



Heike Delling, Alfons-E. Krieger, Anna Maria Häring, Stefan Kühne, Jens Jakob, Peter Baufeld, Florian Kloepfer

Erarbeitung von Verfahrensbeschreibungen, Zeitbedarf und Anwendungskosten für spezielle Pflanzenschutzmaßnahmen im Ökologischen Landbau

- Produktionsverfahren Mais, Kartoffeln, Getreide -



420
2008

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)

Das Julius Kühn-Institut ist eine Bundesoberbehörde und ein Bundesforschungsinstitut. Es umfasst 15 Institute zuzüglich gemeinschaftlicher Einrichtungen an zukünftig sechs Standorten (Quedlinburg, Braunschweig, Kleinmachnow, Dossenheim, Siebeldingen, Dresden-Pillnitz) und eine Versuchsstation zur Kartoffelforschung in Groß Lüsewitz. Quedlinburg ist der Hauptsitz des Bundesforschungsinstituts.

Hauptaufgabe des JKI ist die Beratung der Bundesregierung bzw. des BMELV in allen Fragen mit Bezug zur Kulturpflanze. Die vielfältigen Aufgaben sind in wichtigen rechtlichen Regelwerken, wie dem Pflanzenschutzgesetz, dem Gentechnikgesetz, dem Chemikaliengesetz und hierzu erlassenen Rechtsverordnungen, niedergelegt und leiten sich im Übrigen aus dem Forschungsplan des BMELV ab. Die Zuständigkeit umfasst behördliche Aufgaben und die Forschung in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Bodenkunde sowie Pflanzenschutz und Pflanzengesundheit. Damit vernetzt das JKI alle wichtigen Ressortthemen um die Kulturpflanze – ob auf dem Feld, im Gewächshaus oder im urbanen Bereich – und entwickelt ganzheitliche Konzepte für den gesamten Pflanzenbau, für die Pflanzenproduktion bis hin zur Pflanzenpflege und -verwendung. Forschung und hoheitliche Aufgaben sind dabei eng miteinander verbunden. Weiterführende Informationen über uns finden Sie auf der Homepage des Julius Kühn-Instituts unter <http://www.jki.bund.de>. Spezielle Anfragen wird Ihnen unsere Pressestelle (pressestelle@jki.bund.de) gern beantworten.

Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for cultivated plants (JKI)

The Julius Kühn-Institute is both a research institution and a higher federal authority. It is structured into 15 institutes and several research service units on the sites of Quedlinburg, Braunschweig, Kleinmachnow, Siebeldingen, Dossenheim und Dresden-Pillnitz, complemented by an experimental station for potato research at Groß Lüsewitz. The head quarters are located in Quedlinburg.

The Institute's core activity is to advise the federal government and the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection in particular on all issues relating to cultivated plants. Its diverse tasks in this field are stipulated in important legal acts such as the Plant Protection Act, the Genetic Engineering Act and the Chemicals Act and in corresponding legal regulations, furthermore they arise from the new BMELV research plan.

The Institute's competence comprises both the functions of a federal authority and the research in the fields of plant genetics, agronomy, plant nutrition and soil science as well as plant protection and plant health. On this basis, the JKI networks all important departmental tasks relating to cultivated plants – whether grown in fields and forests, in the glasshouse or in an urban environment – and develops integrated concepts for plant cultivation as a whole, ranging from plant production to plant care and plant usage. Research and sovereign functions are closely intertwined.

More information is available on the website of the Julius Kühn-Institut under

<http://www.jki.bund.de>. For more specific enquiries, please contact our public relations office (pressestelle@jki.bund.de).

Finanziert mit freundlicher Unterstützung der
**Gemeinschaft der Förderer und Freunde
des Julius Kühn-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen e.V. (GFF)**

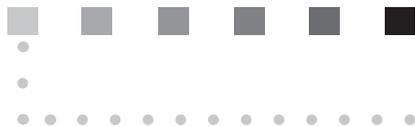
Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg,

Tel.: 03946 47-200, E-Mail: GFF@jki.bund.de

Internet: <http://www.jki.bund.de/> Bereich "Über uns"



JKI



Mitteilungen

Heike Delling, Alfons-E. Krieger, Anna Maria Häring, Stefan Kühne, Jens Jakob,
Peter Baufeld, Florian Kloepfer

Erarbeitung von Verfahrensbeschreibungen, Zeitbedarf und
Anwendungskosten für spezielle Pflanzenschutzmaßnahmen im
Ökologischen Landbau

- Produktionsverfahren Mais, Kartoffeln, Getreide -

420
2008

Heike Delling
Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich
Landschaftsnutzung und Naturschutz,
Fachgebiet Ökonomie und Vermarktung
im Ökolandbau
Friedrich-Ebert-Straße 28
16225 Eberswalde

Alfons-E. Krieger
Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich
Landschaftsnutzung und Naturschutz,
Fachgebiet Ökonomie und Vermarktung
im Ökolandbau
Friedrich-Ebert-Straße 28
16225 Eberswalde

Anna Maria Häring
Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich
Landschaftsnutzung und Naturschutz,
Fachgebiet Ökonomie und Vermarktung
im Ökolandbau
Friedrich-Ebert-Straße 28
16225 Eberswalde

Florian Kloepfer
Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V.
Bartningstraße 49
64289 Darmstadt

Stefan Kühne
Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien
und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow

Jens Jakob
Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz
im Gartenbau und Forst
Messeweg 11-12
38104 Braunschweig
Peter Baufeld
Julius Kühn-Institut, Institut für nationale und
internationale Angelegenheiten der Pflanzen-
gesundheit
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
In der Deutschen Nationalbibliografie: detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISSN 1867-1268
ISBN 978-3-930037-47-6

© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, 2008. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben bei auch nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965. In der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, Berlin.

Inhalt

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
2. Methodischer Aufbau	5
3. Produktionsverfahren Mais	6
3.1 Minderung der Fraßschäden durch Saat- und Aaskrähe	6
3.1.1 Schussapparate	6
3.1.2 Saatgutbehandlung	8
3.1.3 Tiefere Einsaat und Eggen quer zur Drillspur	9
3.2 Minderung der Fraßschäden durch Fasan	11
3.3 Prävention gegen den Westlichen Maiswurzelbohrer (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	12
4. Produktionsverfahren Kartoffel - Kartoffelkäferregulierung	15
5. Produktionsverfahren Getreide	25
5.1 Regulierung der Gemeinen Quecke (<i>Elymus repens</i>)	25
5.1.1 Sommerzwischenfrüchte	25
5.1.2 Stoppelschälen mit Pflug	30
5.1.3 Fräse oder Scheibenegge	32
5.2 Regulierung der Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)	33
5.2.1 Luzerneanbau	34
5.2.2 Stoppelbearbeitung mit Schälplflug	34
5.2.3 Pflügen in Hauptvegetationsperiode	34
5.2.4 Stoppelbearbeitung mit Grubber	35
5.2.5 Drahtseilmethode mit Arado-Häufelpflug	35
5.2.6 Entfernen der Blütenköpfe	36
5.2.7 Handstechen der Einzelpflanzen	37
5.3 Saatgutgesundheit	39
5.3.1 Heißwasserbehandlung	40
5.3.2 Heißluftbehandlung	41
5.3.3 Feuchtheißluftbehandlung	42
5.3.4 Elektronenbehandlung	43
5.3.5 Senföf-Präparat	44
6. Zusammenfassung	45
7. Danksagung	46
8. Literatur- und Quellenverzeichnis	46

Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsbreite
AKh	Arbeitskraftstunden
APR	April
AUG	August
BayWa	Bayrische Warenvermittlung (landwirtschaftlicher Genossenschaften)
BBA	Biologische Bundesanstalt, seit 2008 JKI
BBCH	Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen nach BBA, Bundessortenamt und Chemische Industrie
BNSG	Bundesnaturschutzgesetz
B.t.t.	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i>
BZ	Befallszone
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
IBDF	Institut für Biologisch-Dynamische Forschung
JKI	Julius Kühn-Institut
JUN	Juni
JUL	Juli
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
MwSt	Mehrwertsteuer
SEP	September
SZ	Sicherheitszone

1. Einleitung

Mit der Ausweitung des Ökologischen Landbaus besteht ein zunehmender Bedarf an Daten zu Maschinen- und Anlagenkosten, zum Betriebsmitteleinsatz, Arbeitszeitbedarf und Kostenleistungsrechnungen die bisher nur unzureichend den Landwirten zur Verfügung stehen. Mit Hilfe dieser Daten ist es möglich, die Arbeitsabläufe im Betrieb zu optimieren und damit die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Im Auftrag des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) sollten Verfahrensbeschreibungen, der Zeitbedarf und die Anwendungskosten für spezielle Pflanzenschutzmaßnahmen im Ökologischen Landbau erarbeitet werden. Durch das Verbot der Anwendung synthetischer Pflanzenschutzmittel sind in den letzten Jahren spezielle Verfahren der Schadorganismenregulierung für den Ökologischen Landbau entwickelt worden, für die entsprechende Daten bisher fehlen. Deshalb müssen zur Regulierung von Unkräutern und Schadorganismen wie in keinem anderen Bewirtschaftungssystem die komplexen Zusammenhänge beachtet werden, die Auftreten und Vermehrung begünstigen. Dazu gehört neben der genauen Kenntnis der Biologie auch das Wissen um die verschiedenen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen, mit denen man ihre Entwicklung fördern oder hemmen kann.

Durch die Zusammenarbeit der Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, Fachgebiet Ökonomie und Vermarktung im Ökolandbau und dem Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Kleinmachnow war es möglich, die Kenntnisse um die spezifischen Pflanzenschutzverfahren mit den ökonomischen Fragestellungen zu verbinden. Die Erhebung der Daten erfolgte aus der Praxis des Ökologischen Landbaus und berücksichtigt auch unterschiedliche Standortfaktoren in Deutschland.

- Minderung von Vogelfraß im Maisanbau
- Präventionsmaßnahmen gegen den Westlichen Maiswurzelborer
- Kartoffelkäferregulierung
- Saatgutbeizung
- Regulierung der Quecke im Getreideanbau
- Regulierung der Ackerkratzdistel im Getreideanbau

2. Methodischer Aufbau

Die detaillierte Beschreibung der nach Kühne, Burth, Marx (2006) empfohlenen Verfahren des Pflanzenschutzes erfolgt nach folgendem Muster:

- Zielsetzung des Verfahrens
- Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges
- Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten
- Darstellung des Verfahrens:
 - Arbeitsgänge,
 - Teilarbeiten im Arbeitsgang und Beschreibung der Arbeitsgänge,
 - Häufigkeit der Durchführung der Arbeitsgänge,
 - Einsatz der Betriebsmittel,
 - eingesetzte Maschinen und Geräte sowie ggf.
 - erforderlicher Gesamtarbeitszeitbedarf des Arbeitsganges.
- Umsetzung der Verfahren in die Praxis, Aussagen zur Machbarkeit.

Untersuchungen und Messungen zur Umsetzung der Verfahren wurden während der Vegetationsperiode 2007 auf ausgewählten Praxisbetrieben bzw. auf Versuchsanlagen kooperierender Forschungspartner durchgeführt. Detaillierte Beschreibungen des methodischen Vorgehens sind den jeweiligen Unterkapiteln zu entnehmen.

3. Produktionsverfahren Mais

3.1 Minderung der Fraßschäden durch Saat- und Aaskrähe

Die heimischen Vogelarten Saatkrähe (*Corvus frugilegus* (L.)), Aaskrähe (Unterarten Rabenkrähe *Corvus corone corone* (L.) und Nebelkrähe *Corvus corone cornix* (L.)) können während der Aussaatzeit durch Ausgraben und Fressen des gelegten Saatgutes und der Keimlinge bis zum 3-Blattstadium den Maisbestand stark schädigen (Gemmeke 2006). Für die Verfahren in Kapitel 3.1 ist es das Ziel, die Krähenvögel in der Zeit von der Aussaat bis zum Heranwachsen der Maispflanzen im 3-Blattstadium an der Futteraufnahme des Saatgutes zu hindern. Die Verfahren sind von der zweiten Dekade im April bis etwa zur ersten Dekade im Juni durchzuführen.

3.1.1 Schussapparate

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Im Zeitfenster von der Aussaat bis zum 3-Blattstadium des Maisbestandes (zweite Dekade April bis erste Dekade Juni) schreckt der Einsatz von Schussapparaten dann besonders wirksam ab, wenn die Geräte in unregelmäßigen Zeitabständen Knallgeräusche abgeben. Besonderer Wert sollte darauf gelegt werden, keine regelmäßigen Zeitintervalle oder sich gleichmäßig wiederholende Abläufe zu installieren, um eine Gewöhnung der Tiere an Schussapparate zu vermeiden. Dem gegenüber steht die Lärmbelästigung für Anwohnende, weshalb Gemmeke (2006) den Einsatz von Sensor gesteuerten Geräten empfiehlt, die nur dann auslösen, wenn sich Vögel auf die zu schützende Fläche begeben.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Die Herstellerfirma Purivox Saat- und Ernteschutzgeräte GmbH, das Gut Wilmersdorf GbR als Anwender und die BayWa als Händler von Schussapparaten wurden als Experten identifiziert und zur Anwendung und zum Einsatz befragt. Die Ergebnisse wurden aus Gesprächen, schriftlichen Nachfragen und den Internetauftritten der Firmen ermittelt.

Darstellung des Verfahrens

Anbieter von Schussapparaten, die auf großflächigen Agrarstandorten angewandt werden können, ist die Firma Purivox Saat- und Ernteschutzgeräte GmbH in Ottersheim. Ursprünglich für den Obst- und Weinbau entwickelte Geräte werden nach Angabe des Herstellers auch im Anbau von Mais- und Getreideanbauflächen eingesetzt. Empfohlen wird das Gerät der Bauart Purivox Karussell Triplex V (Abbildung 1), welches Propangas durch eine Steuereinheit über ein Magnetventil in einer horizontal drehbar gelagerten Schusskammer mittels Hochspannung zündet.

Die Stromversorgung erfolgt sparsam durch zwei sechs Volt Batterien. Gegen die Gewöhnung der Vögel an ein regelmäßiges Knallgeräusch wird mit einer Zufallssteuerung gearbeitet, die eine unregelmäßige Schussfolge erzeugt.

- Das Wirkprinzip und die Bauweise basieren auf unterschiedlichen Ansprüchen:
- „3-fach Schuss zur effektiven Vertreibung (erschrecken – hochfliegen – wegfliegen),
- unregelmäßige Schussfolgen, keine Gewöhnung durch 4 Zeitbereiche mit Zufallszahlensteuerung,
- Schaltuhr eingebaut, Bedienungsfreiheit, weitere Unregelmäßigkeiten programmierbar, definierte Ein- und Ausschaltzeitpunkte,
- Stromverbrauch optimiert, Langzeitbetrieb ohne Batteriewechsel,
- Witterungsbeständiges Gehäuse, Vermeidung von Störungen durch Regen oder Kondenswasser.“ (Purivox 2007)

Die Aufstellung der Geräte wird vom Hersteller als einfach beschrieben und soll innerhalb von etwa 15 bis 30 Minuten möglich sein. In Abhängigkeit vom Gerätetyp schwankt die Reichweite eines Gerätes etwa zwischen vier (Purivox 2007) und acht Hektar (Eissler 2007 b). Die vier Hektar beziehen sich vorrangig auf Sonderkulturen wie im Wein- oder Obstbau, bei denen eine ungehinderte Schallausbreitung durch Pflanzenbewuchs und Schlagunterteilungen nicht möglich ist. Zum Zeitpunkt des Einsatzes im Maisanbau wird die Schallausbreitung durch Pflanzenbewuchs auf den Schlägen nicht gehindert. Weiterhin übertreffen die Schlaggrößen acht Hektar, so dass im Weiteren die Kennzahl von Eissler (2007 b) zugrunde gelegt wird. Rechnet man die Aufbauzeit auf einen Hektar um, so ist mit 1 Minute 52 Sekunden bis 3 Minuten und 44 Sekunden je Hektar zu rechnen. Veranschlagt man die gleiche Zeit für den Abbau der Geräte, so werden je Hektar jährlich etwa 3 Minuten und 44 Sekunden bis 7 Minuten und 28 Sekunden Auf- und Abbauzeit benötigt. Zusätzlich sind die Wegzeiten zu beachten, die je nach Hof-Feld-Entfernung und der auszubringenden Anzahl der Geräte differiert.

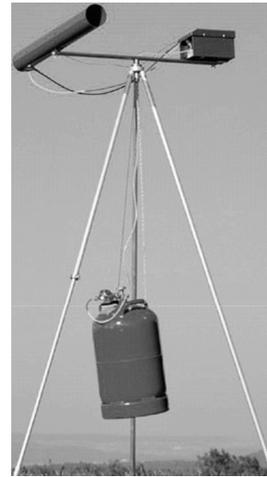


Abbildung 1: Purivox Karussell Triplex V (Purivox 2007)

Die laufenden Kosten pro Jahr können mit etwa 18 Euro je Gerät veranschlagt werden, die sich aus einer Füllung Propangas (11 Euro) und einem Satz Batterien (7 Euro) zusammensetzen. Die Anschaffungskosten für das empfohlene Gerät liegen bei 595,00 Euro ab Werk (inkl. 19 % Mehrwertsteuer) (Eissler 2007 a). Somit entstehen 74,38 Euro fixe Kosten je Hektar im ersten Jahr und 2,25 Euro je Hektar flexible Kosten in jedem folgenden Jahr. Die Kennzahlen sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt.

Tabelle 1: Verfahrensbeschreibung Schussapparat (Eissler 2007 b)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh / ha
1	APR 1/2	Aufbau der Schussapparate Purivox Karussell Triplex V	0,13	0,03-0,06
1	JUN 1	Abbau der Schussapparate Purivox Karussell Triplex V	0,13	0,03-0,06
		Summe	0,26	0,06-0,12

Tabelle 2: Maschinensatzkosten Schussapparat (Eissler 2007 a)

Maschine	Anschaffungskosten €	Zeitraum	Kosten € je ha
Purivox Karussell Triplex V	595,00	Einmalig	74,38
Propangasfüllung	11,00	Einmal pro Jahr	2,25
Batterien, 2 x 6 Volt	7,00	Einmal pro Jahr	

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die Firma Purivox hat ihren Werkssitz in Ottersheim und stellt die Geräte im Internetauftritt anwendungsorientiert vor. Auf Nachfrage werden Händler in der jeweiligen Standortnähe vermittelt, womit eine persönliche Beratung sichergestellt wird (Eissler 2007 a).

Als Anwender von Schussapparaten wurde auf dem Gut Wilmersdorf Herr H. Petersen befragt. Durch den Einsatz in der Praxis konnte der geringe Arbeitszeitaufwand zum Auf- und Abbau und zur Wartung der Geräte bestätigt werden. Allerdings wurden zwei relevante Gründe dafür angegeben, weshalb die Schussapparate nicht mehr zum Einsatz kommen:

- Durch großflächige Schlaggestaltung wurden die Schallgeräusche häufig durch den Wind weggeblasen, was den gewünschten Effekt verringerte.
- Auf die Schallerzeugung in der Nähe von Wohnhäusern wurde in den Stunden der Nachtruhe verzichtet, wodurch die kontinuierliche Schutzfunktion unterbrochen wurde. „Außerdem traute ich mich nicht, die Böller nachts anzulassen, weil es dann doch gut im Dorf zu hören war“ (Petersen 2007).

Die Einschätzung, dass herkömmliche Schussapparate auf mehrere Hektar wirksam sind, aber mit einer starken Lärmbelastigung verbunden sind, spiegelt sich in den Untersuchungen wider, die im „Gutachten zur Abwehr von Vögeln in der Landwirtschaft in Rheinland-Pfalz“ zusammengestellt wurden (Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz 2003). Darin werden die handelsüblichen Schussapparate und dazu existierende Untersuchungen hinsichtlich unterschiedlicher Vogelarten und unterschiedlicher Kulturen verglichen. Aus diesem Gutachten geht ebenfalls hervor, dass sensorgesteuerte Schussapparate einen sehr hohen Investitions- und Wartungsbedarf haben. Somit einerseits die Lärmbelastigungen einschränken, andererseits aber nur für kleine Flächen mit Sonderkulturen relevant sind (Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz 2003). Der Betrieb von Schussapparaten und ähnlichen Geräten in landwirtschaftlichen Anbaubereichen wird durch das jeweilige Landesimmissionschutzgesetz geregelt. Demnach ist in einigen Bundesländern eine vorherige Genehmigung für das Aufstellen der Geräte einzuholen. In Einzelfällen, wie im Landkreis Lüchow-Dannenberg, wurde die Anwendung von Schreckschussgeräten generell untersagt (Landkreis Lüchow-Dannenberg 2004).

Weitere Anbieter, deren Geräte in der Praxis des Maisanbaus zur Vogelabwehr eingesetzt werden oder deren Geräte mit Sensortechnik ausgerüstet sind, fanden in der Praxis bisher keinen Eingang (Ehinger 2007).

Für den Einsatz von sensorgesteuerten Schussapparaten im Maisanbau zur Vogelabwehr ist eine spezielle Entwicklung der technischen Ausrüstung auf den großflächigen Einsatz notwendig. Nur so kann die Technik den beteiligten Konfliktpartnern – Landwirten und Anwohnern – durch geringere Lärmbelastigung und höhere Effizienz gerecht werden.

3.1.2 Saatgutbehandlung

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Neben den Schussapparaten gehört auch das Färben des Saatgutes zu den vorbeugenden Maßnahmen gegen Fraßschäden durch Krähenvögel. Grundlage für die Wirksamkeit ist, dass Saatgut oder Keimlinge zunächst erst einmal von den Vögeln aus dem Boden gezogen werden müssen. Erst dann kann unnatürliche Färbung bzw. unnatürlicher Geschmack wahrgenommen und eine weitere Entnahme von Saat und Keimlingen von den Vögeln abgelehnt werden. Gefärbtes Saatgut kann zu einer geringeren Saatgutaufnahme durch die Vögel führen, wenn genügend Alternativfutter vorhanden ist. Die Wahl der Farbe spielt dabei keine Rolle. Besonders wirksam wird die Kombination von färbenden und repellierenden Mitteln beschrieben. Im Ökologischen Landbau kann demnach beispielsweise Lebensmittelfarbe und Weintraubenkernextrakt angewandt werden (Gemmeke 2006). In den wenigen systematischen Studien zum Effekt von Saatgutfärbungen und Repellentien auf Vogelfraß sind meist keine konsistenten Resultate erzielt worden. Oft kommt es zu einer klaren Ablehnung behandelten Saatgutes unter kontrollierten Bedingungen (z. B. in Volieren), die jedoch einer Überprüfung unter Freilandbedingungen nicht standhielt (Jacob und Leukers 2008). Vögel haben einen schlecht ausgeprägten Geschmacks- und Geruchssinn, so dass viele für den Menschen wenig attraktive Zusätze (bittere und scharfe Substanzen) von Vögeln trotzdem gefressen werden. Bei Vögeln wirksame Substanzen sind die Naturstoffe Anthrachinon und Anthranilat (Avery et al. 1997). Der Zeitraum der Anwendung ist an die Aussaat des Maises gebunden und liegt somit zwischen der zweiten Dekade im April und der ersten Dekade im Mai.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Es bestehen zwei Möglichkeiten gebeiztes Saatgut zu erhalten: durch Zukauf von fertig präpariertem Saatgut oder durch Behandlung des Saatgutes in Eigenleistung. Durch Recherche in aktuellen Forschungsbeiträgen sowie dem Befragen von Experten aus dem Handel und der Forschung werden die Verfahren zur Umsetzung der Saatgutbehandlung beschrieben und auf Praxisrelevanz geprüft.

Darstellung des Verfahrens

In Eigenleistung durchgeführte Saatgutbehandlungen variieren entsprechend der vorhandenen Technik des jeweiligen Betriebes. Improvisierte Mischeinrichtungen per Hand oder mit Betonmischern erlauben eine Behandlung von kleineren Mengen an Saatgut. Da diese Verfahren untereinander nicht vergleichbar sind und

die Umsatzmengen als sehr gering eingeschätzt werden, wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

Eine professionelle Durchführung durch Dienstleistungsfirmen auf den Betrieben ist bisher nicht vorhanden (Jacob 2007).

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt durch das Julius Kühn-Institut und den Saatgutproduzenten KWS Saat AG wurden unterschiedliche Saatgutbehandlungen getestet. Allerdings bietet die Firma kein diesbezüglich behandeltes Saatgut an, weshalb sich auch hierfür eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens erübrigt. Würde durch neue Erkenntnisse eine wirksame Saatgutbehandlung in Zukunft entwickelt werden, so entstünde für die landwirtschaftlichen Betriebe kein zusätzlicher Aufwand durch Arbeitszeit, da das Saatgut bereits behandelt zugekauft würde. Lediglich die Dienstleistung der Behandlung würde in diesem Verfahrensabschnitt einen Mehraufwand darstellen.

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die Einschätzungen durch Experten des Julius Kühn-Institutes und der KWS Saat AG decken sich darin, dass eine Vogelabwehr durch Saatgutbehandlung aus wissenschaftlicher Sicht sinnvoll ist, es in der Praxis aber keine Anwendung und keine Anbieter für Saatgutfärbungen gibt (Jorek 2007), weil keine wirksamen Behandlungsmöglichkeiten verfügbar sind. Aus der Sicht der Biolandberatung in Nordrhein-Westfalen ist das Färben des Saatgutes mit blauer Farbe oder mit anderen Pflanzenextrakten wenig Erfolg versprechend (Buschhaus 2007).

Die Anwendung in der Praxis wird darüber hinaus in Frage gestellt, da für eine zufrieden stellende Wirksamkeit des gefärbten und geschmacklich abschreckenden Saatgutes ausreichend Alternativfutter für die Krähenvögel zur Verfügung stehen muss. Als Omnivoren sind die Krähenvögel auf ausreichend Insekten und Weichtiere insbesondere von Wiesen angewiesen. Ist das Grünland nicht vorhanden, greifen die Vögel verstärkt auf Alternativen wie zum Beispiel den frisch gelegten Mais zurück.

Nach Erfahrung der Beratung für Ökologischen Landbau in Nordrhein-Westfalen ist die Saatgutbehandlung mit Knoblauch-Öl Erfolg versprechend:

„20 l kaltgepresstes Öl (raffiniertes nimmt den Geruch nicht an) und 4 bis 5 kg geschälten Knoblauch mehrere Wochen stehen lassen. Maissaatgut im Betonmischer mit 1 bis 1,5 l Effektive Mikroorganismen (EM) oder Wasser anfeuchten. Dann 1 bis 1,5 l Öl zugeben und zum Schluss mit der gleichen Menge Gesteinsmehl trocknen.“ (Buschhaus 2007).

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass der Erfolg farbbehandelten Saatgutes zur Abschreckung von Vögeln unterschiedlich beurteilt wird und für die Anwendung repellenter Stoffe weiterhin Forschungsbedarf besteht.

3.1.3 Tiefere Einsaat und Eggen quer zur Drillspur

Eine tiefere Aussaat, damit es die Vögel schwerer haben, an das Saatgut zu gelangen, ist ein übliches Verfahren in der Praxis. Das Problem ist aber, dass die Saat nur begrenzt tiefer abgelegt werden kann, um einen guten Feldaufgang zu gewährleisten. Die Saattiefe sollte situationsgebunden immer neu entschieden werden, weil sie vor allem vom Bodenzustand (Krümelstruktur etc.), der Bodenbearbeitungs- und Saattechnik sowie von der Witterung abhängt.

In der Regel sind für eine tiefere Aussaat keine zusätzlichen Kosten zu erwarten.

Eine weitere in der Literatur beschriebene Maßnahme ist das Eggen quer zur Drillrichtung, um die Krähen irre zu führen. Die Gefahr besteht darin, dass bei nicht exakter Tiefenablage des Saatgutes Saatgut an die Oberfläche gelangt. Walzen mit einer Rauwalze, wie mit einer Cambridgewalze, quer zur Drillrichtung vermeidet diese Gefahr. Diese Maßnahmen verbessern außerdem auch den Bodenschluss des Saatgutes und damit den Feldaufgang. Beide Verfahren bedeuten einen zusätzlichen Arbeitsgang und werden im Folgenden mit Hilfe der KTBL-Daten (2006/2007) betriebswirtschaftlich verglichen (Tabellen 3 bis 6).

Es wurde ein Dieselpreis von 0,95 €/l und ein Schmierstoffpreis von 2,00 €/l zugrunde gelegt. Dabei wird bei dem 2 ha Schlag, als Modell für einen kleinen Betrieb (überwiegend 2 ha Schläge), eine Maschinennutzung von 75 % der Auslastungsschwelle und ein 67 kW Traktor angenommen. Bei 20 ha Schlägen (überwiegend 20 ha Schläge) eine Auslastungsschwelle von 100 % und ein 120 kW Traktor angenommen¹:

¹ vgl. KTBL: Faustzahlen für die Landwirtschaft, Darmstadt 2005, Seite 101 und 149

Tabelle 3: Verfahrensbeschreibung zum Eggen quer zur Drillspur (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	APR 1/2	Eggen mit Federzinkenegge 4,0 m; 67 kW		0,57	6,21	6,47	12,9

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Tabelle 4: Verfahrensbeschreibung zum Eggen quer zur Drillspur (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	APR 1/2	Eggen mit Federzinkenegge 6,0 m, 120 kW		0,29	6,14	5,39	11,71

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Tabelle 5: Verfahrensbeschreibung zum Walzen quer zur Drillspur (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	APR 1/2	Walzen Ansaat Cambridgewalze 2,5 t, 5 m aufgesattelt, 67 kW		0,41	3,44	5,77	7,5

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Tabelle 6: Verfahrensbeschreibung zum Walzen quer zur Drillspur (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	APR 1/2	Walzen Ansaat Cambridgewalze 4,0 t, 8 m, 120 kW		0,26	3,35	5,85	6,66

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Anhand der günstigeren betriebswirtschaftlichen Parameter, des geringeren Risikos Saatgut heraus zu eggen und auf Grund der positiven Wirkung des Walzens auf die Keimung, wird das Walzen mit einer Cambridgewalze quer zur Drillrichtung empfohlen.

Tiefes Drillen in Kombination mit einer Saatgutbehandlung mit Repellentien aus Naturstoffen könnte gut geeignet sein, zur Problemlösung beizutragen, wenn es gelingt, geeignete repellente Wirkstoffe zu identifizieren.

Für das Produktionsverfahren Mais wird eine Ruhephase zwischen der Bodenbearbeitung zur Saatbettbereitung und der Aussaat von einigen Tagen empfohlen, um die Fraßschäden durch Saat- und Aaskrähen möglichst gering zu halten (Gemmeke 2006). Dieser Verfahrenseinschub verlangt eine

betriebsinterne Organisation, die nicht durch Kennzahlen feststellbar ist und somit keinen Eingang in die Betrachtungen der vorliegenden Arbeit fand.

3.2 Minderung der Fraßschäden durch Fasan

Zielsetzung und zeitliche Einbindung des Verfahrens

Die heimischen Arten der Fasane sind zumeist Kreuzungen aus dem Böhmischem Jagdfasan (*Phasianus c. colchicus*) und dem Chinesischen Reisfasan (*Phasianus c. torquatus*). In Deutschland treten sie als frei lebende Tiere hauptsächlich in den Niederungsgebieten auf, wo sie im Maisanbau ein typisches Schadbild hinterlassen: Am Randbereich der Schläge ist entlang der Saatreihen das Saatgut bzw. die Keimlinge bis zum 3-Blattstadium trichterförmig herausgewühlt und teilweise oder komplett aufgefressen. Somit beschränkt sich der Verfahrenszeitraum von der Aussaat bis zum 3-Blattstadium – zweite Dekade April bis etwa erste Dekade Juni (Gemmeke 2006).

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Zur Beschreibung des Verfahrens wird Literatur aus aktuellen Forschungsbereichen herangezogen. Die Umsetzung in die Praxis und deren Relevanz wird durch Experten aus der Forschung sowie aus der jagdlichen und landwirtschaftlichen Praxis recherchiert.

Darstellung des Verfahrens

Das Grundprinzip ist denkbar einfach: Treten in einem Maisanbaugebiet Fasane als Schaderreger auf, so werden diese in der Keim- und Auflaufzeit des Maises durch bereitgestelltes Futter am Feldrand von der Saat abgelenkt. Dieses Verfahren beschränkt sich auf Einzeltiere, die durch den ausgebrachten Bruchmais an ihren Brutstätten eine attraktive Futterquelle zur Verfügung gestellt bekommen. Besonders relevant ist dieses Verfahren für biologisch wirtschaftende Betriebe, deren Schläge im Verhältnis zwischen Größe und Angrenzen an Randstreifen und Biotoptrittsteine günstige Brutverhältnisse für den Fasan geschaffen haben. Der Fasan brütet in geschützten Hecken und Waldstreifen am Boden und nutzt ab etwa dem zwölften Lebensstag den Schutz in Bäumen (aufbäumen) vor natürlichen Feinden (Gemmeke 2006). Grenzen geschützte Landschaftsbestandteile, wie Mager- bzw. Trockenrasen sowie Hecken, Waldränder oder sonstige Gehölze an die betroffenen Maisschläge an, so ist es in diesem Zusammenhang nach den jeweiligen Landesnaturschutzgesetzen untersagt, in diese Landschaftsbestandteile einzugreifen (BNSG 2002). Somit dürfte auch eine Ablenkfütterung am Feldrand in diesen Fällen nicht möglich sein.

Die Menge für Ablenkungsfütterungen muss sich nach Art und Anzahl der schadensverursachenden Vögel richten und kann grob anhand der Anzahl der Individuen abgeschätzt werden. Fasane fressen ca. 40 Gramm Mais je Einzeltier und Tag. Für eine positive Wirkung des Verfahrens ist zu beachten, dass das Ablenkungsfutter in Qualität, Quantität und Zugänglichkeit attraktiver als die zu schützende Ressource sein sollte. Dies zieht allerdings zwangsläufig weitere Individuen an die Futterstellen an, wodurch möglicherweise „eine "Rüstungsspirale" in Gang gesetzt wird: mehr Futter, mehr Tiere, noch mehr Futter...“. Neben den Fasanen werden auch andere Vogelarten und ggf. auch Nager Ablenkfutter konsumieren.

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Schlussfolgernd aus den recherchierten Bestandteilen zu diesem Verfahren kann der Einsatz von Ablenkungsfutter unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben zum Schutz von Landschaftselementen bei einem geringen Vorkommen von Fasanen sinnvoll sein. Eine tatsächliche Umsetzung in die Praxis konnte jedoch nicht ermittelt werden.

Ungeklärt blieben zwei Aspekte: 1. Inwieweit trägt das Ausbringen von Ablenkfutter zu einem erhöhten Risiko der Krankheitsübertragung bei Vogelansammlungen bei? 2. Kann die Ablenkfütterung den Bruterfolg der Zielart und dadurch die Konkurrenzfähigkeit dieser Art gegenüber anderen Vogelarten verbessern?

Jagdrechtlich kann es problematisch werden, Ablenkfütterungen für Fasane zu etablieren. Das Bundesjagdgesetz gestattet das Fernhalten von Wild von Grundstücken zur Verhütung von Wildschäden (§ 26), jedoch können die Bundesländer die Fütterung von Wild untersagen oder genehmigungspflichtig machen (§ 28 Abs. 5). Wildschäden durch Fasane in einem Jagdbezirk sind schadensersatzpflichtig (§ 29 Abs. 1).

Als Alternativverfahren ist unter Beachtung der jagdrechtlichen Bestimmungen des Bundeslandes der Abschuss der Tiere als wirksame Methode zu betrachten.

3.3 Prävention gegen den Westlichen Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*)

Der Westliche Maiswurzelbohrer stellt eine invasive Bedrohung für den Maisanbau sowohl im konventionellen als auch im Ökologischen Landbau dar. Die ökonomischen sowie pflanzenbaulichen Konsequenzen werden in Szenarien als erheblich negativ eingeschätzt. Eine stufige Vorgehensweise zur Überwachung, Eindämmung und Bekämpfung des Maiswurzelbohrers wurde durch die Europäische Gemeinschaft bereits im Jahr 2003 erstellt². Darauf aufbauend hat das Julius Kühn-Institut eine Leitlinie entwickelt, die ein bundeseinheitliches Vorgehen für Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen empfiehlt. Die Leitlinie zur Durchführung von amtlichen Maßnahmen gegen den Westlichen Maiswurzelbohrer beinhaltet somit einen Katalog an Schritten zur Überwachung des Auftretens dieses Schädlings. Mit diesem Kapitel soll aufgezeigt werden, welchen Aufwand die Überwachungsmaßnahmen in Maisrisikogebieten und auf Maisrisikoplätzen darstellen.

Die zeitliche Aufteilung der Überwachungsmaßnahmen ist stark durch den Lebenszyklus des Tieres geprägt und erstreckt sich von der ersten Dekade im Juli bis zur ersten Dekade im Oktober des Jahres. Zur Erläuterung wird an dieser Stelle der Lebenszyklus des Westlichen Maiswurzelbohrers kurz beschrieben:

„Aus seinen im Boden überwinterten Eiern schlüpfen im späten Frühjahr - wenn der Mais das Vier- bis Sechsstadium erreicht hat - Larven. Diese ernähren sich etwa drei bis vier Wochen lang von Maiswurzeln und durchlaufen in dieser Zeit drei Larvenstadien. Wenn das dritte Larvenstadium ausgereift ist, verpuppt es sich. Nach ein- bis zweiwöchiger Puppenruhe schlüpfen die Käfer. Diese verlassen den Boden und streben auf die umstehenden, bereits blühenden Maispflanzen. Die Käfer fressen an Maisblättern, vor allem aber an Pollen und Seide, bis zu zwölf Wochen lang. Mit Begattung und Eiablage schließt sich der Lebenszyklus“ (aid 2007).

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Als wichtigste Quellen für das Monitoring vor und nach dem Auftreten des Schädlings konnten zwei Forschungsarbeiten identifiziert werden: grundlegende Kennzahlen liefert der Endbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zur „Ökonomischen Bewertung von Maßnahmen zur Verhinderung der Ein- und Verschleppung des Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera* in Deutschland“ von Bokelmann et al. (2006) und Berechnungen für die Monitoringkosten nach Auftreten des Schädlings bietet die Studie „Threat to European maize production by the invasive quarantine pest Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*): a new sustainable crop management approach“ von Baufeld und Enzian (1999).

Darstellung des Verfahrens

Durch die Umsetzung der europäischen Gesetzesvorgaben gilt es im gesamten Bundesgebiet Überwachungsmaßnahmen durchzuführen, die in der Verantwortung der jeweiligen Pflanzenschutzdienste liegen. Direkte Kosten für die Landwirte treten ein, sobald Bekämpfungsmaßnahmen gegen bereits aufgetretene Tiere notwendig sind. Das amtliche Monitoring ist ebenso vor wie auch nach dem Auftreten erster Schädlinge durchzuführen. Daher soll zunächst betrachtet werden, wie Maisrisikogebiete und Maisrisikoplätze definiert werden, um die entsprechenden Regionen dafür zu identifizieren:

„**Maisrisikogebiete** sind Anbaugebiete, in denen Mais nach Mais in erheblichem Umfang angebaut wird, d. h. auf Gemeindeebene ist mindestens 50 Prozent Mais in der Fruchtfolge vorhanden“.

„**Risikoplätze** sind Standorte, wo in erheblichem Umfang Transportmittel aus Befallsgebieten (innerhalb und außerhalb Europas) be- oder entladen werden und in deren Umgebung Mais angebaut wird. Diese können sein:

- Flughäfen und -plätze
- Bahn- und LKW-Umschlagsplätze
- Binnenhäfen
- Großmärkte“ (BBA 2004, S. 3).

Die in Abbildung 2 dunkel gekennzeichneten Gebiete sind Risikogebiete mit intensivem Maisanbau.

² Vergleiche mit EG-Entscheidung 2003/766/EG

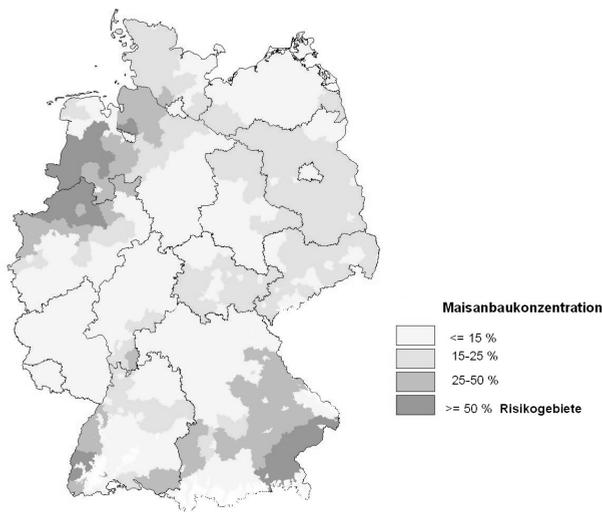


Abbildung 2: Maisanbaugebiete in Deutschland (BBA 2006)

Innerhalb der so zu identifizierenden ca. 350.000 Hektar Maisrisikoflächen in Deutschland sind Überwachungsmaßnahmen durchzuführen. Für das Monitoring werden Pheromonfallen vom Typ PAL (vgl. Abbildung 3) und zusätzlich unter besonderen Umständen (Risikoplätze) auch Floralfallen mit Blütenextrakten vom Typ PALs aufgestellt. Das Ausbringen und Kontrollieren von Pheromonfallen im Mais sind die zu untersuchenden Verfahrensabschnitte. Die Leitlinie gibt vor, dass in Maisrisikogebieten eine Dichte der Pheromonfallen von mindestens einer Falle je 1.000 Hektar Mais vorhanden sein muss. Im Umkreis von fünf Kilometern um Risikoplätze sollte das Monitoring eine Fallendichte von mindestens fünf Fallen je 1.000 Hektar Mais aufweisen, bei geringem Risiko mindestens zwei Fallen (BBA 2004). Die Fallen werden in der Zeit vom ersten Juli bis ersten Oktober aufgestellt und mindestens alle sechs Wochen erneuert. Zumindest alle zwei Wochen müssen Kontrollen der Dispenser durchgeführt werden.

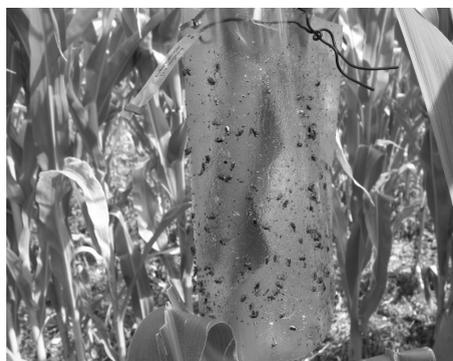


Abbildung 3: Pheromonfalle an Maispflanze
(Foto Peter Baufeld, JKI)

Nach Bokelmann et al. (2006) setzen sich Überwachungskosten aus den Anschaffungskosten der Fallen sowie den Administrations- und Kontrollkosten zusammen. Zur Berechnung der Kosten im Verhältnis zur Fläche wurde der Mittelwert der beobachteten Anzahl an Standorten (jeweils zu 1000 Hektar) und die darauf eingesetzten Fallenzahlen aus den einzelnen Bundesländern genutzt (vgl. Tabelle 7) (Bokelmann et al. 2006).

Tabelle 7: Anzahl der beobachteten Standorte und eingesetzten Fallen (Bokelmann et al. 2006)

Bundesland	Anzahl der beobachteten Standorte	Anzahl der eingesetzten Fallen
Baden-Württemberg	235	281
Bayern	92	380
Niedersachsen	38	59
Nordrhein-Westfalen	43	88
Sachsen	38	23

Bei einem Einkaufspreis von 12,58 Euro für je zwei PAL Fallen entstehen Kosten von 6,29 Euro je Standort. Für die Floralstoffdispenser des Typs PALs entstehen Stückkosten von 2,35 Euro³. Die Administrations- und Kontrollkosten für das regelmäßige Überwachen setzen sich aus 195,45 Euro Kontrollkosten je Standort und 53,20 Euro Administrationskosten je Standort zusammen (siehe Tabelle 8) (Bokelmann et al. 2006).

Tabelle 8: Administrations- und Kontrollkosten für die regelmäßige Überwachung (Bokelmann et al. 2006)

	Kontrollkosten/ Standort (€)	Administrationskosten / Standort (€)
Stunden / Standort	3,0	0,95
Kosten / AKh	44	56
AKh Kosten / Standort	167,95	53,20
km / Standort	91,67	
Kosten / km	0,30	
Kosten / km /Standort	27,50	
Gesamt	195,45	53,20
Gesamtkosten / Standort (ohne Fallen)		248,65

Demnach ergeben sich für die Überwachungskosten je Standort für eine Saison Gesamtkosten von 261,23 Euro in Maisrisikogebieten. Für Maisrisikoplätze kommen noch die Kosten der PALs Fallen hinzu, womit die Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Risikostärke zwischen 270,63 und 284,73 Euro variieren. Auf dieser Grundlage sind die Gesamtkosten der Überwachungsmaßnahmen auf Maisrisikogebieten und -plätzen je Hektar bestimmbar, wie sie in Tabelle 9 dargestellt sind.

Tabelle 9: Gesamtkosten der Überwachung je Saison

	Gesamtkosten / Standort (€)	Gesamtkosten / überwachtem Hektar (€)
Maisrisikogebiete	261,23	0,26
Maisrisikoplätze	270,63 – 284,73	0,27 – 0,28

Nach dem Auftreten des Westlichen Maiswurzelbohrers entsteht die Notwendigkeit, Befalls- und Sicherheitszonen einzurichten, innerhalb derer ein verstärktes Monitoring im Befalls- und den beiden Folgejahren notwendig wird. Die auftretenden Kosten für diesen Fall haben Baufeld und Enzian (1999) berechnet und mit der folgenden Tabelle (Tabelle 10) zusammengefasst dargestellt.

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die betrachteten Überwachungsmaßnahmen sind in den Bundesländern durch den jeweiligen amtlichen Pflanzenschutzdienst durchzuführen. Somit wirken sich die entstehenden Monitoringkosten nicht direkt auf die Landwirtschaftsbetriebe aus.

Handlungsspielraum zur Eingrenzung der Verbreitung durch landwirtschaftliche Maßnahmen sind in beiden Szenarien möglich – allerdings nur durch Umstellung der Fruchtfolge und damit verbundenen ökonomischen Veränderungen.

³ „Die Fallentypen PAL und PALs werden vom ungarischen MTA Növényvédelmi Kutatóintézet (Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Science, Drs. Zoltán IMREI, Gábor SZÖCS, Miklós TÓTH) hergestellt und in Ungarn vertrieben, können aber auch direkt in Deutschland bei der Firma Trifolio-M GmbH bezogen werden.“ (Bokelmann et al. 2006, S. 41)

Tabelle 10: Potentielle Monitoringkosten (ohne Fallen) zur Bekämpfung des Westlichen Maiswurzelbohrers für Deutschland (nach Baufeld und Enzian 1999)

Nr. Kostenstelle	Befallszone (BZ) (5 Euro/Falle Transportkosten)		Sicherheitszone (SZ) Radius 5 km (10 Euro/Falle Transportkosten)		Sicherheitszone (SZ) Radius 10 km (10 Euro/Falle Transportkosten)		Sicherheitszone (SZ) Radius 60 km (20 Euro/Falle Transportkosten)		Summe SZ Radius 5 km Radius 10 km	
	Anzahl Fallen	Euro	Anzahl Fallen	Euro	Anzahl Fallen	Euro	Anzahl Fallen	Euro	Euro	Euro
	1 SZ 25: Monitoring (2,4 h/Falle + Saison; Personalkosten: 56,70 Euro/h; Gesamtpersonalkosten: 136,08 Euro/Falle	100	14.108	100	14.608	360	52.589	25	3.902	32.618
2 SZ 50: Monitoring (2,4 h/Falle + Saison; Personalkosten: 56,70 Euro/h; Gesamtpersonalkosten: 136,08 Euro/Falle	100	14.108	100	14.608	360	52.589	50	7.804	36.520	74.501
3 SZ 100: Monitoring (2,4 h/Falle + Saison; Personalkosten: 56,70 Euro/h; Gesamtpersonalkosten: 136,08 Euro/Falle	100	14.108	100	14.608	360	52.589	100	15.608	44.324	82.305

Erläuterung: - z. B. SZ 25 => Sicherheitszone mit 25 Fallen in dieser Zone (Radius 60 km) - Die dargestellten Kosten beziehen sich auf den Monitoringaufwand für den Fall des Auftretens des Schädlings.

4. Produktionsverfahren Kartoffel - Kartoffelkäferregulierung

In diesem Kapitel wird die Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) durch die kombinierte Anwendung der Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S und Novodor FC in zwei Varianten betrachtet. Beide Varianten zielen auf die Regulierung der Larven, die durch Blattfraß betriebswirtschaftlich wirksame Schäden im Kartoffelanbau anrichten. Das Schadbild ist zunächst durch den Lochfraß der Larven an den Fiederblättern der Kartoffelpflanzen gekennzeichnet. Später verzehren die Käfer bei starkem Befall die ganze Blattspreite, außer die Stängel und Blattadern. Dies verhindert einen starken Knollenansatz und führt zu geringen Knollengrößen (Saucke et al. 2006).

Zur Feststellung des optimalen Anwendungszeitraumes muss durch Bonitur das Erstauftreten der Eigelege des Kartoffelkäfers festgestellt werden. Damit ist Ende Mai/Anfang Juni zu rechnen. Mit Hilfe des Prognosemodells SIMLEP3 kann der Zeitpunkt des Massenschlupfes der Junglarven berechnet werden, um so den optimalen Wirkzeitpunkt der Pflanzenschutzmittel zu bestimmen. Zum berechneten Termin ist eine weitere Kontrollbonitur notwendig, wonach anhand der erhobenen Larvenzahlen die Wahl der Mittelkombination durch den Vergleich mit Schwellenwerten getroffen werden kann. Alle notwendigen Arbeitsgänge – Bonituren, Zeitprognose, Kontrollbonitur und Mittelausbringung – liegen in kurzer Abfolge in erster und zweiter Junidekade.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Die Ergebnisse der Mittelanwendungen stammen aus den Forschungsuntersuchungen des Julius Kühn-Institutes (JKI) in Kleinmachnow. Kennzahlen für das Verfahren wurden im Rahmen von Versuchsdurchführungen auf der Versuchsstation Dahnsdorf (JKI) erhoben. Auf den nach EU-Ökorichtlinien zertifizierten Versuchsflächen (siehe Markierung in Abbildung 4) wurden die Arbeitszeitmessungen für die Linienbonituren auf den Kartoffelschlägen erhoben. Kennzahlen für die Ausbringung der Pflanzenschutz-

mittel NeemAzal-T/S und Novodor FC entsprechen den Daten vergleichbarer Arbeitsgänge für den konventionellen Landbau und wurden an Hand ausgewählter Beispiele veranschaulicht.

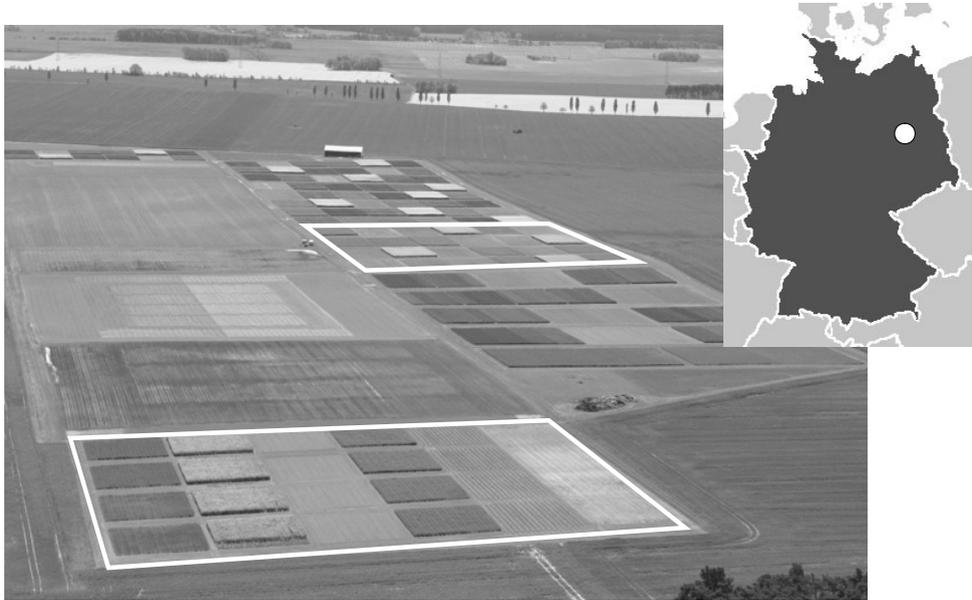


Abbildung 4: Versuchsstation des Julius Kühn-Institutes (JKI) in Dahnsdorf mit den markierten Versuchsflächen
(Foto: JKI)

Folgende methodische Hintergrundinformationen stehen für die Zeitmessungen zur Verfügung:

- Tag der Messungen: 07. Juni 2007
- Ort: Versuchsstation Dahnsdorf des JKI
- Zeitmessung und Dokumentation durch Heike Delling
- Bonitur durch Versuchsansteller
- Schlaggrößen: 30 x 30 m
- BBCH-Stadium der Kartoffelpflanzen: 59.

Darstellung der Verfahren

Die Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S und Novodor FC sind auf Grund ihrer Wirkeigenschaften auf eine möglichst exakte Terminierung angewiesen und können als Spritzlösung mit handelsüblicher Mechanisierung ausgebracht werden. Die Wirkungsdauer der genannten Pflanzenschutzmittel ist auf wenige Tage beschränkt und erzielt nur bei Junglarven eine optimale Wirkung (Sauccke et al. 2006).

Pro Schlag sollen durch eine Linienbonitur jeweils fünf Pflanzen an fünf Stellen in gleichmäßigem Abstand auf Eigelege, Junglarven und adulte Käfer (Abbildung 5) untersucht werden. Ende Mai bis Anfang Juni sind durchschnittlich drei Bonituren zur Feststellung des Erstauftretens der Eigelege notwendig. Dieser Termin und die Angabe der lokal nächsten Wetterstation werden in das Prognosemodell für die Populationsentwicklung von Kartoffelkäfern SIMLEP3⁴ eingegeben, um so den Zeitpunkt des Massenschlupfes und den damit verbundenen optimalen Behandlungszeitpunkt zu ermitteln.

⁴ Verfügbar unter URL: <http://www.isip.de>

Zur Entscheidungsfindung der Pflanzenschutzmittelanwendung ist zum Zeitpunkt des Massenschlupfes eine Kontrollbonitur durchzuführen. Hierbei wird der Mittelwert der Larven pro Pflanze bestimmt, um durch den Vergleich mit Schwellenwerten eine Entscheidung treffen zu können.

Ein gebräuchlicher Schwellenwert für die Behandlung liegt bei durchschnittlich zehn Larven je Pflanze. Ist der Schwellenwert überschritten, wird eine kombinierte und zeitlich gestaffelte Anwendung der beiden Mittel NeemAzal-T/S und Novodor FC (Kühne et al. 2008b) empfohlen. Dabei sollte zuerst das Neem-Präparat und dann drei bis fünf Tage später das *Bacillus thuringiensis*-Präparat Novodor angewendet werden.

Ergebnisse der Untersuchungen

Für die Bonituren kann nach Abbildung 5 vorgegangen werden, wobei hier die Verteilung der fünf Boniturstellen je Schlag schematisch dargestellt ist. Die Linienbonituren wurden auf acht Schlägen mit Kantenlängen von 30 mal 30 Metern durchgeführt. Durch die Zeitmessungen wurden sowohl die Kontrolle der Einzelpflanzen als auch die Dokumentation der vorgefundenen Schädlinge durch die bonitierende Person ermittelt.

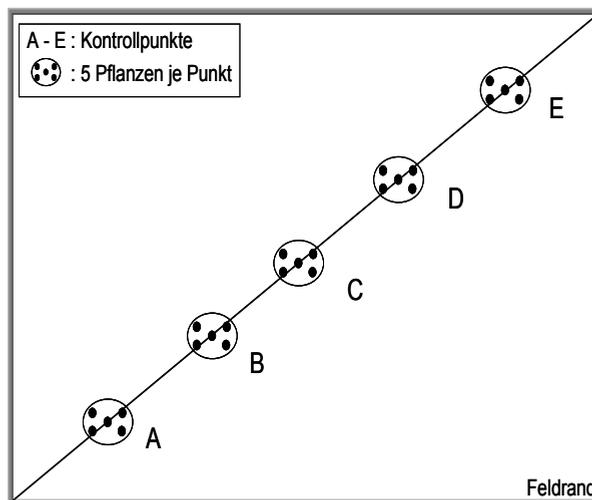


Abbildung 5: Methodisches Vorgehen bei der Linienbonitur

Die Messungen haben ergeben, dass für die Bonitur je Einzelpflanze mit 30 Sekunden bzw. je Kontrollpunkt mit 2 Minuten 30 Sekunden zu rechnen ist. Somit beträgt die reine Bonitur- und Dokumentationszeit der notwendigen 25 Pflanzen je Schlag 12 Minuten 50 Sekunden.

Nimmt man eine Laufgeschwindigkeit von drei km/h für das Zurücklegen der Wegstrecken zwischen den einzelnen Kontrollpunkten an, so ergibt sich eine Laufzeit von 2 Minuten und 50 Sekunden je Hektar (141,42 Meter Diagonale). Es ergibt sich daraus 15 Minuten und 40 Sekunden Arbeitszeit für einen quadratischen Schlag mit einem Hektar je Boniturdurchgang. Legt man den Erfahrungswert von drei Kontrollbonituren zur Ermittlung des Erstauftretens der Eigelege und eine Bonitur zum Zeitpunkt des Massenschlupfes der Berechnung des Arbeitszeitaufwandes zugrunde, so ergibt sich bei 51 Minuten und 20 Sekunden reiner Boniturzeit ein Arbeitszeitaufwand von 54 Minuten und 10 Sekunden für einen quadratischen Schlag von einem Hektar. Am Beispiel von einem 20 Hektar großen, quadratischen Schlag ergibt dies einen Arbeitszeitaufwand von 63 Minuten und 59 Sekunden.

Daraus ergeben sich 0,9 AKh für einen Hektar und 1,07 AKh für 20 Hektar. In Tabelle 11 sind die ermittelten Zeitaufwände für die Bonituren dargestellt.

Tabelle 11: Zeitaufwand der Kartoffelkäferbonitur

	Einzel- pflanze	1 Boniturdurchgang á 25 Pflanzen	4 Boniturdurchgänge á 25 Pflanzen
Boniturzeit (s)	30	770	3080
Arbeitszeit für 1 ha (quadratischer Schlag) bei 3 km/h Laufgeschwindigkeit (s)	-	940	3250
Arbeitskraftstunden für 1 ha	-	-	0,9
Arbeitszeit für 20 ha (quadratischer Schlag) bei 3 km/h Laufgeschwindigkeit (s)	-	-	3839
Arbeitskraftstunden für 20 ha	-	-	1,07

Gemessen anhand der Fraßschäden konnten durch die kombinierte und zeitlich versetzte Anwendung der Mittel NeemAzal-T/S und Novodor FC Wirkungsgrade von über 80 % erzielt werden (Abbildung 6) (Kühne et al. 2008b).

Zur Ausbringung des Mittels NeemAzal-T/S ist eine Wasseraufwandmenge von 400 Liter je Hektar bei 2,5 Liter je Hektar Pflanzenschutzmittel notwendig. Als Kosten für einen Liter NeemAzal-T/S wurden 44 Euro zuzüglich 19 Prozent Mehrwertsteuer veranschlagt (Reelfs 2007). Reelfs (2007, S. 20) nimmt bei einer Behandlungskostenpauschale von 15 Euro je Hektar Applikationskosten von 146 Euro pro Hektar an.

Jahr	1. Behandlung (l/ha)	2. Behandlung (l/ha)	Wirkungsgrad in %	Mehrertrag dt/ha
2005	Pyrethrum 8	keine	9	16
2006	Pyrethrum 8	Pytethrum (+ 12d) 8	16	17
2005	B.t.t. 5	keine	30	25
2006	B.t.t. 5	keine	45	17
2006	B.t.t. 5	Pyrethrum (+ 2d) 8	43	9
2005	Neem 2,5	keine	44*	54*
2006	Neem 2,5	keine	57*	19
2006	Neem 2,5	Pyrethrum (+ 2d) 8	71	0
2006	Neem 2,5	B.t.t. (+ 2d) 5	80*	42*
2007	Neem 2,5	B.t.t. (+ 5d) 5	87*	62*
2007	Neem 2,5	B.t.t. (+ 5d) 3	82*	70*
2006	Neem 2,5	B.t.t. Tankmisch. 1,7	77*	18
2007	Neem 2,5	B.t.t. Tankmisch. 1,7	68*	16*

Abbildung 6: Wirkungsgrad in % der Pflanzenschutzmaßnahmen bezogen auf den Fraßschaden in der unbehandelten Kontrolle sowie der erzielte kostenfreie Mehrertrag in dt/ha (Kühne et al. 2008b)

Die Aufwandmenge von Novodor FC ist abhängig vom Entwicklungsstadium des Schädling und wird auf 3 Liter je Hektar bei kleinen Larven (L1- und L2-Stadium) und auf 5 Liter je Hektar bei großen Larven (L3- und L4-Stadium) empfohlen. Der notwendige Wasseraufwand beträgt 500 Liter je Hektar. Der veranschlagte Einkaufspreis für einen Liter Novodor FC liegt bei 16 Euro zuzüglich 19 Prozent Mehrwertsteuer (Reelfs 2007). Die sich daraus ergebenden Behandlungskosten liegen bei einer Applikationskostenpauschale von 15 Euro je Hektar bei 72 Euro bzw. 110 Euro pro Hektar (Reelfs 2007) (vgl. Tabelle 12).

Untersuchungen mit den Mitteln NeemAzal-T/S und Novodor FC ergaben in kombiniertem Einsatz die vergleichsweise besten Ergebnisse zur Kartoffelkäferregulierung bei biologischen Pflanzenschutzmaßnahmen (Reelfs 2007). Neem- und *B.t.t.*-Präparate wurden als Tankmischung (Variante A) oder zeitlich versetzt angewendet, wobei zuerst NeemAzal-T/S und zwei bis fünf Tage später Novodor FC ausgebracht (vgl. Tabelle 13) wurde.

Tabelle 12: Aufwandskosten für die Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S und Novodor FC (nach Reelfs 2007)

	Wasseraufwand- menge (l)	Pflanzenschutz- mittelmenge (l)	Kosten je Liter inkl. MwSt (€/l)	Applikationskosten bei 15 € /AKh (€)
NeemAzahl-T/S	400	2,5	52	146
Novodor FC (L1 und L2-Stadium)	500	3	19	72
Novodor FC (L3 und L4-Stadium)	500	5	19	110

In Tabelle 13 werden die Kosten und Einnahmen der betrachteten Verfahren gegenübergestellt und zu einem behandlungskostenfreien Ertrag in Euro je Hektar berechnet. Damit wird deutlich, dass trotz der hohen Behandlungskosten, der termingerechte und dem Schwellenwert entsprechende Einsatz von den beiden Mitteln in der entsprechenden Kombination empfehlenswert ist (Reelfs 2007).

Tabelle 13: Vergleich der beiden Varianten zur Kartoffelkäferregulierung (nach Reelfs 2007)

Parameter	Variante A Gemeinsame Gabe (Tankmischung) NeemAzal T/S + Novodor FC	B Versetzte Gabe (+2 Tage) NeemAzal TS + Novodor FC	C unbehandelte Kontrolle
Ertrag dt/ha	235,2	259,4	217,4
Verkaufsware (80 % vom Ertrag) dt/ha	188,2	207,5	173,9
Einnahmen €/ha (bei Verkaufspreis 30 €/dt)	5645	6226	5217
Behandlungskosten (€/ha)	179	194	0
Behandlungskostenfreier Ertrag €/ha	5466	6032	5217

Eine genauere Analyse der Verfahrenskosten auf Grund der unterschiedlichen Wassermengen und Verfahren werden in den folgenden Tabellen 14 bis 21 beschrieben. Dabei wurde zur besseren Vergleichbarkeit bei 2 und 20 ha Schlaggrößen von den gleichen Technikausstattungen ausgegangen. Auch kleine Betriebe lassen über Lohnarbeit den Pflanzenschutz erledigen.

Tabelle 14: Verfahrensbeschreibung max. 2 Behandlungen Novodor FC; herkömmliche landwirtschaftliche Praxis (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
2	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW Wassertransport:	2x500 1	0,58	4,4	17,6	11,2
2	JUN 2; JUL 1	7 m ³ Tankanhänger, 67 kW;	2x500 1	0,1	0,36	0,62	1,04
Summe				0,68	4,76	18,22	12,24

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Novodor FC	1	8	17,9	143,2

Annahmen: 2-malige Behandlung mit jeweils 3 und 5 l Novodor/ha im L2 und L4; Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer
(Biofa-Farming)

Tabelle 15: Verfahrensbeschreibung max. 2 Behandlungen Novodor FC; herkömmliche landwirtschaftliche Praxis (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
2	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW Wassertransport:	2x500 l	0,32	2,7	12,8	7,4
2	JUN 2; JUL 1	7 m ³ Tankanhänger, 67 kW;	2x500 l	0,12	0,52	0,76	1,4
Summe				0,44	3,22	13,56	8,80

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Novodor FC	1	8	17,9	143,2

Annahmen: 2-malige Behandlung mit jeweils 3 und 5 l Novodor/ha im L2 und L4; Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer
(Biofa-Farming)

Tabelle 16: Verfahrensbeschreibung max. 2 Behandlungen NeemAzal T/S; herkömmliche landwirtschaftliche Praxis (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
2	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	2x400 l	0,54	4,2	16,8	10,6
2	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	2x400 l	0,08	0,28	0,5	0,84
Summe				0,62	4,48	17,30	11,44

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 400 l/ha

(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	l	5	46,25	231,25

Annahmen: 2-malige Behandlung mit jeweils 2,5 l NeemAzal T/S/ha; Preisgrundlage 2007 o. Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

Tabelle 17: Verfahrensbeschreibung max. 2 Behandlungen NeemAzal T/S; herkömmliche landwirtschaftliche Praxis (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
2	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	2x400 l	0,3	2,6	12,44	7
2	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	2x400 l	0,1	0,42	0,62	1,12
Summe				0,40	3,02	13,06	8,12

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 400 l/ha (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	l	5	46,25	231,25

Annahmen: 2-malige Behandlung mit jeweils 2,5 l NeemAzal T/S/ha; Preisgrundlage 2007 o. Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

Tabelle 18: Verfahrensbeschreibung Variante A; Gemeinsame Gabe (Tankmischung) NeemAzal- T/S und Novodor FC (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	500 l	0,27	2,2	8,8	5,6
	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m ³ Tankanhänger, 67 kW;					
Summe				0,32	2,38	9,11	6,13

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Mischpreis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	1	2,5	46,25	115,625
Novodor FC	1	1,7	17,9	30,43
Gesamt	1	4,2	64,15	146,055

Annahmen: 1-malige Behandlung als TM mit Novodor FC 1,7 l (reduzierte Aufwandmenge) + NeemAzal T/S 2,5 l/ha;
Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

Tabelle 19: Verfahrensbeschreibung Variante A; Gemeinsame Gabe (Tankmischung) NeemAzal- T/S und Novodor FC (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	500 l	0,16	1,35	6,4	3,7
	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m ³ Tankanhänger, 67 kW;					
Summe				0,22	1,61	6,78	4,40

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Mischpreis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	1	2,5	46,25	115,625
Novodor FC	1	1,7	17,9	30,43
Gesamt	1	4,2	64,15	146,055

Annahmen: 1-malige Behandlung als TM mit Novodor FC 1,7 l (reduzierte Aufwandmenge) + NeemAzal T/S 2,5 l/ha;
Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

Tabelle 20: Verfahrensbeschreibung Variante B; Versetzte Gabe (+2 Tage) NeemAzal- T/S und Novodor FC (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	400 l	0,15	1,3	6,22	3,5
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	500 l	0,16	1,35	6,4	3,7
1	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	400 l	0,05	0,21	0,31	0,56
1	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	500 l	0,06	0,26	0,38	0,7
Summe				0,42	3,12	13,31	8,46

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Mischpreis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	1	1,5	46,25	69,375
Novodor FC	1	5	17,9	89,5
Gesamt	1	6,5	64,15	158,875

Annahmen: 1-malige Behandlung mit 1,5 l/ha NeemAzal T/S (reduzierte Aufwandmenge) und nach 2 Tagen 5 l/ha Novodor FC; Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

Tabelle 21: Verfahrensbeschreibung Variante B; Versetzte Gabe (+2 Tage) NeemAzal- T/S und Novodor FC (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	400 l	0,15	1,3	6,22	3,5
1	JUN 2; JUL 1	Aufbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW 18 m, 2000 l, Systemtraktor 120 kW	500 l	0,16	1,35	6,4	3,7
1	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	400 l	0,05	0,21	0,31	0,56
1	JUN 2; JUL 1	Wassertransport: 7 m³ Tankanhänger, 67 kW;	500 l	0,06	0,26	0,38	0,7
Summe				0,42	3,12	13,31	8,46

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Wassertransport 4 km, ab Feld auf 500 l/ha extrapoliert
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Mischpreis €/Einheit	Betrag €/ha
Neem Azal T/S	1	1,5	46,25	69,375
Novodor FC	1	5	17,9	89,5
Gesamt	1	6,5	64,15	158,875

Annahmen: 1-malige Behandlung mit 1,5 l/ha NeemAzal T/S (reduzierte Aufwandmenge) und nach 2 Tagen 5 l/ha Novodor FC; Preisgrundlage 2007 ohne Mehrwertsteuer (Biofa-Farming)

In den Tabellen 22 und 23 sind die Verfahren im Vergleich dargestellt. Die **fett** markierten Parameter sind die ökonomisch günstigeren Verfahren und die *kursiv* sind die ökonomisch ungünstigeren Verfahren.

Tabelle 22: Vergleich der Applikationsverfahren mit Novodor FC und NeemAzal- T/S (2 ha)

Verfahren	Akh/ha	Maschinenkosten	Mittelkosten	Gesamtkosten
Novodor FC + Novodor FC, zeitlich versetzt (+2-5 Tage)	0,68	30,46	143,20	173,66
NeemAzal TS + NeemAzal TS, zeitlich versetzt (+2-5 Tage)	0,62	28,74	231,25	259,99
NeemAzal TS+ Novodor Tankmischung	0,32	15,24	146,06	161,30
NeemAzal+Novodor, zeitlich versetzt (+2-5 Tage)	0,63	29,61	158,88	188,49

Tabelle 23: Vergleich der Applikationsverfahren mit Novodor FC und NeemAzal- T/S (20 ha)

Verfahren	Akh/ha	Maschinenkosten	Mittelkosten	Gesamtkosten
Novodor FC	0,44	22,36	143,20	165,56
NeemAzal TS	0,40	21,18	231,25	252,43
Novodor+NeemAzal Tankmischung	0,22	11,18	146,06	157,24
NeemAzal+Novodor, zeitlich versetzt (+2-5 Tage)	0,42	21,77	158,88	180,65

Auf Grund unterschiedlicher Ertragswirkungen der Verfahren (vgl. Tabelle 13) sind erhebliche Unterschiede zwischen den präferierten Verfahren A (Tankmischung: NeemAzal- T/S + Novodor FC) und B (NeemAzal+Novodor, zeitlich versetzt (+2 bis 5 Tage)) in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung festzustellen. Die Varianten aus der Praxis 1 (Novodor FC + Novodor FC, zeitlich versetzt) und 2 (NeemAzal T/S + NeemAzal T/S, zeitlich versetzt) sind von ihrer Wirksamkeit den Kombinationsverfahren A und B unterlegen.

Die Differenz der Verfahrenskosten zwischen den Verfahren A und B betragen nur circa 23 Euro. Durch den Mehrertrag des zeitversetzten Verfahrens B werden aber Mehrerträge von mehreren hundert Euro erzielt (vgl. Tabelle 13).

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die kombinierte Anwendung von Neem- und *B.t.t.*-Präparaten ist im Ökologischen Landbau zugelassen und wird seit 2007 in der Praxis angewendet. Der Neem-Wirkstoff für das Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S wird aus dem Samenextrakt des indischen Neembaumes (*Azadirachta indica*) hergestellt und wirkt Fraßhemmend und als Metamorphosehemmer. Das Pflanzenschutzmittel Novodor FC besteht aus dem Bakterium *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, dessen Toxin eine Darmparalyse der Larven hervorruft und somit den Entwicklungszyklus des Schädlings unterbricht (Kühne et al. 2008b). Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass 2008 Spinosad als ein neuer insektizider Wirkstoff entsprechend der EU-Ökoverordnung 2092/91 für den Ökolandbau erstmals in Europa zur Verfügung steht. Im Jahr 2010 wird mit der Zulassung eines Präparates mit diesem Wirkstoff gegen den Kartoffelkäfer in Deutschland gerechnet. Spinosad ist die Bezeichnung für eine Mischung aus den Metaboliten Spinosyn A und Spinosyn D des Bodenbakteriums *Saccharopolyspora spinosa*, die durch Fermentation gewonnen werden. Auf Grund seiner sehr guten Wirksamkeit bei preisgünstigem Mitteleinsatz könnte dieses Präparat in der Praxis zukünftig bevorzugt werden (Kühne et al. 2008).

Der Bonituraufwand zur Bestimmung des optimalen Anwendungszeitpunktes der Mittel wird in der Praxis häufig als zu hoch eingeschätzt. Punktuelle Kontrollen sind übliche Varianten, um durch eine Begehung und durch Erfahrungswerte die Notwendigkeit einer Behandlung abzuschätzen.

In der Praxis wird häufig nur eine Randbehandlung durchgeführt, da der Schaden sich oft nur an den Randflächen widerspiegelt.

5. Produktionsverfahren Getreide

5.1 Regulierung der Gemeinen Quecke (*Elymus repens*)

Die Gemeine Quecke als Problemunkraut tritt auf vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben, insbesondere auch auf leichten Böden, auf. Neben der starken Konkurrenzkraft spielt die Quecke auch als Wirtspflanze der Halmbruchkrankheit und Schwarzbeinigkeit eine Rolle. Neben der Fruchtfolge hat auch die Bodenbearbeitungstechnik einen Einfluss auf die Queckenverbreitung.

Nach Prof. Simon, Schwerin, sollte ein queckenfeindlicher Pflug ein Scheibensech haben, um die Queckenrhizome sauber durchzuschneiden und einen Vorschäler, um die Rhizome möglichst tief und sauber zu vergraben.

Die Fruchtfolge sollte aus einem Wechsel aus Winterungen und Sommerungen bestehen und auch mehrjährige Futterpflanzen (Klee-/Luzernegras etc.) enthalten.

Mechanische und damit energie- und arbeitskraftintensive Regulierungsstrategien sind die Stoppelbearbeitung, das Auskämmen, möglichst gute Zerkleinerung der Rhizome durch Fräse oder Scheibenege mit anschließendem tiefen und sauberen Unterpflügen der Rhizome und Etablierung einer konkurrenzstarken Nachfrucht. Nach der Getreideernte sollte möglichst zügig die Stoppel mit Stoppelpflug oder Stoppelhobel (von der Firma Zobel) bis zu einer Tiefe von 12 cm bearbeitet werden. Bei trockenem Boden ist mehrmaliges Grubbern und Eggen (in den Monaten ohne „r“) mit der Federzinkenegge im Sommer sinnvoll (Einschränkung ist: geringe Zeitspanne zwischen Ernte und Aussaat der Nachfrucht).

Bei nicht vollständig abgetrockneten Rhizomen ist es günstig, die ausgekämmten Wurzeln zu verladen und zu kompostieren.

Wenn nicht eine konkurrenzstarke Nachfrucht wie Winterroggen oder Wintertriticale folgt, sollte eine konkurrenzstarke Zwischenfrucht folgen, um den geschwächten Queckenrhizomen kaum eine Chancen zu geben.

Nach van Elsen et al. (2006) werden die folgenden gut beschattenden und schnellwachsenden Zwischenfrüchte für eine effektive Queckenunterdrückung empfohlen.

5.1.1 Sommerzwischenfrüchte

Senfarten (*Sinapis* spp.)

Der am meisten verwendete Gelbsenf ist wegen geringer Saatgutkosten, schnellen Wachstums und als abfrierende Zwischenfrucht bei den Landwirten als Zwischenfrucht sehr beliebt. Der Gelbsenf ist von den aufgeführten Zwischenfrüchten die relativ spätsaatverträglichste und kostengünstigste. Der Gelbsenf bietet bei Herbstdammvorformung und Einsaat mit anschließender Einsaat der Zwischenfrucht ein gutes Pflanzbett für Kartoffeln, weil der Gelbsenf sicher abfriert. Durch die Mulchschicht ist die Erosion stark eingeschränkt und der Unkrautdruck reduziert.

Bei der Kalkulation der Arbeitsgänge wurde ein Dieselpreis von 0,95 €/l und ein Schmierstoffpreis von 2,00 €/l zugrunde gelegt. Dabei wird bei dem 2 ha Schlag, als Modell für einen kleinen Betrieb (überwiegend 2 ha Schläge), eine Maschinennutzung von 75 % der Auslastungsschwelle und ein 67 kW Traktor angenommen. Bei 20 ha Schlägen (überwiegend 20 ha Schläge) eine Auslastungsschwelle von 100 % und ein 120 kW Traktor angenommen⁵:

Mit folgenden Verfahrenskosten kann bei den entsprechenden Bedingungen kalkuliert werden (vgl. Tabellen 24 und 25):

⁵ vgl. KTBL: Faustzahlen für die Landwirtschaft, Darmstadt 2005, Seite 101 und 149

Tabelle 24: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringungen von Senfarten als Zwischenfrucht (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	AUG1/2; SEP 1	Stoppelbearbeitung: Aufsattelscheibenegge 3,0 m, 67 kW		0,7	7,11	6,96	16,44
		Saatguttransport: Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	17 kg	0	0,01	0,01	0,01
1	JUL 1/2; AUG 1	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	17 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
		Überladeschnecke	17 kg	0	0	0	0
1	JUL 1/2; AUG 1	Säen der ZF mit Sämaschine: 3,0 m, 550 l angebaut, 67 kW	17 kg	0,8	4,85	9,52	12,41
		0,5	"-	Walzen der Ansaat mit 5 m und 67 kW		0,105	1,72
Summe				1,62	13,71	19,39	32,64

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	17	2,86	48,62

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Tabelle 25: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringungen von Senfarten als Zwischenfrucht (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	AUG1/2; SEP 1	Stoppelbearbeitung: Aufsattelscheibenegge 4,0 m, 120 kW		0,44	8,1	10,16	16,8
		Saatguttransport: Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	17 kg	0	0,01	0,01	0,01
1	JUL 1/2; AUG 1	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	17 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
		Überladeschnecke	17 kg	0	0	0	0
1	JUL 1/2; AUG 1	Säen der ZF mit Sämaschine: pneumatisch 6,0 m, 67 kW	17 kg	0,34	2,41	11,23	7,54
		0,5	"-	Walzen der Ansaat mit 8 m und 120 kW		0,13	1,675
Summe				0,92	12,22	24,34	27,71

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	17	2,86	48,62

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Ölrettich (*Raphanus sativus*)

Der Ölrettich ist eine den Unterboden aufschließende kruzifere Zwischenfrucht, die ähnlich wie der Senf den im Spätsommer mineralisierten Stickstoff im größeren Maße aufnehmen kann und in seine Biomasse speichert. Ein Vorteil des Ölrettichs sind die nematodenfeindlichen Sorten die gezielt zur Reduzierung von Schadnematoden in Raps- und rübereichen Fruchtfolgen eingesetzt werden können. Zur Darstellung der Verfahrenskosten folgen die Tabellen 26 und 27:

Tabelle 26: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Ölrettich als Zwischenfrucht (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	AUG1/2;	Stoppelbearbeitung:					
	SEP 1	Aufsattelscheibenegge 3,0 m, 67 kW Saatguttransport:		0,7	7,11	6,96	16,44
		Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	22 kg	0	0,01	0,01	0,01
1	JUL 1/2;	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	22 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
	AUG 1	Überladeschnecke	22 kg	0	0	0	0
1	JUL 1/2;	Säen der ZF mit Sämaschine:					
	AUG 1	3,0 m, 550 l angebaut, 67 kW	22 kg	0,8	4,85	9,52	12,41
0,5	"-"	Walzen der Ansaat mit 5 m und 67 kW		0,105	1,72	2,89	3,75
Summe				1,62	13,71	19,39	32,64

Annahmen: 2ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	22	3,48	76,56

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Tabelle 27: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Ölrettich als Zwischenfrucht (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	variabel €/ha
1	JUL 2;	Stoppelbearbeitung:					
	AUG1/2	Aufsattelscheibenegge 4,0 m, 120 kW Saatguttransport:		0,44	8,1	10,16	16,8
		Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	22 kg	0	0,01	0,01	0,01
1	JUL 1/2;	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	22 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
	AUG 1	Überladeschnecke	22 kg	0	0	0	0
1	JUL 1/2;	Säen der ZF mit Sämaschine:					
	AUG 1	pneumatisch 6,0 m, 67 kW	22 kg	0,34	2,41	11,23	7,54
0,5	"-"	Walzen der Ansaat mit 8 m und 83 kW		0,13	1,545	2,705	3,16
Summe				0,92	12,09	24,12	27,54

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	22	3,48	76,56

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Sommerwicke (*Vicia sativa*)

Die Sommer- oder Saatwicke trägt als legume Zwischenfrucht zur Verbesserung der N-Versorgung bei. Da eine Stützfrucht bei längerer Vegetationszeit günstig ist, wird sie meist auch mit dem Gemengepartner Roggen angebaut. Von den aufgeführten Zwischenfrüchten benötigt die Sommerwicke die zeitigste Aussaat (im Juli) und benötigt auf Grund des hohen TKG eine große Saatmenge, dass zu hohen Verfahrenskosten beiträgt. Bei der Sommerwickenaussaat sollte eine gute Wasserversorgung gewährleistet sein, weil diese Zwischenfrucht auf Wasserdefizite besonders stark reagiert. Die Sommerwicke ist nicht winterhart und friert sicher ab. Die Verfahrenskosten sind in den Tabellen 28 und 29 dargestellt.

Tabelle 28: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Sommerwicke als Zwischenfrucht (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	AUG1/2; SEP 1	Stoppelbearbeitung: Aufsattelscheibenegge 3,0 m, 67 kW		0,7	7,11	6,96	16,44
		Saatguttransport: Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	120 kg	0	0,02	0,01	0,02
1	JUL 1/2; AUG 1	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	120 kg	0,01	0,04	0,13	0,15
		Überladeschnecke	120 kg	0	0	0,1	0,07
1 0,5	JUL 1/2; AUG 1	Säen der ZF mit Sämaschine: 3,0 m, 550 l angebaut, 67 kW	120 kg	0,7	6,92	17,53	23,33
	"-"	Walzen der Ansaat mit 5 m und 67 kW		0,105	1,72	2,89	3,75
Summe				1,52	15,81	27,62	43,76

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit /ha	Preis € /Einheit	Betrag € /ha
Z-Saatgut öko	kg	120	1,64	196,8

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Tabelle 29: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Sommerwicke als Zwischenfrucht (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	JUL 1/2	Stoppelbearbeitung: Aufsattelscheibenegge 4,0 m, 120 kW		0,44	8,1	10,16	16,8
		Saatguttransport: Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	120 kg	0	0,02	0,01	0,02
1	JUL 1/2; AUG 1	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	120 kg	0,02	0,06	0,15	0,15
		Überladeschnecke	120 kg	0	0	0,1	0,07
1 0,5	JUL 1/2; AUG 1	Säen der ZF mit Sämaschine: pneumatisch 6,0 m, 67 kW	120 kg	0,35	2,52	11,3	7,73
	"-"	Walzen der Ansaat mit 8 m und 83 kW		0,13	1,545	2,705	3,16
Summe				0,94	12,25	24,43	27,93

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis € €/Einheit	Betrag € €/ha
Z-Saatgut öko	kg	120	1,64	196,8

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Büschelschön (*Phacelia tanacetifolia*)

Phacelia hat keine mit ihr verwandten Kulturpflanzen. Deshalb ist sie eine günstige Zwischenfrucht bei hohen Kohlgewächsanteilen in der Fruchtfolge oder Nematodenproblemen. Die Verfahren für jeweils zwei und 20 Hektar sind in den Tabellen 30 und 31 dargestellt.

Tabelle 30: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Büschelschön als Zwischenfrucht (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	AUG1/2;	Stoppelbearbeitung:					
	SEP 1	Aufsattelscheibenegge 3,0 m, 67 kW		0,7	7,11	6,96	16,44
1	JUL 1/2;	Saatguttransport:					
		Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	12 kg	0	0,01	0,01	0,01
	AUG 1	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	12 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
1	JUL 1/2;	Überladeschnecke	12 kg	0	0	0	0
		Säen der ZF mit Sämaschine:					
0,5	AUG 1	3,0 m, 550 l angebaut, 67 kW	12 kg	0,8	4,85	9,52	12,41
	"-	Walzen der Ansaat mit 5 m und 67 kW		0,105	1,72	2,89	3,75
Summe				1,62	13,71	19,39	32,64

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	12	5,19	62,28

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

Tabelle 31: Verfahrensbeschreibung zur Ausbringung von Büschelschön als Zwischenfrucht (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten fix €/ha	Maschinenkosten variabel €/ha
1	JUL 1/2;	Stoppelbearbeitung:					
	AUG1/2	Aufsattelscheibenegge 4,0 m, 120 kW		0,44	8,1	10,16	16,8
1	JUL 1/2;	Saatguttransport:					
		Radlader mit Getreideschaufel, 67 kW	12 kg	0	0,01	0,01	0,01
	AUG1/2	10 (7,5) t, Dreiseitenkipper, 83 kW	12 kg	0,01	0,02	0,01	0,03
1	JUL 1/2;	Überladeschnecke	12 kg	0	0	0	0
		Säen der ZF mit Sämaschine:					
0,5	AUG1/2	pneumatisch 6,0 m, 67 kW	12 kg	0,34	2,41	11,23	7,54
	"-	Walzen der Ansaat mit 8 m und 83 kW		0,13	1,545	2,705	3,16
Summe				0,92	12,09	24,12	27,54

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Direktkosten	Einheit	Menge Einheit/ha	Preis €/Einheit	Betrag €/ha
Z-Saatgut öko	kg	12	5,19	62,28

Annahmen: Preisermittlung 3-jähriges Mittel (05 ,06, 07) für zertifizierte Ökoware (DSV)

In den Tabellen 32 und 33 sind die Verfahren im Vergleich dargestellt. Die **fett** markierten Parameter sind die ökonomisch günstigeren Verfahren und die *kursiv* markierten sind die ökonomisch ungünstigeren Verfahren.

Tabelle 32: Zusammenfassung der Verfahrenskosten bei einem 2 Hektar Schlag

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Maschinenkosten	Saatgutkosten	Gesamtkosten
<i>Sinapis</i>	1,62	52,03	48,62	100,65
<i>Raphanus</i>	1,62	52,03	76,56	128,59
<i>Vicia sativa</i>	1,52	71,38	<i>196,80</i>	<i>268,18</i>
<i>Phacelia</i>	1,62	52,03	62,28	114,31

Tabelle 33: Zusammenfassung der Verfahrenskosten bei einem 20 Hektar Schlag

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Maschinenkosten	Saatgutkosten	Gesamtkosten
<i>Sinapis</i>	0,92	52,05	48,62	100,67
<i>Raphanus</i>	0,92	51,66	76,56	128,22
<i>Vicia sativa</i>	0,94	52,36	<i>196,80</i>	<i>249,16</i>
<i>Phacelia</i>	0,92	51,66	62,28	113,94

Anhand der Werte ist erkennbar, wie stark der Saatgutpreis, insbesondere bei den Sommerwicken, die Verfahrenskosten beeinflusst. Aufgrund der schwierigen Saatgutvermehrungsbedingungen im Jahr 2007 wird sich die Verfügbarkeit des Saatgutes verschlechtern und ein Preisanstieg ist unvermeidbar⁶.

5.1.2 Stoppelschälen mit Pflug

Nach der Getreideernte sollte möglichst zügig die Stoppel mit geeigneten Geräten bearbeitet werden, um unproduktive Verdunstung einzuschränken, das Ausfallgetreide und Unkraut auflaufen zu lassen und die Strohrotte zu fördern. Klassisch hat man dafür den Stoppelpflug (in der DDR: Fortschritt B200) verwendet, der aber auf Grund seiner geringen Flächenleistung fast in Vergessenheit geraten ist.

Seit etwa fünf Jahren entdecken die Landwirte und einige Landmaschinenhersteller den Stoppelpflug wieder neu und stellen leistungsfähige Geräte wie z. B. Kverneland „Ecomat“, Lemken „Glimmer“ oder der aus Spanien stammende „Ovlac-Mini“ oder den Stoppelhobel von der Firma Zobel zur Verfügung. Diese Geräte erlauben eine sehr flache Bearbeitung von 8-12 cm Tiefe. Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen und Erfahrungsberichte über die positive Wirkung einer Stoppelbearbeitung mit Stoppelpflug oder Stoppelhobel (vgl. Alvermann 2006, Wiggert 2005). Weiterhin ist es unumstritten, dass sich der Scharpflug im Vergleich mit nichtwendender Bodenbearbeitung im Hinblick auf den Ertrag größtenteils am positivsten auswirkt (vgl. Ellmer 2006). Als Ursache hierfür werden vor allem die mit dem Wenden und Durchmischen des Bodens verbundenen positiven Effekte hinsichtlich der Stickstoffmobilisierung bzw. der höhere Unkrautdruck auf die Kulturpflanzen bei nicht wendender Bodenbearbeitung gesehen. Eine intensive Bodenbearbeitung mit dem Scharpflug nach Leguminosen führt über die mikrobielle Mobilisierung der Ernte- und Wurzelrückstände zu einem hohen verfügbaren Stickstoffgehalt in der Ackerkrume (Dusseldorp, Rösch 2004). In trockeneren Jahren kann aber auf Grund der bodenwasserschonenden Bodenbearbeitung die nichtwendende Bodenbearbeitung leichte Vorteile gegenüber dem Pflug verzeichnen, wie der Öko-Dauerversuch im brandenburgischen Güterfelde beweist⁷.

⁶ schriftliche Mitteilung Ninette Kersten, DSV Bückwitz am 18.10.07

⁷ B. Dittman, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung; Referat Acker- und Pflanzenbau beim Vortrag zum Naturland-Ackerbautag am 22.02.2007 in Bernburg

Der im nachfolgenden Kapitel empfohlene Arado-Häufelpflug (Turiel-Pflug) oder der Häufelpflug der Firma Frost, die durch die garefördernde Wirkung die Ackerkratzdistel einschränken, haben nach Aussagen von den einzig bekannten Anwendern in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern keinen sichtbaren Queckenbekämpfungserfolg auf leichten Böden erreichen können. Deshalb muss das Dammkulturverfahren durch die oben beschriebenen Verfahren wie Schälflug und Grubber ergänzt werden.⁸

Die Autoren konnten bisher, obwohl schon seit etwa fünf Jahren der mit drei Meter Arbeitsbreite leistungsfähige Stoppelpflug Kverneland „Ecomat“ auf dem Markt ist, keinen Nutzer dieses Stoppelpfluges in Nordostdeutschland ausfindig machen, um Verfahrensdaten zu ermitteln.

Das Versuchsgut der Universität Kassel in Frankenhausen setzt seit 2004 den Ecomat im Vergleich zum Turiel-Häufelkulturgerät ein. Der Versuch wird auf Versuchspartellen durchgeführt und ist deshalb ungeeignet, technologische Verfahrensdaten zu erheben. Im Herbst 2007 soll aber auf einem vier Hektar großen Schlag eine Erhebung der technologischen Verfahrensdaten erfolgen.⁹

Auf Grundlage von Schätzungen, die auf Literatur- und Herstellerangaben beruhen, wurden die Verfahrensdaten für das Verfahren Stoppelpflügen mit dem Ecomat ermittelt. Die anderen Verfahrensbeschreibungen berufen sich auf KTBL-Daten (vgl. Tabellen 34 bis 39). Leider standen keine Verfahrensdaten zu Stoppelpflügen in den KTBL-Daten zur Verfügung, so dass für die 2 ha und 20 ha Variante mit der gleichen Gerätegröße kalkuliert wurde.

Tabelle 34: Verfahrensbeschreibung Schälen und Eggen zur Queckenbekämpfung (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
1	JUL 1/2 o.	Stoppel Schälen mit		0,27	8	25	23
	AUG 1	Ecomat+Packer, 110 kW					
1	JUL/2 o.	Grubbern, tief, 30 Grad mit 2,5		0,92	10,59	8,63	21,26
	AUG 1	m, 67 kW					
3	JUL 2 u.	Eggen mit Federzinkenege		1,71	18,63	19,41	38,7
	AUG 1/2	4,0 m; 67 kW					
Gesamtkosten				2,9	37,22	53,04	82,96

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Schälflug: Kverneland Ecomat, 3 m AB
(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, sowie für Stoppelpflug Erfahrungsberichte Versuchsgut Frankenhausen, Universität Kassel)

Tabelle 35: Verfahrensbeschreibung Schälen und Eggen zur Queckenbekämpfung (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
1	JUL 1/2 o.	Stoppel Schälen mit Ecomat+Packer,		0,4	7	22	20
	AUG 1	110 kW					
1	JUL/2 o.	Grubbern, tief, 30 Grad mit 4,5 m,		0,37	9,3	7,67	17,91
	AUG 1	120 kW					
3	JUL 2 u.	Eggen mit Federzinkenege		0,87	18,42	16,17	35,13
	AUG 1/2	6,0 m, 120 kW					
Gesamtkosten				1,64	34,72	45,84	73,04

(Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD, sowie für Stoppelpflug Erfahrungsberichte Versuchsgut Frankenhausen, Universität Kassel)

⁸ mündliche Mitteilung von Fritjoff Albert, Hof Marienhöhe, Bad Saarow und Hr. Saqqau, Sturmhof, Langen Jarchow am 17.10.2007

⁹ mündliche Information von Marco Tamm, Versuchsgut Frankenhausen der Universität Kassel am 23.10.2007

5.1.3 Fräse oder Scheibenegge

Eine weitere und mehr humusschonendere Methode ist das Fräsen oder mittels Scheibenegge, die Zerkleinerung der Queckenrhizome, da bei diesem Verfahren flacher gearbeitet werden kann. Durch den provozierten Austrieb erschöpfen sich die recht kleinen Queckenrhizomteile, die dann durch ein tiefes und sauberes Unterpflügen und einer konkurrenzstarken Folgefrucht wie Winterroggen/Wickroggen gut unterdrückt werden können.

Da Scheibeneggen auf landwirtschaftlichen Betrieben häufiger anzutreffen sind und einmal kreuz und quer gescheibt werden sollte, sind 2 Arbeitsgänge beim Scheiben anzusetzen.

Die Verfahrensbeschreibung zeigt, dass zweimaliges Scheiben dem Arbeitsgang Fräsen vom Aufwand her überlegen ist. Es ist auch das in den Betrieben das am häufigsten eingesetzte Verfahren, weil relativ wenige Landwirtschaftsbetriebe eine Bodenfräse besitzen. Weiterhin sind solche aktiv angetriebenen Geräte ungünstig für die Bodenstruktur und benötigen mehr Energieaufwand als passiv gezogene Bodenbearbeitungsgeräte.

Tabelle 36: Verfahrensbeschreibung Scheiben und anschließend Tiefpflügen zur Queckenbekämpfung (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
3	JUL 1/2,	Stoppelbearbeitung;		2,1	21,33	20,88	49,32
	AUG 1/2	Aufsattelscheibenegge 3,0 m, 67 kW					
1	AUG 1/2	Tiefpflügen: 4-Schar Anbaudrehpflug,	1,84	22,95	20,12	46,22	
		1,4 m AB, 67 kW					
Gesamtkosten			3,94	44,28	41	95,54	

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Tabelle 37: Verfahrensbeschreibung Scheiben und anschließend Tiefpflügen zur Queckenbekämpfung (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
3	JUL 1/2,	Stoppelbearbeitung;		1,32	24,3	30,48	50,4
	AUG 1/2	Aufsattelscheibenegge 4,0 m, 120 kW					
1	AUG 1/2	Tiefpflügen: 7- Schar Anbaudrehpflug,	0,9	22,71	21,74	41,44	
		2,45 m AB, 120 kW					
Gesamtkosten			2,22	47,01	52,22	91,84	

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

Tabelle 38: Verfahrensbeschreibung Fräsen und anschließend Tiefpflügen zur Queckenbekämpfung (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
3	JUL 1/2	Stoppelbearbeitung: Bodenfräsen mit 4 m AB, 102 kW		2,94	31,05	46,65	70,2
	o. AUG 1/2						
1	AUG 1/2	Tiefpflügen: 4-Schar Anbaudrehpflug, 1,4 m AB, 67 kW	1,84	22,95	20,12	46,22	
Gesamtkosten			4,78	54	66,77	116,42	

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Tabelle 39: Verfahrensbeschreibung Fräsen und anschließend Tiefenpflügen zur Queckenbekämpfung (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge	Zeit	Diesel	Maschinenkosten	
			je ha	Akh/ha	l/ha	fix €/ha	var. €/ha
3	JUL 1/2 o. AUG 1/2	Stoppelbearbeitung: Bodenfräsen mit 4 m AB, 120 kW		1,77	32,88	60,96	66,93
1	AUG 1/2	Tiefpflügen: 7- Schar Anbaudrehpflug, 2,45 m AB, 120 kW		0,9	22,71	21,74	41,44
Gesamtkosten				2,67	55,59	82,7	108,37

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

In den Tabellen 40 und 41 sind die Verfahren im Vergleich dargestellt. Die **fett** markierten Parameter sind die ökonomisch günstigeren Verfahren und die *kursiv* markierten sind die ökonomisch ungünstigeren Verfahren.

Tabelle 40: Vergleich der Verfahrensbeschreibungen zur Queckenbekämpfung (2 ha)

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten
Quecke schälen+eggen	2,90	37,22	136,00
Quecke scheiben und tief unterpflügen	3,94	44,28	136,54
Quecke fräsen und tief unterpflügen	<i>4,78</i>	<i>54,00</i>	<i>183,19</i>

Tabelle 41: Vergleich der Verfahrensbeschreibungen zur Queckenbekämpfung (20 ha)

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten
Quecke schälen+eggen	1,64	34,72	118,88
Quecke scheiben und tief unterpflügen	2,22	47,01	144,06
Quecke fräsen und tief unterpflügen	<i>2,67</i>	<i>55,59</i>	<i>191,07</i>

5.2 Regulierung der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*)

Die Acker-Kratzdistel ist im Ökologischen Landbau zu einem ernstem Problem geworden. Durch ihr hohes Anpassungsvermögen sowie ihr starkes Ausbreitungspotential verfügt sie über eine starke Konkurrenzkraft, die vor allem bei schwacher Entwicklung der Kulturpflanzen zu großen Ertrags- sowie Qualitätsverlusten bzw. Ernteerschwernissen führen kann. Lukashyk (2005) hat im Rahmen seiner Dissertation Ergebnisse von insgesamt 16 Feldversuchen und einem Gewächshausversuch zur direkten und indirekten Regulierung von *C. arvense* erarbeitet. Insbesondere durch wiederholt tiefer gehende Stoppelbearbeitung mit nachfolgendem Anbau konkurrenzstarker Zwischenfrüchte und einer konkurrenzstarken Hauptfrucht konnte die Acker-Kratzdistel effektiv bekämpft werden. Da die Acker-Kratzdistel schon im Frühjahr aufläuft, sind die im Ökoanbau üblichen Verfahren wie Striegeln, Hacken, Abflammen etc. auch auf die Regulierung der Distel wirksam (Lukashyk 2005).

Insbesondere durch Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsfehler (Bearbeitung bei zu hoher Bodenfeuchte/nicht angepasster Bereifung) oder schlechten Bodengarezuständen kommt es zu einem plötzlichen Distelproblem durch Austriebe aus den über Jahre im Dormanzstadium befindlichen Wurzeln der Distel. Die Austriebe sind nur durch gezielte Maßnahmen einzudämmen, weil große Energiereserven in den tieferunterirdischen Wurzeln gespeichert sind.

Es gibt zwar die Möglichkeit mit hochbeinigen Traktoren mit Sichelmähern durch höhere Getreidebestände zu fahren oder händisch, die in der Blüte besonders empfindlichen, da erschöpften Disteln, zu köpfen bzw. auszureißen und ein Aussamen zu verhindern.

Die Maßnahmen spielen nur auf wenigen Landwirtschaftsbetrieben eine Rolle, da sie kaum zu bewältigen und finanzierbar sind. Folgende Maßnahmen die Acker-Kratzdistel im Ökologischen Landbau einzudämmen sind von Kühne et al. (2006) beschrieben und sollen hier verfahrenstechnisch verglichen werden.

5.2.1 Luzerneanbau

Die Autoren gehen davon aus, dass Ökobetriebe das Ziel haben, ein Drittel der Fruchtfolge mit Leguminosen, insbesondere mit Klee-, Luzernegras oder Luzerne als Reinsaat zu besetzen, die bei mehrmaligen Schnitten oder Mulchen ein sehr wirksames Mittel zur Eindämmung oder Verhinderung des Ackerdistelproblems darstellen. Da man Verfahren aus einem kompletten Fruchtfolgeglied mit einem direkten Nutzen wie Futtererzeugung oder N-Anreicherung schlecht anderen Distelregulierungsverfahren vergleichen kann, wird auf eine ökonomische Beschreibung dieses Verfahrens verzichtet.

5.2.2 Stoppelbearbeitung mit Schälpflug

Die Stoppelbearbeitung mit dem neuentwickelten leistungsfähigen flachpflügenden Pflug Kverneland „Ecomat“ kann die Distel auch ökonomisch günstig regulieren, wenn der „Ecomat“ auf Grund seiner hohen Anschaffungskosten nicht nur zur Stoppelbearbeitung sondern auch zur Grundbodenbearbeitung eingesetzt wird.

Nach dem Schälen wird zeitlich versetzt, um das Auflaufen zu gewährleisten, eine Saatbettbereitung durchgeführt und es folgt eine konkurrenzfähige Zwischenfrucht oder eine Hauptfrucht zum Beispiel Wickroggen- oder Winterroggen-Frühsaat. In den Tabellen 42 und 43 wird das Verfahren je für zwei und 20 Hektar beschrieben.

Tabelle 42: Verfahrensbeschreibung zur Distelbekämpfung mit Schälpflug (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
1	JUL 1/2 o. AUG 1/2	Stoppel schälen mit Ecomat+Packer, 3 m, 120 kW		0,27	8	25	23
1	JUL/2 o. AUG 1/2	Saatbettbereitungskombination, 4,0 m angebaut, 67 kW		0,53	5,79	7,6	13,07
		Gesamtkosten		0,8	13,79	32,6	36,07

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Kverneland Ecomat, 3 m AB
(Quelle: Erfahrungsberichte Versuchsgut Frankenhausen, Universität Kassel)

Tabelle 43: Verfahrensbeschreibung zur Distelbekämpfung mit Schälpflug (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
1	JUL 1/2 o. AUG 1/2	Stoppel schälen mit Ecomat+Packer, 3 m, 120 kW		0,4	7	22	20
1	JUL/2 o. AUG 1/2	Saatbettbereitung, 7,0 m aufgesattelt, 120 kW		0,22	5,18	7,73	10,74
		Gesamtkosten		0,62	12,18	29,73	30,74

Annahmen: 20 ha Schlag, eben, mittelschwerer Boden, Kverneland Ecomat, 3 m AB
(Quelle: Erfahrungsberichte Versuchsgut Frankenhausen, Universität Kassel)

5.2.3 Pflügen in Hauptvegetationsperiode

Ein weiteres sehr verbreitetes Verfahren, die Ackerkratzdistel zu regulieren, ist das tiefe Pflügen mit Krumenpacker in der Hauptvegetationsperiode nach vorheriger Stoppelbearbeitung mit der Kurzscheibenegge und anschließende Etablierung einer konkurrenzfähigen Zwischenfrucht oder Hauptfrucht wie Winterroggen/Wickroggen-Frühsaat. Der Vorteil der wendenden Bodenbearbeitung ist die gute und saubere Einarbeitung der Erntereste, sowie optimale Saatbettbedingungen für die Nachfrucht. Der Nachteil kann bei

ungenügenden Niederschlägen die schlechtere Wasserversorgung im Vergleich einer nichtwendenden flachen Bodenbearbeitung sein.

5.2.4 Stoppelbearbeitung mit Grubber

Ein weit verbreitetes Verfahren, die Distel zu regulieren, ist die sogenannte „Ukrainische Methode“, mehrmaliges Grubbern mit zunehmender Bearbeitungstiefe, die in den Tabellen 44 und 45 ökonomisch beschrieben wird.

Tabelle 44: Verfahrensbeschreibung mehrmaliges tiefer werdendes Grubbern („Ukrainische Methode“) zur Distelbekämpfung (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
2	JUL/2 o. AUG 1	Grubbern, flach, 30 Grad mit 2,5 m, 67 kW		1,7	16,94	16,38	37,46
2	JUL/2 u. AUG 1	Grubbern, tief, 30 Grad mit 2,5 m, 67 kW		1,84	21,18	17,26	42,52
Gesamt				3,54	38,12	33,64	79,98

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07)

Tabelle 45: Verfahrensbeschreibung mehrmaliges tiefer werdendes Grubbern („Ukrainische Methode“) zur Distelbekämpfung (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
2	JUL/2 o. AUG 1	Grubbern, flach, 30 Grad mit 4,5 m, 120 kW		0,64	14,04	14,08	30,62
2	JUL/2 u. AUG 1	Grubbern, tief, 30 Grad mit 4,5 m, 120 kW		0,74	18,6	15,34	35,82
Gesamt				1,38	32,64	29,42	66,44

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, CD)

5.2.5 Drahtseilmethode mit Arado-Häufelflug

Das Dammkulturverfahren mit dem Aradopflug und der mit dieser Technik möglichen Drahtseilmethode (Unterschneiden der Dämme mit einem Draht), das in Deutschland noch relativ wenig verbreitet ist aber vom JKI und der Universität Kassel seit mehreren Jahren mit überwiegend großem Erfolg untersucht wird.

Es gibt Hoffnung versprechende Berichte über das Dammkulturverfahren in der Fachpresse, die eine sehr positive Wirkung auf die Bodengare hervorheben (Buschhaus 2005; Alvermann 2006 und 2007; Stielow 2007).

Zur ökonomischen Beurteilung konnte bedingt auf Untersuchungen von Rolfsmeyer und Möller (2007) und Rolfsmeyer (2007) zurückgegriffen werden, die sich am KTBL-Standard orientieren aber bisher keine schlaggrößen-spezifischen Verfahrensbeschreibungen durchgeführt haben. Deshalb kann die Verfahrensbeschreibung nur eine grobe Schätzung sein, die sehr stark von dem Garezustand des Bodens abhängt. Bei dem hier angenommen sehr guten Garezustand, der erst nach 3-5 Jahren eintritt, ist der Diesel und Werkzeugverbrauch erstaunlich niedrig (vgl. Tabellen 46 und 47)¹⁰.

¹⁰ mündliche Mitteilung Daniel Rolfsmeyer vom 23.10.2007

Tabelle 46: Verfahrensbeschreibung zur Distelbekämpfung mit Dammkultursystem (2 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
3	JUL/2 o.	Häufelpflug Frost 6 reihig, 5,4 m, 125		0,90	14,4	24	5,1
	AUG 1	kW					

Annahmen: 2 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: grob geschätzt auf Grundlage Rolfsmeyer, 2007)

Tabelle 47: Verfahrensbeschreibung zur Distelbekämpfung mit Dammkultursystem (20 ha)

Häufigkeit	Zeitraum	Arbeitsgang	Menge je ha	Zeit Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten	
						fix €/ha	var. €/ha
3	JUL/2 o.	Häufelpflug Frost 6 reihig, 5,4 m,		0,80	13,8	18	4,5
	AUG 1	125 kW					

Annahmen: 20 ha-Schlag, eben, mittelschwerer Boden (Datenquelle: grob geschätzt auf Grundlage Rolfsmeyer, 2007)

Obwohl sich die beschriebenen Verfahren in ihrer Wirkung schlecht vergleichen lassen und sehr stark von den Boden- und Witterungsverhältnissen in ihrer Wirkung unterscheiden zeigt sich, dass eine einmalige Stoppelbehandlung mit dem Schälplflug geringere Kosten verursacht als das mehrmalige Grubbern. Das kostengünstigste Verfahren mit dem Aradoplflug lässt erahnen, dass dort große Potentiale für eine Ressourcen schonende Bodenbearbeitung stecken. Die Werte für dieses Verfahren sollten aber nicht überbewertet werden, da sie auf Schätzungen beruhen und von Standort zu Standort und Bodenzustand sehr variieren können. In den Tabellen 48 und 49 sind die Verfahren im Vergleich dargestellt. Die **fett** markierten Parameter sind die ökonomisch günstigeren Verfahren und die *kursiv* markierten sind die ökonomisch ungünstigeren Verfahren.

Tabelle 48: Vergleich Verfahrensbeschreibungen zur Distelregulierung (2 ha)

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten
Distel mit Schälplflug regulieren (2 AG)	0,80	13,79	68,67
Distel mit grubbern regulieren (4 AG)	3,54	38,12	<i>113,62</i>
Distel mit Arado-Pflug regulieren (3 AG)	0,90	14,40	29,10

Tabelle 49: Vergleich Verfahrensbeschreibungen zur Distelregulierung (20 ha)

Verfahren/Zwischenfrucht	Akh/ha	Diesel l/ha	Maschinenkosten
Distel mit Schälplflug regulieren (2 AG)	0,62	12,18	60,47
Distel mit grubbern regulieren (4 AG)	1,38	32,64	<i>95,86</i>
Distel mit Arado-Pflug regulieren (3 AG)	0,80	13,80	22,50

5.2.6 Entfernen der Blütenköpfe

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Da die Ackerkratzdistel sich zum Teil sehr generativ über ihre Samen ausbreitet, gibt es immer wieder Bestrebungen, die Blütenköpfe vor dem Aussamen zu entfernen. Die Blütezeit der Ackerkratzdistel liegt in den Monaten Juni bis Oktober (Hanf 1999) und es kommt somit zum Teil bereits vor der Getreideernte zum Aussamen. Als zeitlicher Rahmen ist daher mit der ersten Dekade des Junis bis zum Schnitzeitpunkt der Distel, der durch die Ernte des Getreides determiniert ist, zu rechnen.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Aus den vielfältigen und zum Teil kreativ in Eigenbauweisen existierenden Techniken zur Verfahrensdurchführung wurde eine ausgewählt, die einem sehr geringen Mechanisierungsaufwand entspricht und für sehr kleine Schläge oder Sonderkulturen in Frage kommt. Für das Ablesen der Blütenköpfe per Hand wurden Zeitmessungen auf einem Weizenschlag auf dem Gut Wilmersdorf durchgeführt. Um den Bestand einschätzen zu können, wurde zunächst eine Linienbonitur mit 7 Kontrollpunkten durchgeführt. Der Weizen war im

Teigreifestadium (BBCH-Stadium 83), hatte einen lückigen Bestand und sehr starken Unkrautbesatz. Die Distel bildete mit durchschnittlich zwölf Pflanzen je Quadratmeter die Hauptpflanze der Unkräuter und war in den Wachstumsphasen vom 3-Blatt-Stadium bis kurz vor dem Aussamen vorhanden. Somit waren Wuchshöhen von etwa drei Zentimetern bis zu 115 Zentimetern vorzufinden. Nach der Linienbonitur wurden drei Teilstücke mit einem niedrigen Distelbesatz á 100 Quadratmeter (Quadrate mit der Kantenlänge von 10 Metern) abgemessen, anhand derer das Handablesen der Blütenköpfe durchgeführt und gemessen wurde.

Zum Standort: Gut Wilmersdorf liegt in der Uckermark im Bundesland Brandenburg. Der Schlag hat eine Gesamtfläche von 37,8 Hektar mit durchschnittlich 40 Bodenpunkten. Der Boden ist durch lehmigen Sand bis sandigen Lehm geprägt. Die Aussaat des Wechselweizens (Sorte Thasos) wurde am 8. November 2006 nach einer Klee-Gras-Brache (viermaliges Mulchen) und einer Bodenbearbeitung mit Pflug durchgeführt (Petersen 2007).

Darstellung des Verfahrens

Mit einer Wuchshöhe von bis zu 1,50 Metern ist es der Ackerkratzdistel möglich, ihre Blütenansätze stets einige Zentimeter über den Getreideähren auszubilden. Somit ist es möglich, die Blütenköpfe im Getreidefeld auszumachen und per Hand abzutrennen. Weitere Verfahrensvarianten sind zum Beispiel das Abmähen der Distelköpfe mit einer Sichel oder das Abtrennen der Distelköpfe mit einem eigens dafür gebauten Stromdraht, der an einem umgebauten Spritzwagen knapp über die Getreideähren geführt wird.

Kritisch zu betrachten ist der Wirkungsgrad dieses Verfahrens, da die Vermehrung der Pflanze vorrangig durch Wurzelteile vegetativ und seltener generativ über die Samen stattfindet (Hanf 1999).

Ergebnisse der Untersuchungen

Die drei untersuchten Teilflächen hatten einen Distelbesatz von durchschnittlich 0,93 Pflanzen je Quadratmeter, die bei einer Wuchshöhe von maximal 120 Zentimetern etwa 30 Blüten je Pflanze hatten. Allerdings hatten nur etwa fünf bis zehn Prozent der Distelpflanzen ausgereifte Samenansätze und etwa die Hälfte der Pflanzen war kurz vor der Blüte. Das Ablesen der Blüten- und Samenköpfe hat auf der Teilfläche von 100 Quadratmetern durchschnittlich 7 Minuten und 37 Sekunden gedauert. Somit ergibt sich eine Kenngröße von etwa 5 Sekunden pro Quadratmeter. Auf der Fläche von einem Hektar bedeutet dies: 12,7 h/ha * 15 €/AKh = 190 €/ha (Arbeitskosten) (vgl. Tabelle 50).

Tabelle 50: Arbeitsaufwand zum Verfahren Distelstechen

	Fläche von 100 qm	Fläche von 1 ha
Arbeitszeit	457 s	12 h
Arbeitskosten	-	190 €

Umsetzung des Verfahrens in die Praxis

Durch die hohen Arbeiterledigungskosten wird deutlich, dass bereits bei geringem Distelbesatz dieses Verfahren finanziell nicht tragfähig und arbeitstechnisch nicht umsetzbar ist. Denn die 190 € Verfahrenskosten würden den Erlös der Kulturpflanze schnell übersteigen.

Herr Keil (2007) schätzt dieses Verfahren als arbeitswirtschaftlich unrelevant für landwirtschaftliche Betriebe ein. Den Vorteil dieses Verfahrens sieht er in dem geringen Distelsamenbesatz im Getreidedrusch, was einem ungenügenden Rückgang der Distel im Folgejahr entgegensteht. Der Erfolg des Verfahrens wirkt sich im Vergleich zum Aufwand nicht effektiv genug aus (Keil 2007).

5.2.7 Handstechen der Einzelpflanzen

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Sind einzelne Distelnester in geringem Umfang im Getreide auszumachen, dann kommt das Stechen der Einzelpflanzen per Hand als Bekämpfungsmittel in Betracht (van Elsen et al. 2006). Für ein möglichst frühes Stechen der Pflanzen sprechen mehrere Gründe: Die Wurzeln der Distelpflanzen sind noch nicht so tief und deren Wurzeläusläufer haben sich noch nicht stark entwickelt und das Begehen der Schläge ist wegen der geringen Wuchshöhe der Kulturpflanzen leicht möglich. Da sich die Distelpflanzen die ganze Vegetationsperiode über entwickeln und stets neue Jungpflanzen hinzukommen, ist ein Behandlungszeitraum von Mai bis Oktober möglich.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Die Untersuchungen zum Handstechen von Einzelpflanzen wurden unter den im Kapitel 5.2.6 dargestellten Bedingungen durchgeführt. Für die Zeitmessungen zum Distelstechen wurden Teilflächen von jeweils einem Quadratmeter ausgewählt, in denen die Disteln in drei Bestandesdichten vorhanden waren:

- Niedriger Distelbestand mit 5-10 Pflanzen je Quadratmeter
- Mittlerer Distelbestand mit 11-20 Pflanzen je Quadratmeter
- Hoher Distelbestand mit mehr als 20 Pflanzen je Quadratmeter

Bei allen drei Kategorien wurde darauf geachtet, dass der Bestand der Weizenkultur repräsentativ und nicht lückig war. Die Disteln waren auf den ausgewählten Flächen von jeweils einem Quadratmeter zwischen drei und maximal 80 Zentimeter hoch, so dass die Funktionsweise des Distelstechers nicht durch eine zu hohe Wuchshöhe der Distel eingeschränkt war. Etwa 30 Prozent der Disteln in den Messquadraten waren in der Blüte, etwa 30 Prozent befanden sich im 3-10-Blattstadium, die verbleibenden Pflanzen befanden sich in den dazwischenliegenden Entwicklungsstadien.

Darstellung des Verfahrens

Mit Hilfe eines handelsüblichen Distelstechers wird die Einzelpflanze mit möglichst der kompletten Pfahlwurzel durch Lockerung und einer Drehbewegung aus der Erde gelöst und vom Schlag entfernt. Kritisch an diesem Verfahren ist zu betrachten, dass je öfter die oberirdischen Triebe mit beispielsweise einem Distelstecher abgeschnitten werden, umso zahlreicher Neuaustriebe aus den Wurzelausläufern wachsen (Hanf 1999).

Ergebnisse der Untersuchungen

Durch die Zeitmessungen wurden für die drei gestuften Besatzdichten durchschnittliche Kenngrößen für die Arbeitszeit je Quadratmeter ermittelt (Tabelle 51).

Tabelle 51: Arbeitsaufwand zum Stechen der Ackerkratzdistel

Besatzdichte Parameter	Niedrig 5-10 Pflanzen/qm	Mittel 11-20 Pflanzen/qm	Hoch > 20 Pflanzen/qm
Durchschnittliche Anzahl der Distelpflanzen	7	14	30
Durchschnittliche Arbeitszeit/qm Minuten : Sekunden	1:48	3:56	8:01

Da die Distelnester nur begrenzt vorkommen, ist eine Umrechnung auf Hektar nicht sinnvoll. Die Ergebnisse zeigen, wie aufwendig es ist, diese Nester zu stechen.

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Im Auswertungsgespräch zu den beiden durchgeführten Untersuchungen mit dem Betriebsleiter Herrn Petersen, waren dessen Aussagen zur Praxisrelevanz sehr eindeutig negativ. Diese Aussagen decken sich ebenfalls mit den langjährigen Erfahrungen von Herrn Joachim Keil (Hessische Staatsdomäne Frankenhausen), der dieses Verfahren als ökonomisch nicht relevant betrachtet. Dies ist vor allem darin begründet, dass ein sehr hoher Arbeitskräftebesatz notwendig ist und die Wurzelausläufer der Pflanzen stets neue Pflanzen hervorbringen: „Man beseitigt mit diesem Verfahren das Übel nicht bei der Wurzel“ (Keil 2007). Weder das Entfernen der Blütenköpfe noch das Stechen von Einzelpflanzen findet auf Gut Wilmersdorf und in der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen Anwendung, da es als zu arbeitsintensiv und ineffektiv eingeschätzt wird (Petersen 2007, Keil 2007). Herr Petersen schätzt die Ackerkratzdistel neben der Quecke als das Problemunkraut auf dem Betrieb ein, sieht dies aber auch bei vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben so. Die Verfahren zur Bekämpfung wurden bereits auf verschiedene Weisen kombiniert und neuen Gegebenheiten angepasst. Die aktuelle Strategie besteht in einer regelmäßigen Klee-Gras-Brache (es ist ein reiner Pflanzenbaubetrieb) für ein Jahr, die drei bis fünf Mal kurz vor der Blüte der Distel gemulcht wird. In der Fruchtfolge steht nach dem Weizen der Roggen. Zur Bodenbearbeitung erfolgt dazwischen im Abstand von jeweils zwei Wochen ein dreimaliges Grubbern mit einem Gänsescharpflug. Die Bodenbearbeitung wird jeweils etwas tiefer durchgeführt (1. Durchgang: 5 cm; 2. Durchgang: 10 cm; 3. Durchgang: 13 cm), wodurch unterschiedliche Schichten der Wurzeln zerstört und z. T. eingearbeitet werden (Petersen 2007).

5.3 Saatgutgesundheit

Für die Produktion und die Gesunderhaltung von Saatgut im Ökologischen Landbau stehen zahlreiche Methoden zur Verfügung. Neben vorbeugenden Maßnahmen, wie der Laboruntersuchung von Saatgut und der Nutzung von Bekämpfungsschwellen, gehören hierzu auch direkte Maßnahmen zur Bekämpfung von Saatgutpathogenen. Darunter fallen sowohl Pflanzenstärkungsmittel (z. B. Senfölsäurepräparate) sowie thermophysikalische Verfahren, wie die Heißwasserbehandlung, die Heißluft- und Feuchtheißluftbehandlung als auch die Elektronenbehandlung. Mit diesen Verfahren der Saatgutbehandlung ist es möglich, die wichtigsten Krankheiten im Getreideanbau zu kontrollieren.

Einzelne Verfahren werden als Dienstleistung durch die Saatgutunternehmen angeboten, die somit entweder bereits behandeltes Saatgut verkaufen oder die Behandlung des hofeigenen Saatgutes vor Ort durchführen. Die Verfügbarkeit von Saatgut aus ökologischer Vermehrung ist in der Datenbank OrganicXseeds¹¹ für die Bundesrepublik Deutschland sehr gut zu recherchieren.

Die zeitliche Einbindung der einzelnen Verfahren hängt davon ab, ob es Winter- oder Sommergetreidearten sind, welcher Krankheit durch die Behandlung entgegengewirkt werden soll und wie und wo die Behandlung des Saatgutes durchgeführt wird. Für Planungsgrößen ist somit eine nähere Betrachtung konkreter Verfahren notwendig.

Für alle physikalischen Verfahren wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt und wissenschaftliche Texte verfasst (Dierauer, Alföldi, Steiner, 2002; Dusseldorf, Rösch 2004; Forsberg 2004; Jahn 2002 b; Wilbois et al. 2007 u. a.). Die Daten werden daher mit dem Fokus auf die Verfahrensbeschreibung, die Umsetzung in die Praxis und den damit verbundenen Kenngrößen aus einer Auswahl vorhandener Quellen zusammengestellt.

In Abbildung 7 wird schematisch dargestellt, wo die wirtschaftlich wichtigsten samenbürtigen Schaderreger am Getreidekörper ansetzen und wo damit die entsprechenden Verfahren ansetzen müssten, um wirksam zu sein.

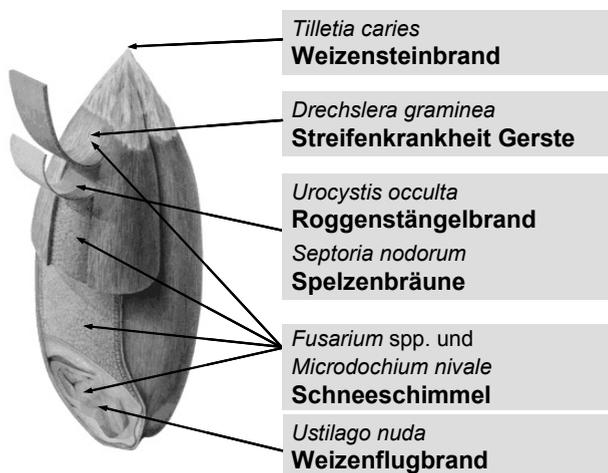


Abbildung 7: Samenbürtige Erreger des Getreides
(Quelle: Stefan Kühne, JKI)

¹¹ www.organicXseeds.de; (c) FiBL

5.3.1 Heißwasserbehandlung

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Anwendung findet die Heißwasserbehandlung vor allem bei Saatgut mit Befall von:

Weizensteinbrand	<i>Tilletia caries</i> (DC) TUL.,
Weizenflugbrand	<i>Ustilago tritici</i> (PERS.) ROSTR.,
Gerstenflugbrand	<i>Ustilago nuda</i> (JENS.) ROSTR.,
Haferflugbrand	<i>Ustilago avenae</i> (PERS.) ROSTR.,
Blatt- u. Spelzenbräune bei Weizen	<i>Septoria nodorum</i> BERK.,
Stiefenkrankheit der Gerste	<i>Drechslera graminea</i> (RABENH. ex SCHLECHT SCHOEM.),
Fusariosen an Winterweizen	<i>Fusarium culmorum</i> (WG SM.) SACC. und
Winterroggen und Hafer	<i>Fusarium graminearum</i> SCHWABE sowie
Schneeschnitzel an Winterweizen	
Winterroggen und Hafer	<i>Microdochium nivale</i> (Kühne, Burth, Marx 2006).

Für eine gute Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung gegen Weizensteinbrand soll die Saatgutbehandlung mit einer frühen Aussaat für Winterweizen und einer späten Aussaat für Sommerweizen kombiniert werden. Daraus ergeben sich Behandlungszeiträume von zweiter Dekade im Oktober bzw. dritter Dekade im März. Bei der Behandlung des jeweiligen Saatgutes gegen Weizen- und Gerstenflugbrand sowie Haferflugbrand wird die Kombination mit einer späten Aussaat für Wintergetreide und einer früheren Aussaat bei Sommergetreide empfohlen. Somit ergeben sich folgende Behandlungszeiträume: erste Dekade November (Winterweizen) und dritte Dekade September (Gerste und Hafer) bzw. erste Dekade März. Die Behandlungszeiträume gegen Blatt- und Spelzenbräune bei Weizen unterliegen keinen besonderen Empfehlungen. Durch die empfohlene Kombination der Saatgutbehandlung gegen die Streifenkrankheit der Gerste mit einer frühen Aussaat der Wintergerste und einer späten Aussaat der Sommergerste ergeben sich folgende Behandlungsdekaden: zweite Dekade September bzw. dritte Dekade April. Durch die Heißwasserbehandlung des jeweiligen Wintergetreides gegen den samenbürtigen Erreger der Fusariosen kann in den üblichen Aussaatzeiten eine Wirkung erzielt werden (Jahn 2006, Spieß 1999 und Dierauer, Alföldi, Steiner 2002).

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Die Heißwasserbehandlung von Saatgut ist eines der ältesten und in der Vergangenheit am häufigsten umgesetzten Verfahren. Dementsprechend existieren vielfältige Quellen und Erfahrungsberichte, die eine Anwendung bei Saatgutgetreide beschreiben. Durch den Einsatz chemischer Wirkstoffe wurde dieses Verfahren so weit zurückgedrängt, dass es heute keine moderne Anlage mehr gibt, mit der Saatgutfirmen diese Dienstleistung anbieten. Erfahrungswerte und aktuelle Untersuchungen zu diesem Verfahren stehen beispielsweise auf dem Dottenfelderhof¹² durch die dort ansässige Landbauschule und die Zweigstelle des Institutes für Biologisch-Dynamische Forschung Darmstadt¹³ zur Verfügung, auf die im Folgenden zurückgegriffen wird.

¹² Kontakt über: URL: <http://dottenfelderhof.de>

¹³ Kontakt über: URL: <http://ibdf.de>

Darstellung des Verfahrens

Das Wirkprinzip der Heißwasserbehandlung basiert auf der Kombination von Wasser- und Wärmezufuhr, wodurch Pathogene am und im Samen vernichtet werden. Die gewählte Behandlungszeit und Temperatur ist so zu optimieren, dass der Befall weitestgehend reduziert und die Keimfähigkeit und Triebkraft des Saatgutes nicht relevant beeinträchtigt wird. Als ermittelter Richtwert wird für Getreidesaatgut 52 °C bei zehn Minuten für die Heißwasserbehandlung und 45 °C bei zwei Stunden für die Warmwasserbehandlung angegeben (Jahn 2006). Differenzierungen durch beispielsweise eine Quellphase vor der Heißwasserbehandlung oder mehrere kurzzeitige Tauchvorgänge bei leicht erhöhten Temperaturen spiegeln die Bandbreite der Verfahrensdurchführung wider. Vor jeder Heißwasserbehandlung ist eine Probenahme und Untersuchung der jeweiligen Chargen durchzuführen. Für jede Sorte muss die Verträglichkeit auf Hitze und Nässe entsprechend ihrer Keimfähigkeit geprüft werden.

Nach der Probenahme und der Bestimmung der optimalen Wirktemperatur und -zeit erfolgt die eigentliche Behandlung. Dabei wird das Saatgut im Wasserbad getaucht. Nach Ablauf der entsprechenden Zeit folgt die Rücktrocknung des Saatgutes. Dabei besteht die Gefahr der Verletzung der Samenschale und des Auswaschens wasserlöslicher Nährstoffe aus den Samen. Dies bietet Anlass, durch Forschung Verbesserungen für das Verfahren zu suchen; ein Beispiel ergab dabei die verbesserte Entwicklung des Feuchtheißluftverfahrens aus dem Verfahren der Heißwasserbehandlung heraus (vgl. Kapitel 5.3.3).

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Für die Umsetzung in die Praxis ist eine Apparatur notwendig, mit der effiziente Mengen an Saatgut in Wasser getaucht und über den erforderlichen Zeitraum auf die nötige Temperatur erhitzt werden können. Da aktuell keine entsprechenden Anlagen in Deutschland existieren, findet sich dieses Verfahren in der Praxis nur in kleinen umgebauten Anlagen wieder, die untereinander nicht vergleichbar sind. Eine Erhebung von Kennzahlen für dieses Verfahren erscheint somit als nicht sinnvoll. Darüber hinaus stehen bisher keine leistungsfähigen Anlagen zur Verfügung, die eine Rücktrocknung des behandelten Saatgutes gewährleisten (Dusseldorp & Rösch 2004), wodurch dieses Verfahren lediglich für kleine Chargen und nichtquellende Kleinsämereien aus dem gartenbaulichen Bereich Einsatz findet.

Vergleichende Untersuchungen zwischen Warm- und Heißwasserbehandlung ergaben, dass Fusarien nur durch die Warmwasserbehandlung und die Streifenkrankheit bei Gerste nur durch eine Heißwasserbehandlung ausreichend bekämpft werden (Kühne, Burth, Marx 2006).

5.3.2 Heißluftbehandlung

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Das Anwendungsspektrum der Heißluftbehandlung entspricht dem der Heißwasserbehandlung nahezu vollständig, womit auch die Einsatzzeiträume in Kapitel 5.3.1 bereits Erklärung fanden (Jahn 2006).

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Da dieses Verfahren in der landwirtschaftlichen Praxis nahezu keine Anwendung findet, wird dieses Verfahren lediglich knapp auf Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen beschrieben.

Darstellung des Verfahrens

Die Saatgutchargen müssen ähnlich wie bei der Heißwasserbehandlung zunächst auf ihre Eigenschaften hin labortechnisch untersucht werden, um die optimale Behandlungszeit und Temperatur zu bestimmen. Durch Untersuchungen konnte ein Temperaturkorridor zwischen 65 °C und 85 °C ermittelt werden (Weinhappel et al. 2000). Die Dauer der Wärmeeinwirkung liegt bei etwa 30 bis 120 Minuten (Risius 2006).

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Gute Ergebnisse durch dieses Verfahren konnten bei *Septoria nodorum* in Winterweizen, *Fusarium nivale* in Winterweizen und Winterroggen sowie bei *Tilletia caries* in Weizen ermittelt werden. Einen bedingten Sanierungseffekt hat dieses Verfahren auf *Pyrenophora graminea* und *Drechslera teres* bei Gerste und auf *Pyrenophora avenae* bei Hafer. Kein gesicherter Sanierungseffekt konnte bei *Ustilago nuda* in Gerste nachgewiesen werden (Weinhappel et al. 2000).

5.3.3 Feuchtheißluftbehandlung

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Inwieweit die Saatzeit und der Behandlungszeitraum zusammenhängen, wurde bisher noch nicht untersucht. Somit ist lediglich ein Behandlungszeitraum vor den üblichen Aussaatzeiten des jeweiligen Getreides einzuplanen (vgl. Tabelle 52).

Tabelle 52: Empfohlene Saatzeitpunkte bei Getreide (Dierauer, Alföldi, Steiner 2002)

Getreideart	Saatzeitpunkt
Winterweizen	Anfang Oktober bis Mitte November
Sommerweizen	Februar bis Ende März
Winterroggen	Ende September
Wintergerste	2. Hälfte September
Sommergerste	März bis Ende April
Winterhafer	2. Hälfte September
Sommerhafer	Februar bis Ende März
Dinkel	Anfang Oktober bis Ende November
Emmer	Mitte Oktober bis Anfang März
Wintertriticale	2. Hälfte September

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Durch Saatgutfirmen wird diese Dienstleistung aktuell nur an einem Standort in Uppsala (Schweden) angeboten¹⁴. Anhand der Erfahrungswerte der Forschungsbegleitung und der praktischen Umsetzung dieses Verfahrens soll dieses Verfahren betrachtet werden.

Darstellung des Verfahrens

Ähnlich wie bei den beiden Verfahren in Kapitel 5.3.1 und 5.3.2 ist zunächst eine labortechnische Untersuchung des jeweiligen Getreides notwendig, damit der Befall festgestellt wird und die geeigneten Behandlungsparameter ermittelt werden können. Die Behandlungstemperatur liegt zwischen 50 und 75 °C bei einer Zeitspanne von 2 bis 10 Minuten. Weitere Faktoren, die den Erfolg des Verfahrens bestimmen, sind der Feuchtegehalt der Luft und die Geschwindigkeit des Luftstromes (Forsberg 2007).

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die bisher einzige Großanlage zur Behandlung von Saatgut mit dem Feuchtheißluftverfahren in Schweden hat hauptsächlich Saatgutfirmen als Großkunden. Sie haben sich zum Ziel gesetzt, ein Behandlungsverfahren in Konkurrenz zu den chemischen Verfahren auf den Markt zu bringen. Somit stehen die Kosten für diese Dienstleistung denen der chemischen Beizung gleich auf (Forsberg 2007). Dies ist durch einen großen Durchsatz biologischen und konventionellen Saatguts mehrerer Saatgutfirmen möglich und erzeugt zugleich einen Mehrwert des Saatgutes, indem die gleichen Kosten aber eine geringere Umweltschädigung im Vergleich zu den chemischen Verfahren auftreten. Einen wesentlichen Vorteil gegenüber der Heißwasserbehandlung stellt dieses Verfahren dar, weil kein kompletter Tauchvorgang und keine Rücktrocknung des Saatguts notwendig sind (Forsberg 2007). In Abbildung 8 wird die Wirksamkeit des Verfahrens auf unterschiedliche Pathogene dargestellt.

¹⁴ Internetauftritt der Saatgutfirma Acanova AB: www.thermoseed.com

Saat	Pathogen		Effekt ThermoSeed
Weizen (Sommer und Winter)	<i>Tilletia caries</i>	Steinbrand Weizen	+
	<i>Stagonospora nodorum</i>	Spelzenbräune, Blattfleckenkrankheit	+
	<i>Ustilago tritici</i>	Flugbrand Weizen	-
	<i>Fusarium</i> spp.	Fusariose	+
	<i>Fusarium nivale</i>	Schneeschnitzel	+
	<i>Fusarium culmorum</i>	Ährenfusariose	+
Gerste	<i>Drechslera graminea</i>	Streifenkrankheit Gerste	+
	<i>Drechslera teres</i>	Netzfleckenkrankheit	+
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Braunfleckigkeit Gerste	+
	<i>Fusarium</i> spp.	Fusariose	+*
	<i>Ustilago nuda</i>	Flugbrand Gerste	-
	<i>Ustilago hordei</i>	Hartbrand Gerste	+
Hafer	<i>Drechslera avenae</i>	Streifenkrankheit Hafer	+
	<i>Ustilago avenae</i>	Flugbrand Hafer	+
Reis	<i>Magnaporthe grisea</i>		+
	<i>Cochliobolus miyabeanus</i>		+
	<i>Gibberella fujikuroi</i>		+

+ = Gleichwertige Wirkung wie bei chemischer Beizung

- = Begrenzte Wirkung

* = Begrenzte Erfahrung mit stark befallenem Saatgut

Abbildung 8: Wirksamkeit der Feuchtheißluftbehandlung auf diverse Krankheitserreger (Acanova AB 2007)

5.3.4 Elektronenbehandlung

Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges

Die Saatgutbehandlung durch niederenergetische Elektronenbestrahlung ist durch eine marktführende Firma in Deutschland als Dienstleistung direkt auf dem Hof nutzbar¹⁵.

Methodische Darstellung und Quellenangabe zur Erhebung der Daten

Die Forschungsbegleitung und Darstellung des Verfahrens ist wesentlich durch den Anbieter e-ventus geprägt. Die Daten basieren auf Anbieterdarstellung und diesbezüglichen Untersuchungen.

Darstellung des Verfahrens

Beim Verfahren der Elektronenbehandlung wirken niederenergetische Elektronen auf die in Fruchtschale (Pericarp) und Samenschale (Testa) befindlichen Pathogene (Risius 2006). Die Verfahrensanordnung ist so gestaltet, dass durch Schwerkraftwirkung das Saatgut im Fall vereinzelt wird. Die Getreidekörner strömen so durch die von Elektronengeneratoren betriebene Elektronenstrahlung.

Durch die niederenergetischen Elektronen werden in Mikroorganismen und Zellen funktionelle Gruppen abgespalten und Wasserstoffbrücken aufgelöst, so dass die Zelle in der Folge abstirbt. Der Elektronenstrahl dringt aber nur in die Samenschale ein und erreicht lediglich die dort siedelnden Mikroorganismen, wozu die meisten für Getreide bedeutsamen Pathogene gehören. Die Eindringtiefe der Elektronenstrahlen liegt bei Weizen unter 70 µm und bei Gerste unter 120 µm. Somit bleiben in Endosperm und Embryo überdauernde Schaderreger erhalten, was wiederum dazu führt, dass die oft tiefer im Samen befindlichen *Fusarium*-Arten und der Erreger des Schneeschnitzels (*Microdochium nivale*) nur teilweise erreicht werden (Beuermann 2005).

Die praktische Umsetzung des Verfahrens wird direkt auf der Hofstelle mit einer mobilen Technischeinheit durchgeführt, deren Funktionseinheiten in Abbildung 9 schematisch dargestellt sind.

¹⁵ Internetauftritt der Saatgutfirma E-Ventus: URL: <http://www.e-ventus.de>

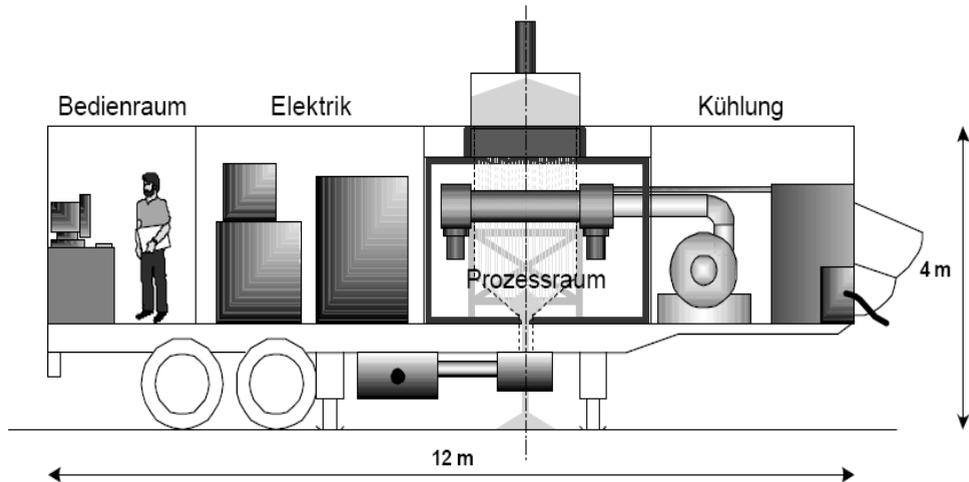


Abbildung 9: Schematischer Verfahrnsablauf der Elektronenbehandlung

(Quelle: URL: <http://www.e-ventus.de>)

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Anbauvergleiche haben belegt, dass die Elektronenbehandlung in Feldaufgang, Bestandesentwicklung und Erträgen mit der chemischen Beizung vergleichbar ist. Betrachtet man die entstehenden Kosten, so sind diese in größeren Mengen ebenfalls mit denen der chemischen Beizung vergleichbar.

Für die Durchführung der Behandlung werden 0,10 bis 0,40 €/t Getreide Arbeitszeitkosten bei 0,25 AKh je Betriebsstunde und 15 € je AKh in Abhängigkeit von der Partigröße veranschlagt. Hinzu kommen jeweils 3,50 €/t Getreide für Verschleißteile und 0,48 €/t Getreide bei 4 kWh/t Energieverbrauch (Beuermann 2005). Für die Berechnung der Dienstleistungskosten bei geringer Jahresproduktion von etwa 3000 Tonnen kostet dieses Behandlungsverfahren 85 €/t. Für die Behandlung von Nachbauseatgut werden 27,50 €/t zusätzlich für Reinigung und Sortierung veranschlagt (Beuermann 2005). Diese Berechnung deckt sich mit den Angaben von Herr Dr. Olaf Röder, dem Ansprechpartner für Technologie des Verfahrens vom Fraunhofer Institut (Röder 2007). Demnach sind die Anbieter dieses Verfahrens bemüht und durch die Entwicklung des Verfahrens in der Lage, die Behandlungskosten je nach Chargengröße zwischen 5 und 7 Euro je Dezitonne anzubieten. Je größer die Chargen sind, desto preisgünstiger könne die Behandlung werden, da das Verfahren lediglich die Energie- und Wartungskosten als variable Kosten (abgesehen von den Kapitalkosten) habe (Röder 2007). Die Umsetzung in die Praxis beschreibt Herr Röder exemplarisch mit aktuellen 15 Prozent Marktanteil dieses Verfahrens an der Getreidesaatgutbehandlung in Sachsen (Röder 2007).

Da die Elektronen zu einer Schädigung der Erbsubstanz der Krankheitserreger führen und diese so abtöten, ist deren selektive Wirkung durch beispielsweise ein zu tiefes Eindringen in das Getreidekorn bis zum Embryo in der landwirtschaftlichen Praxis umstritten. Daher ist es seitens einzelner biologischer Anbauverbände noch offen, ob dieses Verfahren zum Einsatz kommen darf. Betriebe, die ausschließlich nach EU-Ökoverordnung produzieren, können dieses Verfahren anwenden. In der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise nach den Richtlinien des Demeter-Verbandes ist der Einsatz dieses Verfahrens nicht erlaubt.

5.3.5 Senfö-Präparat

Einbindung in den Verfahrnsablauf des Produktionszweiges

Das als Pflanzenstärkungsmittel gelistete Senfö-Meerrettich-Präparat „Tillecur“ wird im Weizen gegen Weizensteinbrand (*Tilletia caries*) angewendet. Dem entsprechend ist ein Behandlungszeitraum abhängig vom geplanten Saatzeitpunkt von Ende September bis Ende Oktober einzuplanen.

Darstellung des Verfahrens

Die Behandlung des Saatgutes mit dem Senfölspräparat bedarf in jedem Falle einer Eigenleistung und einer technischen Improvisation, da dieses Behandlungsverfahren durch keinen Saatguthersteller in Dienstleistung bereitgestellt wird. In jedem Falle wird zuvor eine Untersuchung des Saatgutes auf Sporen des Weizensteinbrandes empfohlen, da sich die Anwendung von Tillecur nach der Anzahl der Sporen richtet. Die Anwendung des Präparates wird folgendermaßen gestuft empfohlen:

Trockenbeize: Bei einem Sporenbefall von weniger als 500 Sporen pro Korn genügt eine Trockenbeize des Saatgutes. Hierfür 1,5 kg Tillecur® pro 100 kg Saatgut gut durchmischen (Trommel, Betonmischer). Sommerweizen kann wegen der geringen Anfälligkeit grundsätzlich trocken gebeizt werden.

Feuchtbeize bei einem Sporenbefall von über 500 Sporen pro Korn: Die maximale Wirkungssicherheit wird mit der Feuchtbeize erzielt. Die Basisaufwandmenge beträgt 1 kg Tillecur® pro 100 kg Saatgut. Hierfür 1 kg Tillecur mit 5 Liter Wasser gründlich klumpenfrei anrühren. Die angerührte Beize in der Mischtrommel (z.B. Betonmischer) mit 100 kg Saatgut gleichmäßig mischen, so dass alle Körner gut benetzt sind. Frisch gebeiztes Saatgut offen und flach lagern, damit eine Rücktrocknung erfolgen kann. Auf keinen Fall in geschlossenen Säcken (Papier-/Foliensack) lagern¹⁶.

Umsetzung der Verfahren in die Praxis

Die Untersuchungen zeigten, dass mit „Tillecur“ selbst bei starkem Befall des Saatgutes sehr gute Wirkungsgrade erreicht werden können. Deutliche Mehrerträge wurden nur bei starkem Befall erzielt (Jahn 2002 b). Die Verfahrenskosten sind mit etwa 8 bis 20 € je Hektar angegeben (Risius 2006).

6. Zusammenfassung

Verfügbare Beschreibungen von Produktionsverfahren im Ökologischen Landbau geben derzeit nur eine unzureichende Auskunft über entsprechende Pflanzenschutzmaßnahmen. Demzufolge liegen auch keine ökonomischen Bewertungen dieser Elemente der einzelnen Produktionsverfahren vor.

Auf Grundlage der Maßnahmenempfehlungen von Kühne et al. (2006) wurde die Einbindung der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges erläutert und Verfahrensbeschreibungen angefertigt. Diese spezifizieren alle notwendigen Arbeitsgänge und Teilarbeiten im Arbeitsgang, die Häufigkeit der Durchführung der Arbeitsgänge, den Einsatz von Betriebsmitteln, eingesetzte Maschinen und Geräte sowie ggf. erforderlichen Gesamtarbeitszeitbedarf des Arbeitsganges. Weiterhin wurde die tatsächliche Umsetzung der Verfahren in der Praxis beschrieben und Aussagen zur Machbarkeit einzelner Verfahren abgeleitet.

Bei der Datenerhebung während der Vegetationsperiode 2007 stellte sich schnell heraus, dass die ausgewählten Verfahren derzeit in der Praxis wenig bis keine Anwendung finden und sich daher die Datenerhebung für mehrere Verfahren als schwierig erwies. Nur in wenigen Fällen konnten auf Praxisbetrieben Zeitmessungen von Arbeitszeitelementen zur Spezifikation der Verfahren durchgeführt werden. Andere Verfahren wurden, mangels Durchführung auf ökologischen Praxisbetrieben, anhand von Beschreibungen von Arbeitsgängen auf Versuchsanlagen kooperierender Forschungspartner spezifiziert. Teilweise konnten diese durch Aussagen und Erfahrungswerte ehemaliger Anwender ergänzt werden. Verfahren, die auf Praxisbetrieben zwar nicht selbst durchgeführt aber angewandt werden, konnten anhand der auftretenden Kosten für einzukaufende Dienstleistungen beschrieben werden. Die Spezifikation der Ausbringung von Pheromonfallen im Mais zum Monitoring des Westlichen Maiswurzelbohrers konnte einer bereits existierenden wissenschaftlichen Untersuchung entnommen werden. Auf eine erneute Datenerhebung wurde für dieses Verfahren aufgrund des geringen Umfangs dieser Studie verzichtet. Trotz der derzeit offenbar geringen Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis, konnten erste Informationen zu den Verfahrensschritten und -kosten der beschriebenen Regulierungsverfahren erarbeitet werden. Die ermittelten Verfahrenskennzahlen weisen auf erhebliche Unterschiede in den Aufwendungen und Potentialen der Verfahren hin. Dabei sind die Wirksamkeit und die Anwendung vor allem von standortspezifischen Bedingungen, der technischen Ausstattung sowie dem Geschick des Landwirtes abhängig.

¹⁶ Quelle: URL: <http://www.biofa-farming.com/produkte/print.php?sid=20> – Zugriff: 20.10.2007

Im Produktionssystem Mais wurden Maßnahmen zur Minderung der Fraßschäden durch Vogelfraß beschrieben. Neben der Anwendung von Schussapparaten kommen Verfahren der Saatgutfärbung und der Ablenkfütterung weniger zum Einsatz. Maßnahmen der tieferen Einsaat sind demgegenüber gängige Praxis. Sie können durch das Eggen oder Walzen quer zur Drillrichtung ergänzt werden. Beide Verfahren wurden betriebswirtschaftlich verglichen.

Der Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera virgifera* ist erstmalig 2007 in Deutschland als Quarantäneschädling aufgetreten. Der Kostenaufwand für die Überwachungsmaßnahmen in Maisrisikogebieten und auf Maisrisikoplätzen wurde dargestellt.

Für die Kartoffelkäferregulierung sind die vorbeugenden Maßnahmen (Vorkeimen, Frühe Sorte, Abstandsregelungen) nicht ausreichend, um Schäden zu verhindern. Erst die kombinierte und zeitlich versetzte Anwendung von Neem- und *Bacillus thuringiensis*-Präparaten unter Beachtung des optimalen Bekämpfungszeitraumes ermöglicht eine ausreichende Regulierung des Schädling. Es wurde deutlich, dass trotz der hohen Behandlungskosten der Einsatz der beiden Mittel in der entsprechenden Kombination wirtschaftlich ist.

Die Gemeine Quecke (*Elymus repens*) und die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) gehören zu den wichtigsten ausdauernden Unkräutern im Ökolandbau. Verschiedene mechanische Bodenbearbeitungsmaßnahmen sowie der Anbau verschiedener Zwischenfrüchte werden betriebswirtschaftlich miteinander verglichen. Neben den schwankenden Saatgutpreisen sind die mechanischen Beseitigungsverfahren zum Teil mit hohen Personalkosten verbunden.

Die Saatgutgesundheit ist ebenfalls von großer Bedeutung für den Ökologischen Landbau. Neue und sehr wirksame Verfahren wie z. B. die Elektronenbehandlung werden von den ökologischen Anbauverbänden kritisch eingeschätzt und sind zum Teil nicht erlaubt. Andere Verfahren wie die Heißwasserbehandlung sind mit hohem Aufwand und hohen Energiekosten verbunden.

7. Danksagung

Unser Dank geht an die Landwirte und Berater und Beraterinnen, die uns Ihr Expertenwissen und wertvolle Einblicke in die Erfahrungen mit der Anwendung von Pflanzenschutzmaßnahmen im Ökologischen Landbau zur Verfügung gestellt haben.

Wir danken Daniel Rolfsmeyer, Bad Oeynhausen, für die Bereitstellung der Ergebnisse seiner Belegarbeit zur wirtschaftlichen Betrachtung des Dammkulturverfahrens, sowie Marco Tamm, Jörg Keil und Dr. Michael Brandt von der Universität Kassel über Auskünfte zum Systemvergleich der Dammkulturverfahren mit Häufelgerät von Julian Turiel-Major und dem Schälflug Kverneland „Ecomat“.

Die Studie wurde gefördert im Rahmen des Bund-Länder-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen“ des KTBL, Darmstadt.

8. Literatur- und Quellenverzeichnis

Acanova AB: Thermoseed – eine neuartige Methode zur Saatgutbehandlung. URL:

<http://www.thermoseed.com> – Zugriff am 09.05.2007.

aid: Der Westliche Maiswurzelbohrer ist da! - Erste Funde in Baden : aid-infodienst bietet einen Lehrfilm an.

In: aid PresseInfo Nr.: 31/07- Auszug, vom 1. August 2007.

Alvermann G. (2006): Impulse für gare Böden. Bioland, 11, 7-8

Alvermann G. (2008): Individuelle Lösungen für den Boden. Bioland, 8, 8–10

Avery M. L., Humphrey J. S., Decker D. G. (1997). Feeding deterrence of anthraquinone, antracene and anthrone to rice-eating birds. *Journal of Wildlife Management*, 61, 1359-1365

Baufeld P., Enzian S (1999): Threat to European maize production by the invasive quarantine pest Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*): a new sustainable crop management approach : Proposal Acronym DIABROTICA. Individual Report; Proposal Number QLK5-CT-1999-01110; BBA

BBA: Leitlinie zur Durchführung von amtlichen Maßnahmen gegen *Diabrotica virgifera* Le Conte. Biologische Bundesanstalt, 2004.

- BBA: Informationsblatt der BBA : Westlicher Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. 2006; URL: <http://www.bba.bund.de> – Zugriff am 04. 04. 2007.
- Beuermann S. (2005): Einordnungsprojekt zur Elektronenbehandlungsanlage e⁻-ventus®. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Bachelorarbeit
- BNSG - Bundesnaturschutzgesetz vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666)
- Bokelmann W. (2006): Ökonomische Bewertung von Maßnahmen zur Verhinderung der Ein- und Verschleppung des Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera* in Deutschland. Berlin: Biologische Bundesanstalt, Abteilung Pflanzengesundheit (Auftraggeber), unveröffentlicht
- Buschhaus U. (2005): Erfolg braucht einen Damm. *bioland*, 6, 7 – 8
- Buschhaus U.: Schriftliche Mitteilung. Naturschutzberatung Nordrhein-Westfalen; 22. 10. 2007.
- Dierauer H., Alföldi T., Steiner N.: Getreide. Merkblatt 2002; FIBL, Frick; URL: <http://www.fibl.org> - Zugriff am 22.10.2007.
- Dusseldorp M., Rösch C.: Stand und Perspektiven des Einsatzes von moderner Agrartechnik im ökologischen Landbau. Hintergrundpapier Nr. 12; Büro für Technikfolgen –Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Dezember 2004.
- Ehinger F.: Mündliche Mitteilung. Vertreter der Vogelschreckgeräte der BayWa; 20. 09. 2007.
- Eissler W.: Schriftliche Mitteilung. Geschäftsführer der Firma Purivox Saat- und Ernteschutzgeräte GmbH; 03. 08. 2007 a.
- Eissler W.: Mündliche Mitteilung. Geschäftsführer der Firma Purivox Saat- und Ernteschutzgeräte GmbH; 25. Juni 2007 b.
- Ellmer F.: Bodenbearbeitungssysteme auf sandigen Standorten mit Blick auf den vorsorgenden Bodenschutz. Powerpointpräsentation auf der Bodenschutztagung des Landes Brandenburg; in Hohenbuckow, 05.12.2006.
- Forsberg G. (2004): Control of Cereal Seed-borne Diseases by Hot Humid Air Seed Treatment, Uppsala; Swedish University of Agricultural Sciences, Doktorarbeit
- Forsberg G: Mündliche Mitteilung. Mitarbeiter Acanova AB; 11. Oktober 2007.
- Gemmeke H. (2006): Vögel. In: Kühne S., Burt U., Marx P. (Hrsg.) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer, Stuttgart, 197-202
- Hanf M. (1999): Ackerunkräuter Europas – mit ihren Keimlingen und Samen. 4. Auflage, München; Verlagsunion Agrar
- Jacob J., Leukers A. (2008): Preference of birds for zinc phosphide bait carriers. *Pest Management Science*, 64, 74-80
- Jahn M. (2002): Möglichkeiten zur Regulierung samenbürtiger Krankheitserreger. In: Kühne S., Friedrich B. (2002) Hinreichende Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau, Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt, Heft Nr. 95. Saphir Verlag, D-Ribbesbüttel, 52-58
- Jahn M. (2002): Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau. In: Forschungsreport – Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft. 1, 12-15
- Jahn M. (2006): Verfahren der Saatgutbehandlung. In: Kühne S., Burt U., Marx P. (Hrsg.) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer, Stuttgart, 229-231
- Jorek B.: Mündliche Mitteilung. Ansprechpartnerin für Öko-Saatgut bei KWS Saat AG; 27. 09. 2007.
- Keil J.: Mündliche Mitteilungen. Betriebsleiter der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen - Lehr-, Versuchs- und Transferzentrum für Ökologische Landwirtschaft und Nachhaltige Regionalentwicklung, 02.11.2007.

- KTBL: Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07 : Datensammlung mit CD. 20. Auflage, Darmstadt; 2006.
- Kühne S., Burth U., Marx P. (Hrsg.) (2006): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer, Stuttgart 288 S.
- Kühne S., Kowalska J., Priegnitz U., Moll E., Ellmer F. (2008): Wirkung von Spinosad auf die Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*) im Ökologischen Landbau. Mitt. Julius Kühn-Institut 417, 248
- Kühne S., Reelfs T., Ellmer F., Moll E., Kleinhenz B., Gemmer C. (2008b): Efficacy of biological insecticides to control the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in organic farming. In: Neuhoff D., Halberg N., Alföldi T., Lockeretz W., Thommen A., Rasmussen I.A., Hermansen J., Vaarst M., Lueck L., Caporali F., Jensen H. H., Migliorini P., Willer H. (Editors): Cultivating the Future Based on Science. Volume 1 - Organic Crop Production. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), 18 – 20 June 2008 Modena, Italy, 480-483
- Landkreis Lüchow-Dannenberg (2004): Amtliche Bekanntmachung vom 27.10.2004, S. 22
- Lukashyk P. (2005): Problemunkräuter im Ökologischen Landbau: Entwicklung von Strategien zur nachhaltigen Regulierung von Ackerkratzdistel *Cirsium Arvense* (L.) Scop. und Rauharige Wicke *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 122
- Petersen H.: Mündliche Mitteilung. Betriebsleiter Gut Wilmersdorf GbR; 13. Juni 2007.
- Purivox: Internetauftritt der Firma Purivox Saat- und Ernteschutzgeräte GmbH. URL: <http://www.purivox.com> - Zugriff: 25. Juni 2007.
- Reelfs T. (2007): Optimierte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) im Ökologischen Landbau. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Masterarbeit
- Risius H. (2006): Vergleich der Verfahren zur Saatgutbehandlung im Ökologischen Landbau. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Seminararbeit
- Röder O.: Mündliche Mitteilung. Fraunhofer Institut, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik; 02.11.2007.
- Rösner S., Isselbacher T. (2003): Gutachten zur Abwehr von Vögeln in der Landwirtschaft in Rheinland-Pfalz – Teil A –. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Marburg an der Lahn, 117 S.
- Rolfsmeyer D, Möller D. (2007): Flächenleistung und Arbeiterledigungskosten im Dammkultursystem im Vergleich zu einem optimierten Pflugsystem im ökologischen Landbau. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 2, Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, (Hrsg.) S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller, A. Valle Zarate, 725-728
- Rolfsmeyer D. (2007): Projektarbeit zum Thema „Flächenleistungen und Arbeiterledigungskosten des Dammkultursystems im Vergleich zu einem optimierten Pflugsystem im ökologischen Landbau“, Projektarbeit an der Uni Kassel in Witzenhausen, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 2007.
- Saucke H., Hallmann J., Paffrath A. (2006): Tierische Schaderreger der Kartoffel. In: Kühne S., Burt U., Marx P. (Hrsg.) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer, Stuttgart
- Spieß H. (1999): Gesundes Saatgut. Lebendige Erde, 42-43
- Stielow G. (2007): Kulturen im Dammanbau. Bioland, 8, 30-31
- Van Elsen Th., Köpke U., Pallutt B., Jüttersonke B. (2006): Maßnahmen zur Unkrautregulierung. In: Kühne S., Burt U., Marx P. (Hrsg.) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Ulmer, Stuttgart
- Weinhappel M., Girsch L., Hartl W., Diethart I. (2000): Untersuchungen zur Wärmebehandlung von Getreidesaatgut im Hinblick auf Effizienz und Sanierung samenbürtiger Pathogene und Auswirkungen auf den Gebrauchswert des Saatgutes. In: Bericht über die 51. Arbeitstagung 2000 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter. 63-70
- Wiggert M. (2005): Im Test : Gerät für die Stoppel. bioland, 1, 8 - 9
- Wilbois K.-P., Vogt-Kaute W., Spieß H., Jahn M., Koch E. (2007): Leitfaden Saatgutgesundheit im Ökologischen Landbau – Ackerkulturen. Frankfurt am Main, 39 S.

Veröffentlichungen des JKI

Öffentlichkeit und die Fachwelt versorgen wir mit verschiedenen Informationsangeboten über alle Aspekte rund um die Kulturpflanzen. Hierfür stehen verschiedene Broschüren, Faltblätter, Fachzeitschriften und Monographien aber auch verschiedene Datenbanken als Informationsressourcen zur Verfügung.

Für die Allgemeinheit sind vor allem die Faltblätter gedacht, die über Nützlinge im Garten, aber auch über spezielles wie den Asiatischen Laubholzbockkäfer informieren. Außerdem ist der regelmäßig erscheinende Jahresbericht allgemein interessant, vor allem mit den umfassenden Artikeln zu besonderen Themen, die Sie aber auch hier im Internet auf den thematisch dazugehörigen Seiten finden.

Seit 1906 erscheinen die Mitteilungshefte, eine Reihe von Monographien unterschiedlichster Themen aus dem Bereich der Forschungsarbeiten und gesetzlichen Aufgaben. Alle bisher erschienenen Ausgaben sind OPEN ACCESS kostenfrei im Internet zu lesen. Die älteste wissenschaftliche Zeitschrift des JKI ist seit den 1920er Jahren das Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.

Ab 2009 wird vom Julius Kühn-Institut als wissenschaftliches Fachorgan das Journal für Kulturpflanzen – Journal of Cultivated Plants monatlich herausgegeben.

Vieles wird als downloadbare PDF- oder HTML-Datei angeboten. Anderes kann bei unseren Verlagen oder bei der Pressestelle gedruckt bestellt werden.

Weiterführende Informationen über uns finden Sie auf der Homepage des Julius Kühn-Instituts unter <http://www.jki.bund.de> im Bereich Veröffentlichungen.

Spezielle Anfragen wird Ihnen unsere Pressestelle (pressestelle@jki.bund.de) gern beantworten.

Anschrift für **Tauschsendungen**:

Please address **exchanges** to:

Adressez **échanges**, s'il vous plait:

Para el **canje** dirigirse por favor a:

Informationszentrum und Bibliothek
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Königin-Luise-Straße 19
D-14195 Berlin, Germany
E-Mail: ib@jki.bund.de

Verfahrensbeschreibungen, Zeitbedarf und Anwendungskosten für spezielle Pflanzenschutzmaßnahmen im ökologischen Mais-, Kartoffel- und Getreideanbau

Im Auftrag des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) sind in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Eberswalde und dem Julius Kühn-Institut in Kleinmachnow Kalkulationsunterlagen für folgende Verfahren zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau erarbeitet worden:

- Minderung von Vogelfraß im Maisanbau,
- Ausbringung von Pheromonfallen im Mais,
- Kartoffelkäferregulierung,
- Saatgutbeizung sowie
- Queckenregulierung im Getreideanbau und Bekämpfung der Ackerkratzdistel.

Dazu wurden auf Grundlage von Maßnahmenempfehlungen für die Praxis die Einbindung in den Verfahrensablauf des Produktionszweiges erläutert und Verfahrensbeschreibungen angefertigt. Diese spezifizieren alle notwendigen Arbeitsgänge und Teilarbeiten im Arbeitsgang, die Häufigkeit der Durchführung der Arbeitsgänge, den Einsatz von Betriebsmitteln, eingesetzte Maschinen und Geräte sowie ggf. den erforderlichen Gesamtarbeitszeitbedarf des Arbeitsganges. Die Umsetzung der Verfahren in der Praxis wird beschrieben.

Process description, time requirement and costs for special plant protection measurements in organic maize-, potato and cereal production

On behalf of the Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL) the University of Applied Sciences Eberswalde and the Julius Kühn Institute at Kleinmachnow have prepared farm planning data for the following methods of plant protection in organic farming:

- Reduction of bird feed in maize cultivars,
- Application of pheromone traps in maize,
- Control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*),
- Seed treatment,
- Control of couch grass (*Elymus repens*) in cereals and control of creeping thistle (*Cirsium arvense*).

The introduction of these plant protection measures in standard production methods is described. All required operations, their frequency, the use of inputs and machinery as well as the required total labour input are detailed.