsjahren mit 10 % nicht unerheblich. Außerdem nimmt die Gefahr zu, dass das Samenpotential auf der Fläche ansteigt.

Eine verbesserte regulierende Wirkung innerhalb der Pflanzenreihe wäre beispielsweise durch den Einsatz der Fingerhacke denkbar. Die Fingerhacke wird als Zusatzwerkzeug an die Scharhacke montiert und wirkt in erster Linie innerhalb der Pflanzenreihen. Dazu greifen zwei drehbare, über dem Boden angetriebene, sternförmige Aggregate von rechts und links in die Pflanzenreihe ein. Eigene Versuchserfahrungen mit dieser Technik in Gemüsekulturen waren bislang viel versprechend. Der Wirkungsgrad ist aber besonders von der Beikrautart und –größe sowie der Bodenart abhängig.

Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile des Dammanbaues und der Engsaat gegenübergestellt:

Maisanbau auf Dämmen – Vor- und Nachteile

Vorteile:

- Positiver Einfluss auf die Maisentwicklung ist nach gegenwärtigem Stand der Forschung bei späterem Anhäufeln (ab ca. 30 cm Wuchshöhe bis zum Reihenschluss) zu erwarten,
- sehr effektive Regulierung von Beikräutern durch eine hervorragende verschüttende Wirkung insbesondere auch innerhalb der Maisreihen,
- es ist keine teure Spezialtechnik erforderlich, da die notwendige Kartoffelhäufeltechnik leihweise oder auch auf dem Gebrauchtmarkt vergleichsweise gut verfügbar sein dürfte,
- die Kartoffelhäufeltechnik ist mit 75 cm Reihenabstand kompatibel zur Mais-Aussaat- und –Erntetechnik,
- die auf den Betrieben häufig vorhandene Striegeltechnik kann auf den Dämmen weiterhin zum Einsatz kommen.

Nachteile:

- Unter trockenen Bodenverhältnissen besteht die Gefahr von schlechten Pflanzenaufgängen aufgrund mangelnden Anschlusses der Saatkörner an die Bodenfeuchte,
- da die Häufeltechnik meistens nur vierreihig verfügbar ist, lässt sie sich nicht mit sechsstreihiger Sätechnik kombinieren.

Mais-Engsaat mit 37,5 cm – Vor- und Nachteile

Vorteile:

- Ein deutlich früherer Reihenschluss lässt eine bessere Beschattung von Beikräutern erwarten,
- auf hängigen Standorten könnte die Engsaat auch einen Beitrag zum Erosionsschutz leisten,
- die erforderliche spezielle Sä- und Erntetechnik ist mittlerweile überbetrieblich vergleichsweise gut verfügbar,
- die günstige Standraumverteilung lässt eine bessere Nährstoffverfügbarkeit erwarten.

Nachteile:

- Es ist mit einem deutlich höheren Beikrautbesatz zu rechnen, da durch den engeren Reihenabstand doppelt soviel Pflanzenreihen auf der Fläche stehen und so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil, bei der Beikrautregulierung mit der Scharhacke unbearbeitet bleibt,
- ein engerer Reihenabstand erfordert unter Umständen eine aufwändigere und teure Hacktechnik, da mehr Arbeitswerkzeuge erforderlich sind,
- Ertrags- und Qualitätsvorteile sind aufgrund des systembedingt hohen Beikrautbesatzes kaum zu erwarten.

4.1 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau

Der direkte Anbau des Maises auf Dämmen ist in Abhängigkeit von Witterung und Bodenart mit dem Risiko behaftet, dass die Saatkörner im Damm einen unzureichenden Anschluss an die Bodenfeuchte haben und dadurch die Keimung und der Aufgang der Mais-Pflanzen beeinträchtigt sein können.

Davon abgesehen, dürfte es dennoch für die Praxis sehr interessant sein, den Mais in seinem späteren Wachstumsverlauf anzuhäufeln. Dafür sprechen vor allem die sehr effektive Beikrautregulierung, aber auch das Eintreten günstigerer Wachstumsbedingungen durch Verbesserung des Luft- bzw. Wasserhaushaltes und damit auch der Stickstoffmineralisierung durch das spätere Anhäufeln. Für den praktischen Anbau empfiehlt es sich deshalb den Mais nach praxisüblicher Art mit 75 cm Reihenabstand auszusäen. Die nachfolgende Beikrautregulierung kann dann wie gewöhnlich beispielsweise mit Striegel und Scharhacke erfolgen. Ab etwa 20 bis 30 cm Wuchshöhe des Maises könnte dann das Häufelgerät zum Einsatz kommen, bei Bedarf auch mehrmals.

Die Engsaat mit 37,5 cm Reihenabstand ist nach unserer Auffassung für den Maisanbau unter ökologischen Anbaubedingungen nicht geeignet. Die Beikrautkonkurrenz ist bei diesem Anbauverfahren systembedingt zu groß. Auch wenn die Standraumverteilung im Hinblick auf die Nährstoffverfügbarkeit als vorteilhaft angesehen werden kann, blieben entsprechende Ertragsvorteile bislang aus. Nur mit dem Einsatz einer aufwändigeren Hacktechnik wie beispielsweise der Fingerhacke könnte die Engsaat möglicherweise erfolgreicher abschneiden.

4.2 Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Die vergangenen drei Versuchsjahre ergaben mit dem Maisanbau auf Dämmen erste viel versprechende Erfolge, beispielsweise in der Beikrautregulierung. Für einige entscheidende Fragen gibt es nach wie vor noch keine befriedigenden Antworten. Vor allem Auflaufbedingungen, aber auch Jugendentwicklung sind noch deutlich zu optimieren. Folgende weiterführende Fragestellungen lassen sich ableiten:

- **Terminierung der Grundbodenbearbeitung:** Neben der vorgezogenen Frühjahrsfurche (Januar/Februar) könnte zusätzliche auch eine Herbstfurche mit dem Anbau einer nicht winterfesten Zwischenfrucht geprüft werden. Es wird erwartet, dass sich dieses Verfahren positiv auf die Bodenstruktur und damit auf die Bestandsentwicklung im Damm auswirken könnte.
- **Einsatz neuer Technik:** Auf lehmigeren Böden ist im Möhren- und Kartoffelanbau in erster Linie die Dammfräse als Stand der Häufeltechnik anzusehen. Ihr Einsatz im Mais-Dammanbau könnte einen feinkrümelerigen und stabileren Damm schaffen der der Maissaat bessere Auflaufbedingungen bieten könnte. Nachteil dieser Technik sind die deutlich höheren Maschinenkosten, der sehr hohe Leistungsbedarf und die geringere Verfügbarkeit im Vergleich zur herkömmlichen Häufeltechnik.

- **Ausdehnung des Dammanbaues auf weitere Standorte:** In Niedersachsen wird Biomais häufig auch auf Niedermoorstandorten oder humosen Sanden angebaut. Wegen der deutlich anderen Standortbedingungen - höheren Niederschlagsmengen, höhere Humusgehalte - lassen sich die unter Punkt 1.3 erwähnten positiven Versuchserfahrungen aus Brandenburg nicht direkt auf norddeutsche Bedingungen übertragen. Besonders der sehr hohe Beikrautdruck stellt auf diesen eutrophen Böden das entscheidende Problem dar. Durch die Möglichkeit des Anhäufelns könnte sich der Zeitraum einer effektiven Krautregulierung deutlich strecken und der Beikrautdruck insgesamt erheblich reduzieren lassen. Eine Verbesserung der Mineralisationsbedingungen und damit der Nährstoffversorgung sind auch auf diesen Standorten mit dem Dammverfahren wahrscheinlich.
- **Engsaat anhäufeln:** Bei der Mais-Engsaat führte der systembedingt hohe Beikrautbesatz zu unbefriedigenden Ergebnissen. Um aber die Vorteile der besseren Nährstoffverfügbarkeit aufgrund der günstigen Standraumverteilung zu nutzen, könnte auch bei diesem Verfahren ein Anhäufeln nach der Jugendentwicklung die Beikrautproblematik lösen. Allerdings kann aufgrund der engen Reihenweiten dafür keine übliche Kartoffel-Häufeltechnik zum Einsatz kommen. In Frage kämen Häufelkörper die an die Hackrahmen der üblichen Scharhacken montiert werden könnten. Erste Recherchen ergaben, dass für die geforderte enge Reihenweite von 37,5 cm möglicherweise entsprechende Häufelkörper auf dem Landmaschinenmarkt verfügbar sind. Denkbar wäre darüber hinaus auch der Einsatz von verschiedenen Zusatzaggregaten für Scharhacken die vorrangig innerhalb der Pflanzenreihen arbeiten. Zu nennen sind da beispielsweise die Fingerhacke, die Torsionshacke oder Flachhäufler.

5 Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Bisherige Veröffentlichungen und Veranstaltungen:

- Feldtag mit Versuchsbesichtigung, am 7. Juli 2005,
- Feldtag mit Versuchsbesichtigung, am 11. Juli 2006,
- Zwischenbericht 2004 zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt 10/03OE037,
- Veröffentlichung der Zwischenergebnisse aus dem Versuchsjahr 2004 im Versuchsbericht 2004 des Fachbereiches Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
- Zwischenbericht 2005 zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt 10/03OE037,
- Veröffentlichung der Zwischenergebnisse aus dem Versuchsjahr 2005 im Versuchsbericht 2005 des Fachbereiches Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
- Veröffentlichung der Zwischenergebnisse aus dem Versuchsjahr 2004 in der Fachzeitschrift „bioland“ des Bioland-Verbandes, Ausgabe 02/2006,
- Abschlussbericht 2004-2006 zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt 10/03OE037.

Geplante Veröffentlichungen:

- Veröffentlichung der Gesamtergebnisse 2004 bis 2006 im Versuchsbericht 2006 des Fachbereiches Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
- Veröffentlichung der Gesamtergebnisse 2004 bis 2006 auf der Homepage des Fachbereiches Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (www.lwk-niedersachsen.de),
- Veröffentlichung des Abschlussberichts 2004-2006 zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt 10/03OE037 in www.orgprints.org (Organic eprints),
- Veröffentlichung der Gesamtergebnisse aus 2004 bis 2006 im niedersächsischen Landwirtschaftsblatt „Land & Forst“,
- Weitere mögliche Veröffentlichungen in folgenden Fachzeitschriften: „DLZ“, „Flur & Furche“, „Mais“, „bioland“.

6 Zusammenfassung

Zur Entwicklung geeigneter Anbau- und Beikrautregulierungsstrategien im Ökologischen Maisanbau auf Flussmarsch-Standorten sind drei verschiedene Anbauverfahren im Zeitraum von 2004 bis 2006 geprüft worden. Neben der Standard-Variante mit 75 cm Reihenabstand wurde eine Engsaat-Variante mit 37,5 cm und eine Dammkultur-Variante mit 75 cm Reihenabstand miteinander verglichen. Zur Beikrautregulierung kamen Standardgeräte wie Striegel, Schar- und Rollhacke sowie ein praxisübliches Häufelgerät aus dem Kartoffelanbau zum Einsatz.

Im ersten Versuchsjahr 2004 wurde mit der Dammkultur neben einem deutlich verbesserten Pflanzenwachstum auch ein beachtlicher Mehrertrag von 30 % erzielt. Die Engsaat lag im Ertrag immerhin um 10 % über dem Standardanbauverfahren.

In den folgenden beiden Versuchsjahren kamen der Dammanbau und auch die Engsaat allerdings an ihre Grenzen.

In den folgenden Versuchsjahren 2005 und 2006 hatten die im Damm abgelegten Maiskörner häufig keinen ausreichenden Wasseranschluss aufgrund sehr trockener Bodenverhältnisse. Ausbleibende Niederschläge verschärften diese Situation. Die Folge war ein verzögerter und ungleichmäßiger Aufgang des Maises. Dadurch konnten deutliche Mehrerträge wie im ersten Versuchsjahr mit dem Dammanbau nicht mehr realisiert werden. Im Jahr 2005 führte Vogelfraß zu zusätzlichen Pflanzenausfällen, mit der Folge, dass die Ergebnisse der Dammkultur nicht auswertbar waren.

In allen drei Versuchsjahren kamen aber die Vorteile der Dammkultur in Bezug auf die Beikrautregulierung sehr deutlich zum Tragen. Die hervorragende verschüttende Wirkung der Häufelkörper erreichte zusätzlich auch innerhalb der Pflanzenreihen beachtliche Regulierungsergebnisse u.a. auch bei älteren Beikräutern.

Beim Engsaatverfahren missfiel der hohe Beikrautbesatz. Dadurch fiel in den letzten beiden Versuchsjahren 2005 und 2006 der Ertrag gegenüber dem Standardverfahren stets sehr deutlich ab. Ursache war der enorme Beikrautdruck innerhalb der Pflanzenreihen, da durch den engeren Reihenabstand mehr Pflanzenreihen auf dem Hektar stehen. Da mit der Scharhacke innerhalb der Pflanzenreihen eine Regulierung der Beikräuter ausscheidet, bleibt so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil bei der Beikrautregulierung unbearbeitet. Dieses Anbauverfahren ist deshalb für den Maisanbau unter ökologischen Anbaubedingungen nicht geeignet.

7 Ursprünglich geplante und erreichte Ziele

Geplante Ziele	Erreichte Ziele
<p>1. Beschleunigung des Mineralisationsbeginns und der Jugendentwicklung durch eine raschere Erwärmung des Saatbetts</p>	<p>Ziel wurde nicht erreicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unter trockenen Bodenverhältnissen besteht insbesondere beim Dammanbau die Gefahr von schlechten Pflanzenaufgängen aufgrund mangelnden Anschlusses der Saatkörner an die Bodenfeuchte
<p>2. Verringerung der Beikrautkonkurrenz</p>	<p>Ziel wurde mit der Dammkultur erreicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Anhäufeln erzielte eine sehr effektive Regulierung von Beikräutern insbesondere innerhalb der Maisreihen durch eine hervorragende verschüttende Wirkung <p>Ziel wurde mit der Engsaat nicht erreicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es ist mit einem deutlich stärkeren Beikrautbesatz zu rechnen, da durch den engeren Reihenabstand doppelt soviel Pflanzenreihen auf der Fläche stehen und so zwangsläufig ein höherer Flächenanteil, bei der Beikrautregulierung mit der Scharhacke unbearbeitet bleibt.
<p>3. Einsatz von einfacher und preiswerter Technik</p>	<p>Ziel wurde mit der Dammkultur erreicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die notwendige Kartoffelhäufeltechnik dürfte leihweise oder auch auf dem Gebrauchtmart gut verfügbar sein, • die Kartoffelhäufeltechnik ist mit 75 cm Reihenabstand kompatibel zur Mais-Aussaats- und -Erntetechnik, • häufig auf den Betrieben vorhandene Striegeltechnik kann auf den Dämmen weiterhin zum Einsatz kommen. <p>Ziel wurde mit der Engsaat nur bedingt erreicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enger Reihenabstand erfordert unter Umständen eine aufwändigere und teure Hacktechnik (mehr Hackwerkzeuge erforderlich).

8 Literatur

<http://www.darcof.dk/eneews/mar05/> [Zugriff am 15.05.2005]

Zimmer, J.; Hanff, H.: Nr.: V-006, Silomais im ökologischen Landbau – Ergebnisse und Erfahrungen aus mehrjährigem Anbau in Dammkultur. Güterfelde; 2002

9 Anhang

Ertrags- und Qualitätsergebnisse – Absolute Zahlen 2004 bis 2006

Tab. 15: Erträge 2004 (absoluter Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte in cm
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha	
1) Standard 75 cm Reihenabstand	24,4	68,3	41,2	18,2	206
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	25,7	89,7	52,9	23,1	237
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	25,6	76,3	45,9	20,2	213
Versuchsmittel	25,0	75,9	45,4	19,9	215

Tab. 16: Futterqualitäten 2004 (absoluter Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	26,5	8,3	10,2
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	25,6	8,5	10,0
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	26,4	8,6	10,1
Versuchsmittel	26,1	8,4	10,1

Tab. 17: Erträge 2005 (absoluter Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte in cm
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha	
1) Standard 75 cm Reihenabstand	30,3	96,4	65,7	27,0	227,5
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	*	*	*	*	*
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	27,6	87,3	59,4	22,7	217,5
Versuchsmittel	30,3	96,4	65,7	27,0	227,5

* Aufgrund zu hoher Pflanzenausfälle konnte die Variante 2 nicht ausgewertet werden!

Tab. 18: Futterqualitäten 2005 (absoluter Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	28,1	6,8	6,8
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	*	*	*
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	26,1	7,3	6,8
Versuchsmittel	28,1	6,8	6,8

* Aufgrund zu hoher Pflanzenausfälle konnte die Variante 2 nicht ausgewertet werden!

Tab. 19: Erträge 2006 (absoluter Vergleich)

Variante	Abreife	Ertrag			Pflanzenlänge zur Ernte in cm
	TM-Gehalt %	TM dt/ha	Energie GJ NEL/ha	Stärke dt/ha	
1) Standard 75 cm Reihenabstand	34,2	84,6	59,8	34,6	183
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	32,5	80,6	57,1	31,9	189
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	33,8	73,5	51,9	30,0	175
Versuchsmittel	33,5	79,6	56,3	32,2	182

Tab. 20: Futterqualitäten 2006 (absoluter Vergleich)

Variante	Futterqualität		
	Stärke %	Rohprotein %	Energiedichte MJ NEL/kg
1) Standard 75 cm Reihenabstand	40,8	7,1	7,1
2) Dammanbau 75 cm Reihenabstand	39,5	8,1	7,1
3) Engsaat 37,5 cm Reihenabstand	40,6	7,4	7,0
Versuchsmittel	40,3	7,5	7,1