

Optimierung der Saatgutgesundheit im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau

Improvement of seed quality of medicinal plants and herbs in organic farming

FKZ: 03OE127/1

Projektnehmer:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum - Rheinland
Kompetenzzentrum Gartenbau
Walporzheimer Straße 48, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Tel.: +49 2641 9786-0
Fax: +49 2641 9786-66
E-Mail: dlr-rheinpfalz.koga@dlr.rlp.de
Internet: <http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de>

Autoren:

Blum, H.; Fausten, G.; Nega, E.; Jahn, M.; Gärber, U.; Schockert, K.

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

Schlussbericht

Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau

Projektförderkennzeichen 03OE127/1

Ausführung:

Hanna Blum, Gudrun Fausten, Eva Nega (DLR Rheinpfalz)
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz,
Kompetenzzentrum Gartenbau
Dienststelle Ahrweiler
Walporzheimer Str. 47
53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Projektleitung: Dr. Karl Schockert

Laufzeit und Berichtszeitraum:

01.04.2004 – 31.07.2007
Verlängerung: 01.10.2007 – 31.01.2008

In Zusammenarbeit mit:

Julius-Kühn-Institut für Pflanzenzüchtung
Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau
Außenstelle Kleinmachnow, Frau Dr. Ute Gärber
und
Institut für Integrierten Pflanzenschutz
Kleinmachnow, Frau Dr. Marga Jahn

Pharmasaat GmbH, Artern, Frau Ina Aedtner

KWS Saatzucht AG, Dr. Ralf Tilcher

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung	5
1.1	Gesamtziel des Vorhabens.....	5
1.2	Arbeitsziele des Vorhabens	5
1.3	Planung und Ablauf	5
1.3.1	Untersuchung verschiedener Saatgutpartien.....	6
1.3.2	Durchführung von Modellversuchen.....	6
1.3.3	Versuche zur Saatgutbehandlung.....	7
1.3.4	Versuche zu pflanzenbaulichen Maßnahmen	7
1.3.5	Versuche zur Ernte- und Aufbereitungstechnik.....	8
1.3.6	Erstellung eines Leitfadens zur Saatgutgesundheit	8
1.3.7	Versuchsarbeiten zur Saatgutpillierung.....	8
1.3.8	Wissenstransfer	8
1.3.9	Sonstiges	8
1.4	Beitrag zur Förderung des Ökolandbaus	9
1.5	Erkenntnisstand, an den angeknüpft wurde.....	9
2	Material und Methoden	11
2.1	Kurzbeschreibung der bearbeiteten Kulturen.....	11
2.1.1	Anis (<i>Pimpinella anisum</i> L.).....	12
2.1.2	Dill (<i>Anethum graveolens</i> L.).....	13
2.1.3	Fenchel (<i>Foeniculum vulgare</i> L.).....	14
2.1.4	Koriander (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	15
2.1.5	Kümmel (<i>Carum carvi</i> und <i>Carum carvi</i> var. <i>anuum</i> L.)	16
2.2	Schaderreger	17
2.2.1	Schaderreger an Anis	17
2.2.2	Schaderreger an Dill	18
2.2.3	Schaderreger an Fenchel.....	20
2.2.4	Schaderreger an Koriander	23
2.2.5	Schaderreger an Kümmel	24
2.3	Saatgutuntersuchungen.....	26
2.3.1	Evaluierung von Handelspartien zur Bereitstellung des Versuchsaatgutes mit natürlichem Befall.....	26
2.3.2	Methodik der Saatgutuntersuchung	30
2.4	Beschreibung der Saatgutbehandlungsvarianten	33
2.5	Freilandversuche	35

2.5.1	Versuchsstandorte	35
2.5.2	Versuchsflächen.....	35
2.5.3	Versuchsbetreuung	36
2.5.4	Versuchsdesign.....	36
2.5.5	Auswahl der Saatgutpartien	36
2.5.6	Pflanzenschutzmaßnahmen.....	36
2.5.7	Nährstoffversorgung.....	36
2.5.8	Saat- und Aufbereitungstechnik	38
2.5.9	Bodenbearbeitung und Bestandespflege	38
2.5.10	Erntetechnik und Trocknung	38
2.5.11	Parametererfassung.....	38
2.5.12	Inhaltsstoffanalytik.....	40
2.5.13	Pathogenbestimmung am Saatgut	40
2.5.14	Pathogenbestimmung an Pflanzenproben	41
2.5.15	Statistik.....	41
2.6	Gefäßversuche / Erweiterter Triebkrafttest	41
2.7	Anisanbau im Praxisbetrieb	43
3	Ergebnisse	44
3.1	Versuche zur Saatgutbehandlung.....	44
3.1.1	Anis	44
3.1.2	Dill	66
3.1.3	Fenchel	86
3.1.4	Koriander.....	115
3.1.5	Kümmel.....	139
3.2	Versuche zum Erntezeitpunkt.....	173
3.2.1	Einleitung	173
3.2.2	Anis [<i>Pimpinella anisum</i> L.]	175
3.2.3	Einjähriger Kümmel [<i>Carum carvi</i> L. <i>annuum</i>].....	182
3.2.4	Koriander [<i>Coriandrum sativum</i> L.].....	189
3.2.5	Fenchel [<i>Foeniculum vulgare</i>]	199
3.2.6	Fazit	204
3.3	Versuche zur Saatgutaufbereitung	206
3.3.1	Fenchel	206
3.3.2	Koriander.....	212
3.3.3	Druschversuch Fenchel 2005.....	224
3.4	Zur Problematik der Doppelkeimung bei Spaltfrüchten.....	226

3.4.1	Beschreibung der Problemstellung	226
3.4.2	Material und Methoden	227
3.4.3	Darstellung der Versuchsergebnisse / Aufgang im Gefäß	227
3.4.4	Fazit	231
3.5	Modellversuche.....	231
3.5.1	Kümmel-Modellversuche: Vergleich Heißwasser- und Elektronen- behandlung	231
3.5.2	Elektronenbehandlung	235
3.5.3	Vakuum-Sattdampfbehandlung (SteamLab-Verfahren)	240
3.5.4	Vergleich verschiedener Behandlungsverfahren an Petersilie	246
3.5.5	Heißwasserbehandlung	248
3.5.6	Fazit Modellversuche	250
3.6	Anisanbau im Praxisbetrieb	251
3.6.1	Untersuchungsergebnisse des verwendeten Saatgutes	251
3.6.2	Bestandesentwicklung	251
3.6.3	Ertrag	254
3.6.4	Untersuchungsergebnisse des Erntegutes.....	254
3.6.5	Bodenuntersuchungsergebnisse.....	256
3.6.6	Fazit	256
3.7	Gegenüberstellung ursprünglich geplanter und erreichter Ziele	257
4	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	259
4.1.1	Leitfaden	259
4.1.2	Veröffentlichungen	259
5	Zusammenfassung	261
6	Verzeichnis der verwendeten und weiterführenden Literatur	265
7	Verzeichnis der Abkürzungen	269
8	Anhang	272

1 ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Das Vorhaben befasste sich mit der Optimierung der Saatgutqualität von Arznei- und Gewürzpflanzen. Das Saatgut stellt einen wichtigen Produktionsfaktor im ökologischen Anbau dar und verdient deshalb eine detaillierte Beachtung. Untersuchungen zur Saatgutqualität sollten Aufschluss über den Ist-Zustand der Saatgutversorgung im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau geben und prüfen welche Maßnahmen zur Verbesserung der Saagutqualität wirksam und für die Praxis realisierbar sind. Ziel war eine Erhöhung der Keimfähigkeit und Triebkraft sowie eine Verbesserung der Saatgutgesundheit.

Für eine pflanzenbaulich und ökonomisch erfolgreiche ökologische Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen muss intensiv an einer Verbesserung aller Produktionsbedingungen gearbeitet werden. Die besonderen Schwierigkeiten liegen in der Vielzahl der angebauten Arten, dem fehlenden Grundlagenwissen zu einzelnen Pathosystemen und dem geringen Züchtungsgrad einzelner Kulturen.

In dem hier beschriebenen Vorhaben wurden einige aus der Praxis bekannte Problemfälle herausgegriffen und modellhaft bearbeitet.

1.2 Arbeitsziele des Vorhabens

- ⊙ Untersuchung verschiedener Saatgutpartien auf die Qualitätsparameter Keimfähigkeit und samenbürtige Pathogene
- ⊙ Prüfung von Saatgutbehandlungen
- ⊙ Prüfung des Effektes pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Saatgutqualität
- ⊙ Berücksichtigung der Saatgutaufbereitung und der Erntetechnik als qualitätsverbessernde Maßnahmen
- ⊙ Prüfung der Saatgutpillierung als Maßnahme zur Verbesserung der Saatgutqualität

1.3 Planung und Ablauf

Die Arbeitsschritte des Projektantrages sind in der folgenden Übersicht dargestellt. Die ursprüngliche Projektlaufzeit war bis Ende 2006 geplant. Entsprechend dem Aufstockungsantrag Anfang 2006 wurden ab Oktober 2007 noch Versuchsarbeiten zur Saatgutpillierung durchgeführt.

	2004	2005	2006	2007 10-12	2008 01
Untersuchung verschiedener Saatgutpartien					
Durchführung von Modellversuchen					
Versuche zur Saatgutbehandlung					
Versuche zu pflanzenbaulichen Maßnahmen					
Versuche zur Erntetechnik und Aufbereitung					
Erstellung eines Leitfadens zur Saatgutgesundheit					
Versuchsarbeiten zur Saatgutpillierung					

1.3.1 Untersuchung verschiedener Saatgutpartien

Geplant:

Untersuchungsreihen von Handelssaatgut der Beispielkulturen auf Keimfähigkeit und samenbürtige Pathogene.

Durchgeführt:

In allen drei Versuchsjahren wurde eine Vielzahl an Saatgutpartien auf Keimfähigkeit und samenbürtige Pathogene hin untersucht. Die Untersuchungen gaben in erster Linie Informationen über die Eignung des Saatgutes als Versuchspartie mit entsprechend hohem natürlichem Ausgangsbefall bei ausreichender Keimfähigkeit.

1.3.2 Durchführung von Modellversuchen

Geplant:

Modellversuche waren im Bereich der Saatgutbehandlung und der Aufbereitungstechnik vorgesehen, um die entsprechenden Effekte der geprüften Maßnahmen im geschützten Anbau beurteilen zu können.

Durchgeführt:

Sämtliche Arbeiten zur Saatgutbehandlung wurden parallel zu den Freilandversuchen im Gefäß als Modellversuche getestet. Neue Methoden ohne übertragbare Erfahrungen aus den Bereichen Gemüse- oder Ackerbau wurden ebenfalls in Modellversuchen berücksichtigt (Vakuum-Sattdampfbehandlung), bzw. dienten die Modellversuche zur Parameteroptimierung der physikalischen Saatgutbehandlungsmaßnahmen. Zusätzlich wurden Prüfungen in infiziertem Substrat aufgenommen, um die Leistungsfähigkeit der Varianten zu testen. Die Freilandversuche zur Aufbereitungstechnik wurden durch Modellversuche ergänzt.

1.3.3 Versuche zur Saatgutbehandlung

Geplant:

Die Versuche zur Saatgutbehandlung mittels physikalischer und biologischer Maßnahmen sollten in drei Versuchsjahren an unterschiedlichen Arten an zwei Standorten durchgeführt werden. In erster Linie sollten Verfahren getestet werden, zu denen bereits Erfahrungen aus den Bereichen Gemüse- und Ackerbau vorlagen.

Durchgeführt:

Es wurden insgesamt im Freiland 16 Versuchsanlagen zur Saatgutbehandlung durchgeführt. Versuchsgegenstand waren 5 Kulturen und 14 Saatgutbehandlungsverfahren. Ziel war eine mehrmalige Prüfung der Varianten, um die unterschiedlichen Ergebnisse über die Jahre hin zu vergleichen. Die Kultur Anis wurde aufgrund der besseren kulturspezifischen Standortbedingungen schwerpunktmäßig am Standort Artern bearbeitet. Die Auswahl der Behandlungen erfolgte in enger Absprache mit der BBA und dem BÖL-Projekt 127. Die Versuche zur Saatgutbehandlung bildeten den Schwerpunkt der Projektarbeiten.

1.3.4 Versuche zu pflanzenbaulichen Maßnahmen

Geplant:

In Feldversuchen sollte der Einfluss pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Saatgutqualität an unterschiedlichen Kulturen geprüft werden.

Durchgeführt:

Unter den pflanzenbaulichen Maßnahmen wurde nach einer Auswertung von Literatur die Variation des Erntezeitpunktes für die Gewinnung von Saatgut als Prüffaktor gewählt. Bei den Kulturen Kümmel, Fenchel, Koriander und Anis wurden in mehreren Jahren, teilweise an zwei Standorten Feldversuche durchgeführt.

1.3.5 Versuche zur Ernte- und Aufbereitungstechnik

Geplant:

In verschiedenen Modell- und Feldversuchen sollte der Einfluss von Ernte- und Aufbereitungsverfahren auf die Saatgutqualität geprüft werden.

Durchgeführt:

Nach Rücksprache mit Experten wurde der Arbeitsbereich Erntetechnik nicht berücksichtigt, da es sich hierbei um eine Fragestellung aus dem Grundlagenbereich handelt, die nicht ausschließlich in der ökologischen Wirtschaftsweise begründet ist. Bei den Versuchen zur Aufbereitung des Saatgutes wurde sich auf den Aspekt der Spaltfrüchtigkeit der Modellkulturen konzentriert und dieser in Modell- und Feldversuchen beleuchtet.

1.3.6 Erstellung eines Leitfadens zur Saatgutgesundheit

Nach der Auswertung der Versuchsarbeiten wurden die gesammelten Ergebnisse im Kontext mit Erfahrungen von Experten und Ergebnissen anderer Versuchsansteller in den „Leitfaden Saatgutgesundheit im Ökologische Landbau – Gemüsekulturen“ des FiBL e.V. eingearbeitet.

1.3.7 Versuchsarbeiten zur Saatgutpillierung

Geplant:

In Modellversuchen sollten an den Kulturen Petersilie und Kümmel Kennwerte zur Saatgutpillierung bei Arznei- und Gewürzpflanzen gewonnen werden.

Durchgeführt:

In einer 4 monatigen Versuchsphase wurden Versuchsreihen mit pilliertem Saatgut durchgeführt. Geprüft wurden Keimfähigkeit und Triebkraft sowie der Infektionsgrad in infiziertem Substrat.

1.3.8 Wissenstransfer

Geplant:

Unterstützung von Feldtagen mit Fachbeiträgen, Leitfaden, Veröffentlichungen, Teilnahme am Saatgutworkshop des FiBL e.V.

Durchgeführt wie geplant

1.3.9 Sonstiges

Zusätzlich aufgenommen wurde die Begleitung eines Praxisanbaus von Anis mit dem Ziel, Kennwerte für eine Anbauanleitung für Anis zu erarbeiten.

Für das BÖL-Vorhaben 127 wurden Freilandversuche zur Saatgutbehandlung von Petersilie übernommen.

Im Rahmen der Freilandversuche mit Kümmel wurde eine künstliche Infektion mit dem Welkeerreger *Phomopsis diachenii* durchgeführt.

1.4 Beitrag zur Förderung des Ökolandbaus

Neue Erkenntnisse zum Produktionsfaktor Saatgut und Lösungsvorschläge zum Umgang mit Minderqualitäten und phytosanitären Problemen

Sensibilisierung für die Wertschätzung des Produktionsfaktors Saatgut

Erstellen von Materialien zur Unterstützung der Beratung und Praxis im Bereich Saatgutgesundheit im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzen-anbau

1.5 Erkenntnisstand, an den angeknüpft wurde

Aus der Praxis wird von ökologisch wirtschaftenden Arznei- und Gewürzpflanzenanbauern von Problemen mit unzureichenden Qualitäten berichtet, die sich meistens auf niedrige Keimfähigkeiten, mangelhaften Feldaufgang und Problemen in der technischen Drillbarkeit einzelner Kulturen durch die artspezifische Saatgutbeschaffenheit beziehen. Bekannt sind zudem teilweise gravierende Probleme mit samenbürtigen Schaderregern.

Dem ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau stehen nur wenige leistungsstarke, mit Krankheitstoleranzen oder –resistenzen ausgestattete Sorten aus ökologischer Vermehrung zur Verfügung. Die Direktsaat der Kulturen ist aus wirtschaftlichen Gründen eine wichtige Forderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus und setzt eine hohe Anforderung an die Saatgutqualität voraus. Die meisten Arznei- und Gewürzpflanzen verfügen über eine sehr langsame Keimung und Jugendentwicklung, welche durch schlechte Saatgutqualitäten noch verstärkt werden.

Bislang liegen wenige Erfahrungen zu alternativen Saatgutbehandlungsverfahren bei Arznei- und Gewürzpflanzen vor. Die Marktbedeutung vieler Arten ist zu gering und rechtfertigt für viele Firmen keinen hohen Forschungsaufwand. Besonders schwierig gestalten sich die Arbeiten zur Saatgutgesundheit im Bereich der Sonderkulturen, da zu vielen Pathosystemen keine Grundlagenkenntnisse vorliegen und methodische Ansätze für die Saatgutuntersuchung sowie die Durchführung von Feldversuchen fehlen. Erfahrungen zu Schaderregern und dem Einsatz von Saatgutbehandlungsverfahren können oftmals nur aus anderen Sparten übertragen werden, müssen dann aber vor einer Empfehlung für die Praxis unbedingt in die kulturspezifischen Anbaubedingungen und Pathosysteme eingepasst werden.

Grundlagenarbeiten zu Arznei- und Gewürzpflanzen liegen beispielsweise in den Bereichen Heisswasserbehandlung (bei Dill und Petersilie im Einsatz gegen

Alternaria spp. und *Septoria* spp.), Heißluftbehandlung (von Kresse gegen *Phoma* spp. oder auch bei Basilikum) sowie zu den Schaderregern *Pseudomonas* syr. pv. *coriandricola* an Koriander, *Alternaria radicina* an Dill und Petersilie oder auch *Septoria petroselini* vor. Andere Schaderreger sind dank intensiver Forschungsarbeiten detailliert beschrieben, jedoch kann keine entgeltliche Aussage zur Samenübertragbarkeit getroffen werden (beispielsweise *Phomopsis diachenii* an Kümmel). Umfassende Arbeiten zu dem Hauptschaderreger im Fenchelanbau *Mycosphaerella anethi* wurden leider erst nach Abschluß der Versuchsarbeiten veröffentlicht.

2 MATERIAL UND METHODEN

Das Vorhaben „Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau“ hat sich schwerpunktmäßig auf den Aspekt der Saatgutbehandlung konzentriert. Als Versuchsgegenstand wurden modellhaft Arten der Familie *Umbelliferae* ausgewählt, die einerseits eine große Marktbedeutung haben und weiterhin ein ähnliches Pathogenspektrum aufweisen. Um den Vorhabenszeitraum optimal auszunutzen, wurden die Prüfglieder weitgehend auf den drei Ebenen bearbeitet:

- Modellversuche (Keimtests, Pathogenitätstests)
- Gefäßversuche (Erweiterter Triebkrafttest, Kalttest)
- Freilandversuche

Im Freiland wurden einige Versuchsanlagen an zwei unterschiedlichen Standorten bearbeitet, um verstärkt Aufschlüsse zum Einfluss der Standortfaktoren zu gewinnen. Versuche zu Petersilie wurden in Kooperation mit dem Vorhaben 03OE127 durchgeführt und sind im Abschlussbericht der FiBL Arbeitsgruppe dargestellt. Probleme traten während der Vorhabenszeit mit der Bereitstellung von Saatgutpartien mit definiertem natürlichem Befall auf. Da zu vielen Wirt-Pathogen-Beziehungen artspezifische Grundlageninformationen fehlen, mussten Nachweismethodik und Wirkmechanismus der Saatgutbehandlungen oft auf einer allgemeinen Ebene abgehandelt werden.

Ziel der Versuchsarbeiten war es, in drei Vegetationsperioden von 2004 - 2006 möglichst viel Datenmaterial zu gewinnen, aus dem sich die Chancen und Potentiale der geprüften Saatgutbehandlungsverfahren für die Praxis ableiten lassen.

Die Saatgutbehandlung wird als eine mögliche Strategie zur Verbesserung der Saatgutqualität gesehen. Die Variation des Erntezeitpunktes als pflanzenbauliche Maßnahme zur Steigerung der Saatgutqualität wurde als eine weitere Strategie im Rahmen von Feldversuchen bearbeitet.

2.1 Kurzbeschreibung der bearbeiteten Kulturen

Versuchsgegenstand in den dargestellten Arbeiten zur Verbesserung der Saatgutqualität waren fünf Pflanzenarten der Familie *Umbelliferae*, die im heimischen ökologischen Anbau in größerem Umfang vertreten sind und durch bestimmte Schaderreger und teilweise unzureichende Saatgutqualitäten Schwierigkeiten in der Produktion verursachen. Es handelt sich bei den Samen aller bearbeiteten Arten um Spaltfrüchte.

2.1.1 Anis (*Pimpinella anisum* L.)



Abb. 1 Junger Anisbestand



Abb. 2 Anisbestand in Blüte

Die Früchte von Anis sind aufgrund des milden, fein-süßlichen Aromas ein beliebtes Gewürz und in vielen Teemischungen enthalten. Der Anbau der einjährigen Kultur ist in Deutschland erst in den letzten Jahren in nennenswertem Umfang bekannt und das Anbauverfahren noch wenig untersucht. Anis kann in wärmeren, sommertrocknen Lagen auf mittelschweren Böden kultiviert werden. Das TKG liegt bei 2,1 bis 3,5 g. Im Handel sind bislang nur firmeneigene Herkünfte erhältlich.

Das birnenförmige Saatgut besteht aus zwei Teilfrüchten, die sich nur schwer trennen. Teilweise befinden sich noch Fruchstielchen an den Samen. Die Früchte sind leicht behaart. Im äußeren Perikarp befinden sich Ölstriemen.

Die Direktsaat erfolgt ab März. Der Aufgang (15-20 Tage) verläuft ebenso wie die Jungendentwicklung sehr langsam. Der Anbau erfordert eine intensive Unkrautregulierung sowie Bewässerungsmöglichkeiten in der Phase der Bestandesetablierung. Vor der Vollreife der Früchte werden die Früchte schonend gedroschen. Der Ertrag kann bei 5- 9 dt/ha liegen. Es kann mit einem Gehalt an Ätherischen Ölen von 2-6 % gerechnet werden.

Anbauinformationen:

Literaturteil: Heeger, 1959

Sortenhinweise: Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste



Abb. 3 Früchte von Anis, unterschiedliche Reifestadien

2.1.2 Dill (*Anethum graveolens* L.)



Abb. 4 Dill in vegetativer Phase



Abb. 5 Dilldolde

Dill zählt zu den Blattfrüchten, die sowohl frisch (Frischkrauter, Tiefkühlware) wie auch getrocknet (Gewürz) genutzt werden. Der Anbau erfolgt meist satzweise im

Freiland. Möglich ist auch eine Kultivierung im geschützten Anbau. Günstig sind tiefgründige Standorte. Der Freilandanbau beginnt am April mit einer Direktsaat. Die Früchte sind eiförmig, breit-elliptisch bis kreisrund und zerfallen leicht in zwei Teilfrüchte auf deren Rückenseite drei hellgefärbte Rippen sichtbar sind. Das Handelssaatgut besteht größtenteils aus Teilfrüchten. Die Fruchtgröße und das TKG sind sortenabhängig sehr unterschiedlich. Das Anbauverfahren bezieht sich auf die Nutzungsart (Bundware, Blattware, Blühendes Kraut, Dillspitzen).

Literaturteil: George und Eghbal, 2003,

Sortenhinweise: Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste

2.1.3 Fenchel (*Foeniculum vulgare* L.)



Abb. 6 Fencheldolde im Reifestadium

Körnerfenchel ist eine mehrjährige Druschkultur, deren Früchte getrocknet im Lebensmittel- und pharmazeutischen Bereich eine hohe Marktbedeutung haben.

Der Anbau erfolgt auf tiefgründigen, mittelschweren und humosen Böden mit guter Wasserversorgung und frühem Abtrocknen (frühe Saat!). Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung sind unkrautarme Standorte zu bevorzugen.

Die reife Spaltfrucht zerfällt meist in zwei Teilfrüchte. Die Form ist länglich elliptisch und das Perikarp mit deutlichen Hauptrippen überzogen. In den Tälern dieser Rippen sind Ölgänge lokalisiert. Die Früchte weisen am oberen Perikarpende einen Griffelrest auf. Die Teilfrüchte sind 3,5-12 mm lang sowie 1,5 bis 3,2 mm breit und dick. Das TKG liegt zwischen 2 bis 11 g. Der Samen ist braun, dunkelbraun oder grünlich gefärbt. Die Keimung verläuft relativ schnell, da der Embryo schon stärker entwickelt ist (Kretschmer, 1998). Unterschieden werden groß- und kleinfrüchtige Sorten, die unter Umständen aufgrund ihrer Korngröße unterschiedliche Vermarktungswege einnehmen (Kleinfrüchtige Sorten sind günstig für die Teebeutelherstellung). Es kann mit einer Aussaatstärke von 2,5- 4 kg/ha gerechnet werden. Die Ernte (Direktdrusch) erfolgt beim Ausfärben der Hauptdolde ins bräunlichgrüne (Ende Oktober bei einjährigem Anbau, mehrjährig: früher). Der Drusch erfolgt meist bei voller grüner Blattmasse. Die Druscheinstellung muss präzise eingestellt werden. Die Erträge liegen bei 8-14 dt/ha getrockneter und aufbereiteter Ware.

Literaturteil: Dachler und Pelzmann, 1999

Sortenhinweise: Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste

2.1.4 Koriander (*Coriandrum sativum* L.)



Abb. 7 Jungpflanze



Abb. 8 Blühender Korianderbestand

Koriander hat vorwiegend im Lebensmittelbereich als Gewürz Bedeutung. Neben dem Blattanbau für den Frischkräutermarkt werden die getrockneten Früchte verwendet.

Der Anbau erfolgt einjährig mit einer Frühjahrssaat Ende März oder bei überjährigem Anbau Ende August, bei dem die Pflanzen im relativ frostunempfindlichen Rosettenstadium überwintern. Ideale Standortbedingungen findet Koriander in warmen, sonnigen Lagen auf leichten, durchlässigen Böden mit ausreichendem Kalkanteil. Es werden kleinfrüchtige (TKG: 4-6 g) und großfrüchtige (TKG: 7-12 g) Sorten unterschieden.

Das Saatgut besteht aus zwei halbkugelförmigen Teilfrüchten. Die lockere Gewebetrennschicht zwischen den beiden Teilfrüchten ist bei vollständiger Reife fast aufgelöst und die Teilfrüchte fallen schnell auseinander. Die Oberfläche ist meist gelbbraunlich.

Ein Teil der Ätherisch Öldrüsen verläuft in Gängen, die in dem äußeren Perikarp liegen. In dem Samen sind 60 % des Ätherischen Öls sowie fettes Öl (Kretschmer, 1998) enthalten.

Der Aufgang erfolgt bei Temperaturen über 10 ° C innerhalb von 10-20 Tagen. Die langsame Jugendentwicklung erfordert ein gutes Unkrautmanagement. Bei Frühjahrssaat werden die Früchte ab August gedroschen. Als optimaler Druschzeitpunkt wird ein Zeitpunkt vor der Vollreife empfohlen, da die vollreifen Früchte leicht aufbrechen und damit einen hohen Anteil an Teilfrüchten im Erntegut verursachen. Wichtig ist ein schonender Drusch und präzise Einstellung des Mähdreschers, um Bruchkorn und Teilfrüchte zu verhindern. Teilfrüchte werden bei Aufbereitung herausgereinigt und führen so zu einem niedrigeren Ertragsniveau. Der



Kornertrag liegt bei ca. 11-20 dt/ha und der Anteil an Ätherischem Öl in den getrockneten Früchten bei 0,7-2,2 ml/100 g TS, (Dachler und Pelzmann, 1999)

Anbauinformationen:

Literaturteil: Dachler und Pelzmann, 1999

Sortenhinweise: Bundessortenamt,
Beschreibende Sortenliste

Abb. 9 Saatgut von Koriander (Photo: Katrin Lorenz)

2.1.5 Kümmel (*Carum carvi* und *Carum carvi* var. *anuum* L.)



Kümmelfrüchte werden vorwiegend als Gewürz im Lebensmittelbereich verwendet. Im Anbau sind ein- und zweijährige Sorten. Auf tiefgründigen Böden mit guter Kalk- und Humusversorgung erfolgt der Anbau von zweijährigem Kümmel als Blanksaat oder als Untersaat (beispielsweise von Sommergerste, Bohne oder Erbse). Die Spaltfrüchte teilen sich in zwei sichelförmige Teile, auf deren Oberseite fünf hellgefärbte Rippen sichtbar sind, zwischen denen die Ölstriemen laufen. Das mittlere TKG liegt bei 3,5 g je nach Sorte. Zweijähriger Kümmel sollte bis Ende Mai gesät sein (6-10 kg/ha). Einjährige Sorten werden mit 6-12 kg/ha ab April gesät. Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher, wenn die Samen eine rot-braune Färbung

einnehmen. Die optimale Druscheinstellung liegt zwischen vollständigem Abdreschen der Doldenstielchen und Vermeiden von Bruchkorn. Bei zweijährigem Kümmel liegen die Erträge um die 10 dt/ha und bei Einjährigen leicht darunter.

Literaturteil: Dachler und Pelzmann, 1999

Sortenhinweise: Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste

2.2 Schaderreger

Im Laufe des Vorhabens wurden kulturspezifisch verschiedene Schaderreger in den einzelnen Versuchsanlagen berücksichtigt. Fokussiert wurden in erster Linie samenbürtige Schaderreger. Zu vielen Wirt-Pathogen-Beziehungen liegen keine ausreichenden Informationen vor. Grundlage dieses Vorhabens war der bereits publizierte oder mit Experten diskutierte Wissensstand.

Die Schaderreger werden im Folgenden kulturspezifisch und exemplarisch vorgestellt. Aufgrund des vorgegebenen Umfangs der Versuchsarbeiten konnten nicht alle relevanten Pathogene berücksichtigt werden. Auf weiterführende Literatur wird im Literaturverzeichnis verwiesen. Bei den Abbildungen handelt es sich unter anderem um mikroskopische Untersuchungen von Saatgut und Pflanzenproben [Binokular (BN) und Lichtmikroskop(LM)].

2.2.1 Schaderreger an Anis

Genauer beobachtet wurden das Auftreten von *Fusarium* spp., *Alternaria radicina* und *Phoma* spp. am Saatgut und im Bestandesverlauf. Weiterhin wurden im Bestandesverlauf Symptome von Falschem Mehltau und bakteriellen Erkrankungen erfasst.

Falscher Mehltau (*Plasmopara pimpinellae*) zeigt sich an Anis meist ab Juni/Juli. Blätter und Stängel zeigen bleiche, aufgehellte Flecken, die sich später graugrün und graubraun verfärben. Auf den Flecken bildet sich ein weißer Pilzrasen. Bei starkem Befall ist auf der Blattunterseite bereits ein weißlicher Pilzrasen zu sehen bevor sich die ersten Blattflecken ausbilden. Die Samenbürtigkeit des Erregers ist bislang nicht nachgewiesen. Stark vegetative Bestände, Lager des Bestandes und dichte Bestände begünstigen die Befallsausbreitung ebenso wie eine feucht-warme Witterung.

Proben von befallenem Blattmaterial wurden mikroskopisch untersucht und anhand der typischen geweihförmigen Sporangienträger mit den hyalinen doppelwandigen Konidien bestimmt.



Abb. 10 Falscher Mehltau (*Plasmopara nivea*) an Anis (LM)

2.2.2 Schaderreger an Dill

Bei den Versuchsarbeiten mit Dill standen die pilzlichen Schaderregern im Vordergrund, allen voran *Alternaria radicina* und die Blattspitzendürre *Itersonilia perplexans*

Alternaria radicina kann an verschiedenen Arten der Familie Apiaceae zu erheblichen Schäden führen. Als samenbürtiger Pilz kann *A. radicina* bereits während der Keimung und nach dem Auflauf die Pflanzen schädigen (Gärber, 2007). Es kommt zu Schwarzfärbungen und Einschnürungen im unteren Stängelbereich und anschließendem „Umfallen“ der Keimlinge. Der Saatgutbefall liegt zwischen 1 - 25% bei Doldengewächsen, selten noch darüber (Bayer, 1999). Eine hohe Belastung am Saatgut bedeutet aber nicht unbedingt ein Befallsausbruch (Gärber, 2001). Neben den Umfallkrankheiten an Keimlingspflanzen spielt *A. radicina* auch als Blattfleckenerreger eine Rolle im Anbau von Doldengewächsen. Für die Ausbreitung des Befalls sind hohe Temperaturen über 23 °C und eine hohe Luftfeuchte förderlich. Am Saatgut sitzen die Pilzsporen meist an der Kornoberfläche, das Pilzmyzel wächst aber auch in die Samenschale hinein. Neben der Überdauerung am Samen hält sich der Erreger auch auf abgestorbenen Pflanzenresten im Boden (Infektion der Folgekultur).

Der mikroskopische Nachweis von *A. radicina* am Saatgut erfolgte nach vorheriger Inkubation auf feuchtem Filterpapier und wurde anhand des Wachstum und der Sporenform identifiziert (s. Abb. 12).

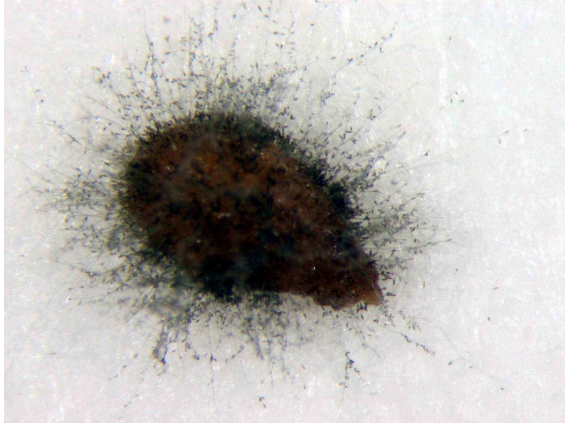


Abb. 11 *Alternaria radicina* am Saatgut (BN)



Abb. 12 *Alternaria radicina* Konidien (LM)

Die Blattspitzendürre (*Itersonilia perplexans* Derx.) an Dill zeigt sich anfangs durch das Dürwerden der Blattspitzen. Der Befall breitet sich rasch über das ganze Blatt aus und führt zum Vertrocknen ganzer Blätter. Welke Blätter verfärben sich dunkelbraun und ähneln der Möhrenschräge (*Alternaria dauci*) an Möhren (Bedlan, 1988).

Nach Inkubation kann *Itersonilia* spp. mikroskopisch anhand der Ballistosporen identifiziert werden (s. Abb. 14).

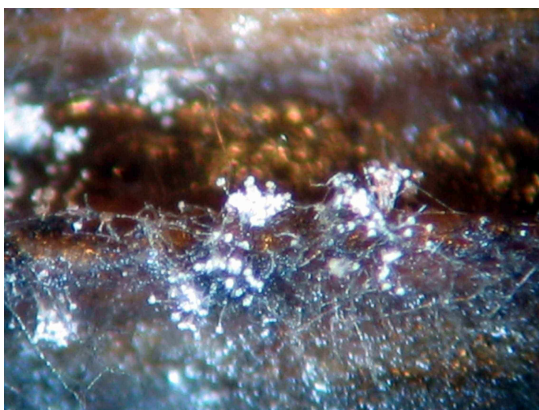


Abb. 13 *Itersonilia* spp. am Saatgut (BN)

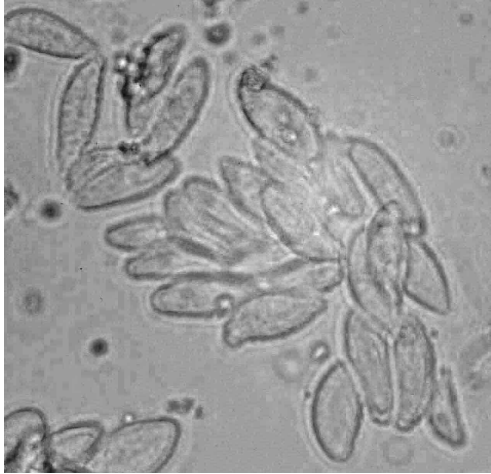


Abb. 14 *Itersonilia* spp. Ballistosporen (LM)

2.2.3 Schaderreger an Fenchel

An Fenchel wurden in erster Linie *Mycosphaerella anethi*, *Verticillium dahliae* und bakterielle Doldenerkrankungen berücksichtigt.

V. dahliae wurde am Saatgut und an Pflanzen nachgewiesen. Da der Pilz an vielen Pflanzenarten vorkommt, ist eine Sekundärinfektion wahrscheinlich.

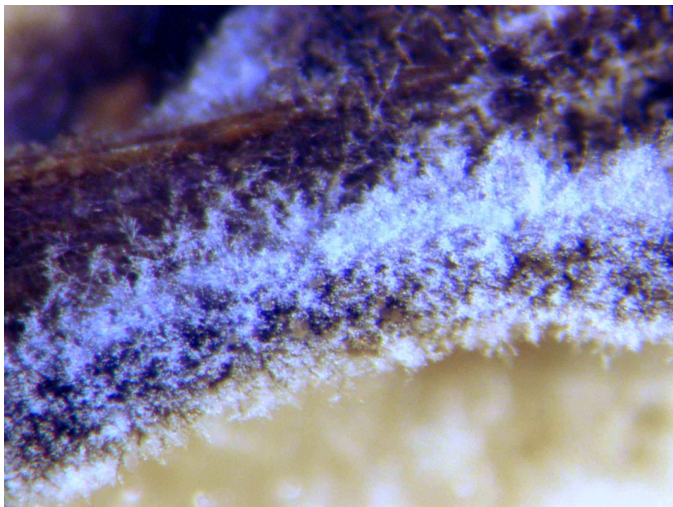


Abb. 15 *Verticillium dahliae* am Fenchelstängel (BN)

Bakterieller Doldenbrand

Bei anhaltend feucht-warmer Witterung während der Blüte kann es zu einer bakteriell bedingten Blütenfäule kommen (Plescher, 1997). Die typischen Symptome sind Blütenverbräunungen, mit anschließendem Schwarzfärben. Sie ähneln dem Schadbild eines Wanzenaugschadens. Das verfärbte Gewebe ist streng vom grünen Gewebe abgetrennt. An den befallenen Dolden kann sich bei feuchtem Wetter schleimiger Belag bilden. Möglich ist ein Übergreifen der Fäule auf die gesamte Pflanze. Es handelt sich bei dem bakteriellen Doldenbrand um einen

Schaderregerkomplex aus den bakteriellen Schaderregern *Erwinia carotovora* susp. *carotovora*, *Pseudomonas* spp. und *Xanthomonas campestris* pv. *carotae*.

Das Vorkommen an Fenchel ist eher selten.

Die Blatt und **Stängelanthraknose** (*Mycosphaerella anethi* = Hauptfruchtform, *Passalora punctum* = Nebenfruchtform) stellt derzeit den wichtigsten Schaderreger an Fenchel dar.

Im Sommer-Spätsommer (Juni-September) zur Blütezeit des Fenchels zeigen sich zuerst auf den unteren Blättern die Symptome der Erstinfektion. Typisch sind eher unauffällige Sporenlager in Form von kleinen weißen Pusteln. Diese Sporen (Anamorphstadium: *Passalora punctum*) überdauern an Pflanzenresten und am Saatgut. Ab August bis Oktober sind schwarze, 2 mm lange Sporenlager (Stroma) und schwarze Punkte vor allem an den Doldenstielen zu erkennen. Die älteren Blätter vergilben zunehmend und sterben ab. Aus den Sporenlagern kommen die geschlechtlich entstandenen Sporen (Teleomorphstadium: *Mycosphaerella anethi*), die ebenfalls an Pflanzenresten überdauern und im April-Mai dann die Primärinfektion verursachen. Von der frühen Infektion sind vor allem die mehrjährigen Bestände betroffen. Durch Gewebeerstörungen während der Samenausbildung kann es zu starken Ertragsausfällen kommen.

Die Fenchelneuaussaat wird erst zum Blütezeitpunkt im Juli/August an den untersten Blättern befallen (kleine weiße Pusteln). Je nach Witterung kann der Befallsverlauf bis Ende September ohne weiteren Schaden verlaufen. Warme Tage mit Temperaturen von 20-22 °C bei hoher Luftfeuchte von 98-100 % und kühlen Nächten (Tauwasserbildung) fördert die Befallsausbreitung. Die Primärinfektion von mehrjährigem Arzneifenchel erfolgt im April / Mai durch Sporen, die sich an vorjährigem Stängelmateriale entwickelt haben. Mit einem Ausbruch der Krankheit und ersten Symptomen ist dann nach 20-30 Tagen zu rechnen. Die wahrscheinlich bedeutendere Infektionsquelle in Deutschland sind bereits befallene Blätter des Herbstaustriebs, auf deren Oberfläche mit ansteigender Frühjahrstemperatur sofort große Mengen Konidien gebildet werden. Der Sporenflug findet bis 2 km in Hauptwindrichtung statt.

Taubenrauch (2007) beschreibt den Schaderreger als hochgradig samenübertragbar und teilweise in das Samenkorn eingewachsen. Äußerlich gesund erscheinendes Saatgut ist in den meisten Fällen mit dem Erreger infiziert. Der Infektionsgrad des Saatgutes hat nach Taubenrauch (2007) eine geringere Auswirkung auf die Erntemenge als die Standortfaktoren und der Witterungsverlauf in der epidemischen Phase des Erregers. Der Erreger liegt häufig latent in der Pflanze vor und kommt entsprechend den Standortfaktoren und dem Witterungsverlauf zum Ausbruch.



Abb. 16 Im August- November sind die schwarzen Pusteln (Stroma) der Fenchelanthraknose besonders an den Doldenstielen zu sehen

Am Saatgut und an Pflanzenteilen wurde *P. punctum* anhand des Stroma und mikroskopisch nach Inkubation durch die gebildeten Konidienträger und Konidien identifiziert (s. Abb. 17 – 19).

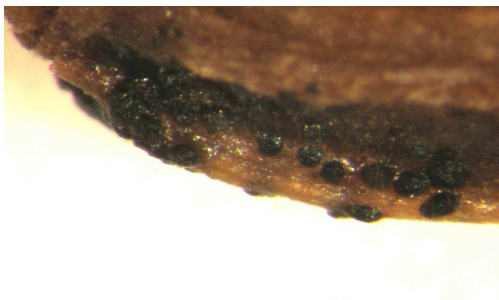


Abb. 17 Fenchelsamen mit Stroma von *Passalora punctum* (BN)



Abb. 18 Konidienträger von *Passalora punctum* (LM)



Abb. 19 Konidien von *Passalora punctum* (LM)

2.2.4 Schaderreger an Koriander

Doldenbrand

Der bakterielle Doldenbrand wird von einem Schaderregerkomplex verschiedener bakterieller Schaderreger hervorgerufen, im Wesentlichen aber von dem Bakterium *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*. Der Befall wird im Korianderbestand durch ein nesterweise auftretendes Verbräunen der Blüten und Dolden sichtbar. Die Brandnester breiten sich in Windrichtung aus. Die Pflanzen zeigen meist auffällige Wachstumsdepressionen.

Zum typischen Schadbild an der ganzen Pflanze gehören wassergetränkte, braune Flecken an Blättern und Stängel. Typisch ist das nekrotisierte, durchscheinende und papierdünne Innere der Flecken, mit scharf abgegrenztem schwarzem Rand zum gesunden Blattgewebe hin. Bei stärkerem Befall vergilben die Blätter komplett.



Abb. 20 Befallssymptome von *P. syringae* an Korianderblatt

Unter den typischen Schaderregern an Koriander, zeigt die Infektion mit den bakteriellen Erregern des Doldenbrandes den aggressivsten Krankheitsverlauf und die größten Auswirkungen auf den Kulturerfolg. Absterben der Blüentriebe und kümmerliche Körner führen zu starken Ertragseinbußen oder zum Totalausfall. Erkrankte Bestände bilden oftmals geschwärzte Früchte aus, mit niedrigem TKG und reduzierten Inhaltsstoffgehalten.

Die Bakteriose ist sautgutübertragbar. Ursache der Krankheit ist besonders auf unbelasteten Flächen der Anbau von mit *P. syringae* befallenem Saatgut. Der

Erreger überdauert am Saatgut und an Infektionsmaterial im Boden. Möglich ist auch eine Überdauerung an anderen Doldengewächsen.

Bei feuchter Witterung breitet sich der Erreger sehr rasch aus. Die Weiterverbreitung erfolgt auf mechanischem Wege über kontaminierte Maschinen oder Werkzeuge und durch Arbeiten im Bestand. Möglich ist auch ein Verspritzen von Bakterienzellen durch Regen- oder Gießwasser sowie die Übertragung durch Vektoren. Eine Lagerneigung des Bestandes fördert die Ausbreitung aufgrund des schlechteren Abtrocknens der Pflanzen.

Die Bakterienisolation und Bestimmung erfolgte nach THOBEN (1994), Isolate der Bestimmungen an Saatgut und von Pflanzenproben wurden zur Absicherung vom Diagnose Labor Göttingen nachbestimmt.

2.2.5 Schaderreger an Kümmel

Die **Kümmelanthraknose** *Mycocentrospora acerina* tritt an ein und zweijährigen Beständen auf. Erste Befallssymptome sind schon vor der Blüte (Mai/Juni) zu beobachten. Zuerst sind helle, rotbraun umrandete Stängel- und Blattflecken sichtbar. Besonders bei hoher Luftfeuchte kommt es rasch zu Fäulnis an den Befallsstellen mit graubraunem, rötlichem, stäubendem Pilzbelag und zum Verbräunen ganzer Blätter. Die Pflanzen welken und sterben ab. Neben *M. acerina* tritt oft *Fusarium* spp. und *Phoma* spp. gleichzeitig auf. Der Erreger wird über das Saatgut übertragen.

M. acerina wurde am Saatgut und an Blattmaterial nach Inkubation auf feuchtem Filterpapier mikroskopisch an der typischen Konidienform identifiziert.



Abb. 21 *Mycocentrospora acerina* an Kümmelsamen (BN)



Abb. 22 Konidien von *Mycocentrospora acerina* (LM)

Der **Doldenbrand** an Kümmel kann von verschiedenen bakteriellen Schaderregern ausgelöst werden (*Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, *Xanthomonas campestris* var. *carotae*). Ein Befall zeigt sich zunächst als Weichfäule einzelner Blüten- oder Doldenstielchen, Blütenstängel knicken um. An den Stängeln werden oft längliche rotbraune nekrotisierte Flecken sichtbar. Der Befall tritt eher nesterweise auf.

Die **Doldenbräune an Kümmel** wird überwiegend durch einen Komplex pilzlicher Erreger verursacht, in dem *Phomopsis diachenii* und *Alternaria* spp. die größte Bedeutung zu kommen.

Typische Symptome an Blättern, Stängeln und Blütenstielen sind perlenförmige Gallen die zusammenfließen und punktförmige Krusten bilden. Im blühenden Bestand werden bräunlich, welke Blüentriebe sichtbar. Die natürliche Abreife kann leicht zu einer Fehleinschätzung des Befallsgrades führen.

Die Befallsentwicklung wird durch hohe Temperaturen und hohe relative Luftfeuchte über 80-90% als begünstigt.

Möglicherweise sind auch Insekten an der Verbreitung beteiligt. Zur Samenbürtigkeit wurden noch keine Nachweise erarbeitet (eine Samenbürtigkeit von *Phomopsis* spp. an Pastinake ist allerdings nachgewiesen).

Eigene Versuche mit künstlicher Infektion blühender Pflanzen ergaben kein befallenes Saatgut.

An Pflanzenteilen mit erkennbaren Symptomen wurde *Phomopsis diachenii* anhand der dunklen Pyknidien und nach Inkubation anhand der in den Pyknidien gebildeten α und β Konidien bestimmt.



Abb. 23 Kümmeldolde, befallen mit *Phomopsis diachenii* (BN)



Abb. 24 Pyknidien von *Phomopsis diachenii* mit austretendem Sporenschleim (Kümmelstängel) (BN)



Abb. 25 β Sporen von *Phomopsis diachenii* (LM)

Bei allen mikroskopischen Untersuchungen erfolgte die Bestimmung in erster Linie nach ELLIS (1997)

2.3 Saatgutuntersuchungen

2.3.1 Evaluierung von Handelspartien zur Bereitstellung des Versuchsaatgutes mit natürlichem Befall

In einer Reihe von Saatgutuntersuchungen wurden für die bearbeiteten Arten Herkünfte mit hohem natürlichem Befall gesucht. Die Untersuchungen wurden im

Screeningverfahren an 100 Korn je Partie an der BBA durchgeführt (Tab. 1-8). Es handelt sich weitgehend um Handelssaatgut aus ökologischer Vermehrung (Abweichungen gekennzeichnet).

Tab. 1 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Anis 2004-2006

Anis	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schaderreger	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Bakterien	0	1	2
<i>Alternaria</i> spp.	0	3	4
<i>Fusarium</i> spp.	5	2	0
<i>Phoma</i> spp.	4	3	
<i>Alternaria radicina</i>	5	2	
<i>Itersonilia perplexans</i>	5	2	

Anzahl der Proben aus konventioneller Vermehrung: 4

Anzahl der Proben aus ökologischer Vermehrung: 3

Anzahl der Proben, die kein Handelssaatgut darstellen: 0

Anzahl der Proben mit einer Keimfähigkeit unter 50 %: 2

Anzahl der Proben mit einer Keimfähigkeit über 90 %: 5

Die Untersuchungen auf Bakterienbefall auf PDA wurden nicht an allen Partien durchgeführt.

Tab. 2 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Dill 2004-2006

Dill	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schaderreger	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Bakterien		13	3
<i>Alternaria</i> spp.		9	12
<i>Fusarium</i> spp.	20	1	
<i>Alternaria radicina</i>	13	8	
<i>Phoma</i> spp.	21		
<i>Mycosphaerella anethi</i>	16	5	
<i>Itersonilia perplexans</i>	20	1	

Anzahl Proben aus konventioneller Vermehrung: 1

Anzahl Proben aus ökologischer Vermehrung: 18

Anzahl Proben, die kein Handelssaatgut darstellen: 5

Anzahl Proben mit einer Keimfähigkeit unter 50 %: 0
 Anzahl Proben mit einer Keimfähigkeit über 90 %: 11

Tab. 3 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Fenchel, 2004-2006

Fenchel	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Schaderreger			
Bakterien		10	4
<i>Alternaria</i> spp.		5	13
<i>Mycosphaerella anethi</i>	9	8	1
<i>Itersonilia perplexans</i>	12	6	
<i>Alternaria radicina</i>	15	3	
<i>Fusarium</i> spp.	14	4	
<i>Verticillium dahliae</i>	12	6	
<i>Phoma</i> spp.	15	3	
<i>Colletotrichum</i> spp.	17	1	

Anzahl Proben aus konventioneller Vermehrung: 4
 Anzahl Proben aus ökologischer Vermehrung: 14
 Anzahl Proben mit Keimfähigkeit unter 50 %: 0
 Anzahl Proben mit Keimfähigkeit über 90 %: 9

Tab. 4 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Koriander, 2004-2006

Koriander	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Schaderreger			
<i>Alternaria</i> spp.	1	3	12
<i>Itersonilia perplexans</i>	10	6	
<i>Verticillium dahliae</i>	13	3	
<i>Phoma</i> spp.	13	3	
<i>Fusarium</i> spp.	14	2	
<i>Colletotrichum</i> spp.	15	1	
Bakterien	1	10	

Anzahl Proben aus konventioneller Vermehrung: 3
 Anzahl Proben aus ökologischer Vermehrung: 13
 Anzahl Proben, die kein Handelssaatgut darstellten: 1
 Anzahl Proben mit Keimfähigkeit unter 50 %: 1
 Anzahl Proben mit Keimfähigkeit über 90 %: 10

Untersuchung der Bakterien:

Tab. 5 Beispiel von drei Handelsproben aus 2006

Probe	cfu/ul bei 2,5 g Saatgut	
	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>pv. coriandricola</i>	andere Bakterien
1	300	5150
2	1 500	205 000
3	1 579 250	5 150

Tab. 6 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Kümmel, ein- und zweijährigen Herkünften/Sorten 2004-2006

Kümmel	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schaderreger	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Bakterien		5	8
<i>Alternaria</i> spp.	1	8	12
<i>Fusarium</i> spp.	5	2	
<i>Itersonilia perplexans</i>		5	
<i>Mycocentrospora acerina</i>		1	
<i>Alternaria radicina</i>		5	
<i>Phoma</i> spp.		3	
<i>Septoria</i> spp.		1	

Anzahl Proben aus konventioneller Vermehrung: 5
 Anzahl Proben aus ökologischer Vermehrung: 13
 Anzahl Proben, die kein Handelssaatgut darstellten: 2
 Anzahl Proben mit einer Keimfähigkeit unter 50 %: 3
 Anzahl Proben mit einer Keimfähigkeit über 90 %: 12

Tab. 7 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, Petersilie, 2004-2006

Petersilie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schaderreger	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
<i>Alternaria</i> spp.	4	9	4
<i>Alternaria radicina</i>	10	6	
<i>Septoria petroselini</i>	5	12	

Anzahl Proben aus konventioneller Vermehrung: 9
 Anzahl Proben aus ökologischer Vermehrung: 8

Tab. 8 Ergebnisse des Screenings von verschiedenen Saatguthandelspartien, sonstige Kulturen, 2004-2006

	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Schaderreger	Anzahl der untersuchten Proben ohne Befall, bzw. $\leq 1\%$	Anzahl der untersuchten Proben mit einem Befall über $> 2\%$	Anzahl der untersuchten Proben aus Kategorie 2 mit einem Befall $> 50\%$
Schnittlauch			
Bakterien		1	1
<i>Alternaria</i> spp.	1	1	
<i>Cladosporium</i> spp.	1	1	
<i>Fusarium</i> spp.	1	1	
Majoran			
Bakterien		3	
Melisse			
<i>Alternaria</i> spp.	3	8	
<i>Phoma</i> spp.	6	5	
Bakterien	1	11	

Für die Verwendung in den Versuchsarbeiten wurden die Partien mit dem höchsten natürlichen Befall der jeweils für die Kultur relevanten Pathogene ausgewählt.

2.3.2 Methodik der Saatgutuntersuchung

2.3.2.1 Pathogenuntersuchungen

2.3.2.1.1 Nachweis von Pilzen

Da nicht für alle an den untersuchten Kulturen aufgetretenen Pathogene Richtlinien der ISTA vorliegen, sind alle Saatgutkulturen relativ einheitlich in Anlehnung an die Richtlinien der ISTA (1985) für *Alternaria dauci* und *Alternaria radicina* an Möhre (S3 No 4 und S3 No 5) mit dieser Methodik untersucht worden.

Ebenfalls ist die zur Untersuchung aller an den untersuchten Saatgutkulturen eingesetzten Methodik in den Pflanzenschutznachrichten Bayer (Methode 5 und Methode 19) beschrieben.

Dazu wurden 3 x 100 Korn Samen sowohl auf feuchtem Filterpapier als auch auf Kartoffeldextroseagar (PDA) inkubiert. In quadratische Petrischalen (200 x 200 x 17 mm) wurden je 4 x 25 Samen ausgelegt und in klimatisierten Räumen bei einer Temperatur von 19 bis 20 °C und einem 12-stündigen Hell-Dunkel-Wechsel aufgestellt. Der Versuch wurde 3 x wiederholt.

In Vorversuchen wurde jeweils geprüft, ob eine Oberflächendesinfektion (10 min in 1% Natriumhypochloridlösung) der Samen für die Untersuchung der relevanten Pathogene von Vorteil war. In den meisten Kulturen und Partien lag ein starker Befall mit Schwärzepilzen (kettenförmige *Alternaria* Arten, *Cladosporium*-Arten) vor, der relevante Pathogene überdecken konnte. In den meisten Untersuchungen konnte allerdings auf die Oberflächendesinfektion verzichtet werden, da der Anteil nachgewiesener relevanter Pathogene keine deutlichen Unterschiede aufwies. Außerdem wurden durch die Oberflächendesinfektion Pilze wie *Verticillium dahliae* stark beeinträchtigt und konnten daher schlecht nachgewiesen werden.

Der Befall wurde jeweils mikroskopisch bewertet und in % befallene Samen angegeben. Die Inkubationszeit, nach denen die mikroskopische Bewertung stattfand, lag zwischen 4, 10 und 14 Tagen.

Die dargestellten Ergebnisse sind, wenn nicht anders vermerkt, Mittelwerte aus 3 Versuchen mit je 100 Korn Samen.

Für die Kulturen Kümmel, Fenchel und Petersilie beziehen sich die Werte auf Einzelsamen, bei Koriander und Anis auch auf ungeteilte Spaltfrüchte, da die Pathogene hier fast immer beide Samen befallen.

2.3.2.1.2 Nachweis von Bakterien

Mit Ausnahme von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* wurden am Saatgut vorkommende Bakterien nicht speziell untersucht sondern in indirekter Weise anhand von Wurzelverbräunungen, die meist bakterielle Ursache hatte, erfasst.

Die Wurzelverbräunungen wurden in den Untersuchungen auf feuchtem Filterpapier zum jeweils letzten Auswertungszeitpunkt gezählt.

2.3.2.1.3 Nachweis von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* an Koriandersaatgut

Das Saatgut wurde in Anlehnung an TOBEN (1994) auf *P. syringae* pv. *coriandricola* untersucht und mit einem Vergleichsstamm von *P. syringae* pv. *coriandricola* von der GSPB verglichen.

Dazu wurden von 2,5 g zerschlagenen Korianderfrüchten Abschwemmungen und davon Verdünnungsreihen bis zu 10^{-2} hergestellt.

Je 100 Mikroliter der Verdünnungsreihen wurden auf KBC Agar (MOHAN und SCHAD, 1987) aus plattiert, für 3 Tage im Brutschrank bei 27 °C inkubiert und die Anzahl der *P. syringae* pv. *coriandricola* Kolonien (optisch anhand Vergleichsstamm-Kolonien) sowie aller weiteren Bakterienkolonien ausgezählt.

Die Werte cfu (Kolonienbildende Einheit) beziehen sich jeweils auf 0,1 ml der untersuchten Ausgangsprobe (2,5 g) und sind aus den verschiedenen untersuchten Verdünnungsstufen errechnet.

Der isolierte Stamm wurde von der GSPB nachbestimmt und als *P. syringae* pv. *coriandricola* bestimmt.

2.3.2.2 Tests zur Keimfähigkeit

Die Untersuchungen des Saatgutes auf Keimfähigkeit wurden von der Pharmasaat GmbH in Artern durchgeführt. Grundlage waren hierbei die Vorschriften der ISTA. Untersucht wurden jeweils 4 x 100 Korn (Jacobsen-Keimapparat, auf Filterpapier). Für die Bestimmung der Keimfähigkeit wurden bei Anis, Fenchel, Kümmel und Dill halbe Körner ausgelegt, und bei Koriander ganze Körner.

Tab. 9 Vorschriften für die Durchführung von Keimfähigkeitstests bei den bearbeiteten Arten und optimaler Keimtemperaturbereich (KTB)

Kultur	Vorschriften, Literatur
Anis	TGL 6779/02* , Saatgutprüfung 1981: Erstauszählung n 7 d Endauszählung nach 21 d ISTA: Wechseltemperatur 20 (16h) -30 °C (8h) Optimaler KTB (Kretschmer, 1999): 5-30 °C
Dill	TGL 6779/02, Saatgutprüfung 1981: Erstauszählung n 7 d Endauszählung nach 21 d Optimaler KTB (Kretschmer, 1999): 5-30 °C
Fenchel	TGL 6779/02, Saatgutprüfung 1981: Erstauszählung n 6 d Endauszählung nach 14 d ISTA: Wechseltemperatur 20 (16h) -30 °C (8h) Optimaler KTB (Kretschmer, 1999): 10-30 °C
Koriander	TGL 6779/02, Saatgutprüfung 1981: Erstauszählung n 3 d Endauszählung nach 21 d, Vorkühlen, Vorbehandlung ISTA: 20 °C oder bei der Wechseltemperatur 20 (16 h)-30 °C (8h). Ausgesät werden ungeteilte Früchte. Sofern beide Hälften keimen erscheinen die Radiculae nicht gleichzeitig. Es wird jeweils nur ein Keimling bewertet. Optimaler KTB (Kretschmer, 1999): 5-25 °C
Kümmel	TGL 6779/02, Saatgutprüfung 1981: Erstauszählung n 7 d Endauszählung nach 21 d, Vorkühlen, Vorbehandlung ISTA: Wechseltemperatur 20 (16h) -30 °C (8h) Optimaler KTB (Kretschmer, 1999): 5-20 °C

* TGL 6779/02: Prüfung von Saatgutrohware und Saatgut, Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, Symbol für Standards und Fachbereichsstandards der DDR

2.3.2.3 Kalttest (Erweiterte Triebkrafttests)

Im Rahmen der Modellversuche wurden Kalttests des Saatgutes als erweiterte Triebkrafttests für das Versuchssaatgut und die jeweiligen Prüfglieder angelegt. Durchführung und Methodik der Tests sind unter Punkt 2.6 (Gefäßversuche) beschrieben.

2.4 Beschreibung der Saatgutbehandlungsvarianten

Die verwendeten Saatgutbehandlungsmittel und –verfahren sind in Tab. 10 näher beschrieben. Entsprechend der bearbeiteten Kultur und dem jeweils relevanten Pathogenschwerpunkt wurden einzelne Behandlungsvarianten ausgewählt. Deren Anwendung innerhalb der Versuchsarbeiten ist in Tab. 11 erläutert. Es wurde in allen Versuchen eine nicht behandelte Kontrolle (UK) als Vergleichsvariante gesetzt. Weitere Informationen zu den Pflanzenstärkungsmitteln sind in der Datenbank Pflanzenstärkungsmittel der Biologischen Bundesanstalt unter <http://pflanzenstaerkungsmittel.bba.de/> abrufbar.

Tab. 10 Übersicht der eingesetzten Saatgutbehandlungsmittel

Präparat bzw. Verfahren	Hersteller/Vertreiber	Inhaltsstoffe	Preis	Konzentration
Lebermooser	Neemhandel Gernsheim	Lebermoos in 70 % Ethanol	16,24 €/l	unverdünnt
Serenade*	GAB- Consulting	<i>Bacillus subtilis</i> Stamm QST 713	13,- €/kg	5 %
ChitoPlant	Chi-Pro Bremen	Chitosan	65,- €/500g	1:4000
PRORADIX	Firma Sourcon- Padena	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	nicht bekannt	nicht bekannt
Serenade*		<i>Bacillus subtilis</i>	nicht bekannt	In 5% iger Suspension
BioZell-2000B	Zeller Neckargemünd	Thymianöl		0,1 % Lösung
Boni-Protect®	Bio-Protect GmbH Konstanz,	<i>Aureobasidium pullulans</i> (Hefestamm) 2x10 ¹⁰ Blastosporen/g, natürlicher Trägerstoff	35,30 €/kg	0,1% ige Lösung
ProFital	proagro GmbH Abenberg	Milchprotein, Polysaccharide, Natriumhydrogencarbonat	8,50 €/ 5 l	unverdünnt
FZB 24® TB	FZB Biotechnik GmbH, Berlin	<i>Bacillus subtilis</i>	13,00 €/kg	Trockenbeize
Essigsäure	Apotheke		3,50 €/100 ml	1% ig
Ethanol	Laborbedarf, Apotheke		2,00 €/100 ml	unverdünnt
Heißwasser- behandlung	Verschiedener Saatguthändler	Vortests empfohlen	circa 2,50 €/kg	

Elektronen-behandlung	Fa. Schmidt-Seeger AG, Verfahren e-ventus	Behandlungsparameter werden entsprechend einer Messung der Samenschalendicke ausgewählt. Vortests empfohlen !	in Abhängigkeit von Chargen-größe
Wasserstoff-peroxid (H₂O₂)	Verfahren der Universität Bonn, Institut für organischen Landbau	nicht bekannt	

* (nicht als Pflanzenstärkungsmittel gelistet!)

** nicht im ökologischen Landbau zugelassen

Tab. 11 Anwendung der Behandlungsmittel in den durchgeführten Versuchen

Behandlungs-variante	Versuchsgegenstand	Anwendung
PRORADIX	Dill, Anis, Koriander, Fenchel	Applikation durch Fa. Sourcon-Padena
ChitoPlant	Dill, Anis, Kümmel, Koriander, Fenchel	Applikation durch Fa. Chi-Pro
Lebermooser	Dill, Fenchel	Dill: Verdünnung 1:25 mit Wasser Dill; Fenchel: pur 40 ml/kg Saatgut , Dill+Fenchel: Einwirkungszeit 5 Minuten, Rücktrocknung des Saatgutes bei Zimmertemperatur
ProFital	Dill	Nassbeize unverdünnt, Einwirkungszeit 5 Minuten, Rücktrocknung des Saatgutes bei Zimmertemperatur
FZB 24[®] TB	Dill, Anis, Koriander, Fenchel	Trockenbeize, Überschussverfahren
Serenade	Dill, Kümmel	in 5% ige Suspension (50 ml/kg Saatgut) tauchen, Rücktrocknung bei Zimmertemperatur
BioZell-2000B	Dill, Anis, Kümmel, Koriander, Fenchel	0,1% ige Emulsion in Wasser angesetzt, durch Schütteln gut Durchmischt, Einwirkungszeit 10 Minuten, bei Zimmertemperatur Rücktrocknung bei Zimmertemperatur
Boni-Protect[®]	Dill	0,1% ige Lösung, Einwirkungszeit 5 Minuten, Rücktrocknung bei Zimmertemperatur
Heißwasser-behandlung	Anis, Kümmel, Fenchel, Koriander	Eintauchen des Saatgutes in einem Gazesäckchen in temperiertes Wasser nach festgelegter Zeit, anschließendes Abschrecken mit kaltem Wasser (2005 und 2006); Rücktrocknung bei Zimmertemperatur
Elektronenbe-handlung	Anis, Kümmel, Fenchel, Koriander	Fa. Schmidt-Seeger: e-ventus [®] Verfahren
Wasserstoff-peroxid (H₂O₂)	Koriander	Applikation durch Universität Bonn, Institut für organischen Landbau

Essigsäure	Fenchel	1% ige Lösung, Einwirkzeit 3 Minuten, Spülen, Rücktrocknung
Ethanol	Fenchel	40 ml/kg Saatgut, Einrühren, Rücktrocknen
Chemische Kontrolle	Kümmel	AATIRAM: (0,003 mg/g Saatgut)

2.5 Freilandversuche

2.5.1 Versuchsstandorte

Die Versuche wurden überwiegend am DLR-Rheinpfalz in Ahrweiler an den Versuchsstandorten Esch und Klein-Altendorf durchgeführt. Ausgewählte Versuche wurden parallel in Artern bei der Pharmasaat GmbH angelegt. In folgender Tabelle sind wichtige Standortparameter aufgeführt.

Tab. 12 Versuchsstandorte

Standort	Grafschaft-Esch	Klein-Altendorf	Artern
Höhenlage ü. NN.	260 m	180 m	150 m
Durchschnittliche Jahrestemperatur	9,6 °C	9,3 °C	9,0 °C
Niederschlag Jahresmittel	682 mm	596 mm	415 mm
Bodentyp	Parabraunerde	Parabraunerde	Berglöß - Rendzina
Bodenart	Lösslehm	Lehmiger Schluff	Sandig schluffiger Lehm
Entstehungsart	Löß	Löß	Löß
Bodenzahl	75	93	75
pH-Wert	6,3	7,3	7,5
P₂O₅ mg/100 g	11 *	27	4,8 *
K₂O mg/100 g	6 *	15	12,4 *
Mg mg/100 g	24 *	7	11 *
Organische Substanz	3,5 %	1,5 %	k.A.

* Werte aus Bodenuntersuchungen von 2003

2.5.2 Versuchsflächen

Am DLR wurden die Versuche soweit anbautechnisch möglich auf der ökologisch bewirtschafteten Versuchsfläche durchgeführt. Da die ökologisch bewirtschaftete Fläche für die gesamten Versuchsreihen nicht ausreichend war und aus Gründen der Fruchtfolge die Belegung dieser Fläche mit den Versuchskulturen nicht immer möglich war, wurde ein Teil der Versuche am DLR auf der konventionell bewirtschafteten Fläche durchgeführt. Am Versuchsstandort Artern wurden alle Versuche auf der ökologisch bewirtschafteten Fläche der Pharmasaat GmbH

angelegt. Weitere Maßnahmen, wie die Düngung, wurden mit im ökologischen Anbau zugelassenen Mitteln durchgeführt.

2.5.3 Versuchsbetreuung

An den Versuchsstandorten Grafschaft-Esch und Klein-Altendorf wurden die Versuchsarbeiten vom DLR aus durchgeführt. Am Standort Artern wurde die Aussaat und die Ernte sowie einzelne Bonituren vom DLR aus betreut. Die Bonituren während der Vegetationsphase als auch die Ernte der Erntezeitpunktversuche wurden von der Pharmasaat GmbH übernommen.

2.5.4 Versuchsdesign

Die Versuchsanlagen im Freiland wurden als randomisierte Blockanlagen in vierfacher Wiederholung angelegt. In allen Behandlungsversuchen wurde eine unbehandelte Kontrollvariante (UK) als Vergleichsvariante eingesetzt.

Im Falle, dass bei einzelnen Kulturen Abweichungen zu den hier aufgeführten Angaben bestehen, sind diese im jeweiligen Kapitel dargestellt. Alle detaillierten Angaben sind für jede Kultur im Ergebnisteil gesondert aufgeführt.

2.5.5 Auswahl der Saatgutpartien

Die Auswahl der in den Versuchen verwendeten Saatgutpartien erfolgte nach Voruntersuchungen verschiedener Saatgutproben. Hierzu wurde schwerpunktmäßig Saatgut aus ökologischer, aber auch aus konventioneller Vermehrung herangezogen. Im Vordergrund der Entscheidung stand ein für die Versuchsarbeiten interessanter Ausgangsbefall mit je nach Kultur relevanten Schaderregern. Die Behandlungsvarianten für die Versuche wurden dann mit den Projektpartnern für die jeweilige Kultur und den jeweiligen Ausgangsbefall für jedes Versuchsjahr neu festgelegt. Eine Übersicht hierzu findet sich in Kap. 2.3.1. zum Thema Saatgutuntersuchungen.

2.5.6 Pflanzenschutzmaßnahmen

Pflanzenschutzmaßnahmen wurden nur in Ausnahmefällen durchgeführt und sind in den einzelnen Kapiteln angegeben. Verwendung fanden hierbei Mittel, die im Versuchszeitraum für den ökologischen Anbau zugelassenen waren.

2.5.7 Nährstoffversorgung

Die N_{\min} -Werte wurden zu Vegetationsbeginn untersucht. Der Boden wurde hierfür je nach Vorfrucht bezogen auf die einzelnen Versuchsanlagen oder auf die gesamte Versuchsfläche beprobt. Die Nährstoffe wurden dann entsprechend den Entzugszahlen nach Bomme (1998) für die einzelnen Kulturen berechnet und mit organischen Handelsdüngern ausgebracht. In Tabelle 13 sind die N_{\min} -

Untersuchungsbefunde und Düngungsmengen der Versuchsjahre 2004-2006 dargestellt.

Tab. 13 N_{min}-Gehalt und Düngung 2004-2006

2004	Tiefe in cm	NO ₃ -N (kg/ha)	NH ₄ -N (kg/ha)	TS in %	Düngung in kg N/ha (Ausbringungsdatum)
Anis / Esch (Saatgutbeh.)	0-30	58	3	81,2	30 (18.05.2004)
	31-60	84	2	81,5	
Anis / Artern (Saatgutbeh.)	0-30	52	2	86,4	30 (01.05.2004)
	31-60	k.P.	k.P.	k.P.	
Dill / Esch (Saatgutbeh.)	0-30	49	1	80,4	keine
	31-60	45	1	83,6	
Fenchel / Esch (Saatgutbeh.)	0-30	27	2		30 (18.05.2004)
	31-60	50	2		
Fenchel / Esch (Saatgutaufber.)	0-30	24	1		30 (18.05.2004)
	31-60	34	1		
Koriander / Esch (Saatgutbeh.)	0-30	52	3	81,6	30 (18.05.2004)
	31-60	62	1	81,2	
Koriander / Esch (Saatgutaufber.)	0-30	k.P.	k.P.		
	31-60				
Koriander / Artern (Saatgutbeh.)	0-30	65	2	86,8	30 (01.05.2004)
Koriander / Artern (Erntezeitpunkt)	0-30	keine Bodenproben genommen, da Fläche schon vor Probenahme gedüngt wurde			k.A.
	31-60				k.A.
2005					
Anis / Artern (Saatgutbeh.)	0-30	67			9 (01.05.2005)
Dill / Esch (Saatgutbeh.)	0-30	49			keine
	31-60	45			
Fenchel / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	40			30 (28.04.2005)
	31-60	41			
Koriander / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	59			30 (08.06.2005)
	31-60				
Koriander / Artern (Saatgutbeh.)	0-30	75			16 (01.05.2005)
	31-60				
Kümmel / K-A (Saatgutbehandlung)	0-30	40			30 (12.05.2005)
	31-60	41			
2006					
Anis / Artern (Saatgutbeh.)	0-30	54			20
	31-60				
Dill / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	35			keine
	31-60	97			
Fenchel / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	35			40 (31.05.2006)
	31-60	97			
Koriander / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	35			40 (31.05.2006)
	31-60				
Kümmel / K-A (Saatgutbeh.)	0-30	35			35 (31.05.2006)
	31-60	97			
Kümmel / K-A (Erntezeitpunkt)					40 (09.05.2006)

k.P. = keine Probenahme

K-A = Versuchsstandort Klein-Altendorf

2.5.8 Saat- und Aufbereitungstechnik

Die Aussaat der Versuchskulturen erfolgte mit einem Handsäugerät (Sembdner Handsämaschine Typ HS, Säbänder mit verschiedenen Lochgrößen bzw. Handsämaschine MINIMISTRAL mit verschiedenen Säscheiben). Die Aufbereitung des Erntegutes erfolgte mit einem Saatmeister Allesdrescher (Typ K 35) der Firma Pelz bzw. mit einer Petkus Mini Saatgutreinigung.

2.5.9 Bodenbearbeitung und Bestandespflege

Zur Bodenbearbeitung wurde am DLR die Winterfurche mit dem Pflug durchgeführt. Die Saatbeetbereitung erfolgte mit der Kreiselegge und Packerwalze. Bestandesbegleitende Maßnahmen, wie die Unkrautbekämpfung, wurden weitgehend mit der Handhacke durchgeführt.

2.5.10 Erntetechnik und Trocknung

Die Ernte erfolgte mit der Handschere oder dem Mähdrescher Hege 130 C (s. Ertragserfassung). Die Trocknung des Erntegutes erfolgte auf einer Satztrocknung mit Warmluftzufuhr bei 40 °C. Bei einem Frischgewicht der krautigen Kulturen (Petersilie, Dill) von über 3 kg wurde das Gesamtfrischgewicht direkt nach der Ernte festgehalten, eine definierte Menge aus dem Erntegut entnommen, diese getrocknet und das Gesamttrockengewicht anhand des Trocknungsverlustes berechnet. Zur Ermittlung des TS-Gehaltes wurde eine definierte Menge des Erntegutes bei 105 °C in einem MEMMERT Trockenschrank (Typ UM 500) getrocknet und nach 24 Stunden Trocknung zurück gewogen.

2.5.11 Parametererfassung

2.5.11.1 Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht (TKG) wurde bei jeder Variante an 4 x 100 Körnern pro Wiederholung ermittelt und auf tausend Korn hochgerechnet.

2.5.11.2 Keimfähigkeit

Die Keimfähigkeit (KF) des Saat- und Erntegutes wurde anhand zwei verschiedener Tests ermittelt. Von der Pharmasaat GmbH wurde die Keimfähigkeit an jeweils 4 x 100 Körnern pro Variante entsprechend den ISTA-Vorschriften untersucht. Weiterhin wurde die Keimfähigkeit im Rahmen der Pathogenuntersuchungen von der BBA erfasst (Beschreibung hierzu s. Kap. Xy Saatgutuntersuchung). Diese beziehen sich nur jeweils auf den Zeitraum der Pathogenauswertung und bilden damit den Keimverlauf der ersten 2 Wochen (Auszählen nach 7 und 12 bzw. 14 Tagen) ab, während nach der ISTA-Vorschrift eine Auszählung nach 21 Tagen erfolgt.

2.5.11.3 Feldaufgang

Zur Darstellung des Feldaufgangs wurden jeweils die gekeimten Pflanzen (Pflanzenzahl/m²) und der Feldaufgang keimfähiger Körner (FA) herangezogen. Die Ermittlung der Pflanzenzahl erfolgte bei 100% Aufgang (in der unbehandelten Kontrollvariante). Ermittelt wurde dieser Wert jeweils aus der Pflanzenzahl an zwei laufenden Metern/Parzelle.

Der Feldaufgang (FA) errechnete sich wie folgt:

$$\text{FA (\%)} = \frac{\text{Pflanzen/m}^2}{\text{keimf. Körner/m}^2} \times 100$$

2.5.11.4 Pflanzenhöhe

Die Wuchshöhe der Pflanzen wurde am Standort Ahrweiler über den gesamten Vegetationsverlauf an mehreren Boniturterminen als Mittelwert von jeweils 5 Pflanzen/Parzelle ermittelt. Am Standort Artern wurde die Pflanzenhöhe zur Ernte gemessen.

2.5.11.5 Bestandesentwicklung

Die Bestandesentwicklung wurde am Standort Ahrweiler mittels visueller Bonitur über den gesamten Versuchszeitraum beobachtet. Am Standort Artern erfolgte die Bonitur nur an einem Termin. Die Bewertung erfolgte mittels folgender Boniturnoten:

1= sehr schlecht	5= mittel-gut
2= schlecht	6= gut
3= mittel - schlecht	7= sehr gut
4= mittel	

2.5.11.6 Krankheiten im Bestand / Befallsbonituren

Auch das Auftreten von Krankheiten im Bestand wurde mittels einer visuellen Bonitur über den gesamten Vegetationsverlauf hinweg bewertet. Je nach Schaderregeraufkommen wurden die Pflanzen mit Krankheitssymptomen dabei einzeln ausgezählt oder die Befallshäufigkeit und Befallsstärke in %-Angaben festgehalten. Bei Fenchel wurde für die Bonitur des Schaderregers *Mycosphaerella anethi* das Boniturschema des Landespflanzenschutzamtes Magdeburg zugrunde gelegt (s. Anhang).

2.5.11.7 Ertragserfassung

Die Ertragsermittlung erfolgte je nach Kultur an Körnern oder dem Kraut. Die Durchführung der Ernte und Ermittlung der Erträge ist in folgender Tabelle aufgeführt:

Tab. 14 Ertragsermittlung bei den einzelnen Kulturen in den Versuchsjahren 2004-2006

Kultur	Durchführung der Ernte	Ertragsermittlung
Anis	Beerntung der kompletten Parzelle per Hand	an aufbereitetem und getrocknetem Erntegut
Dill (Krauternte)	Beerntung der Kernparzelle (2m ²) per Hand, Trocknung bei 40 °C (Satztrocknung)	2004: nur Frischerträge 2005/2006: Frisch- und Trockenerträge
Fenchel	Beerntung der Kernparzelle (2m ²) per Hand, Drusch und Reinigung	an getrocknetem und aufbereitetem Erntegut
Koriander	AW: Beerntung per Hand, Drusch (K 35 Allesdrescher, Fa. Pelz) ART: Beerntung der gesamten Parzelle mit Mähdrescher	an getrocknetem und aufbereitetem Erntegut
Kümmel	Beerntung der Kernparzelle mit Mähdrescher (Hege 125 B), 2005: Aufbereitung mit Handsieb, 2006: Aufbereitung mit Pelz(M1, 0´Sieb, W 22) Trocknung	an getrocknetem und aufbereitetem Erntegut

2.5.12 Inhaltsstoffanalytik

Die Analytik der Inhaltsstoffe wurde von der IGV GmbH (Institut für Getreideverarbeitung) in Bergholz-Rehbrücke durchgeführt. Das Prüflabor der IGV GmbH ist ein seit 1994 durch die DAP (Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen) nach DIN EN 45001 akkreditiertes Prüflabor für die Untersuchung von Lebensmitteln, Getreide und Futtermitteln. Die untersuchten Inhaltsstoffe sind für jede Kultur in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt.

2.5.13 Pathogenbestimmung am Saatgut

Die Pathogenuntersuchungen wurden von der BBA durchgeführt (Angaben hierzu s. Kap. 2.3.2). In den Ergebnisteilen ist in den Abbildungen jeweils das Gesamtergebnis in % befallener Samen dargestellt. Anschließend erfolgt die Darstellung des Wirkungsgrades (nach Abbott) der einzelnen Behandlungen auf die für die jeweilige Kultur angesehenen relevanten Pathogene.

Bei Koriander wurde in den Versuchsjahren 2004 und 2005 keine Untersuchung auf pilzliche Schaderreger am Saatgut durchgeführt, da der Schwerpunkt der Versuchsarbeiten auf den bakteriellen Erregern lag. Um einen Anhaltspunkt zu dem Pilzbesatz an Koriandersaatgut zu erhalten, wurde nur im Versuchsjahr 2006 an je 300 Korn auf feuchtem Filterpapier ohne Desinfektion eine Untersuchung auf pilzliche Schaderreger am Saatgut durchgeführt.

Die Versuchsvarianten mit Pflanzenstärkungsmitteln wurden nur teilweise in die Pathogenuntersuchung einbezogen, da generell keine direkte Wirkung zu erwarten

war. Eine Ausnahme bildete das Mittel BioZell-2000 B, von dem eine fungizide Wirkung bekannt ist.

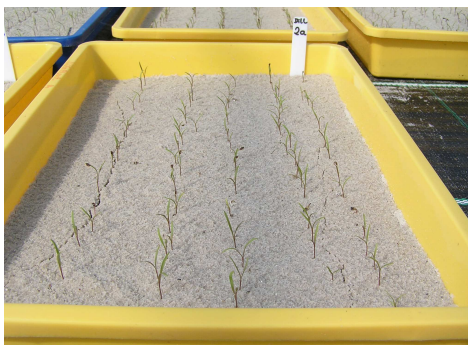
2.5.14 Pathogenbestimmung an Pflanzenproben

Zur Bestimmung des Schaderregers an den Pflanzen im Freiland und im Gefäß wurden Pflanzen mit auffälligen Schadsymptomen aus dem Bestand entnommen, diese dokumentiert und an die BBA gesendet. Dort wurden Pflanzenteile mit deutlichen Symptomen herausgeschnitten, mit 70 % Alkohol kurz oberflächendesinfiziert und auf feuchtem Filterpapier und meist auch ein zweites Pflanzenstück auf PDA ausgelegt und inkubiert. Die Auswertung der Proben erfolgte mikroskopisch.

2.5.15 Statistik

Die Daten zur Keimfähigkeit, TKG, Aufgang, Pflanzenhöhe, Ertrag und Inhaltsstoffe wurden mit dem SPSS-Programm statistisch verrechnet (Tukey-Test, mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$, Darstellung der Signifikanzen der Mittelwerte). Boniturnoten wurden statistisch nicht verrechnet. Die Daten aus den Gefäßversuchen der BBA, der Pathogenuntersuchungen und der dort durchgeführten Tests zur Keimfähigkeit wurden von der BBA mit dem SAS-Programm verrechnet (Signifikanz der Mittelwertdifferenz). Eine statistische Verrechnung des Wirkungsgrades der Behandlungen erfolgte nicht. Signifikant unterschiedliche Werte sind mittels Buchstaben gekennzeichnet.

2.6 Gefäßversuche / Erweiterter Triebkrafttest



Die Ermittlung der Triebkraft wurde als „erweiterter Triebkrafttest“ im Gefäß von dem DLR und ausgewählte Versuche an der BBA durchgeführt. Die allgemeinen Angaben zur Durchführung der Versuche in Ahrweiler (DLR) sind in folgender Tabelle aufgeführt. Alle detaillierten Angaben sind für jede Kultur im Ergebnisteil gesondert aufgeführt.

Tab. 15 Gefäßversuche (Erweiterter Triebkrafttest) Ahrweiler 2004-2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
Standort	DLR Folientunnel, unbeheizt	DLR Folientunnel, unbeheizt	DLR Gewächshaus, beheizbar
Bewässerung	Überkopfbewässerung 2 x 0,5 h	Beregnung per Hand	automatische Mattenbewässerung (Anstaubewässerung 2 x 0,5 h/Tag)
Methode	Je Variante Aussaat von 4 x 100 Korn in Schalen mit Aussaaterde (BioPotground)	Je Variante Aussaat von 4 x 100 Korn in Schalen mit Sand	Je Variante Aussaat von 4 x 100 Korn in Schalen mit Sand
Datenerfassung	Auszählen der Keimlinge, des Anteils doppelt gekeimter Körner, der Pflanzenhöhe und der kranken Pflanzen an mehreren Terminen		
krankte Pflanzen	Erfassen aller geschädigten Pflanzen	Beurteilung der Pflanzen nach Gesundheit in drei Kategorien (A=gesund, B=leicht geschädigt, C=stark geschädigt). In die Darstellung der kranken Pflanzen flossen im Ergebnisteil sowohl B- als auch C-Pflanzen mit ein.	

Bei Spaltfrüchten wie Anis, Dill, Fenchel, Koriander und Kümmel kann es zur Keimung von mehreren Embryonen aus einem Samenkorn kommen. Aus diesem Grund wurde bei der Erfassung des Aufgangs sowohl die gesamten Keimlinge/Gefäß gezählt, als auch der Anteil doppelt gekeimter Samen ermittelt. Je nach Doppelkeimeranteil wurde dann in der Darstellung des Aufgangs der Keimlingsanteil mit den doppelt gekeimten Pflänzchen verrechnet (Bereinigung um Doppelkeimeranteil). Mit dieser Verrechnung sollte vermieden werden, dass die unterschiedlich verlaufende Keimung bei Spaltfrüchten den Einfluss einer Saatgutbehandlung überdecken. Ein Hinweis auf eine Verrechnung der Doppelkeimer erfolgt bei der jeweiligen Darstellung im Ergebnisteil. Das Thema der Mehrfachkeimung wird im Kapitel 3.4 nochmals ausführlich dargestellt.

Im Versuchsjahr 2005 und 2006 wurden die Pflanzen in den Gefäßversuchen nach Gesundheitszustand in drei Kategorien eingeteilt (Kategorie A=gesunde Pflanzen, Kategorie B=leicht geschädigte Pflanzen, Kategorie C=stark geschädigte Pflanzen). In die Darstellung der kranken Pflanzen flossen im Ergebnisteil sowohl die leicht, als auch die stark geschädigten Pflanzen ein.

Es erfolgte eine laufende Kontrolle auf Krankheitsauftreten bzw. Bonitur auf Schadsymptome, wobei nur einzelne Pflanzenproben parallel einer Pathogenuntersuchung zugeführt wurden. Eine Differenzierung auf biotische oder abiotische Faktoren als Ursache für die Pflanzenschädigungen wurde nicht vorgenommen. Die Pflanzenhöhe wurde als Mittelwert von 5 Pflanzen/Gefäß ermittelt. Bei Fenchel und Kümmel wurde im Versuchsjahr 2004 das oberirdische Pflanzenmaterial zur Bestimmung des Frischgewichtes herangezogen.

2.7 Anisanbau im Praxisbetrieb

Zur Verbesserung der Produktionsbedingungen eines heimischen Anbaus von Anis wurde das erste Anbaujahr eines ökologisch wirtschaftenden Praxisbetriebes in Hessen begleitet (Tab. 16, Betriebsbeschreibung). Ziel war es, die Parameter für einen betriebseigenen Saatgutnachbau zu erfassen.

Tab. 16 Betriebsbeschreibung und Beschreibug des Standortes

Anbauverband	Naturland
Ort	Groß-Gerau
Schlagbezeichnung	Allmendfeld
Schlaggröße	2,5 ha
Bodenart	tL (35 – 45 % Ton)
Bodenzahl	60-65
pH-Wert	7,0-7,5

Die Daten zur Kulturführung sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tab. 17 Kulturführung, Anis 2005

Aussaat	13.04.05
Saatstärke	12-15 kg/ha
Reihenweite	30 cm
Vorfrucht	Rotklee
Bodenbearbeitung	Pflügen (Herbst 04) Saatbeetbereitung mit Leichtgrubber Nach Aussaat gewalzt (Cambridgewalze)
Pflegemaßnahmen	2 x Maschinenhacke (letzter Termin: 08.06.05), 3 x Handhacke (erster Termin: 31.05.05), Arbeitszeitbedarf Hackarbeit: 400 Akh/ha
Bewässerung	3 x jeweils 30 mm, Mai und Juni (11.06.05)

Als Saatgut fand im Praxisbetrieb eine Eigenvermehrung der Agrimed Hessen Verwendung. Dieses Ausgangssaatgut wurde auf seine Keimfähigkeit und den Pathogenbesatz hin untersucht. Im Rahmen von mehreren Bonituren wurde im Feld die Bestandesentwicklung festgehalten und nach Abreife des Bestandes der Ertrag ermittelt. Zur Überprüfung der Saatgutqualität des Erntegutes wurden im Verlauf der Abreife mehrfach Kornproben entnommen und diese auf ihre Inhaltsstoffe, die Keimfähigkeit und den Pathogenbesatz hin untersucht. Für die Pathogenuntersuchungen wurden 100 Samen unsortiert ausgelegt (ganze, halbe Körner und ganze Körner mit einer verkrüppelten Hälfte). Bei der Auswertung wurde die Anzahl intakter Keimlinge gezählt, auf diesen Wert beziehen sich die Werte für Keimung und braune Wurzeln (%). Desweiteren wurden Bodenproben zur Überprüfung der Nährstoffversorgung durchgeführt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Versuche zur Saatgutbehandlung

3.1.1 Anis

Versuchsfrage

Prüfung verschiedener Saatgutbehandlungen bei Anis auf die Saatgutqualität und auf pflanzenbauliche Parameter

Pathogenschwerpunkt

Pilzliche und bakterielle Schaderreger

3.1.1.1 Material und Methoden

Die Versuchsfrage wurde in mehreren Feldversuchsanlagen bearbeitet. Da für Anis nur wenige Informationen zu relevanten Schaderregern vorliegen, wurden unterschiedliche Pathogene in den Versuchsarbeiten berücksichtigt. Tabelle 18 zeigt eine Übersicht der Feldversuche 2004 bis 2006 im Freiland. Parallel zu den Feldversuchen wurden Gefäßversuche mit denselben Varianten im geschützten Anbau angelegt (= erweiterter Triebkrafttest).

Tab. 18 Übersicht der durchgeführten Saatgutbehandlungsversuche mit Anis in den Versuchsjahren 2004 – 2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
Varianten	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: PRORADIX Var. 5: FZB 24® Tb	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 48°C/20min (HW 48/20) Var. 3: Agrimed (andere Saatgutherkunft, wird in Auswertung nicht berücksichtigt) Var. 4: ChitoPlant Var. 5: BioZell-2000B Var. 6: nur im Modell Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20)	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: Biozell-2000B
Erfasste Versuchsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG) - Keimfähigkeit (KF) - KF im Rahmen Pathogentests - Pathogenuntersuchung - Feldaufgang FA(Pflanzenzahl/m² und FA % keimfähig gesäter Körner) - Wuchshöhe (cm) - Ertrag (dt/ha) Bestandesentwicklung und Krankheitsverlauf 	<ul style="list-style-type: none"> - Keimfähigkeit (KF) - KF im Rahmen Pathogentests - Pathogenuntersuchung - Bestandesentwicklung und Krankheitsverlauf - Ertrag (dt/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG) - Keimfähigkeit (KF) - KF im Rahmen Pathogentests - Pathogenuntersuchung - Feldaufgang FA (Pflanzenzahl/m² und FA % keimfähig gesäter Körner) - Ertrag (dt/ha)
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage		
Parzellengröße	AW: 10 m ² Artern: 5 m ²	8 m ²	10 m ²
Anzahl Wdh	4	4	4

In Tab. 19 sind die Versuchsbedingungen der Parallelversuche dargestellt.

Tab. 19 Übersicht der durchgeführten Parallelversuche mit Anis in den Versuchsjahren 2004 – 2006, Ahrweiler

Versuchsjahr	2004	2005	2006
	Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß		
Standort	DLR (Folientunnel, unbeheizt)	DLR (Folientunnel, unbeheizt)	DLR (Gewächshaus, beheizbar)
Ansatz	05.07.2004	14.07.2005	26.04.2006
Ernte /Auswertung	20.07.2004	08.08.2005	30.05.2006
Dargestellte Parameter	Aufgang [%] nach 11 Tagen	Aufgang [%] zu drei Terminen, Anzahl kranker Pflanzen	Aufgang [%] zu drei Terminen, Anzahl kranker Pflanzen

Die bei Anis verwendeten Saatgutbehandlungsmittel und deren Wirksubstanzen sowie die Durchführung der Behandlung am Saatgut werden in Kapitel 2.2 beschrieben. Weitere Angaben zur Durchführung der Freilandversuche sind in Tabelle 20 aufgeführt.

Tab. 20 Angaben zur Versuchsdurchführung bei Anis, Freilandversuche 2004 - 2006

	2004	2005	2006
Versuchsstandort	Ahrweiler (Esch)	Artern	Artern
Vorfrucht:	Bohnenkraut	Malve	Petersilie
Sorte:	Herkunft Juliwa	Herkunft Juliwa	Herkunft NLC
Aussaattermin:	27.04.2004	01.05.2004	01.05.2005
Reihenabstand	33 cm	30 cm	30 cm
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 17,7 Var. 2: 17,7 Var. 3: 17,6 Var. 4: 17,8 Var. 5: 17,9	Var.1: 6,6 Var. 2: 5,6 Var. 3: 4,6 Var. 4: 5,0 Var. 5: 4,7	Var. 1: 17,7 Var. 2: 18,0 Var. 3: 8,2 Var. 4: 19,6 Var. 5: 15,8
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn NO3- N(kg/ha) in 0-30 cm	52	65	67
Düngung (N/ha):	18.2005.: 30 kg	01.2005.: 30 kg	01.2005.: 8 kg
Pflanzenschutz- maßnahmen:	06.07.2004 Spruzit- Behandlung gegen starken Blattlausbefall	-	-
Erntetermin:	Totalausfall (hoher Krankheitsdruck)	06.09.2004	21.09.2005
			19.09.2006

3.1.1.2 Ergebnisse

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht zeigte in beiden Versuchsjahren (2004 und 2006) keine deutliche Veränderung durch eine Behandlung im Vergleich zur Kontrolle (UK, s. Tab. 21).

Tab. 21 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Anis, Versuchsjahre 2004 und 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, 2006 = n.s.. Tukey $p \leq 0,05$)

2004		2006	
Varianten	TKG	Varianten	TKG
UK	2,4 ab	UK	2,5
HW 50/20	2,5 b	HW 50/20	2,5
Eb 95/20	2,4 ab	Eb 95/20	2,6
PRORADIX	2,3 ab	BioZell-2000B	2,5
FZB 24 [®] Tb	2,5 b		

Keimfähigkeit (KF)

Die Saatgutbehandlung bewirkte 2004 keinen deutlichen Effekt auf die Keimfähigkeit. Auffällig waren die niedrigen Werte in der Heißwasservariante (HW 50/20) und die um 10 % erhöhte Keimfähigkeit in den Varianten Elektronenbehandlung (Eb 95/20) und PRORADIX. 2005 fiel eine deutliche Steigerung der Keimfähigkeit bei Variante BioZell-2000B auf. Besonders starke Auswirkungen auf die Keimfähigkeit hatte 2006 die Heißwasserbehandlung (HW 50/20), die Keimfähigkeit war hier stark reduziert, während die übrigen Varianten nur eine leichte Keimreduzierung im Vergleich zur Kontrolle aufwiesen (Tab 22).

Tab. 22 Keimfähigkeit (KF in %) von Anis, Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

2004		2005		2006	
Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]
UK	70,3 ab	UK	73,5 a	UK	47,5 b
HW 50/20	65,3 a	HW 48/20	71,5 a	HW 50/20	9,5 a
Eb 95/20	81,0 b	ChitoPlant	72,3 a	Eb 95/20	44,0 b
PRORADIX	81,0 b	BioZell-2000B	79,5 b	BioZell-2000B	39,3 b
FZB 24 [®] Tb	75,0 b				

Keimfähigkeit im Rahmen der Pathogenuntersuchung

2004 war die im Rahmen der Pathogenuntersuchung ermittelte Keimfähigkeit nach 6 Tagen deutlich durch die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) beeinträchtigt. Nach 14

Tagen war diese Verzögerung noch vorhanden, aber nicht mehr signifikant (s. Abb. 26). Auch im Versuch 2005 beeinflusste eine Heißwasserbehandlung (HW 48/20) die Keimung zunächst, doch ließ sich weder nach 7 noch nach 12 Tagen ein signifikanter Einfluss einer Behandlung gegenüber der Kontrolle ermitteln (s. Abb. 27). Im Versuch 2006 zeigte sich bei der Heißwasservariante nach 6 Tagen wiederum ein deutlich negativer Effekt auf die Keimung, der nach 14 Tagen noch vorhanden, aber nicht mehr absicherbar war. Das Saatgut der Elektronenbehandlungsvariante (Eb 95/20) wies im Vergleich zur Kontrolle nach 14 Tagen eine signifikant höhere Keimfähigkeit auf (s. Abb. 28). Während 2005 kein Effekt der Behandlungen auf den Anteil brauner Wurzeln der Keimpflanzen sichtbar wurde, zeigten sich 2006 nach der Heißwasserbehandlung keinerlei Wurzelverbräunungen.

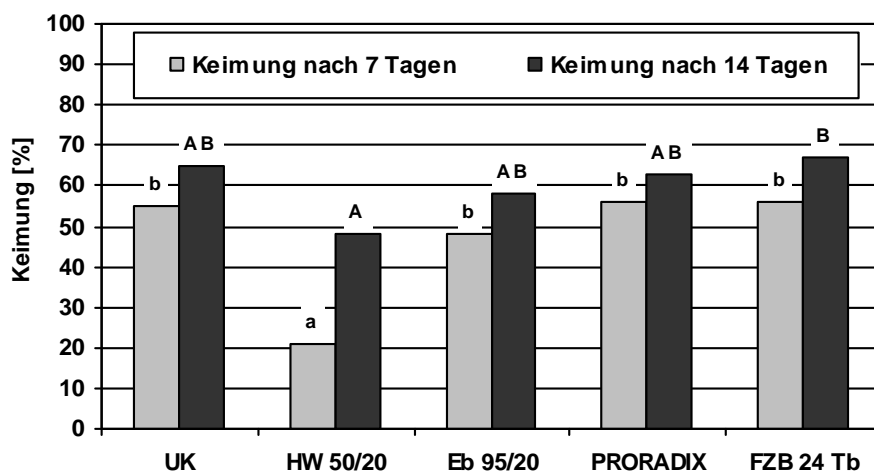


Abb. 26 Keimung nach 7 und 14 Tagen [%], Untersuchung BBA an Anis 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

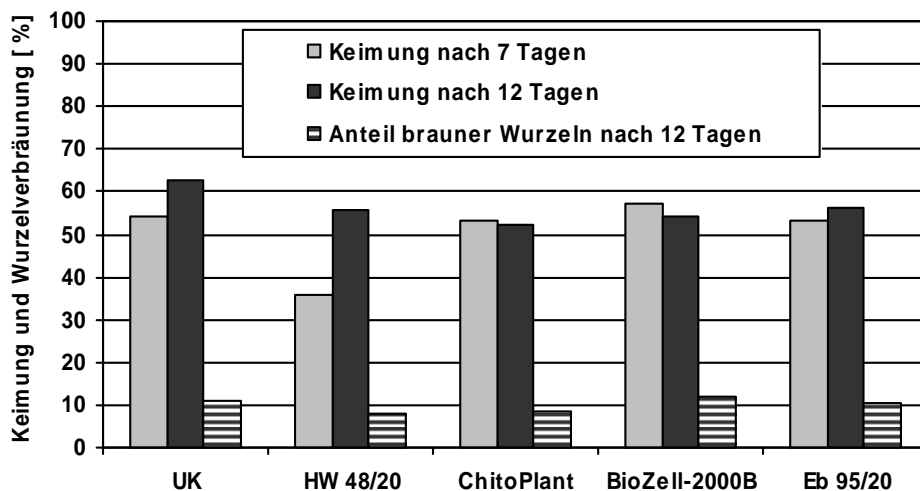


Abb. 27 Keimung nach 7 und 12 Tagen [%] und Anteil brauner Wurzeln [%], Untersuchung BBA an Anis 2005 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

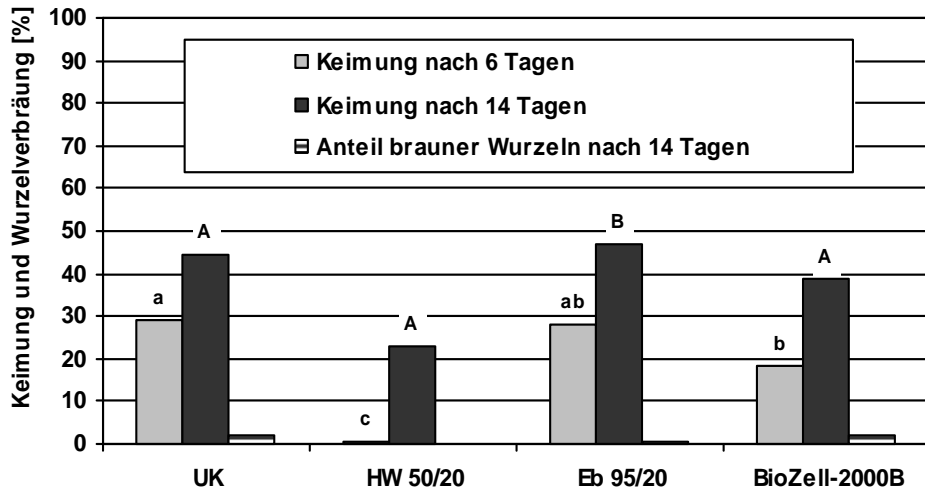


Abb. 28 Keimung nach 6 und 14 Tagen [%] und Anteil brauner Wurzeln [%], Untersuchung BBA an Anis 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

Pathogene am Saatgut / Wirksamkeit der Behandlungen

Die Untersuchung 2004 ergab auf PDA eine Reduzierung aller nachgewiesenen Pathogene durch die Heißwasserbehandlung (HW 50/20). Für die kettenförmigen *Alternarien*, *Epicoccum* spp. und die Bakterien war diese Reduktion signifikant. Auffällig ist das vermehrte Auftreten von Hefen in der Heißwasservariante (s. Abb. 29). Die Untersuchung auf Filterpapier ergab keine relevanten Ergebnisse hinsichtlich des Pathogenbesatzes, daher wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet.

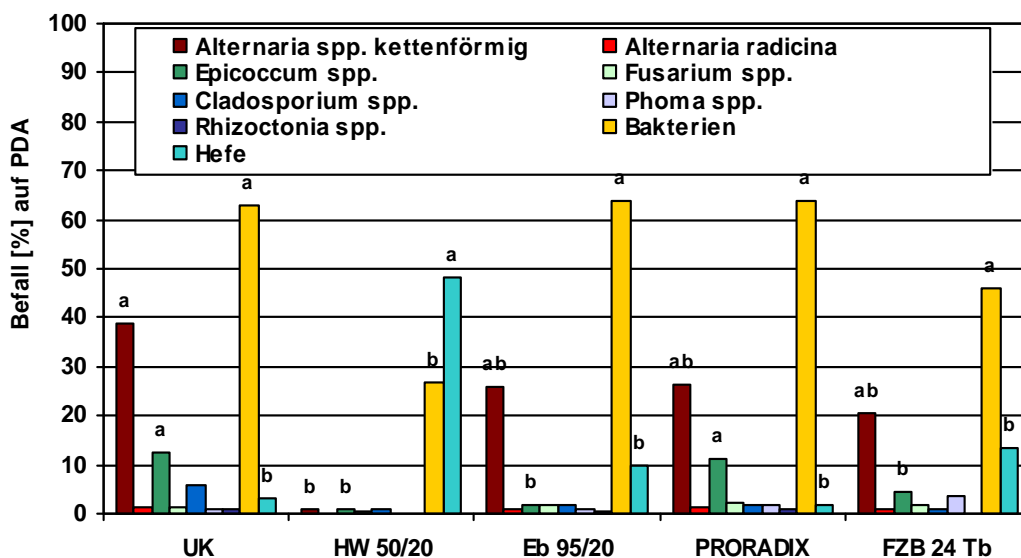


Abb. 29 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Anis untersucht auf PDA, Versuchsjahr 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Im Folgenden sind die Wirkungsgrade der Behandlungen bei den relevanten Pathogenen dargestellt (s. Tab. 23). Die höchsten Wirkungsgrade erzielte die Heißwasserbehandlung (HW 50/20).

Tab. 23 Wirkungsgangrad [%] der Behandlungen an Anissaatgut (untersucht auf PDA), 2004

Varianten	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Phoma</i> spp.	Bakterien
HW 50/20	98	76	100	100	57
Eb 95/20	34	23	23	0	0
PRORADIX	32	0	0	0	0
FZB 24[®] Tb	46	0	46	0	26

2005 wies das unbehandelte Saatgut auf Filter einen Befall von 100 % mit *Alternaria* spp. auf (im Gegensatz zur Herkunft Agrimed mit 82 %). Von den geprüften Behandlungen wurde dieser Befall nur in der Heißwasservariante absicherbar reduziert (74 %).

Auch im Versuch 2005 hemmte die Heißwasserbehandlung (HW 48/10) weitgehend alle nachgewiesenen Pathogene signifikant (s. Abb. 30 und 31). Auf PDA zeigte die Heißwasservariante ein verstärktes Auftreten von Bakterien (Gesamtbakterienbefall). Da es sich bei der Variante Agrimed um keine Saatgutbehandlung sondern um eine Saatgutherkunft handelt, steht diese nicht im direkten Vergleich zu den anderen Versuchsvarianten. Auffällig ist bei dieser Herkunft ein insgesamt hoher Pathogenbesatz, vor allem mit *A. radicina* und *I. perplexans* (s. Abb. 30).

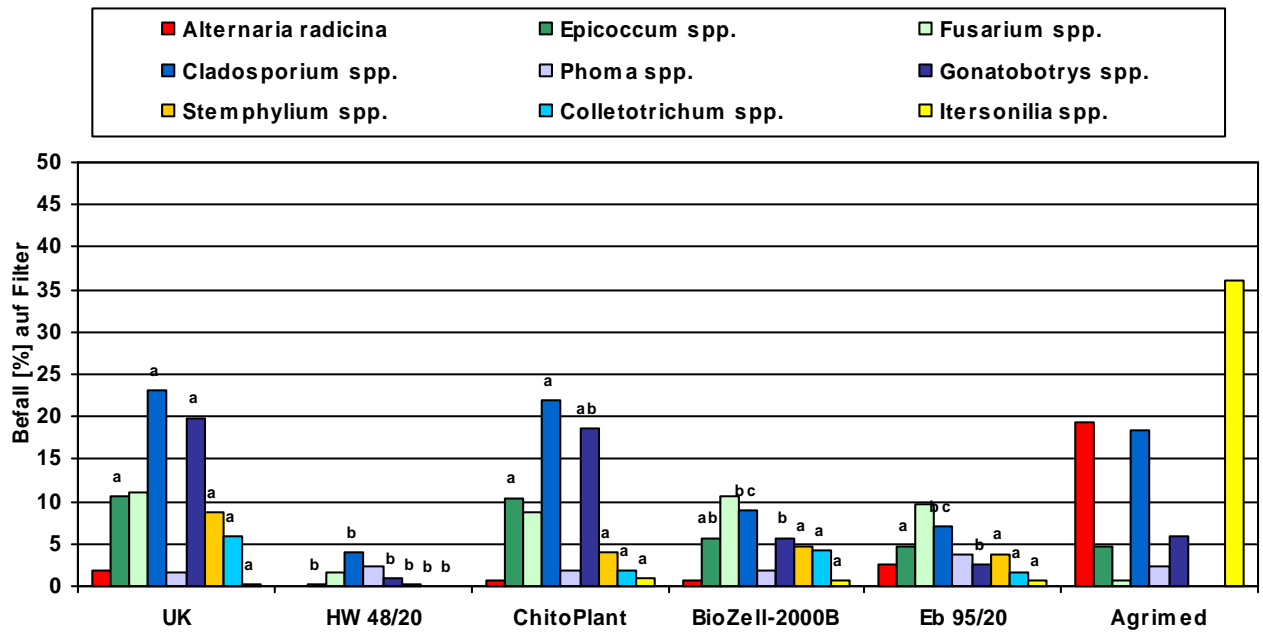


Abb. 30 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Anis untersucht auf Filter, 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

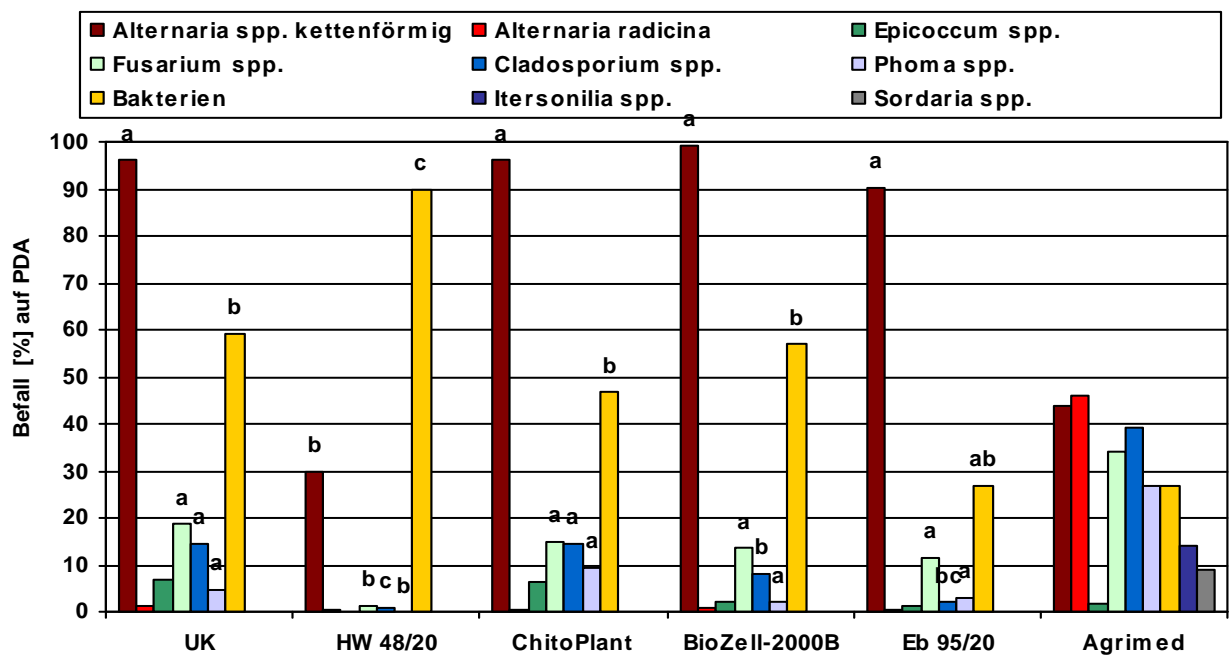


Abb. 31 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Anis untersucht auf PDA, Versuchsjahr 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Die Darstellung der Wirkungsgrade der Behandlungen 2005 erfolgt in Tabelle 24 sowohl für die auf Filter als auch für die auf PDA gewonnenen Untersuchungs-

ergebnisse. Auch 2005 erzielte die Behandlung mit Heißwasser die höchste Wirkung gegenüber den nachgewiesenen Pathogenen.

Tab. 24 Wirkungsgrad [%] der Behandlung an Anissaatgut (auf Filter und PDA), Versuchsjahr 2005

2005	Wirkungsgrad [%] der Behandlung auf				
Filter	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Phoma</i> spp.	<i>Colletotrichum</i> spp.	<i>Itersonilia</i> spp.
HW 48/20	80	100	0	100	100
ChitoPlant	21	65	0	66	0
BioZell-2000B	3	65	0	28	0
Eb 95/20	12	0	0	16	0
PDA	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Phoma</i> spp.	Bakterien	
HW 48/20	93	76	100	0	
ChitoPlant	21	76	0	21	
BioZell-2000B	27	46	21	3	
Eb 95/20	37	76	36	54	

Im Versuchsjahr 2006 war das Ausgangssaatgut nur schwach befallen. Nachgewiesen werden konnten *Alternaria* spp. kettenförmig, *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp. und *Cladosporium* spp. Eine signifikante Reduktion wurde nur bei *Alternaria* spp. erreicht, wobei hier alle Behandlungsvarianten einen deutlich Effekt erzielten (s. Abb. 32).

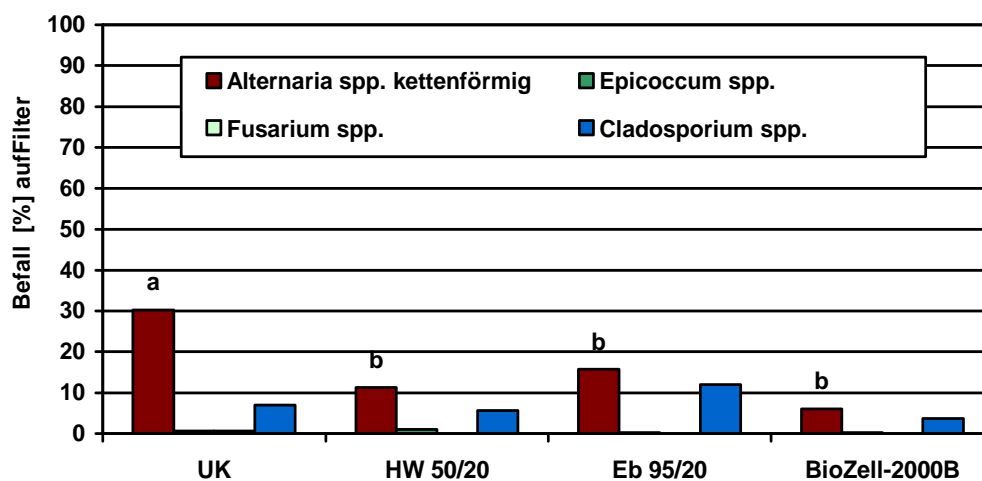


Abb. 32 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Anis untersucht auf Filter, 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0$)

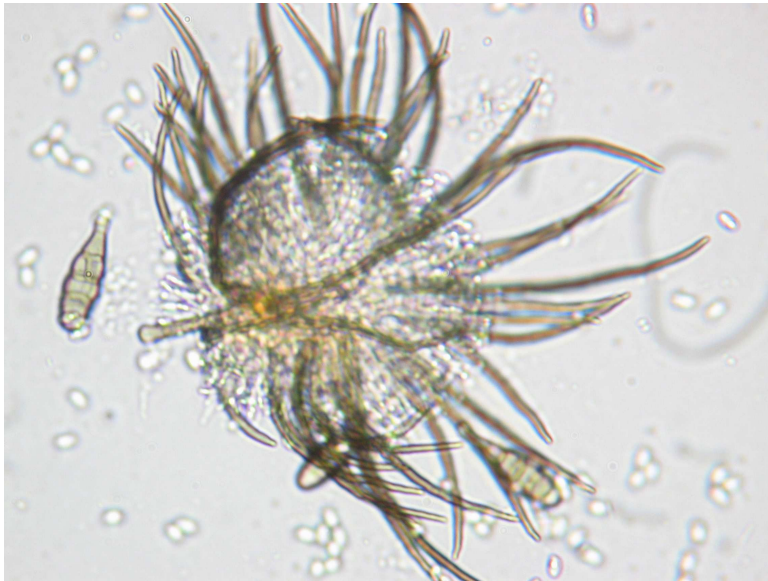


Abb. 33 Sporen von *Colletorichum* spp. an Anissaatgut (Nachweis auf Filterpapier)

Feldaufgang

Pflanzenzahl

Aufgrund der geringeren Aussaatstärke und Spätfrostwirkungen lag 2004 die Pflanzenzahl in Artern deutlich unter der in Ahrweiler. Während in Artern keine unterschiedlichen Pflanzenzahlen zwischen den Varianten auftraten, zeigte in Ahrweiler die Heißwasservariante (HW 50/20) signifikant geringere Keimlingszahlen (s. Tab. 25). Im Versuch 2006 konnte ebenfalls nur bei der Heißwasservariante (HW 50/20) ein deutlich geringerer Feldaufgang ermittelt werden.

Tab. 25 Pflanzenzahl / m² von Anis im Vergleich der Behandlungsvarianten , Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben= n.s. , Tukey, p ≤ 0,05,)

2004	Ahrweiler	Artern	2005		2006	
Varianten	Pflanzenzahl	Pflanzenzahl	Varianten	Pflanzenzahl	Varianten	Pflanzenzahl
UK	562 b	45	UK	79	UK	109 b
HW 50/20	289 a	20	HW 48/20	65	HW 50/20	37 a
Eb 95/20	483 b	43	ChitoPlant	75	Eb 95/20	102 ab
PRORADIX	543 b	38	BioZell-2000B	80	BioZell-2000B	87 ab
FZB 24 [®] Tb	486 b	46				

Feldaufgang keimfähiger Körner

In Ahrweiler ergaben sich 2004 nur geringe Unterschiede im Aufgang keimfähiger gesäter Körner zwischen den Varianten, in Artern allerdings wirkte sich die Behandlung des Saatgutes mit Heißwasser (HW 50/20) auch im Feldaufgang negativ aus. Einen höheren Aufgang keimfähiger Körner zeigten hier die Varianten Elektronenbehandlung (Eb 95/20) und FZB 24[®] Tb. Die PRORADIX-Behandlung zeigte keinen Effekt auf den Feldaufgang.

Im Versuch 2006 war der hohe Feldaufgang keimfähiger Körner von 96,5% bei der Heißwasservariante (HW 50/20) gegenüber der Kontrolle mit 42,3% und den anderen Versuchsvarianten auffällig (s. Tab. 26).

Tab. 26 Feldaufgang [%] von Anis im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahre 2004 + 2006,

2004			2006	
Varianten	Ahrweiler Feldaufgang	Artern Feldaufgang	Varianten	Feldaufgang
UK	101,0	21,0	UK	42,3
HW 50/20	100,7	15,0	HW 50/20	96,5
Eb 95/20	100,8	30,3	Eb 95/20	49,9
PRORADIX	100,9	22,7	BioZell- 2000B	49,7
FZB 24 [®] Tb	100,9	31,6		

Wuchshöhe

Die Pflanzenhöhe war am Standort Ahrweiler 2004 zum ersten Boniturtermin in der 8. Kulturwoche (8. KW) nur bei der Heißwasservariante (HW 50/20) mit 10 cm im Vergleich zur Kontrolle mit 13 cm signifikant niedriger. In der 13. Kulturwoche waren die Höhenunterschiede nicht mehr signifikant und lagen bei durchschnittlich 68 cm (Tukey, $p \leq 0,05$). Am Standort Artern lag die Pflanzenhöhe 2005 zum Zeitpunkt der Bonitur am 15.08. (16. KW) zwischen 37,6 (Heißwasserbehandlung) und 41,3 cm (BioZell-2000B). Variante 3 (Agrimed) war zu diesem Zeitpunkt mit 44 cm etwas höher, es ergaben sich jedoch keine signifikanten Höhenunterschiede zwischen den Behandlungsvarianten und der Kontrolle (Tukey, $p \leq 0,05$).

Ertrag

Insgesamt schwankten die Erträge an aufbereiteter Ware von 0,56 bis 7,3 dt/ha am Standort Artern. Es konnte in drei Versuchsjahren lediglich zu einem Erntetermin ein Einfluss einer Saatgutbehandlung auf die Ertragsausbildung nachgewiesen werden. (Heißwasserbehandlung [HW 50/20], 2006: starke Reduktion) (s. Tab 27).

Tab. 27 Ertrag an aufbereiteter Ware [dt/ha] bei Anis, Versuchsjahre 2004 - 2006, Artern (2004+2005: n.s. , 2006: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

2004		2005		2006	
Varianten	dt/ha	Varianten	dt/ha	Varianten	dt/ha
UK	7,2	UK	3,4	UK	1,65 b
HW 50/20	5,1	HW 48/20	2,9	HW 50/20	0,56 a
Eb 95/20	6,0	ChitoPlant	3,0	Eb 95/20	1,51 b
PRORADIX	6,4	BioZell-2000B	3,3	BioZell-2000B	1,77 b
FZB 24 [®] Tb	7,3				

Bestandesentwicklung im Freiland

Im Versuchsjahr 2004 wurden bis zum 06.07. am Standort Ahrweiler noch keine Auffälligkeiten in der Bestandesentwicklung notiert. Am 19.07. (13. KW) waren die Bestände teilweise durch starkes Lager belastet, welches außerdem die Bonituren erschwerte. Ab dem 29.07. (15. KW) war aufgrund des Lagerens der Bestände und des starken Befalls mit Falschem Mehltau keine exakte Bonitur mehr möglich. Auffallend war die geringe Lagerneigung in der Heißwasservariante bis in den August (15. KW) im Vergleich zu allen anderen Varianten und der Kontrolle. Am 23.08. (18. KW) wurde die Abschlussbonitur durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt waren die meisten Pflanzen bereits abgestorben. Im Versuchsjahr 2005 wurde am Standort Artern eine Bonitur auf Bestandesentwicklung zur Grünreife der Samen durchgeführt. Diese ergab eine im Durchschnitt mit „mittel“ bewertete Entwicklung der Bestände ohne deutliche Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (s. Tab. 28).

Tab. 28 Bonitur auf Bestandesentwicklung, Standort Ahrweiler 2004 und Standort Artern 2005 (* Boniturnoten; 1 = sehr schlecht; 2 = schlecht, 3 = mittel-schlecht; 4 = mittel; 5 = mittel-gut; 6 = gut; 7 = sehr gut)

Bestandesentwicklung *				
Varianten	2004		2005	
	8. KW	11. KW	Varianten	16. KW
UK	7	7	UK	5
HW 50/20	5	5	HW 48/20	4
Eb 95/20	7	7	ChitoPlant	4
PRORADIX	6	6	BioZell-2000B	5
FZB 24 [®] Tb	7	7	Agrimed	5

Krankheitsentwicklung

Am 29.06.2004 wurden in Ahrweiler die ersten Symptome von Falschem Mehltau (*Plasmopora nivea*) mit weißem Belag auf den Blättern sichtbar (Parzelle 5 c, Abb. 34).



Abb. 34 Befall mit *Plasmopara nivea* an Anis, weißer Belag auf den Blättern und Stängeln

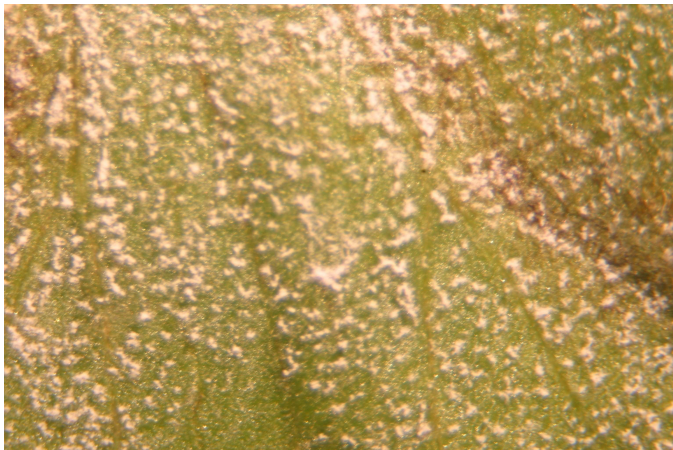


Abb. 35 Weißes Mycel von *Plasmopara nivea* auf der Blattunterseite von Anis

Im Juni wurden an einzelnen Stellen bräunliche Blattflecken festgestellt, welche durch *Fusarium* spp. verursacht wurden.

Am 29.07.2004 (15. KW) war der Befall mit Falschem Mehltau insgesamt sehr stark. In der 17. Kulturwoche war bereits ein Großteil der Pflanzen ausgefallen. Der Anteil noch grüner (lebender) Pflanzen war in 18. Kulturwoche (23.08.2004, Abschlussbonitur) bei der Heißwasserbehandlung (HW 50/20) auffallend höher, allerdings mit starken Streuungen innerhalb der Wiederholungen.

Die Befallshäufigkeit zeigte anfangs geringere Werte bei der Elektronenbehandlungsvariante (Eb 95/20). Bereits in der 15. Kulturwoche (02.08.2004) lag die Befallshäufigkeit für alle Varianten bei 100% (s. Abb. 36).

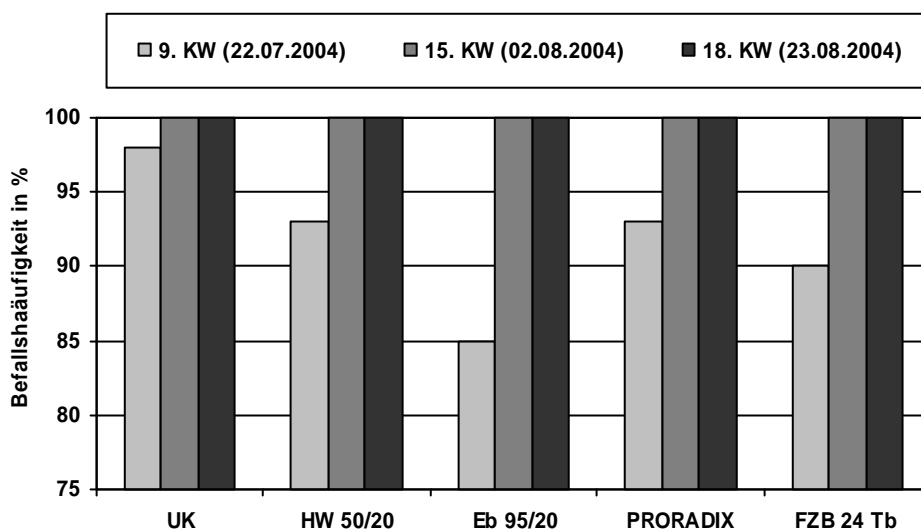


Abb. 36 Befallshäufigkeit [%] von Falschem Mehltau an Anis zu unterschiedlichen Boniturterminen (KW = Kulturwoche), Ahrweiler 2004

Eine Bonitur auf Befallsstärke zeigte in der 13. KW (22.07.2004) eine niedrigere Befallsstärke der Variante Elektronenbehandlung (Eb 95/20). Im weiteren Kulturverlauf waren jedoch kaum noch Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen (s. Tab. 29).

Tab. 29 Befallsstärke *P. nivea* [%] an verschiedenen Boniturterminen, Anis, Ahrweiler 2004

2004 Varianten	Befallsstärke [%]		
	22.07. (14. KW) [Gesamte Pflanze]	02.08. (15. KW) [Stängel, Blätter]	02.08. (15. KW) [Blütendolden]
UK	93	98	29
HW 50/20	68	92	3
Eb 95/20	60	98	16
PRORADIX	85	100	22
FZB 24® Tb	74	95	19

Am 23.08.2004 (18. KW) zeigten sich bei der Abschlussbonitur in den Parzellen nur noch 1-8 % lebende Pflanzen, die aber auch eine Befallsstärke von 50-100 % an Blättern und Stängeln aufwiesen.

In Artern wurde am 13.08.2004 (15. KW) auf Krankheitsbefall bonitiert. Festgestellt wurden Blattverbräunungen, allerdings ohne weißen Mehltaubelag. Die Befallshäufigkeit lag bei allen Varianten durchschnittlich zwischen 0 und 10 %, die Befallsstärke zwischen 0 und 7 %.

Im Versuchsjahr 2005 wurde am Standort Artern eine ausführliche Bonitur auf Krankheitsbefall bei Grünreife der Samen am 15.08.2005 (16. KW) durchgeführt. Festgestellt wurden dabei deutliche Symptome von Falschem Mehltau.

Symptomatisch war der starke Pilzrasen an den noch grünen Pflanzenteilen. Die Befallsstärke lag bei allen Varianten im mittleren Bereich.

Ergebnisse der Modellversuche / Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß

Aufgang im Gefäß

2004

Im Gefäßversuch 2004 gingen in der Heißwasservariante (HW 50/20) nach 11 Tagen signifikant weniger Pflanzen auf als in der Kontrolle (UK). Auch in der Variante FZB 24[®] Tb keimten nach 11 Tagen weniger Pflanzen als in der Kontrolle, dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch absicherbar (s. Abb. 37).

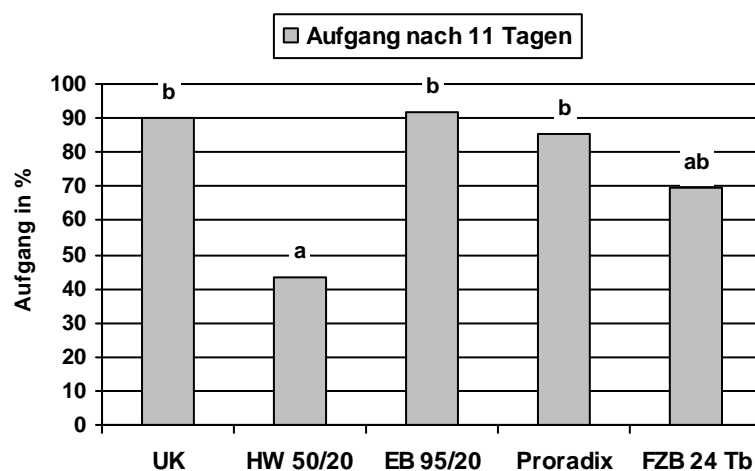


Abb. 37 Aufgang [%] nach 11 Tagen, Gefäßversuch 2004, DLR (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

2005

Im Gefäßversuch 2005 war bei erhöhtem Aufgang in der Heißwasservariante (HW 48/20, vor allem nach 19 Tagen) kein signifikanter Effekt einer Behandlung auf den Aufgang an 3 Auszählterminen festzustellen (s. Abb. 38).

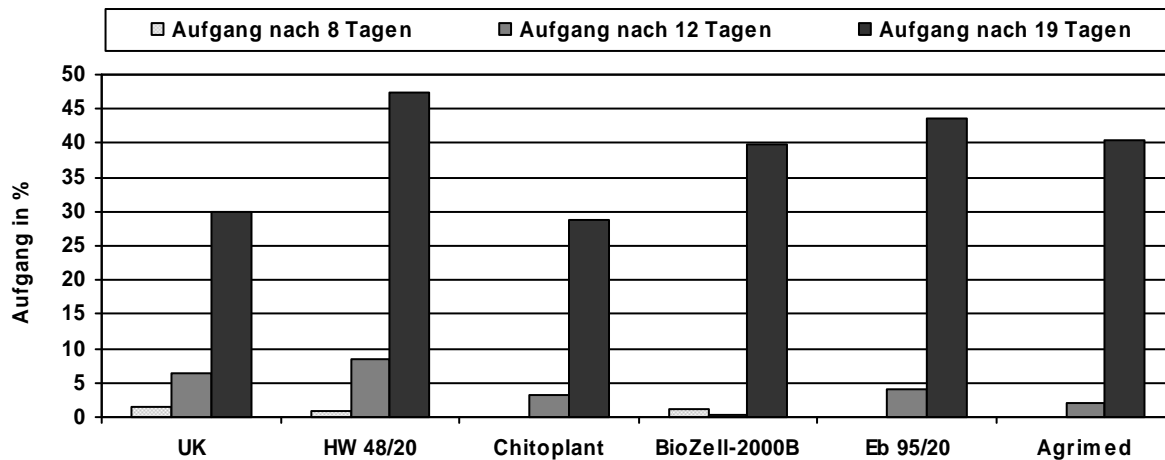


Abb. 38 Aufgang [%] nach 8, 12 und 19 Tagen, Gefäßversuch DLR 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006

2006 wurde zu acht Boniturterminen der Keimungsverlauf ermittelt. Dieser zeigte keine absicherbaren Effekte zwischen den Behandlungen und der Kontrolle. Ab dem 4. Auszähltermin war die Keimrate in der Kontrollvariante am höchsten, während sie vor allem bei den Varianten Heißwasserbehandlung (HW 50/20) und BioZell-2000B darunter lagen (s. Abb. 39).

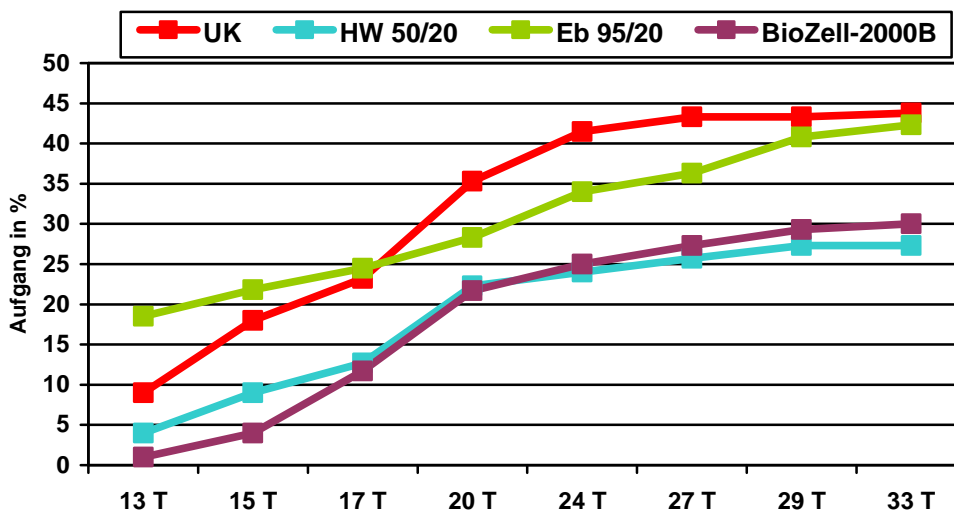


Abb. 39 Aufgang [%] an 8 Boniturterminen (Aussaat am 26.04.2006) und jeweils rechnerisch bereinigt um Doppelkeimer, Gefäßversuch 2006, DLR (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Auftreten erkrankter Pflanzen im Gefäß

2005

Nach 19 Tagen zeigten alle Behandlungsvarianten sowie die Herkunft Agrimed weniger erkrankte Pflanzen als die Kontrolle (UK). Nach 26 Tagen war der Anteil kranker Pflanzen nur noch bei den Varianten BioZell-2000B, Elektronenbehandlung (Eb 95/20), vor allem aber bei ChitoPlant geringer als in der Kontrolle, während der Anteil in der Herkunft Agrimed deutlich über den geprüften Varianten lag (s. Abb. 40).

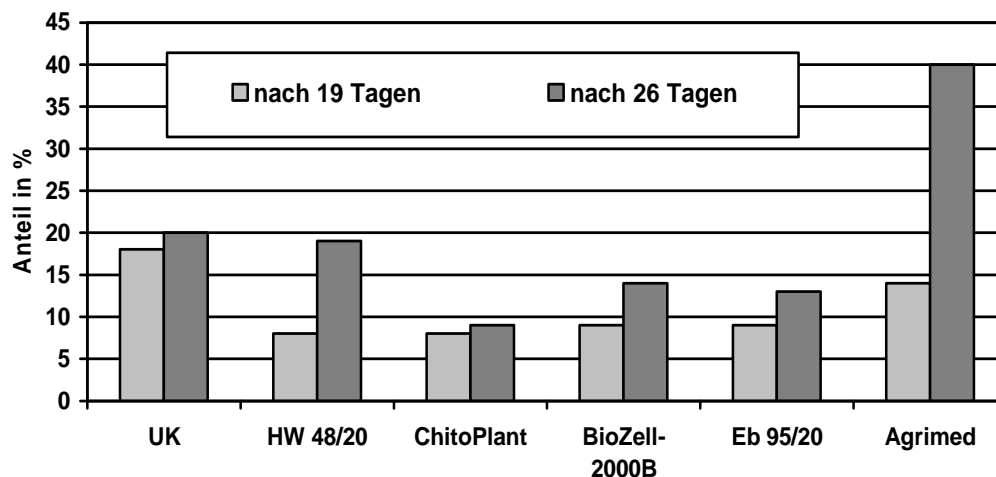


Abb. 40 Anteil [%] kranker Pflanzen nach 19 und 26 Tagen, Gefäßversuch DLR 2005 (keine statistische Verrechnung)

2006

Der Anteil kranker Pflanzen wies 2006 zwischen den einzelnen Boniturterminen teilweise starke Schwankungen auf. Am stärksten war das Auftreten von Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der Heißwasserbehandlungsvariante (HW 50/20), vor allem nach 15 Tagen.

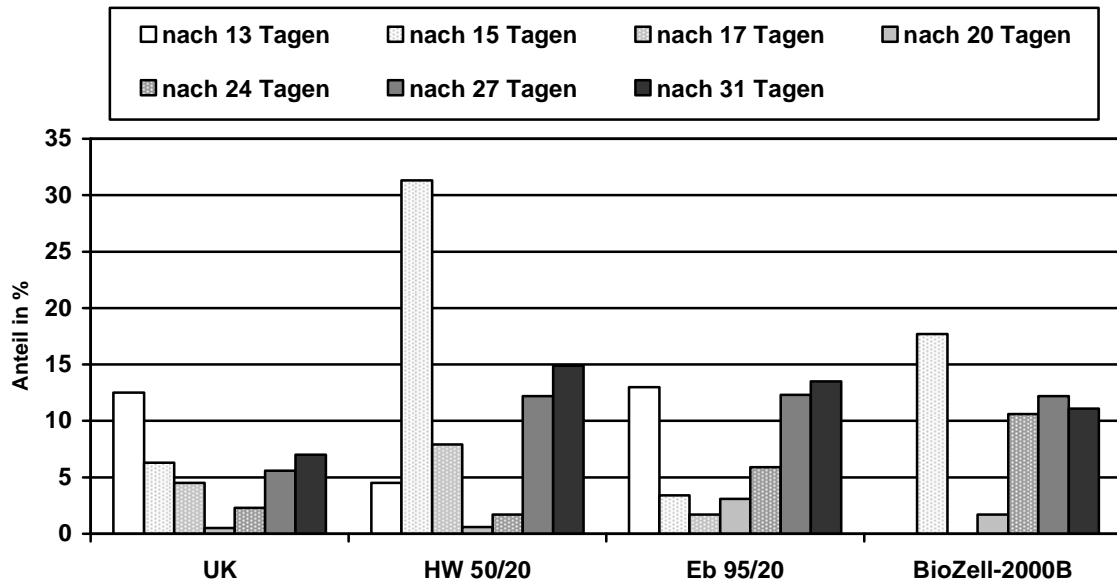


Abb. 41 Anteil [%] kranker Pflanzen an gekeimten Körnern an 7 Boniturterminen, Gefäßversuch 2006, DLR

Wuchshöhe im Gefäß 2006

Die Pflanzen der Kontrolle zeigten über die ersten drei Boniturtermine das stärkste Längenwachstum. Die Pflanzen der BioZell-2000B-Variante blieben insgesamt am weitesten zurück. Am letzten Boniturtermin war der Höhenunterschied zwischen allen Varianten sehr gering (s. Abb. 42).

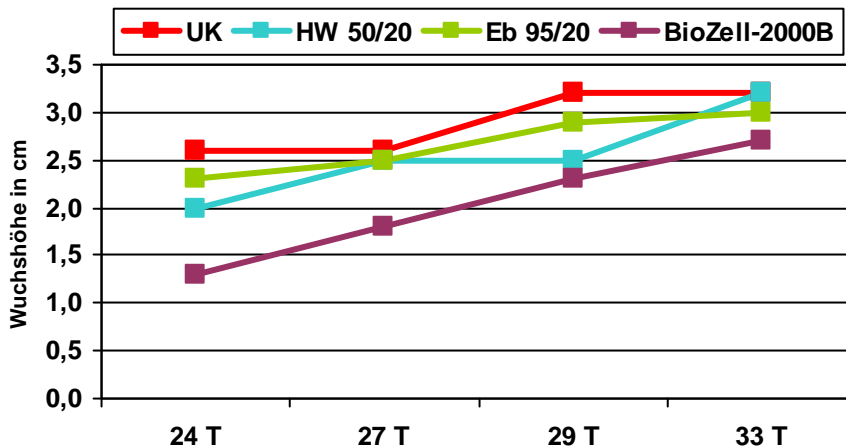


Abb. 42 Wuchshöhe [cm] an 4 Boniturterminen (Aussaat am 26.04.2006), Gefäßversuch 2006, DLR

3.1.1.3 Zusammenfassung

Die Freilandversuche zur Saatgutbehandlung mit Anis wurden 2004 an zwei Standorten durchgeführt. Aufgrund des hohen Befallsdruckes mit Falschem Mehltau am Standort Ahrweiler wurde 2005 und 2006 nur noch am Standort Artern geprüft.

Bei den mit Anis durchgeführten Saatgutbehandlungsversuchen war kein Effekt einer Variante auf das Tausendkorngewicht (TKG) erkennbar.

Die Keimfähigkeit war mit 70 – 73 % und 47 % (2006) insgesamt niedrig. Es ließen sich insgesamt wenige Effekte der Behandlungen auf die Keimfähigkeit nachweisen. Die Elektronenbehandlung mit den Parametern 95/20 und die Behandlung mit den Pflanzenstärkungsmitteln PRORADIX, FZB 24[®] Tb und ChitoPlant zeigten keine Veränderungen der Keimfähigkeit im Vergleich zur Kontrolle. Die Heißwasserbehandlung erbrachte neben unauffälligen Ergebnissen in 2004 und 2005 im Jahr 2006 eine starke Reduktion der Keimfähigkeit. 2005 konnte durch die Behandlung mit BioZell-2000B die Keimfähigkeit deutlich verbessert werden. Dieses Ergebnis ließ sich 2006 nicht wiederholen.

Die Ergebnisse aus den Keimprüfungen im Rahmen der Pathogenuntersuchungen beschreiben den Keimverlauf bis zum 14. Tag nach Saat. 2004 wird eine signifikante Keimverzögerung der Heißwasservariante deutlich, die das Ergebnis der Keimprüfung (nach ISTA: 21 Tagen) widerspiegelte. 2005 lässt sich die auffällige Erhöhung der Keimfähigkeit in Variante BioZell-2000B im Rahmen der Pathogenuntersuchungen nicht nachweisen. Ebenso ist die stark reduzierte Keimfähigkeit 2006 in der Heißwasservariante in den Pathogentests nur zum ersten Auszähltermin nachweisbar. Nach 14 Tagen zeigte sich allerdings eine erhöhte Keimfähigkeit in der Variante Elektronenbehandlung (Eb 95/20).

Die parallel angelegten Gefäßversuche als erweiterte Triebkrafttests bestätigten 2004 die negativen Werte der Keimfähigkeitsprüfung. Die erhöhte Keimfähigkeit in Variante BioZell-2000B konnte 2005 im Gefäßversuch wie auch in den Keimfähigkeitstest im Rahmen der Pathogenuntersuchungen nicht bestätigt werden. Im Gefäßversuch zeigten sich die höchsten Aufgangsraten in der Heißwasservariante. Der Triebkrafttest bestätigte 2006 nicht die extrem niedrigen Werte der Keimfähigkeitsprüfung und der Keimtest der Pathogenuntersuchung.

Die Untersuchung der Schaderreger am Saatgut erbrachte insgesamt nur geringe Wirkungsgrade der geprüften Behandlungen. Die Heißwasserbehandlung zeigte als einzige Maßnahme Wirkungsgrade von 100% (gegen *A. radicina*, *Phoma* spp. *Colletotrichum* spp. und *Itersonilia* spp.). Die Wirkungsgrade der Elektronenbehandlung lagen weitgehend unter 50 %, die der Pflanzenstärkungsmittel teilweise deutlich darunter.

Der Feldaufgang wurde sowohl als Pflanzenzahl/m² ausgezählt, als auch der Feldaufgang gesäter keimfähiger Körner ermittelt. Während 2004 in Ahrweiler bei der

Heißwasservariante signifikant weniger Pflanzen aufließen, war der Feldaufgang in Artern bei der Heißwasservariante ebenfalls geringer aber nicht statistisch absicherbar. Der reduzierte Feldaufgang in der Heißwasservariante konnte auch 2006 bestätigt werden. In den übrigen Varianten waren keine Effekte zu beobachten. Nicht mehr nachgewiesen werden konnte dieser negative Effekt der Heißwasserbehandlung auf den Feldaufgang bei der Berechnung des prozentualen Aufgangs gesäeter keimfähiger Körner. Eine leichte Wachstumsverzögerung durch die Heißwasserbehandlung wurde 2004 auch bei der Bestimmung der Pflanzenhöhe am Standort Ahrweiler ermittelt. Dieser Rückstand wurde im weiteren Kulturverlauf ausgeglichen. Auffällig waren die starken Schwankungen der Erträge in den einzelnen Versuchsjahren. Die Ermittlung des Ertrages an aufbereiteter Ware zeigte tendenziell einen negativen Einfluss der Heißwasserbehandlung, der 2006 statistisch absicherbar war.

Hinsichtlich der Bestandes- und Krankheitsentwicklung fiel am Standort Ahrweiler 2004 auf, dass der Anteil noch grüner (lebender) Pflanzen bei der mit Heißwasser behandelten Variante höher war und die Lagerneigung geringer, als bei den anderen Versuchsvarianten. Die geringste Befallshäufigkeit und die Befallsstärke mit Falschem Mehltau [*Plasmopara nivea*] wies jedoch zunächst die Elektronenbehandlungsvariante auf, gefolgt von der Heißwasservariante. Aufgrund des stark zunehmenden Befalls kam es im weiteren Verlauf variantenübergreifend zum Totalausfall der Bestände. Am Standort Artern ergaben sich bei einem relativ geringen Befallsniveau in keinem der drei Versuchsjahre nennenswerte Befallsunterschiede zwischen den Versuchsvarianten.

3.1.1.4 Diskussion

Der Focus der Versuchsarbeiten zur Prüfung von Saatgutbehandlungsmaßnahmen bei Anis lag auf der Verbesserung der Keimfähigkeit und Triebkraft sowie der Regulierung von samenbürtigen Pathogenen, die möglicherweise eine frühe Infektion im Feldbestand auslösen können.

Die Versuche zur Saatgutbehandlung zeigten, dass bei Anis ggf. mit geringen Keimfähigkeiten gerechnet werden muss. Diese Erfahrung bezieht sich vor allem auf Saatgut aus betriebseigenem Nachbau, welches möglicherweise keine optimale Aufbereitung erfährt.

Eine Erhöhung der Keimfähigkeit wurde von keiner der geprüften Behandlungsvarianten in mehr als einem Versuchsjahr erreicht. Eine tendenzielle Reduktion erbrachte die Heißwasserbehandlung mit den Parametern 50 °C/20 min und 48 °C/20 min. Die übrigen Verfahren zeigten im Durchschnitt der Jahre keine Effekte auf die Keimfähigkeit.

Ein Blick auf die Saatgutgesundheit von Anis zeigt, dass das Saatgut von einer Reihe verschiedener pilzlicher und bakterieller Schaderreger befallen wird. Im

Wesentlichen sind die für viele Kulturen typischen Schaderreger (besonders der Familie Apiaceae) nachweisbar. Im weiteren Bestandesverlauf sorgt der Falsche Mehltau an Anis (*Plasmopara nivea*) für große Probleme. Allerdings liegen über diesen speziellen Erreger wenige Informationen zur Wirt-Pathogen-Beziehung und zur Samenübertragbarkeit vor. In den Versuchsarbeiten wurden keine speziellen Schaderreger thematisiert sondern das allgemeine Schaderregerspektrum des Saatgutes berücksichtigt. Die Auswahl der geprüften Saatgutbehandlungen bezieht sich daher auf Erfahrungen aus anderen Kulturen. Der Ausgangsbefall an den untersuchten Saatgutpartien war insgesamt eher hoch. Vor allem der Befall mit Bakterien (Gesamtbakterienzahl) und der Besatz mit *Alternarien* spp. kettenförmig. Unter den samenbürtigen pilzlichen Schaderregern wurden am Saatgut neben *Fusarium* spp., *Phoma* spp., *Colletotrichum* spp. auch *Alternaria radicina* sowie *Itersonilia perplexans* nachgewiesen.

Eine gute bis sehr gute Wirksamkeit gegen verschiedene Pathogene zeigte unter allen Varianten nur die Heißwasserbehandlung (mit beiden geprüften Einstellungen). Von Bedeutung sind die hohen Wirkungsgrade gegen *Alternaria radicina*, *Phoma* spp., *Colletotrichum* spp. und *Itersonilia perplexans*. Eine nicht ausreichende Wirksamkeit zeigte die Heißwasserbehandlung bei der Reduktion von bakteriellen Schaderregern. Keine Variante erreichte allerdings höhere Wirksamkeitsgrade als 50 %.

Ziel weiterer Arbeiten könnte damit die Optimierung der Heißwasserbehandlung sein, um die hohen Wirkungsgrade mit positiven Effekten auf die Keimfähigkeit zu kombinieren.

Verbesserungsansätze liegen beispielsweise in dem Abschrecken des Saatgutes nach der Behandlung (praktiziert ab 2005), um den Behandlungsvorgang exakt zu terminieren. Möglich wäre auch eine weitere Variation der Behandlungstemperaturen und -zeiten.

Im Rahmen der Versuchsarbeiten wurden einzelne interessante Ansätze sichtbar. Beispielsweise konnte über die Wachstumsverzögerung der Heißwasservariante 2004 niedrigere Bestände erreicht werden, mit tendenziell geringerer Lagerneigung und gesünderem Pflanzenbestand.

Auffällig ist auch das vermehrte Auftreten von Hefen in der Heißwasservariante. Interessant ist die Bedeutung der Hefen, da sie eindeutig gegen einige Pilze antifungale Wirkung zeigten. Sie könnten möglicherweise als mikrobielle Antagonisten eine positive Rolle für das Saatgut spielen.

Auch bei reduzierter Keimfähigkeit durch die Heißwasserbehandlung zeigte sich eine hohe Anzahl gekeimter Pflanzen. Möglicherweise folgert aus der Reinigung des Saatgutes mittels Heißwasserbehandlung weiger Pathogenbesatz am Saatgut und damit ein verbesserter Aufgang.

Da sowohl die Triebkrafttests im Gefäß als auch die geprüften pflanzenbaulichen Merkmale (Feldaufgang, Ertrag und Befallsverlauf) wenige positive Effekte der Saatgutbehandlungen zeigten, lässt sich der Einsatz einer Behandlungsmaßnahme (ökonomisch) bislang nicht rechtfertigen, bzw. keine deutliche Verbesserung der Produktionsbedingungen ableiten.

Insgesamt wurde der starke Einfluss der standortbedingten Faktoren und des Klimaverlaufes auf den Produktionserfolg deutlich.

Der Falsche Mehltau war das vorherrschende Krankheitsbild in den drei Versuchsjahren und beiden Standorten.

3.1.1.5 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse

Dargestellt sind die Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen mit besonderer Relevanz für die Praxis

+ = positive Effekte

o = keine Effekte

- = negative Effekte

Tab. 30 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen bei Anis mit besonderer Relevanz für die Praxis

Pflanzenbauliche Parameter	KF	Feldaufgang (Pflanzenzahl/m ²)	Ertrag
Heißwasserbehandlung			
HW 50/20	0	-	-
HW 50/20	-	-	0
HW 48/20	0	0	0
Elektronenbehandlung			
EB 95/20	0	0	0
EB 95/20	0	0	0
PRORADIX	0	0	0
FZB 24[®] Tb	0	0	0
ChitoPlant	0	0	0
BioZell-2000B	0	0	0
BioZell-2000B	+	0	0

100 % = 100 %ige Wirksamkeit
 + = wirksam, keine 100 %
 n.a. = Wirksamkeit nicht ausreichend
 0 = keine Wirksamkeit (0 ≤ 5 %)

Tab. 31 Darstellung der Wirksamkeit der einzelnen Saatgutbehandlungen bei Anis auf relevante Pathogene am Saatgut

Pathogene	<i>Alternaria radicina</i> (Filter)	<i>Itersonilia perplexans</i> (Filter)	<i>Phoma</i> spp.	<i>Colletrichum</i> spp. (Filter)	Bakterien (Gesamt- bakterien- zahl)	<i>Fusarium</i> spp. (PDA)
Heißwasser- behandlung						
HW 50/20	100		100		Nicht ausreichend	
HW 50/20 HW 48/20	100	100		100	0	+
Elektronen- behandlung						
EB 95/20	n.a.		0		0	
EB 95/20	0	0		n.a.	n.a.	n.a.
PRORADIX	0		0		0	
FZB 24[®] Tb	n.a.		0		n.a.	
ChitoPlant	n.a.	0		+	n.a.	n.a.
BioZell-2000B BioZell-2000B	n.a.	0		n.a.	0	n.a.

3.1.2 Dill

Versuchsziel

Bei Kulturen mit kurzen Standzeiten ist eine rasche Entwicklung des Bestandes notwendig, um gesunde und einheitliche Bestände zu erhalten. Bei Dill betrifft dies vor allem die Entwicklung vor dem ersten Blattlausbefall, da die Blattläuse für die Übertragung vieler Krankheiten verantwortlich sind und die allgemeine Entwicklung der Pflanzen stark beeinträchtigen können. Ziel der Versuche mit Dill war daher in erster Linie eine Verbesserung und Beschleunigung des Feldaufgangs durch eine Saatgutbehandlung zu prüfen.

3.1.2.1 Material und Methoden

Die Versuchsfrage wurde in mehreren Feldversuchen bearbeitet. In Tabelle 32 ist eine Übersicht der Versuche 2004 bis 2006 aufgeführt. Parallel zu den Freilandversuchen wurden Gefäßversuche mit denselben Varianten im geschützten Anbau angelegt (= erweiterter Triebkrafttest). Die Varianten wurden zudem in Gefäßversuchen mit *Alternaria radicina* infiziertem Substrat auf Leistungsfähigkeit und Anfälligkeit geprüft. Der Focus der Versuchsarbeiten lag auf den Parametern Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang. Die Wirksamkeit der Behandlung auf Pathogene wurde nicht schwerpunktmäßig bearbeitet.

Tab. 32 Übersicht der durchgeführten Saatgutbehandlungsversuche mit Dill in den Versuchsjahren 2004 - 2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
Varianten	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: PRORADIX Var. 3: ChitoPlant Var. 4: Lebermooser Var. 5: ProFital	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: ChitoPlant Var. 3: FZB 24 [®] TB Var. 4: BioZell-2000B Var. 5: Serenade	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Serenade Var. 3: FZB 24 [®] TB Var. 4: BoniProtect [®]
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage, Freiland		
Erfasste Versuchsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG) - Keimfähigkeit (KF) - Triebkraft - Pathogenbesatz am Saatgut - Pflanzenzahl/m² (Freiland) sowie Aufgang (Gefäß) - Feldaufgang - Wuchshöhe zur Ernte - Ertrag - Bestandesentwicklung - Krankheitsauftreten 		
Parzellengröße	5 m ²	8 m ²	10 m ²
Anzahl Wdh	4		

In Tabelle 33 sind die Versuchsbedingungen der Parallelversuche dargestellt.

Tab. 33 Übersicht der Parallelversuche mit Dill in den Versuchsjahren 2004 - 2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß			
Standort	BBA	DLR	DLR
Ansatz	19.08.2004	12.04.2005	07.08.2006
Auswertung	27.09.2004	02.05.2005	28.08.2006
Datenerfassung	<p>Auszählen des Auflaufs nach 8 und 12 Tagen, laufende Kontrolle auf Krankheitsauftreten</p> <p>Endauswertung: nach 45 Tagen Entnahme der Pflanzen mit Wurzel, Bestimmung des Frischgewichtes , Berechnung des theoretischen Wertes des Frischgewichtes pro 100 Pflanzen), Auszählen der Pflanzen.</p>		
Gefäßversuche in infiziertem Substrat			
	2005	2006	
Methode	Aussaat von 4 x 100 Korn in Schalen (ca. 15 x 18 cm) in verseuchte Erde. 100 Korn unbehandeltes Saatgut wurden zum Vergleich in unverseuchte Erde gesät.	der Versuch wurde mit je 350 Korn durchgeführt in Schalen mit je 50 Korn	
Substratinfektion	Die Sporen von <i>Alternaria radicina</i> wurden mit sterilem Leitungswasser abgeschwemmt und 500 ml Seesand damit getränkt. Dieser Sand wurde gründlich mit der Erde vermischt. Nach 24 h erfolgte die Aussaat.		
Datenerfassung	<p><u>2005:</u> Nach 10, 30 und 40 Tagen wurde der gesunde Auflauf gezählt, nach 30 Tagen kranke und umgefallene Pflanzen erfasst</p> <p><u>2006:</u> nach 8, 14 und 21 Tagen wurde der gesunde Auflauf gezählt, nach 16, 24 und 35 Tagen die abgestorbenen Pflanzen ermittelt</p>		
Befallsermittlung	Der Befall mit <i>A. radicina</i> äußerte sich darin, dass zunächst aufgelaufene Pflanzen schlaff wurden und später abstarben. An den kranken Pflanzen konnte <i>A. radicina</i> nachgewiesen werden.		
Datenverrechnung	Die statistische Verrechnung erfolgte zwischen allen Varianten in verseuchter Erde aber nicht mit der UK in unverseuchter Erde, da hier nur 100 Korn zum Vergleich ausgesät wurden.		

Die bei Dill verwendeten Pflanzenstärkungsmittel werden im Kapitel 2.2 näher beschrieben. Weitere Angaben zur Durchführung der Freilandversuche sind in Tabelle 34 aufgeführt.

Tab. 34 Angaben zur Versuchsdurchführung bei Dill, Freilandversuche 2004 - 2006

	2004	2005	2006
Vorfrucht	Dill	Klee	Getreide
Sorte	Ohne Sortenbezeichnung	Ohne Sortenbezeichnung	,Tetradill'
Versuchsstandort	Esch	Klein-Altendorf	Klein-Altendorf
Aussaattermin:	25.05.2004	08.06.2005	12.05.2006
Reihenabstand:	0,30 m	0,33 m	0,33 m
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 13,7 Var. 2: 13,5 Var. 3: 14,2 Var. 4: 12,9 Var. 5: 14,6	Var. 1: 7,0 Var. 2: 6,1 Var. 3: 7,0 Var. 4: 5,6 Var. 5: 7,2	Var. 1: 8,9 Var. 2: 8,8 Var. 3: 9,5 Var. 4: 9,3
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn NO₃-N(kg/ha)	0-30 cm: 49 30-60 cm: 45	0-30 cm: 49 30-60 cm: 45	0-30 cm: 35 30-60 cm: 97
Düngung:	keine	keine	keine
Pflanzenschutz- maßnahmen:	Insektizidbehandlung gegen Blattlausbefall (Spruzid flüssig, 1 l/ha) am 06.07. bei BBCH:21-27	keine	Insektizidbehandlung gegen Blattlausbefall (Spruzid flüssig, 2,5 l/ha) am 06.06.2006 bei BBCH: 21-27
Erntetermin:	19.07.2004	21.07.2005	03.07.2006
Entwicklungsstadium:	5-Blatt-Stadium, erste Schosser	6- Blatt-Stadium, erste Schosser	5- Blatt-Stadium, erste Schosser

3.1.2.2 Ergebnisse

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht (TKG) des unbehandelten Saatgutes lag im Durchschnitt der Jahre zwischen 1,52 - 1,56 g. Eine deutliche Reduktion wurde durch die Behandlung mit Lebermooser (2004) und BoniProtect® (2006) festgestellt. Die Trockenbeize mit FZB 24® TB erbrachte im Jahr 2006 eine Reduktion des TKG, die in 2005 nicht zu beobachten war.

Tab. 35 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Dillsaatgut, Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey p ≤ 0,05)

2004			2005		2006	
Varianten	TKG		Varianten	TKG	Varianten	TKG
Kontrolle (UK)	1,56	b	Kontrolle (UK)	1,59	Kontrolle (UK)	1,52 b
PRORADIX	1,54	b	FZB 24® TB	1,89	FZB 24® TB	1,41 a
ChitoPlant	1,56	b	ChitoPlant	1,65	BoniProtect®	1,36 a
Lebermooser	1,38	a	Serenade	1,68	Serenade	1,68 b
ProFital	1,58	b	BioZell-2000B	1,75		

Keimfähigkeit (KF)

Die Keimfähigkeit der Kontrolle lag 2004 bei 68 %, 2005 bei 86 % und 2006 bei 81,5 %. Über die drei Versuchsjahre konnte mit den geprüften Stärkungsmitteln kein eindeutiger Effekt der Saatgutbehandlung auf die Keimfähigkeit nachgewiesen werden (Tab. 36).

Tab. 36 Keimfähigkeit (KF in %) von Dillsaatgut, Versuchsjahre 2004 – 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

2004		2005		2006	
Varianten	KF (%)	Varianten	KF (%)	Varianten	KF (%)
Kontrolle (UK)	68,3	Kontrolle (UK)	86,0	Kontrolle (UK)	81,5
PRORADIX	66,0	FZB 24 [®] TB	89,0	FZB 24 [®] TB	87,5
ChitoPlant	65,3	ChitoPlant	89,0	BoniProtect [®]	83,8
Lebermooser	66,8	Serenade	88,0	Serenade	85,3
ProFital	63,5	BioZell-2000B	92,0		

Im Versuchsjahr 2005 wurde das Versuchssaatgut nach der Erstuntersuchung (2 Monate nach der Behandlung) an einem weiteren Termin (8 Monate nach Behandlung) untersucht, um eine mögliche Veränderung der Keimfähigkeit im Lagerverlauf zu erfassen. Termin 1 zeigte eine deutlich höhere Keimfähigkeit als nach 8-monatiger Lagerung (Abb. 43).

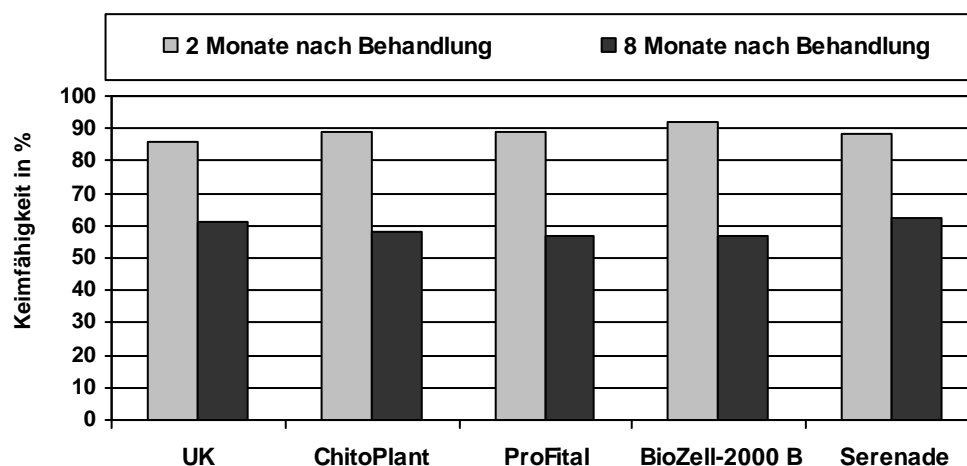


Abb. 43 Darstellung der Keimfähigkeit (%) von gelagertem Dillsamen zu zwei Untersuchungsterminen, 2005

Untersuchung der Keimfähigkeit im Rahmen der Pathogenuntersuchungen 2005

Die Ermittlung des Aufgangs im Rahmen der Pathogenuntersuchungen auf Filterpapier zeigte 2005 einen deutlich verbesserten Aufgang nach 7 Tagen bei der Variante ChitoPlant und eine negative Beeinflussung der Keimfähigkeit durch BioZell-2000B. Bei der Keimung nach 12 Tagen war der Behandlungseinfluss noch

deutlicher. ChitoPlant beschleunigte demnach die Keimung (= gegenläufige Tendenz zum Keimfähigkeitstest, s. Tab. 37).

Tab. 37 Prüfung der Keimfähigkeit [%] von Dillsaatgut im Rahmen der Pathogenuntersuchungen auf Filterpapier, Versuchsjahr 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Varianten	Keimfähigkeit [%]			
	nach 7 Tagen		nach 12 Tagen	
UK	54,3	ab	62,7	b
ChitoPlant	66,7	c	69,0	b
FZB 24 [®] TB	61,7	bc	63,7	b
BioZell-2000B	50,7	a	56,0	a
Serenade	62,0	bc	64,0	b

Pathogenbesatz am Saatgut

Die geprüften Behandlungen zeigten keine deutliche Wirksamkeit auf die Pathogene am Ausgangssaatgut. 2004 ließen sich keine signifikanten Effekte nachweisen (Abb. 44). Der Befall mit *Alternaria spp.* lag in der Kontrolle bei 74 % und bei allen anderen Varianten über diesem Befall. Nur bei Variante PRORADIX konnte eine Reduktion von 29 % erreicht werden. Im Versuchsjahr 2005 lag in den Varianten BioZell-2000 B und Serenade eine tendenzielle Reduktion von *A. radicina* am Saatgut bei allerdings niedrigem Ausgangbefall (0,3 %) vor. Am Versuchssaatgut 2006 lag kaum Pathogenbesatz vor. Die kettenförmigen *Alternarien* wurden durch alle Behandlungsvarianten signifikant reduziert (s. Abb. 46).

Es wurde kein Zusammenhang zwischen der Befallshöhe von *Alternaria spp.* und *A. radicina* deutlich.

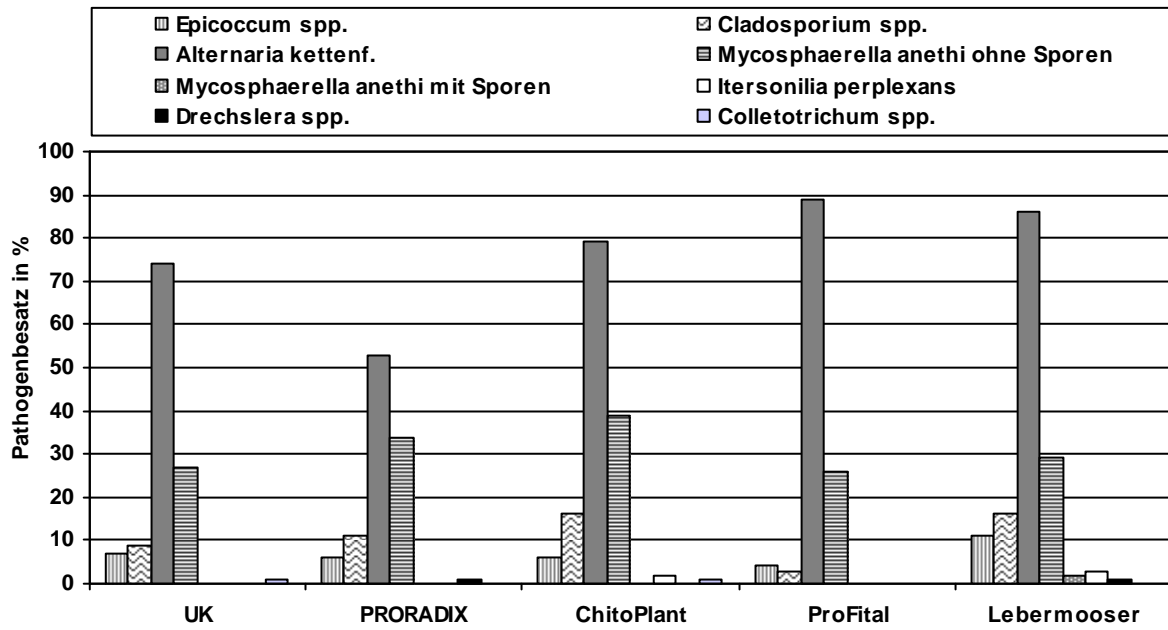


Abb. 44 Pathogenbesatz [%] am Dillsaatgut der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

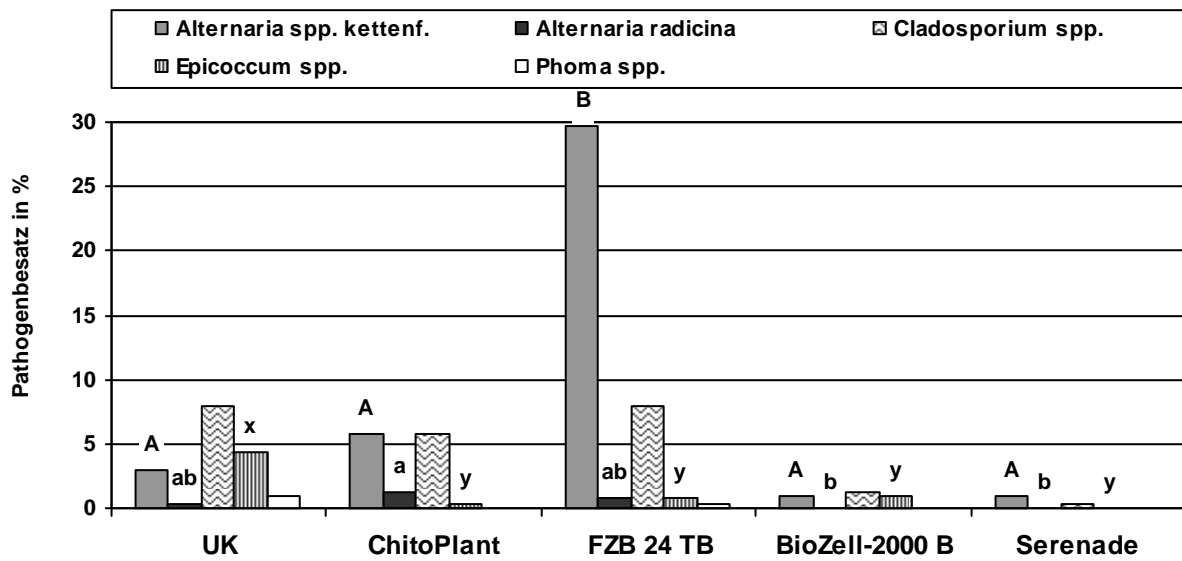


Abb. 45 Pathogenbesatz [%] am Dillsaatgut der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

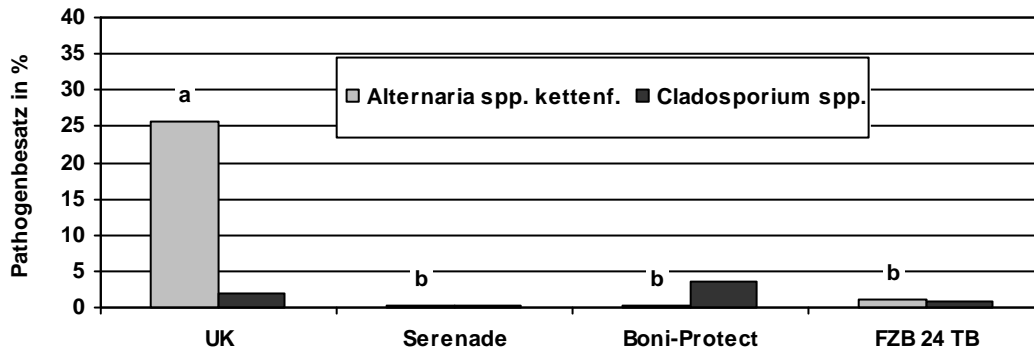


Abb. 46 Pathogenbesatz [%] am Dillsaatgut der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Feldaufgang

Pflanzenzahl/m²

Die durchschnittliche Pflanzenzahl der unbehandelten Kontrolle (UK) lag zwischen 171 (2005) und 421 Pflanzen/m² (2004). Die Pflanzenzahl wurde durch die Saatgutbehandlung in keinem Falle signifikant verändert (Tab. 38).

Tab. 38 Pflanzenzahl/m² von Dill im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahre 2004 – 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2004		2005		2006	
Varianten	Pflanzenzahl	Varianten	Pflanzenzahl	Varianten	Pflanzenzahl
UK	421	UK	171	UK	354
ChitoPlant	388	ChitoPlant	159		
PRORADIX	389	FZB 24 [®] TB	183	FZB 24 [®] TB	316
Lebermooser	412	BioZell-2000B	173	BoniProtect [®]	338
ProFital	475	Serenade	173	Serenade	310

In den Versuchsjahren 2005 und 2006 wurden an zwei Terminen die Pflanzen ausgezählt, um den Keimverlauf bzw. eine mögliche Keimverzögerungen zu ermitteln. Der 1. Termin wurde bei 100 % Aufgang in der Kontrolle gewählt. Der 2. Termin lag 2 Wochen später. Die Ergebnisse zeigen eine deutlich höhere Keimrate zu dem jeweils 2. Auszähltermin, es konnten jedoch ebenfalls keine signifikanten Effekte ermittelt werden (s. Tab. 39).

Tab. 39 Pflanzenzahl/m² von Dill zu zwei Auszählterminen, Versuchsjahre 2005 - 2006 (n.s., Tukey, p ≤ 0,05)

2005			2006		
Varianten	1. Termin (20.06.2005)	2. Termin (04.07.2005)	Varianten	1. Termin (22.05.2006)	2. Termin (31.05.2006)
UK	142	171	UK	197	354
Serenade	108	173	Serenade	189	310
FZB 24 [®] TB	118	183	FZB 24 [®] TB	179	316
BioZell-2000B	110	173	BoniProtect [®]	201	338
ChitoPlant	87	159			

Feldaufgang keimfähiger Körner

Der Feldaufgang der gesäten keimfähigen Körner zeigte ebenso wie die Pflanzenzahl keinen Effekt der geprüften Saatgutbehandlungsvarianten.

(s. Tab. 40).

Tab. 40 Feldaufgang [%] von Dill im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2004 – 2006

2004		2005		2006	
Varianten	Feldaufgang	Varianten	Feldaufgang	Varianten	Feldaufgang
UK	69,3	UK	37,5	UK	41,2
ChitoPlant	63,4	ChitoPlant	26,7		
PRORADIX	65,8	FZB 24 [®] TB	35,6	FZB 24 [®] TB	32,0
Lebermooser	66,9	BioZell-2000B	37,4	BoniProtect [®]	33,7
ProFital	76,5	Serenade	28,7	Serenade	40,2

Werden zwei Auszähltermine der Pflanzenanzahl berücksichtigt, zeigen sich im Versuchsjahr 2005 und 2006 allerdings Unterschiede im Feldaufgang.

Im Versuchsjahr 2005 erbrachte die Variante BioZell-2000B einen leicht höheren Feldaufgang keimfähiger Körner als die Kontrolle (UK). Im Versuchsjahr 2006 wurde ein verminderter Feldaufgang bei den Varianten FZB 24[®] TB und BoniProtect[®] ermittelt.

Tab. 41 Feldaufgang [%] von Dill zu zwei Auszählterminen, Vergleich der Behandlungsvarianten im Versuchsjahr 2005 - 2006

2005			2006		
Varianten	1. Termin (20.06.2005)	2. Termin (04.07.2005)	Varianten	1. Termin (22.05.2006)	2. Termin (31.05.2006)
UK	37,5	45,2	UK	41,2	74,4
Serenade	28,7	45,9	Serenade	40,2	70,0
FZB 24 [®] TB	35,6	55,3	FZB 24 [®] TB	32,0	56,4
BioZell-2000B	37,4	59,2	BoniProtect [®]	33,7	56,5
ChitoPlant	26,7	48,4			

Wuchshöhe zur Ernte

Die durchschnittliche Wuchshöhe der Dillpflanzen der Kontrolle zur Ernte lag zwischen 27,6 cm (2004) und 37,9 cm (2006). Es konnten keine deutlichen Effekte der Saatgutbehandlungen nachgewiesen werden. Ein tendenziell höheres Pflanzenwachstum zeigte sich 2006 bei Variante BoniProtect[®] im Vergleich zur Kontrolle (s. Tab. 42).

Tab. 42 Wuchshöhe [cm] von Dill zur Ernte, Versuchsjahr 2004 – 2006 (keine Buchstaben = n.s., unterschiedlich Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,1$)

2004		2005		2006	
Varianten	Wuchshöhe	Varianten	Wuchshöhe	Varianten	Wuchshöhe
UK	27,6	UK	35,9	UK	37,9 a
ChitoPlant	31,8	ChitoPlant	43,8		
PRORADIX	29,5	FZB 24 [®] TB	42,2	FZB 24 [®] TB	42,1 ab
Lebermooser	28,0	BioZell-2000B	37,6	BoniProtect [®]	43,3 b
ProFital	29,0	Serenade	40,0	Serenade	39,3 ab

Ertrag

In allen Versuchsjahren ergaben sich keine signifikanten Ertragsunterschiede der Frischmasseerträge (FM) zwischen den Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle (UK). Die zusätzliche Auswertung der Erträge an getrockneter Ware (TM) 2006 zeigte ebenfalls keinen Unterschied zwischen den geprüften Varianten. (s. Tab. 43).

Tab. 43 Frischmasse (FM)- und Trockenmasseerträge (TM) von Dill in dt/ha, Vergleich der Behandlungsvarianten in den Versuchsjahren 2004 - 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2004		2005			2006		
Varianten	FM	Varianten	FM	TM	Varianten	FM	TM
UK	80,6	UK	101	12	UK	296,4	29,6
ChitoPlant	103,7	ChitoPlant	103	11			
PRORADIX	90,3	FZB 24	103	12	FZB 24[®] Tb	295,1	29,8
Lebermooser	84,5	BioZell-2000B	86	11	BoniProtect[®]	295,1	30,2
ProFital	89,3	Serenade	96	12	Serenade	294,1	28,9

Bestandesentwicklung im Freiland

Zur ersten Bonitur der Bestandesentwicklung von Dill im Versuchsjahr 2004, die in der 7. Kulturwoche (Entwicklungsstadium: BBCH 25, 3. Laubblatt) durchgeführt wurde, zeigte sich bei allen Varianten eine mittlere bis gute Entwicklung der Pflanzen. Die Pflanzen in den Parzellen waren in der Wuchshöhe inhomogen. Insgesamt zeigten alle Parzellen einen ähnlichen Entwicklungsverlauf ohne Auffälligkeiten. Die zweite Bonitur wurde zur Ernte durchgeführt (Entwicklungsstadium: 5-Blatt-Stadium, beginnendes Schossen) und ergab ebenfalls eine mittlere bis gute Bestandesentwicklung.

Im Versuchsjahr 2005 erfolgte die erste Bonitur der Bestandesentwicklung in der 5. Kulturwoche im Keimblatt- bzw. 3-4 Blattstadium. Die Keimung verlief sehr ungleichmäßig und verzögert aufgrund der lang anhaltenden Trockenheit. In der ersten Wiederholung sorgten Bodenverdichtungen (Fahrspuren) für lückige und inhomogene Bestände. Die Entwicklung wurde variantenübergreifend mit „mittel“ beurteilt. Zur zweiten Bonitur (= Erntetermin) wurde ebenfalls parzellenübergreifend eine „mittlere“ Bestandesentwicklung festgehalten. Im Durchschnitt befanden sich bei allen Parzellen 15 % der Pflanzen im Schossen.

Zum ersten Boniturtermin im Versuchsjahr 2006 (4. Kulturwoche, BBCH 13-15, 1. Fiederblatt) wurden keine kranken Pflanzen ermittelt. Die Keimung verlief sehr verzögert, die Varianten zeigten jedoch einen sehr homogenen Wuchs und einheitliche Pflanzenhöhen. Die zweite Bonitur (7. Kulturwoche, BBCH 50) fand kurz vor der Ernte statt. Die Parzellen waren einheitlich in der Entwicklung (erste Schosser), wiesen jedoch leichte Unterschiede in der Pflanzenhöhe auf.

Krankheitsentwicklung

Bonitert wurden vorwiegend unspezifische Blattvergilbungen und rötliche Blattverfärbungen. Die aufgetretenen Schadsymptome waren bei Dill in der Regel nicht eindeutig einem bestimmten Pathogen zuzuordnen. Je nach Versuchsjahr wurden bestimmte Symptome vermehrt bei den Bonituren erfasst, jedoch ohne einen Einfluss der Behandlungsvariante auf den Befall in einer Parzelle feststellen zu können.

Das Krankheitsauftreten (%) im Versuchsjahr 2004 lag zwischen 5 und 6 % pro Parzelle. Es wurden vorwiegend unspezifische Blattvergilbungen und rötliche Blattverfärbungen ermittelt. Die bonitierte Befallshäufigkeit (%) wurde zur Ernte ermittelt und zeigte eine deutlich verringerte Befallshäufigkeit in den Varianten ChitoPlant und ProFital (Abb. 47). Zum zweiten Boniturtermin (= Erntetermin) wurde für alle Parzellen im Durchschnitt eine „geringe“ bis „mittlere“ Befallsstärke bonitiert.

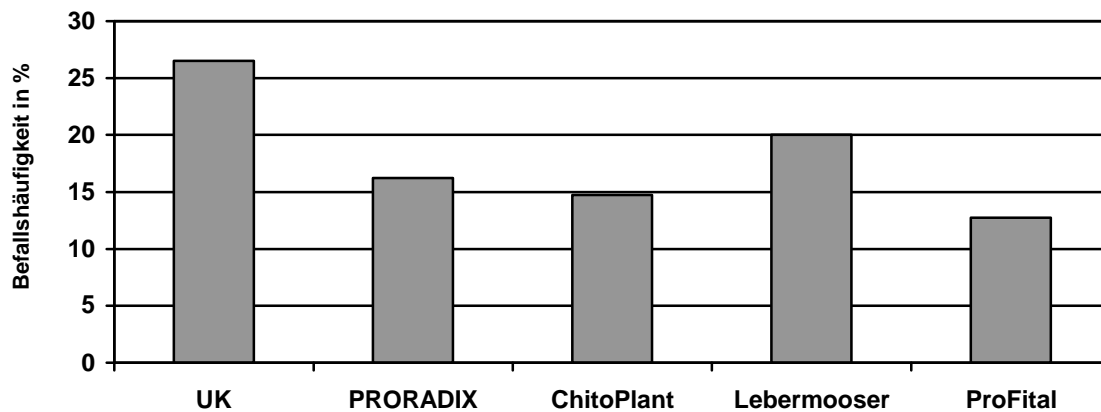


Abb. 47 Befallshäufigkeit [%] bei Dill zur Ernte, Versuchsjahr 2004

Zum Erntetermin im Versuchsjahr 2005 wurde die Anzahl der kranken Pflanzen/Parzelle ausgezählt. Im Mittel der Varianten ergab sich variantenübergreifend ein ähnliches Bild (s. Tab. 44).

Tab. 44 Anzahl kranker Pflanzen/Parzelle im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2005

Varianten	Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen
UK	16
ChitoPlant	23
ProFital	15
BioZell-2000B	14
Serenade	18

Neben den Schadsymptomen an den Pflanzen durch tierische Schaderreger (v.a. Wanzen) kamen gelbliche und rötliche sowie lila Fiederblätter, die keinem eindeutigen Pathogen zugeordnet werden konnten. Die Anzahl der kranken Pflanzen/Parzelle lag im Mittelwert zur Ernte unter 10 und zeigte keinen Effekt der geprüften Saatgutbehandlungen.

Relevante Schaderreger, wie *Alternaria radicina* und *Itersonilia perplexans*) wurden in allen Versuchsjahren vereinzelt in den Beständen nachgewiesen, jedoch ohne

einen Bezug zu den geprüften Varianten herstellen zu können und ohne Relevanz für die weitere Bestandesentwicklung.

Ergebnisse der Modellversuche / Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß

Im Versuchsjahr 2004 zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Saatgutbehandlung auf den Aufgang der Pflanzen im Gefäß (s. Abb. 48). Die Pflanzen der Behandlungsvarianten ChitoPlant und ProFital liefen anfangs schneller auf und wirkten kräftiger, nach 45 Tagen war der Unterschied jedoch nicht mehr erkennbar.

Im Versuchsjahr 2005 ergaben sich zum ersten Auszähltermin keine signifikanten Unterschiede im Aufgang. Beim zweiten Auszähltermin zeigte sich bei den Behandlungsvarianten FZB 24[®] TB und BioZell-2000B ein höherer Aufgang im Vergleich zur Kontrolle. Die dritte Auszählung ergab bei allen Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle einen signifikant höheren Aufgang (s. Abb. 49).

Eine deutliche Keimverzögerung wurde 2006 im Gefäßversuch für die Variante BoniProtect[®] ermittelt (Abb. 50). Die höchste Aufgangsrate lag bei den Varianten Serenade und FZB 24[®] TB, jedoch nicht signifikant höher als in der Kontrolle.

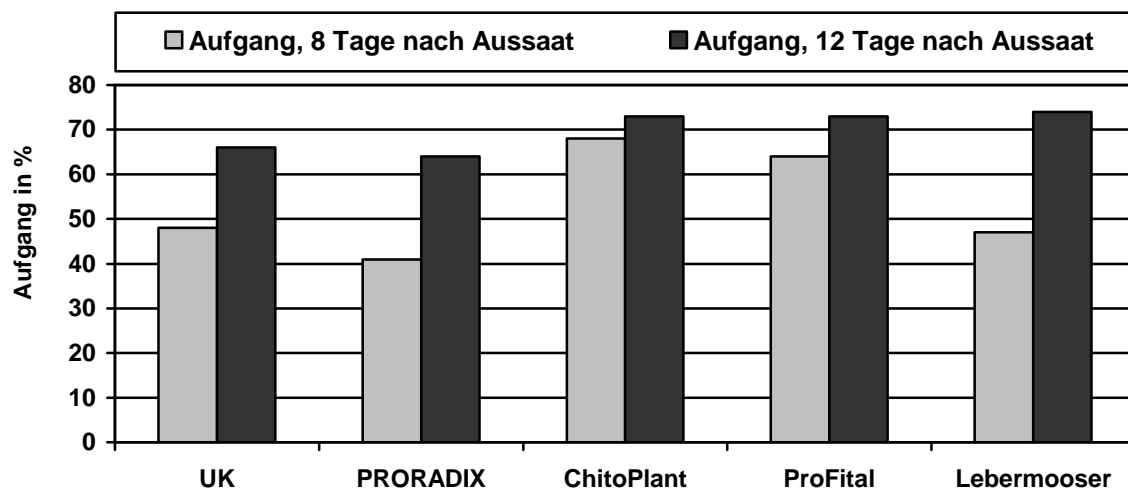


Abb. 48 **Auflauf [%] von Dill 8 und 12 Tage nach Aussaat im Gefäß (BBA), Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)**

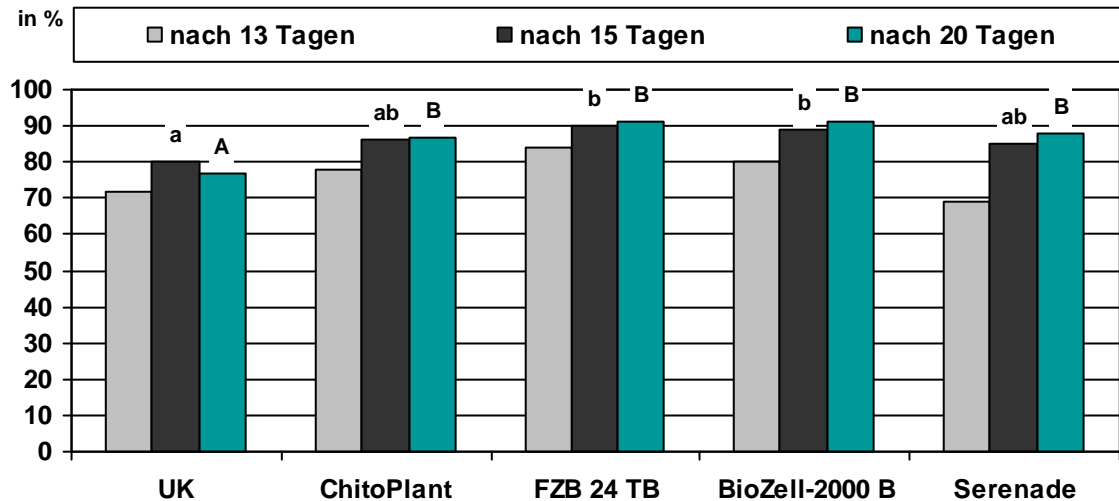


Abb. 49 Aufgang [%] von Dill an drei Terminen, bereinigt um Doppelkeimer, Gefäßversuch 2005 (DLR), (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

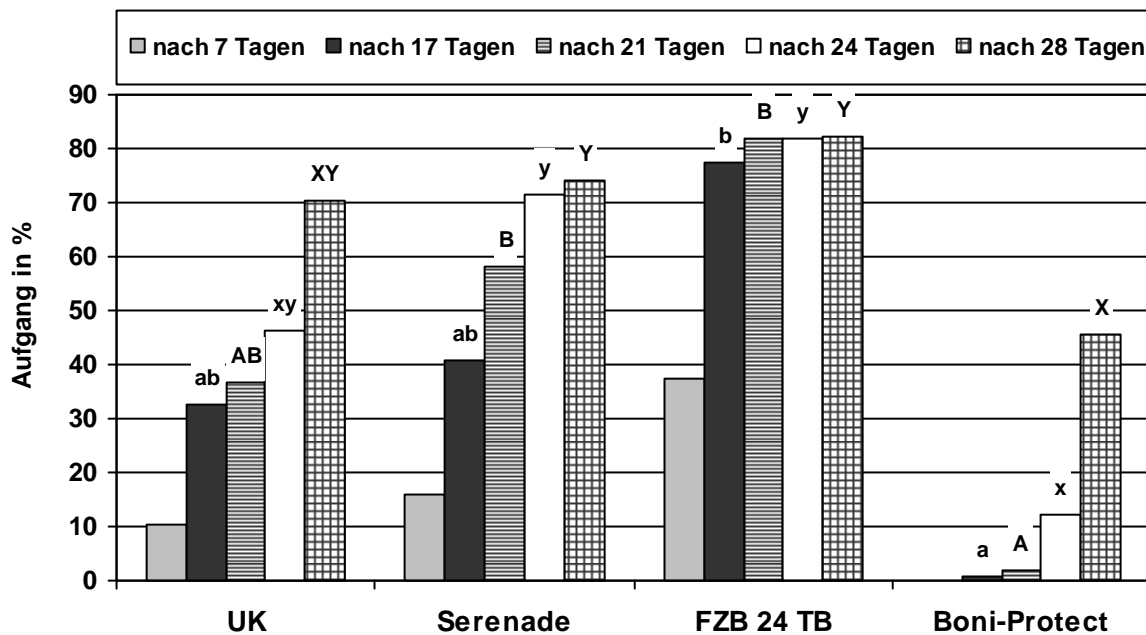


Abb. 50 Aufgang [%] von Dill, bereinigt um Doppelkeimer, Gefäßversuch 2006 (DLR) (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Bei der Ermittlung des Frischgewichtes und des durchschnittlichen Frischgewichtes/100 Pflanzen waren 2004 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten erkennbar (s. Abb. 51). Es konnte damit kein Effekt der Behandlung auf den Massezuwachs nachgewiesen werden. Im Versuchsjahr 2004 traten bei den Pflanzen im Gefäß keine Krankheiten auf.

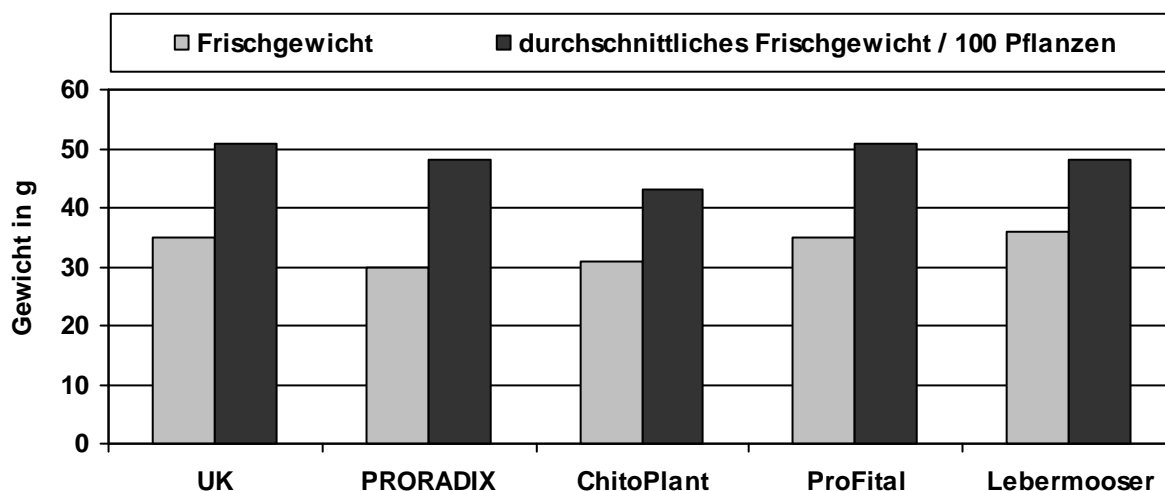


Abb. 51 Frischgewicht und durchschnittliches Frischgewicht/100 Pflanzen [g] im Gefäß (BBA), Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Wird im Versuchsjahr 2005 der Anteil kranker Pflanzen (%) zu den unterschiedlichen Boniturterminen verglichen, so ergibt sich vor allem bei den Behandlungsvarianten FZB 24[®] TB und BioZell-2000B ein geringere Befallshäufigkeit im Vergleich zur Kontrolle (s. Tab. 45).

Tab. 45 Anteil [%] kranker Dillpflanzen zu drei Boniturterminen, Gefäßversuch 2005 (DLR) (keine statistische Verrechnung der B+C Pflanzen)

Varianten	Anteil [%] kranker Dillpflanzen		
	nach 13 Tagen 25.04.2005	nach 15 Tagen 27.04.2005	nach 20 Tagen 02.05.2005
UK	9,6	9,8	11,1
ChitoPlant	5,9	7	3,7
FZB 24 [®] TB	3,8	4,6	2,7
BioZell-2000B	1,2	3,3	2,8
Serenade	9,7	7,5	6,5

Im Versuchsjahr 2006 waren Keimlinge mit Krankheitssymptomen unmittelbar nach Aufgang nicht festzustellen. Im weiteren Verlauf blieb der Anteil kranker Pflanzen deutlich unter 10 % und zeigte keine eindeutigen Zusammenhänge mit einer Behandlungsvariante (Tab. 46).

Tab. 46 Anteil [%] kranker Dillpflanzen zu fünf Boniturterminen, Gefäßversuch 2006 (DLR) (keine statistische Verrechnung der B+C Pflanzen)

Variante	Anteil [%] kranker Dillpflanzen				
	nach 7 Tagen	nach 17 Tagen	nach 21 Tagen	nach 24 Tagen	nach 28 Tagen
UK	0	0,93	2,08	2,29	6,02
Serenade	0	1,83	5,95	4,15	5,19
FZB 24® TB	0	0,65	2,09	2,74	4,19
BoniProtect®	0	0	0,00	4,77	5,09

Prüfung der Varianten in künstlich infiziertem Substrat

Die Testung der geprüften Varianten in mit *Alternaria radicina* infiziertem Substrat erfolgte 2005 und 2006 an der BBA. Der Befall mit *A. radicina* äußerte sich darin, dass zunächst aufgelaufene Pflanzen schlaff wurden und später abstarben.

2005 zeigte nur die Variante Serenade eine signifikante Verbesserung der Pflanzengesundheit, die der Aussaat in unverseuchter Erde annähernd gleich kam (Abb. Zz). Die Auflaufrate lag bei Serenade nur 10 % unter der Kontrolle in nicht infiziertem Substrat, während die Kontrolle in infiziertem Substrat 37 % weniger Aufgang zeigte. 2006 zeigte die Behandlung mit Serenade nach 21 Tagen einen leicht höheren Aufgang als die Kontrolle in nicht infiziertem Substrat.

In der Variante Serenade wurden in beiden Versuchsjahren deutlich weniger abgestorbene Pflanzen im Vergleich zur den anderen Varianten in infiziertem Substrat ermittelt (Abb. 52).

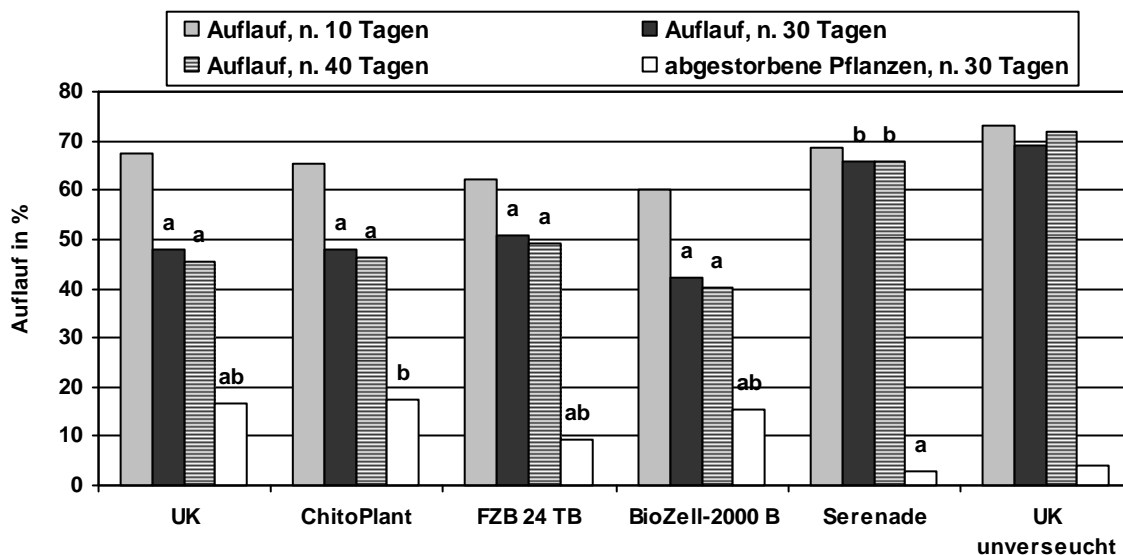


Abb. 52 Auflauf [%] von Dill in infiziertem und nicht infiziertem Substrat zu unterschiedlichen Terminen und Anteil abgestorbener Pflanzen nach 30 Tagen, Gefäßversuch 2005 (BBA, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

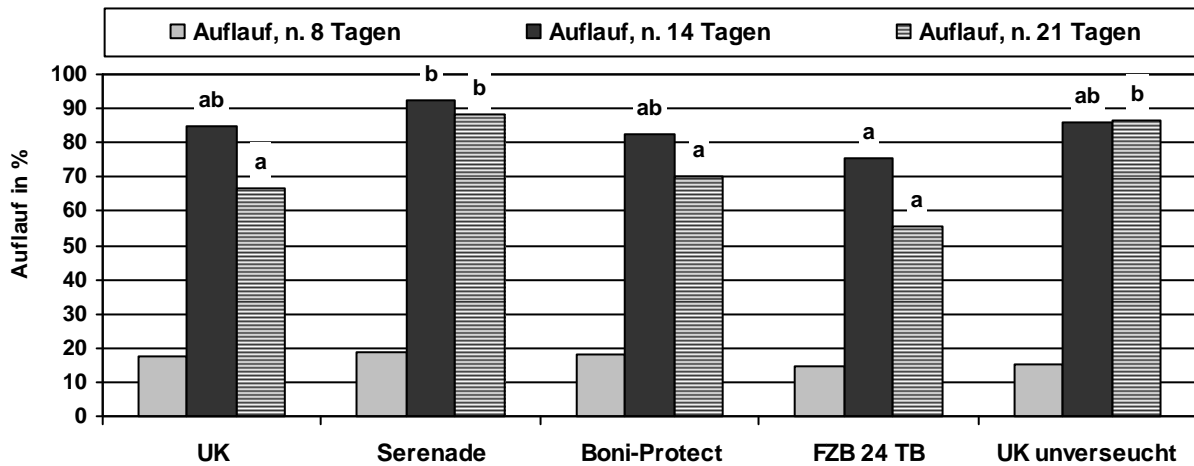


Abb. 53 Auflauf [%] von Dill in infiziertem und nicht infiziertem Substrat zu unterschiedlichen Terminen, Gefäßversuch 2006 (BBA, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

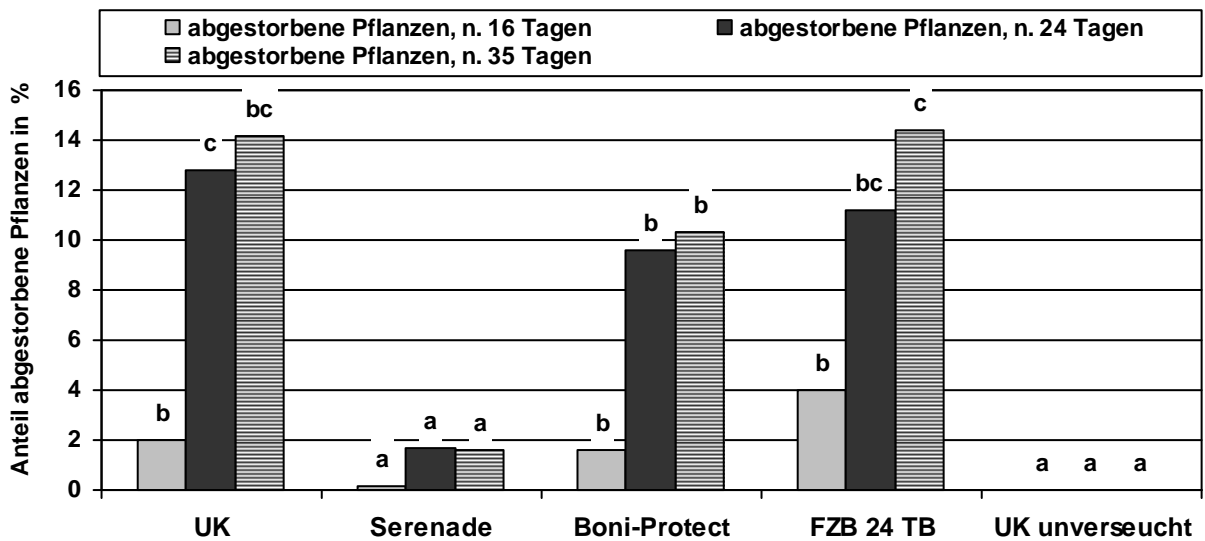


Abb. 54 Anteil [%] abgestorbener Dillpflanzen in infiziertem und nicht infiziertem Substrat zu unterschiedlichen Terminen, Gefäßversuch 2006 (BBA, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

3.1.2.3 Zusammenfassung

In drei Versuchsjahren konnte mit keinem der geprüften Pflanzenstärkungsmittel ein positiver Effekt auf den Feldaufgang von Dill ermittelt werden. Positive Ansätze wurden in den Modellversuchen im Gefäß herausgearbeitet, welche weiter geprüft

werden sollten. Die positiven Ergebnisse beziehen sich aber weder durchgängig auf ein Mittel noch auf einen Wirkmechanismus.

Das TKG wurde von den verschiedenen Verfahren der Saatgutbehandlung nicht verändert. Die Prüfung der Keimfähigkeit konnte ebenfalls keine Effekte verdeutlichen.

Die Ergebnisse des Feldaufgangs (Pflanzenzahl und Aufgang keimfähiger gesäter Körner) deckten sich im Wesentlichen mit denen der Keimfähigkeit. Vereinzelt durchgeführte Untersuchungen des Keimverlaufs zeigen allerdings Tendenzen der Wirkung einiger Mittel, wie beispielsweise der höhere Feldaufgang bei Variante BioZell-2000B in 2005 und der höhere Feldaufgang der Kontrolle und Variante Serenade in 2006.

Die Modellversuche sollten die kurzfristigen Effekte im Aufgang der Saatgutbehandlung näher beleuchten. 2005 konnten die ersten positiven Ansätze aus dem Freilandversuch im Gefäßversuch nur teilweise bestätigt werden.

2006 wurden im Modellversuch für Serenade und FZB 24[®] TB, beide basierend auf dem Wirkstoff *Bacillus subtilis*, positive Ergebnisse ermittelt. Im Infektionsversuch konnten diese Ergebnisse nur für Serenade bestätigt werden, welche den Ergebnissen der Kontrolle in nicht infiziertem Substrat glichen.

Keine Effekte zeigten die Pathogenuntersuchungen des Versuchssaatgutes im Hinblick auf einen veränderten Besatzes an relevanten Pathogenen. Der Ausgangsbesatz mit *Alternaria radicina* und *Itersonilia perplexans* am unbehandelten Saatgut war in den Versuchspartien sehr gering.

Das Ertragsniveau konnte ebenfalls durch die Saatgutbehandlung nicht beeinflusst werden. Die starken Unterschiede im Ertragsniveau ergaben sich aus den unterschiedlichen Erntezeitpunkten in den einzelnen Versuchsjahren mit entsprechend variierendem Massezuwachs.

Damit lassen sich für die entscheidenden Parameter der Saatgutqualität (Keimfähigkeit, Pathogenbesatz und Triebkraft) keine positiven Aussagen erheben.

Insgesamt beschreiben die pflanzenbaulichen Daten keinen kulturtechnischen Vorteil einer der geprüften Saatgutbehandlungen.

Der Vergleich der Keimfähigkeit mit dem Aufgang im Gefäß und dem Aufgang im Rahmen der Pathogenuntersuchung verdeutlicht die insgesamt geringen Effekte und die positiven Ansätze im Modellversuch (Übersicht, Tab 47).

3.1.2.4 Übersicht Modellversuche

+ = verbesserter Aufgang/KF als Kontrolle

0 = kein Effekt

- = niedriger Aufgang/KF als Kontrolle

Tab. 47 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen mit besonderer Relevanz für die Praxis; Dill Modellversuche

Varianten	Keimpfugung (nach 21 Tagen)	Modellversuche Aufgang im Gefäß	Keimtest im Rahmen der Pathogenuntersuchung (nach 12 Tagen, nur 2005)	Aufgang in infiziertem Substrat
2004	(nach 12 Tagen)			
PRORADIX	0	0		
ChitoPlant	0	0		
ProFital	0	0		
Lebermooser	0	0		
2005	(nach 17 Tagen)			(nach 40 Tagen)
ChitoPlant	0	+	0	0
FZB 24[®] Tb	0	+	0	0
BioZell-2000B	0	+	-	0
Serenade	0	+	0	+
2006				(nach 21 Tagen)
Serenade	0	0		+
FZB 24[®] Tb	0	0		0
BoniProtect	0	0		0

3.1.2.5 Diskussion

Das Versuchsziel, einen verbesserten Feldaufgang bei Dill über eine Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln zu erzielen, konnte in den Versuchsarbeiten nicht erreicht werden.

Die drei Versuchsjahre verdeutlichen den starken Einfluss der pflanzenbaulichen Maßnahmen, klimatischen Bedingungen und bodenspezifischen Voraussetzungen auf den Kulturerfolg. In besonderem Maße zählen hierzu: Saatzeitpunkt, Klima, Schädlingsbefall und Bewässerungstechnik. Daraus folgend muss die Verbesserung der Saatgutqualität über andere Maßnahmen, wie Saatgutaufbereitung und (Resistenz-)Züchtung erreicht werden.

Bei den mehrjährig geprüften Mitteln (ChitoPlant, FZB 24[®] TB und Serenade) lassen sich keine Jahresparallelen ziehen. Einzig mit der Behandlung von Serenade konnten in Modellversuchen mit verseuchter Erde in zwei Versuchsjahren signifikante Auflaufverbesserungen erzielt werden. Diese Versuche entsprechen allerdings nicht

praxisrelevanten Bedingungen. Sie zeigen einen Schutz vor bodenbürtigen Pathogenen durch Serenade unter Gewächshausbedingungen.

Eine besondere Schwierigkeit der Pathogenuntersuchungen an der Pflanze stellen die häufigen Mischinfektionen dar. Aus diesem Grund wurde während der dargestellten Versuchsarbeit kein Einzelpathogen fokussiert. Kusterer beschreibt ebenfalls die vielfältigen Krankheitssymptome von Dill, die weitgehend auf Virusinfektionen zurückgeführt werden. Eine große Gefahr geht in diesem Zusammenhang von den Blattläusen aus (*Cavariella aegopodii* und *Myzus persicae*), die neben Saugschäden Viren übertragen und Eintrittspforten für Krankheiten verursachen. Die im Praxisanbau auftretenden Symptome bakterieller Erkrankungen (absterbende, schwarze Blattspitzen und Stängelschnürungen, verursacht durch *Pseudomonas viridiflava*), wurden am Standort Ahrweiler nicht beobachtet (siehe Anhang: Schadbilder an Dill)

Problematisch erwies sich die Bestimmung eines speziellen Pathogenes anhand von auftretenden Symptomen im Bestand.

Der Praxis kann resultierend aus den Ergebnissen der 3 Versuchsjahre keine abschließende Empfehlung für den Einsatz einer Saatgutbehandlung mit den geprüften Pflanzenstärkungsmitteln ausgesprochen werden, um den Feldaufgang entscheidend zu verbessern.

Ähnliche Ergebnisse zur Saatgutbehandlung von Dill werden aus verschiedenen Versuchsarbeiten am Dienstleistungszentrum Rheinpfalz 2002-2004 beschrieben. Dort zeigten unter Freilandbedingungen weder die thermische Saatgutbehandlung noch der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln zur Saatgutbehandlung einen durchgehend positiven Effekt auf die Saatgutqualität und die geprüften pflanzenbaulichen Parameter (Ertrag, Feldaufgang, Pflanzenhöhe, Bestandesentwicklung). Auch hier wurden einzelne positive Tendenzen sichtbar (z. B. PRORADIX-Behandlung), die sich nicht über mehrere Jahre absichern ließen. Für die Praxis wurde ebenfalls die Schlussfolgerung gezogen, dass der stärkste Einfluss auf den Kulturerfolg bei Dill von den kulturtechnischen Maßnahmen (beispielsweise Saatzeitpunkt, Schädlingsbefall), dem Einfluss von Witterung und den spezifischen Standortbedingungen ausgeht.

Die von Gärber 2001 dargestellten Untersuchungen zur verminderten Auflauftrate von Dillsaatgut in mit *A. radicina* infiziertem Substrat um 46 % gegenüber einer Kontrolle in nicht infiziertem Substrat wurden in beiden Versuchsjahren bestätigt. Die Behandlung mit Serenade bot in den dargestellten Versuchsreihen einen wirksamen Schutz in infiziertem Substrat.

3.1.3 Fenchel

Versuchsziel

Verbesserung der Saatgutqualität durch die Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln und physikalischen Behandlungsmaßnahmen

Pathogenschwerpunkt

Mycosphaerella anethi (Anthraknose)

Verticillium dahliae (Welkeerkrankung)

3.1.3.1 Material und Methoden

Das Versuchsziel wurde in mehreren Feldversuchen bearbeitet. Da bei Fenchel im Vordergrund der pilzliche Schaderreger *Mycosphaerella anethi* (Anthraknose) steht, wurden gezielt Saatgutpartien mit vermutlich hohem Befall diesen Schaderregers ausgewählt. Weiter wurden verschiedene pilzliche und bakterielle Schaderreger berücksichtigt. Hierzu gehören die Welkeerkrankung *Verticillium dahliae*, die Stängelbräune *Phoma foeniculina* und der bakterielle Doldenbrand. In Tabelle 48 ist eine Übersicht der Feldversuche 2004 bis 2006 aufgeführt. Parallel zu den Feldversuchen im Freiland wurden Gefäßversuche mit denselben Varianten im geschützten Anbau angelegt. In Gefäßversuchen wurde der Aufgang unter kontrollierten Bedingungen ermittelt (= erweiterter Triebkrafttest).

Tab. 48 Übersicht der durchgeführten Saatgutbehandlungsversuche mit Fenchel in den Versuchsjahren 2005 – 2006

Versuchsjahr	2004	2005 Versuch 1	2005 Versuch 2	2006
Pathogen-schwerpunkt	<i>Mycosphaerella anethi</i>	<i>Mycosphaerella anethi</i>	<i>Verticillium</i> spp.	<i>Mycosphaerella anethi</i>
Varianten	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: PRORADIX Var. 5: FZB 24® TB	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/ 10 min (HW 50/10) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: ChitoPlant Var. 5: BioZell-2000B	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/ 10 min (HW 50/10) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: BioZell-2000B	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 1) Var. 4: Elektronenbehandlung 100kV/20kGy (Eb 2) Var. 5: Essigsäure Var. 6: ChitoPlant Var. 7: Ethanol Var. 8: Lebermooser

Erfasste Versuchsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG), ganzes Korn - Keimfähigkeit (KF) - Bruchkornanteil - Wirksamkeit der geprüften Behandlungen - Feldaufgang und Pflanzenzahl/m² im Freiland - Pflanzenhöhe - Bestandesentwicklung 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Krankheitsverlauf von <i>Mycosphaerella anethi</i> (visuelle Bonitur) - Ertrag: Trockenmasse (TM) aufbereiteter Ware (dt/ha) 	-	-	Krankheitsverlauf von <i>Mycosphaerella anethi</i> (visuelle Bonitur)
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage			
Parzellengröße	10 m ²	10 m ²	10 m ²	10 m ²
Anzahl Wdh	4	4	4	4

Die Bestandesentwicklung und das Auftreten von Krankheiten wurden mittels visueller Bonitur über den gesamten Versuchszeitraum beobachtet. Ausführlich wurde der Krankheitsverlauf des Schaderregers *Mycosphaerella anethi* in den Versuchsjahren 2004 und 2006 bonitiert (Boniturschema Landespflanzenschutzamt Vorlage im Anhang). Im Versuchsjahr 2005 wurden die zwei Fenchel-Versuchsanlagen durch Hagelschäden Ende Juli so stark beeinträchtigt, dass eine Versuchsauswertung am Bestand (Krankheitsverlauf, Höhe, Ertrag) nicht mehr möglich war.

In folgender Tabelle sind die Versuchsbedingungen der Parallelversuche dargestellt.

Tab. 49 Übersicht der durchgeführten Parallelversuche mit Fenchel in den Versuchsjahren 2004 – 2006, Ahrweiler

Versuchsjahr	2004	2005		2006
		Versuch 1	Versuch 2	
	Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß			
Standort	DLR	DLR	DLR	DLR
Ansatz	06.07.2004	09.05.2005	21.05.2005	12.04.2006
Auswertung	25.08.2004	27.05.2005	31.05.2005	02.05.2006
Varianten	siehe Varianten aus dem Freilandversuch			
Datenerfassung	Auszählen des Auflaufs an mehreren Terminen			
	- Pflanzenhöhe	Beurteilung der Pflanzen nach Gesundheit in drei Kategorien A, B und C		
	- kranke Pflanzen			
	- Frischgewicht			

Da es sich bei Fenchel um eine Spaltfrucht handelt, wurden im Gefäßversuch alle Keimlinge erfasst. Bei 100 gesäten Körnern, welche ohne Berücksichtigung von Ganz- oder Halbkorn ausgelegt wurden, kann der erfasste Aufgang damit über 100 Keimlingen und über 100 % liegen. Sowohl die Erfassung des Gewichtes wie auch die Erfassung der kranken Pflanzen beziehen sich daher auf die Gesamtzahl an Keimlingen, unter Berücksichtigung der Doppelkeimer.

Die bei Fenchel verwendeten Saatgutbehandlungsmittel und deren Wirksubstanzen sowie die Durchführung der Behandlung am Saatgut werden in Kapitel 2.2 beschrieben.

Weitere Angaben zur Durchführung der Freilandversuche sind in Tabelle 50 aufgeführt.

Tab. 50 Angaben zur Versuchsdurchführung bei Fenchel, Freilandversuche 2004 - 2006

Versuchsjahr	2004	2005		2006
		Versuch 1	Versuch 2	
Vorfrucht	Ringelblume	Klee	Klee	Getreide
Sorte	`Magnafena´	`Berfena´	`Berfena´	`Großfrüchtiger´
Versuchsstandort	Grafschaft - Esch	Grafschaft - Esch	Grafschaft - Esch	Klein-Altendorf
Aussaattermin:	15.04.2004	15.04.2005	15.04.2005	10.04.2006
Reihenabstand	50 cm	50 cm	50 cm	50 cm
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 6,6 Var. 2: 6,5 Var. 3: 5,9 Var. 4: 6,3 Var. 5: 6,4	Var. 1: 5,6 Var. 2: 5,5 Var. 3: 5,7 Var. 4: 6,2 Var. 5: 5,2	Var. 1: 5,7 Var. 2: 4,8 Var. 3: 5,1 Var. 4: 5,3	Var. 1: 5,4 Var. 2: 4,1 Var. 3: 5,6 Var. 4: 4,9 Var. 5: 4,7 Var. 6: 4,8 Var. 7: 5,2 Var. 8: 5,0
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn NO₃- N(kg/ha)	0-30 cm: 24 30-60 cm: 34	0-30 cm: 40 30-60 cm: 41	0-30 cm: 40 30-60 cm: 41	0-30 cm: 35 30-60 cm: 97
Düngung (N/ha):	30 kg 18.05.2004	30 kg 28.04.2005	30 kg 28.04.2005	40 31.05.2006
Pflanzenschutz- maßnahmen	-	-	-	-
Erntetermin	25.10.2004	Versuche konnten wegen starken Hagelschaden nicht beerntet werden		Konnte wegen später Abreife nach Projektende nicht mehr beerntet werden

3.1.3.2 Ergebnisse

Tausendkorngewicht (TKG)

In den Versuchen 2004, 2005/1 und 2006 war kein signifikanter Einfluss der Behandlung auf das Tausendkorngewicht (TKG) im Vergleich zur Kontrolle (UK) zu erkennen. Im Versuch 2/2005 wiesen das Saatgut der Heißwasservariante (HW 50/10) und der BioZell-2000B-Variante ein signifikant niedrigeres TKG auf, als das der Kontrolle (s. Tab. 51).

Tab. 51 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Fenchel, Versuchsjahr 2004 - 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$, keine Buchstaben= n.s..)

2004		2005				2006	
Varianten	TKG	Versuch 1		Versuch 2		Varianten	TKG
		Varianten	TKG	Varianten	TKG		
UK	7,05 ab	UK	10,9	UK	9,8 b	UK	6,9 ab
HW 50/20	6,65 a	HW 50/10	10,8	HW 50/10	8,6 a	HW 50/20	6,6 a
Eb 95/20	6,83 a	Eb 95/20	11,4	Eb 95/20	9,5 ab	Eb 95/20	7,2 ab
Proradix	7,65 b	BioZell-2000B	10,5	BioZell-2000B	8,6 a	Eb 100/20	7,4 b
FZB® 24 Tb	6,75 a	ChitoPlant	10,8			ChitoPlant	7,4 b
						Essigsäure	6,9 ab
						Ethanol	7,4 ab
						Lebermooser	6,7 ab

Keimfähigkeit (KF)

2004 reduzierte nur die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) deutlich die Keimfähigkeit (KF 15%) im Vergleich zur Kontrolle (UK mit KF 65%). Im Jahr 2005 erhöhte eine Behandlung mit ChitoPlant im Versuch 1 die Keimfähigkeit signifikant (KF ChitoPlant 91%, KF Kontrolle 84%). Im Versuch 2 wies die Kontrolle mit 82% die höchste Keimfähigkeit auf, während alle Behandlungsvarianten eine deutlich niedrigere Keimfähigkeit zeigten. Im Versuch 2006 reduzierte wiederum nur die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) die Keimfähigkeit signifikant (s. Tab. 52).

Tab. 52 Keimfähigkeit (KF in %) von Fenchelsaatgut, Versuchsjahre 2004 – 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

2004		2005				2006	
		Versuch 1		Versuch 2			
Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]
UK	65 b	UK	84 a	UK	82 b	UK	81 b
HW 50/20	15 a	HW 50/10	86 ab	HW 50/10	62 a	HW 50/20	70 a
Eb 95/20	60 b	Eb 95/20	83 a	Eb 95/20	56 a	Eb 95/20	83 b
PRORADIX	54 b	BioZell-2000B	86 ab	BioZell-2000B	58 a	Eb 100/20	80 ab
FZB® 24 Tb	58 b	ChitoPlant	91 b			ChitoPlant	79 ab
						Essigsäure	83,0 b
						Ethanol	84,5 b
						Lebermooser	76,8 ab

Keimung im Rahmen der Pathogenuntersuchungen

2004 zeigte die Keimfähigkeit, die im Rahmen der Pathogenuntersuchung beobachtet wurde, sowohl nach 7 als auch nach 14 Tagen eine signifikante Reduktion durch die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) im Vergleich zur Kontrolle und spiegelt das Ergebnisse der Keimprüfung nach ISTA wieder. Der Anteil brauner Wurzeln wurde durch die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) reduziert (s. Abb. 55). Im Jahr 2005 konnte weder im Versuch 1 noch im Versuch 2 ein signifikanter Einfluss einer Behandlung auf die Keimung nach 7 und 12, bzw. 14 Tagen und den Anteil brauner Wurzeln ermittelt werden (s. Abb. 56). Die in der Keimprüfung (ISTA-Keimtes)t ermittelte Erhöhung der Keimfähigkeit in Variante ChitoPlant in Versuch 2005/1 konnte nicht beobachtet werden. Ebenfalls wurde in Versuch 2005/2 die höhere Keimfähigkeit der Kontrolle in den Pathogenuntersuchungen nicht sichtbar. Auch im Versuch 2006 blieb die Keimfähigkeit und der Anteil brauner Wurzeln unbeeinflusst, wobei die Heißwasservariante tendenziell zum späteren Zeitpunkt die höchste Keimfähigkeit aufwies (s. Abb. 57), auch hier ein gegenläufiges Ergebnis zu den Keimtests nach ISTA-Vorschrift.

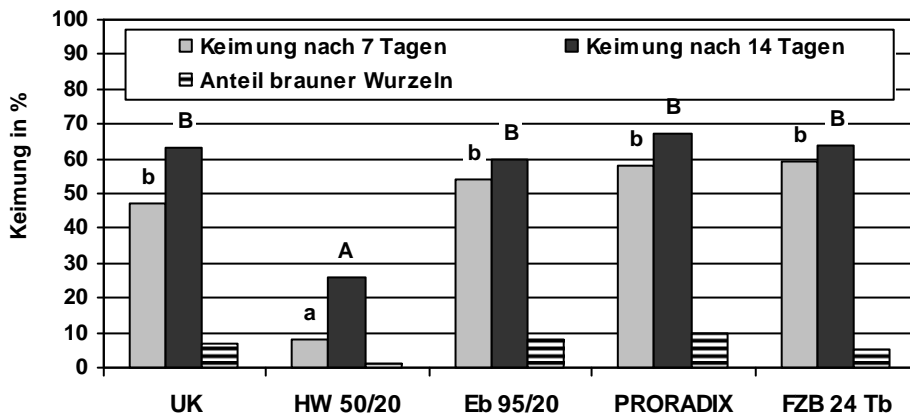


Abb. 55 Keimung [%] nach 7 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln, Untersuchung BBA an Fenchel 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

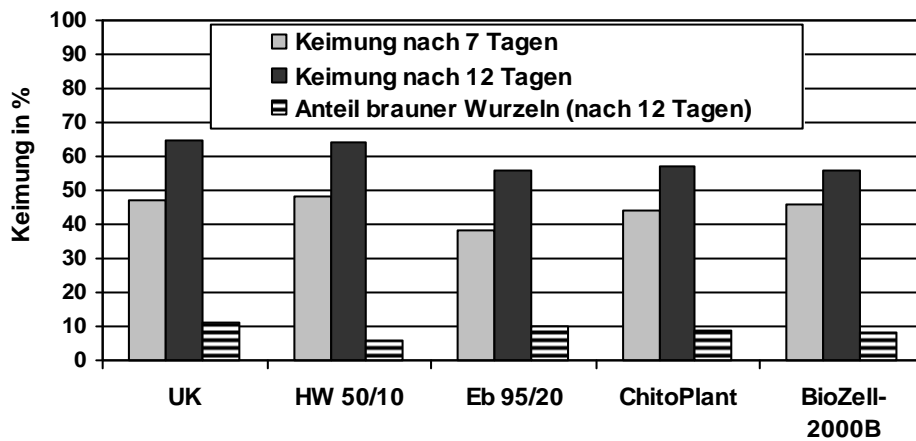


Abb. 56 Keimung [%] nach 7 und 12 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln nach 12 Tagen, Untersuchung BBA an Fenchel 2005 / Versuch 1 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

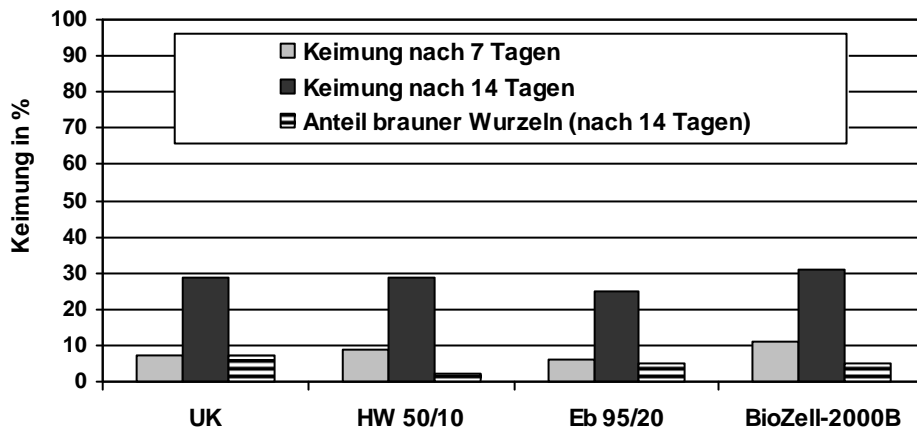


Abb. 57 Keimung [%] nach 7 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln nach 14 Tagen, Untersuchung BBA an Fenchel 2005 / Versuch 2 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

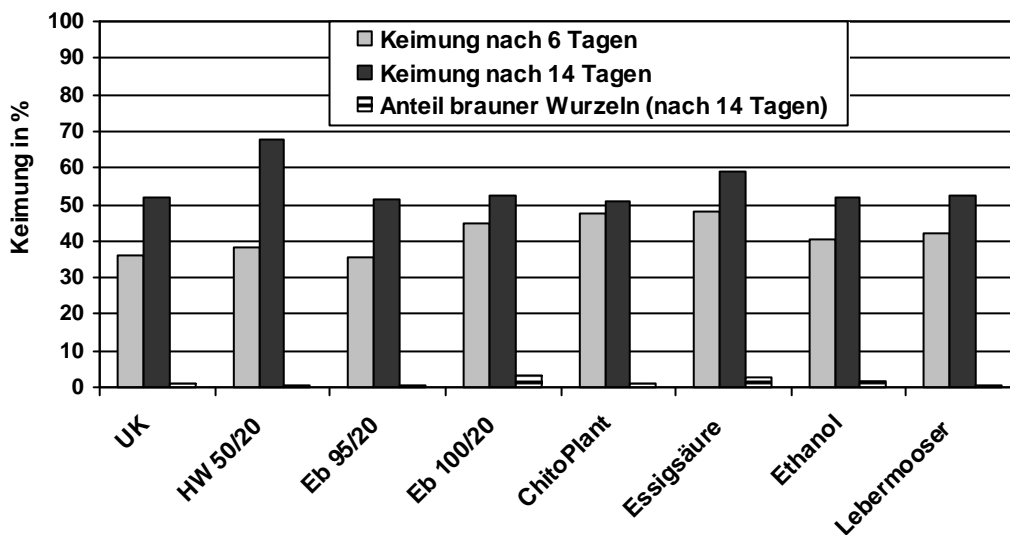


Abb. 58 Keimung [%] nach 6 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln nach 14 Tagen, Untersuchung BBA an Fenchel 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Pathogene am Saatgut / Wirksamkeit der Behandlungen

Zur Erfassung der Wirksamkeit der Behandlungen wurde im Versuchsjahr 2004 neben den pilzlichen Schaderregern auch der Gesamtbakterienbefall am Saatgut bestimmt, ohne jedoch eine weitere Differenzierung der Bakterien vorzunehmen. Durch die Heißwasser- (HW 50/20) und Elektronenbehandlung (Eb 95/20) konnte der Bakterienbesatz am Saatgut absicherbar reduziert werden (s. Untersuchung auf PDA, Abb. 59). Der Befall an *Mycosphaerella anethi* am Saatgut wurde durch die Behandlungen nicht reduziert. Es wurden lediglich die Stroma an den Samen bewertet. Unter der verwendeten Nachweismethode sporulieren diese kaum. Die Stroma sind nach der Saatgutbehandlung weiterhin vorhanden. Da sie nicht sporulieren, kann kein Rückschluss auf die Pathogenität gezogen werden. Einzelne

Erreger wurden durch die Heißwasserbehandlung und die Elektronenbehandlung reduziert (*Gonatobotrytis* spp.) andere durch die Heißwasserbehandlung stark vermehrt (*Sordaria* spp.) Auffallend war das verstärkte Auftreten von Hefen in der Heißwasservariante (s. Abb. 59). Diese Hefen zeigten eine antifungale Wirkung, erkennbar an deutlich ausgeprägten Hemmhöfen.

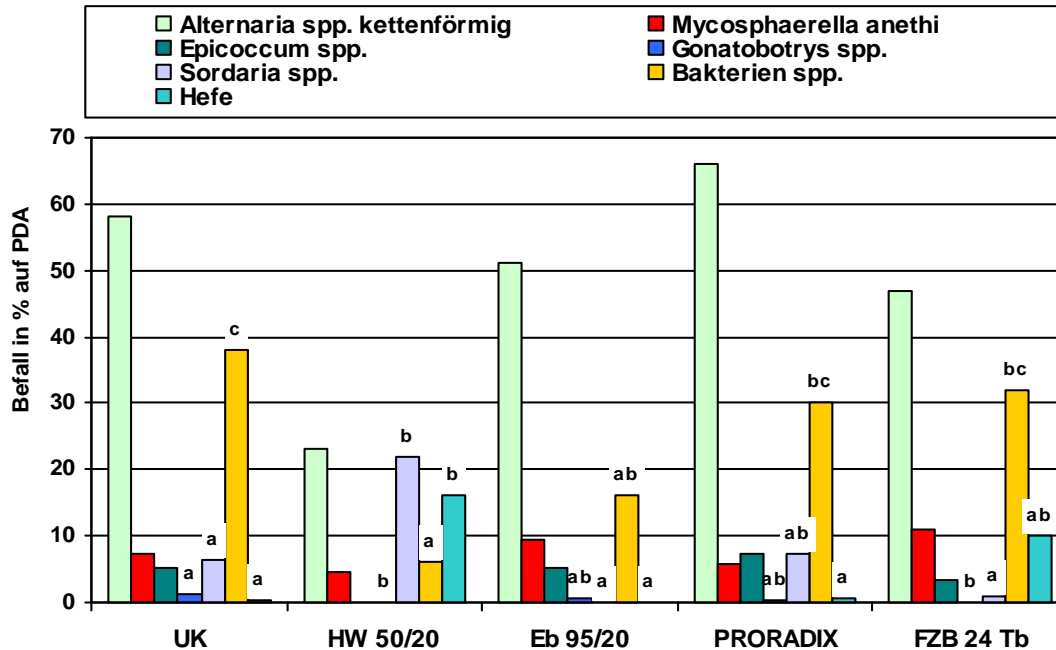


Abb. 59 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Fenchel untersucht auf PDA, Versuchsjahr 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Auf Filterpapier wurde insgesamt keine deutliche Reduktion der Pathogene durch eine Saatgutbehandlungsvariante sichtbar (s. Abb. 60).

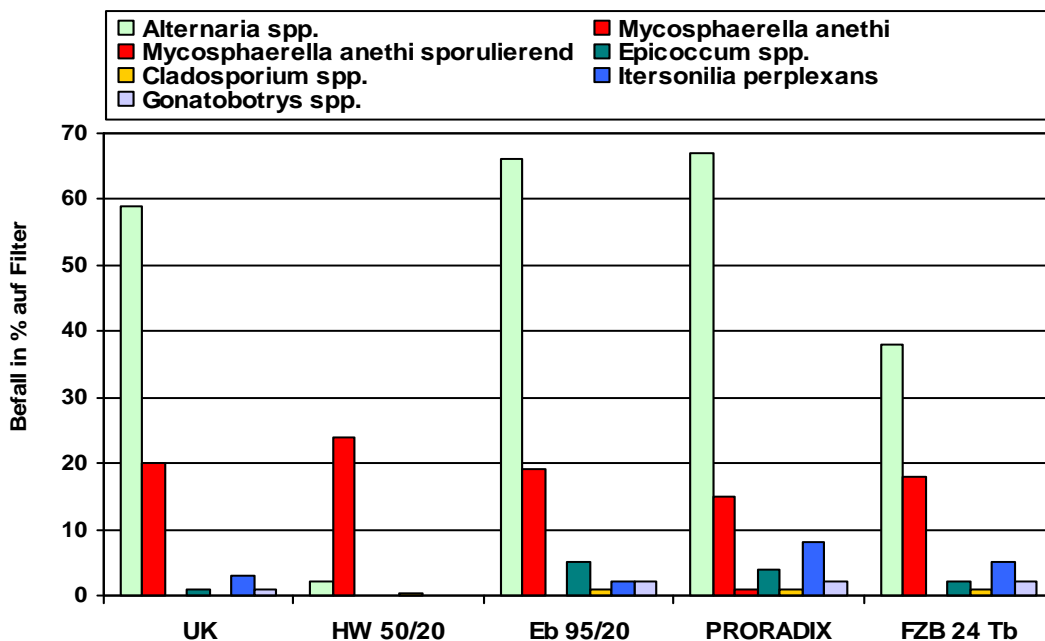


Abb. 60 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Fenchel untersucht auf Filter, Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Der Wirkungsgrad [%] der Behandlungen (untersucht auf PDA) ist in folgender Tabelle aufgeführt.

Tab. 53 Wirkungsgrad [%] der Behandlung auf ausgesuchte Pathogene an Fenchelsaatgut (PDA), Versuchsjahr 2004

2004	Wirkungsgrad [%]					
Pathogene	<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	<i>Mycosphaerella anethi</i>	<i>Epicoccum</i> spp.	<i>Gonatobotrys</i> spp.	<i>Sordaria</i> spp.	Bakterien
Varianten						
HW 50/20	60	36	100	100	0	84
Eb 95/20	13	0	0	46	100	58
PRORADIX	0	22	0	77	0	21
FZB 24® Tb	19	0	38	100	84	16

Im Versuchsjahr 2005 konnte im Versuch 1 kein deutlicher Effekt einer Behandlung auf den Saatgutbefall nachgewiesen werden. Nur beim Besatz mit *Rhizopus* spp. bewirkte die Elektronenbehandlung eine signifikante Reduktion (s. Abb. 61).

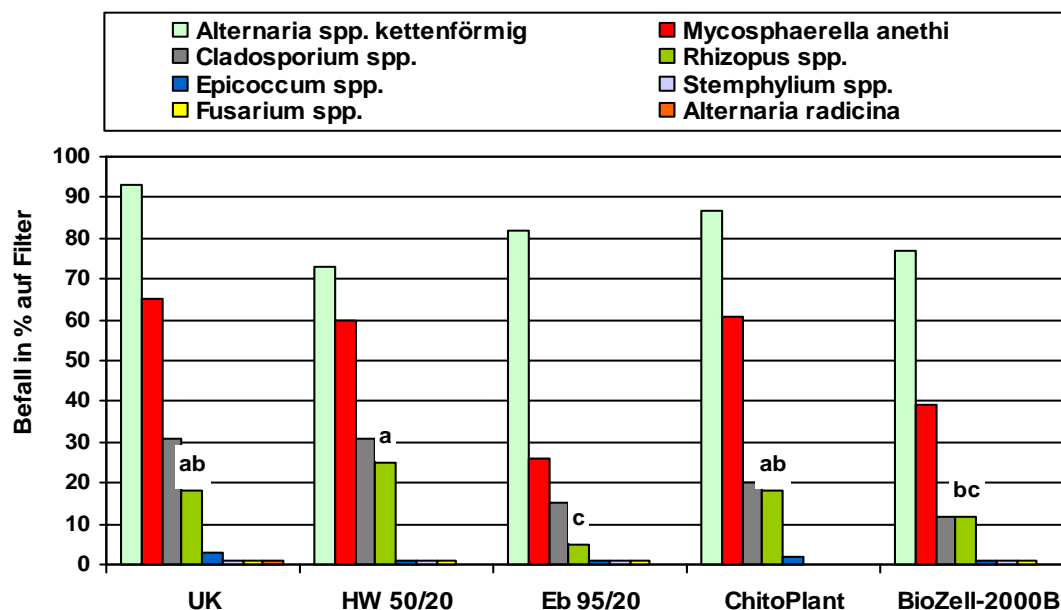


Abb. 61 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Fenchel untersucht auf Filter, im Jahr 2005 Versuch 1 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Für 2005 Versuch 1 sind in folgender Tabelle sowohl der Wirkungsgrad [%] der Behandlungen auf wichtige aufgetretene Pathogene, als auch der Wirkungsgrad auf die Ausbildung brauner Wurzeln nach 12 Tagen dargestellt (Tab. 54).

Tab. 54 Wirkungsgrad [%] der Behandlung auf ausgesuchte Pathogene an Fenchelsaatgut und Bildung brauner Wurzeln nach 12 Tagen (auf Filter), 2005 Versuch 1

2005 /Versuch1	Wirkungsgrad [%]		
Pathogene	<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	<i>Mycosphaerella anethi</i>	Braune Wurzeln nach 12 Tagen
Varianten			
HW 50/10	22	8	45
Eb 95/20	12	60	18
ChitoPlant	7	6	18
BioZell-2000B	17	40	27

Im Versuch 2/2005 bewirkte die Heißwasser- und die Elektronenbehandlung (HW 50/10 und Eb 95/20) eine signifikante Reduktion von *Verticillium dahliae* und der *Alternarien*. Am Saatgut der Heißwasservariante wurde ein erhöhter Besatz mit *Mycosphaerella anethi* festgestellt. Der Saatgutbesatz mit *Cladosporium* spp. konnte durch alle Behandlungen deutlich reduziert werden (s. Abb. 62).

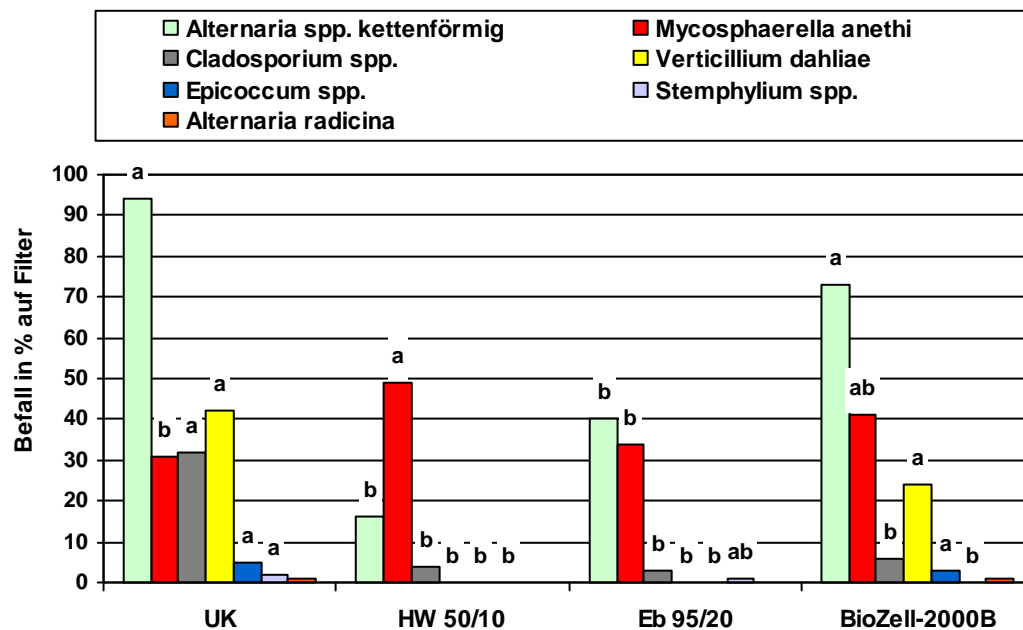


Abb. 62 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Fenchel untersucht auf Filter, im Jahr 2005 Versuch 2 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Während die physikalischen Verfahren (HW 50/10 und Eb 95/20) bei dem Besatz mit *Alternaria radicina*, *Verticillium dahliae* und *Epicoccum* spp. einen 100%igen Wirkungsgrad erzielten, erreichte keine der im Versuchsjahr 2005 im Versuch 2 eingesetzten Behandlungsvarianten eine Wirkung auf den Befall mit *Mycosphaerella anethi* (s. Tab. 55).

Tab. 55 Wirkungsgrad [%] der Behandlung auf ausgesuchte Pathogene an Fenchelsaatgut (auf Filter), 2005 Versuch 2

2005 Versuch 2	Wirkungsgrad [%]						
Pathogen	<i>Alternaria</i> spp. ket- tenförmig	<i>Alternaria</i> <i>radicina</i>	<i>M.</i> <i>anethi</i>	<i>Clado-</i> <i>sporium</i> spp.	<i>Verti-</i> <i>cillium</i> <i>dahliae</i>	<i>Epi-</i> <i>coccum</i> spp.	<i>Stemphy-</i> <i>lium</i> spp.
Varianten							
HW 50/10	83	100	0	88	100	100	100
Eb 95/20	57	100	0	91	100	100	50
BioZell- 2000B	22	0	0	81	43	40	100

Im Versuchsjahr 2006 erreichte nur die Variante der Heißwasserbehandlung (HW 50/20) eine signifikante Reduktion aller Pathogene mit Ausnahme von *Mycosphaerella anethi* im Vergleich zur Kontrolle (s. Abb. 63). *M. anethi* trat in allen Varianten auf, überwiegend in Form der Stroma, die nur relativ wenig sporulierten.

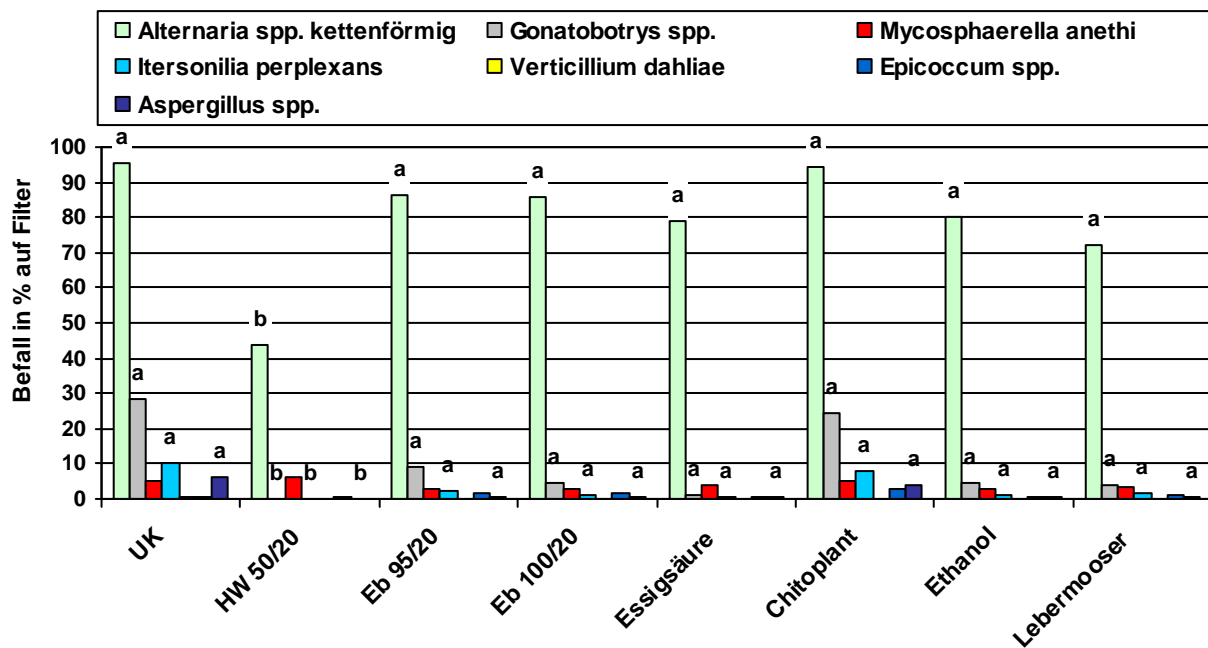


Abb. 63 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Fenchel untersucht auf Filter, Versuchsjahr 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

In folgender Tabelle sind die Wirkungsgrade [%] der Behandlungen auf die wichtigsten Pathogene, die im Versuchsjahr 2006 auftraten, aufgeführt.

Tab. 56 Wirkungsgrad [%] der Behandlung auf ausgesuchte Pathogene an Fenchelsaatgut (auf Filter), Versuchsjahr 2006

2006	Wirkungsgrad [%]		
Pathogen	<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	<i>Mycosphaerella</i> <i>anethi</i>	<i>Itersonilia</i> <i>perplexans</i>
Varianten			
HW 50/20	54	0	100
Eb 95/20	10	46	81
Eb 100/20	10	60	90
Essigsäure	17	26	97
ChitoPlant	1	0	25
Ethanol	16	60	90
Lebermooser	24	34	83

Feldaufgang

Pflanzenzahl: Im Versuchsjahr 2004 bewirkte nur die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) einen signifikant geringeren Aufgang im Vergleich zur Kontrolle (UK). Während 2005 im Versuch 1 die Kontrolle den höchsten Feldaufgang aufwies, zeigte sich bei der Elektronenbehandlungsvariante (Eb 95/20) eine deutlich niedrigere Pflanzenzahl/m². Im Versuch 2 war kein Einfluss einer Behandlung auf den Feldaufgang zu beobachten. 2006 hingegen lag der Feldaufgang bei der Elektronenbehandlung mit den Parametern 100kV/20kGy (Eb 100/20) deutlich unter dem der Kontrolle und damit auch unter der Variante Eb 95/20 (s. Tab. 57).

Tab. 57 Pflanzenzahl/m² von Fenchel im Vergleich der Behandlungsvarianten , Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede 2004+2006; 2005/2 n.s.: Tukey, p ≤ 0,05; 2005/1: Tukey, p ≤ 0,1)

2004		2005				2006	
		Versuch 1		Versuch 2			
Varianten	Pflanzen-zahl	Varianten	Pflanzen-zahl/m ²	Varianten	Pflanzen-zahl/m ²	Varianten	Pflanzen-zahl/m ²
UK	64 b	UK	57 b	UK	26	UK	45 bc
HW 50/20	33 a	HW 50/10	48 ab	HW 50/10	22	HW 50/20	37 abc
Eb 95/20	62 b	Eb 95/20	37 a	Eb 95/20	24	Eb 95/20	36 ab
PRORADIX	66 b	BioZell-2000B	44 ab	BioZell-2000B	31	Eb 100/20	27 a
FZB 24® Tb	70 b	ChitoPlant	48 ab		n.s.	ChitoPlant	49,8 bc
						Essig-säure	49 bc
						Ethanol	50 c
						Leberm.	48 bc

Im Versuchsjahr 2006 wurden die Pflanzen an zwei Terminen ausgezählt, um eine mögliche Keimverzögerung zu ermitteln. Beim ersten Termin (03.05.2006, 4. KW) wies die Variante der Elektronenbehandlung (Eb 100/20) die signifikant niedrigste Pflanzenzahl/m² im Vergleich zur Kontrolle mit auf. Bei der zweiten Auszählung 12 Tage später (6. KW) war diese Differenz nicht mehr signifikant, wohingegen die Anzahl bei der Heißwasservariante (HW 50/20) deutlich mit 40 Pflanzen/m² gegenüber der Kontrolle mit 62 Pflanzen/m² zurück blieb (s. Tab. 58).

Tab. 58 Pflanzenzahl/m² von Fenchel zu zwei Auszählterminen, im Versuchsjahr 2006 (unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede, Tukey, p ≤ 0,05)

2006	Pflanzenzahl/m ²	
	1. Termin	2. Termin
	03.05. (4. KW)	15.05. (6. KW)
UK	45 bc	62 b
HW 50/20	37 abc	40 a
Eb 95/20	36 ab	61 b
Eb 100/20	27 a	57 b
Essigsäure	49 bc	56 b
ChitoPlant	50 bc	62 b
Ethanol	50 c	61 b
Lebermooser	48 bc	60 b

Feldaufgang keimfähiger Körner

Trotz geringer Keimfähigkeit und Pflanzenzahl/m² wies die Variante Heißwasserbehandlung (HW 50/20) im Versuchsjahr 2004 den höchsten Feldaufgang der gesäten keimfähigen Körner [FA in %] im Vergleich zur Kontrolle (UK) auf. Alle weiteren Behandlungsvarianten hatten 2004 keinen Einfluss auf den Feldaufgang. Im Versuchsjahr 2005 zeigten sich weder im Versuch 1 noch im Versuch 2 Unterschiede zwischen Behandlungsvarianten und der Kontrolle. Tendenziell war jedoch der Feldaufgang keimfähiger Körner im Versuch 1 durch die Elektronenbehandlung (Eb 95/20) reduziert. Im Versuchsjahr 2006 wurde der Feldaufgang an zwei Terminen (in der 4. und 6. KW) ermittelt. Auch hier zeigten sich nur leichte Unterschiede. So war zum ersten Termin in der 4. Kulturwoche (KW) der Feldaufgang keimfähiger Körner in der ChitoPlant-Variante am höchsten, was sich aber in der 6. KW nicht mehr nachweisen ließ (s. Tab. 59).

Tab. 59 Felddaufgang [FA in %] von Fenchel im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahre 2004 – 2006

2004		2005				2006		
Varianten	FA [%]	Versuch 1		Versuch 2		FA [%]		
		Varianten	FA [%]	Varianten	FA [%]	Varianten	1. Termin	2. Termin
UK	115	UK	106	UK	100,6	UK	70	98
HW 50/20	237	HW 50/10	84	HW 50/10	100,6	HW 50/20	83	90
Eb 95/20	120	Eb 95/20	71	Eb 95/20	100,8	Eb 95/20	56	94
PRORADI X	153	BioZell-2000B	83	BioZell-2000B	100,9	Eb 100/20	52	107
FZB 24 [®] Tb	132	ChitoPlant	73			ChitoPlant	98	122
						Essig-säure	87	100
						Ethanol	85	103
						Leber-mooser	85	105

Der relative Felddaufgang [%] lag 2004 bei der Heißwasservariante (HW 50/20) am höchsten. Im Versuch 1 im Jahr 2005 wies die Kontrolle (UK) den höchsten relativen Felddaufgang auf, während bei der Variante der Elektronenbehandlung (Eb 95/20) der geringste relative Felddaufgang zu beobachten war. Da sich im Versuch 2 keine Unterschiede im Felddaufgang ergaben (s. Tab. 59), wurde hier auf die Darstellung dieses Versuches verzichtet. Im Versuchsjahr 2006 zeigte an beiden Terminen die Variante mit der ChitoPlant-Behandlung den höchsten relativen Felddaufgang.

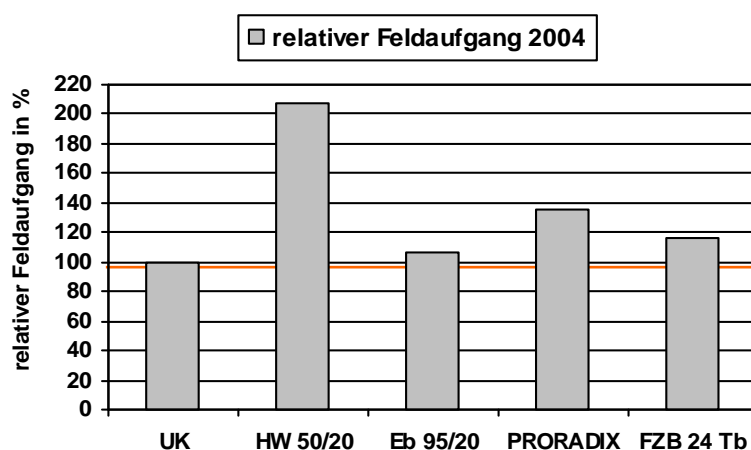


Abb. 64 Relativer Felddaufgang [%] von Fenchel im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2004 (bezogen auf Kontrolle = 100 %)

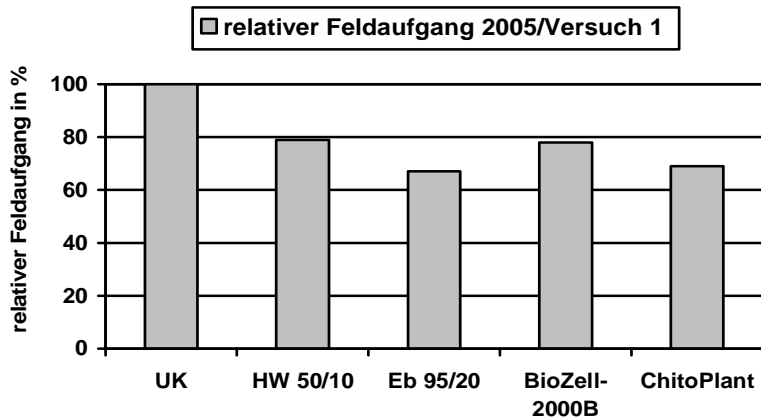


Abb. 65 Relativer Felddaufgang [%] von Fenchel im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahr 2005/Versuch 1 (bezogen auf Kontrolle = 100 %)

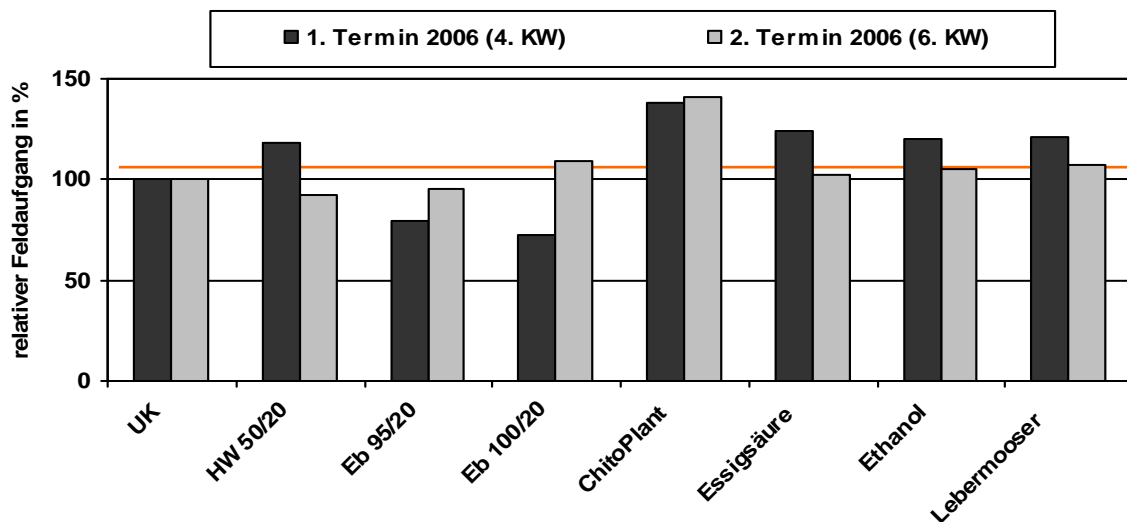
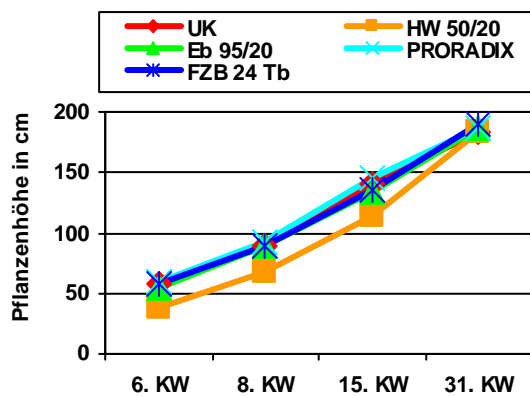


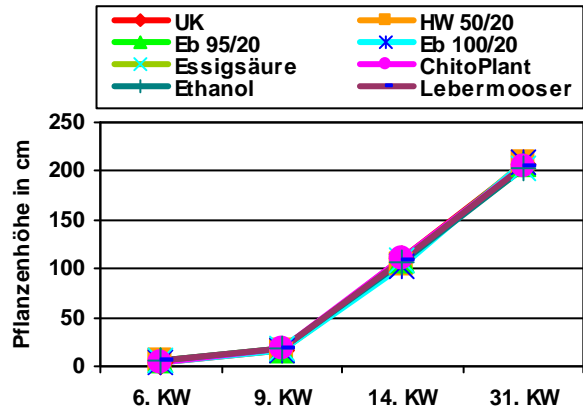
Abb. 66 Relativer Felddaufgang [%] von Fenchel im Vergleich der Behandlungsvarianten an 2 Terminen 2006 (4. und 6. KW) (bezogen auf Kontrolle = 100 %)

Wuchshöhe

Im Versuchsjahr 2004 zeigte die Pflanzenhöhe zu den beiden ersten Boniturterminen signifikant niedrigere Werte für die Heißwasservariante, die sich jedoch bis zum 4. Boniturtermin angeglichen hatten (s. Abb. 67). Im Jahr 2005 zeigte weder im Versuch 1 noch im Versuch 2 eine Behandlung einen Effekt auf die Wuchshöhe der Pflanzen (s. Abb. 68). Im Versuchsjahr 2006 konnte nur zum 3. Boniturtermin (14. KW) ein Effekt durch eine Behandlung auf die Wuchshöhe nachgewiesen werden. Die Pflanzen der Elektronenbehandlungsvariante 100/20 (Eb 100/20) zeigten eine signifikant niedrigere Wuchshöhe im Vergleich zur Kontrolle (s. Abb. 67).



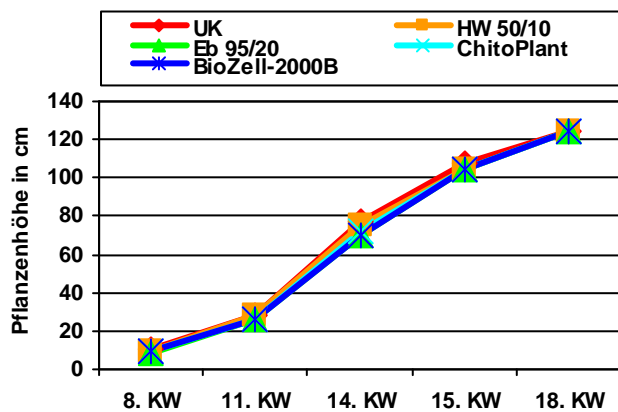
2004



2006

Abb. 67 Verlauf der Wuchshöhe [cm] bei Fennel 2004 und 2006 im Vergleich der jeweiligen Behandlungsvarianten an vier Boniturterminen (2004: signifikante Unterschiede, 2006: signifikante Unterschiede zur 14. KW, Tukey $p \leq 0,05$)

2005/Versuch 1



2005/Versuch 2

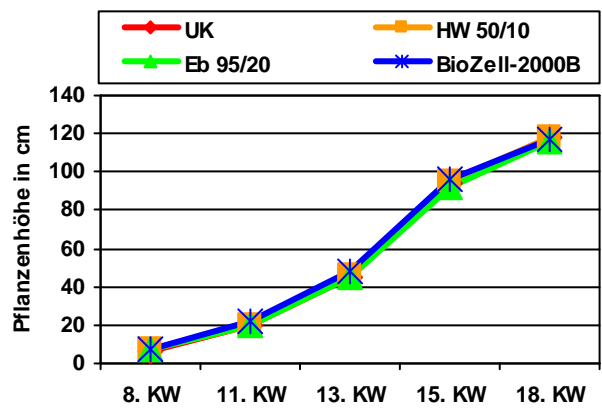


Abb. 68 Verlauf der Wuchshöhe [cm] bei Fennel 2005/ Versuch 1 und 2 im Vergleich der Behandlungsvarianten an 5 Boniturterminen (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Ertrag

Das durchschnittliche Ertragsniveau lag bei Fennel am Standort Ahrweiler 2004 bei 11,6 dt/ha. Der durchschnittliche Trockensubstanzgehalt (TS) lag zur Ernte bei 38,2%. Die Elektronenbehandlung (Eb 95/20) erbrachte mit 16,2 dt/ha die höchsten Erträge, welche jedoch nicht statistisch absicherbar waren (Tab. 60). In den Versuchsjahren 2005 und 2006 konnten keine Erträge ermittelt werden.

Tab. 60 Ertrag [dt/ha] an getrockneter aufbereiteter Ware bei Fenchel, Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2004	
Varianten	TM [dt/ha]
UK	11,5
HW 50/20	11,0
Eb 95/20	16,2
PRORADIX	12,2
FZB 24 [®] Tb	12,9

Bestandesentwicklung im Freiland

Die Ergebnisse aus der Bonitur der Bestandesentwicklung 2004 bis 2006 sind in Tabelle a aufgeführt. Während sich in den Versuchen 2005 und 2006 keine deutlichen Unterschiede in der Bestandesentwicklung zwischen den Behandlungsvarianten ergaben, zeigte sich im Versuchsjahr 2004 eine auffällig schlechtere Entwicklung in der mit Heißwasser behandelten Variante (HW 50/20) gegenüber der Kontrolle (UK) und den übrigen Versuchsvarianten.

Tab. 61 Bonitur auf Bestandesentwicklung im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahre 2004 – 2006 (* Boniturnoten; 1 = sehr schlecht; 2 = schlecht, 3 = mittel-schlecht; 4 = mittel; 5 = mittel-gut; 6 = gut; 7 = sehr gut)

Bonitur	Varianten / Boniturnoten *							
2004	UK	HW 50/20	Eb 95/20	PRO-RADIX	FZB 24 [®] Tb			
4. KW	6	3	6	6	7			
11. KW	5	2	5	6	6			
13. KW	6	3	6	7	6			
2005/1	UK	HW 50/10	Eb 95/20	BioZell-2000B	Chito-Plant			
8. KW	6	5	5	5	5			
10 KW	5	5	4	4	4			
12. KW	6	5	5	5	5			
14. KW	6	6	6	6	6			
2005/2	UK	HW 50/10	Eb 95/20	BioZell-2000B				
8. KW	4	5	5	5				
10 KW	4	3	3	4				
12. KW	7	6	6	7				
14. KW	6	5	5	6				
2006	Kontrolle	HW 50/20	Eb 95/20	Eb 100/20	Chito-Plant	Essig-säure	Ethanol	Leber-mooser
6. KW	5	5	5	5	5	5	6	6

Krankheitsentwicklung

Ausführlich wurde der Befall mit *Mycosphaerella anethi* im Bestand bonitert. Im Versuchsjahr 2004 wurde der erste Befall ab Anfang August an den unteren Blättern sichtbar. In der 24. Kulturwoche (27.09.2004) lag die Befallshäufigkeit bei 100% bei allen Varianten (Abb. 69).

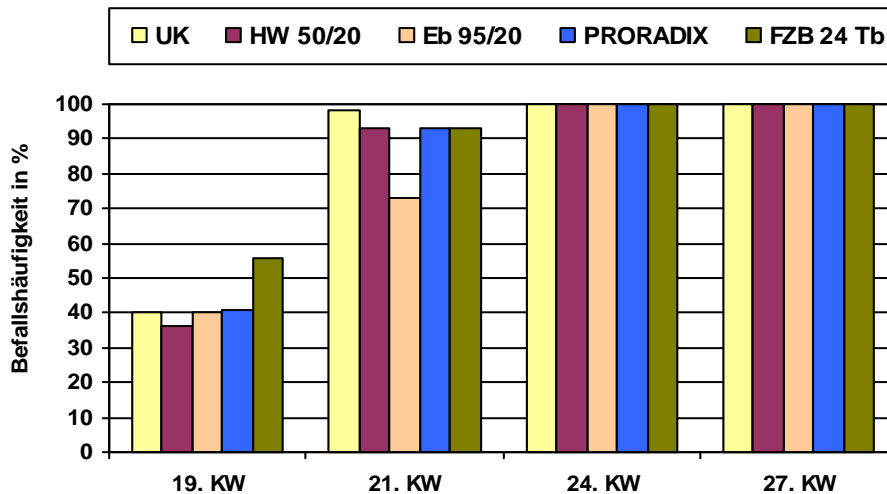
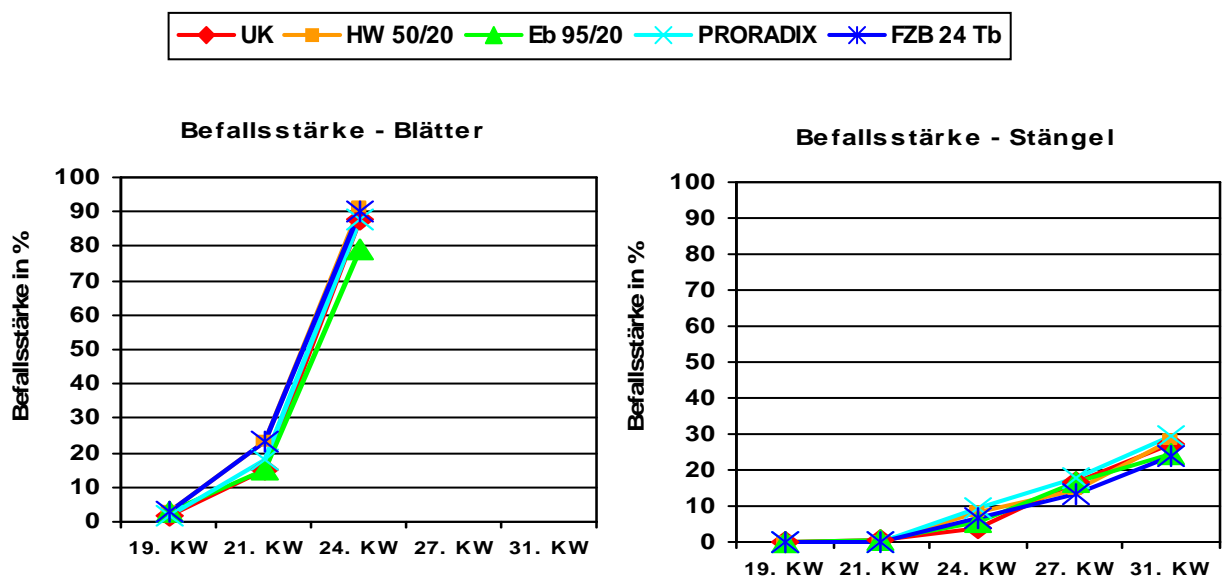


Abb. 69 Befallshäufigkeit [%] von *M. anethi* an Fenchel zu unterschiedlichen Boniturterminen (KW = Kulturwoche), Ahrweiler 2004

Die Befallsstärke wurde für die Stängel, Blätter, Doldenstiele und Früchte getrennt ermittelt. Zu allen fünf Boniturterminen wurden starke Unterschiede in der Befallsstärke zwischen den einzelnen Wiederholungen einer Variante sichtbar. Ein Einfluss einer Behandlung auf die Befallsstärke von *M. anethi* an Fenchel wurde 2004 für keine Variante ermittelt, bis auf den Befall der Früchte zur 4. Bonitur (27. Kulturwoche). Hier zeigte sich eine tendenziell niedrigere Befallsstärke in der Variante Elektronenbehandlung, die allerdings in der 31. Kulturwoche nicht mehr so deutlich war. Die Früchte der mit PRORADIX-Variante zeigten dagegen in der 24. und 27. Kulturwoche einen etwas höheren Befall mit *M. anethi*. In der 31. Kulturwoche war auch dieser Befallsunterschied nicht mehr sichtbar (s. Abb. 70).



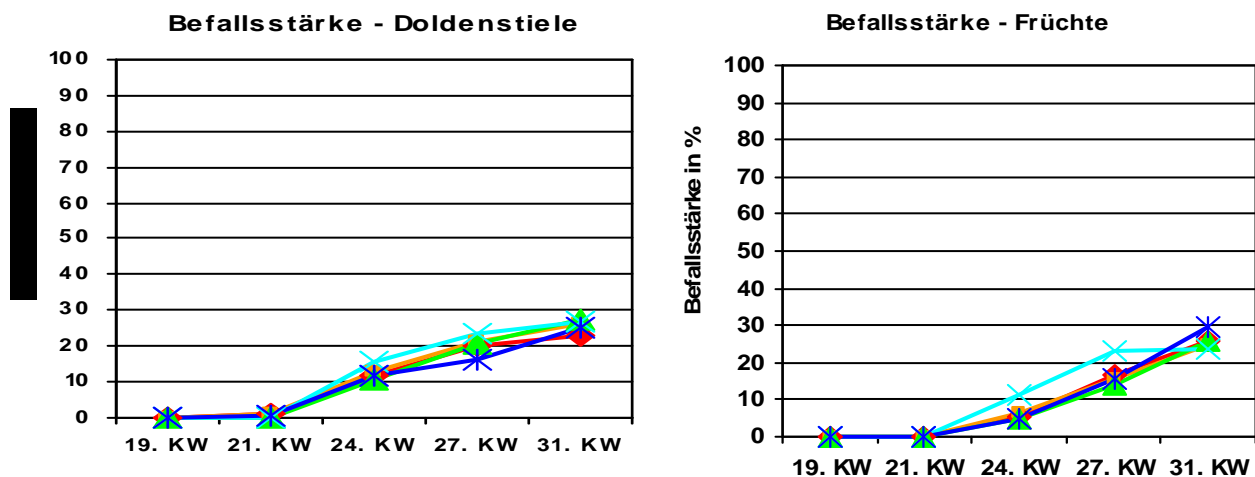


Abb. 70 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an Blättern, Stängeln, Doldenstielen und Früchten von Fenchel an fünf Boniturterminen (KW = Kulturwoche), Ahrweiler 2004

Im Versuchsjahr 2005 wurde keine Auswertung der Krankheitsbonituren durchgeführt, da die Pflanzen Ende Juli starke Schäden aufgrund eines Sturmes erlitten (s. Abb. 71). Der Einfluss dieser Sturmschäden auf die Pflanzen ließ keine exakte Bewertung des Krankheitsverlaufes zu.



Abb. 71 Hagelschaden an Stängel einer Fenchelpflanze, Ahrweiler 2005

2006

Im Versuch 2006 wurden 4 Bonituren auf Befallsymptome von *M. anethi* durchgeführt. Die ersten nennenswerten Symptome traten Anfang September bei Abblüte der Hauptdolde auf. Anfang November wurde die letzte Bonitur durchgeführt, da ab diesem Zeitpunkt durch Frosteinfluss an den Pflanzen die Schadsymptome nicht mehr eindeutig zu erkennen waren. Bei allen vier Boniturterminen zeigten sich starke Unterschiede in der Befallsstärke zwischen den einzelnen Wiederholungen innerhalb einer Variante. Bis auf den Befall an den Blättern war kein auffälliger Einfluss einer Behandlung auf die Befallsstärke von *M. anethi* zu erkennen. An den Blättern zeigte sich in der 29. Kulturwoche (26.10.2006) eine geringere Befallsstärke

bei der Heißwasservariante im Vergleich zur Kontrolle. Auch in der Variante Essigsäure und Lebermooser war die Befallsstärke zu diesem Zeitpunkt etwas geringer. In der 31. Kulturwoche (07.11.2006) lag die Befallsstärke in der Elektronenbehandlungsvariante und der ChitoPlant-Variante etwas über die der Kontrolle (s. Abb. 72).

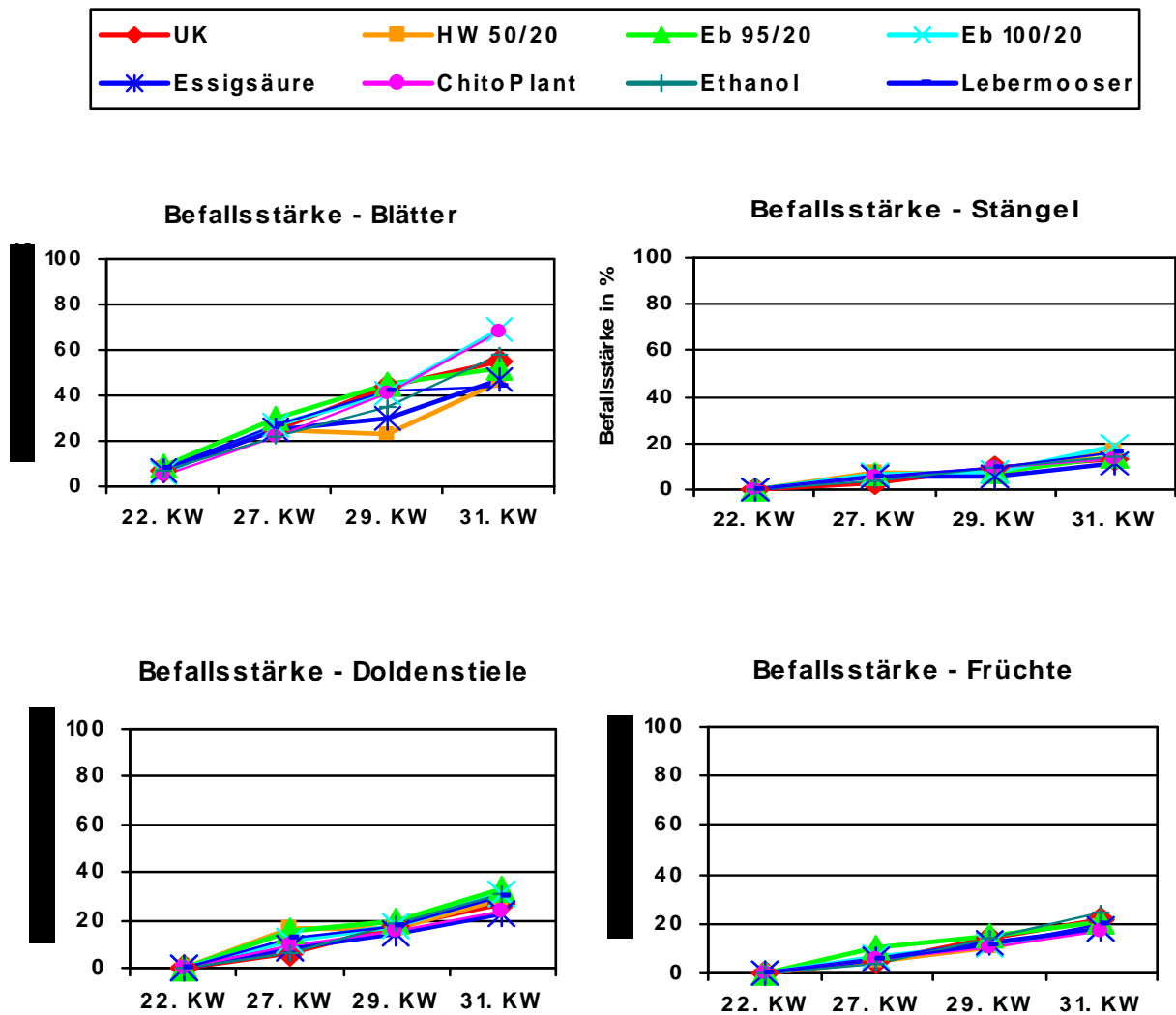


Abb. 72 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an Blättern, Stängeln, Doldenstielen und Früchten von Fenchel an vier Boniturterminen (KW = Kulturwoche), Ahrweiler 2006

Ergebnisse der Parallelversuche / Erweiterte Triebkrafttests im Gefäß 2004

Aufgang im Gefäß

Die Anzahl der aufgelaufenen Keimlinge der Kontrolle lag nach 10 Tagen bei durchschnittlich 43% und nach 14 Tagen bei 64% (Abb. 73). Während bei den Varianten Elektronenbehandlung (Eb 95/20), PRORADIX und FZB 24[®] Tb kein

signifikanter Einfluss der Behandlung auf den Aufgang zu erkennen war, zeigte sich bei der Heißwasserbehandlung (HW 50/20) sowohl nach 10, wie auch nach 14 Tagen eine signifikant niedrigere Keimrate (s. Abb. 73).

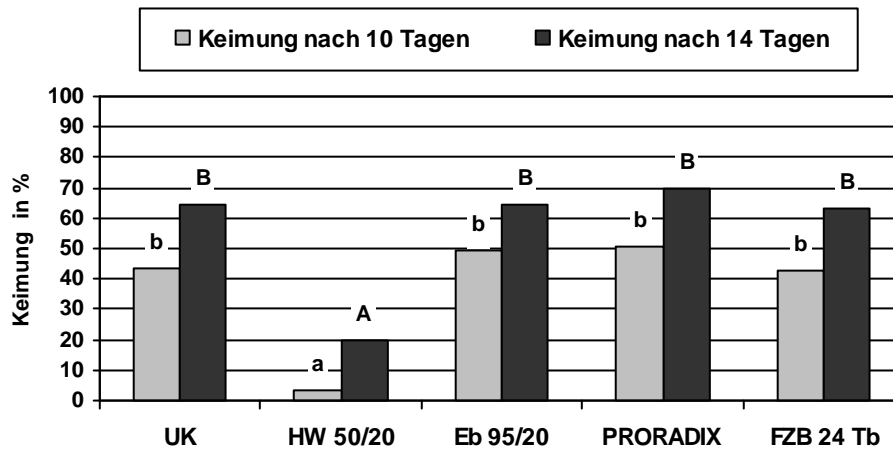


Abb. 73 Aufgang [%] nach 10 und 14 Tagen, Gefäßversuch DLR 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Pflanzenhöhe im Gefäß

Im Vergleich zur Kontrolle zeigte sich weder nach 10 noch nach 14 Tagen ein signifikanter Einfluss einer Saatgutbehandlung auf die Wuchshöhe der Pflanzen im Gefäß (s. Abb. 74).

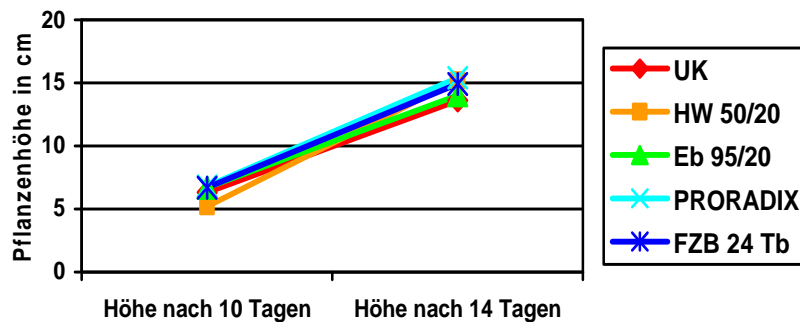


Abb. 74 Pflanzenhöhe [cm] nach 10 und 14 Tagen, Gefäßversuch DLR 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Frischgewicht im Gefäß

Das Frischgewicht des oberirdischen Pflanzenmaterials lag 2004 bei der Kontrolle (UK) durchschnittlich bei 26,5 g. In der Heißwasservariante lag das Frischgewicht mit 13,8 g signifikant niedriger. Bei den Varianten Elektronenbehandlung (EB 95/20), PRORADIX und FZB 24[®] Tb zeigte sich kein abzusichernder Effekt der Behandlung auf das Frischgewicht (s. Abb. 75).

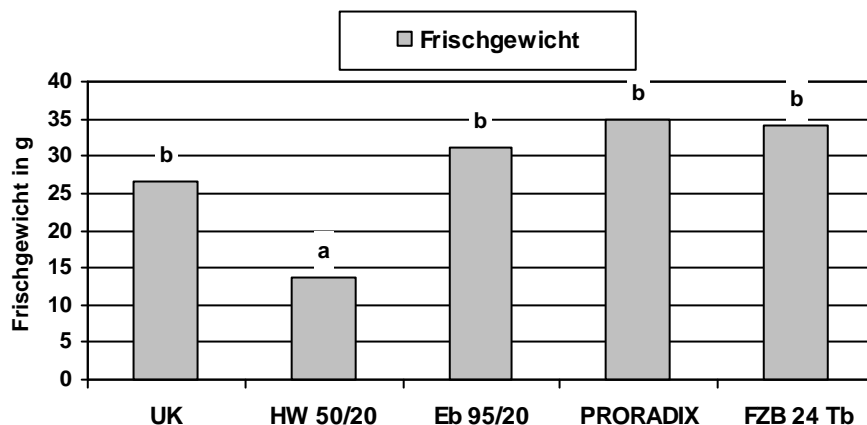


Abb. 75 Frischgewicht des oberirdischen Pflanzenmaterials/Gefäß [g] (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$).

Auftreten erkrankter Pflanzen im Gefäß

In der folgenden Tabelle (Tab. 62) ist die Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen bei den einzelnen Behandlungsvarianten an verschiedenen Boniturterminen dargestellt. Es wurden vorwiegend Blattvergilbungen und rötliche Blattverfärbungen beobachtet. Daneben traten Nekrosen an Blattspitzen und leichte Verkrüppelungen der Blätter auf. Vor allem die mit FZB 24[®] Tb behandelte Variante zeigte in der 3. Kulturwoche (KW, am 20.07.2004, BBCH 10-11) Wuchsanomalien, wie zusammengewachsene Keimblätter. Über den gesamten Vegetationszeitraum traten bei der mit Heißwasser behandelten Variante im Vergleich zur Kontrolle weniger Pflanzen mit Krankheitssymptomen auf. Allerdings waren in dieser Variante auch weniger Pflanzen gekeimt, als bei den anderen Versuchsvarianten.

Tab. 62 Anzahl erkrankter Pflanzen bei Fenchel der geprüften Saatgutbehandlungsvarianten 2004 an Boniturterminen in der 2., 3., 5. und 8. Kulturwoche (KW), (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2004 Varianten	Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen			
	2. KW	3. KW	5. KW	8. KW
UK	2	2	6	4
HW	0	1	2	2
Eb	2	3	8	5
PRORADIX	3	1	8	4
FZB 24 [®] Tb	5	1	4	3

Werden die Pflanzen mit Krankheitssymptomen zum Zeitpunkt der Ernte der Anzahl gekeimter Körner zum 2. Boniturtermin (3. KW) gegenübergestellt, so ergibt sich bei der unbehandelten Kontrolle ein prozentualer Anteil erkrankter Pflanzen von 6%. Demgegenüber steht ein prozentualer Anteil von 10% bei der mit Heißwasser behandelten Versuchsvariante (s. Abb. 76).

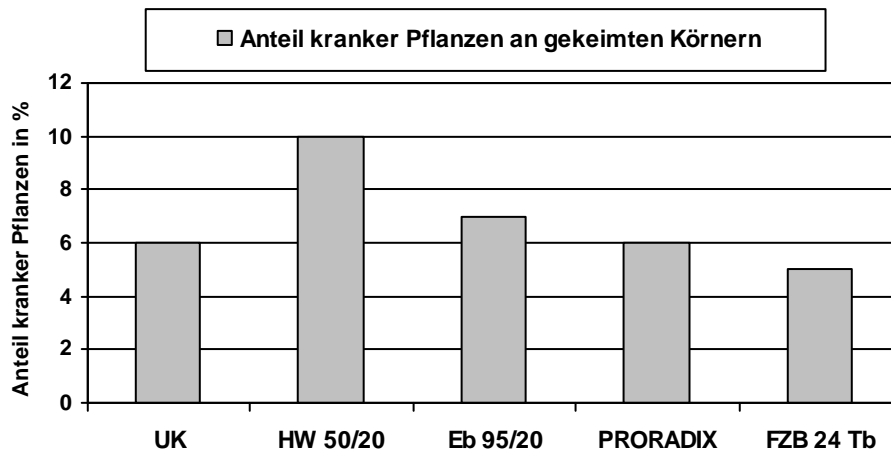


Abb. 76 Anteil [%] kranker Pflanzen an gekeimten Körnern, Gefäßversuch DLR 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005: Versuch 1 und 2

Aufgang im Gefäß

In der folgenden Abbildung ist der Aufgang [%] nach 15 und nach 19 Tagen (Versuch 1) und 7 und 11 Tagen (Versuch 2) dargestellt. Der Aufgang wies dabei in beiden Versuchen keinen signifikanten Einfluss einer Behandlung auf (s. Abb. 77).

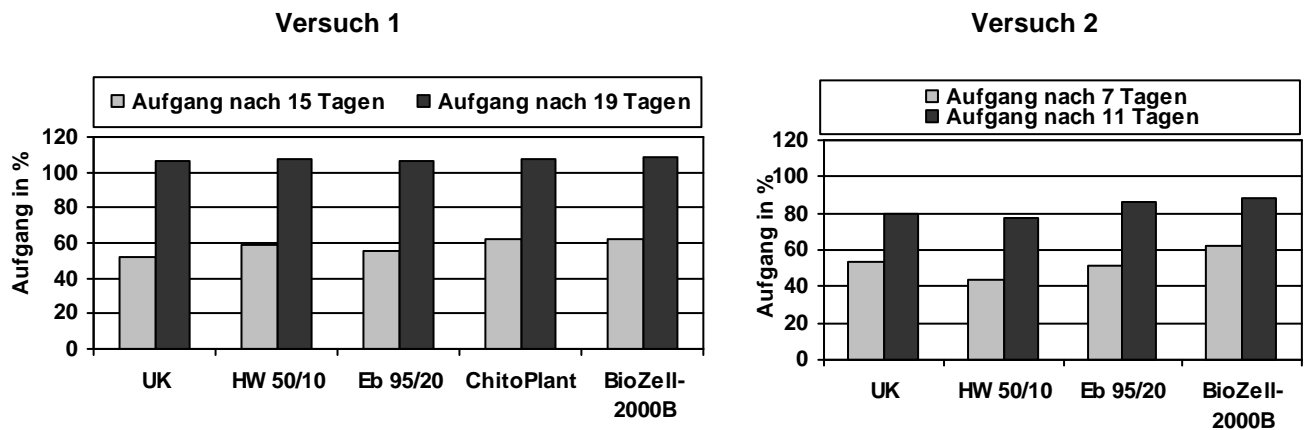


Abb. 77 Aufgang [%] im Gefäß an zwei Terminen 2005, Versuch 1 und 2 (DLR) (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Auftreten erkrankter Pflanzen: Versuch 1 und 2

Der Anteil kranker Pflanzen an den aufgelaufenen Keimlingen lag in beiden Versuchen deutlich unter 20 % und zeigte keine deutlichen Effekte einer Behandlung auf das Krankheitsauftreten (s. Abb. 78).

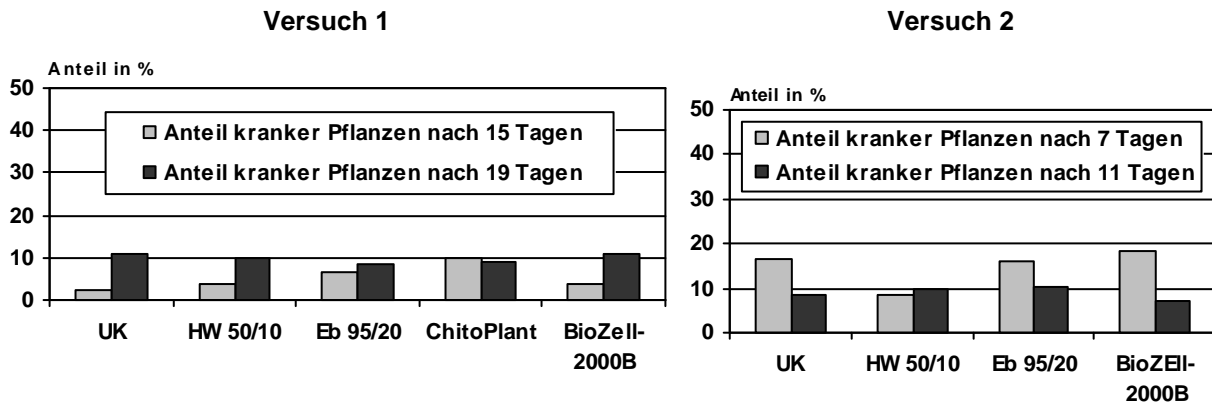


Abb. 78 Anteil kranker Pflanzen an gekeimten Körnern [%], Gefäßversuch DLR 2005/Versuch 1 und 2 (keine statistische Verrechnung)

2006

Aufgang im Gefäß

Der Triebkrafttest im Gefäß zeigte 2006 einen deutlich niedrigeren Aufgang der Variante Heißwasserbehandlung (HW 50/20). Aufgrund der großen Streuung innerhalb der Wiederholungen konnten jedoch keine statistisch abzusichernden Ergebnisse ermittelt werden (s. Abb.79)

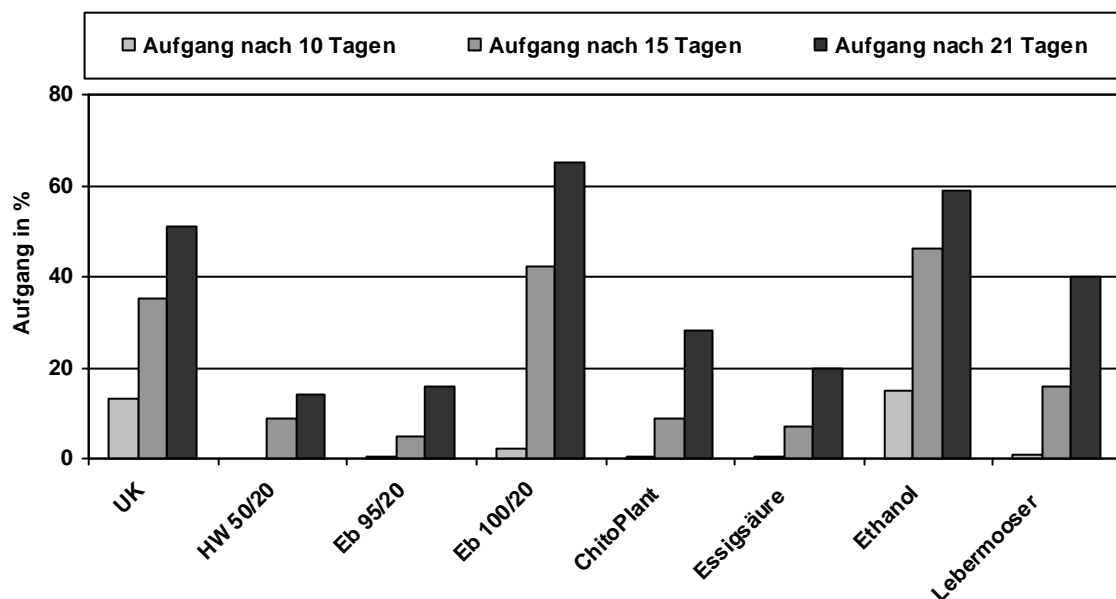


Abb. 79 Aufgang [%] nach 10, 15 und 21 Tagen, Gefäßversuch DLR 2006 (n.s. Tukey, $p \leq 0,05$)

Pflanzenhöhe und Auftreten kranker Pflanzen

Die Pflanzenhöhe nach 21 Tagen lag zwischen 3,8 und 5,6 cm, ohne nennenswerten Unterschied zwischen den Varianten. Der Anteil kranker Pflanzen war bei Varianten der Elektronenbehandlung (Eb 95/20 und Eb 100/20), Ethanol und Lebermooser höher als bei der Kontrolle (UK).

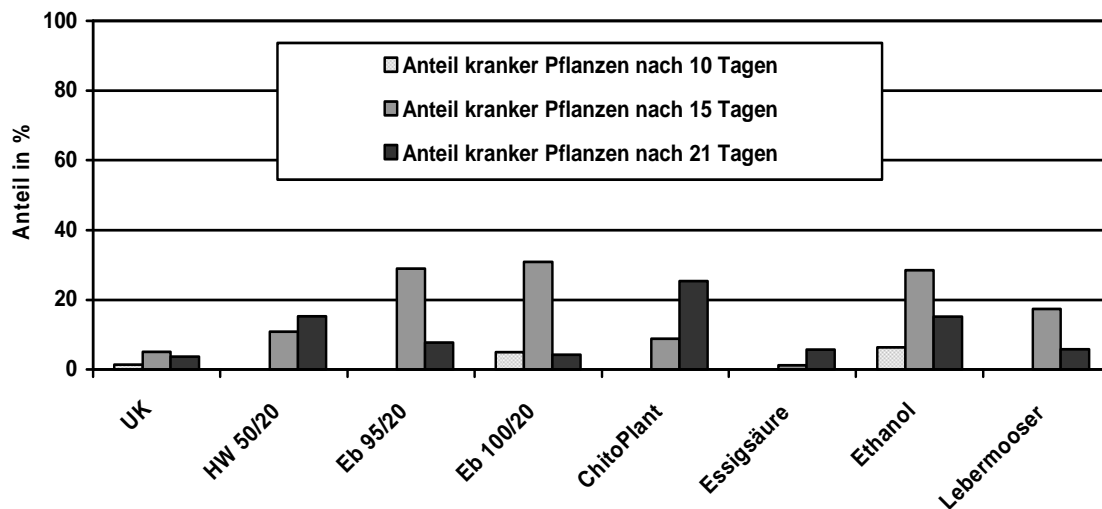


Abb. 80 Anteil [%] kranker Pflanzen an gekeimten Körnern, Gefäßversuch DLR 2006 (keine statistische Verrechnung)

3.1.3.3 Zusammenfassung

In den drei Versuchsjahren 2004 - 2006 konnte in verschiedenen Versuchen mit Fenchel eine Vielzahl von Saatgutbehandlungsmitteln getestet und der Einfluss auf verschiedene pflanzenbauliche und saatgutspezifische Qualitätsparameter untersucht werden.

Nur im Versuchsjahr 2005, Versuch 2 wurde ein Einfluss der Behandlung auf das Tausendkorngewicht (TKG) nachgewiesen. Hier zeigte die Heißwasservariante (HW 50/10) ein signifikant niedrigeres TKG im Vergleich zur Kontrolle auf.

Keine der geprüften Varianten erbrachte in den Keimtests eine deutliche Erhöhung der Keimfähigkeit über mehrere Versuche hinweg. Negativ fiel die Heißwasserbehandlung auf (2004+2006). Die einzige Erhöhung der Keimfähigkeit bewirkte 2005/Versuch 1 eine ChitoPlant-Behandlung. Die Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfungen spiegelten sich nur annähernd in der Auszählung der Keimlinge nach 7 und 14 Tagen im Rahmen der Pathogenuntersuchungen und in den Gefäßversuchen wieder (siehe Übersicht Keimtests). Die niedrige Keimrate der Heißwasservariante 2004 wurde in allen Keimtests bestätigt, wohingegen die Erhöhung der Keimfähigkeit von ChitoPlant 2005 nur in der Keimprüfung nach ISTA-

Vorschrift deutlich wurde. Alle anderen Ergebnisse blieben ohne statistisch absicherbare Tendenz.

3.1.3.4 Übersicht Keimfähigkeit und Aufgang im Gefäßversuch

+ = verbesserter Aufgang/KF als UK

0 = kein Effekt

- = niedriger Aufgang/KF als UK

Tab. 63 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen bei Fenchel mit besonderer Relevanz für die Praxis

Varianten	Keimpfugung (nach 21 Tagen)	Modellversuche I Aufgang im Gefäß (letzter Boniturtermin)	(Keimtest im Rahmen der Pathogenuntersuchung (nach 14 Tagen)
2004			
HW 50/20	-	-	-
EB 95/20	0	0	0
PRORADIX	0	0	0
FZB 24 [®] Tb	0	0	0
2005/1			
HW 50/10	0	0	0
EB 95/20	0	0	0
BioZell-2000B	0	0	0
ChitoPlant	+	0	0
2005/2			
HW 50/10	-	0	0
EB 95/20	-	0	0
BioZell-2000B	-	0	0
2006			
HW 50/20	-	0	0
Eb 95/20	0	0	0
Eb 100/20	0	0	0
ChitoPlant	0	0	0
Essigsäure	0	0	0
Ethanol	0	0	0
Lebermooser	0	0	0

Hinsichtlich des Pathogenbesatzes am Saatgut führten im Versuch 2004 die Behandlung mit Heißwasser (HW 50/20) und Elektronen (Eb 95/20) zu einer

nachweisbaren Reduktion der Bakterien. Gegenüber dem Pathogen *Mycosphaerella anethi* erzielte keine der Behandlungsvarianten eine signifikante Wirkung. Während 2005 im Versuch 1 keine der Behandlungsvarianten eine deutliche Reduktion der Pathogene bewirkte, zeigte sich im Versuch 2 bei fast den gleichen Behandlungsvarianten aber unterschiedlicher Saatgutpartie mit anderem Ausgangsbefall durch die Heißwasser- und Elektronenbehandlung ein hoher Wirkungsgrad gegenüber den *Alternarien* und *Verticillium dahliae*. Aber auch hier wirkte sich keine der Behandlungen positiv auf den Besatz mit *Mycosphaerella anethi* aus. Im Versuch 2006 wurde nur durch die Behandlung des Saatgutes mit Heißwasser eine Reduktion aller Pathogene erzielt. Eine Ausnahme bildet auch hier der Besatz mit *Mycosphaerella anethi*. Die höchsten Wirkungsgrade erzielten hierbei die Varianten der Elektronenbehandlungen (Eb 95/20 und Eb 100/20) und die Behandlungsvariante mit Ethanol.

2004 verursachte die Behandlung mit Heißwasser (HW 50/20) einen signifikant geringeren Aufgang im Freiland. Gemessen am Anteil keimfähiger Körner war hier allerdings der Feldaufgang gerade bei dieser Behandlungsvariante deutlich höher als die der Kontrollvariante. 2005 wies die Elektronenbehandlungsvariante (Eb 95/20) im Versuch 1 einen geringeren Feldaufgang im Vergleich zur Kontrolle auf, während im Versuch 2 kein Einfluss einer Behandlung nachweisbar war. Die Elektronenbehandlung mit den Parametern 100kV/20kGy bewirkte 2006 einen deutlich geringeren Aufgang an Pflanzen im Freiland gegenüber der Kontrolle. Im Versuch 2006 bewirkte zunächst eine Behandlung mit ChitoPlant einen höheren Feldaufgang keimfähiger Körner, dieser war zum zweiten Auszähltermin allerdings nicht mehr nachzuweisen. Die Wuchshöhe der Pflanzen wurde in keinem Falle der Versuchsjahre durch eine Behandlung des Saatgutes beeinflusst. Am auffälligsten war der Einfluss der Heißwasserbehandlung (HW 50/20) im Versuch 2004. Hier wiesen bis zur 15. Kulturwoche die Pflanzen eine deutlich niedrige Wuchshöhe im Vergleich zur Kontrolle und den anderen Behandlungsvarianten auf, dieser Höhenunterschied war zur 31. Kulturwoche jedoch ausgeglichen. Der Ertrag konnte aufgrund der klimatischen Verhältnisse nur im Versuchsjahr 2004 ermittelt werden. Es konnte hierbei kein signifikanter Einfluss einer Behandlung auf die Ertragsausbildung ermittelt werden. In der Entwicklung der Bestände im Freiland war nur im Versuchsjahr 2004 ein Einfluss einer Behandlung erkennbar. Aufgrund einer Heißwasserbehandlung (HW 50/20) zeigte hier der Bestand im Freiland eine verzögerte und zunächst schlechtere Entwicklung, mit daraus folgend schlechter Bestandesentwicklung. In den Versuchen 2005 und 2006 war dagegen kein deutlicher Unterschied zwischen den Behandlungsvarianten und der Kontrolle erkennbar. Die Krankheitsentwicklung wurde 2004 und 2006 ausführlich für den Schaderreger *Mycosphaerella anethi* festgehalten. 2004 lag die Befallshäufigkeit schon in der 24. Kulturwoche (Ende September) bei allen Versuchsvarianten bei 100%. 2006 konnte Anfang November noch eine Befallsstärke der Blätter unter 80 % bonitiert werden. Es wurde weder hinsichtlich der Befallshäufigkeit noch hinsichtlich der Befallsstärke ein Einfluss einer Behandlung sichtbar.

3.1.3.5 Diskussion

Generell scheint Fenchelsaatgut für herkömmliche physikalische Saatgutbehandlungen oder Applikationen von Pflanzenstärkungsmittel geeignet. Da die Behandlungen in den Versuchsarbeiten nur wenig negative Auswirkungen zeigten.

2004 wurde die Keimfähigkeit des Saatgutes durch die Heißwasserbehandlung stark beeinträchtigt. 2005 nicht. Hier könnte eine Rolle gespielt haben, dass ab dem Versuchsjahr 2005 das Saatgut direkt nach der Heißwasserbehandlung mit kaltem Wasser abgeschreckt wurde, so dass eine länger anhaltende Hitzewirkung am Saatgut vermieden wurde. Es wird deutlich, wie wichtig eine exakte Parametereinstellung für den Behandlungserfolg ist.

Der Wirkungsgrad der Behandlungen auf relevante Pathogen war insgesamt zu niedrig. Die Regulierung der Schaderregers *M. anethi* mit den geprüften Methoden ist eher schwierig, da der Schaderreger fest in das Korn eingewachsen scheint. Jede erfolgreiche Behandlung hätte damit zwangsläufig einen negativen Effekt auf die Keimfähigkeit zur Folge.

Im Versuchsjahr 2004 wurden bei der Pathogenuntersuchung des behandelten Saatgutes hinsichtlich des Besatzes mit *Mycosphaerella anethi* lediglich die Stroma an den Samen bewertet. Unter der verwendeten Nachweismethode sporulieren diese kaum. Die Stroma sind nach der Saatgutbehandlung weiterhin vorhanden. Da diese nicht sporulieren, kann kein Rückschluss auf die Pathogenität gezogen werden.

Im Versuchsjahr 2005 kam es im Versuch 2 zu einem Anstieg von *M. anethi* in der Heißwasservariante (HW 50/10). Der Grund hierfür könnte in der deutlichen Reduktion des *Alternarien*-Besatzes liegen, so dass entweder *M. anethi* besser zu erkennen war oder aber die Konkurrenz dadurch entfiel.

Bakterielle Schaderreger scheinen mit physikalischen Maßnahmen gut regulierbar.

Insgesamt sind bei Kulturen mit sehr langer Vegetationsperiode Auswirkungen einer Saatgutbehandlung auf den Kulturerfolg schwer zu beobachten. Primäre Infektionen, z. B. von *Verticillium dahliae* können mit einer Saatgutbehandlung begegnet werden. Da in der Praxis oftmals niedrige Keimfähigkeiten zu beobachten sind, sollte generell Wert auf pathogenfreies Saatgut gelegt werden, um geringe Auflaufraten nicht zusätzlich durch samenbürtige Schaderreger zu belasten.

3.1.3.6 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse (nur Freilandversuche)

- + = positive Effekte
- o = keine Effekte
- = negative Effekte

Tab. 64 Darstellung der Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen mit besonderer Relevanz für die Praxis

	KF	Feldaufgang (Pflanzenzahl/m ²)	Ertrag
Heißwasserbehandlung			
HW 50/20	-	-	0
HW 50/10	0	0	
HW 50/10	-	0	
HW 50/20	-	0	
Elektronenbehandlung			
EB 95/20	0	0	0
Eb 95/20	0	-	
EB 95/20	-	0	
EB 95/20	0	0	
Eb 100/20	0	-	
PRORADIX	0	0	0
FZB 24 [®] Tb	0	0	0
ChitoPlant	+	0	
ChitoPlant	0	0	
BioZell-2000B	0	0	
BioZell-2000B	-	-	
Essigsäure	0	0	
Ethanol	0	0	
Lebermooser	0	0	

- 100 % = 100 %iger Wirkungsgrad
- + = wirksam, keine 100 %
- n.a. = Wirksamkeit nicht ausreichend
- 0 = keine Wirksamkeit (0 ≤ 5 %)

Tab. 65 Darstellung der Wirksamkeit der einzelnen Saatgutbehandlungen auf relevante Pathogene am Saatgut (Wirkungsgrad)

Varianten	<i>Fusarium</i> spp.	<i>M.</i> <i>anethi</i>	<i>Alternaria</i> <i>radicina</i>	<i>Verticillium</i> <i>dahliae</i>	<i>Itersonilia</i> spp.
Heißwasser- behandlung					
HW 50/20		n.a.	+		
HW 50/10		0	100	100	
HW 50/20		0			100
Elektronen- behandlung					
EB 95/20		+			
Eb 95/20		0	100		
EB 95/20				100	
EB 95/20		+			+
Eb 100/20		+			+
Proradix		n.a.			
FZB 24 Tb		0			
Chitoplant		n.a.			
Chitoplant		0			n.a.
BioZell-2000B		+			
BioZell-2000B		0	0	+	
Essigsäure		+			+
Ethanol		+			+
Lebermooser		n.a.			+

3.1.4 Koriander

Versuchsziel

Verbesserung der Saatgutqualität durch die Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln und physikalischen bzw. chemischen Behandlungsmaßnahmen.

Pathogenschwerpunkt

Bakterielle Schaderreger, Schadkomplex Doldenbräune/Doldenwelke

Pseudomonas syringae pv. *coriandricola*

3.1.4.1 Material und Methoden

Die Versuchsfrage wurde in mehreren Feldversuchsanlagen bearbeitet. In Tabelle 66 ist eine Übersicht der Feldversuche 2004 bis 2006 aufgeführt. Parallel zu den Feldversuchen im Freiland wurden Gefäßversuche mit denselben Varianten im geschützten Anbau angelegt. In Gefäßversuchen wurde der Aufgang unter kontrollierten Bedingungen ermittelt (= erweiterter Treibkrafttest).

Tab. 66 Übersicht der durchgeführten Saatgutbehandlungsversuche mit Koriander in den Versuchsjahren 2004 - 2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
Varianten	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: PRORADIX Var. 5: FZB 24 [®] TB	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW I 50/20) Var. 3: Erntegut der Heißwasserbehandlungsvariante 2004 (HW II) Var. 4: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 5: BioZell-2000 B Var. 6: ChitoPlant	Var. 1: unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: BioZell-2000 B Var. 5: Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂) Var. 6: Elektronenbehandlung 105kV/24min (Eb 105/24, nur im Modell) Var. 7: Elektronenbehandlung 115kV/24min (Eb 115/24, nur im Modell)
Erfasste Versuchsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG) - Keimfähigkeit (KF) - Pathogenbesatz am Saatgut - Pflanzenzahl/m² (Freiland) sowie Aufgang (Gefäß) - Feldaufgang - Wuchshöhe - Bestandesentwicklung - Krankheitsauftreten - Ertrag - Pathogenbesatz am Erntegut 		

Die Heißwasserbehandlungsvariante konnte 2006 (HW I) nicht auf Bakterienbefall untersucht werden, da nicht ausreichend Saatgut zur Verfügung stand. Die Bestandesentwicklung und das Auftreten von Krankheiten wurden mittels visueller

Bonitur über den gesamten Vegetationszeitraum beobachtet und festgehalten. Je nach Schadsymptomen und Auftreten im Bestand wurden hierzu unterschiedliche Boniturmethoden herangezogen. Ausführlich wurde das Auftreten von typischen Syptomen bakterieller Schaderreger bonitiert (Siehe Anhang: Boniturbeschreibung *Pseudomonas syr. coriandricola*).

Im Versuchsjahr 2005 konnten in Ahrweiler nur zwei Wiederholungen ausgesät werden, da nur eine geringe Menge an geeignetem Saatgut zur Verfügung stand. Eine statistische Verrechnung erfolgte daher an den dort gewonnenen Versuchsdaten nicht.

Weitere Angaben zur Durchführung der Freilandversuche sind in Tab.67 aufgeführt.

Tab. 67 Angaben zur Versuchsdurchführung bei Koriander, Feldversuche 2004 - 2006

	2004		2005		2006
Versuchsstandort	Esch (AW)	Artern	Klein-Altendorf (AW)	Artern	Klein-Altendorf (AW)
Versuchsdesign	randomisierte einfaktorielle Blockanlage				
Parzellengröße	10 m ²	5 m ²	10 m ²	5 m ²	10 m ²
Anzahl Wiederholungen	4	4	2	3	4
Vorfrucht	Anis	Malve	Perserklee	Petersilie	Getreide
Sorte	`Jantar´	`Jantar´	`Jantar´ Nachbau aus Versuchen 2004 (= UK Artern 2004)	`Jantar´ Nachbau aus Versuchen 2004 (= UK Artern 2004)	`Jantar´ Nachbau aus Versuchen 2005 (= UK DLR 2005)
Aussaattermin	27.04.04	01.05.04	08.06.05	01.05.05	24.05.06
Reihenabstand	33,3 cm	30,0 cm	33 cm	30 cm	33 cm
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wdh., in kg/ha)	Var.1: 12,4 Var.2: 12,3 Var.3: 12,4 Var.4: 12,4 Var.5: 12,4	Var.1: 7,8 Var.2: 7,2 Var.3: 7,3 Var.4: 7,4 Var.5: 7,4	Var.1: 12,4 Var.2: 8,2 Var.3: 8,9 Var.4: 9,6 Var.5: 11,8 Var.6: 12,3	Var.1: 12,9 Var.2: 14,5 Var.3: 13,3 Var.4: 14,3 Var.5: 14,3 Var.6: 12,6	Var.1: 10,7 Var.2: 10,4 Var.3: 9,5 Var.4: 9,3 Var.5: 10,7
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn (kg NO₃-N/ha in 0-30 cm)	52	65	59	75	35
Düngung kg N/ha (Datum):	30 kg (18.05.04)	30 kg (01.05.04)	30 kg (08.06.06)	16 kg (01.05.05)	40 kg (31.05.06)
Pflanzenschutzmaßnahmen	-	-	-	-	-
Erntetermin	09.09.04	20.09.	27.09.	20.08.05	21.09.06

In Tab 68 und sind die Versuchsbedingungen der Parallelversuche dargestellt.

Tab. 68 Übersicht der durchgeführten Parallelversuche mit Koriander in den Versuchsjahren 2004 - 2006

Versuchsjahr	2004	2005	2006
	Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß		
Ansatz	13.07.2004	01.06.2005	02.06.2006
Ernte /Auswertung	25.08.2004	07.07.2005	29.06.2006
Varianten	Siehe Varianten aus Feldversuch	Siehe Varianten aus Feldversuch	Siehe Varianten aus Feldversuch + Var. 6 Eb 105kV/24kGy Var. 7 Eb 115kV/24kGy

Es erfolgte eine laufende Bonitur auf Schadsymptome, wobei nur einzelne Pflanzenproben parallel einer Pathogenuntersuchung zugeführt wurden. Eine Differenzierung auf biotische oder abiotische Faktoren als Ursache der Krankheitssymptome wurde daher nicht durchgeführt.

3.1.4.2 Ergebnisse

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht (TKG) des unbehandelten Saatgutes lag im Versuchsjahr 2004 bei 5,4 g und 2006 bei 9,6 g. Eine deutliche Erhöhung des Tausendkorngewichtes (TKG) erbrachte die PRORADIX-Behandlung. 2006 verursachte die Behandlung mit Heißwasser eine deutliche Reduktion des Tausendkorngewichtes (s. Tab. 69).

Tab. 69 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Koriandersaatgut, Versuchsjahre 2004 und 2006 (unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede, $p \leq 0,05$)

2004		2006	
Varianten	TKG [g]	Varianten	TKG [g]
UK	5,4 a	UK	9,6 b
HW 50/20	5,4 a	HW 50/20	8,3 a
Eb 95/20	5,2 a	Eb 95/20	9,0 ab
PRORADIX	6,1 b	BioZell-2000 B	9,2 ab
FZB 24[®] TB	5,6 a	H₂O₂	9,4 b

Keimfähigkeit

Im Versuchsjahr 2004 wurde nur in der Heißwasservariante (HW 50/20) die Keimfähigkeit im Vergleich zur Kontrolle (UK) deutlich reduziert. 2005 bewirkten alle Behandlungen eine Erhöhung der Keimfähigkeit, bei der Elektronenbehandlung (Eb 95/20) und BioZell-2000 B signifikant. 2006 war die Keimfähigkeit des verwendeten

Koriandersaatgutes sehr gering. Durch die Behandlung mit BioZell-2000B und durch die Heißwasserbehandlung (HW 50/20) konnte die Keimfähigkeit signifikant verbessert werden. Mit der Elektronenbehandlung (Eb 95/20) konnte bei gleichen Parametern wie 2005 keine Keimverbesserung erreicht werden.

Tab. 70 Keimfähigkeit (KF in %) von Koriandersaatgut, Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Gruppen kennzeichnen signifikante Unterschiede, $p \leq 0,05$)

2004		2005		2006	
Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]	Varianten	KF [%]
UK	64,8 b	UK	71,0 a	UK	36,3 ab
HW 50/20	15,0 a	HW II	76,3 abc	HW 50/20	55,3 c
Eb 95/20	60,3 b	Eb 95/20	78,3 bc	Eb 95/20	33,8 ab
PRORADIX	54,0 b	BioZell-2000 B	80,0 c	BioZell-2000 B	41,8 b
FZB 24® TB	58,3 b	ChitoPlant	73,5 ab	H ₂ O ₂	27,0 a

2006 wurde zusätzlich im Rahmen der Pathogenuntersuchungen bei der BBA ein Keimfähigkeitstest durchgeführt. Nach 14 Tagen zeigte sich in den Varianten Heißwasser- und Elektronenbehandlung eine tendenzielle Verbesserung der Keimung im Vergleich zur Kontrolle, die jedoch nicht statistisch abzusichern war. Das positive Ergebnis von BioZell-2000B konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Das Auftreten von Wurzelverbräunungen war bei den Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle zwar etwas geringer, statistisch jedoch nicht abzusichern (s. Abb. 81).

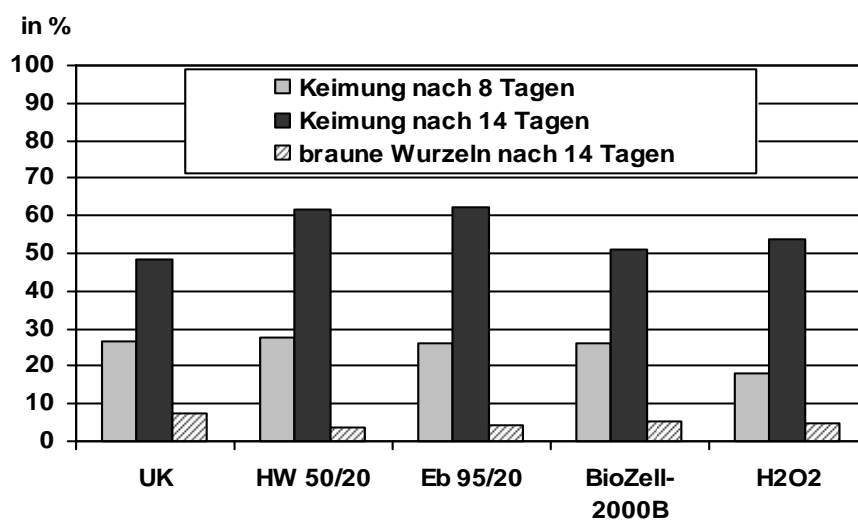


Abb. 81 Keimung nach 8 und 14 Tagen und Anteil brauner Wurzeln [%], Koriander 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Pathogene am Saatgut

Bakterien

Der Ausgangsbesatz mit *Pseudomonas syr. pv. coriandricola* war im Versuchsjahr 2004 mit 1,1 Einheiten (cfu) (UK) geringer, als in den anderen Versuchsjahren (2005 mit 122,0 Einheiten und 2006 mit 339,7 Einheiten). Am heißwasserbehandelten Saatgut (HW 50/20) ließ sich kein *Pseudomonas syr. pv. coriandricola* mehr nachweisen und auch an der elektronenbehandelten Variante (Eb 95/20) war kein nennenswerter Besatz nachzuweisen (s. dazu auch Abb. 82). Im Versuchsjahr 2005 zeigte von allen untersuchten Varianten die Elektronenbehandlung die stärkste Wirkung (Wirkungsgrad der Behandlung 90%). Zur Heißwasserbehandlung lagen keine Ergebnisse vor. Die Behandlung mit dem Pflanzenstärkungsmittel BioZell-2000 B zeigte keine phytosanitäre Wirkung. Auch im Versuchsjahr 2006 erzielte die Behandlung mit BioZell-2000B keine Wirkung, wohingegen bei der H₂O₂-Variante kein *Pseudomonas syr. pv. coriandricola* mehr nachzuweisen war (Wirkungsgrad 100%). Eine sehr starke Reduktion des Besatzes wies auch die mit Heißwasser behandelte Variante auf (HW 50/20, Wirkungsgrad 99%), gefolgt von der Elektronenbehandlung (Eb 95/20, Wirkungsgrad 92%, s. Tab: 71).

Tab. 71 Pathogenbesatz am Saatgut mit *P. syr. pv. coriandricola* (cfu/100µ (bei 2,5 g Samen) x 1000) und in Klammern Wirkungsgrad der Behandlung, Versuchsjahre 2004 - 2006

Saatgutbesatz mit <i>Pseudomonas syringae pv. coriandricola</i> [Wirkungsgrad der Behandlung in %]					
2004		2005		2006	
Varianten	cfu/100µ (bei 2,5 g Samen) x 1000 [Wirkungsgrad]	Varianten	cfu/100µ (bei 2,5 g Samen) x 1000 [Wirkungsgrad]	Varianten	cfu/100µ (bei 2,5 g Samen) x 1000 [Wirkungsgrad]
UK	1,1	UK	122,0	UK	339,7
HW 50/20	0 [100%]	HW II	65,0 [46%]	HW 50/20	0,9 [99%]
Eb 95/20	0,003 [99%]	Eb 95/20	11,5 [90%]	Eb 95/20	24,2 [92%]
		BioZell-2000 B	141,5 [0%]	BioZell-2000 B	340,0 [0%]
				H ₂ O ₂	0 [100%]

Vermerk: 2005 stand kein Saatgut der Behandlungsvariante HW 50/20 für Untersuchungen zur Verfügung

Die Abbildung 82 verdeutlicht die starke Wirkung der Heißwasser- und Elektronenbehandlung gegenüber *Pseudomonas syringae pv. coriandricola* im Versuchsjahr 2004.

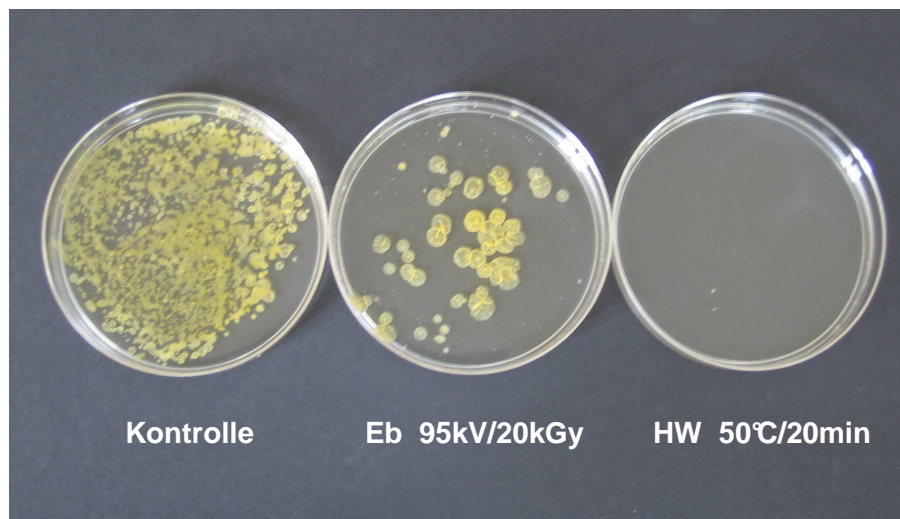


Abb. 82 Gesamtbefall mit Bakterien (darunter *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) bei einer einheitlichen Verdünnungsstufe der Varianten Kontrolle, Eb 95/20 und HW 50/20, 2004

Wie auch beim Saatgutbesatz mit *Pseudomonas syr.* pv. *coriandricola*, zeigte im Versuchsjahr 2004 die Behandlung mit Heißwasser die größte phytosanitäre Wirkung auf die Gesamtkeimzahl. Bei der Heißwasser-Variante konnten keine Bakterien mehr nachgewiesen werden, der Wirkungsgrad der Behandlung lag bei 100%. Auch die Elektronenbehandlung (Eb 95/20) bewirkte eine starke Reduktion des Gesamtkeimbesatzes. Der Wirkungsgrad der Behandlung liegt hier bei 99%. Im Versuchsjahr 2005 wurde zur Gesamtkeimzahl keine Untersuchung durchgeführt. 2006 war der Ausgangsbesatz an Gesamtkeimen an der Kontrolle geringer als 2004. Aber auch hier brachte sowohl die Heißwasser- als auch die Elektronenbehandlung die größte phytosanitäre Wirkung. Der Wirkungsgrad der Heißwasserbehandlung lag bei 95%, bei der Elektronenbehandlung bei 99%. Bei dem mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2) behandelten Saatgut konnten keine Bakterien mehr nachgewiesen werden, der Wirkungsgrad lag somit bei 100%. Auffällig war eine starke Erhöhung des Besatzes bei der BioZell-2000B- Variante (s. Tab. 72).

Tab. 72 Gesamtkeimzahl am Saatgut (cfu/100 μ (bei 2,5 g Samen) x 1000), Versuchsjahre 2004 und 2006

Gesamtkeimzahl und Wirkungsgrad der Behandlung in %			
2004		2006	
Varianten	cfu/100 μ (bei 2,5 g Samen) x 1000 [Wirkungsgrad]	Varianten	cfu/100 μ (bei 2,5 g Samen) x 1000 [Wirkungsgrad]
UK	9.900	UK	33,625
HW 50/20	0 [100%]	HW 50/20	1,675 [95%]
Eb 95/20	58 [99%]	Eb 95/20	1,1 [99%]
		BioZell-2000B	2.171,5 [0%]
		H ₂ O ₂	0 [100%]

Pilzliche Schaderreger

2006 zeigte nur die Heißwasservariante (HW 50/20) eine signifikante Reduktion der pilzlichen Schaderreger, hier vor allem bei *Alternaria* spp. kettenförmig und *Fusarium* spp. (s. Tab. 73).

Tab. 73 Pathogenbesatz am Saatgut Koriander, 2006 auf Filterpapier

Pilze	Saatgutbesatz [%]				
	UK	HW 50/20	Eb 95/20	BioZell-2000B	H ₂ O ₂
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	85,3 a	35,7 b	82,3 a	65,3 ab	69,3 ab
<i>Gonotobotrys</i> spp	67,3 a	0,3 c	33,0 b	4,3 bc	2,0 bc
<i>Epicoccum</i> spp.	18,3 a	1,3 b	14,3 a	6,0 ab	5,7 ab
<i>Fusarium</i> spp.	7,0	0,3	20,7	11,3	6,3
<i>Phoma</i> spp.	0	0	0,3	0	1,0
<i>Cladosporium</i> spp.	4,7	2,3	1,7	1,0	6,0
<i>Penicillium</i> spp.	0	3,3	0,3	0	1,3
<i>Stemphylium</i> spp.	0	0,3	0	0	1,0
<i>Rhizopus</i> spp.	1,5	2,3	0	0	2,3

Feldaufgang

Pflanzenzahl/m²

Im Versuchsjahr 2004 ergaben sich sowohl am Standort Ahrweiler (AW) als auch in Artern (ART) keine signifikanten Unterschiede in der Pflanzenzahl/m² im Vergleich zur Kontrolle (UK), wobei die Variante PRORADIX die höchste Pflanzenzahl an beiden Standorten aufwies. 2005 und 2006 zeigten sich in Ahrweiler und Artern keine Effekte der Behandlungsvarianten auf die Pflanzenzahl (s. Tab. 74).

Tab. 74 Pflanzenzahl / m² von Koriander, Saatgutbehandlungsversuche, 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, p ≤ 0,05)

Pflanzenzahl/m ² 2004			Pflanzenzahl/m ² 2005			Pflanzenzahl/m ² 2006	
Varianten	AW 13.05.04	ART* 21.05.04	Varianten	AW * 06.06.05	ART	Varianten	AW 12.06.
UK	177 ab	125	UK	111	126	UK	90,7
HW 50/20	174 ab	138	HW I 50/20	111	134	HW 50/20	104,5
Eb 95/20	166 a	110	HW II (=HW 2004)	119	141	Eb 95/20	85,8
PRORADIX	212 b	152	BioZell-2000B	118	125	BioZell-2000B	89,9
FZB 24 [®] TB	195 ab	131	ChitoPlant	124	121	H ₂ O ₂	107
			Eb 95/20	125	119		

* Ohne statistische Verrechnung

Im Versuchsjahr 2006 wurden an zwei Terminen die Pflanzen ausgezählt, um den Keimverlauf bzw. eine mögliche Keimverzögerungen zu ermitteln. An beiden Terminen ließen sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle erkennen (s. Abb. 83).

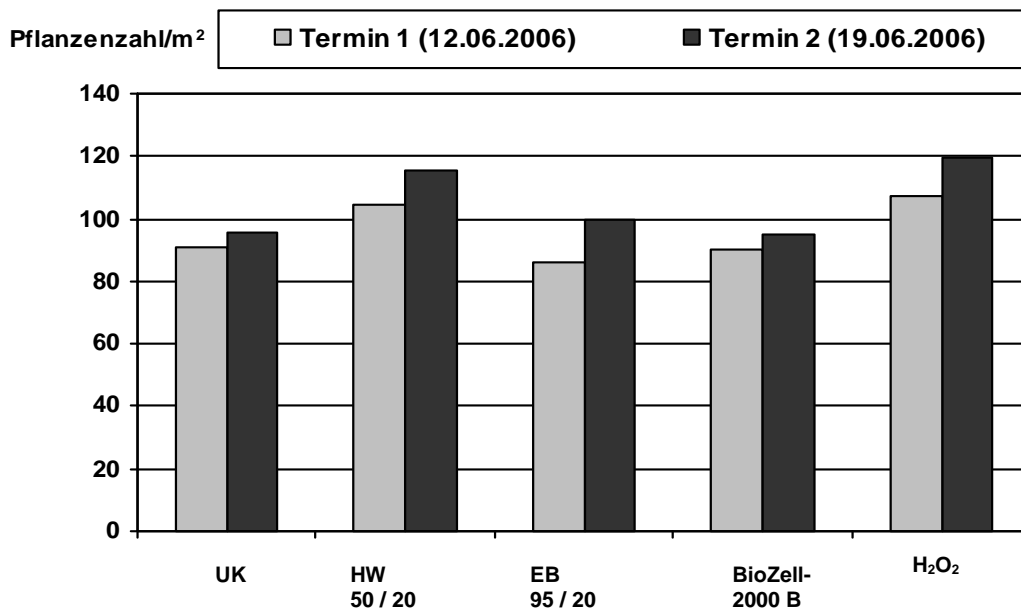


Abb. 83 Pflanzenzahl/qm² von Koriander an zwei Auszählterminen im Versuchsjahr 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Feldaufgang keimfähiger Körner

Bei der Beurteilung des Feldaufgangs keimfähiger gesäter Körner ist der Doppel- (bis gelegentlich 3fache-) Fruchtanteil von Koriander zu berücksichtigen, aus dem sich Werte über 100 % ergeben. Eine Berechnung des Feldaufgangs liegt für das Versuchsjahr 2004 und 2006 vor. Im Versuchsjahr 2004 ergab sich sowohl am Standort Ahrweiler als auch am Standort Artern das gleiche Bild. Die Ergebnisse spiegeln sich auch in der Pflanzenzahl/m² wieder. Die Elektronenbehandlungsvariante weist den niedrigsten und die PRORADIX-Variante den höchsten Feldaufgang auf. Für das Versuchsjahr 2006 lässt sich keine deutliche Veränderung des Feldaufgangs aufgrund einer Saatgutbehandlung festhalten, was wie 2004 auch das Ergebnis der Pflanzenzahl/m² wieder spiegelt (s. Tab. 75).

Tab. 75 Felddaufgang [%] von Koriander, Saatgutbehandlungsversuche 2004 und 2006

Felddaufgang [%]				
2004			2006	
Varianten	AW	ART	Varianten	AW
UK	177,0	102,4	UK	115,5
HW 50/20	174,3	120,4	HW 50/20	109,7
Eb 95/20	166,5	89,8	Eb 95/20	102,0
PRORADIX	212,1	144,7	BioZell-2000B	121,1
FZB 24® TB	195,2	117,6	H ₂ O ₂	119,8

Ertrag

Am Standort Artern (ART) lag das Ertragsniveau zwischen 5,0 und 9,8 dt/ha, während in Ahrweiler (AW) Erträge zwischen 13,8 und 21,2 dt aufbereiteter Ware/ha erreicht wurden. Die durchschnittlichen Trockensubstanzgehalte [TS] am Standort Ahrweiler lagen zur Ernte hierbei 2004 bei 78%, 2005 bei 72% und 2006 bei 92,2%. In keinem der drei Versuchsjahre zeigte sich ein signifikanter Effekt der Saatgutbehandlung auf den Ertrag an aufbereiteter Ware (s. Tab. 76).

Tab. 76 Aufbereitete Erträge von Koriander [dt/ha], Saatgutbehandlungsversuch, 2004 - 2006 (n.s., Tukey, p ≤ 0,05)

Trockenerträge [dt/ha] aufbereiteter Ware							
2004			2005			2006	
Varianten	AW	ART	Varianten	AW *	ART	Varianten	AW
UK	14,3	4,3	UK	20,0	7,9	UK	16,2
HW 50/20	13,0	5,9	HW I 50/20	22,5	9,8	HW 50/20	17,5
Eb 95/20	14,2	4,5	HW II (=HW 2004)	21,3	9,1	Eb 95/20	16,6
PRORADIX	13,8	5,2	BioZell-2000B	21,1	11,4	BioZell-2000B	16,5
FZB 24® TB	13,5	5,5	ChitoPlant	20,1	9,7	H ₂ O ₂	17,8
			Eb 95/20	22,3	10,6		

* keine statistische Verrechnung der Erträge, da nur zwei Wiederholungen in der Versuchsanlage in Ahrweiler (AW)

Pflanzenhöhe im Entwicklungsverlauf

Die Pflanzenhöhe wurde im Verlauf der drei Versuchsjahre nur am Standort Ahrweiler festgehalten. Im Jahr 2004 zeigten sich weder in der 10. noch in der 20. Kulturwoche (KW) signifikante Höhenunterschiede der Pflanzen zwischen den

Varianten (s. Abb. 84). Die Abb. 84 gibt den Höhenverlauf der Pflanzen im Versuchsjahr 2005 am Standort Ahrweiler wieder. Eine Verrechnung wurde aufgrund von nur 2 Wiederholungen nicht vorgenommen. Es zeigten sich im Entwicklungsverlauf keine deutlichen und durchgehenden Höhenunterschiede zwischen den Varianten. Im Versuchsjahr 2006 wurde zum ersten Boniturtermin am 20.06.2006 nur eine mittlere Höhe aller Varianten festgehalten, da sich die Bestände innerhalb der Einzelparzellen zunächst sehr heterogen entwickelten. Zur zweiten Bonitur am 10.07.2006 zeigten sich keine signifikanten Höhenunterschiede zwischen den Behandlungsvarianten (s. Abb. 85).

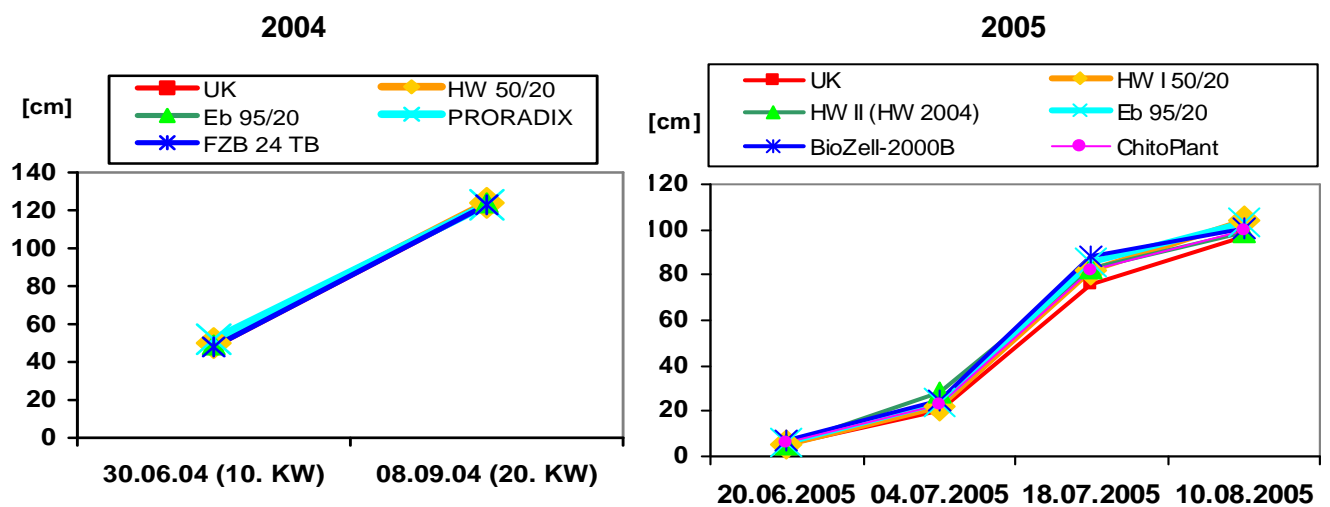


Abb. 84 Pflanzenhöhe [cm] bei Koriander im Versuchsjahr 2004 (li) und 2005 (re) in Ahrweiler (2004: n.s., Tukey, $p \leq 0,05$, 2005: ohne statistische Verrechnung)

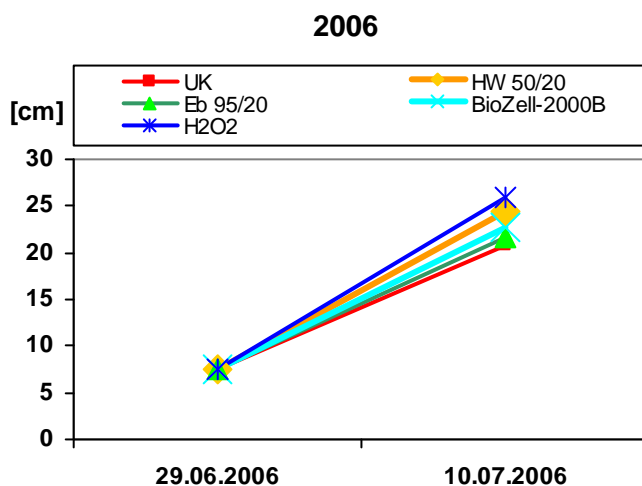


Abb. 85 Pflanzenhöhe [cm] bei Koriander, Ahrweiler 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Krankheitsauftreten im Bestand

Die Symptome an Koriander waren während der ganzen Entwicklungszeit von zwei Schadbildern bestimmt. In Ahrweiler und Artern traten 2004 ab dem 3-Blattstadium im unteren Rosettenbereich variantenübergreifend fettige großflächige blau-schwarze eingesunkene Flecken auf den Blättern auf. Diagnostiziert wurden aus untersuchtem Pflanzenmaterial keine bakteriellen oder pilzlichen Schaderreger. Vermutlich lag die Ursache im genetisch oder physiologisch bedingten Bereich (Dr. Mavridis, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Univ. Göttingen). Im weiteren Entwicklungsverlauf (Rosettenstadium bis Drusch) waren *Pseudomonas* typische Symptome erkennbar. An einigen Pflanzen ließen sich vereinzelt kleine braune Nekrosen erkennen. Aus gewonnenen Isolaten ließ sich einwandfrei *P. syr. pv. coriandricola* identifizieren (Befund Uni Göttingen). Des Weiteren wurde aus Pflanzenmaterial eine nicht pathogene *Erwinia* sp. isoliert. Ein sehr ähnliches Bild ergab sich auch in den Versuchsjahren 2005 und 2006. Im Anhang ist eine Beschreibung der aufgetretenen Krankheitssymptome der einzelnen Versuchsjahre aufgeführt.

Krankheitsbonituren

2004

In der Bonitur auf Doldenwelke zeigte sich 2004 am Standort Ahrweiler in der 7. Kulturwoche ein insgesamt geringes Auftreten des Schadbildes (s. Abb. 86).

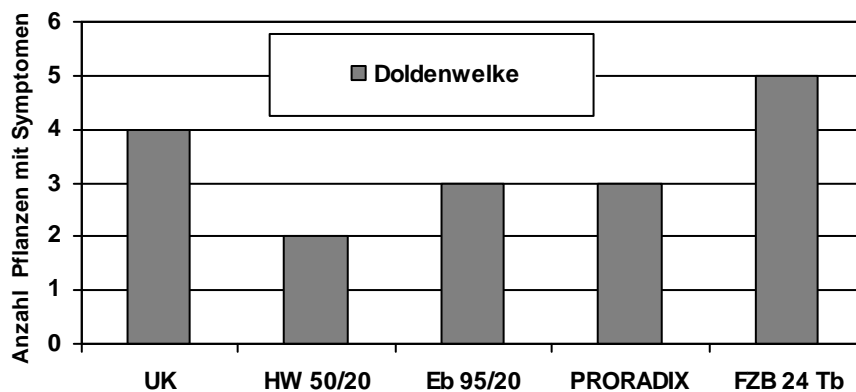


Abb. 86 Anzahl Korianderpflanzen mit Doldenwelke in der 7. KW, Freilandbestand Ahrweiler 2004

Dunkle Blattfleckensymptome traten dagegen 2004 im Bestand am Standort Ahrweiler sehr häufig auf. Die Befallsstärke dieser Blattflecken war an den Pflanzen in der 11. Kulturwoche dagegen noch sehr gering (s. Abb. 87). In beiden Fällen ließ sich kein Einfluss einer Behandlung auf das Auftreten dieses Schadbildes erkennen. Die Ursache dieses Symptoms konnte bislang nicht identifiziert werden. Im weiteren Vegetationsverlauf wurde dieses Schadbild durch weitere Schadbilder überdeckt und daher nicht weiter in die Bonitur mit aufgenommen.

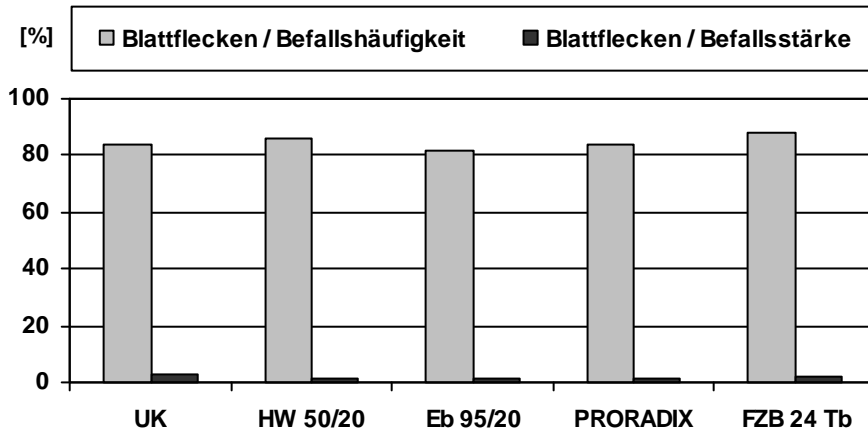


Abb. 87 Befallshäufigkeit und Befallsstärke [%] von dunklen Blattflecken an Koriander in der 11. KW, Freilandbestand Ahrweiler 2004

2005

Im Versuchsjahr 2005 war wie im Vorjahr in der ersten Vegetationsphase am Standort Ahrweiler zunächst das Symptom der dunklen Blattflecken dominant. Die Befallshäufigkeit lag bei allen Varianten unter 20%. Die Befallsstärke an den Pflanzen lag bei knapp 10% und nur bei der Behandlungsvariante BioZell-2000B um 5% höher als bei der unbehandelten Kontrollvariante (s. Abb. 88).

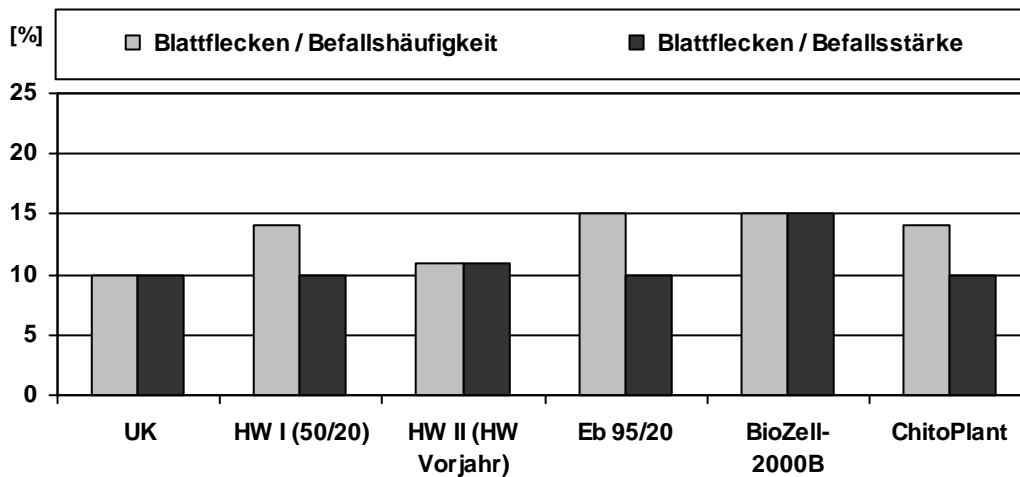


Abb. 88 Befallshäufigkeit und Befallsstärke [%] von Blattflecken an Koriander in der 4. KW, Freilandbestand Ahrweiler 2005

Im weiteren Vegetationsverlauf wurden Symptome von *Septoria*-Befall sichtbar. In der 6. Kulturwoche lag dieser Befall unter 10%. Hier zeigte sich im unteren Blattbereich mit knapp 4% die geringste Befallsstärke in der unbehandelten Kontrollvariante. Im oberen Blattbereich war die Befallsstärke mit 1-2% insgesamt geringer (s. Abb. 89).

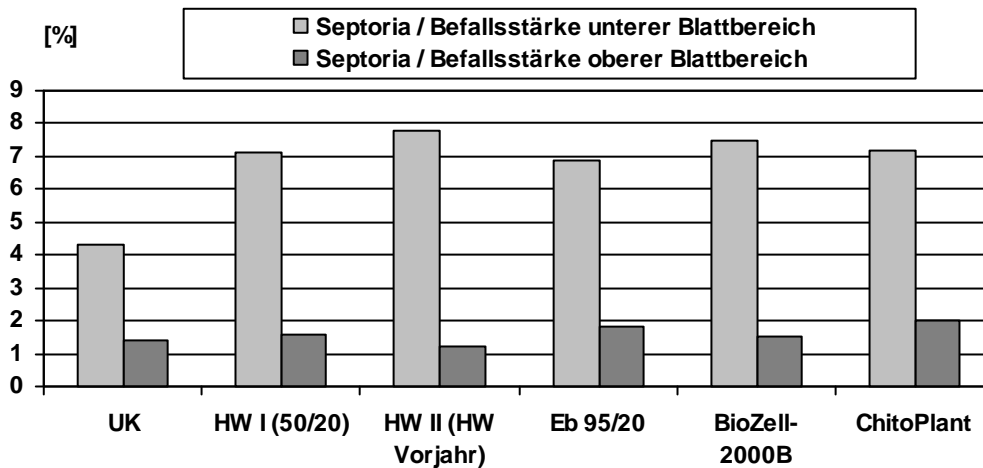


Abb. 89 Befallsstärke [%] von *Septoria*-Symptomen im unteren und oberen Blattbereich von Koriander in der 6. KW, Ahrweiler 2005

Mit fortschreitendem Vegetationsverlauf wurde eine Differenzierung der Schadsymptome schwierig, so dass allgemein auf Krankheitssymptome bonitiert wurde (hier mit Boniturnoten). In allen bonitierten Blättern zeigte sich ein mittelstarkes bis starkes Auftreten von Schadsymptomen. Allerdings zeigte sich weder in der 10., noch in der 13. Kulturwoche ein Einfluss einer Behandlung auf diesen Befall im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante (s. Tab. 77).

Tab. 77 Bonitur auf Krankheitssymptome an Koriander in der 10. und 13. Kulturwoche (KW) unterteilt in Blättern, Saatgutbehandlungsversuch Ahrweiler 2005

2005 Varianten	Krankheitssymptome in der 10. KW		Krankheitssymptome in der 13. KW		
	untere Blättertage	obere Blättertage	untere Blättertage	mittlere Blättertage	obere Blättertage
UK	6	6	8	8	7
HW I (50/20)	6	6	8	8	7
HW II (HW Vorjahr)	7	7	9	9	7
Eb 95/20	7	7	9	9	8
BioZell-2000B	7	7	9	9	8
ChitoPlant	7	7	tot	9	8

Boniturnoten: 1 = kein Befall, 9 = Totalbefall

Am Standort Artern zeigte sich in der 13. Kulturwoche ein geringes bis mittelstarkes Auftreten von Schadsymptomen. Auch hier war kein deutlicher Einfluss einer Behandlung auf den Befall erkennbar (s. Tab. 78).

Tab. 78 Bonitur auf Krankheitssymptome an Koriander in der 13. Kulturwoche (KW), Freilandbestand Artern 2005 (ohne statistische Verrechnung)

2005	Krankheitssymptome in der 13. KW
UK	2
HW I (50/20)	3
HW II (HW Vorjahr)	3
Eb 95/20	3
BioZell-2000B	3
ChitoPlant	2

Boniturnoten: 1 = kein Befall, 5 = Totalbefall

2006

Im Versuchsjahr 2006 trat verstärkt das Schadbild von *P. syr. pv. coriandricola* im Freilandbestand auf. Während in der 10. Kulturwoche die Befallshäufigkeit in der unbehandelten Kontrollvariante mit 24% am geringsten lag, war die Häufigkeit des Schadbildes in der 11. Kulturwoche schon deutlich höher und lag mit 64% bei den Behandlungsvarianten Heißwasser (HW 50/20) und BioZell-2000B am geringsten. Ein deutlicher Effekt einer Behandlung ist allerdings nicht erkennbar (s. Abb. 90). Ähnlich verhält es sich mit der Befallsstärke an den Korianderpflanzen. Auch hier nahm die Stärke des Befalls innerhalb einer Vegetationswoche deutlich zu. Die geringste Befallsstärke zeigte sich hier bei den physikalischen Behandlungsvarianten (HW 50/20 und Eb 95/20). Ein deutlicher Effekt einer Behandlung wird allerdings auch hier nicht erkennbar (s. Abb. 90).

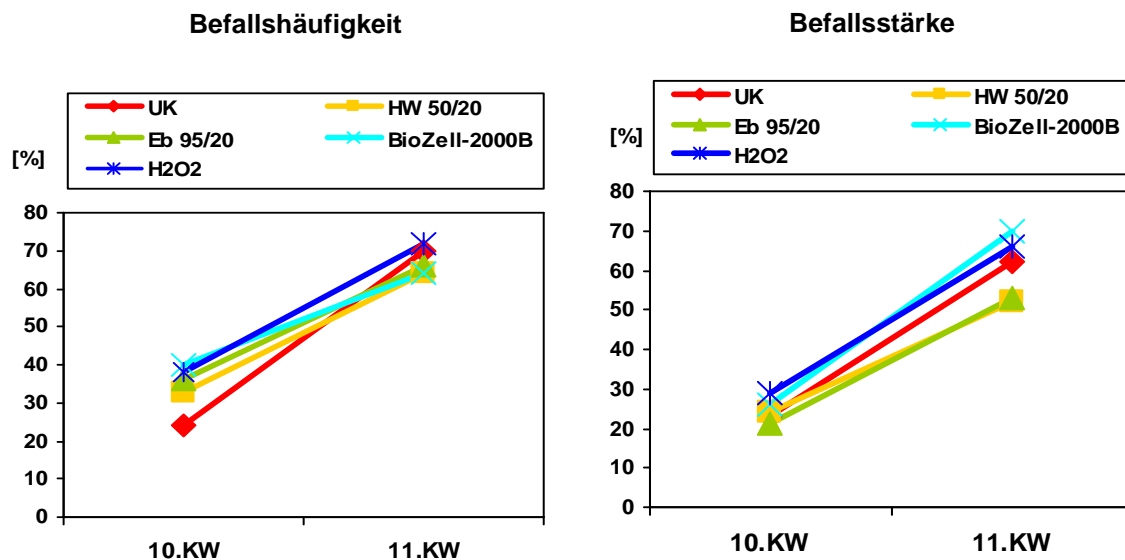


Abb. 90 Befallshäufigkeit (li) und Befallsstärke (re) in % von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* an Koriander in der 10. und 11. KW, Freilandbestand Ahrweiler 2006

In der 13. Kulturwoche wurde das Auftreten von Krankheitssymptomen differenziert in die Befallsstärke im unteren, mittleren und oberen Blattbereich. Der untere Blattbereich war zu diesem Zeitpunkt weitgehend abgestorben, so dass die

Darstellung der Befallsstärke nur für den mittleren und oberen Blattbereich erfolgt. Hier zeigt sich im oberen Blattbereich eine geringere Befallsstärke, jedoch lässt sich auch hier kein deutlicher Einfluss einer Saatgutbehandlung auf das Krankheitsauftreten im Bestand erkennen (s. Abb. 91).

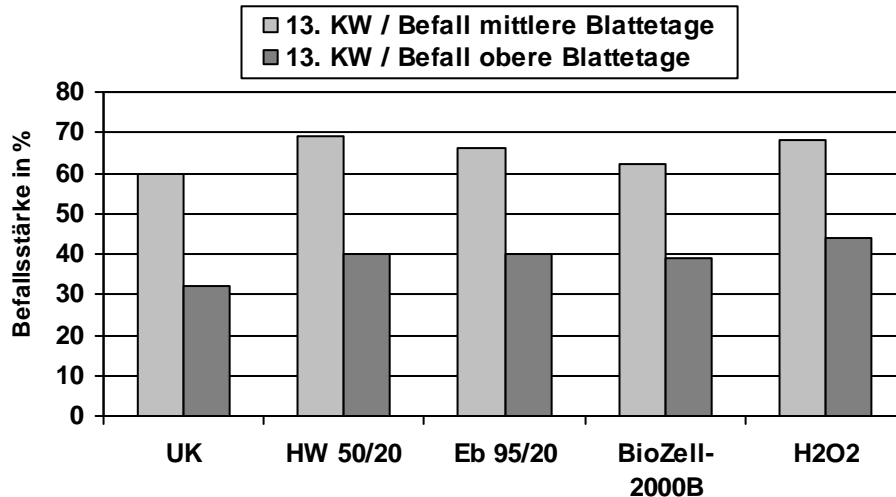


Abb. 91 Befallsstärke [%] von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* an Koriander in mittlerer und oberer Blattetage [13. KW], Freilandbestand Ahrweiler 2006

Pathogene am Erntegut

Die Pathogenuntersuchungen am Erntegut wurden ebenfalls mit Schwerpunkt auf bakterielle Schaderreger durchgeführt. In allen drei Versuchsjahren zeigt sich bei den Heißwasservarianten eine deutliche Reduktion von *P. syr. pv. coriandricola* am Erntegut. Auch der Besatz mit anderen Bakterien ist in dieser Variante im Vergleich zur Kontrolle auffallend reduziert. Während in den Versuchsjahren 2004 und 2005 auch bei der Elektronenbehandlungsvariante eine deutliche Reduktion des Besatzes festgestellt werden konnte, trifft dies für das dritte Versuchsjahr nicht zu. Die Varianten BioZell-2000B und Wasserstoffperoxid (H₂O₂) wiesen 2006 ebenfalls einen geringeren Besatz mit *P. syr. pv. coriandricola* auf, jedoch in geringerem Maße als die Heißwasservariante (s. dazu Abb. 92 bis Abb. 94).

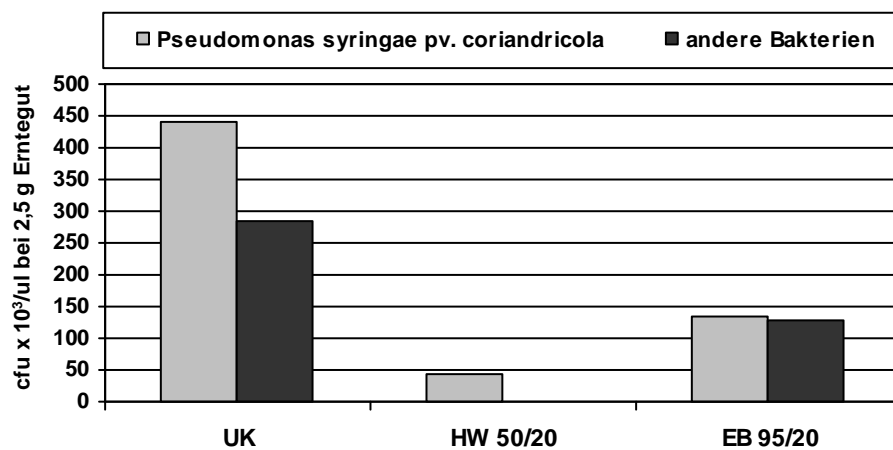


Abb. 92 Besatz mit Bakterien und *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* (cfu x 10³/µl bei 2,5 g Samen) am Erntegut Koriander AW, 2004

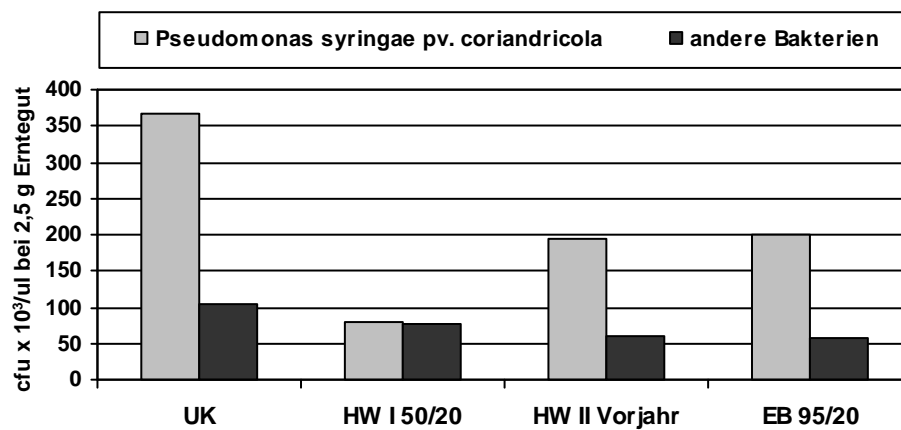


Abb. 93 Besatz mit Bakterien und *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* (cfu x 10³/µl bei 2,5 g Samen) am Erntegut Koriander AW, 2005

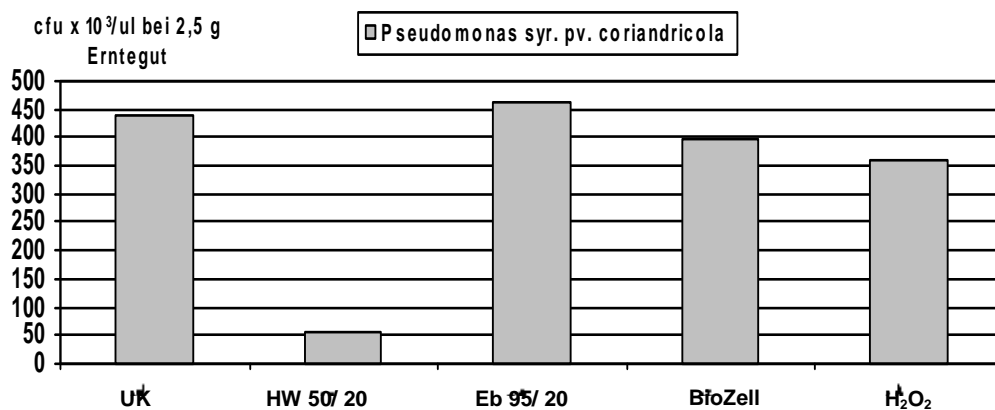


Abb. 94 Besatz mit *P. syr. pv. coriandricola* (cfu x 10³/µl bei 2,5 g Samen), Erntegut Koriander AW, 2006

Ergebnisse Modellversuche / Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß

Aufgang im Gefäß

2004

Den niedrigsten Aufgang wies im Gefäßversuch 2004 die mit PRORADIX behandelte Variante auf. Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (UK) war dieser Unterschied jedoch nicht signifikant. Einen deutlich höheren Aufgang wies dabei im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle die Elektronenbehandlungsvariante nach 9 Tagen auf. Nach 16 Tagen ließ sich dieser Unterschied jedoch, genau wie bei der FZB 24[®] Tb-Variante, nicht mehr statistisch absichern (s. Abb. 95).

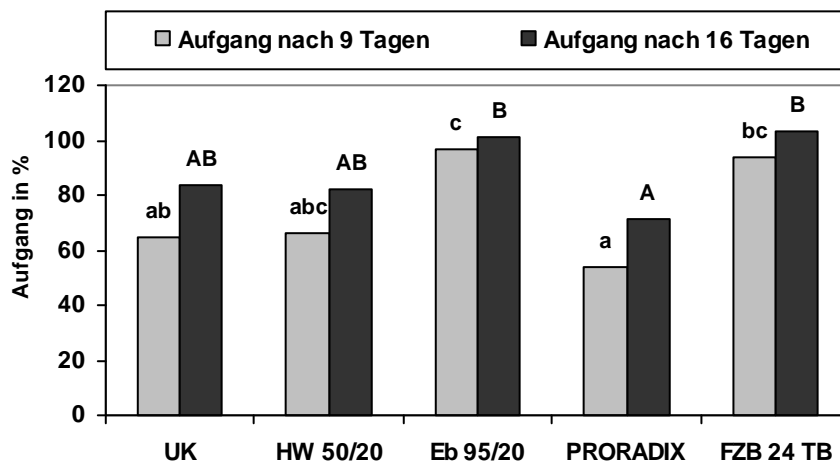


Abb. 95 Aufgang [%] nach 9 und 16 Tagen im Gefäß (bereinigt um Doppelkeimer), Koriander 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

2005

Im Versuchsjahr 2005 zeichnete sich zunächst (Termin 1) bei der Behandlungsvariante ChitoPlant ein höherer Aufgang im Gefäß ab, als bei der unbehandelten Kontrolle (UK) und den übrigen Varianten. Während sich beim 2. Auszähltermin keine deutlichen Unterschiede im Aufgang ergaben, zeigte die Kontrollvariante beim 3. Auszähltermin die höchste Keimrate. Die Variante HW 2004 (Erntegut aus der Behandlungsvariante HW 2004) blieb hingegen tendenziell im Aufgang im Vergleich zur Kontrolle zurück (s. Abb. 96).

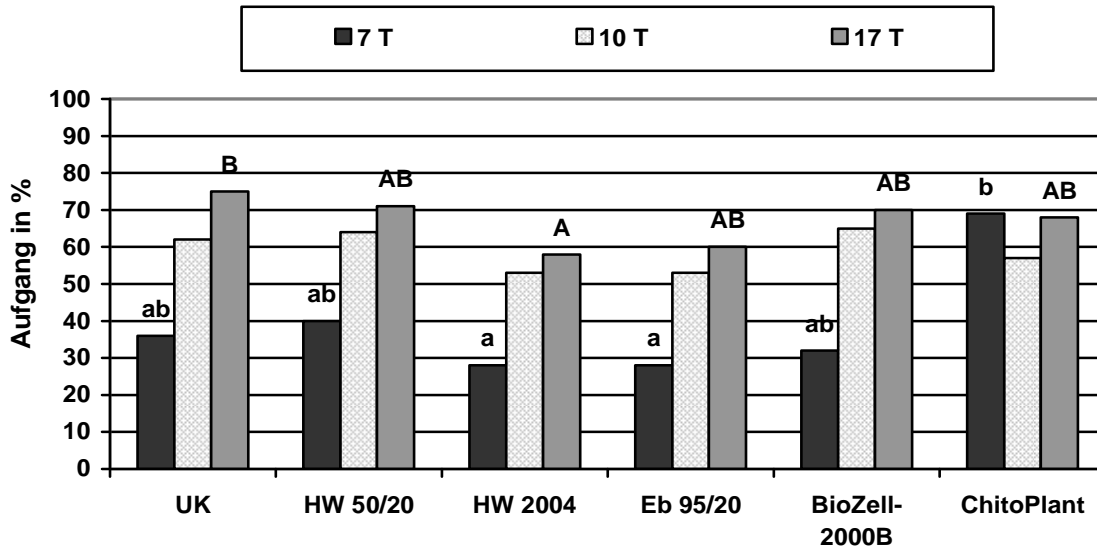


Abb. 96 Aufgang [%] von Koriander (bereinigt um Doppelkeimer), Gefäßversuch 2005 (DLR) (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,1$)

2006

Im Versuchsjahr 2006 lag die Keimrate mit durchschnittlich 19% bei der Kontrolle (UK) beim letzten Auszähltermin (Aufgang nach 28 Tagen) sehr niedrig. Während sich die Behandlung mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2) negativ auf die Keimung im Gefäß auswirkte, zeigte sich im Versuchsjahr 2006 durch die Behandlung mit BioZell-2000B ein positiver Effekt (s. Abb. 97).

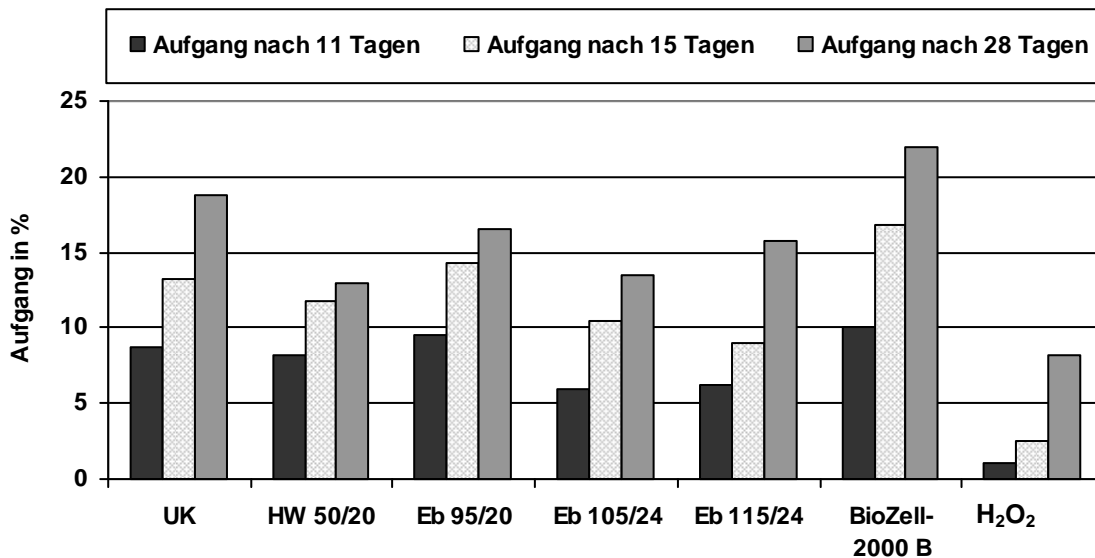


Abb. 97 Aufgang [%] von Koriander (bereinigt um Doppelkeimer), Gefäßversuch 2006 (DLR) (n.s., Tukey, $p \leq 0,5$)

Pflanzenhöhe

Im Versuchsjahr 2004 ergab sich weder in der 3. Kulturwoche noch zur Ernte ein signifikanter Einfluss der Behandlung auf die Höhenentwicklung der Korianderpflanzen.

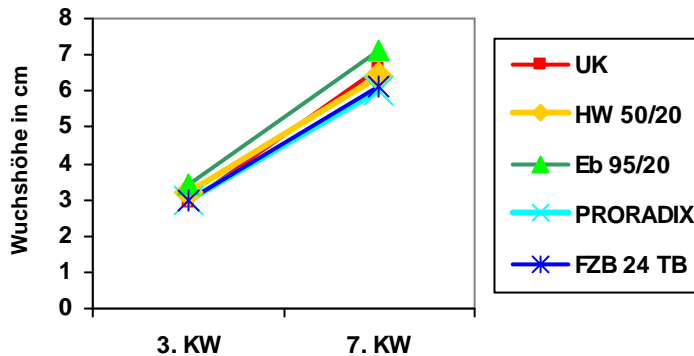


Abb. 98 Wuchshöhe [cm] der Korianderpflanzen im Gefäß in der 3. und 7. Kulturwoche (KW), Versuchsjahr 2004 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

2006 wurden die niedrigsten Pflanzen die Elektronenbehandlungsvariante Eb 105/24 und die Variante Wasserstoffperoxid (H_2O_2) auf, während die Pflanzen der BioZell-2000B Variante am größten waren. Ein signifikanter Einfluss einer Behandlung auf die Wuchshöhe der Keimlinge konnte jedoch nicht ermittelt werden (s. Abb. 99).

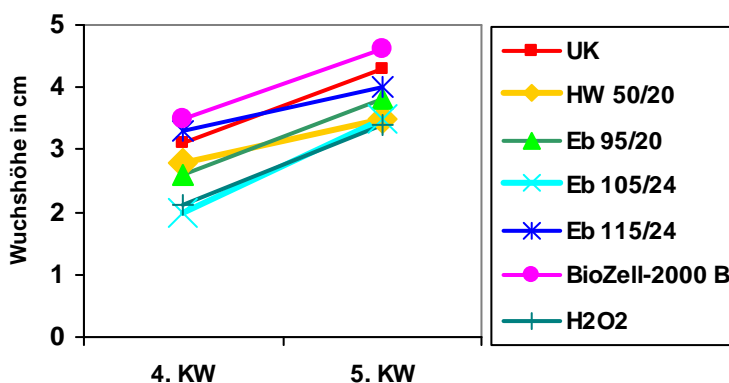


Abb. 99 Wuchshöhe der Korianderpflanzen im Gefäß [cm] in der 4. und 5. Kulturwoche (KW), Versuchsjahr 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Auftreten erkrankter Pflanzen

2004

In der folgenden Tabelle ist die Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen pro Gefäß an zwei verschiedenen Boniturterminen aufgeführt. Die Beobachtung der Krankheitssymptome wurde durch starken Schneckenfraß erschwert, so dass eine abschließende Beurteilung des Krankheitsverlaufes nicht möglich war. Eine Bonitur zur Ernte wurde daher nicht mehr vorgenommen. Als Symptome traten vorwiegend verkümmerter Wuchs und chlorotische oder rötliche Blattverfärbungen und

verbogene Keimblätter auf. Werden die Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der 3 Kulturwoche (KW) der Anzahl gekeimter Körner zu diesem Zeitpunkt einander gegenübergestellt, so ergibt sich bei der unbehandelten Kontrolle (UK) ein prozentualer Anteil erkrankter Pflanzen von 5%. Demgegenüber steht ein prozentualer Anteil von 13% bei der mit PRORADIX behandelten Versuchsvariante und liegt höher als der Anteil in der UK (s. Tab. 79).

Tab. 79 Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der 2. und 3. Kulturwoche (KW) und Anteil Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der 3. Kulturwoche, Koriander Gefäßversuch 2004

2004 Varianten	Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen		Anteil kranker Pflanzen an gekeimten Pflanzen in %
	2. KW	3. KW	3. KW
UK	2,0	6,3	5
HW 50/20	0,3	6,0	5
EB 95/20	0,8	4,0	3
PRORADIX	12,0	14,0	13
FZB 24® TB	3,8	1,0	1

2005

In den ersten beiden Bonituren zum Auftreten von Krankheitssymptomen ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Varianten. In der dritten Bonitur (Erntetermin) zeigte die unbehandelte Kontrolle (UK) mit 18 kranken Pflanzen das geringste Krankheitsauftreten, während die BioZell-2000B Variante mit 28 kranken Pflanzen den größten Befall aufwies. Wird der Anteil der kranken Pflanzen an den gekeimten Körnern betrachtet, so ergibt sich auch hier bei der UK das niedrigste Krankheitsauftreten, während hier die Variante Eb 95/20 mit 26% Anteil im Verhältnis zu den gekeimten Körnern die meisten kranken Pflanzen aufwies.

Tab. 80 Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen zu drei Boniturterminen und Anteil [%] Pflanzen mit Krankheitssymptomen zur Ernte, Koriander Gefäßversuch 2005

2005 Varianten	Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen			Anteil kranker Pflanzen an gekeimten Pflanzen in %
	nach 7 Tagen 27.06.05	nach 10 Tagen 30.06.05	nach 17 Tagen 07.07.05	07.07.05
UK	6	16	18	16
HW 50/20	5	15	24	21
HW 2004	5	14	23	25
Eb 95/20	4	15	23	26
BioZell-2000 B	3	17	28	25
ChitoPlant	5	19	25	23

2006

In der 4. Kulturwoche (4. KW) zeigten sich in der Behandlungsvariante Wasserstoffperoxid (H₂O₂) keine Pflanzen mit Krankheitssymptomen. Die meisten Pflanzen mit Symptomen wies mit 3 Pflanzen die Variante Elektronenbehandlung (Eb 95/20) auf. In der 5. Kulturwoche (9 Tage später) schwankte die Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen zwischen 3 (Eb 105/24, Eb 115/24 und H₂O₂) und 6 (Eb 95/20). Wird der Anteil kranker Pflanzen an den gekeimten Pflanzen der jeweiligen Variante betrachtet, so ergeben sich in der 4. Kulturwoche 0% nach einer Behandlung mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂) und 8% nach einer Elektronenbehandlung (Eb 105/24). In der 5. Kulturwoche liegen die Werte zwischen 13% bei der BioZell-2000B und Wasserstoffperoxid-Variante und 23% bei den Varianten HW 50/20 und Eb 115/24 (s. Tab. 81).

Tab. 81 Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der 4. und 5. Kulturwoche (KW) und Anteil [%] Pflanzen mit Krankheitssymptomen, Koriander Gefäßversuch 2006

2006 Varianten	Anzahl der Pflanzen mit Krankheitssymptomen		Anteil kranker Pflanzen an gekeimten Pflanzen in %	
	4. KW (20.06.06)	5. KW (29.06.06)	4. KW	5 KW
UK	1	5	3	15
HW 50/20	1	5	6	23
Eb 95/20	3	6	6	22
Eb 105/24	1	3	8	16
Eb 115/24	0,3	3	4	23
BioZell-2000 B	0,3	5	1	13
H ₂ O ₂	0	3	0	13

3.1.4.3 Zusammenfassung

In den Versuchsjahren 2004 und 2006 beeinflusste die Saatgutbehandlung in zwei Fällen das Tausendkorngewicht (TKG). Während PRORADIX 2004 eine signifikante Erhöhung des TKG verursachte, reduzierte es die Heißwasserbehandlung 2006, nicht aber 2004. Im Versuchsjahr 2005 wurde hierzu keine Untersuchung durchgeführt.

Eine Wirkung der Saatgutbehandlung auf die Keimfähigkeit (KF) ergab sich vor allem bei der Heißwasservariante. Während im ersten Versuchsjahr die Behandlung mit Heißwasser eine starke Reduzierung der Keimfähigkeit verursachte, zeigte sich im dritten Versuchsjahr mit den gleichen Einstellungsparametern eine signifikante Erhöhung. Einen positiven Effekt bewirkte im zweiten Versuchsjahr die Elektronenbehandlung und noch deutlicher die Behandlung des Saatgutes mit BioZell-2000B. Allerdings zeigte sich dieser positive Effekt im darauf folgenden Versuchsjahr nicht mehr. Die Verwendung der chemischen Variante H₂O₂ wirkte sich negativ auf die Keimfähigkeit aus. Keine der über mehrere Versuchsjahre verwendeten Varianten brachte eine positive Wirkung über den gesamten Versuchszeitraum.

Der Bakterienbesatz am behandelten Saatgut (hier in erster Linie *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) wurde über mehrere Versuchsjahre hinweg sowohl durch die Elektronen-, vor allem aber durch die Heißwasserbehandlung deutlich reduziert. Das Pflanzenstärkungsmittel BioZell-2000 B zeigte dagegen keine positive Wirkung hinsichtlich Schaderregerbekämpfung am Saatgut. 2006 wurde zusätzlich die Wirkung der Behandlungsvarianten auf die pilzlichen Schaderreger untersucht. Auch hier zeigte die Behandlung mit Heißwasser die deutlichste Wirkung, hervorgehoben sei hier die Reduktion von *Alternaria* spp. und *Fusarium* spp.. Um die Wirkung einer Behandlung weiter zu verfolgen wurde auch das Erntegut auf Pathogene, speziell die Bakterien (vor allem auf *P. syr.* pv. *coriandricola*) hin untersucht. Erstaunlicherweise zeigt sich auch hier noch eine Wirkung der Behandlung. Der geringste Besatz wurde in allen drei Versuchsjahren bei der mit Heißwasser behandelten Variante ermittelt. Keine andere Behandlungsvariante zeigte eine so deutliche Wirkung auf den Pathogenbesatz über den Versuchszeitraum hinweg, wie die Heißwasservariante. Auf den Aufgang (Pflanzenzahl/m²) hatte die Behandlung des Saatgutes in keinem der drei Versuchsjahre einen nennenswerten Einfluss. Auch auf den 2004 und 2006 untersuchten Feldaufgang keimfähiger Körner zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Behandlungsvarianten. Tendenziell wurde dieser jedoch im Jahr 2004 durch die physikalische Behandlung mit Elektronen reduziert und durch die Behandlung mit dem Pflanzenstärkungsmittel PRORADIX erhöht.

Die Ertragsermittlung an aufbereiteter Ware ließ keine Wirkung der Behandlungsvarianten auf die Ertragsausbildung erkennen.

Hinsichtlich der Bestandesentwicklung ergab sich in keinem der drei Versuchsjahre ein Einfluss der Behandlung auf die Wuchshöhe der Pflanzen. Im Laufe der Versuchsjahre traten unterschiedliche Schadbilder auf, jedoch konnte nur *P. syr.* pv. *coriandricola* eindeutig identifiziert werden. Bei der Bonitur auf Krankheitsschäden ergab sich in keinem der drei Versuchsjahre ein signifikanter Einfluss einer Behandlung auf das Auftreten im Bestand.

Bei der Pathogenuntersuchung des Erntegutes aus den Feldversuchen zeigte sich ein auffallend geringerer Besatz mit bakteriellen Schaderregern (Gesamtbakterienbesatz bzw. *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) nach der Behandlung des Saatgutes mit Heißwasser (HW 50/20) in allen drei Versuchsjahren. Die Elektronenbehandlung bewirkte eine leicht geringere Reduktion des Bakterienbesatzes am geernteten Korn, allerdings nicht in allen Versuchsjahren.

In Gefäßversuchen, die parallel zu den Feldversuchen mit den gleichen Versuchsvarianten durchgeführt wurden, stand der Aufgang im Vordergrund. In allen drei Versuchsjahren waren es die Varianten mit Pflanzenstärkungsmitteln, die zunächst eine schnellere Keimung aufwiesen (2004 FZB 24[®] Tb, 2005 ChitoPlant, 2006 BioZell-2000B). Im weiteren Verlauf war dieser Unterschied meist nicht mehr so deutlich oder nicht mehr vorhanden. Hinsichtlich des Auftretens von kranken Pflanzen zeigte keine der Behandlungsvarianten einen eindeutig positiven Effekt.

3.1.4.4 Fazit

Die Versuche zur Saatgutbehandlung bei Koriander zeigten insgesamt keine Auswirkung der geprüften Behandlungsvarianten im Feldbestand auf die geprüften Parameter (Aufgang, Wachstumsverlauf, Ertrag). Weder bei einer Verschlechterung der Keimfähigkeit durch die Saatgutbehandlung (HW, 2004) noch durch eine Erhöhung der Keimfähigkeit (HW, 2006) waren Effekte im Feldbestand nachzuweisen. Die Modellversuche bestätigen die Ergebnisse größtenteils und zeigen durch teilweise sehr indifferente Ergebnisse einzelner Varianten die starke Abhängigkeit jeder Behandlung von der verwendeten Saatgutpartie.

Es wurden zudem keine Effekte auf den Befall mit *P. syringae* im Freiland deutlich. Auffallend war, dass der starke phytosanitäre Effekt der Heißwasserbehandlung bis am Erntegut nachzuweisen war. Die Heißwasserbehandlung zeigte die höchsten Wirkungsgrade gegen bakterielle Schaderreger am Saatgut und stellt damit ein praxistaugliches Verfahren dar.

Wichtigster Aspekt der Saatgutbehandlung bleibt die Verhinderung einer Erstinfektion über das Saatgut, besonders auf befallsfreien Flächen.

3.1.4.5 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse (nur Freilandversuche)

+ = positive Effekte o = keine Effekte - = negative Effekte

Tab. 82 Dargestellt sind die Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen mit besonderer Relevanz für die Praxis

Pflanzenbauliche Parameter	KF	Feldaufgang (Pflanzenzahl/m ²) an zwei Standorten	Ertrag
Heißwasserbehandlung			
HW 50/20	-	0/0	0
HW 50/20	0	0/0	0
HW 50/20	+	0	0
Elektronenbehandlung			
EB 95/20	0	0/0	0
EB 95/20	+	0/0	0
EB 95/20	0	0	0
PRORADIX	0	0/0	0
ChitoPlant	0	0/0	0
BioZell-2000B	+	0/0	0
BioZell-2000B	0	0	0
Wasserstoffperoxid (H₂O₂)	0	0	0
FZB 24[®] Tb	0	0/0	

- 100 = 100 %ige Wirksamkeit
 + = wirksam, keine 100 %
 n.a. = Wirksamkeit nicht ausreichend
 0 = keine Wirksamkeit ($0 \leq 5 \%$)

Tab. 83 Darstellung der Wirksamkeit der einzelnen Saatgutbehandlungen auf relevante Pathogene am Saatgut (Wirkungsgrad)

Pathogene	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coriandricola</i>	Gesamtbakterien
HW 50/20	100	100
HW 50/20	+	+
Eb 95/20	+	+
Eb 95/20	+	+
Eb 95/20	+	
BioZell-2000B	0	0
BioZell-2000B	0	
H ₂ O ₂	100	100

3.1.5 Kümmel

Versuchsziele

1. Künstliche Saatgutinfektion mit *Phomopsis diachenii* zur Erzeugung von Versuchssaatgut
2. Verbesserung der Saatgutqualität durch die Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln und physikalischen Behandlungsmaßnahmen.

Pathogenschwerpunkte

Kümmelanthraknose [*Mycocentrospora acerina*]

Doldenbräune

Bakterielle Schaderreger

3.1.5.1 Infektionsversuch

3.1.5.1.1 Material und Methoden

2004 wurde ein Freilandbestand zur künstlichen Infizierung mit *Phomopsis diachenii* zur Gewinnung infizierten Saatgutes angelegt. Der Bestand mit drei Partien von einjährigem Kümmel wurde mit einem Inokulum von *Phomopsis diachenii* behandelt. Folgende Saatgutpartien fanden für den Infektionsversuch Verwendung:

Partie: `Sprinter´	(Herkunft NLC, 2001)
Partie: `Karzo´	(Versuchssaatgut aus Holland, 2001)
Partie: `Sprinter´	(Herkunft NLC, 2004)

Versuchsbedingungen: Versuchsfläche Grafschaft-Esch, Parzellengröße: 15 m² pro Saatgutpartie, Reihenabstand: 33,3 cm, Aussattermin: 27.04.2004, Saatstärke: 7,7 - 9,7 kg/ha.

Das Inokulat wurde an der BBA durch abschwemmen Bewachsener Platten mehrerer *Phomopsis diachenii* Isolate vorbereitet. Angestrebt waren hierbei eine Inokulumkonzentration von 6×10^4 Alphasporen/ml und eine Suspensionsmenge von 40 ml pro Pflanze. Die Inokulation mit *Ph. diachenii* wurde am 27.07.2004 gegen Abend vorgenommen. Die Pflanzen der Partien 2 und 3 befanden sich in der Vollblüte, die der Partie 1 in der beginnenden Blüte. Inokuliert wurden pro Partie ca. 50 gekennzeichnete Pflanzen. Die Ausbringung erfolgte mit einer Rückenspritze. Die Pflanzen wurden anschließend für 24 h in Plastiktüten eingepackt.

Während des gesamten Vegetationsverlaufs wurde die Entwicklung von Schadsymptomen visuell festgehalten. Die Ernte erfolgte am 23.08.2004 per Hand. Die infizierten Pflanzen wurden dabei getrennt von den nicht infizierten geerntet. Nach der Trocknung (Satzrocknung bei ca. 40 °C) wurde das Erntegut gereinigt. Die Untersuchung des Erntegutes auf Keimfähigkeit und Pathogenbesatz erfolgte an der BBA. Ein weiterer Keimfähigkeitstest wurde nach ISTA-Vorschrift von der Pharmasaat GmbH durchgeführt. Eine statistische Verrechnung wurde aufgrund der als Screening angelegten Versuchsanlage nicht vorgenommen.

3.1.5.1.2 Ergebnisse

Befallsverlauf

Mit Ende der Blüte zeichnete sich der erste Befall im Bestand ab, die Befallssymptome waren jedoch nicht ausschließlich an den künstlich infizierten Pflanzen festzustellen, was parallel auf einen natürlichen Befall hinweist. Ein erster deutlicher Befall zeigte sich an den künstlich infizierten Pflanzen der Partie 2 am 06.08.2004. Der Befall an und um die künstlich infizierten Pflanzen nahm deutlich während der Samenausbildung zu, was sich insbesondere an den Partien 2 und 3 abzeichnete. Zur Ernte zeigten sich deutliche Befallssymptome um die infizierten Pflanzen herum. Vor allem bei der Partie 2 war im übrigen Bestand ein leichter Befall zu erkennen.

Keimfähigkeit des Erntegutes

Die Keimfähigkeit [%] der infizierten und nicht infizierten Varianten der drei Erntegut-Partien wiesen weder beim Test nach ISTA-Vorschrift (s. Abb. 100), noch beim Test im Rahmen der Pathogenuntersuchungen (s. Abb. 101) deutliche Abweichungen auf. Während der Anteil brauner Wurzeln [%] am untersuchten Erntegut der Partien 1 und 2 bei den infizierten Varianten niedriger lag, war er bei der Partie 3 bei der infizierten Variante etwas höher (s. Abb. 101). Die Wurzelverbräunungen gingen hierbei vorwiegend auf Bakterien zurück.

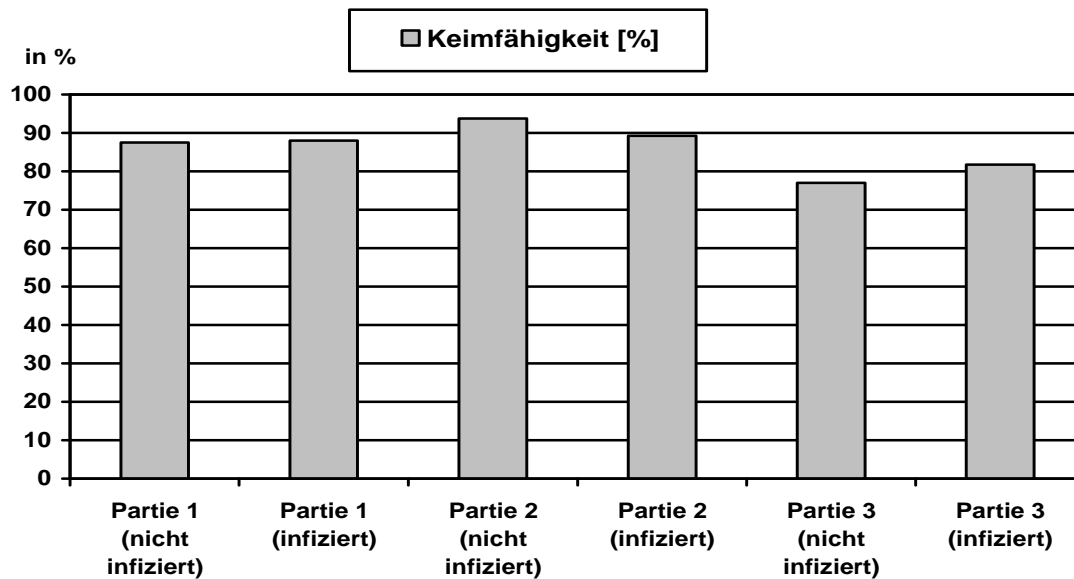


Abb. 100 Keimfähigkeit [%] des Erntegutes von nicht infiziertem und infiziertem Kümmel nach ISTA-Vorschrift, Infektionsversuch 2004

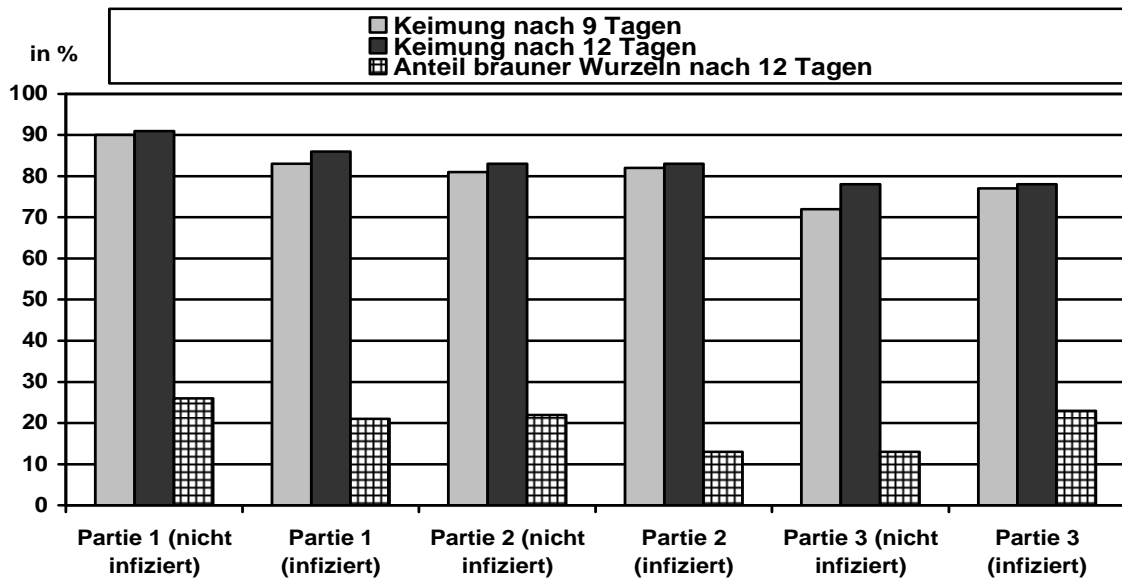


Abb. 101 Keimfähigkeit [%] des Erntegutes von nicht infiziertem und infiziertem Kümmel nach 9 und 12 Tagen und Anteil brauner Wurzeln im Rahmen der Pathogenuntersuchung an der BBA, Infektionsversuch 2004

Pathogenbesatz am Erntegut

Die Pathogenuntersuchung des Erntegutes der Partie 1 ergab einen insgesamt niedrigen Besatz mit Schaderregern (ausgenommen *Alternaria* spp.). Die künstliche Infektion des Bestandes mit *Phomopsis diachenii* wirkte sich nicht deutlich auf den Besatz am Erntegut aus. Während der Besatz mit *Ph. diachenii* ohne erkennbare Sporenbildung bei der nicht infizierten Variante bei 1,7% lag, ergab sich bei der infizierten Variante ein Besatz von 4,3%. Allerdings war der Besatz mit sporulierendem *Ph. diachenii* bei der nicht infizierten Variante mit 0,3% sehr niedrig und lag bei der infizierten Variante sogar bei 0%. Auch der Besatz mit *Mycocentrospora acerina* war bei der Partie 1 mit 2% gering (s. Abb. 102). Hinsichtlich des *Phomopsis*-Befalls zeigte sich bei der Partie 2 ein ähnliches Bild, wie bei der Partie 1. Der Besatz mit *M. acerina* lag mit 5% (nicht infizierte Variante) und 8% (infizierte Variante) geringfügig höher, als die der Partie 1 (s. Abb. 103). Die Partie 3 wies hingegen mit 31% (nicht infizierte Variante) und 24% (infizierte Variante) einen höheren Befall mit *M. acerina* auf. Der Besatz mit *Ph. diachenii* war hingegen bei beiden Varianten der Partie 3 niedrig, so dass auch hier keine Wirkung der künstlichen Infektion auf den Befall am Erntegut erkennbar war (s. Abb. 104). Insgesamt wurde bei allen Parteien ein sehr hoher Befall mit *Alternaria* spp. zwischen 95 – 98 % festgestellt.

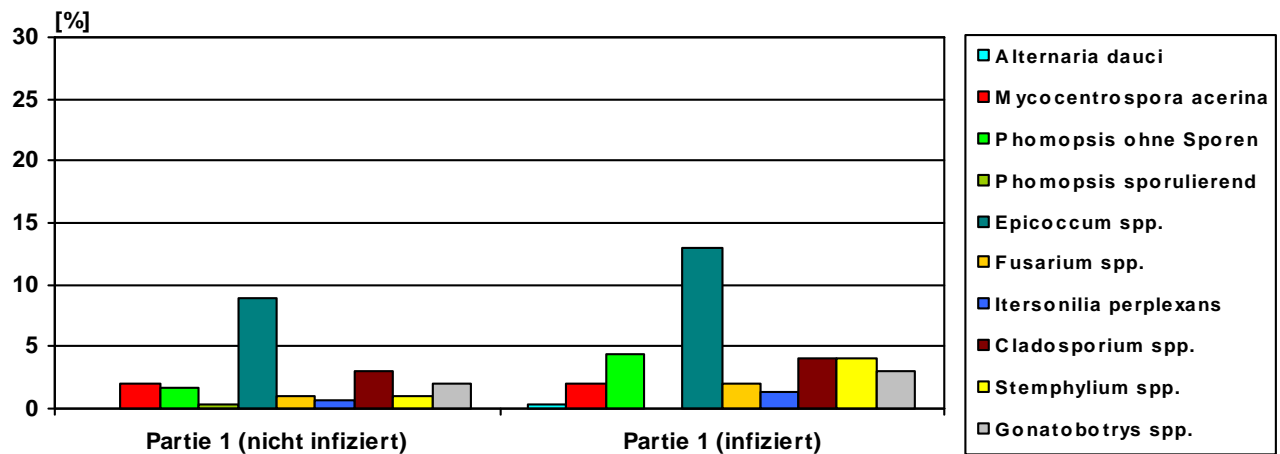


Abb. 102 Pathogenbesatz [%] am Erntegut von nicht infiziertem und infiziertem Kümmel der Partie 1, Infektionsversuch 2004

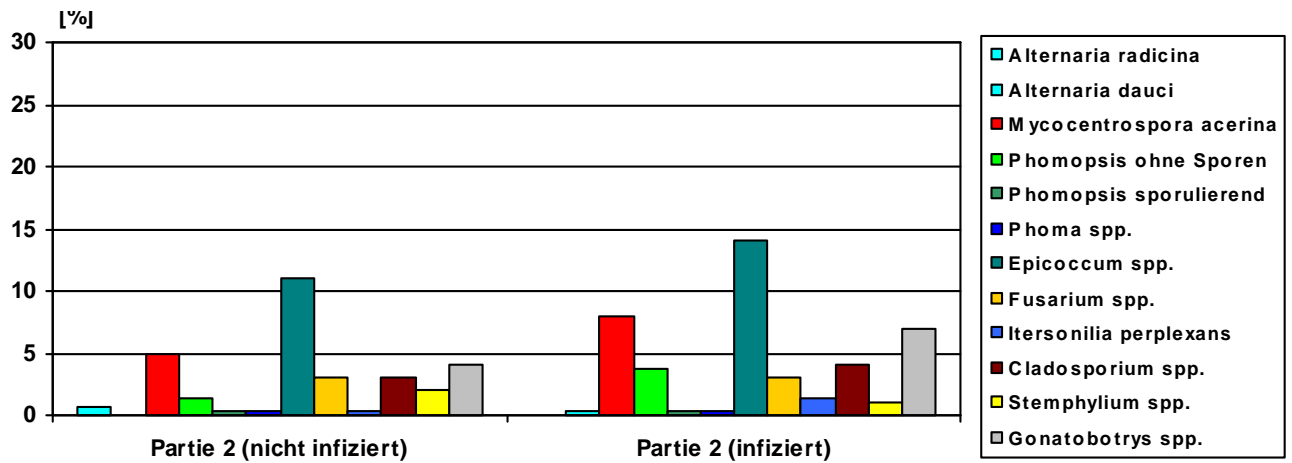


Abb. 103 Pathogenbesatz [%] am Erntegut von nicht infiziertem und infiziertem Kümmel der Partie 2, Infektionsversuch 2004

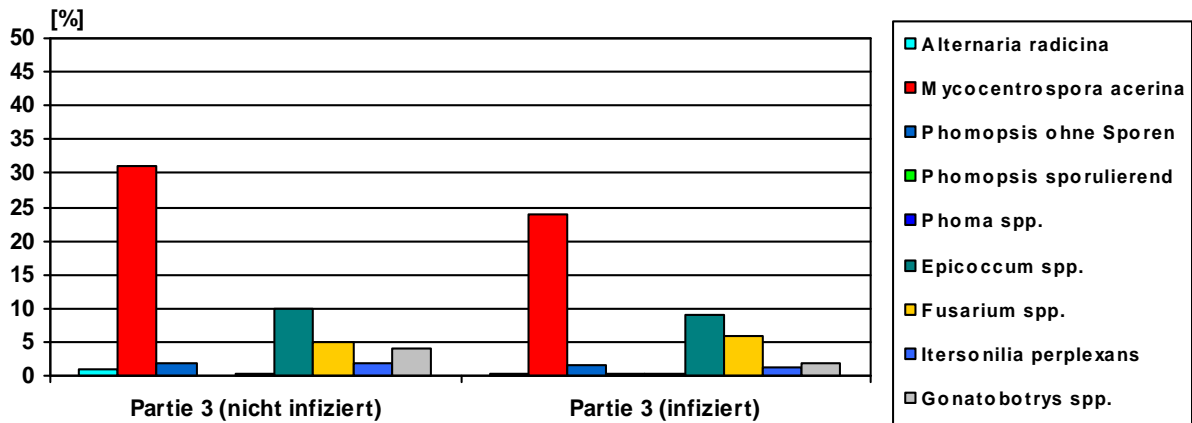


Abb. 104 Pathogenbesatz [%] am Erntegut von nicht infiziertem und infiziertem Kümmel der Partie 3, Infektionsversuch 2004

3.1.5.1.3 Zusammenfassung

Infektionsversuch

In einem Freilandversuch konnte 2004 eine künstliche Infektion mit dem Schaderreger *Phomopsis diachenii* bei einjährigem Kümmel durchgeführt werden. An den infizierten Pflanzen wurden eindeutige Symptome der Doldenbräune festgestellt. Trotz künstlicher Infektion und natürlichem Auftreten der Doldenbräune konnte jedoch am Erntegut kein verstärkter Befall mit *Ph. diachenii* nachgewiesen werden. Auffällig war ein starker Befall mit *Alternaria* spp.

3.1.5.2 Saatgutbehandlungsversuch

3.1.5.2.1 Material und Methoden

Das Versuchsziel 2 (Verbesserung der Saatgutqualität durch die Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln und physikalischen Behandlungsmaßnahmen) wurde in mehreren Feldversuchsanlagen bearbeitet. Da bei Kümmel sowohl pilzliche als auch bakterielle Schaderreger eine wichtige Rolle spielen, wurden im Versuchsjahr 2005 zwei Feldversuche mit verschiedenen Saatgutpartien und unterschiedlichem Ausgangsbefall am Saatgut durchgeführt. Die Behandlungsvarianten waren hierbei auf die jeweilige Schaderregergruppe abgestimmt. In Tabelle 84 ist eine Übersicht der Feldversuche 2005 bis 2006 aufgeführt. Parallel zu den Feldversuchen im Freiland wurden Gefäßversuche mit denselben Varianten im geschützten Anbau angelegt (= erweiterter Triebkrafttest).

Tab. 84 Übersicht der durchgeführten Saatgutbehandlungsversuche mit Kümmel in den Versuchsjahren 2004 – 2006

Versuchsjahr	2005 Versuch 1	2005 Versuch 2	2006
Schwerpunkt	<i>Mycocentrospora acerina</i>	Bakterielle Schaderreger	<i>Mycocentrospora acerina</i>
Varianten	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 105kV/24kGy (Eb 105/24) Var. 4: ChitoPlant Var. 5: Serenade Var. 6: BioZell-2000 B (nur im Modell)	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 48 °C/10 min (HW 48/10) Var. 3: Heißwasserbehandlung 53°C/10 min (HW 53/10) Var. 4: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 5: BioZell-2000 B	Var. 1: Unbehandelte Kontrolle (UK) Var. 2: Heißwasserbehandlung 50°C/20 min (HW 50/20) Var. 3: Elektronenbehandlung 95kV/20kGy (Eb 95/20) Var. 4: Konv. Beizmittel (Thiram) Var. 5: Serenade Var. 6: Elektronenbehandlung 105kV/24kGy (Eb 105/24, nur im Modell)
Erfasste Versuchsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tausendkorngewicht (TKG), ganzes Korn - Keimfähigkeit (KF) - Bruchkornanteil - Wirksamkeit der geprüften Behandlungen - Feldaufgang und Pflanzenzahl/m² im Freiland - Ertrag (Frischgewicht, Trockengewicht) - Pflanzenhöhe - Bestandesentwicklung - Krankheitsverlauf des Schaderregers <i>Mycocentrospora acerina</i> (visuelle Bonitur) 		
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage im Freiland		
Parzellengröße	10 m ²	10 m ²	10 m ²
Anzahl Wdh	4	4	4

Die Bestandesentwicklung und das Auftreten von Krankheiten wurden mittels visueller Bonitur über den gesamten Vegetationszeitraum beobachtet und festgehalten. Im Versuchsjahr 2006 wurde eine exakte visuelle Bonitur auf *Mycocentrospora acerina* durchgeführt und an jeweils 5 Pflanzen/Parzelle die Entwicklung der Befallsstärke und Befallshäufigkeit ab dem 26.07.2006 von *M. acerina* typischen Symptomen in drei Blattetagen ermittelt. Im Versuchsjahr 2006 wurde eine Bonitur im Bestand auf Befallssymptome der Doldenbräune durchgeführt. Da die Symptome nur in blühendem Stadium deutlich von anderen Symptomen visuell zu unterscheiden sind, wurde nur eine Bonitur auf Doldenbräune zur Vollblüte zur Bewertung herangezogen. In der weiteren Entwicklung ist eine klare Differenzierung zwischen den Schadsymptomen der Doldenbräune und

Abreifeerscheinungen oder Schadsymptomen von weiteren Pathogenen nicht zu gewährleisten.

In Tab 85 sind die Versuchsbedingungen der Parallelversuche dargestellt. Es wurden hierbei Versuche am DLR (Modellversuche I) und ergänzend an der BBA (Modellversuche II) durchgeführt. Hierzu wurden an der BBA 4 x 100 Körner in Schalen mit Frustorfer Pikiererde ausgesät und im Klimaraum bei 20 °C mit 12 h Licht und 12 h Dunkelheit aufgestellt. Für die Gefäßversuche am DLR gelten die in Tabelle 85 (Allgemein Material&Methoden) beschriebenen Bedingungen.

Tab. 85 Übersicht der durchgeführten Parallelversuche mit Kümmel in den Versuchsjahren 2004 – 2006

Versuchsjahr	2004	2005		2006	
	Erweiterter Triebkrafttest im Gefäß				
Standort	DLR	DLR	BBA	DLR	BBA
Bezeichnung		Modell- versuch I	Modell- versuch II	Modell- versuch I	Modell- versuch II
Ansatz	06.08.2004	Versuch 1: 18.04.2005 Versuch 2: 11.04.2005	Versuch 2: 27.06.2005	10.05.2006	16.05.2006
Auswertung	15.09.2004	Versuch 1: 02.05.2005 Versuch 2: 09.05.2005	Versuch 2: 06.08.2005	02.06.2006	04.07.2006
Varianten		s. Tab. 84	s. Tab. 84 Versuch 2		s. Tab. 84
Daten- erfassung		Auszählen des Auflaufs an mehreren Terminen			
	- Erfassen von Krankheits-symptomen - Pflanzenhöhe - Beerntung des oberirdischen Pflanzenmaterials und Bestimmung des Frischgewichtes	Beurteilung der Pflanzen nach Gesundheit in drei Kategorien A, B und C	- Auflauf nach 11 und 41 Tagen - Bestimmung des oberirdischen Frischgewichtes	Beurteilung der Pflanzen nach Gesundheit in drei Kategorien A, B und C	- Auflauf nach 15, 21 und 50 Tagen

Die bei Kümmel verwendeten Saatgutbehandlungsmittel und deren Wirksubstanzen sowie die Durchführung der Behandlung am Saatgut werden in Kapitel 2.2 beschrieben.

Angaben zur Durchführung der Freilandversuche sind in Tabelle 86 aufgeführt.

Tab. 86 Angaben zur Versuchsdurchführung bei Kümmel, Freilandversuche 2005 und 2006

	2005 Versuch 1	2005 Versuch 2	2006
Vorfrucht:	Klee	Klee	Getreide
Sorte:	Eigener Nachbau (Erntegut Infektionsversuch 2004)	`Sprinter`	Eigener Nachbau (Erntegut Infektionsversuch 2004)
Versuchsstandort	Klein-Altendorf	Klein-Altendorf	Klein-Altendorf
Aussaattermin	02.05.2005	02.05.2005	05.05.2006
Reihenabstand (cm)	33	33	33
Aussaatzstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 10,2 Var. 2: 10,4 Var. 3: 11,6 Var. 4: 10,3 Var. 5: 11,1	Var. 1: 7,2 Var. 2: 6,2 Var. 3: 6,5 Var. 4: 6,3 Var. 5: 6,1	Var. 1: 6,5 Var. 2: 5,6 Var. 3: 5,7 Var. 4: 7,3 Var. 5: 5,6
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn NO₃- N(kg/ha)	0-30: 40 30-60: 41	0-30: 40 30-60: 41	0-30: 35 30-60: 97
Düngung kg N/ha (Datum)	30 (12.05.2005)	30 (12.05.2005)	35 (31.05.2006)
Pflanzenschutz- maßnahmen	-	-	Insektizideinsatz gegen Schwarze Bohnenlaus 06.06.2006, 2,5 l Spruzit
Erntetermin	28.09.2005	06.10.2005	21.09.2006

3.1.5.2.2 Ergebnisse

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht lag im Durchschnitt zwischen 3,3 - 3,9 g. Die Saatgutbehandlungen bewirkten weder in den beiden Versuchen 2005 noch bei den Varianten in 2006 eine signifikant Veränderung gegenüber der Kontrolle (s. Tab. 87).

Tab. 87 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Kümmel, Versuchsjahre 2005 - 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

2005 / Versuch 1		2005 / Versuch 2		2006	
Varianten	TKG	Varianten	TKG	Varianten	TKG
UK	3,3	UK	3,5	UK	3,7
HW 50/20	3,2	HW 48/10	3,4	HW 50/20	3,6
EB 105/24	3,3	HW 53/10	3,3	EB 95/20	3,7
ChitoPlant	3,4	EB 95/20	3,4	Konv. Beizmittel	3,8
Serenade	3,3	BioZell-2000B	3,5	Serenade	3,7

Keimfähigkeit (KF)

Im Versuch 2005/1 zeigte sich nach der Elektronenbehandlung mit 105kV/24kGy und nach der Behandlung mit Serenade und BioZell-2000B eine signifikante Reduzierung der Keimfähigkeit im Vergleich zur Kontrolle. Im Versuch 2005/2 und im Versuch 2006 zeigten sich hingegen keine negativen Effekte durch eine Saatgutbehandlung (s. Tab. 88).

Tab. 88 Keimfähigkeit [KF in %] von Kümmelsaatgut, Versuchsjahre 2005 – 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

2005 / Versuch 1		2005 / Versuch 2		2006	
Varianten	KF (%)	Varianten	KF (%)	Varianten	KF (%)
UK	86 c	UK	74 ab	UK	74 ab
HW 50/20	86 c	HW 48/10	71 a	HW 50/20	71 a
Eb 105/24	81 a	HW 53/10	70 a	Eb 95/20	70 a
ChitoPlant	84 bc	Eb 95/20	73 a	Konv. Beizmittel	73 a
Serenade	81 ab	Biozell-2000B	77 ab	Serenade	77 b
Biozell-2000B	80 a				

Im Versuch 2005/1 zeigte sich im Keimtest im Rahmen der Pathogenuntersuchungen nach 14 Tagen eine signifikant höhere Keimrate und ein deutlich geringerer Anteil an braunen Wurzeln nach einer Heißwasserbehandlung mit 50°C/20min im Vergleich zur Kontrolle (UK). Alle weiteren Behandlungsvarianten zeigten keinen signifikanten Effekt auf die Keimung und das Auftreten von Wurzelverbräunungen (s. Abb. 105). Die Ursache der Wurzelverbräunungen war nicht immer eindeutig festzustellen. Es konnten sowohl Bakterien, *Fusarium* spp. und *Mycocentrospora acerina* an den geschädigten Wurzelbereichen nachgewiesen werden.

Im Versuch 2005/2 zeigte sich weder nach 8 noch nach 14 Tagen ein deutlicher Effekt der Behandlung auf die Keimung. Das Auftreten von Wurzelverbräunungen war bei den Behandlungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle zwar geringer, statistisch jedoch nicht absicherbar (s. Abb. 106). Eine tendenzielle Reduktion wurde durch die Behandlung mit Heißwasser bei 53°C/10min und mit BioZell-2000B erreicht.

Im Versuchsjahr 2006 war die Keimung insgesamt mit 41% sehr niedrig. Auch in diesem Versuch war kein deutlicher Effekt einer Behandlung auf die frühe Keimung erkennbar. Die Behandlung des Saatgutes hatte auch keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von braunen Wurzeln oder den Anteil an abgestorbenen Keimlingen nach 14 Tagen (s. Abb. 107).

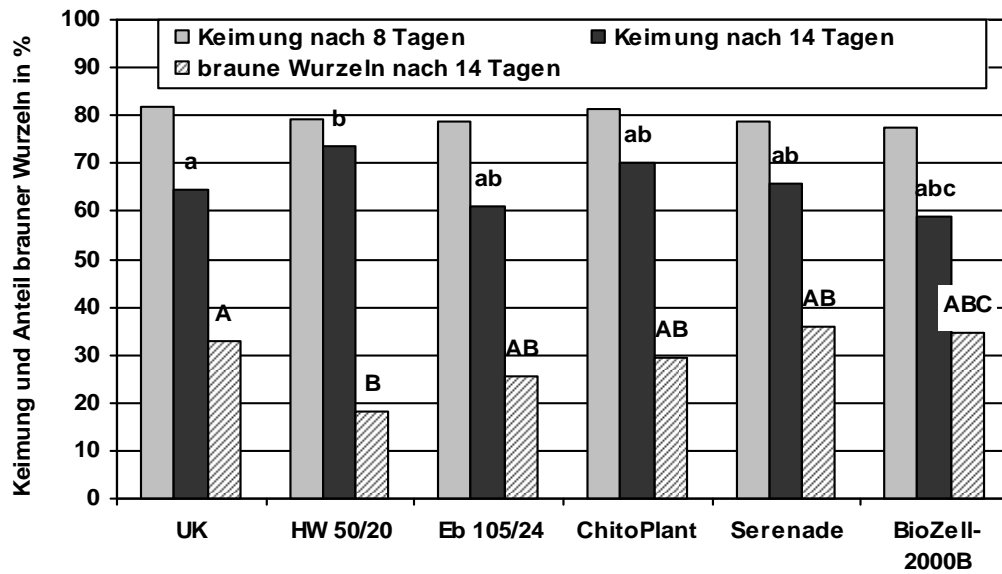


Abb. 105 Keimung [%] nach 8 und 14 Tagen und Anteil brauner Wurzeln [%], Versuch 2005/1 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

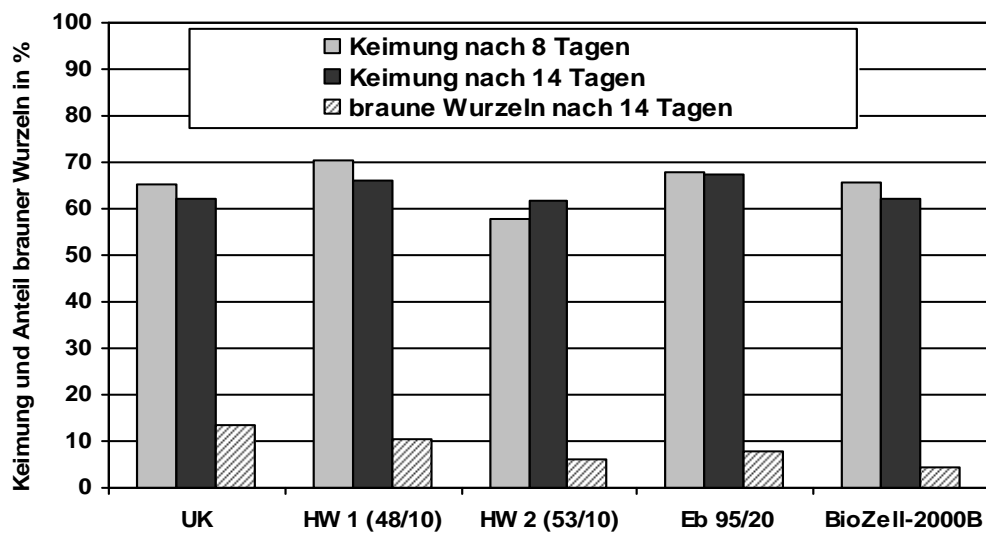


Abb. 106 Keimung [%] nach 8 und 14 Tagen und Anteil brauner Wurzeln [%], Versuch 2005/2 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

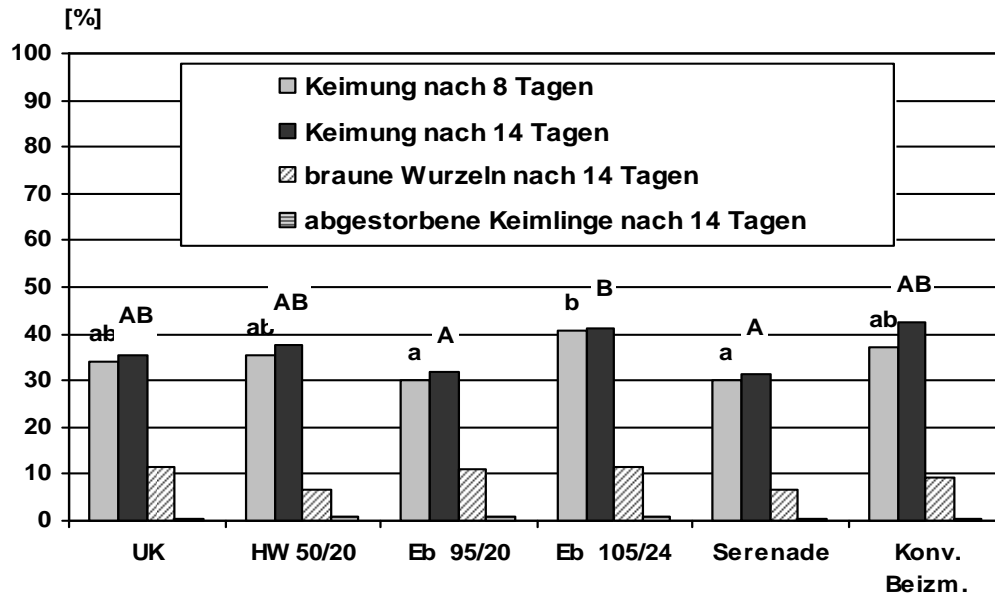


Abb. 107 Keimung [%] nach 8 und 14 Tagen, Anteil brauner Wurzeln und Anteil abgestorbener Keimlinge [%] nach 14 Tagen, Versuch 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

Pathogene am Saatgut / Wirksamkeit der Behandlungen

Im Versuchsjahr 2005 zeigte im Versuch 1 nur die Behandlung mit Heißwasser eine signifikante Wirkung gegenüber *Alternaria* spp., *Mycocentrospora acerina* und *Epicoccum* spp.. Die Reduzierung des Saatgutbefalls durch die Elektronenbehandlung war hingegen schwächer und nur teilweise signifikant. Die physikalischen Methoden Heißwasser- und Elektronenbehandlung wurden zusätzlich mit Oberflächendesinfektion auf PDA untersucht. In beiden Varianten wurden hier die nachgewiesenen Pilze und Bakterien deutlich reduziert. Es traten zudem besonders in der Heißwasservariante verstärkt Hefen auf (s. Tab. 89). Hinsichtlich der Wirksamkeit gegenüber Pathogenen blieben die Pflanzenstärkungsmittel ohne nennenswerten Effekt.

Tab. 89 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Kümmel untersucht auf Filter und PDA, Versuchsjahr 2005/Versuch 1 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistische Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005 / Versuch 1	Saatgutbesatz [%]					
Pathogene	Kontrolle	HW 50/20	Eb 105/24	ChitoPlant	Serenade	BioZell-2000B
Auf Filter						
<i>M. acerina</i>	27,0 a	0,7 b	18,0 a	28,3 a	24,7 a	25,3 a
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	99,3 a	58,7 b	89,7 a	98,8 a	92,3 a	94,8 a
<i>Alternaria radicina</i>	0,7	0	1,3	2,0	1,3	0,7
<i>Epicoccum</i> spp.	23,7 a	1,3 b	4,3 bc	25,0 a	11,7 ac	20,7 a
<i>Fusarium</i> spp.	3,0	0	0,7	2,0	0,7	1,7
<i>Itersonilia perplexans</i>	1,3	0	0	1,0	0,3	0,3
<i>Phoma</i> spp.	1,0	0	0	0	0,3	0,3
Auf PDA						
<i>Fusarium</i> spp.	7,0 a	0 b	0,5 b	-	-	-
<i>Epicoccum</i> spp.	11,5 a	0 b	1,0 b	-	-	-
<i>Phoma</i> spp.	2,5	0	1,0	-	-	-
Bakterien	72,5 a	43,5 b	14,5 c	-	-	-
Hefen	0 a	56,5 b	10,5 c	-	-	-

In Tabelle 90 sind die Wirkungsgrade der Saatgutbehandlungen gegenüber den einzelnen Pathogenen aufgeführt. Die höchsten Wirkungsgrade zeigen sich dabei vor allem bei den physikalischen Behandlungsmaßnahmen.

Tab. 90 Wirkungsgrad [%] der Behandlungen an Kümmelsaatgut, Versuchsjahr 2005/Versuch 1

2005 / Versuch 1	Wirkungsgrad [%]				
Pathogene	HW 50/20	Eb 105/24	ChitoPlant	Serenade	BioZell-2000B
Auf Filter					
<i>Mycocentrospora acerina</i>	97	33	0	9	6
<i>Alternaria radicina</i>	100	0	0	0	0
<i>Fusarium</i> spp.	100	76	33	76	43
<i>Itersonilia perplexans</i>	100	100	23	76	76
<i>Phoma</i> spp.	100	100	100	70	70
Auf PDA					
<i>Fusarium</i> spp.	100	92	-	-	-
<i>Phoma</i> spp.	100	60	-	-	-
Bakterien	40	80	-	-	-

Im Versuch 2005/2 wurde der Pathogenbefall am Saatgut nur auf Filterpapier ohne Desinfektion untersucht. Erwähnung finden hier nur Pathogene bzw. Saprophyten und Schmutzpilze, die über 1% am Saatgut vorkamen. Eine signifikante Wirkung aller Behandlungen konnte nur bei *Alternaria* spp. kettenförmig nachgewiesen werden. Bei allen weiteren auftretenden Pathogenen und Schmutzpilzen blieben die Behandlungen ohne deutlichen Effekt (s. Tab. 91).

Tab. 91 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Kümmel untersucht auf Filter, Versuchsjahr 2005/Versuch 2 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistische Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005 / Versuch 2	Saatgutbesatz [%]				
	Kontrolle	HW 48/10	HW 53/10	Eb 95/20	BioZell-2000B
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	57,0 b	16,0 a	9,3 a	23,3 a	23,7 a
<i>Alternaria radicina</i>	0	0,3	0,3	0	0,3
<i>Epicoccum</i> spp.	1,3	1,3	0	0,7	0
<i>Penicillium</i> spp.	3,0	1,7	0	0,3	1,3
<i>Botrytis cinerea</i>	0,3	0	0	0	0,3
<i>Stemphylium</i> spp.	0,3	0	0	0	1,3
<i>Cladosporium</i> spp.	8,7	4,7	11,3	11,0	10,0
<i>Sordaria</i> spp.	0	1,3	0,7	0	0,3

Im Versuchsjahr 2006 erreichte neben dem konv. Beizmittel vor allem die Heißwasserbehandlung mit 50°C/20min eine deutliche Wirkung gegenüber den Pathogenen und Schmutzpilzen. Auch das Pflanzenstärkungsmittel Serenade bewirkte in den meisten Fällen eine leichte Reduktion des Pathogenbesatzes (s. Tab. 92).

Tab. 92 Pathogenbesatz [%] am Saatgut von Kümmel untersucht auf Filter, Versuchsjahr 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistische Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006	Saatgutbesatz [%]					
	Kontrolle	HW 50/20	Eb 95/20	Eb 105/24	Serenade	Konv. Beizmittel
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	99,3 a	36,0 c	93,7 ab	90,7 ab	87,0 b	3,7 d
<i>Alternaria radicina</i>	0	0	1,0	1,3	1,0	0,3
<i>Epicoccum</i> spp.	13,0 a	1,0 b	6,0 b	5,0 b	1,7 b	0 b
<i>Mycocentrospora acerina</i>	3,3 a	0 b	2,7 a	4,3 a	2,3 a	0 b
<i>Gonatobotrys</i> spp.	13,7 a	0 b	6,3 c	6,0 c	4,0 c	0 b
<i>Fusarium</i> spp.	4,7 a	0,3 b	4,3 a	1,3 a	1,3 a	0 c

In Tabelle 93 sind die Wirkungsgrade der Saatgutbehandlungen gegenüber den Pathogenen *M. acerina* und *Fusarium* spp. aufgeführt. Die Behandlungen mit Heißwasser und dem konv. Beizmittel erzielten dabei die höchsten Wirkungsgrade.

Tab. 93 Wirkungsgrad [%] der Behandlungen an Kümmelsaatgut, Versuchsjahr 2006

2006 Pathogene auf Filter	Wirkungsgrad [%]				
	HW 50/20	Eb 95/20	Eb 105/24	Serenade	Konv. Beizmittel
<i>Mycocentrospora acerina</i>	100	15	0	30	100
<i>Fusarium</i> spp.	93	1	72	72	100

In der Heißwasservariante traten 2005 / Versuch 1 verstärkt Hefen auf (Abb. 108 und 109). Diese Hefen zeigten eine antifungale Wirkung, erkennbar an deutlich ausgeprägten Hemmhöfen (Abb. 109). Diese Hefen traten auch bei anderen untersuchten Kulturen auf. Die Hefe von Kümmel wurde isoliert und auf PDA kultiviert. Weitere PDA Platten wurden mit Sporenlösungen von *Penicillium*, *Fusarium* spp. *Phoma* spp. und *Alternaria* spp. beimpft. In die Mitte einer jeden Platte wurde ein Impfstück mit der Hefe gesetzt. Mit Ausnahme von *Fusarium* bildeten sich um das Impfstück unterschiedlich große Hemmhöfe. Der Besatz mit Bakterien wurde am effektivsten durch die Elektronenbehandlung reduziert (hier Eb 105/24).

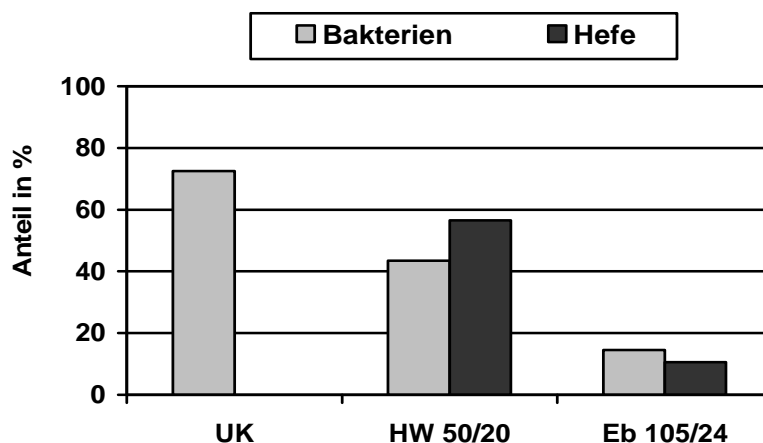


Abb. 108 Anteil [%] von Bakterien und Hefe an behandeltem Kümmelsaatgut, Versuchsjahr 2005/Versuch 1

Die folgende Abbildung zeigt die antagonistische Wirkung von Hefe gegen Pilze (hier *Sordaria* spp.), erkennbar an den auf PDA auftretenden Hemmhöfen.

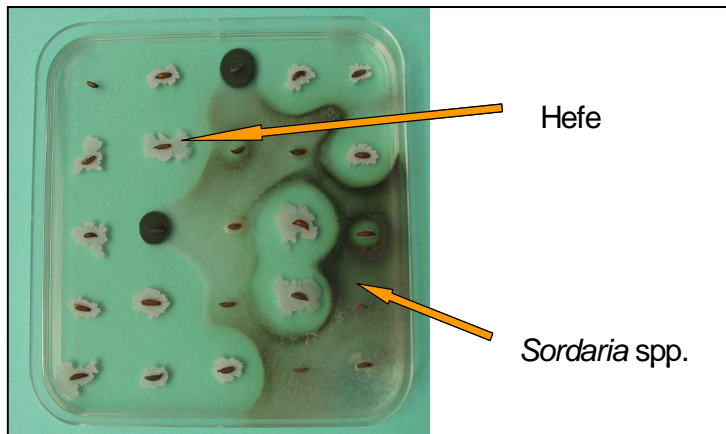


Abb. 109 Antagonistische Wirkung von Hefe in der Heißwasser-Variante 2005/Versuch 1

Feldaufgang

Pflanzenzahl

Während die Behandlungsvarianten im Versuch 2005/1 und 2006 keinen deutlichen Effekt auf die Pflanzenzahl/m² im Vergleich zur Kontrolle aufwiesen, wurden bei Variante BioZell-2000B im Versuch 2005/2 tendenziell weniger Pflanzen/m² ermittelt (s. Tab. 94).

Tab. 94 Pflanzenzahl / m² von Kümmel im Vergleich der Behandlungsvarianten , Versuchsjahre 2004 – 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, p ≤ 0,1; keine Buchstaben = n.s.; Tukey, p ≤ 0,05)

2005 / Versuch 1		2005 / Versuch 2		2006	
Varianten	Pflanzenzahl/ m ²	Varianten	Pflanzenzahl/ m ²	Varianten	Pflanzenzahl/ m ²
UK	177	UK	100 b	UK	43
HW 50/20	205	HW 48/10	80 ab	HW 50/20	35
Eb 105/24	187	HW 53/10	77 ab	Eb 95/20	32
ChitoPlant	177	Eb 95/20	81 ab	Konv. Beizmittel	50
Serenade	176	BioZell-2000B	67 a	Serenade	34

Feldaufgang keimfähiger Körner

Der prozentuale Aufgang keimfähiger gesäter Körner zeigte ähnlich der Pflanzenzahl/m² keinen Einfluss einer Saatgutbehandlungsvariante. Auch im Versuch 2005/2 waren bei tendenziell unterschiedlichen Pflanzenzahlen keine Unterschiede im Feldaufgang im Vergleich zur Kontrolle erkennbar (s. Tab. 95).

Tab. 95 Feldaufgang [%] von Kümmel im Vergleich der Behandlungsvarianten, Versuchsjahre 2005 – 2006

2005 Versuch 1		2005 Versuch 2		2006	
Varianten	Feldaufgang[%]	Varianten	Feldaufgang [%]	Varianten	Feldaufgang [%]
UK	67,3	UK	66,3	UK	33
HW 50/20	74,8	HW 48/10	62,8	HW 50/20	31
Eb 105/24	65,3	HW 53/10	55,8	Eb 95/20	30
ChitoPlant	70,1	Eb 95/20	60,5	Konv. Beizmittel	36
Serenade	64,8	BioZell-2000B	50,3	Serenade	29

Im Versuchsjahr 2006 wurden die Pflanzen an zwei Terminen ausgezählt, um den Keimverlauf bzw. eine mögliche Keimverzögerung zu ermitteln. Der 1. Termin wurde bei 100 % Aufgang in der Kontrolle gewählt. Der 2. Termin lag eine Woche später. Zu beiden Terminen zeigte sich kein Effekt einer Saatgutbehandlung auf die Pflanzenzahl/m² und keine Effekte auf den Feldaufgang ausgesäeter keimfähiger Körner (s. Tab. 96).

Tab. 96 Pflanzenzahl/m² und Feldaufgang [%] von Kümmel zu zwei Auszählterminen, Versuchsjahr 2006

2006 Varianten	Pflanzenzahl/m ²		Feldaufgang [%]	
	1. Termin (22.05.06)	2. Termin (29.05.06)	1. Termin (22.05.06)	2. Termin (29.05.06)
UK	43	47	33	36
HW 50/20	35	38	31	34
Eb 95/20	32	36	30	33
Konv. Beizmittel	50	51	36	37
Serenade	34	41	29	35

Wuchshöhe

In keinem Versuch konnte ein Einfluss einer Saatgutbehandlungsvariante auf die Wuchshöhe zum ersten Boniturtermin ermittelt werden.

Tab. 97 Wuchshöhe [cm] von Kümmel zur 1. Bonitur, Vergleich der Behandlungsvarianten in den Versuchsjahren 2005 + 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,5$)

2005/1		2005/2		2006	
1. Bonitur am 08.06.2005, 36 d nach der Aussaat, im 2. Fiederblatt-Stadium				1. Bonitur am 06.06.2006, 30 d nach Aussaat, im 1-2. Fiederblatt-Stadium	
Varianten	Wuchshöhe	Varianten	Wuchshöhe	Varianten	Wuchshöhe
UK	6,7	UK	6,0	UK	5,8
HW 50/20	7,2	HW 48/10	6,0	HW 50/20	5,8
Eb 105/24	6,5	HW 53/10	5,5	Eb 95/20	6,0
ChitoPlant	7,3	Eb 95/20	6,0	Konv. Beizmittel	5,5
Serenade	7,2	BioZell-2000B	6,1	Serenade	6,0

Bis auf den dritten Boniturtermin (07.07.2005) zeigten sich im weiteren Vegetationsverlauf 2005 in Versuch 1 und 2 keine Effekte der Saatgutbehandlung auf die Höhenentwicklung der Pflanzen (s. Abb. 110).

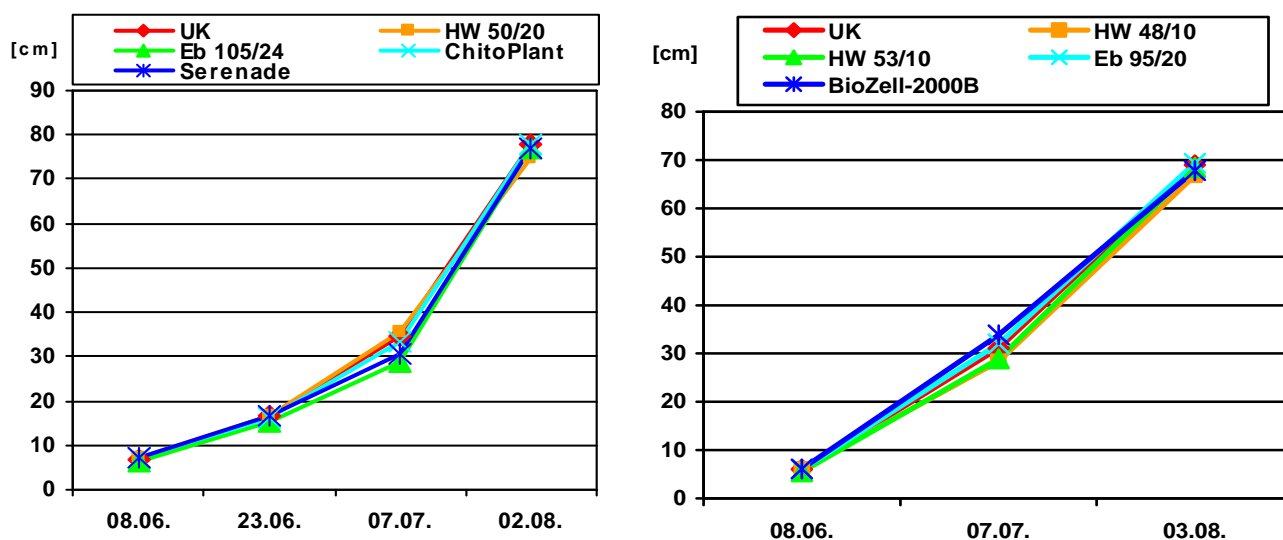


Abb. 110 Wuchshöhenverlauf [cm] der Kümmelpflanzen im Versuch 2005/1 (li) und 2005/2 (re) im Vergleich der Behandlungsvarianten (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Ertrag

Der Trockensubstanzgehalt (TS) des Korns lag zur Ernte zwischen 68% (2005/2) und 93% (2006). Im Versuch 2005/1 lag der Trockensubstanzgehalt mit durchschnittlich 90% zwischen diesen Werten.

Die Erträge an getrockneter, aufbereiteter Ware lagen im Versuch 2005/1 im Durchschnitt bei 23,2 dt/ha, im Versuch 2005/2 bei durchschnittlich 19,3 dt/ha und im

Versuch 2006 bei durchschnittlich 18,6 dt/ha. In keinem der Versuche war ein Effekt der Behandlung auf die Ertragsausbildung erkennbar (s. Tab. 98).

Tab. 98 Ertrag an aufbereiteter Ware [dt/ha] bei Kümmel, Versuchsjahre 2005 und 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005/Versuch 1		2005/Versuch 2		2006	
Varianten	TM	Varianten	TM	Varianten	TM
UK	23,2	UK	19,5	UK	20
HW 50/20	24,2	HW 48/10	19,6	HW 50/20	18,9
Eb 105/24	23,2	HW 53/10	18,8	Eb 95/20	19,3
ChitoPlant	22,5	Eb 95/20	19,7	Konv. Beizmittel	15,8
Serenade	22,8	BioZell-2000B	19,0	Serenade	18,9

Bestandesentwicklung im Freiland

Krankheitsentwicklung

Doldenbräune [*Phomopsis diachenii*]

Im Falle der Doldenbräune wurde auf verbräunende, hängende Dolden hin bonitiert (s. Abb. 111 vom 26.07.2006 zur Vollblüte).



Abb. 111 Symptome der Doldenbräune an Kümmel (26.09.2005, Versuchsanlage Ahrweiler)



Abb. 112 *Phomopsis diachenii* an Kümmel mit Sporenschleim an Stängel (15.08.2006, Quelle: Nega)

Zur Blüte am 26.07.2006 wurde ein sehr geringer sichtbarer Befall mit *Ph. diachenii* über alle Varianten hinweg ermittelt (s. Tab. 99). Bei der folgenden Bonitur zu beginnender Abreife am 23.08.2006 wurden zwar tendenziell verstärkt abgestorbene braune Dolden ermittelt, aber eine klare Zuordnung der visuellen Symptome ist aufgrund der genannten Probleme nicht möglich.

Tab. 99 Anzahl Dolden mit sichtbaren Schadsymptomen von *Phomopsis diachenii* zur Blüte am 26.07.2006 (Anzahl aller Wiederholungen)

2006	Anzahl Dolden mit Schadsymptomen der Doldenbräune
UK	0
HW 50/20	2
Eb 95/20	3
Konv. Beizmittel	1
Serenade	2

Mycocentrospora acerina

Ab 26.07.2006 wurde visuell an 5 Pflanzen/Wdh. die Entwicklung der Befallsstärke und Befallshäufigkeit von *Mycocentrospora acerina* typischen Schadsymptomen in drei Blatttagen bonitiert. Auch bei parallel zu den Bonituren durchgeführten Laboruntersuchungen lässt sich nicht ganz ausschließen, dass ein Auftreten von Symptomen anderer Blattfleckererreger (z.B. *Septoria* spp.) in diese Bonituren mit eingeflossen sind. In folgenden Bildern sind typische Schadsymptome von *M. acerina* an Kümmelblättern dargestellt, die als Boniturgrundlage galten (s. Abb. 113).



Abb. 113 *Myocentrospora acerina* an Kümmel [20.07.2006 (li) und 19.07.2005 (re)]

Die erste Bonitur wurde am 26.07.2006 bei beginnender Abreife durchgeführt. Die zweite Bonitur am 08.08.2006 mit Abreife der Hauptdolde, die dritte Bonitur am 23.08.2006 nach Abreife der ganzen Pflanze.

Es war weder bei der Befallshäufigkeit, noch bei der Befallsstärke ein signifikanter Einfluss einer Behandlung auf den Befall mit *M. acerina* erkennbar (Abb. 114-117).

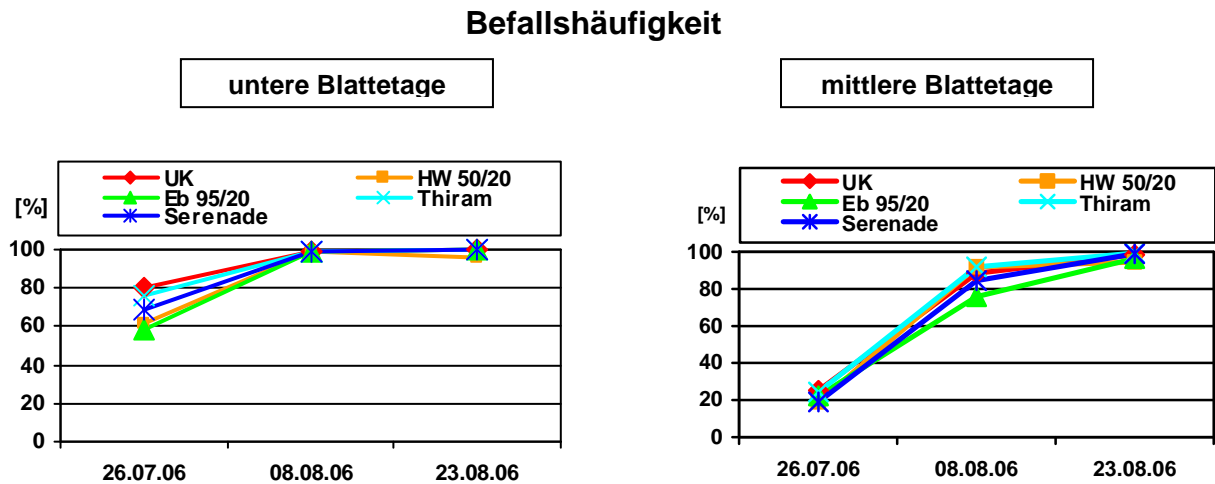


Abb. 114 Befallshäufigkeit von *M. acerina* an unterer und mittlerer Blattetage, Kümmel 2006

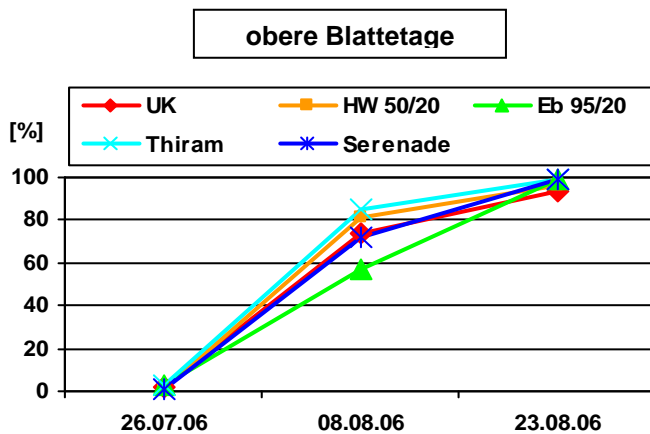


Abb. 115 Befallshäufigkeit von *M. acerina* an oberer Blattetage, Kümmel 2006

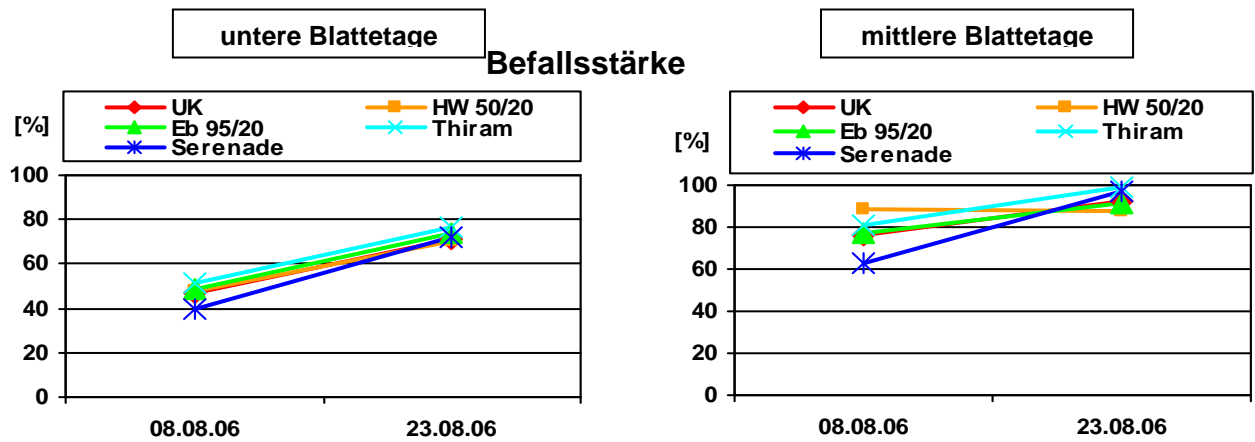


Abb. 116 Befallsstärke von *M. acerina* an unterer und mittlerer Blattetage, Kümmel 2006

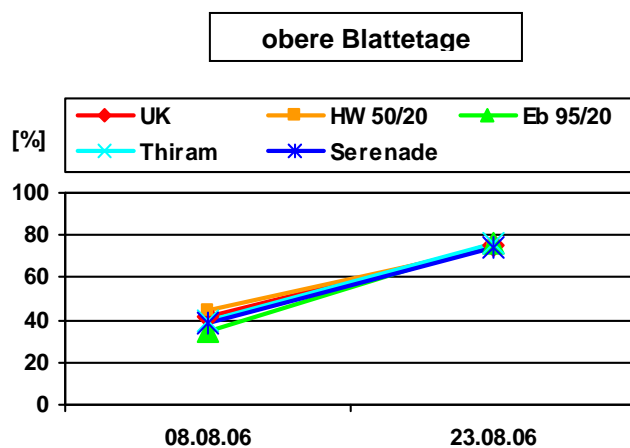


Abb. 117 Befallsstärke von *M. acerina* an oberer Blattetage, Kümmel 2006

Untersuchungsergebnisse am Erntegut

Keimfähigkeit

Im Versuchsjahr 2005 wurde weder im Versuch 1 noch im Versuch 2 ein signifikanter Einfluss einer Saatgutbehandlung auf die Keimung des Erntegutes nach 6 und 14 Tagen deutlich (s. Abb. 118 und 119). Auch im Versuchsjahr 2006 waren die auftretenden Unterschiede in der Keimung und am Anteil brauner Wurzeln nicht signifikant (s. Abb. 120).

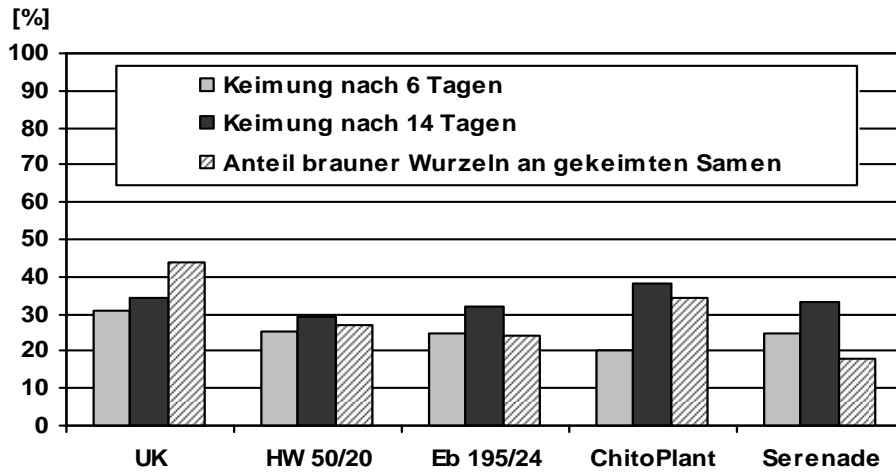


Abb. 118 Keimung [%] nach 6 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln an gekeimten Körnern, Erntegut, Kümmelversuch 2005/1 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

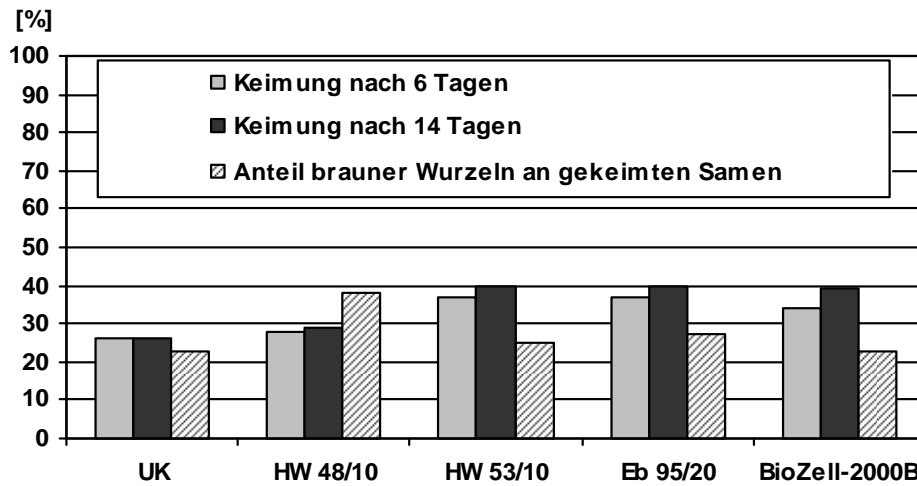


Abb. 119 Keimung [%] nach 6 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln an gekeimten Körnern, Erntegut, Kümmelversuch 2005/2 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

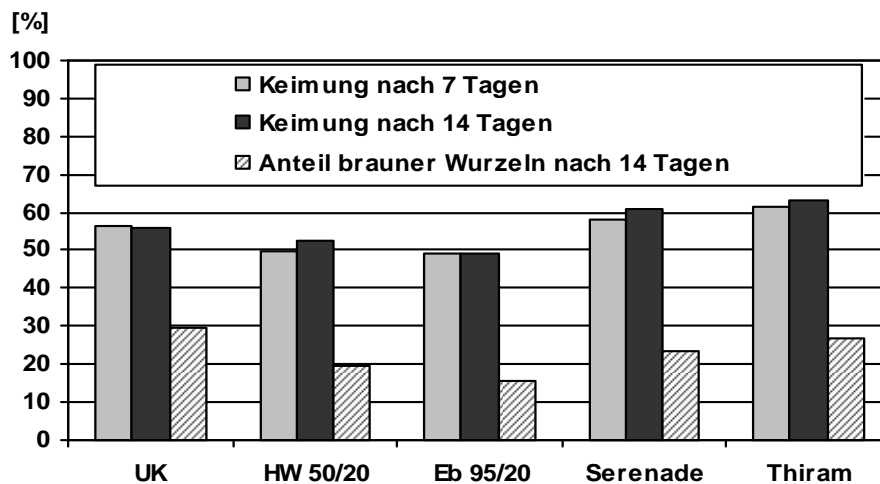


Abb. 120 Keimung [%] nach 7 und 14 Tagen und Anteil [%] brauner Wurzeln nach 14 Tagen, Erntegut, Kümmelversuch 2006 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Pathogene am Erntegut

Das Pathogen *M. acerina* konnte im Versuch 2005/1 auch am Erntegut nachgewiesen werden, der Besatz war jedoch geringer, als am Ausgangssaatgut. Aufgrund einer erkennbaren Reduzierung des *Mycocentrospora*- Befalls wurden die Versuchsvarianten HW 50/20 und Eb 105/24 im Kümmelversuch 2005/1 im Weiteren mit je 300 Korn untersucht, um eine statistische Verrechnung zu ermöglichen. Die Varianten mit Pflanzenstärkungsmitteln wurden statistisch nicht verrechnet. Die auftretenden Befallsunterschiede waren allerdings nicht signifikant (s. Abb. 121). Auch in den Versuchen 2005/2 und 2006 ergab sich kein deutlicher Einfluss einer Behandlung auf den Pathogenbesatz am Erntegut (s. Abb. 122 und 123). Der Befall mit *Alternaria* spp. lag in allen Versuchsjahren am Erntegut bei fast 100 %.

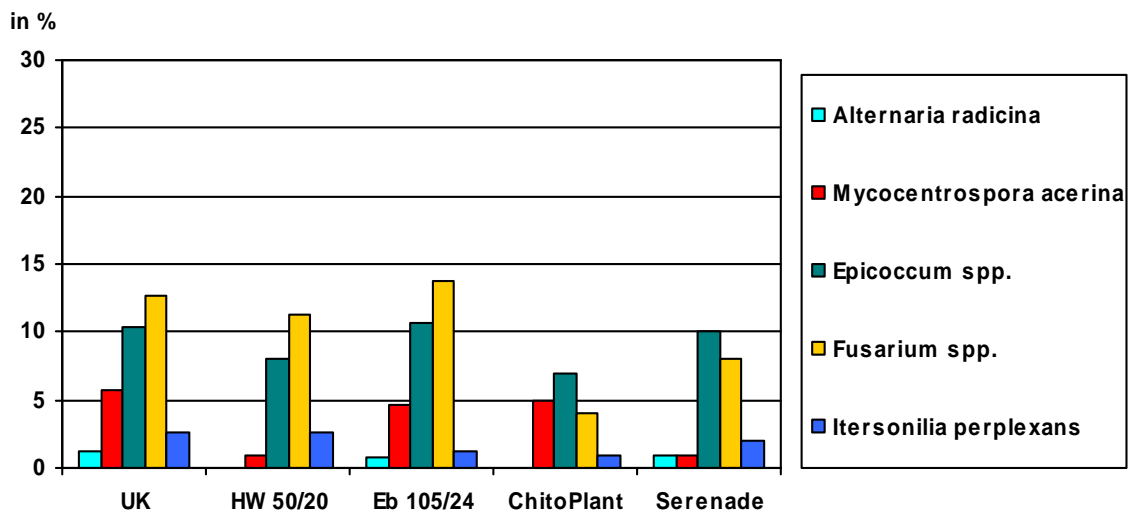


Abb. 121 Pathogenbesatz [%] an Kümmelerntegut, Versuchsjahr 2005/Versuch 1 untersucht auf Filterpapier (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

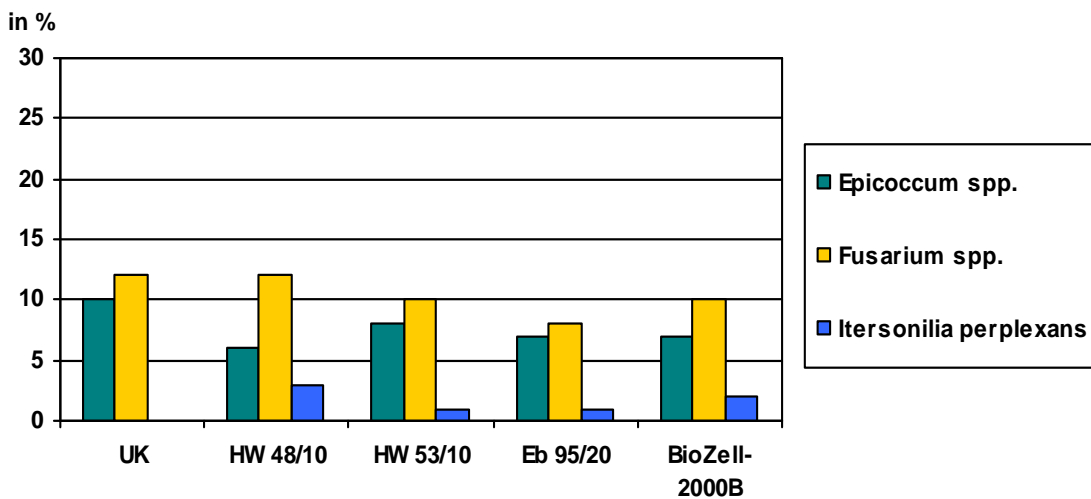


Abb. 122 Pathogenbesatz [%] an Kümmelerntegut, Versuchsjahr 2005/Versuch 2 untersucht auf Filterpapier (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

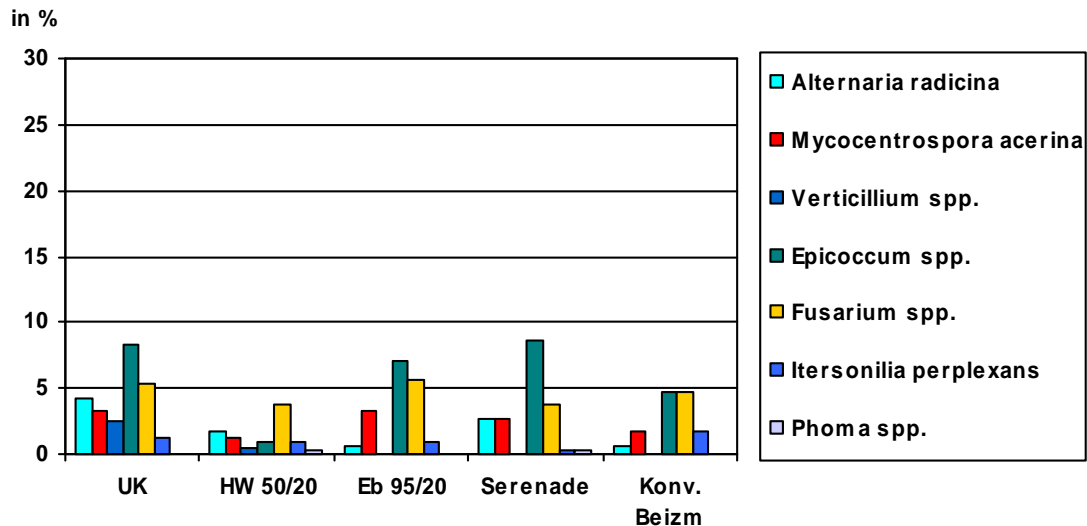


Abb. 123 Pathogenbesatz [%] an Kümmelerntgut, Versuchsjahr 2006 untersucht auf Filterpapier (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Ergebnisse der Parallelversuche / Erweiterter Triebkrafttest

Die Parallelversuche (Modellversuche) wurden bei Kümmel vom DLR in Ahrweiler (Modellversuche I) und von der BBA in Kleinmachnow (Modellversuche II) durchgeführt. Die Versuchsbedingungen hierzu finden sich im Kapitel Material und Methoden der Modellversuche.

Modellversuche I: Durchführung DLR 2005/1+2005/2 und 2006

Aufgang im Gefäß

Im Versuch 2005/1 zeigte sich vor allem an den beiden späteren Boniturterminen ein deutlich höherer Aufgang bei der Heißwasservariante (HW 50/20, s. Abb. V). Im Versuch 2005/2 wies die Kontrolle (UK) zu beiden Boniturterminen den höchsten Aufgang auf. Nach 14 Tagen war der Aufgang in der Heißwasservariante (HW 53/10) signifikant niedriger, als die der Kontrolle (s. Abb. 124). Die Anzahl an Doppelkeimern wurde in den Darstellungen nicht berücksichtigt.

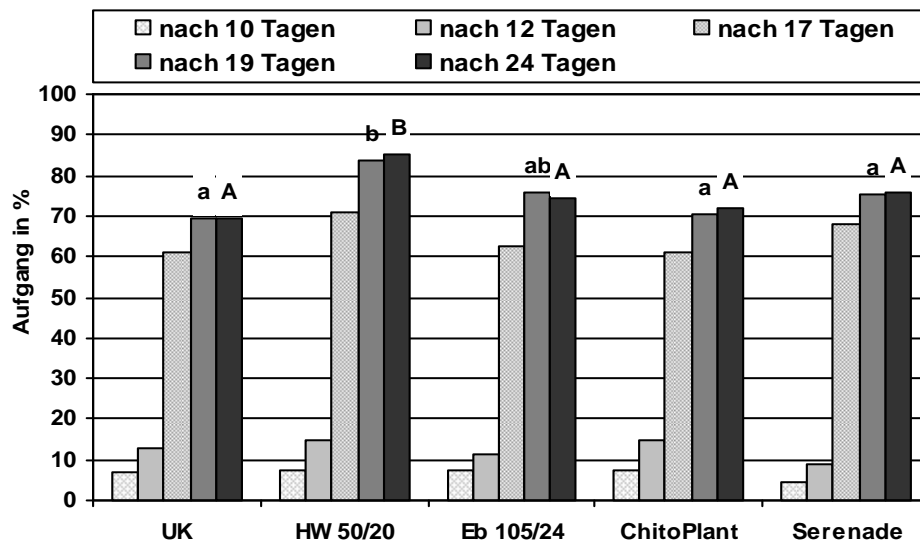


Abb. 124 Aufgang [%] im Gefäßversuch 2005/1 an fünf Boniturterminen (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$).

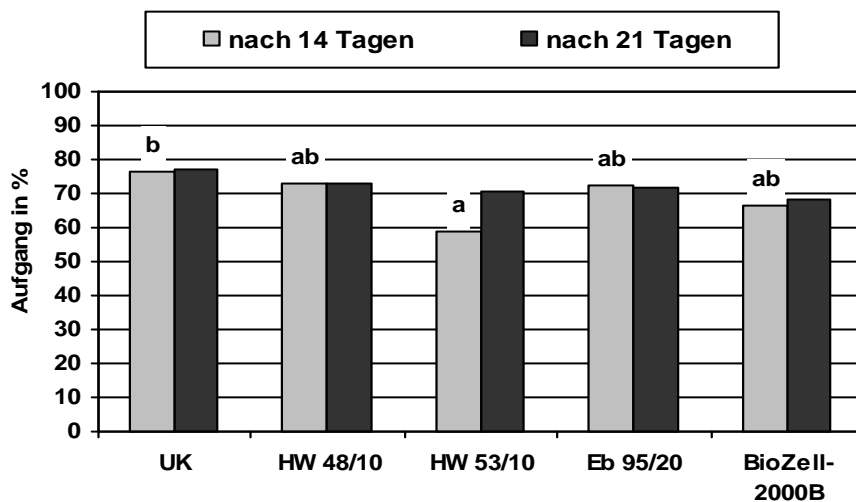


Abb. 125 Aufgang [%] im Gefäßversuch 2005/2 an zwei Boniturterminen (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006 zeigte sich im Triebkrafttest eine höhere Keimrate der Heißwasservariante (50/20) und der Elektronenbehandlung (EB 95/20). Die niedrigste Keimrate wurde für die Varianten Serenade und das konv. Beizmittel ermittelt. Die Unterschiede waren aufgrund der hohen Streuung in den Wiederholungen nicht statistisch abzusichern (s. Abb. 126). Der Anteil Pflanzen, die im Gefäß Krankheitssymptome aufwiesen, lag in der Variante mit konv. Beizmittel am höchsten (s. Abb. 127).

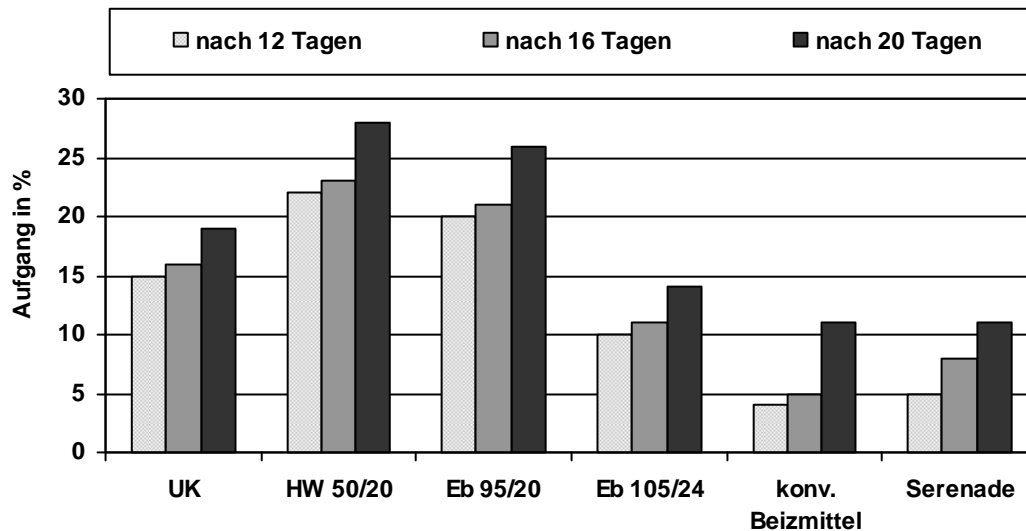


Abb. 126 Aufgang [%] im Gefäßversuch 2006 an drei Boniturterminen (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

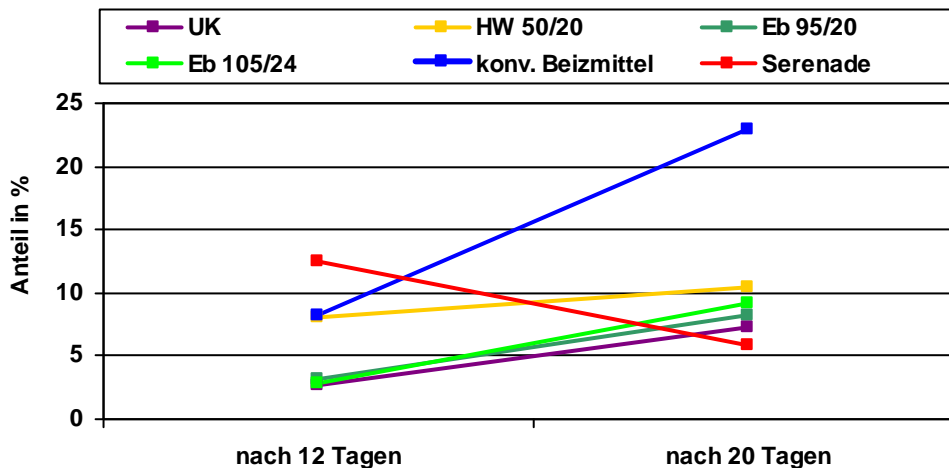


Abb. 127 Anteil [%] kranker Pflanzen im Gefäßversuch 2006 an zwei Boniturterminen (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Modellversuch II: Durchführung BBA 2005/Versuch 2 und 2006

Im Versuchsjahr 2005 traten im Modellversuch mit den Behandlungsvarianten des Versuches 2 keine signifikanten Unterschiede in der Keimfähigkeit auf (hier dargestellt als Aufgang). Dahingegen waren die Pflanzen der BioZell-2000B Variante etwas kleiner und unterschieden sich im Gewicht signifikant im Vergleich zur Kontrolle (UK, s. Abb. 128).

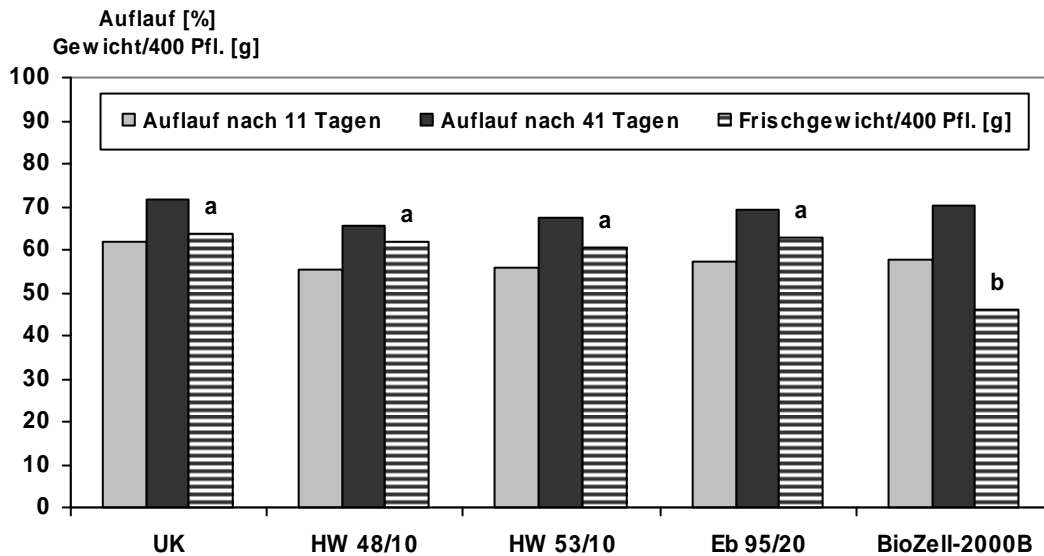


Abb. 128 Auflauf [%] von Kümmel im Modellversuch 2005 und Frischgewicht/400 Pflanzen [g] (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s.; Tukey, $p \leq 0,05$)

Im Modellversuch 2006 weist die mit konv. Beizmittel behandelte Variante die höchste Keimrate auf, nach 50 Tagen ist diese signifikant höher als in der Kontrolle. Neben dem konv. Beizmittel zeigt die Heißwasservariante tendenziell den besten Auflauf (s. Abb. 129). Auffällig ist in diesem Versuch der Unterschied in der Keimung bzw. im Auflauf zwischen den beiden Elektronenbehandlungsvarianten, die gegensätzlich zum Verlauf im Keimtest ausfallen, die im Rahmen der Pathogenuntersuchung durchgeführt wurden.

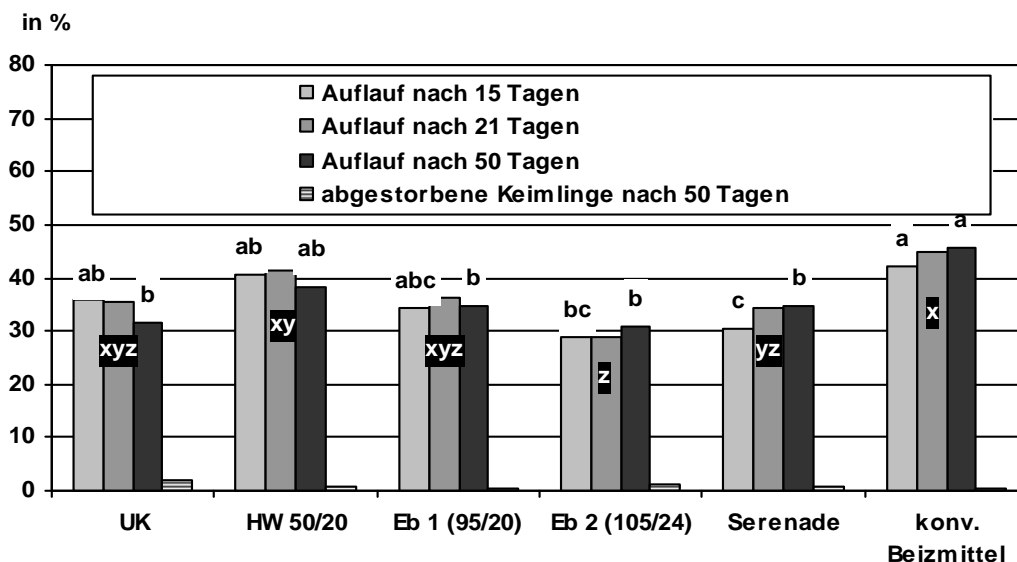


Abb. 129 Auflauf [%] von Kümmel im Modellversuch 2006 und Anteil abgestorbener Keimlinge [%] (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s.; Tukey $p \leq 0,05$)

3.1.5.2.3 Zusammenfassung

Saatgutbehandlungsversuche

Bei den durchgeführten Saatgutbehandlungsversuchen an einjährigem Kümmel konnte in keinem Versuch eine Veränderung des Tausendkorngewichtes nachgewiesen werden.

In den Keimfähigkeitstests nach ISTA-Vorschrift zeigte keine der Saatgutbehandlungsvarianten einen positiven Effekt auf die Keimfähigkeit (KF). Im Versuch 2005/1 hatte die Elektronenbehandlung (Eb 105/24) und Biozell-2000B einen negativen Einfluss auf die Keimfähigkeit (Keimminderung um 6-7 % im Vergleich zur Kontrolle). 2005/2 und 2006 wurden keine Effekte festgestellt.

Im Keimtest, der im Rahmen der Pathogenuntersuchung an der BBA durchgeführt wurde, konnte ein positiver Einfluss der Heißwasserbehandlung im Versuch 2005/1 mit den Parametern 50°C / 20 min nachgewiesen werden. Die Keimfähigkeit war signifikant höher als in der Kontrolle und die Anzahl Keimlinge mit Wurzelverbräunungen niedriger. Die negativen Ergebnisse aus der Keimprüfung bei der Elektronenbehandlung und Variante Biozell-2000B konnten im Rahmen der Pathogenuntersuchungen nicht bestätigt werden. 2005/2 und 2006 bestätigen sich Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung auch in den Pathogenuntersuchungen: es konnte kein Einfluss auf die Keimfähigkeit festgestellt werden.

2005/1 fiel besonders die Heißwasserbehandlung durch hohe Wirkungsgrade gegen die relevanten Schaderreger auf. Eine 100%ige Wirksamkeit wurde gegenüber den Pathogenen *Fusarium* spp., *A. radicina*, *Phoma* spp. und *Itersonilia perplexans* erreicht. Gegen *Mycocentrospora acerina* lag der Wirkungsgrad bei über 95 %. Die Elektronenbehandlung erreichte hohe Wirkungsgrade mit der Einstellung 105/24 nur gegen *Phoma* spp. und *I. perplexans*. Unter den geprüften Pflanzenstärkungsmitteln zeigte das Mittel Serenade durchgängig hohe, jedoch nicht ausreichende Wirkungsgrade. 2006 wurden die hohen Wirkungsgrade der Heißwasserbehandlung gegen *M. acerina* deutlich bestätigt, während die Elektronenbehandlung keine zufrieden stellenden Ergebnisse erzielte.

Der relevante Schaderreger *M. acerina* kann damit durch die Heißwasserbehandlung am Saatgut wirksam bekämpft werden.

In den drei Versuchsanlagen zeigten sich keine deutlichen Effekte einer Saatgutbehandlung auf den Feldaufgang, den Ertrag oder die Wuchshöhe. Die Qualität des Erntegutes unterschied sich nicht in den einzelnen Varianten. Es konnte ferner in keinem der Freilandversuche ein Einfluss auf den Krankheitsverlauf – besonders im Hinblick auf *Mycocentrospora acerina* an Kümmel festgestellt werden. Untersuchungen am Erntegut zeigten ebenfalls keinen Einfluss einer Saatgutbehandlung auf die Keimfähigkeit des Erntegutes oder auf den Pathogenbesatz.

Zu den Hauptschadbildern im Bestand gehörten am Standort Ahrweiler vor allem die durch *M. acerina* hervorgerufenen Blattflecken. Der Befall mit *Phomopsis diachenii* war eher als unbedeutend zu bewerten. Triebverbräunungen, die bakteriellen Schaderregern und Wanzenaugschäden zugeordnet wurden, waren in einem nicht Bestandes gefährdenden Ausmaß vorhanden.

Der Vergleich der Keimtests mit den durchgeführten Modellversuchen als „erweiterte Triebkrafttests“ zeigt im Wesentlichen die geringen Effekte der Saatgutbehandlungen auf die Faktoren Keimfähigkeit und Triebkraft. In einem Fall erhöhte die Behandlung mit Heißwasser (HW 50/20) den Aufgang. Bei der Variante „Konventionelles Beizmittel“ ließ sich nur in einem Fall ein verbesserter Aufgang im Vergleich zur Kontrolle ermitteln. Unter den geprüften Parametern der Heißwasserbehandlung brachte die Einstellung 53/10 die niedrigsten Ergebnisse bezüglich des Aufgangs. Bei der Elektronenbehandlung lassen sich nur leichte Vorteile der Einstellung 95/20 gegenüber 105/24 erkennen (siehe auch Auswertung Modellversuche). Unter den geprüften Pflanzenstärkungsmitteln konnte sich kein Mittel besonders hervorheben.

3.1.5.2.4 Übersicht Keimfähigkeit und Aufgang im Gefäßversuch

+ = verbesserter Aufgang/KF als UK

0 = kein Effekt

- = niedriger Aufgang/KF als UK

Tab. 100 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen mit besonderer Relevanz für die Praxis, Kümmel Modellversuche

Varianten	Modellversuche II Aufgang im Gefäß (nach 41-50 Tagen)	Modellversuche I Aufgang im Gefäß (letzter Boniturtermin)	Keimprüfung (nach 21 Tagen)	(Keimtest im Rahmen der Pathogenuntersuchung (nach 14 Tagen)
2005/1				
HW 50/20		+	0	+
EB 105/24		0	-	0
ChitoPlant		0	0	0
Serenade		0	-	0
BioZell-2000B-			-	0
2005/2				
HW 48/10	0	0	0	0
HW 53/10	0	0	0	0
EB 95/20	0	0	0	0
BioZell-2000B	0	0	0	0
2006	nach 20 Tagen			
HW 50/20	0	0	0	0
EB 95/20	0	0	0	0
EB 105/24	0	0	0	0
Serenade	0	0	0	0
Konv. Beizmittel	+	0	0	0

3.1.5.3 Diskussion beider Versuche

Künstliche Infektion

Die künstliche Infektion mit *Phomopsis diachenii* im Freiland lief erfolgreich und kann als Verfahren für weitere Versuchsarbeiten empfohlen werden. Die feucht warme Witterung im August/September begünstigte die Befallsausbreitung 2004. Auch bei deutlichen Befallssymptomen an den Blütenständen und damit einer hohen potentiellen Infektionsquelle des Saatgutes kann nicht zwangsläufig von einem hohen Saatgutbefall ausgegangen werden. Weitere im Bestand aufgetretene Pathogene wurden nicht erfasst, so dass über deren Infektionsgrad keine Aussage

getroffen werden kann. Der niedrige Befall mit *Ph. diachenii* am Saatgut steht einem hohen Befall mit *Alternaria* spp. kettenförmig und *Mycocentrospora acerina* gegenüber. Es handelt sich möglicherweise um Gegenspieler.

Einige Befunde sprechen für eine Samenbürtigkeit von *Ph. diachenii*, beispielsweise die nachgewiesene Samenbürtigkeit von *Ph. diachenii* an Pastinake. Ein abschließender Nachweis liegt allerdings nicht vor.

Saatgutbehandlung

Die Saatgutbehandlungsversuche ergaben interessante Ergebnisse zur Schaderregerregulierung bei einjährigem Kümmel. Vor allem die physikalischen Verfahren, insbesondere die Heißwasserbehandlung, zeigten hohe Wirkungsgrade, die für die Regulierung von Schaderregern am Saatgut geeignet erscheinen bei gleichzeitiger Wahrung der Ausgangskeimfähigkeit. Eine Verbesserung der Keimfähigkeit oder der Triebkraft kann nach den vorliegenden Ergebnissen von einer Saatgutbehandlung nicht erwartet werden. Es konnten insgesamt keine Effekte der Saatgutbehandlung auf die für den Produktionserfolg maßgeblichen Parameter Ertrag und Befallsverlauf ermittelt werden.

Keimfähigkeit

Die Effekte der geprüften Behandlungen waren insgesamt nicht im signifikanten Rahmen, so dass alle geprüften Maßnahmen sich grundsätzlich für eine Saatgutbehandlung eignen würden.

Die Heißwasserbehandlung zeigte eine gute Verträglichkeit auf die Keimfähigkeit. Nur in einem Fall mit dem Behandlungsparameter 53°C/10min wurde die Keimfähigkeit um 5% gesenkt. Die Elektronenbehandlung schnitt tendenziell etwas schlechter ab. Deutlich wird, wie wichtig eine exakte Parametereinstellung für einen Behandlungserfolg ist.

Auch die Effekte der geprüften Pflanzenstärkungsmittel lagen im akzeptablen Bereich. Ungeklärt ist bei der Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln, inwieweit das Applikationsverfahren oder verwendete Lösungsmittel oder Zusatzstoffe einen Einfluss auf die Keimfähigkeit haben.

Pathogenbesatz am Saatgut

Der Befall mit *Mycocentrospora acerina* konnte am Saatgut durch die Heißwasserbehandlung gut reguliert werden. Das 2006 geprüfte konventionelle Beizmittel (Wirkstoff Thiram) zeigte keine eindeutigen Vorteile.

Interessant ist die Bedeutung der Hefen, da sie eindeutig gegen einige Pilze antifungale Wirkung zeigten. Sie könnten als mikrobielle Antagonisten eine positive Rolle für das Saatgut spielen.

Das verstärkte Auftreten von *Sordaria* in den Heißwasservarianten trat in früheren Versuchen schon an Petersiliensaatgut auf. *Sordaria* keimt durch Hitze-Induktion,

Sordaria spp. selbst ist aber kein Pathogen. Da seine Keimung durch Hitze stimuliert wird, kommt dieser Pilz überwiegend an Heißwasservarianten vor.

Krankheitsentwicklung- Bonitur

Doldenbräune

Zwar wurde nur eine Bonitur (26.07.2006 zur Blüte) für eine Bewertung des sichtbaren Befalls mit der Doldenbräune herangezogen, das sagt aber nichts über die weitere Entwicklung des Befalls aus. Es wurden zwar noch weitere Bonituren dazu durchgeführt und mehr sichtbarer Befall ermittelt, jedoch können diese visuellen Symptome zum späteren Zeitpunkt nicht eindeutig der Doldenbräune zugeordnet werden, da Abreifeerscheinungen oder andere Pathogene zu einem späteren Zeitpunkt ähnlich aussehen.

3.1.5.4 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse (nur Freilandversuche)

+ = positive Effekte

o = keine Effekte

- = negative Effekte

Tab. 101 Darstellung der Ergebnisse der geprüften Saatgutbehandlungen bei Kümmel mit besonderer Relevanz für die Praxis

Pflanzenbauliche Parameter	KF	Feldaufgang (Pflanzenzahl/m ²)	Ertrag
Heißwasserbehandlung			
HW 50/20	0	0	0
HW 48/10	0	0	0
HW 50/20	0	0	0
HW 53/10	0	0	0
Elektronenbehandlung			
EB 105/24	-	0	0
EB 95/20	0	0	0
EB 95/20	0	0	0
Serenade	0	0	0
Serenade	0	0	0
ChitoPlant	0	0	0
BioZell-2000B	0	-	0
Chem. Beizmittel	0	0	0

100 % = 100 %ige Wirksamkeit
 + = wirksam, keine 100 %
 n.a. = Wirksamkeit nicht ausreichend
 0 = keine Wirksamkeit (0 ≤ 5 %)

Tab. 102 Darstellung der Wirksamkeit der einzelnen Saatgutbehandlungen bei Kümmel auf relevante Pathogene am Saatgut

Pathogene	<i>Alternaria radicina</i> (Filter)	<i>Itersonilia perplexans</i> (Filter)	<i>Phoma</i> spp.	<i>Mycocentrospora acerina</i>	<i>Fusarium</i> spp. (Filter)
Heißwasserbehandlung					
HW 50/20	100	100	100	+	100
HW 50/20				100	+
Elektronenbehandlung					
EB 105/24	0	100	+	n.a.	+
EB 95/20				n.a.	0
Serenade					
Serenade	0	+	+	n.a.	+
				n.a.	+
ChitoPlant	0	n.a.	100	0	n.a.
BioZell-2000B	0	+	+	n.a.	n.a.
Chem. Beizmittel				100	100

3.2 Versuche zum Erntezeitpunkt

Verbesserung der Saatgutqualität durch pflanzenbauliche Maßnahmen:

Variation des Erntezeitpunktes bei ausgewählten Arten der Familie Umbelliferae

3.2.1 Einleitung

In verschiedenen Feldversuchsanlagen wurde die Frage bearbeitet, inwieweit über eine Variation des Erntezeitpunktes Einfluss auf die Saatgutqualität genommen werden kann.

Da im Anbau von Doldengewächsen die Saatgutproduktion oft mit der Rohwarenproduktion einhergeht, wird auch auf die unterschiedlichen

Qualitätsansprüche von Saatgut und Rohware eingegangen und entsprechende Parameter werden berücksichtigt.

Die Versuche zur Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes (EZ) wurden im Zeitraum 2004-2006 an den Kulturen Anis, Fenchel, Kümmel und Koriander durchgeführt. Versuchsstandorte waren die ökologisch bewirtschafteten Versuchsflächen des DLR Rheinpfalz in Grafschaft-Esch (Esch) und Klein-Altendorf (KAD) und die ökologische Vermehrungsfläche der Pharmasaat GmbH in Artern (Tab. 103).

Tab. 103 Übersicht der durchgeführten Erntezeitpunkt-Versuche 2004-2006

Kultur	Versuchs-jahr	Versuchsanlage	Erfasste Versuchsparameter	Versuchs-standort
Anis	2004	Screening	Keimfähigkeit Pathogenbesatz	Artern
Anis	2005	Screening	Trockensubstanz (TS) Keimfähigkeit (KF) Pathogenbesatz Ertrag Ätherisch Öl* Bruchkornanteil	Artern
Kümmel	2006	Exaktversuch	Wuchshöhe* Ausfall Trockensubstanz (TS)* TKG* Keimfähigkeit (KF)* Pathogenbesatz Ertrag * Ätherisch Öl*	KAD
Koriander	2004	Exaktversuch	Trockensubstanz (TS) Ertrag Ätherisch Öl* Bruchkornanteil*	Artern
Koriander 1	2005	Exaktversuch	Tausendkorngewicht (TKG)* Trockensubstanz (TS)* Keimfähigkeit (KF)* Pathogenbesatz Ertrag* Gesamtfettgehalt* Petroselinensäureanteil* Ätherisch Öl* Bruchkornanteil*	Esch
Koriander 2	2005	Screening	Tausendkorngewicht (TKG)* Trockensubstanz (TS)* Keimfähigkeit (KF)* Pathogenbesatz	Klein-Altendorf

Fenchel	2005	Exaktversuch	Gesamtfettgehalt*	Klein-Altendorf
			Petroselin säureanteil*	
			Ätherisch Öl* Bruchkornanteil*	
			Tausendkorngewicht (TKG)*	
			Trockensubstanz (TS)*	
			Pathogenbesatz*	
			Ertrag *	
Fenchel	2006	Exaktversuch	Keimfähigkeit*	Klein-Altendorf
			Bruchkornanteil	
			Ätherisch Öl*	
			Tausendkorngewicht (TKG)*	
			Trockensubstanz (TS)*	
			Pathogenbesatz*	
			Ertrag *	
			Bruchkornanteil	

* statistisch verrechnete Parameter

3.2.2 Anis [*Pimpinella anisum* L.]

Versuchsfrage: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Saatgutqualität von Anis

3.2.2.1 Material und Methoden

2004

Am Standort Artern wurde aus der Kontrolle (Randreihen) des Saatgutbehandlungsversuchs Probenmaterial für die drei Varianten des Erntezeitpunktes entnommen. Die Versuchsanlage ist als Screening zu bewerten (ohne statistische Verrechnung). Die Proben wurden getrocknet, aufbereitet und anschließend der Pathogenbesatz und die Keimfähigkeit bestimmt.

Es wurden folgende Erntezeitpunktvarianten gewählt:

Variante 1 (EZ 1)	Grüne Samen (Vorreife)
Variante 2 (EZ 2)	Braune Samen (Vollreife)
Variante 3 (EZ 3)	Schwarze Samen (Totreife)

2005

Am Standort Artern wurde eine Screeninganlage für den Erntezeitpunktversuch angelegt und zu jedem der drei Erntezeitpunkte wurden aus der Gesamtfläche jeweils 5 m² ohne Wiederholungen geerntet. Als Ausgangssaatgut fand eigenes Vermehrungssaatgut der Firma Pharnasaat GmbH Verwendung. Aussattermin war der 01.05.2005. Zur Ertragsermittlung wurde der Gesamtertrag / Erntezeitpunkt herangezogen. Als weitere Parameter wurden der Trockensubstanzgehalt (TS) des Kornes, der Gehalt an Ätherischem Öl, die Keimfähigkeit (KF) und der

Pathogenbesatz am Erntegut festgehalten. Statistisch verrechnet wurde der Gehalt an Ätherischem Öl (unechte Wiederholungen).

Es wurden folgende Erntezeitpunktvarianten gewählt:

Variante 1 (EZ 1)	Vorreife
Variante 2 (EZ 2)	Vollreife
Variante 3 (EZ 3)	Totreife

3.2.2.2 Ergebnisse

Beschreibung der Erntetermine

2004

Die Variante 1 wurde im grünen Zustand der Samen beerntet. Variante 2 wurde zu Vollreife beerntet, die Samen waren zu diesem Zeitpunkt hellbraun gefärbt. Variante 3 wurde zur Totreife beerntet. Es handelte sich dabei um eher schwarze, leicht überständige Körner (siehe Abb. 130).

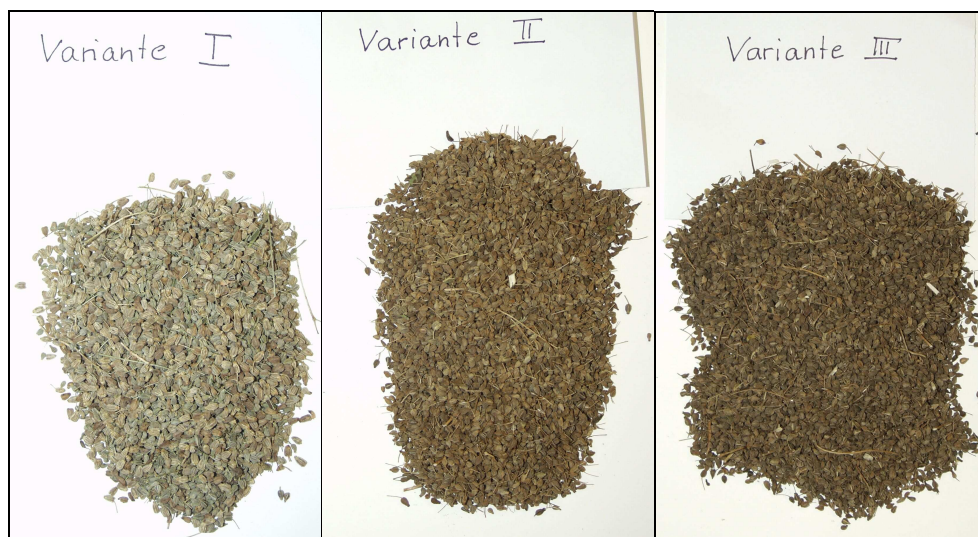


Abb. 130 Anis Erntegut 2004 mit drei Erntezeitpunktvarianten (Var. 1-3)

2005

Die Variante 1 wurde am 22.08.2005 in der 16. Kulturwoche (Körner hellbraun) geerntet, die 2. Variante am 29.08.2005 in der 17. KW und die 3. Variante am 05.09.2006 in der 18. Kulturwoche (Körner schwarz).

Trockensubstanzgehalte (TS)

In beiden Versuchsjahren nahm der TS-Gehalt erwartungsgemäß bei den späteren Erntezeitpunkten zu. Die Differenz zwischen EZ 1 und 3 lag 2004 bei 13,6 % und 2005 bei 28,9 % (s. Tab. 104).

Tab. 104 TS Gehalte [%] des Erntegutes, Anis-Erntezeitpunktversuch 2004 + 2005

Variante	2004 (TS in %)	2005 (TS in %)
EZ 1	59,0	29,4
EZ 2	63,0	38,2
EZ 3	72,6	57,9

Keimfähigkeit (KF)

2004 nahm die Keimfähigkeit des Erntegutes an den späteren Erntezeitpunkten zu. Während sie beim ersten Erntezeitpunkt noch bei 28,7% lag und somit kein verkehrsfähiges Saatgut erbrachte, zeigte sich beim zweiten Erntezeitpunkt eine Keimfähigkeit von 63,5% und beim dritten Erntezeitpunkt eine Keimfähigkeit von 85,2%.

2005 blieb die Keimfähigkeit des Erntegutes bei allen Erntezeitpunkten mit 17% - 18% extrem niedrig (s. Tab. 105)

Tab. 105 Keimfähigkeit (KF in %) des Erntegutes, Anis-Erntezeitpunktversuch 2004-2005 (ermittelt an jeweils 4 x 100 Korn)

Variante	2004 (KF in %)	2005 (KF in %)
EZ 1	28,7	17
EZ 2	63,5	18
EZ 3	85,2	17

Die angegebenen Keimprozentage sind auf 100 ausgelegte Samen bezogen, unabhängig ob ganze, halbe oder verkrüppelte Samen

Bruchkornanteil

Der Anteil Bruchkörner und Spaltfrüchten (%) am Erntegut nahm 2005 bei den späteren Ernteterminen um 5 % (EZ 2) und 28% (EZ 3) deutlich zu (s. Tab. 106).

Tab. 106 Bruchkornanteil [%] des Erntegutes, Anis-Erntezeitpunktversuch 2005

Variante	2005 (in %)
EZ 1	15
EZ 2	20
EZ 3	43

Pathogenbesatz am Saatgut

Die Pathogenuntersuchung am Erntegut verlief zu allen Ernteterminen schwierig, da aufgrund eines sehr hohen Befallsgrades mit Schmutzpilzen (ca. 100 % *Alternaria* kettenförmig, ca. 95 % *Cladosporium* spp.) eine Exaktauswertung nur annähernd möglich war.

Der Befall des Erntegutes mit *Fusarium* spp. zeigte im Verlauf der Erntetermine 2004 einen auffälligen Anstieg. Dies deutet auf einen sekundären Befall mit *Fusarium* spp. hin, der mit der Standzeit auf dem Feld zunimmt. Im Versuchsjahr 2005 war der Befall mit *Fusarium* spp. insgesamt bei allen Ernteterminen sehr niedrig und damit einhergehend wahrscheinlich der Sekundärbefall insgesamt gering (eventuell witterungsbedingt).

Die Pathogenuntersuchung ergab 2004 einen Befall mit *Phoma* spp. beim ersten und zweiten Erntetermin von 1% und beim dritten Erntetermin einen Befall von 7 %. Im Versuchsjahr 2004 erbrachten die Pathogenuntersuchungen einen niedrigen Befall mit *Itersonilia* spp. unabhängig vom Erntezeitpunkt. Auch der Befall mit *Alternaria radicina* lag 2004 auf gleich bleibend niedrigem Niveau. Im Versuchsjahr 2005 konnte nur beim Erntegut des dritten Erntetermins *Verticillium dahliae* mit einem Befallsgrad von 0,7% nachgewiesen werden.

Der Befall von Bakterien am Saatgut lag 2004 zwischen 15 (EZ 2) und 34 % (EZ 3). Der Befall lässt pathogene Bakterien vermuten; diese wurden jedoch nicht differenziert untersucht. 2005 konnten keine Effekte festgestellt werden (s. dazu auch Tab. 107).

Tab. 107 Pathogenbesatz [%] am Erntegut, Anis-Erntezeitpunktversuch 2004 und 2005 (untersucht auf PDA und Filterpapier an jeweils 100 Samen)

Pathogene	2004 (Befall in %)			2005 (Befall in %)		
	EZ 1	EZ 2	EZ 3	EZ 1	EZ 2	EZ 3
auf PDA						
<i>Alternaria</i> spp. kettenf.	100	100	98,0	100	100	100
<i>Cladosporium</i> spp.	79,0	50,0	64,0	36,3	36,3	37,3
<i>Epicoccum</i> spp.	32,0	4,0	12,0	0,7	11,0	3,0
<i>Fusarium</i> spp.	5,0	10,0	24,0	0,7	0,3	0,7
<i>Phoma</i> spp.	1,0	1,0	7,0	0	0	0
<i>Rhizopus</i> spp.	0	2,0	0	0	0	0
<i>Gonatobotrys</i> spp.	0	0	0	53,7	52,7	35,7
<i>Aspergillus</i> spp.	0	0	0	28,3	29,0	17,7
Bakterien	25,0	15,0	34,0	k.U.	k.U.	k.U.
auf Filter						
<i>Phoma</i> spp.	1	0	0	0	0	0
<i>Itersonilia perplexans</i>	2,0	2,0	2,0	0,3	1,0	1,3
<i>Alternaria radicina</i>	2,0	1,0	1,0	0	0	0
<i>Verticillium dahliae</i>	2,0	2,0	1,0	0	0	0,7
<i>Stemphylium</i> spp.	0	0	2,0	0	0	1,3

Hinweis zu 2004: Die Samen wurden unsortiert ausgelegt, d.h. Doppelsamen, Einzelsamen und verkrüppelte Samen. Eine Zählung nach ganzen, halben und verkrüppelten Körnern war durch den extrem starken Befall nicht mehr möglich.

k. U.: Befall wurde nicht erfasst, da keine Unterschiede zwischen den Varianten

Erträge

Eine Ertragsermittlung konnte nur im Versuch 2005 durchgeführt werden. Der Ertrag an aufbereiteter Ware lag dabei beim ersten Erntezeitpunkt (EZ 1) mit 38,4 dt/ha im Vergleich der drei Varianten am höchsten. Der zweithöchste aufbereitete Ertrag wurde mit 22,2 dt/ha beim dritten Erntezeitpunkt (EZ 3) ermittelt, während er mit 21,6 dt/ha beim zweiten Erntezeitpunkt (EZ 2) am niedrigsten lag.

Zu beachten ist, dass der Anteil der aufbereiteten Ware (in %, in Abb. 131 dargestellt als Linie) am Gesamtertrag auch hier beim ersten Erntetermin (EZ 1) am höchsten ist, gefolgt vom zweiten Erntetermin (EZ 2), während er beim dritten Erntetermin (EZ 3) am niedrigsten war, d.h. hier der Anteil an Ausschuss (kleine Körner, Unkrautsamen, Entfernung von Bruchkörnern) am größten war.

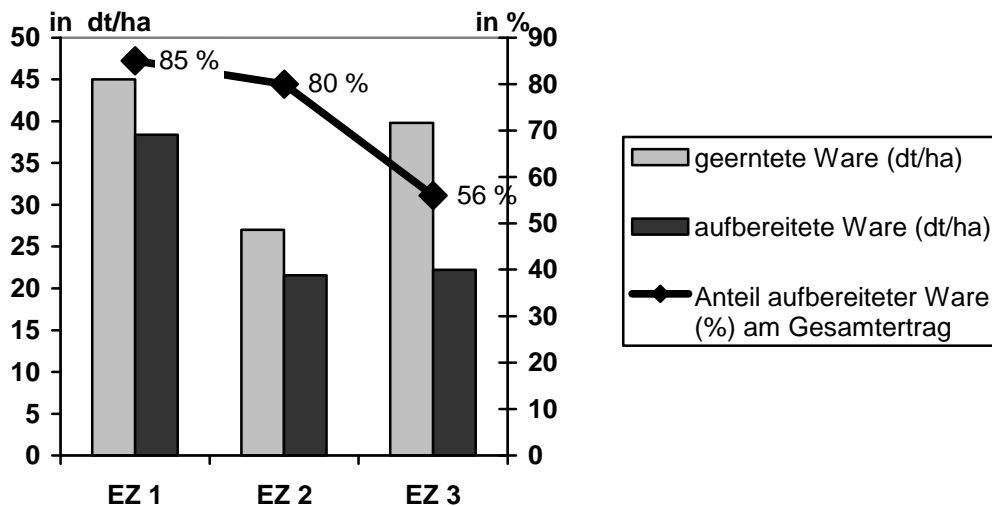


Abb. 131 Ertragsdarstellung (in dt/ha) an geernteter und aufbereiteter Ware und Anteil aufbereiteter Ware am Gesamtertrag (in %), Anis-Erntezeitpunktversuch 2005

Inhaltsstoffe (Gehalt an Ätherisch Öl)

Es konnte im Versuchsjahr 2005 bei Anis kein signifikanter Einfluss des Erntetermins auf den Gehalt an Ätherisch Öl nachgewiesen werden. Der Gehalt lag zum dritten Termin (EZ 3) 0,07 ml niedriger als bei Erntetermin 1 (EZ 1, s. Abb. 132).

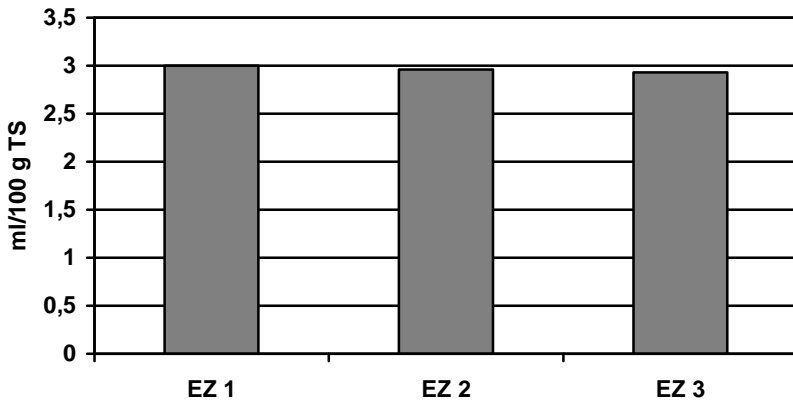


Abb. 132 Gehalt an Ätherisch Öl (ml/100 g TS), Anis-Erntezeitpunktversuch 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Werden die Gehalte an Ätherisch Öl aus dem Erntezeitpunktversuch 2005 mit den Ergebnissen aus zwei Probenahmen 2005 von einem Praxisbetrieb in Hessen verglichen (s. dazu Bericht über Praxisanbau), so zeigte sich im Gegensatz zur Versuchsanlage im Praxisbetrieb eine Zunahme des Ätherisch Öl-Gehaltes von 3,7 % (EZ 1) auf 4,8 % beim Erntegut des späteren Erntetermins (EZ 2, s. Abb. 133).

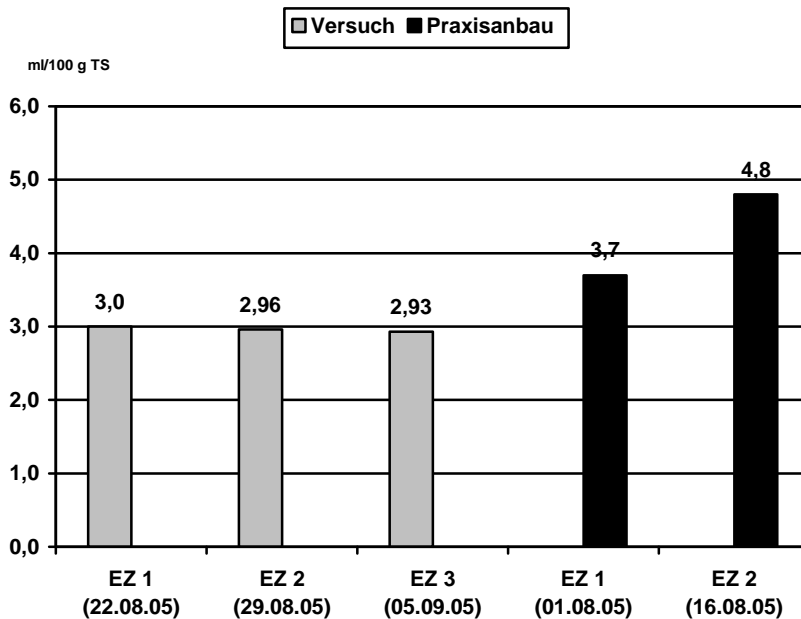


Abb. 133 Ätherisch Ölgehalt von Anis (ml/100 g TS), Erntezeitpunktversuch und Praxisanbau 2005 (keine statistische Verrechnung)

3.2.2.3 Zusammenfassung

Aus den durchgeführten Versuchsanlagen zur Variation des Erntezeitpunktes bei Anis können lediglich erste Hinweise für einen Zusammenhang von Erntezeitpunkt und Saatgutqualität sowie Erntezeitpunkt und Rohwarenqualität bei Anis abgeleitet werden.

Die Saatgutqualität wurde in erster Linie mit der Keimfähigkeit und dem Pathogenbesatz beschrieben.

Für die Beurteilung der Keimfähigkeit können nur die Werte des Jahres 2004 heran gezogen werden, die einen Wert steigernden Reifeprozess des Saatgutes in Abhängigkeit von dem Trockensubstanzgehalt des Samens aufzeigen. Unklar ist, ob eine Dormanz für die extrem niedrige Keimfähigkeit im Jahr 2005 verantwortlich war. Anis keimt nach Heeger (1989) gut, wenn die Früchte ausgereift sind (Keimung nach 7 Tagen). Die Keimfähigkeit lässt allerdings schnell nach. Nach fünf Jahren Lagerzeit kann mit keiner Keimung mehr gerechnet werden. Der 2005 ermittelte zunehmende Bruchkornanteil der späteren Erntezeitpunkte beschreibt einen Ausreifungsprozess des Saatkornes zu den späteren Erntezeitpunkten, welcher einerseits im Hinblick auf die Keimfähigkeit gewünscht ist andererseits ein leichteres Auftrennen der Spaltfrüchte verursacht (Eintrocknen des Karpophor).

Der starke Befall mit Schmutzpilzen am Saatgut spiegelt die Ergebnisse der zahlreichen Saatgutuntersuchungen innerhalb des Projektes wider. Weitere relevante Pathogene unterlagen starken Jahresschwankungen (z.B. *Fusarium* spp.) bzw. starkem Sekundärbefall oder bewegten sich im Versuchszeitraum auf sehr niedrigem Niveau (*Verticillium* spp. *Alternaria radicina*).

Insgesamt zeigte sich allerdings ein sich ähnelndes Pathogenbild in beiden Versuchsjahren.

Im Versuchsjahr 2005 zeigte sich ein sehr rascher Abreifungsprozess des Bestandes verbunden mit einer Zunahme der Trockensubstanz des Kornes von 28,9 % innerhalb von 2-3 Wochen. Dieser Prozess ist in unmittelbarem Zusammenhang mit den Klimaverhältnissen zu sehen (Klima im Zeitraum 22.08.-05.09: wenig Niederschläge, hohe Temperatursummen).

Der Trockensubstanzgehalt und der damit verbundene Reifungsprozess ist ebenso ein entscheidender Faktor für die Drogenqualität und beschreibt damit den Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Farbausbildung der Rohware. Zur Erzielung der gewünschten Drogenfarbe "hellbraun" bestimmt der Farbumschlag von Grün hinzu Braun den Erntetermin, auch wenn hier noch nicht die optimale Keimfähigkeit erreicht sein könnte. Im weiteren Verlauf der Samenausreifung setzte sich die dunkel, schwärzliche Ausfärbung des Kornes durch, oft gekoppelt an einen starken Besatz mit Schmutzpilzen, die für minderwertige Rohwarenqualität verantwortlich ist.

Das Ertragsniveau ist sowohl für den Bereich der Saatgut- wie auch für die Drogenproduktion von Interesse. Erste Ergebnisse des Versuchsjahres 2005 zeigen

ein hohes Ertragsniveau zum frühen Erntetermin. Der Anteil aufbereiteter Ware am Gesamtertrag sinkt bei den späteren Ernteterminen, was sich auch in einem zunehmenden Bruchkornanteil widerspiegelt. Der Anteil an Ausschuss erhöht sich bei den späteren Ernteterminen.

Ein für die Drogenproduktion entscheidendes Kriterium ist der Gehalt an Ätherischem Öl des Erntegutes, dessen Ausbildung in erster Linie in Zusammenhang mit dem Klimaverlauf 2005 im entscheidenden Zeitraum der Kornausbildung (August) zu sehen ist. Die Versuche zeigten keine eindeutigen Hinweise auf ein eindeutiges Zusammenspiel von Erntezeitpunkt und dem Gehalt an Ätherischem Öl. Möglicherweise können die Gehaltsunterschiede des Erntegutes zwischen Versuchs- und Praxisanbau sortenbedingt sein. Die Ölgehalte lagen mit fast 3 ml/100g TS hoch und sind vergleichbar mit den Werten der TLL (Vetter, 2005) am Standort Dornburg. In den Versuchen der TLL wurden in zwei Versuchsjahren (2003- und 2004) deutlich höhere Gehalte an ätherischem Öl zum Zeitpunkt „reifes Korn“ im Vergleich zu den frühen Erntezeitpunkten „Milchwachsreife“ und „Gelbreife“ erzielt und für die Produktion von Droge ein Erntetermin zur Vollreife des Kornes empfohlen.

3.2.3 Einjähriger Kümmel [*Carum carvi* L. *annuum*]

Versuchsfrage: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Saatgutqualität von Kümmel

3.2.3.1 Material und Methoden

Am Versuchsstandort Klein-Altendorf wurde 2006 eine Blockanlage in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Parzellengröße betrug 10 m², als Reihenabstand wurden 33 cm gewählt. Versuchssaatgut war die Sorte `Sprinter`, die mit einer Saatstärke von 4,8 kg/ha gesät wurde. Versuchsvarianten waren drei Erntetermine und zwei Saatzeitpunkte:

Variante 1 (EZ 1) Aussaat am 10.04.2006

Variante 2 (EZ 2) Aussaat am 10.04.2006

Variante 3 (EZ 3) Aussaat am 10.04.2006

Und als davon abweichende Variante:

Variante 4 (EZ 4) Aussaat am 05.05.2006

Die Varianten EZ 1 – EZ 3 sind vollrandomisiert angelegt, während die 4. Variante als Screening parallel ohne Randomisierung angefügt wurde.

Die Ernte wurde aus versuchstechnischen Gründen von Hand durchgeführt, das Erntegut anschließend ausgedroschen. Die Erntetermine ergaben sich wie folgt:

Variante 1 (EZ 1)	23.08.2006	Kulturwoche: 19
Variante 2 (EZ 2)	01.09.2006	Kulturwoche: 20
Variante 3 (EZ 3)	07.09.2006	Kulturwoche: 21
Variante 4 (EZ 4)	26.09.2006	Kulturwoche: 21

Das Erntegut aus dem Erntezeitpunktversuch wurde mit je 200 Korn auf Pathogene untersucht und nicht statistisch verrechnet. Die Untersuchung der Inhaltsstoffe erfolgte per Destillation nach Ph. Eur.

3.2.3.2 Ergebnisse

Bestandesentwicklung

Der Aufgang der drei Varianten EZ 1 - EZ 3 war zum 02.05.2006 sehr einheitlich, der Aufgang der vierten Variante (EZ 4) konnte als ebenfalls einheitlich am 20.05.2006 festgehalten werden. Der Blühbeginn wurde bei den Varianten EZ 1 – EZ 3 am 26.06.2006 und die Vollblüte am 13.07.2006 festgestellt. Während am 25.07.2006 bei den drei ersten Varianten 95% des Bestandes abgeblüht waren, zeigte sich bei Variante 4 (späterer Saattermin) zu diesem Zeitpunkt 60% in Blüte. Die Bestandeshöhe zur Ernte zeigte beim späteren Saatzeitpunkt (EZ 4) mit einer Wuchshöhe im Mittel von 69 cm einen tendenziell niedrigeren Bestand (s. Tab. 108) im Vergleich zu den Varianten mit früherem Saattermin (EZ 1-3).

Tab. 108 Wuchshöhe zur Ernte [cm] von Kümmel, Erntezeitpunktversuch 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

Variante	Wuchshöhe
EZ 1	80 b
EZ 2	72 a
EZ 3	76 ab
EZ 4	69 a

Während die Körner der früh geernteten Varianten EZ 1 und EZ 2 ohne optisch erkennbaren Pilzbelag blieben, entwickelte sich im Verlauf der Abreife bei der Variante EZ 3 ein leichter Sporenrasen und eine weiß-silbrig glänzende Färbung der Körner. Die grünen Körner der Variante EZ 4 wiesen zur Ernte einen Befall mit Mehltau auf. Der Anteil abgereifter Körner war erwartungsgemäß beim frühen Erntetermin mit 70% am geringsten und stieg zu den späteren Ernteterminen hin an. Während der Anteil abgereifter Körner beim dritten Erntetermin bei 98% lag, war der Anteil bei der später gesäten und später geernteten Variante (EZ 4) mit 95% nur geringfügig niedriger und der Anteil von Nachblühern am höchsten. Mit 4% wies die frühe Erntevariante (EZ 1) den niedrigsten Ausfall an Körnern auf, der bis zum dritten Erntetermin (EZ 3) auf 20% anstieg. Der Ausfall der später gesäten und geernteten Variante (EZ 4) lag mit 5% im Vergleich auf einem niedrigen Niveau. In der

Standfestigkeit ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Varianten. Während der Kornsitze der Varianten EZ 1, EZ 2 und EZ 4 mittel bis fest war, zeigte sich bei der Variante EZ 3 ein etwas weniger fester Kornsitze (s. Tab. 109).

Tab. 109 Boniturmerkmale, Kümmel-Erntezeitpunktversuch 2006 (KAD)

	EZ 1	EZ 2	EZ 3	EZ 4
braun abgereifte Körner	70 %	91 %	98 %	95 %
Ausfall	4 %	11 %	20 %	5 %
Standfestigkeit	hoch	hoch	hoch	hoch
Kornsitze	mittel-fest	mittel-fest	mittel	mittel-fest

Trockensubstanzgehalte (TS)

Die Trockensubstanzgehalte der geernteten Körner lagen zwischen 58% (EZ 1) und 66% (EZ 2). Die Gehalte sind zwischen den Varianten statistisch absicherbar verschieden (s. Tab.110). Nach der Trocknung ergab sich ein durchschnittlicher Trockensubstanzgehalt (TS) von 81%. Der Abwelkeprozess der Pflanzen im Verlauf der Erntetermine wird jedoch erst bei den Trockensubstanzgehalten des Strohs deutlich. Beim dritten Erntezeitpunkt lagen diese um 14 % höher als zum ersten Erntetermin. Das Stroh der vierten Variante (spätere Aussaat) wies dagegen einen TS-Gehalt von 43% auf und lag damit bei gleicher Kulturdauer niedriger, als bei der dritten Erntevariante.

Tab. 110 Trockensubstanzgehalte [%] von Korn und Stroh von Kümmel zur Ernte, Erntezeitpunktversuch 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Variante	TS Samen (%)	TS Stroh (%)
EZ 1	58 a	36 a
EZ 2	66 d	40 a
EZ 3	65 c	50 b
EZ 4	60 b	43 ab

Keimfähigkeit

Bei dem geernteten Saatgut konnte im Vergleich aller vier Varianten (EZ 1 bis EZ 4) ein deutlicher Effekt des Erntezeitpunktes auf die Keimfähigkeit festgestellt werden. Zum zweiten Erntetermin wurde die höchste Keimfähigkeit ermittelt, während EZ 4 tendenziell niedrigere Keimfähigkeiten im Vergleich zu den Ernteterminen 1 und 3 erbrachte. Werden nur die voll randomisierten gleichen Saatzeitpunkte verrechnet (EZ 1 bis EZ 3), zeigt sich ebenfalls die tendenziell höhere Keimfähigkeit bei EZ 2 (s. Tab.111).

Tab. 111 Keimfähigkeit (KF in %) von Kümmel-Erntegut im Vergleich der Varianten EZ 1 bis EZ 3 (EZ 4), Erntezeitpunktversuch 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Statistische Verrechnung EZ 1 –EZ 4, Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Variante	KF (%)
EZ 1	72,3 ab
EZ 2	74,3 b
EZ 3	69,3 ab
EZ 4	64,5 (a)

Tausendkorngewicht (TKG)

Die Bestimmung des Tausendkorngewichtes (TKG) des Erntegutes ergab zwischen den Varianten mit gleichem Aussattermin (Var. EZ 1 - EZ 3) keine deutlichen Unterschiede. Signifikant höher lag dagegen das TKG beim Erntegut der später gesäten Variante EZ 4 (s. Tab. 112).

Tab. 112 Tausendkorngewicht (TKG in g) von Kümmel-Erntegut, Erntezeitpunktversuch 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Variante	TKG in g
EZ 1	2,7 a
EZ 2	2,6 a
EZ 3	2,6 a
EZ 4	3,2 b

Pathogene am Erntegut

Der Befall des Erntegutes mit *Alternaria* spp. lag bei allen Erntevarianten bei 100 %. Eine leichte Befallserhöhung zeigte sich bei der Variante EZ 4 hinsichtlich des Pathogens *Fusarium* spp. Bei allen weiteren Pathogenen, vor allem bei *Mycocentrospora acerina* und *Alternaria radicina* konnte kein auffälliger Befall festgestellt werden (s. Abb. 134).

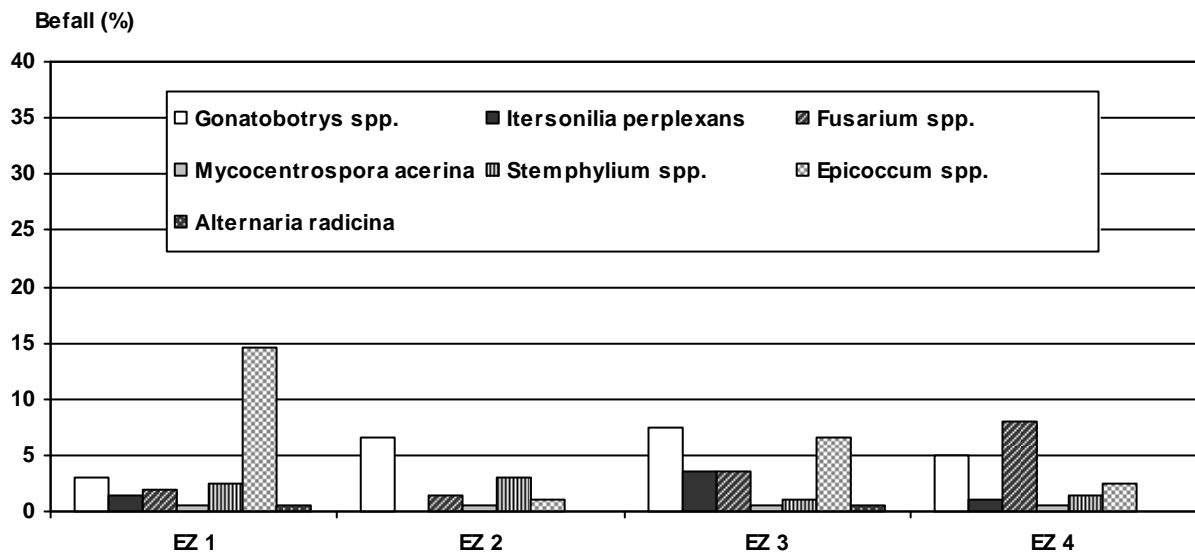


Abb. 134 Pathogenbesatz [%] am Erntegut, Kümmel-Erntezeitpunktversuch 2006 (untersucht an jeweils 200 Körnern)

Erträge

Die Erträge an aufbereiteter Ware unterschieden sich bei den einzelnen Erntezeitpunkten signifikant. Der Ertrag lag zum ersten Erntetermin (EZ 1) und zum vierten Erntezeitpunkt (EZ 4, später Saattermin) am höchsten und beim dritten Erntezeitpunkt statistisch absicherbar am niedrigsten. Insgesamt war der Anteil an Ausschuss am Gesamtertrag mit durchschnittlich 0,3 dt/ha sehr gering, wies aber auch hier signifikante Unterschiede zwischen den Varianten auf (s. Abb. 135).

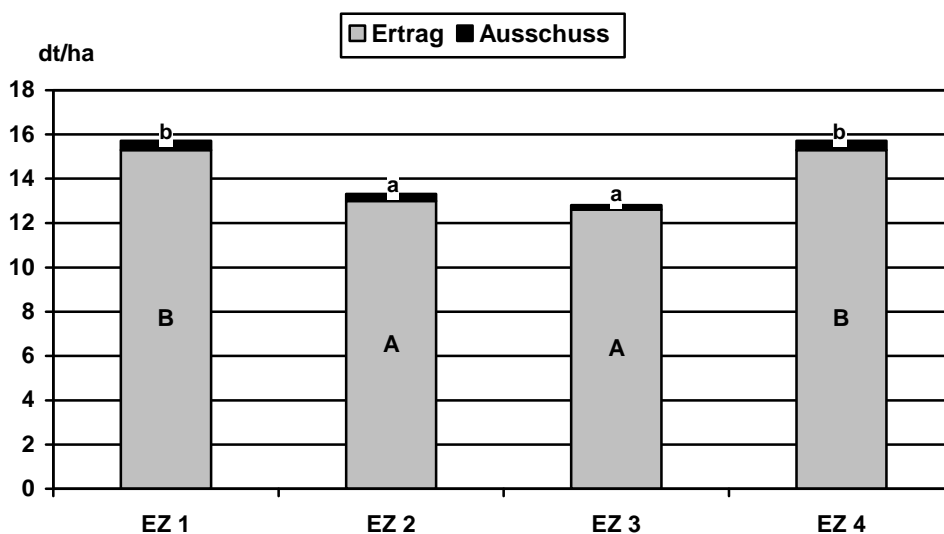


Abb. 135 Erträge und Anteil Ausschuss [dt/ha], Kümmel-Erntezeitpunktversuch 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Inhaltsstoffe

Berücksichtigt wurde unter den Wert gebenden Inhaltsstoffen der Gehalt an ätherischem Öl. Die Gehalte an Ätherischem Öl bewegten sich zwischen 3,63 ml/100 g TS (EZ 3) und 4,26 ml/100 g TS (EZ 4). Werden die Varianten mit gleichem Saatzeitpunkt einander gegenübergestellt (EZ 1 bis EZ 3), so zeigt die Variante mit frühem Erntetermin (EZ 1) mit 3,93 ml/100 g TS den signifikant höchsten Gehalt an ätherischem Öl. Verrechnet man den EZ 4 mit den Varianten 1-3 ergeben sich noch stärkere Unterschiede unter den Varianten. Mit einem Gehalt von 4,26 ml/100 g TS weist die vierte Variante (EZ 4, später Saat- und Erntetermin) den signifikant höchsten ätherisch Ölgehalt von allen Varianten auf.

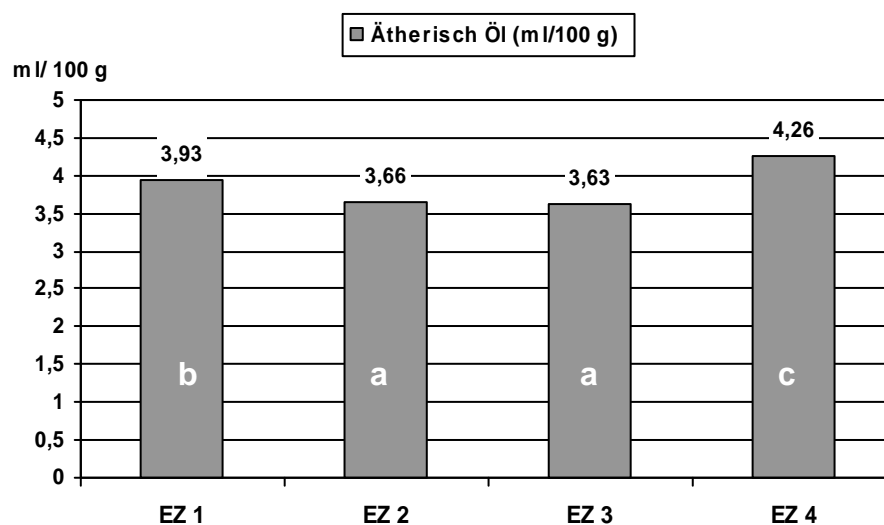


Abb. 136 Ätherisch Ölgehalt von Kümmel [ml/100 g TS], Erntezeitpunktversuch 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$, dargestellt ist die Verrechnung aller Varianten)

3.2.3.3 Zusammenfassung

Mit der einjährigen Freilandversuchsanlage konnten erste Effekte eines variierten Erntetermins bei Kümmel auf die Qualität des Erntegutes als Saatgut und als Droge nachgewiesen werden.

Die Berücksichtigung eines späteren Saattermins erbrachte niedrigere Bestände aber keine frühere Abreife im Vergleich zu einer Frühsaat mit spätem Druschtermin. Das Erntegut zeigte zu dem frühen Erntetermin eine optisch bessere Qualität. Der Trockensubstanzgehalt des Kornes variierte zwischen den einzelnen Ernteterminen, nahm aber mit spätem Erntetermin nicht zu und kam insgesamt nicht über 66 %. Der Abreifeprozess konnte nur bei der Zunahme des Trockensubstanzgehaltes des Stroh ermittelt werden. Berücksichtigt werden sollte hierbei jedoch der hohe Anteil an

Ausfall von 20% beim dritten Erntetermin, im Vergleich zu den anderen Varianten, so dass sich somit auch der Anteil vollreifer Samen im Erntegut verringert hat.

Bei den weit gestaffelten Erntezeitpunkten konnte bei der Verrechnung aller Varianten ein Einfluss des Erntetermins auf die Keimfähigkeit festgestellt werden.

Während die später gesäte Variante (EZ 4) mit Erntestadium ähnlich EZ 3 die niedrigste Keimfähigkeit erbrachte, war diese zum zweiten Erntetermin am höchsten. Das TKG des Erntegutes war nur bei Variante 4 deutlich erhöht.

Der Pathogenbesatz am Erntegut zeigte keinen starken Einfluss des Erntetermins. Lediglich bei *Fusarium* spp. wurde eine Zunahme bei den späten Erntezeitpunkten festgestellt (Sekundärbefall). Der Befall mit *Alternaria* spp. lag bei allen Varianten bei 100%.

Die höchsten Erträge ergaben sich bei einem frühen Erntetermin (EZ 1) bzw. bei später Aussaat kombiniert mit später Ernte (EZ 4). Berücksichtigt werden muss jedoch die Tatsache, dass bei gleichem Aussaattermin die Ausfallrate an Körnern im Verlauf der Erntetermine anstieg (von 5 auf 20 %). Die spät gesäte Variante zeigte dagegen weniger Ausfall. Diese Ergebnisse decken sich mit den Versuchsergebnissen zu Kümmel aus 2002 und 2003 der TLL am Standort Dornburg (Vetter, 2005), die ebenfalls die höchsten Kornerträge bei dem frühen Erntezeitpunkt beschreiben. Das Ertragsniveau lag am Standort Dornburg, wie am Standort Ahrweiler bei durchschnittlich 15 dt/ha Kornertrag.

Bei den drogenspezifischen Merkmalen wurde für Variante 4 ein auffallend höherer Gehalt an ätherischem Öl festgestellt als bei den anderen Erntevarianten. Dieser Gehalt muss im Versuchsjahr 2006 im Hinblick auf die Kornausreifung in Zusammenhang mit einer extrem strahlungsreichen Witterung betrachtet werden. Unter den drei Varianten mit gleichem Saatzeitpunkt erzielte Variante 1 den höchsten Gehalt an ätherischem Öl (früher Erntetermin). Da die Erntetermine am Standort Ahrweiler eher eng zusammengelegt wurden, ließen sich die extrem niedrigen Werte der frühen Erntetermine am Standort Dornburg von unter 1 ml/ 100 g TM ätherisches Öl bei Milchwachs- und Gelbreife nicht nachvollziehen.

Anhand der Versuchsergebnisse 2006 ist für die Produktion von Saatgut eine gute Kornausreifung günstig und eher bei dem Reifestadium der Vollreife zu erwarten, während bei der Totreife die Keimfähigkeit wieder abzunehmen scheint. Hinsichtlich einer Drogenproduktion (Ertrag und Ätherisch Ölgehalt) sind anhand der geprüften Parameter die frühe Erntevariante bzw. die Variante mit später Aussaat und spätem Erntetermin zu bevorzugen.

3.2.4 Koriander [*Coriandrum sativum* L.]

Geprüft wurde der Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Saatgutqualität bei Koriander. Berücksichtigt wurde weiterhin die Veränderung der Drogenqualität bei Variation des Erntezeitpunktes anhand der Parameter Ertrag und Inhaltsstoffe.

3.2.4.1 Material und Methoden

2004

Am Standort Artern wurde am 27.04.2004 eine Versuchsanlage (Screening) mit drei Erntezeitpunkten in vierfacher Wiederholung angelegt. Aufgrund der verwendeten Erntetechnik vor Ort wurden bei allen drei Varianten die Wiederholungen als Mischprobe geerntet und daraus vier Proben je Variante gezogen (unechte Wiederholungen). Als Saatgut fand die Sorte `Jantar` Verwendung. Es wurden die Parameter Trockensubstanz (TS), Bruchkornanteil, Ertrag und Gehalt an ätherisch Öl erfasst. Zur Ermittlung des ätherisch Ölgehaltes wurden aus einer Mischprobe je Erntevariante drei Proben entnommen und untersucht (unechte Wiederholungen). Es erfolgte keine statistische Verrechnung. Die Analysenmethode der Inhaltsstoffe erfolgte nach Destillation nach Ph.Eur.

Es wurden folgende Versuchsvarianten gewählt:

Variante 1 (EZ 1)	Ernte am 23.08.04
Variante 2 (EZ 2)	Ernte am 30.08.04
Variante 3 (EZ 3)	Ernte am 04.09.04

2005

Im Versuchsjahr 2005 wurden an den Versuchsstandorten des DLR zwei Erntezeitpunktversuche angelegt, deren nähere Beschreibungen in Tab. 113 aufgeführt sind.

Tab. 113 Übersicht über die Anlage der Erntezeitpunktversuche Koriander 1 und 2, Ahrweiler 2005

2005	Versuch 1	Versuch 2
Versuchsvarianten	EZ 1 EZ 2 EZ 3	EZ 1 EZ 2 EZ 3 EZ 4
Versuchsstandort	Esch	Klein-Altendorf
Parzellengröße	10 m ²	variabel
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage, 4 Wiederholungen	Screening
Aussaattermin/Saatstärke	23.04.05 / 8,5 kg/ha	08.06.05 / 9,5 kg/ha
Sorte	`Jantar`	`Jantar`
Erntezeitpunkte (EZ)	EZ 1: 01.09. KW 19	EZ 1: 28.09. KW 12
Kulturwoche (KW)	EZ 2: 06.09. KW 20	EZ 2: 06.10. KW 13
	EZ 3: 14.09. KW 21	EZ 3: 11.10. KW 13,5
		EZ 4: 17.10. KW 14

Ertragsermittlung	Gesamtertrag/ Parzelle	aus Großparzellen wurden einzelne Streifen gedroschen, daher unechte Wiederholungen
Erfasste Versuchsparameter	- Trockensubstanzgehalt (TS) / Wassergehalt - Keimfähigkeit (KF) - Gehalt an ätherischem Öl - Fettsäurespektrum - Gehalt an Petroselinensäure - Pathogene am Erntegut - Anteil Bruchkorn - Ertrag	- Trockensubstanzgehalt (TS) / Wassergehalt - Keimfähigkeit (KF) - Gehalt an ätherischem Öl - Fettsäurespektrum - Gehalt an Petroselinensäure - Pathogene am Erntegut - Anteil Bruchkorn

3.2.4.2 Ergebnisse

Trockensubstanzgehalte (TS)

Der Trockensubstanzgehalt (TS) des Erntegutes lag 2004 zu allen drei Ernteterminen auf gleichem Niveau. 2005 konnte dagegen in beiden Versuchsanlagen eine deutliche Zunahme des Trockensubstanzgehaltes zum dritten Erntetermin hin ermittelt werden (s. Tab.114). Vom ersten Erntezeitpunkt (EZ 1) in Versuch 1 hin zum dritten Erntezeitpunkt (EZ 3) war eine Zunahme der TS um 31% zu ermitteln. In Versuch 2 stieg der TS- Gehalt vom ersten bis zum letzten Erntezeitpunkt um 30 % an.

Tab. 114 Trockensubstanzgehalte (TS in %) von Koriander Erntegut, Erntezeitpunktversuch 2004 und 2005 (Unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$, 2004: Darstellung der Mittelwerte ohne statistische Verrechnung)

Erntetermine	Trockensubstanzgehalte (TS in %)		
	2004	2005 / Versuch 1	2005 / Versuch 2
EZ 1	89	47 a	46 a
EZ 2	90	62 b	60 b
EZ 3	90	79 c	70 c
EZ 4			76 d

Keimfähigkeit (KF)

2005 wurde für beide Versuchsanlagen eine signifikante Zunahme der Keimfähigkeit des Erntegutes im Verlauf der späteren Erntetermine ermittelt (s. Tab. 115).

Tab. 115 Keimfähigkeit [%] bei Koriander, Erntezeitpunktversuche 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Erntetermine	Keimfähigkeit [%] 2005	
	Versuch 1	Versuch 2
EZ 1	29 a	38 a
EZ 2	40 ab	48 ab
EZ 3	60 b	55 bc
EZ 4		63 c

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht des Erntegutes lag im Durchschnitt bei 6,5 – 9,0 g. Über die drei Versuchsanlagen hinweg ließ sich kein einheitlicher Effekt des Erntzeitpunktes auf das Korngewicht erkennen (s. Tab. 116).

Tab. 116 Tausendkorngewicht (TKG in g) bei Koriander, Erntezeitpunktversuch 2004 und 2005 (2004:keine statistische Verrechnung, 2005:unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Erntetermine	Tausendkorngewicht (TKG in g)		
	2004	2005 Versuch 1	2005 Versuch 2
EZ 1	6,9	9,0 b	6,9 a
EZ 2	7,2	6,7 a	8,1 b
EZ 3	5,8	6,5 a	8,1 b
EZ 4			8,1 b

Bruchkornanteil

Der Bruchkornanteil des Erntegutes wurde in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt ermittelt. Stichproben im Erntegut 2004 zeigten einen deutlich höheren Anteil an Bruchkörnern bei dem späten Erntetermin (EZ 3). Dieses Ergebnis konnte 2005 im Korianderversuch 2 bestätigt werden. Eine völlig gegenläufige Tendenz ergab sich im Korianderversuch 1. Erntetermin 1 erbrachte hier den signifikant höchsten Bruchkornanteil (s. Tab 117).

Tab. 117 Bruchkornanteil [%] im Koriandererntegut, Erntezeitpunktversuche 2004 und 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Erntetermine	Bruchkornanteil [%]		
	2004	Versuch 1 / 2005	Versuch 2 / 2005
EZ 1	39 a	49 b	29 a
EZ 2	38 a	32 a	55 b
EZ 3	50 b	31 a	59 bc
EZ 4			63 c

Pathogenbesatz am Erntegut

Eine Pathogenuntersuchung wurde nur im Versuchsjahr 2005 durchgeführt. Auffällige Befallsverschiebungen zwischen den Ernteterminen konnten u.a. bei *Cladosporium* spp. festgestellt werden, wobei sowohl im Versuch 1 als auch im Versuch 2 das Erntegut des ersten Erntetermins (EZ 1) den höchsten Befall aufwies. Auch der Befall mit *Alternaria* spp. (kettenförmig) war bei beiden Versuchen zum ersten Erntetermin am höchsten. Beim Befall mit *Itersonilia perplexans* zeigte sich keine einheitliche Tendenz. Während im Versuch 1 der Befall mit 13% zum dritten Erntetermin am höchsten war, zeigte sich im Versuch 1 zum ersten Erntetermin mit 7% die höchste Befallsstärke. Eine Befallssteigerung im Verlauf der Erntetermine

konnte hingegen beim Besatz des Erntegutes mit *Fusarium* spp. ermittelt werden, möglicherweise über Sekundärinfektion. Beim Versuch 1 fiel weiterhin ein erhöhter Befall mit *Verticillium* spp. zum dritten Erntetermin auf (s. Tab. 118).

Tab. 118 Pathogenbefall [%] am Erntegut von Koriander, Erntezeitpunktversuch 1 und 2 / 2005 (mit je 3 x 100 Körnern, ausgelegt auf Filterpapier ohne Oberflächendesinfektion)

Pathogene	Pathogenbefall [%] 2005						
	Versuch 1			Versuch 2			
	EZ 1	EZ 2	EZ 3	EZ 1	EZ 2	EZ 3	EZ 4
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	85	72	73	98	85	73	68
<i>Alternaria radicina</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Gonatotryps</i> spp	95	72	36	84	79	67	63
<i>Itersonilia perplexans</i>	5	4	13	7	1	0,3	0
<i>Epicoccum</i> spp.	2	0	0	10	2	0	1
<i>Fusarium</i> spp.	18	24	27	13	24	34	43
<i>Verticillium</i> spp.	3	1	8	0	0	0	0
<i>Cladosporium</i> spp.	43	22	6	25	2	0	0
<i>Botrytis cinerea</i>	1	1	1	0	0	0	0
<i>Stemphylium</i> spp.	1	0	0	0	0	0	0
<i>Colletotrichum</i> spp.	0	0	1	0	0	0	0
<i>Rhizopus</i> spp.	0	0	0	8	0	0	0

Die Untersuchung von Bakterien am Erntegut ergab im Versuch 2 auffallend wenige Pseudomonaden und andere Bakterien zum ersten Erntetermin (EZ 1). Am höchsten war der Befall mit *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* zum zweiten Erntezeitpunkt (EZ 2), während der Befall mit nicht näher differenzierten Bakterien zum dritten Erntezeitpunkt anstieg (EZ 3, s. Tab. 119).

Tab. 119 Bakterienbefall am Erntegut, Versuch 2 / 2005 (cfu x 10³/ 100 ul bei 2,5 g Saatgut)

Versuch 2	Befall mit Bakterien (cfu x 10 ³ / 100 ul)	
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coriandricola</i>	andere Bakterien
EZ 1	1	0,0
EZ 2	332	20
EZ 3	157	67
EZ 4	129	20

Erträge

Im Versuchsjahr 2004 zeigte sich ein deutlicher Abfall des Ertrages zum dritten Erntetermin hin. Dies betraf sowohl den Gesamtertrag als auch den daraus resultierenden Anteil an aufbereiteter Ware (s. Abb. 137).

Im Versuchsjahr 2005 bewegten sich die Gesamterträge im Erntezeitpunktversuch 1 zwischen 20,4 dt/ha (EZ 1) und 12 dt/ha (EZ 3). Es wurde bei der Verrechnung der Erträge ein signifikant höherer Gesamtertrag (unaufbereitete Ware) beim ersten Erntetermin (EZ 1) deutlich, aber auch ein deutlich höherer Anteil an Ausschuss (Abb.138). Werden die Varianten hinsichtlich der aufbereiteten Ware einander gegenübergestellt, so ergibt sich beim zweiten Erntetermin (EZ 2) zwar der höchste Ertrag, jedoch unterscheidet sich dieser nicht signifikant von den anderen Erntevarianten (s. Abb 139). Die Erträge aus dem Versuch 2 wurden aufgrund der Versuchsanlage nicht ermittelt. Hinsichtlich der Erträge sollte auch der Anteil an Ausfall bei den verschiedenen Ernteterminen Berücksichtigung finden. Mit 2 % lag der Anteil an Ausfall beim ersten und zweiten Erntetermin erwartungsgemäß niedriger, als beim dritten Erntetermin mit 10%.

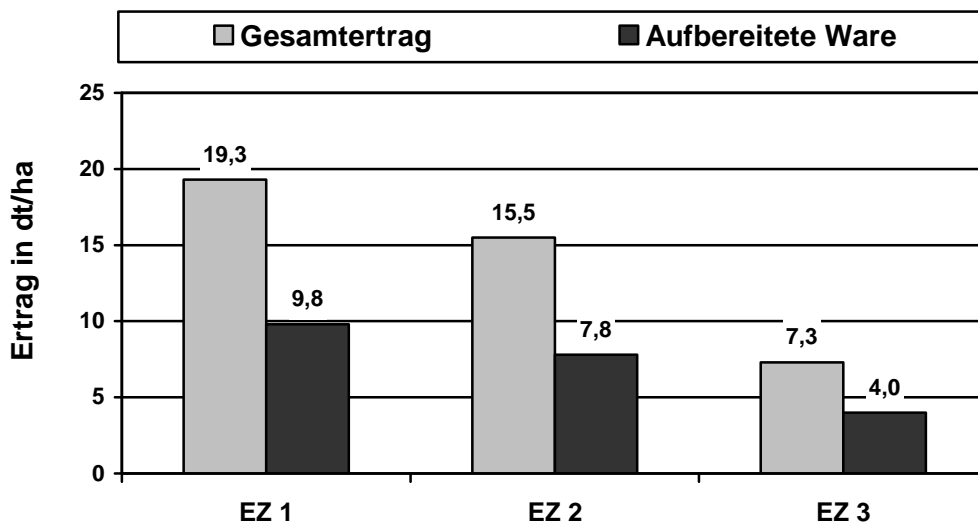


Abb. 137 Gesamtertrag und aufbereiteter Ware [dt/ha], Erntezeitpunktversuch Koriander 2004 (keine statistische Verrechnung)

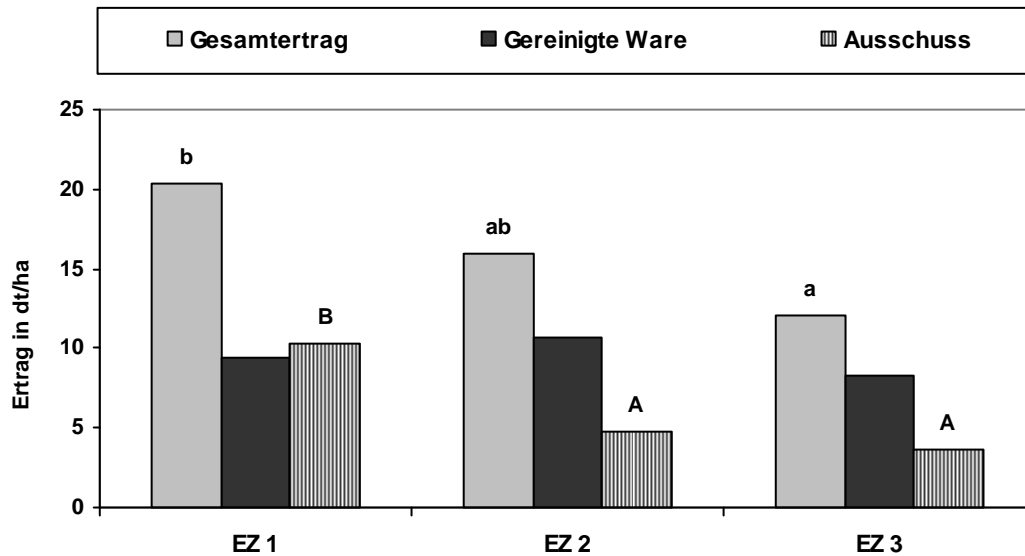


Abb. 138 Gesamtertrag, gereinigte Ware und Ausschuss [dt/ha] Erntezeitpunktversuch 1 Koriander 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s. Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Inhaltsstoffe

Ätherisch Öl

2004 wurden Gehalte an Ätherischem Öl im Koriandererntegut von 1,7 ml/100 g TS (EZ 1) bis 1,9 ml/100 g TS erreicht. Es waren dabei keine deutlichen Unterschiede zwischen den Varianten erkennbar. Im Versuchsjahr 2005 lag der Gehalt an ätherischem Öl bei der Versuchsanlage 1 (Standort Esch) mit Werten von durchschnittlich 2,55 ml/100 g TS deutlich über dem der Versuchsanlage 2 (Standort Klein-Altendorf) mit Durchschnittswerten von 1,08 ml/100 g TS. Während innerhalb des Versuchs 1 keine Gehaltsunterschiede deutlich wurden, lagen beim Versuch 2 die Gehalte beim vierten Erntetermin (EZ 4) signifikant höher als beim ersten Erntetermin (EZ 1, s. Abb.139).

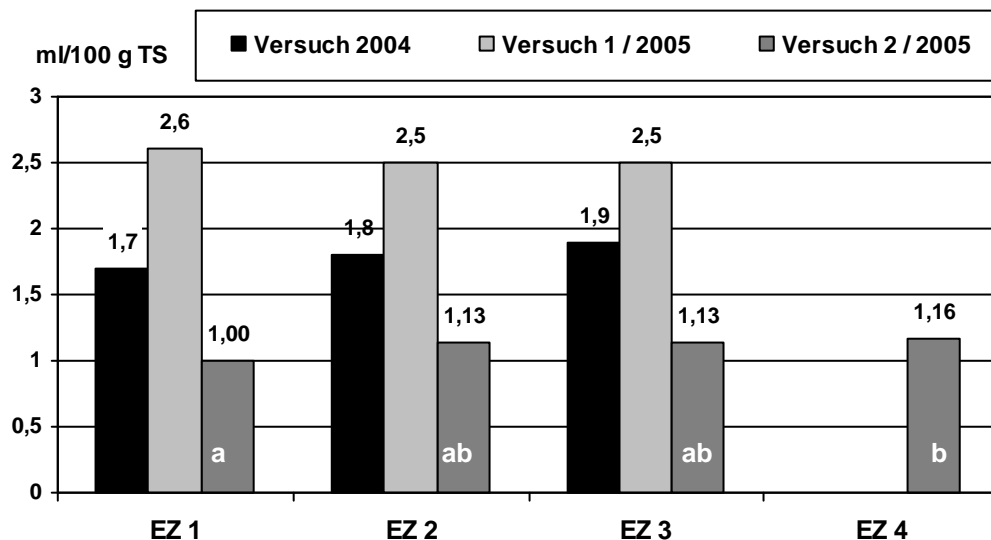


Abb. 139 Ätherisch Ölgehalt [ml/100 g TS] im Koriandererntegut, Erntezeitpunktversuch 2004 und Versuch 1 und 2 / 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Gesamtfettgehalt

Im Versuchsjahr 2005 wurden im Versuch 1 Gesamtfettgehalte im Koriandererntegut zwischen 16,5 g/100 g TS (EZ 2) und 20,3 g/100 g TS (EZ 3) erzielt. Im Versuch 2 lagen die Werte mit 20,3 g/100 g TS (EZ 1) bis 21,7 g/100 g TS (EZ 2, EZ 4) höher. Das Erntegut zeigte beim Versuch 1 eine deutliche Zunahme des Gesamtfettgehaltes zum späteren Erntezeitpunkt (EZ 3) hin. Beim Versuch 2 konnte kein deutlicher Einfluss des Erntetermins auf den Gesamtfettgehalt berechnet werden (Abb. 140).

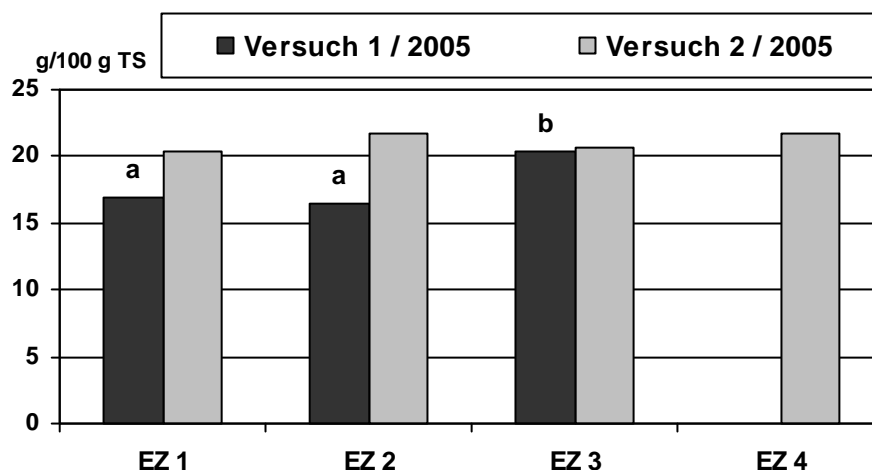


Abb. 140 Gesamtfettgehalt [g/100 g TS] im Koriandererntegut, Erntezeitpunktversuch 1 und 2 / 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s. Tukey $\alpha \leq 0,05$)

Petroselinensäure

Die an Petroselinensäure erreichten Gehalte im Fett lagen 2005 im Versuch 1 bei drei Erntevarianten zwischen 13 g/100 g TS (EZ 2) und 16 g/100 g TS (EZ 3). Im Versuch 2 lagen die Gehalte bei vier Ernteterminen mit 16,2 g/100 g TS (EZ 1) bis 17,2 g/100 g TS (EZ 4) leicht über den Gehalten des ersten Versuchs. Der Gehalt an Petroselinensäure war im Versuch 1 zum dritten Erntetermin (EZ 3) am höchsten. Im Versuch 2 zeigten sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Erntevarianten (Abb.141).

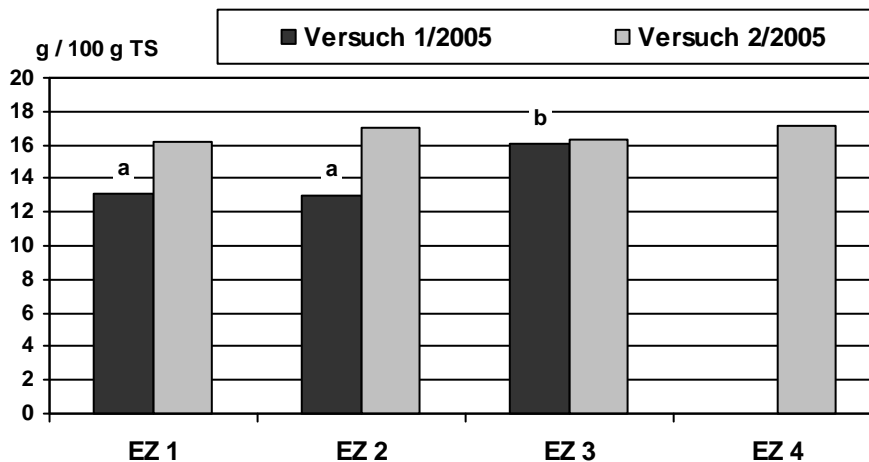


Abb. 141 Gehalt an Petroselinensäure [g/100 g TS] im Fett von Koriandererntegut, Erntezeitpunktversuche 1 und 2 / 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s. Tukey, $p \leq 0,05$)

Wird der Anteil an Petroselinensäure im Fettsäurespektrum in der Fettphase herangezogen, so zeigt sich im Versuch 1 / 2005 kein Einfluss des Erntezeitpunktes, während im Versuch 2 der Anteil zum ersten Erntetermin (EZ 1) am höchsten war (Abb. 142). Die Werte bewegen sich hierbei im Versuch 1 zwischen 77,9 g/100 Fett (EZ 1) und 78,8 g/100 g Fett (EZ 3) und im Versuch 2 auf ähnlichem Niveau zwischen 78,7 g/100 g Fett (EZ 3) und 79,8 g/100 g Fett (EZ 1).

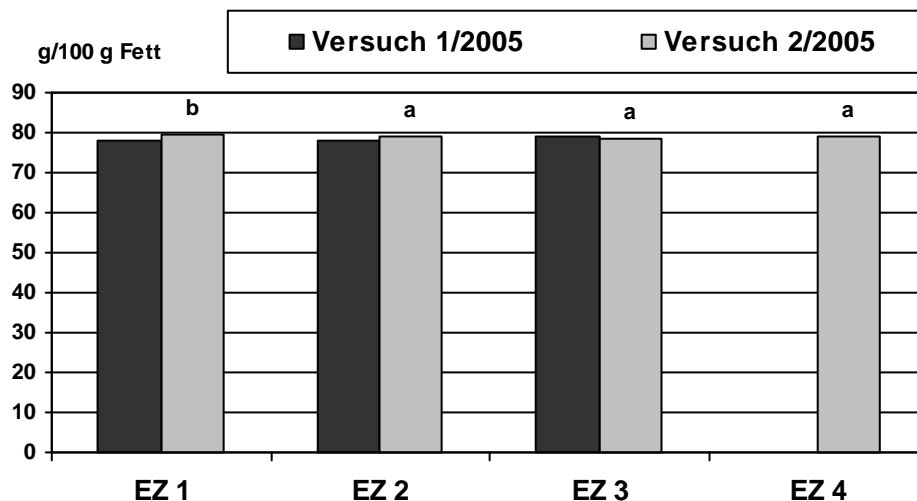


Abb. 142 Anteil der Petroselinensäure [g/100g Fett] im Fettsäurespektrum von Koriandererntegut, Erntezeitpunktversuch 1 und 2 / 2005 (unterschiedlich Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s. Tukey, $p \leq 0,05$)

3.2.4.3 Zusammenfassung

Die Versuche zum Einfluss des Erntetermins bei der Produktion von Koriander für die Verwendung als Saatgut oder Droge, zeigten eine deutliche Zunahme des Bruchkornanteils bei späten Ernteterminen. Damit einhergehend werden abnehmende Gesamterträge geerntet mit höherem Anteil an Ausschuss. Entscheidend ist allerdings der Anteil an gereinigter und aufbereiteter Ware, der in allen Versuchsanlagen vom Erntetermin unbeeinflusst blieb. Bei der Beschreibung der Saatgutqualität muss aber auch die Qualität des Bruchkornes als Saatgut berücksichtigt werden (Siehe Versuchsreihe zur Keimrate von Ganz- und Bruchkorn bei Koriander, Kapitel, 3.3.2). Wagner (1993) beschreibt den Faktor Standort als wichtigste Einflussgröße auf den Samenertrag.

Während die verschiedenen Erntezeitpunkte im Versuchsjahr 2004 aufgrund von relativ eng gewählten Ernteterminen keinen Einfluss auf die Trockensubstanzgehalte des Erntegutes aufwiesen, zeigte sich im Versuchsjahr 2005 in beiden Korianderversuchen eine signifikante Zunahme des Trockensubstanzgehaltes im Verlauf der späteren Ernteterminen. Während der Bruchkornanteil im Versuch 1 / 2005 im Verlauf der späteren Erntevarianten signifikant geringer wurde, erhöhte er sich im Versuch 2004 und im Versuch 2 / 2005 deutlich mit zunehmender Abreife des Erntegutes.

Wird die Saatgutqualität mit TKG, Keimfähigkeit und Pathogenbesatz beschrieben, zeigen sich beispielsweise deutliche Zusammenhänge zwischen Erntezeitpunkt und Keimfähigkeit. Auch bei geringem Aufbereitungsgrad waren im Versuchsjahr 2005 die ersten Druschtermine aufgrund der niedrigen Keimfähigkeit nicht für die Produktion von Saatgut geeignet. Bei den späteren Terminen und höheren

Trockensubstanzgehalten des Saatgutes (über 70 %) lag die Keimfähigkeit deutlich höher.

Im Versuchsjahr 2004 wurde das höchste Tausendkorngewicht (TKG) des Erntegutes zum zweiten Erntetermin ermittelt. Am niedrigsten lag das Gewicht zum dritten Erntetermin, wobei der TS-Gehalt zwischen den Varianten unverändert blieb. Die Pathogenuntersuchungen zeigen einen erhöhten Befall des Erntegutes mit kettenförmigen *Alternarien* und *Cladosporium* spp. bei frühem Erntetermin. Bei *Cladosporium* spp. ist von einem Sekundärbefall auszugehen, der mit Abtrocknen der Körner an optimaler Lebensbedingung verliert. *Fusarium* spp. wurde hingegen verstärkt bei späterer Ernte ermittelt, zeigt damit aber eher einen witterungsbedingten Sekundärbefall an. Der Befall des Koriandererntegutes mit *Itersonilia perplexans* war in den beiden Versuchen gegenläufig. Der Befall mit Bakterien war zum ersten Erntetermin am geringsten, stieg zum 2. Druschtermin auffallend an und zeigte dann wieder eine deutlich Abnahme. Dieser Verlauf scheint an den zunehmenden Ausfall der Körner bei den späteren Ernteterminen gekoppelt, wobei die befallenen leichteren Körner besonders frühzeitig auszufallen scheinen. Bei *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* ist von einer starken Sekundärinfektion bei einer Trockensubstanz des Kornes über 70 % nicht auszugehen, was allerdings nicht für andere, nicht differenzierte Bakterien vorausgesetzt werden kann.

Bei den ermittelten Inhaltsstoffgehalten, die für die Beurteilung der Drogenqualität besonders wichtig sind, lassen sich aus den durchgeführten Versuchen ebenfalls erste Ergebnisse ableiten. Auf den Gehalt an ätherischem Öl hatte der Erntetermin insgesamt sehr wenig Einfluss. Nur bei Versuch 2/2005 konnte zum spätesten Erntetermin eine geringfügige aber signifikante Gehaltszunahme festgestellt werden. Da 2004 die TS-Gehalte des Kornes auf gleichem Niveau lagen, wurden keine Effekte im ätherischen Ölgehalt erwartet. 2005 zeigte sich allerdings trotz hoher TS-Unterschiede der Varianten und damit stark variierenden Reifestadien in Versuch 1 keine Zunahme an ätherischem Öl. Im Versuchsjahr 2005 wurden jedoch bei gleichem Saatgutmaterial auffallende Gehaltsunterschiede an den beiden Versuchsstandorten erzielt. Die Ölgehalte lagen insgesamt über bis deutlich über 1 ml/100 g TS und damit auf sehr hohem Niveau. Die von Vetter (2005) beschriebene Zunahme des Gehaltes an ätherischem Öl mit der Kornausreifung, konnte in den Versuchen am Standort Ahrweiler nicht deutlich bestätigt werden. Wagner (1993) ermittelte für Koriander eine Gehaltsabnahme von ätherischem Öl mit zunehmender Reife des Kornes.

Die Untersuchung des fetten Öles konnte wenige deutliche Effekte einer Erntevariante auf den Gehalt aufzeigen. Bezüglich des Gesamtgehaltes an fettem Öl konnte nur in Versuch 1/2005 eine deutliche Zunahme festgestellt werden, während sich bei Versuch 2/2005 bei allen Varianten ein gleich bleibendes Gehaltsniveau von circa 20 g/100 g TS zeigte. Dieser uneinheitliche Verlauf beider Versuchsanlagen spiegelt sich auch im Petroselinensäuregehalt wider. Wenige Effekte auf den Gehalt an Gesamtfett, bzw. Anteil Petroselinensäure ausgehend vom Erntetermin beschreibt Wagner (1993).

Für den Anteil an Petroselinensäure im Fettsäurespektrum konnte ebenfalls nur in einer Versuchsanlage ein signifikanter Einfluss festgestellt werden, welcher sich auf eine Gehaltsabnahme bei dem späten Erntetermin bezog.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass bei der Wahl des optimalen Erntetermins nach Zielrichtung Droge oder Saatgut differenziert werden sollte. Insgesamt scheinen jedoch Standort und Witterungsbedingungen eine größere Rolle zu spielen als die Wahl des Erntetermins.

3.2.5 Fenchel [*Foeniculum vulgare*]

Versuchsfrage: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Saatgutqualität von Fenchel unter Berücksichtigung spezifischer Merkmale für die Drogenproduktion

3.2.5.1 Material und Methoden

Es wurden in den Versuchsjahren 2005 und 2006 Erntezeitpunktversuche mit Fenchel durchgeführt. In folgender Tabelle sind die entsprechenden Daten zur Versuchsdurchführung aufgeführt (Tab. 120).

Tab. 120 Übersicht über die Anlage der Erntezeitpunktversuche Fenchel 2005 und 2006

Versuchsjahr	2005	2006
Varianten	EZ 1 EZ 2 EZ 3 EZ 4	EZ 1 EZ 2 EZ 3
Versuchsstandort	Klein-Altendorf	Klein-Altendorf
Parzellengröße	10 m ²	10 m ²
Versuchsdesign	randomisierte Blockanlage, 4 Wiederholungen	
Aussaattermin	04.04.2005	10.04.2006
Aussaatmenge	5 kg/ha	5,1 kg/ha
Sorte	´Berfena´	´Berfena´
Erntetermine (EZ)	EZ 1: 17.10. KW 28	EZ 1: 23.10. KW 28
Kulturwoche (KW)	EZ 2: 26.10. KW 29 EZ 3: 08.11. KW 30 EZ 4: 15.11. KW 31	EZ 2: 30.10. KW 29 EZ 3: 16.11. KW 31
Erfasste Versuchsparameter	Trockensubstanz (TS) / Wassergehalt Keimfähigkeit (KF) Anteil Bruchkorn Pathogene am Erntegut Gesamtertrag Gehalt an ätherischem Öl	

Aufgrund der Erntetechnik wurde 2005 kein Gesamtertrag/Wiederholung ermittelt, sondern eine Stichprobe für die Ermittlung des marktfähigen Anteils entnommen.

3.2.5.2 Ergebnisse

Trockensubstanzgehalte (TS)

Im Versuchsjahr 2005 und 2006 änderte sich der Trockensubstanzgehalt mit dem Erntezeitpunkt deutlich. Die späteren Erntetermine erbrachten deutlich höhere Trockensubstanzgehalte (s. Tab. 121).

Tab. 121 TS Gehalte [%] von Fenchelerntegut, Erntezeitpunktversuche, 2005 und 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Fenchel	TS [%] 2005	TS [%] 2006
EZ 1	38,2 a	43 a
EZ 2	60,9 b	62,4 b
EZ 3	73,5 b	65,5 b
EZ 4	67,7 b	

Keimfähigkeit (KF) und Tausendkorngewicht (TKG)

Bei Fenchel lag 2005 eine signifikante Erhöhung der Keimfähigkeit (KF) des Erntegutes der späteren Erntezeitpunkte im Vergleich zum ersten Erntezeitpunkt vor. Zwischen dem Erntegut der drei späteren Erntetermine zeigte sich jedoch kein wesentlicher Unterschied in der Keimfähigkeit. Im Versuchsjahr 2006 wurde zu dem spätesten Erntetermin die höchste Keimfähigkeit erreicht (s. Tab. 122). Bei Fenchel zeigte sich im Versuchsjahr 2005 kein Einfluss des Erntetermins auf das Tausendkorngewicht (TKG) des Erntegutes.

Tab. 122 Keimfähigkeit [%] von Fenchelerntegut, Erntezeitpunktversuche 2005 und 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Fenchel	KF [%] 2005	KF [%] 2006	TKG [g] 2005
EZ 1	43 a	76 a	13,86
EZ 2	85 b	82 ab	13,33
EZ 3	80 b	88 b	13,18
EZ 4	84 b		12,55

Anteil Bruchkorn und grüne Körner

Am Erntegut ließ sich im Versuchsjahr 2005 kein signifikanter Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Bruchkornanteil ermitteln. Abb. 143 zeigt den prozentualen Anteil von Bruch- und Ganzkorn bei Fenchel, als auch den Anteil grüner Körner im Erntegut im Versuchsjahr 2005. Bei den frühen Ernteterminen war bei Fenchel der Anteil grüner Körner sehr hoch.

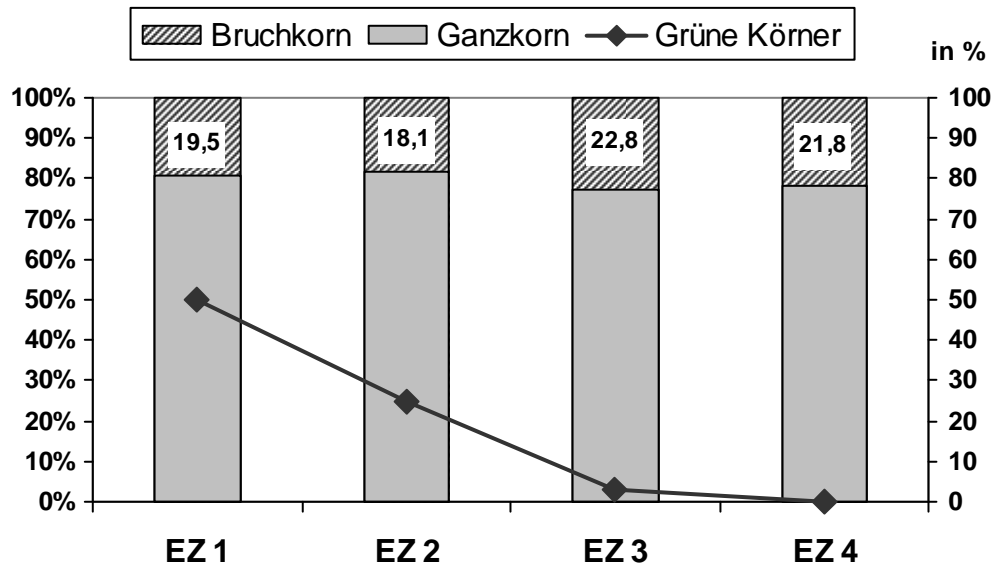


Abb. 143 Anteil [%] von Ganz-, Bruchkorn und grünen Körnern bei Fenchelerntegut, Erntezeitpunktversuch 2005

Pathogene am Erntegut

Die Pathogenuntersuchungen zeigten in den Jahren 2005 und 2006 einen weitgehend identischen Verlauf.

Das Erntegut zeigte 2005 zu den späteren Ernteterminen (EZ 3 und EZ 4) einen signifikant niedrigeren Befall mit *Alternaria* spp. (kettenförmig), als bei den frühen Erntevarianten. Dieser Verlauf war 2006 nicht zu erkennen. Der Befall mit dem Schaderreger *Mycosphaerella anethi* hingegen war zu den späten Ernteterminen deutlich höher. Der signifikant höchste Befall mit *Verticillium dahliae* zeigte sich zu den frühen Erntezeitpunkten (EZ 1, s. Abb. 144).

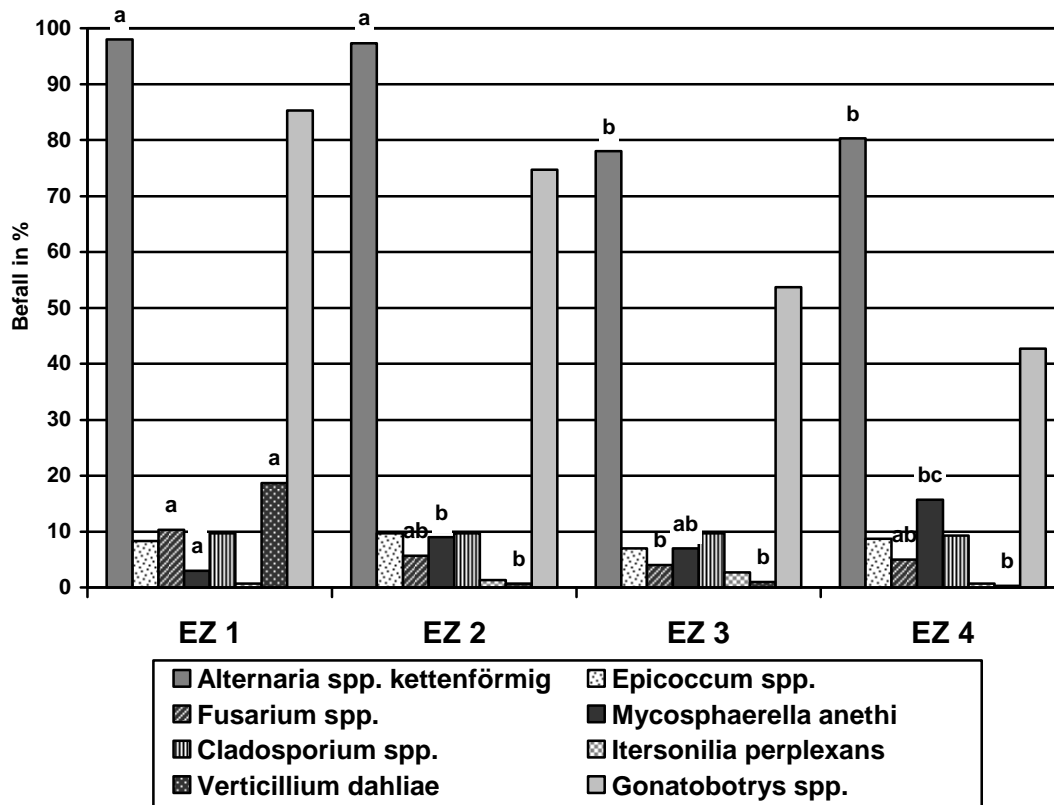


Abb. 144 Pathogenbefall [%] von Fenchelerntegut im Versuchsjahr 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede Tukey, $p \leq 0,05$)

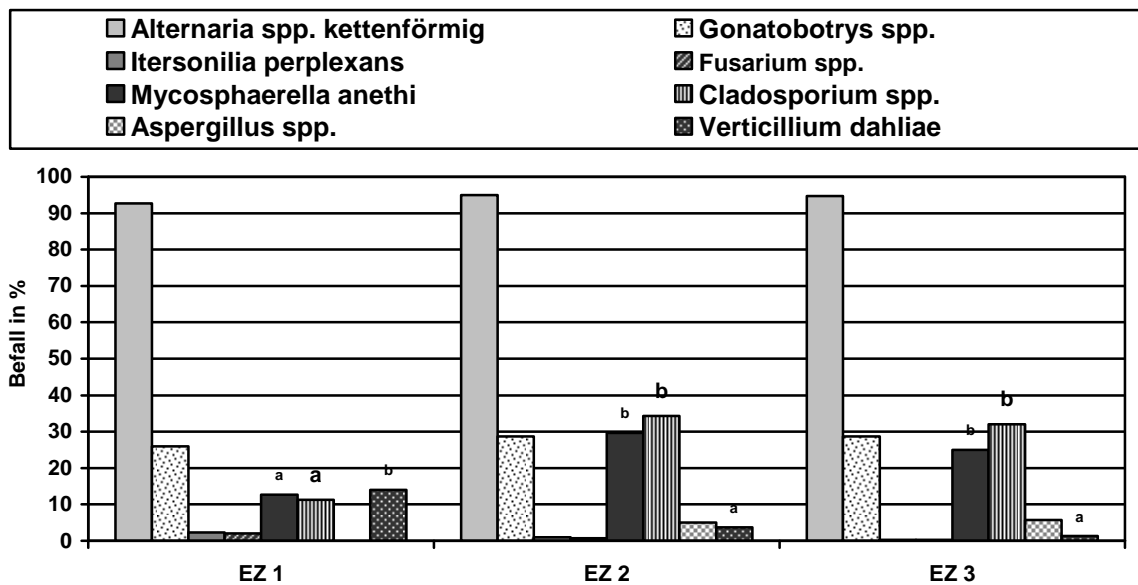


Abb. 145 Pathogenbefall [%] von Fenchelerntegut im Versuchsjahr 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede Tukey, $p \leq 0,05$)

Erträge

Bei Fenchel wurde 2005 lediglich zu Erntezeitpunkt 2-4 der Anteil marktfähiger Ware an der geernteten Trockenware ermittelt. Dieser lag beim dritten (EZ 3) und vierten Erntetermin (EZ 4) geringfügig höher, als beim zweiten Erntetermin (s. Tab. 123). 2006 wurden die höchsten Erträge an getrockneter Ware zum frühen Erntetermin festgestellt.

Tab. 123 Anteil marktfähiger Ware [%] am Fenchelerntegut 2005 und Ertrag [dt/ha] 2006
(2005 n.s., 2006: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede Tukey, $p \leq 0,05$)

2005	Anteil marktfähiger Ware am Erntegut [%]	2006	Ertrag getrocknete Rohware [dt/ha]
EZ 2	77	EZ 1	33,4 b
EZ 3	80	EZ 2	32,0 ab
EZ 4	80	EZ 3	26,3 a

Inhaltsstoffe

Ätherisch Öl

Bei Fenchel zeigte sich in beiden Versuchsjahren zum ersten Druschtermin ein signifikant niedriger Gehalt an ätherischem Öl (Abb. 146), während im Folgenden die Unterschiede nicht absicherbar waren. Zwischen den drei folgenden Ernteterminen zeigte zwar die Variante EZ 4 den höchsten Gehalt an ätherischem Öl, jedoch war dieser Gehaltsunterschied nicht signifikant. Auch im Versuchsjahr 2006 war der ätherisch Ölgehalt zum EZ 1 am niedrigsten.

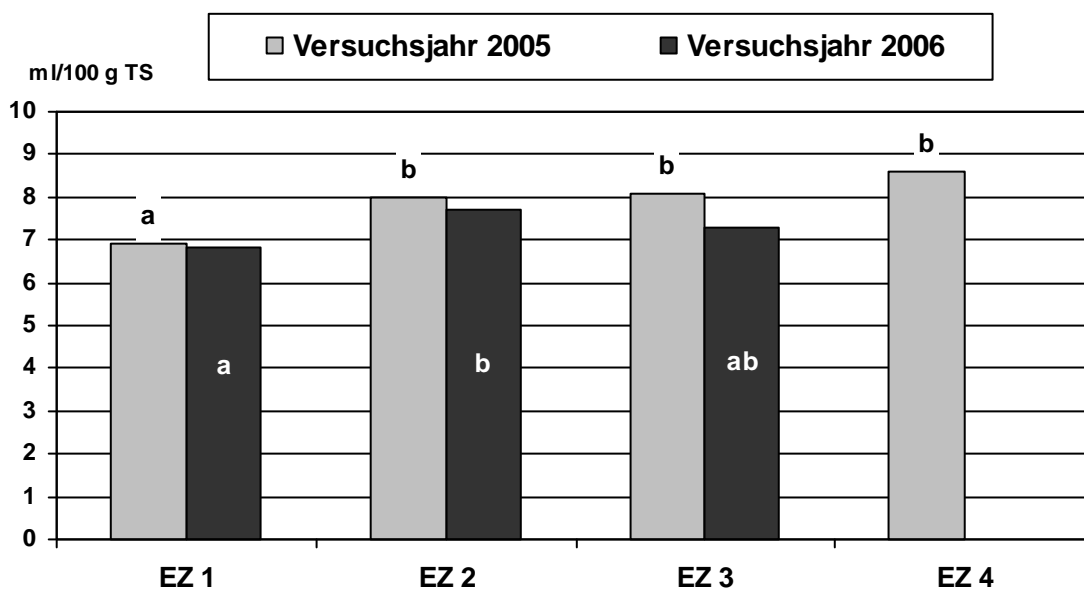


Abb. 146 Ätherisch Ölgehalt von Fenchel [ml/100 g TS], Erntezeitpunktversuch 2005 und 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$)

3.2.5.3 Zusammenfassung

Der Trockensubstanzgehalt im Korn lag bei den frühen Ernteterminen von Fenchel zwischen 38 und 43 %. Das Korn war zu diesem Zeitpunkt überwiegend noch grünlich. Der TS-Gehalt nahm rasch zu, so dass alle folgenden Erntetermine einen TS-Gehalt über 60 % aufwiesen und in zunehmendem Maße auch bräunliche bis braune Körner. Die Keimfähigkeit war bei den frühen Ernteterminen und niedrigen TS-Gehalten deutlich geringer als bei den späteren Ernteterminen. Die späteren Termine zeigten keinen deutlichen Effekt mehr.

Die Ausbildung von Bruchkorn konnte, basierend auf Ergebnissen eines Versuchsjahres, nicht mit dem Erntetermin in Zusammenhang gebracht werden. Die Pathogenuntersuchungen wiesen auf höhere Befallsraten der spät geernteten Varianten mit *Mycosphaerella anethi* hin und geringerem Befall mit *Verticillium dahliae*. Ein Effekt des Erntezeitpunktes auf die Ertragsausbildung wurde nur in einem Versuchsjahr deutlich und zeigt höhere Trockenerträge zum ersten Druschtermin. Ergebnisse von Wagner (1993) beschreiben ebenfalls eine Abnahme des Samenertrages bei Fenchel mit zunehmender Reife der Früchte durch Ausfall der Samen. Größter Einflussfaktor auf den Ertrag übt nach Wagner der Standortfaktor Klima aus. Der Gehalt an ätherischem Öl war in beiden Jahren zum ersten Erntetermin am niedrigsten und zeigte dann unter den folgenden Terminen nur wenig Änderung. Insgesamt lag der Gehalt an ätherischem Öl bei fast 7 ml/100 g TS bzw. deutlich darüber (Sorte `Berfena`). Die starke Zunahme des Ölgehaltes zu den späten Ernteterminen wie von Vetter (2005) beschrieben, können aus den Versuchsanlagen am Standort Ahrweiler nicht bestätigt werden. Wagner (1993) beschreibt eine Abnahme der Gehalte an ätherischem Öl bei Fenchel zu späteren Ernteterminen.

Insgesamt zeigte nur der frühe Termin deutlich vor der Kornausreifung qualitative Unterschiede sowohl für die Nutzung des Erntegutes als Saatgut wie auch als Droge.

3.2.6 Fazit

Die Prüfungen zum Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Saatgutqualität bei Anis, Fenchel, Koriander und Kümmel zeigten interessante Ansätze, wie über die Variation des Erntetermins Einfluss auf die wichtigsten Parameter der Saatgutqualität genommen werden kann.

Weiterhin wurde deutlich, dass die Produktion von Saatgut nicht immer unbedingt mit einer qualitätsorientierten Produktion von Rohware und umgekehrt einhergeht.

Werden die beiden Faktoren Keimfähigkeit und Pathogenbesatz am Saatgut berücksichtigt, zeigen die Versuchsergebnisse folgende Tendenzen:

Bei Anis, Fenchel und Koriander nahm die Keimfähigkeit bei einem späten Erntetermin zu. Bei Kümmel gab es keine Zunahme der Keimfähigkeit innerhalb der geprüften Erntetermine.

Die Untersuchungen der Pathogene am Erntegut zeigte bei Anis einen höheren Bakterienbefall bei später Ernte, einen höheren Befall mit *Mycosphaerella anethi* an Fenchel bei später Ernte und einem höheren Befall mit *Verticillium dahliae* an Fenchel bei frühem Druschtermin. Hinzu kommt eine deutliche Verstärkung des Sekundärbefalls einiger Pathogene bei längerer Standdauer der Pflanzen auf dem Feld (hier vor allem *Fusarium* spp. bei Anis und Koriander). Nicht nachgewiesen werden konnte ein veränderter Befall von *Alternaria radicina* an Anis, *Mycocentrospora acerina* an Kümmel und *P. syringae* pv. *coriandricola* an Koriander in Abhängigkeit vom Erntetermin. Die Versuchsergebnisse liefern hier erste Ansatzpunkt, die in weiteren Versuchsanstellungen aufgegriffen werden sollten.

Sowohl für die Produktion von Saatgut wie auch von Rohware zeigt sich bei den späten Ernteterminen mit der Ausreifung der Früchte die Neigung zur Aufspaltung in Teilfrüchte und zum Lösen vom Doldenstiel (Ausfall). Es entsteht ein höherer Anteil an Teilfrüchten und eventuell Bruchkorn im Erntegut und Ertragsverluste durch den Ausfall der Samen.

Der Bruchkorn- und Teilfruchtanteil wird neben dem Reifegrad der Früchte entscheidend auch durch die Erntetechnik und die unterschiedlichen Stufen der Saatgutaufbereitung geprägt.

Die von Vetter (2005) beschriebene Problematik der Abgrenzung der Reifestufen bei Doldengewächsen, insbesondere bei Fenchel wurde in den Versuchen deutlich sichtbar und stellt eine Schwierigkeit im Praxisanbau dar.

Angaben aus der Literatur beziehen sich meistens auf die Produktion von Rohware.

Für die Praxis ergeben sich aus den Versuchsarbeiten einige Ansatzpunkte zur Verbesserung der Saatgutqualität, wobei die Untersuchung des Saatgutes an erster Stelle steht. Saatgut aus eigenem Nachbau sollte auf die wichtigsten Parameter untersucht werden, bei Handelssaatgut sollten Größen wie Keimfähigkeit usw. erfragt werden.

Die Standortfaktoren und die klimatischen Gegebenheiten haben sicherlich den größten Einfluss bei der Produktion von Vermehrungsmaterial, dennoch kann über gezielte pflanzenbauliche Maßnahmen an einer Ertrags- und Qualitätsmaximierung gearbeitet werden.

3.3 Versuche zur Saatgutaufbereitung

3.3.1 Fenchel

Die Früchte von Fenchel weisen am oberen Ende einen Griffelrest (Doldenstielchenrest) auf, welcher im fortgeschrittenen Stadium des Befalls mit *Mycosphaerella anethi* stark mit Pusteln überzogen sein kann. Da im Saatgutaufbereitungsablauf die Griffelreste teilweise erhalten bleiben und die anhaftenden Pusteln möglicherweise ein Infektionspotenzial darstellen, wurde in einer Freilandversuchsanlage 2004 der Frage nachgegangen, ob von einem hohen Anteil an Doldenstielresten am Saatgut eine Erstinfektion ausgehen kann.

Fragestellung: Beeinflusst der Doldenstielchenbesatz im Saatgut den Krankheitsbefall im Bestand?

3.3.1.1 Material und Methoden

Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurde im Versuchsjahr 2004 ein Freilandversuch angelegt.

Versuchsvarianten Var. 1: Kontrolle (K = Handelssaatgut)
 Var. 2: Saatgut ohne Doldenstielchenbesatz
 Var. 3: Saatgut K + Doldenstiele der 2. Variante (Doldenstielchenbesatz ++)

Versuchsdesign randomisierte, einfaktorielle Blockanlage, Parzellengröße 10 m², 4 Wiederholungen

Versuchsdurchführung

Der Freilandversuch wurde 2004 in Ahrweiler auf dem Versuchsfeld in Esch angelegt. Weitere Angaben sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tab. 124 Versuchsdurchführung bei Fenchel, Freilandversuch Ahrweiler 2004

Sorte	`Magnafena´		
Ausgangsbefall am Saatgut mit <i>M. anethi</i>	7-9% nicht sporulierend, Stromalager am Saatgut		
Aussaattermin	15.04.2004		
Reihenabstand	50 cm		
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 6,4 Var. 2: 6,7 Var. 3: 6,4		
N_{min}-Gehalt zu Kulturbeginn (kg/ha)	0-30 cm: 24 31-60 cm: 34		
N_{min}-Gehalt zu Kulturende (kg/ha)	Var. 1	Var. 2	Var. 3
	0-30 cm	7	10
	31-60 cm	5	10
Aufgang	04.05.04		
Erntetermin	24.11.2004		

Erfasste Versuchsparameter

Als wesentlicher Parameter wurde in diesem Versuch die Krankheitsentwicklung des Schaderregers *Mycosphaerella anethi* im Bestand festgehalten. Zusätzlich wurden der Aufgang (Pflanzenzahl/m²), die Höhen- und Bestandesentwicklung sowie der Ertrag ermittelt.

Die Pflanzenzahl/m² wurde am 13.05.2004 in der 5. Kulturwoche (5. KW, Keimblätter bis 1. Fiederblatt) und zur Ernte in der 32. Kulturwoche (32. KW) im Freiland ermittelt. Die Pflanzenhöhe wurde in der 11. und 15. Kulturwoche und zur Ernte (32. KW) gemessen (Mittelwert von 5 Pflanzen/Parzelle). Die Bestandesentwicklung und das Auftreten von Krankheiten wurden mittels visueller Bonitur über den gesamten Versuchszeitraum beobachtet. Ausführlich wurde der Krankheitsverlauf des Schaderregers *M. anethi* bonitiert. Zur Bestimmung des Erntegewichtes wurden 2 m² der Versuchsparzelle per Hand beerntet, gedroschen, gereinigt und gewogen. Verrechnet wurden nur die Trockenerträge aufbereiteter Ware.

Die Daten zur Keimfähigkeit, Feldaufgang, Ertrag und Pflanzenhöhe wurden am DLR mit dem SPSS-Programm statistisch verrechnet (Tukey-Test, $p \leq 0,05$, dargestellt sind jeweils die Signifikanzen der Mittelwerte).

3.3.1.2 Ergebnisse

Die Aufführung der Ergebnisse erfolgt analog des Vegetationsverlaufs in zeitlicher Reihenfolge.

Pflanzenzahl/m²

Die Pflanzenzahl bewegte sich in der 5. Kulturwoche zwischen 65 Pflanzen/m² (Handelssaatgut) und 81 Pflanzen/m² (Doldenstielchenbesatz -). Zur Ernte lag die Pflanzenzahl/m² zwischen 60 Pflanzen (Handelssaatgut) und 66 Pflanzen (Doldenstielchenbesatz -). Es ergaben sich dabei weder in der 5. Kulturwoche, noch zu Kulturrende signifikante Unterschiede in der Pflanzenzahl/m² zwischen den Versuchsvarianten.

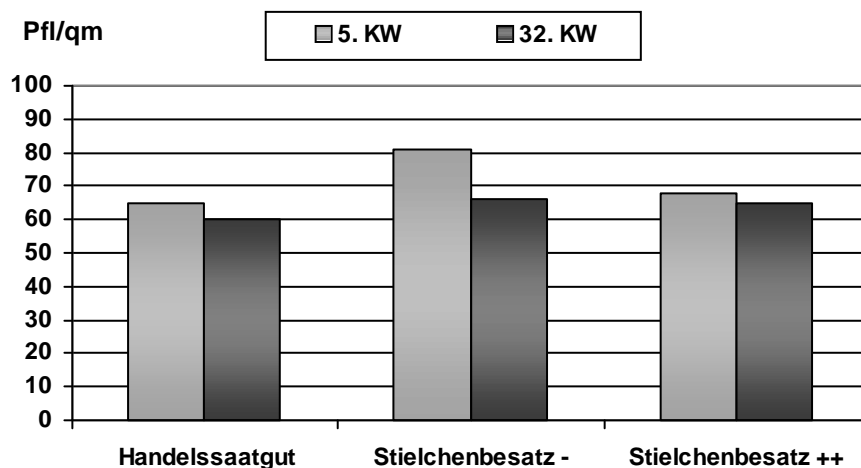


Abb. 147 Pflanzenzahl/m² bei Fenchel in der 5. und 32. Kulturwoche, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

Pflanzenhöhe

Die Pflanzenhöhe zeigte zu keinem Boniturtermin einen signifikanten Unterschied zwischen den geprüften Varianten (s. Tab. 125).

Tab. 125 Pflanzenhöhe in cm bei Fenchel in der 11., 15. und 32. Kulturwoche (KW), Freilandversuch Ahrweiler, 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Varianten	Pflanzenhöhe in cm		
	11. KW	15. KW	32. KW
Handelssaatgut (K)	55	115	188
Doldenstielchenbesatz -	58	117	184
Doldenstielchenbesatz ++	57	118	192

Befallsverlauf *Mycosphaerella anethi*

Der erste Befall mit *Mycosphaerella anethi* wurde ab Anfang August an den unteren Blattetagen sichtbar. In der 21. Kulturwoche lag die Befallshäufigkeit bei 100 % bei allen Varianten (s. Abb. 148).

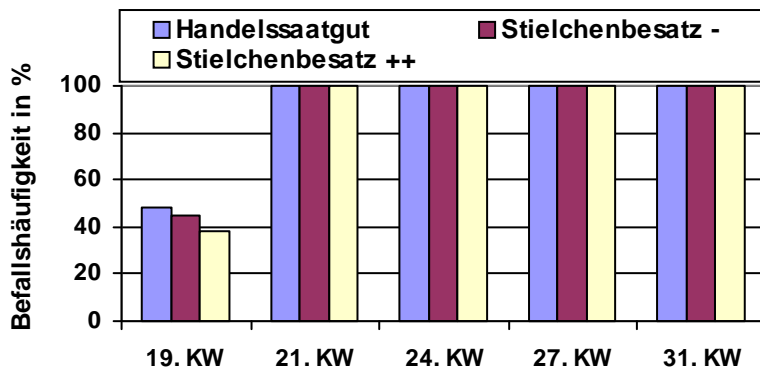


Abb. 148 Befallshäufigkeit (%) von *M. anethi* an den Fenchelvarianten zu unterschiedlichen Boniturterminen (Kulturwochen=KW), Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

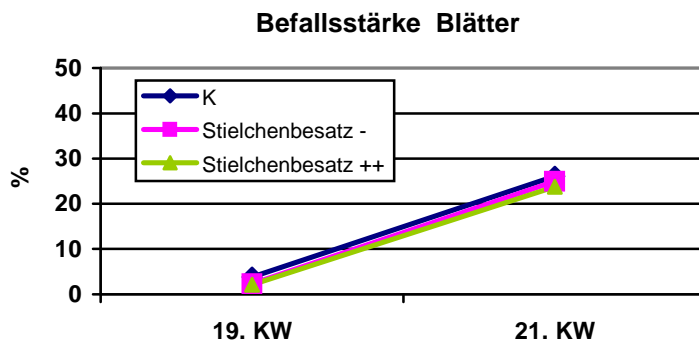


Abb. 149 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an den Blättern von Fenchel Freilandversuch in Ahrweiler 2004

Die Befallsstärke wurde für die Stängel, Blätter, Doldenstiele und Früchte getrennt ermittelt. Aufgrund des absterbenden Blattmaterials konnte ab der 24. Kulturwoche keine Befallsstärke an den Blättern mehr festgehalten werden.

Zum ersten Boniturtermin (19. KW) zeigte sich bei der Kontrolle ein signifikant höherer Befall an den Blättern, als bei der Variante mit erhöhtem Doldenstielchenbesatz. Bei allen weiteren Boniturterminen war kein absicherbarer Unterschied mehr zwischen den geprüften Varianten zu ermitteln.

An den Stängeln, Doldenstielen und Früchten konnte zu keinem Boniturtermin ein signifikanter Einfluss der Prüfvarianten auf die Befallsstärke festgehalten werden (s. Abb. 150-152).

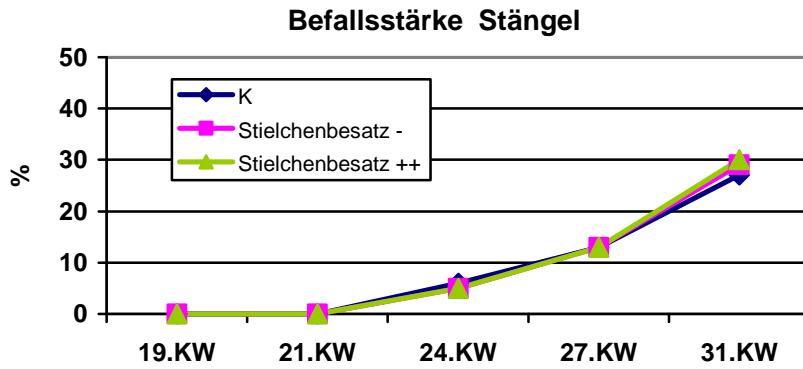


Abb. 150 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an den Stängeln von Fenchel, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

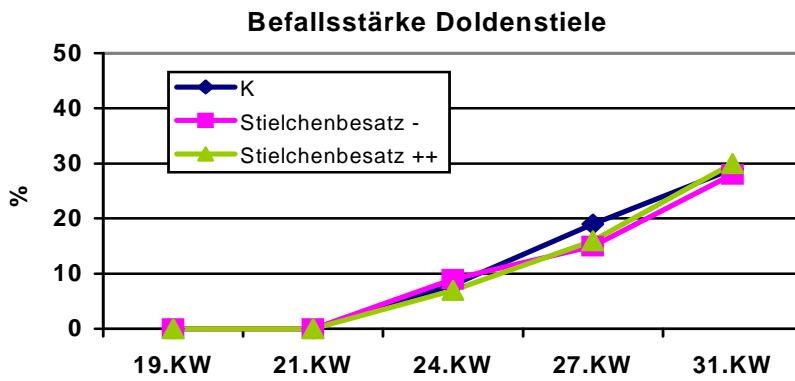


Abb. 151 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an den Doldenstielen von Fenchel, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

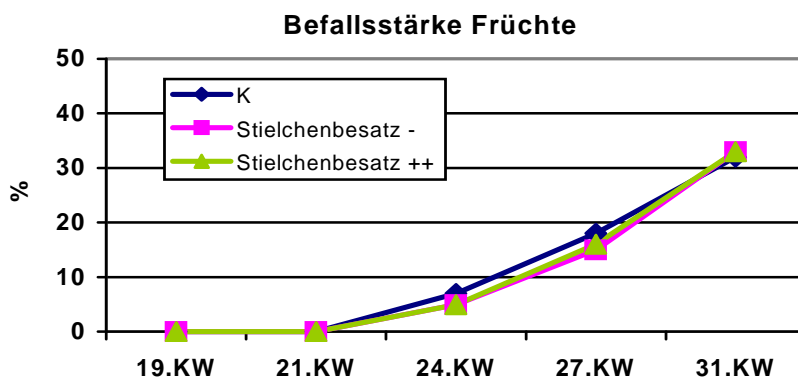


Abb. 152 Befallsstärke [%] von *M. anethi* an den Früchten von Fenchel, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Bestandesentwicklung

Die erste Bonitur der Bestandesentwicklung erfolgte Ende Juni (9. Kulturwoche). Es zeigte sich bei der Kontrollvariante und der Variante mit erhöhtem Doldenstielchenbesatz eine gute, und bei der Variante ohne Doldenstielchenbesatz eine sehr gute Entwicklung. Am zweiten Boniturtermin (14. Kulturwoche) war die Entwicklung der Bestände bei allen Varianten sehr gut.

Neben dem Auftreten von *M. anethi* wurde an diesen beiden Boniturterminen das Auftreten von Pflanzen mit weiteren Krankheitssymptomen festgehalten. Zu diesen Krankheitssymptomen gehören vergilbte Blätter ohne Stauchungen und gelbe gestauchte Triebe. Statistisch ergaben sich hierbei keine Unterschiede zwischen den geprüften Varianten (s. Tab. 126).

Tab. 126 Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen an Fenchel an zwei Boniturterminen, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Varianten	Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen	
	11. KW	15. KW
Handelssaatgut (K)	8	11
Stielchenbesatz -	6	8
Stielchenbesatz ++	7	10

Ertrag

Das durchschnittliche Ertragsniveau bei Fenchel lag in diesem Versuch bei 12,4 dt/ha. Die Ertragsunterschiede zwischen den Versuchsvarianten waren nicht signifikant (s. Abb. 153).

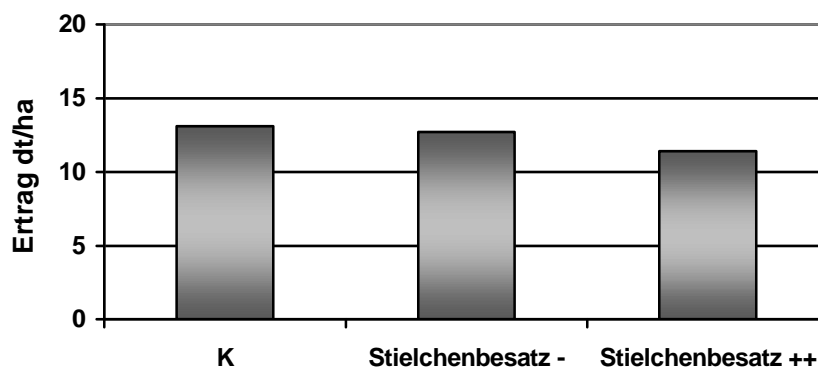


Abb. 153 Trockenerträge in dt/ha aufbereitete Ware bei Fenchel, Freilandversuch Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey $p \leq 0,05$)

3.3.1.3 Zusammenfassung

Das Hauptkrankheitsbild an Fenchel war 2004 der Befall mit *Mycosphaerella anethi*. Nur am ersten Boniturtermin (19. KW) war die Variante mit erhöhtem Doldenstielchenbesatz an den Blättern absicherbar weniger stark mit *M. anethi* befallen, als die Kontrolle. Dieser Unterschied in der Befallsstärke wurde an den weiteren Boniturterminen nicht mehr beobachtet. Bei der Befallshäufigkeit und der Befallsstärke von *Mycosphaerella anethi* an den Stängeln, Doldenstielen und Früchten war an keinem der Boniturtermine ein Einfluss der geprüften Varianten im Freilandbestand festzustellen. Als weitere Krankheitsbilder traten Stauchungen, *Verticillium dahliae* und rote Blattspitzen auf. Zwischen den Varianten waren allerdings auch diese anderen Krankheitssymptome nicht signifikant unterschiedlich häufig aufgetreten.

Hinsichtlich der anderen Versuchsparameter ergab sich im Freilandversuch 2004 weder ein statistisch absicherbarer Einfluss des Stielchenbesatzes im Saatgut bei der Anzahl gekeimter bzw. zu erntender Pflanzen/m², noch beim Ertrag (dt/ha). Auch in der Wuchshöhe und in der Bestandesentwicklung konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

3.3.1.4 Diskussion

Die Versuchsfrage zum Einfluss des Doldenstielchenbesatzes auf den Befall mit *Mycosphaerella anethi* bei Fenchel lässt sich in einer Freilandversuchsanlage nur unzureichend klären. Zum einen ist nicht geklärt, wie hoch der Doldenstielchenbesatz für eine wirksame Infektionsquelle sein muss. Ähnlich wie bei dem Saatgut ist weiterhin eine exakte Bestimmung des Ausgangsbefalls notwendig. Der Sekundärbefall kann auch in diesen Versuchsanlagen nicht quantifiziert werden. Es wurden zudem keine Untersuchungen getätigt, in wieweit ein latenter Befall bereits im Saatgut angelegt ist und damit nicht zwangsläufig von infizierten Doldenstielchen ausgehen muß. Resultierend aus den dargestellten Ergebnissen der Versuchsanlage lässt sich kein Einfluss des Doldenstielchenbesatzes auf den Befall mit *M. anethi* ableiten.

3.3.2 Koriander

Bei der Saatgutaufbereitung kommt es bei Spaltfrüchten wie Koriander immer wieder zur Bildung von Bruchkörnern und zum Aufbrechen der Spaltfrucht in Teilfrüchte. Die Teilfrüchte werden bei der Saatgutaufbereitung herausgereinigt (Ausschuss), da sie als Minderqualität eingestuft werden (Rohware wie Saatgut). Die Frage, inwieweit Teilfrüchte tatsächlich eine schlechtere Saatgutqualität haben, wurde in mehreren Versuchsanstellungen überprüft.

Qualitätsparameter waren neben dem Aufgang die Bestandesentwicklung, Krankheitsauftreten im Bestand und die Ertragsausbildung.

Fragestellung 1: Einfluss des Bruch- und Teilfruchtanteils von Spaltfrüchten auf den Feldaufgang und Aufgang im Gefäß unter Berücksichtigung pflanzenbaulicher Parameter bei Koriander

Fragestellung 2: Einfluss der Kornbeschaffenheit auf die Aufgangsgeschwindigkeit, mit dem Ziel einer raschen Bestandesentwicklung bei Koriander

3.3.2.1 Material und Methoden

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden 2004 und 2005 sowohl Feldversuche, als auch 2005 ein Modellversuch (erweiterter Triebkrafttest) angelegt. Es wurden die Parameter Aufgang, Pflanzenhöhe, Bestandesentwicklung, Krankheitsauftreten und Ertrag ermittelt. 2006 wurde ein Keimtest auf Filterpapier zur Kontrolle der Keimung bei unterschiedlicher Samenbestückung durchgeführt.

Im Feldversuch wurde zur Bestimmung des Feldaufgangs die Pflanzenzahl/m² ausgezählt. Die Wuchshöhe der Pflanzen wurde während des Vegetationsverlaufs mehrfach gemessen (Mittelwert von 5 Pflanzen/Parzellen) und mittels visueller Bonitur der Entwicklungszustand des Bestandes und das Krankheitsauftreten im Bestand an diesen Terminen festgehalten. Um einen Einfluss des Kornzustandes auf die Pflanzenentwicklung herausstellen, wurde der Anteil schossender bzw. blühender Pflanzen dargestellt. Zur Bestimmung des Erntegewichtes wurde die Versuchsparzelle per Hand beerntet, gedroschen, gereinigt und gewogen. Verrechnet wurden nur die Trockenerträge aufbereiteter Ware. Im Modellversuch wurde die Keimrate und –verlauf an mehreren Terminen festgehalten und das Auftreten von Krankheitssymptomen bonitiert.

Die Daten zum Feldaufgang, Ertrag und Pflanzenhöhe, Kranke Pflanzen und Schosseranteil wurden am DLR mit dem SPSS-Programm statistisch verrechnet (Tukey-Test, $p \leq 0,05$, dargestellt sind jeweils die Signifikanzen der Mittelwerte). M+M allgemein

Die einzelnen Versuchsanlagen und deren Durchführung werden im Folgenden für die einzelnen Versuchsjahre getrennt aufgeführt.

Versuchsjahr 2004

Versuchsanlagen: 2 Freilandversuchsanlagen

Versuchsvarianten: Var. 1: Handelssaatgut (Bruchkornanteil 47%)
Var. 2: Teilfrüchte
Var. 3: Ganze Körner

Versuchsdesign: Versuchsanlage 1: randomisierte, einfaktorielle Blockanlage, Parzellengröße, 5 m², 4 Wiederholungen
Versuchsanlage 2: definierte Aussaatmenge, je Variante 4 Aussaatreihen á 2 m zur Prüfung des Feldaufgangs keine Randomisierung, daher keine statistische Verrechnung

Versuchsdurchführung

Für die Freilandversuchsanlage 1 wurde mit einem Handsägerät eine definierte Saatgutmenge ausgesät. Weitere Angaben sind in Tabelle 127 aufgeführt:

Tab. 127 Durchführung des Freilandversuchs 1, Koriander, Ahrweiler 2004

Vorfrucht:	Einjähriger Kümmel
Sorte	`Jantar´
Aussaattermin	27.04.04
Reihenabstand	33,3 cm
Aussaatstärke (mittlere Saatstärke der Wiederholungen, kg/ha)	Var. 1: 9,2 Var. 2: 9,4 Var. 3: 9,9
Aufgang	26.05.2004
Ermittlung des Feldaufgangs	26.05.2004, Entwicklungsstadium „Keimblatt-1. Fiederblatt“
Ermittlung des Schosseranteils	29.07.2004
Düngung	18.05.2005 30 kg N/ha
Erntetermin	02.09.2004

Um den Einfluss des Kornzustandes auf den Aufgang im Bestand weitergehend beurteilen zu können, wurde 2004 eine weitere Freilandversuchsanlage (Versuchsanlage 2) angelegt. Im Unterschied zur Versuchsanlage 1 wurde hier die definierte Saatgutmenge per Hand ausgesät, um zu vermeiden, dass die ganzen Körner im Sägerät aufbrechen. Wesentliche Versuchsparameter waren hier der Aufgang und die Triebkraft des verwendeten Saatgutes. Eine Beerntung wurde in diesem Versuch nicht durchgeführt (s. Tab. 128). Die Anlageform eignete sich nicht für eine statistische Verrechnung. Dargestellt sind jeweils die Mittelwerte der Wiederholungen.

Tab. 128 Durchführung des Freilandversuchs 2, Bruchkornversuch mit Koriander, Ahrweiler 2004

Sorte	`Jantar´
Aussaattermin	26.05.2004
Reihenabstand	30 cm
Aussaatstärke	2 g / 2 laufende Meter
Aufgang	14.06.2004 Entwicklungsstadium (Keimblatt -1 Fiederblatt)

Versuchsjahr 2005

Versuchsanlagen: 1 Freilandversuchsanlage, 1 Modellversuch

Versuchsvarianten: Var. 1: Ganze Früchte
Var. 2: Teilfrüchte

Versuchsdesign: Freilandversuch: randomisierte, einfaktorielle Blockanlage, Parzellengröße 10 m², 4 Wiederholungen
Modellversuch: Gefäßversuche, 4 x 100 Körner in Anzuchtschale (Quarzsand), Folientunnel KAD

Versuchsdurchführung

Die Aussaat wurde 2005 per Hand mit einer definierten Saatgutmenge durchgeführt. Hierzu wurden jeweils 3 g pro Reihe (entspricht 12 kg/ha) mit der Hand ausgesät (s. Tab. 129).

Tab. 129 Versuchsdurchführung Freilandversuch Koriander-Bruchkorn, 2005

Vorfrucht	Anis
Sorte	„Jantar“
Aussaattermin	13.05.2005
Aussaatstärke	12 kg/ha
Reihenabstand	50 cm
Aufgang	03.06.2005 Keimblattstadium – 1. Fiederblattstadium
Erntetermin	20.09.2005

Ende Juli bis Anfang August 2005 kam es zu starken Unwettern, so dass der Korianderbestand starke Hagelschäden erlitt. Es kam zu Einschlägen an Halmen und Dolden, zu Halmbruch und Lager, so dass auch Sekundärinfektionen nicht ausgeschlossen werden können. Aufgrund dessen wurden nur die Versuchsdaten bis zur 10. Kulturwoche (18.07.2005) in der Ergebnisauswertung berücksichtigt.

Versuchsjahr 2006

Versuchsanlage: 1 Modellversuch

Versuchsvarianten: Var. 1: Ganze Früchte
Var. 2: Teilfrüchte

Versuchsdesign: Aussaat auf Filterpapier mit je 12 x 25 Samen (300 Ganze Körner und 300 Halbe Körner)

Versuchsdurchführung: Auszählen der Keimlinge nach 7, 14 und 21 Tagen

Zur Berechnung der Keimrate wurde bei den Doppelsamen die Anzahl der Keimlinge durch zwei geteilt, um auf die Prozentzahlen zu kommen.

3.3.2.2 Ergebnisse

Fragestellung 1:

Aufgangsraten und pflanzenbauliche Parameter

Feldaufgang

In den drei Freilandversuchsanlagen 2004 und 2005 zeigte sich keine eindeutige Tendenz eines verbesserten Feldaufgangs durch die Aussaat ganzer Körner.

2004 erbrachte im Versuch 1 das Handelssaatgut mit einem Bruchkornanteil von 47% den tendenziell höchsten Aufgang, während sich in Anlage 2 kein Effekt nachweisen ließ (s. Abb. 154). Eine deutlich höhere Aufgangsrate wurde für die Ganzkornvariante im Freilandversuch 2005 ermittelt (s. Abb. 155).

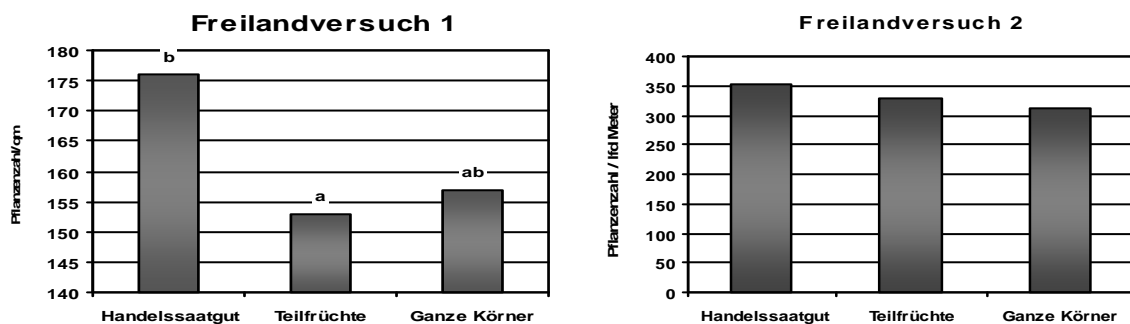


Abb. 154 Pflanzenzahl/m² (Freilandversuch1) bzw. Pflanzenzahl/lfd Meter (Freilandversuch 2) von Koriander mit drei Varianten, Ahrweiler 2004 (unterschiedliche Buchstaben = tendenzielle Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,1$)

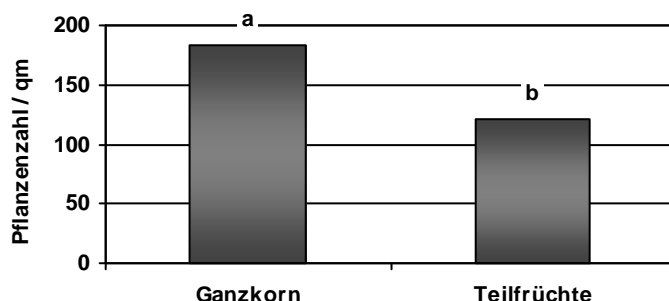


Abb. 155 Pflanzenzahl/m² von Koriander, Freilandversuch 2005, Ahrweiler (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Pflanzenbauliche Parameter

Tausendkorngewicht (TKG)

Im Versuchsjahr 2005 wurde am Saatgut der zwei Versuchsvarianten das Tausendkorngewicht ermittelt. Wie zu erwarten fiel das TKG in der Variante „Ganzkorn“ höher aus, als in der Variante „Teilfrüchte“ (s. Tab. 130).

Tab. 130 Tausendkorngewicht [g] von Koriander, Ahrweiler 2005

Versuchsvarianten	TKG in g
Ganzkorn	8,34
Teilfrüchte	4,04

Pflanzenhöhe

Die Pflanzenhöhe wurde im Freilandversuch 1/2004 zwischen der 8. und 19. Kulturwoche an vier Boniturterminen festgehalten (17.06., 07.07., 22.07 und 02.09.). An keinem der Termine zeigte sich ein Einfluss des Kornzustandes bei der Aussaat auf die Höhenentwicklung im Freilandbestand (s. Tab. 131).

Tab. 131 Pflanzenhöhe [cm] von Koriander zwischen der 8. und 19. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch 1, Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Pflanzenhöhe in cm			
	8. KW	11. KW	13. KW	19. KW
Handelssaatgut	13	67	116	125
Teilfrüchte	13	68	119	132
Ganze Körner	12	65	117	134

Im Freilandversuch 2 war zum ersten Boniturtermin in der 7. Kulturwoche (7. KW) am 14.07.2004 die Pflanzenhöhe der Ganzkornvariante im Vergleich zur Handelssaatgutvariante niedriger, während die Teilfruchtvariante keinen größeren Höhenunterschied zum Handelssaatgut aufwies. Am zweiten Boniturtermin in der 10. Kulturwoche (10. KW) am 29.07.2004 wies sowohl die Teilfrucht-, als auch die Ganzkornvariante eine niedrigere Wuchshöhe im Vergleich zur Variante mit Handelssaatgut auf.

Tab. 132 Pflanzenhöhe [cm] von Koriander in der 7. und 10. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch 2, Ahrweiler 2004 (ohne statistische Verrechnung)

Variante	Pflanzenhöhe in cm	
	7. KW	10. KW
Handelssaatgut	18	74
Teilfrüchte	17	66
Ganze Körner	14	64

2005 zeigte der Kornzustand bei der Saat im Kulturverlauf (6. bis 10. Kulturwoche) keinen signifikanten Einfluss auf die Höhenentwicklung der Korianderpflanzen (s. Tab. 133).

Tab. 133 Pflanzenhöhe [cm] von Koriander zwischen der 6. und 10. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch, Ahrweiler 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Pflanzenhöhe in cm		
	6. KW	9. KW	10 KW
Ganzkorn	6	33	66
Teilfrüchte	6	32	63

Bestandesentwicklung

Die Bestände im Freilandversuch 1/2004 entwickelten sich im Vegetationsverlauf gut bis sehr gut und zeigten keine deutlichen Unterschiede zwischen den drei Versuchsvarianten (s. Tab. 134).

Tab. 134 Bestandesentwicklung bei Koriander in der 8., 11. und 13. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch 1, Ahrweiler 2004

Variante	Bestandesentwicklung		
	7. KW	11. KW	13. KW
Handelssaatgut	6	6	7
Teilfrüchte	6	6	7
Ganze Körner	5	6	7

1= sehr schlecht
2= schlecht
3= mittel - schlecht
4= mittel
5= mittel-gut
6= gut
7= sehr gut

Die Entwicklung im Freilandversuch 2/2004 verlief bei allen Versuchsvarianten mittel-gut bis gut. Deutliche Unterschiede zwischen den Varianten waren weder beim ersten, noch beim zweiten Boniturtermin festzustellen (s. Tab. 135).

Tab. 135 Bestandesentwicklung bei Koriander in der 7. und 10. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch 2, Ahrweiler 2004

Variante	Bestandesentwicklung	
	7. KW	10. KW
Handelssaatgut	6	6
Teilfrüchte	5	6
Ganze Körner	5	5

1= sehr schlecht
2= schlecht
3= mittel - schlecht
4= mittel
5= mittel-gut
6= gut
7= sehr gut

Der Korianderbestand 2005 entwickelte sich sowohl in der Ganzkorn-, als auch in der Bruchkornvariante weitgehend homogen. Unterschiede in der Entwicklung zeigten sich zwischen der Ganz- und Bruchkornvariante an keinem der Boniturtermine (s. Tab. 136).

Tab. 136 Bestandesentwicklung bei Koriander in der 6., 9. und 10. Kulturwoche [KW] im Freilandversuch, Ahrweiler 2005

Variante	Bestandesentwicklung		
	6. KW	9. KW	10 KW
Nur Ganzkorn	6	5	6
Nur Bruchkorn	6	5	6

1= sehr schlecht
2= schlecht
3= mittel - schlecht
4= mittel
5= mittel-gut
6= gut
7= sehr gut

Auch der Anteil blühender Pflanzen im Feldversuch 1/2004 in der 13. Kulturwoche und der Anteil schossender Pflanzen in der 10 KW im Freilandversuch 2/2004 weisen auf keinen deutlichen Einfluss des Bruchkornanteils im Saatgut auf die Bestandesentwicklung hin (s. Tab. 137).

Tab. 137 Anteil blühender Pflanzen (Freilandversuch 1) und Anteil Schosser (Freilandversuch 2) in %, Ahrweiler 2004 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Anteil blühender Pflanzen [%] Freilandversuch 1	Anteil Schosser [%] Freilandversuch 2
	13. KW	10. KW
Handelssaatgut	28	31
Teilfrüchte	30	24
Ganze Körner	25	20

Auch im Hinblick auf den Anteil an Schossern in der 9. Kulturwoche bzw. den Anteil an blühenden Pflanzen in der 10. Kulturwoche, ergaben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den zwei Versuchsvarianten (s. Tab. 138).

Tab. 138 Anteil [%] Schosser (9. KW) und blühender Pflanzen (10. KW) bei Koriander im Freilandversuch, Ahrweiler 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Anteil Schosser [%]	Anteil blühender Pflanzen [%]
	9. KW	10. KW
Ganzkorn	9	7
Teilfrüchte	18	5

Krankheitsauftreten im Bestand

Folgende Krankheitssymptome traten 2004 bei Koriander auf:

In der 7. Kulturwoche (Feldversuch 2) bzw. in der 11. Kulturwoche (Feldversuch 1) waren in allen Beständen 3-5 % Befall mit dunklen (schwarz-grüne) Flecken an 90% der Pflanzen sichtbar (s. Abb. 156).



Abb. 156 Symptome von dunklen Blattflecken an Koriander, Feldbestand Ahrweiler 2004

Des Weiteren traten gestrichelte gelbliche Chlorosen, die teils in Nekrosen übergingen auf (Abb. 157 a). Auch gestrichelte Nekrosen in Verbindung mit rötlicher Färbung der Blattspitzen waren zu beobachten (Abb. 157 b). An einigen Pflanzen traten braune Triebe auf, die teils schon nekrotisch und absterbend aus der Blattscheide hervorkamen und faulig wirkten (Abb. 157 c). Als weitere Erscheinung waren an Blättern braune Nekrosen mit Verkrüppelungen zu beobachten (Abb. 158 a-c).



Abb. 157 a

157 b

157 c



Abb. 158 a

158 b

158 c

Da bisher keine der Krankheitssymptome einer Schadursache zugeordnet werden konnten, wurden diese in einer Bonitur auf Krankheiten, mit Ausnahme der dunklen Flecken, zusammengefasst dargestellt. Im Versuch 1 zeigte sich in der 12. Kulturwoche ein signifikant höherer Anteil Pflanzen mit Krankheitssymptomen in der Ganzkornvariante, als in den Varianten Handelssaatgut und Teilfrüchte (s. Tab. 139).

Tab. 139 Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen bei Koriander, Freilandversuch 1 und 2, Ahrweiler 2004 (Versuch 1: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede., Tukey, $p \leq 0,05$, Versuch 2: ohne statistische Verrechnung)

Variante	Anzahl Pflanzen mit Krankheitssymptomen	
	Versuch 1 (12. KW)	Versuch 2 (10. KW)
Handelssaatgut	23 a	4
Teilfrüchte	23 a	5
Ganze Körner	29 b	4

Wie im Versuchsjahr 2004 traten 2005 sehr früh (6. KW) dunkle Blattflecken an den Korianderblättern auf. Bisher muss davon ausgegangen werden, dass diese dunklen Blattflecken abiotische Ursachen haben. Im weiteren Entwicklungsverlauf kamen diverse Blattfleckensymptome hinzu (siehe Krankheitsauftreten 2004), die sich keinem Schaderreger zuordnen ließen. Es zeigte sich kein Einfluss der Versuchsvarianten auf das Auftreten von Krankheitssymptomen im Freilandbestand. Aufgrund der Sturmschäden Ende Juli ist in folgender Tabelle nur das Auftreten von Krankheitssymptomen für den Zeitpunkt des 18.07.2005 (10. KW) dargestellt (s. Tab. 140).

Tab. 140 Befallsstärke [%] von Krankheitssymptomen bei Koriander im Freilandversuch in der 10. Kulturwoche, Ahrweiler 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Blattflecken in der 10. KW (Befallsstärke in %)	
	unterer Blattbereich	mittlerer Blattbereich
Ganzkorn	6	1
Teilfrüchte	6	1

Ertrag

Der Ertrag bewegte sich im Versuchsjahr 2004 im Freilandversuch 1 zwischen 5,9 dt/ha (Teilfrüchte) und 6,6 dt/ha (Ganze Körner). Es ergaben sich weder im Ertrag, noch im TS-Gehalt und in der Anzahl Pflanzen/m² zum Zeitpunkt der Ernte signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (s. Tab. 141).

Tab. 141 Ertrag [dt/ha], Trockensubstanzgehalt (TS in %) und Pflanzen/m² bei Koriander Freilandversuch 1, Ahrweiler 02.09.2004 n.s., Tukey, $p \leq 0,05$

Varianten	Ertrag [dt/ha]	TS [%]	Pflanzen/m ²
Handelssaatgut	6,1	51	137
Teilfrüchte	5,9	47	127
Ganze Körner	6,6	50	120

Modellversuche 2005+2006

Aufgang

Für den Modellversuch 2005 sind die Keimraten der zwei Varianten an drei Auszählterminen aufgeführt. Der Einfluss der Varianten auf die Keimrate zeigt zum 2. Zähltermin eine deutlich höhere, zum 3. Zähltermin eine tendenziell höhere Keimrate der Ganzkornvariante (s. Tab. 142). In der Variante Ganzfrucht wurde nur ein Keimling je Doppelfrucht gezählt.

Tab. 142 Keimrate [%] von Koriander der zwei Versuchsvarianten an drei Auszählterminen, Modellversuch Ahrweiler 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede)

Variante	Keimrate in %		
	31.05.2005	06.06.2005	13.06.2005
Ganzkorn	78	95 a	93 a
Teilfrüchte	79	79 b	76 b
Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	s.	s.

Die Versuchsauswertung 2006 zeigte bei insgesamt sehr niedrigen Aufgangsraten nach 7 Tagen bei der Teilfruchtvariante mehr Keimlinge, als bei der Ganzkornvariante. Nach 14 Tagen war der Unterschied in der Keimrate nicht mehr deutlich. Zum letzten Zähltermin waren bei den Doppelsamen der ganzen Früchte mehr Keimlinge abgestorben als bei den halben Samen. Die Teilfruchtvariante zeigte mit 12,3 % signifikant mehr Keimlinge, als die Ganzkornvariante mit 5,5 % (s. Abb. 159). Zudem trat nach 21 Tagen verstärkt *Fusarium* spp. auf, was zum Keimlingstod führte.

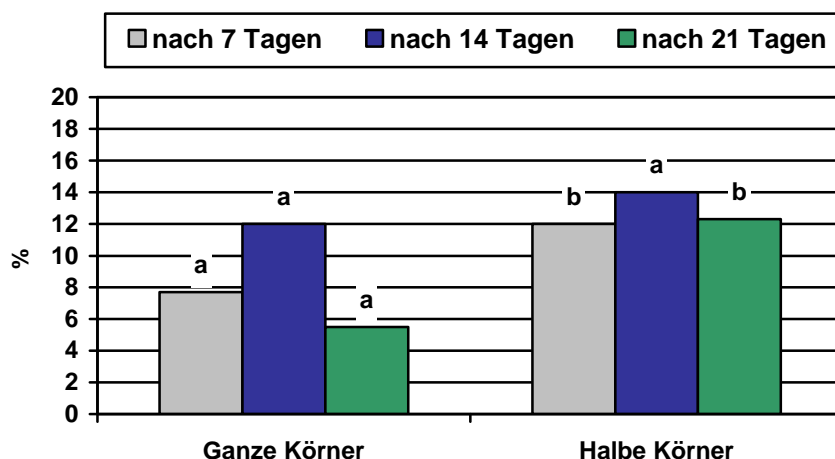


Abb. 159 Keimung [%] bei den Versuchsvarianten Ganze Körner / Halbe Körner nach 7, 14 und 21 Tagen, Keimtest auf Filterpapier 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Kranke Pflanzen

Der Anteil kranker Pflanzen an gekeimten Pflanzen im Gefäßversuch 2005 wurde an den zwei Boniturterminen 06.06.2005 und 13.06.2005 festgehalten. Der Anteil lag verhältnismäßig konstant zwischen 29% (Ganzkornvariante) und 33% (Teilfrüchte, s. Abb. 160).

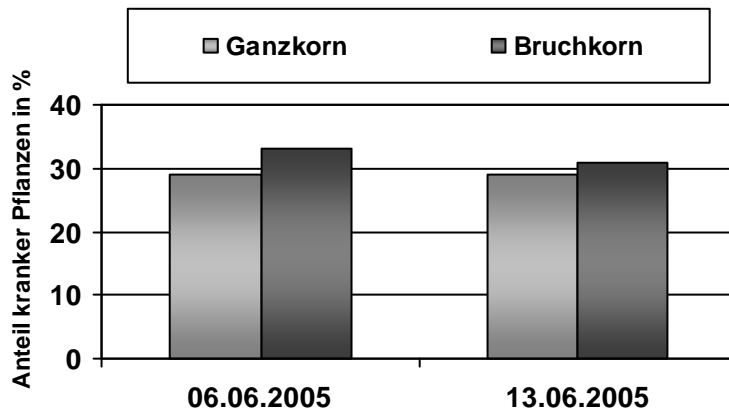


Abb. 160 Anteil [%] kranker Pflanzen an gekeimten Körnern bei Koriander, Modellversuch 2005

Fragestellung 2: Einfluss der Kornbeschaffenheit auf die Aufgangsgeschwindigkeit bei Koriander im Gefäßversuch

Aufgangsverlauf

Der Aufgangsverlauf der beiden Modellversuche 2005 und 2006 ist in Tab. 143 dargestellt. In der Variante Ganzkorn sind 2005 alle Keimlinge/Korn gezählt worden, in 2006 jeweils nur ein Keimling/Korn. In der Variante Ganzkorn zeigte sich zum 2. Zähltermin eine 15 % höhere Keimrate im Vergleich zu Zähltermin 1 während bei der Variante Teilfrüchte alle keimfähigen Körner bereits zum ersten Boniturtermin aufgelaufen waren. Zum dritten Termin zeigte sich eine leicht rückläufige Tendenz bei Variante Ganzkorn. Diese Tendenz spiegelt sich ebenfalls im Modellversuch 2006 wieder.

Tab. 143 Keimrate [%] von Koriander, Modellversuch 2005 + 2006 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiedem, Tukey, $p \leq 0,05$)

Variante	Keimrate % 2005			Keimrate % 2006		
	31.05.2005	06.06.2005	13.06.2005	nach 7 Tagen	nach 14 Tagen	nach 21 Tagen
Ganzkorn	128	150 a	146 a	8 a	17	6 a
Teilfrüchte	79	79 b	76 b	12 b	14	12 b
Signifikanz *	n.s.	Tukey, $p \leq 0,05$	Tukey, $p \leq 0,1$	Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	Tukey, $p \leq 0,05$

* bezogen auf Verrechnung ohne Doppelkeimer

3.3.2.3 Zusammenfassung

Die dargestellten Versuchsanlagen zum Einfluss des Teilfruchtanteils auf den Feldaufgang und Aufgang im Gefäß zeigen keine eindeutigen Ergebnisse. Aus den Ergebnissen von drei Versuchsanlagen konnte in einem Fall eine tendenziell höhere Keimrate bei der Variante Handelssaatgut bei einem Bruchkornanteil von 47% festgestellt werden und in einer Prüfung ohne Zwischenstufe der Varianten Ganze Körner und Teilfrüchte ein deutlich besserer Aufgang der Variante Ganze Körner ermittelt werden. Unter Berücksichtigung des Modellversuchs 2005 wird die Tendenz bestätigt, dass bei einer definierten Aussaatmenge mit ganzen Körnern ein höherer Aufgang erzielt werden kann.

Auf die geprüften pflanzenbaulichen Parameter (Pflanzenhöhe, Anteil kranker Pflanzen, Ertrag) zeigte die Kornbeschaffenheit keinen Effekt.

Methodisch gesehen sind von Versuchsanstellungen mit den Varianten „Ganzkorn“ und „Teilfrüchte“ klarere Ergebnisse zu erwarten, als bei einer Prüfung mit einer Zwischenvariante (Handelssaatgut, über 40 % Bruch- und Teilfrüchte).

Resultierend aus der Versuchsfrage 2 ergibt sich die Beobachtung, dass Teilfrüchte schneller keimen als Ganzfrüchte, wobei sich diese Feststellung auf die frühe Aufgangsphase (2-3 Wochen nach Saat bezieht). Möglicherweise kann hieraus ein Vorteil der Teilfrüchte im Keimungsverlauf beschreiben werden.

3.3.2.4 Fazit

Erste Versuchsergebnisse zur Saatgutqualität bei Koriander zeigen, dass Teilfrüchte schneller keimen als ganze Früchte. Bei gleicher Aussaatmenge führen ganze Früchte tendenziell zu höheren Aufgangsraten. Wichtig ist die Beschaffenheit des Saatgutes auch im Hinblick auf die Sätechnik, die eine gleichmäßige Aussaat gewährleisten muss. Da die Versuchsergebnisse nur Tendenzen widerspiegeln, kann keine abschließende Aussage zur Minderung der Saatgutqualität durch Teilfrüchte bei Koriander getroffen werden.

3.3.3 Druschversuch Fenchel 2005

Versuchsfrage:

Überprüfung des Einflusses der Dreschtrommeldrehzahl und der Korbeinstellungen des Mähdreschers auf den Anteil an aufbereiteter Ware und den Anteil an Ausschuss (Abfall) einer Spaltfrucht.

3.3.3.1 Material und Methoden

Der Druschversuch wurde an Fenchel, Sorte 'Großfrüchtiger', mit dem *Hamster EP 501 Parzellenmähdrescher* durchgeführt. Es wurden dabei folgende Einstellungen überprüft:

Tab. 144 im Druschversuch 2005 verwendetet Mähdreschereinstellungen

Mähdreschereinstellungen, Fenchel 2005		
Dreschtrommeldrehzahl	Korbeinstellungen	
720	3	4
720	6	7
820	3	4
820	6	7
920	3	4
920	6	7

Eine statistische Verrechnung der Ergebnisse wurde nicht vorgenommen.

3.3.3.2 Ergebnisse

Die Variation der Dreschtrommeldrehzahl von 720 auf 820 und 920 und der Korbeinstellungen von jeweils 3/4 auf 6/7 ergab, dass durch die niedrigere Drehzahl (720) im Durchschnitt über 10% mehr an aufbereiteter Ware erzielt werden konnte. Der Anteil an Ausschuss lag bei den Dreschtrommeldrehzahlen 820 und 920 deutlich höher (s. Abb. 161).

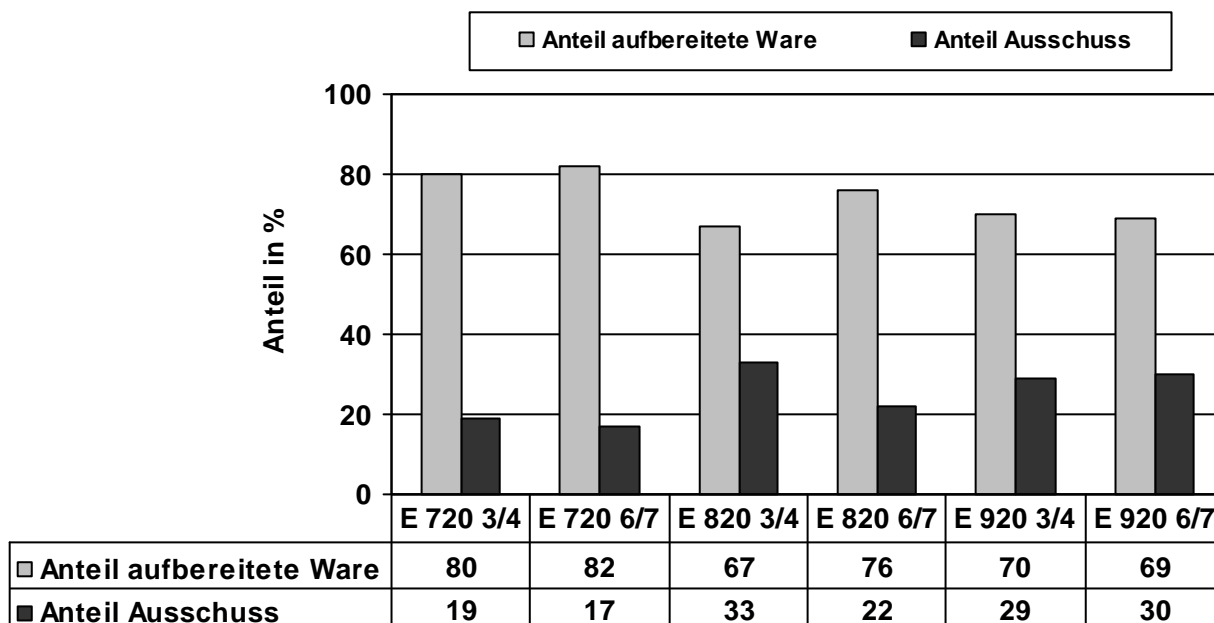


Abb. 161 Anteil [%] an aufbereiteter Ware und Ausschuss bei unterschiedlicher Dreschtrommel- und Korbeinstellung, Druschversuch Fenchel 2005

3.3.3.3 Fazit

Über die Variation der Dreschtrommeldrehzahl und der Korbeinstellungen kann Einfluss auf den Anteil an aufbereiteter Ware genommen werden und sollte für jede Kultur optimiert werden.

3.4 Zur Problematik der Doppelkeimung bei Spaltfrüchten

3.4.1 Beschreibung der Problemstellung

Bei Kulturen mit Spaltfrüchten, wie z.B. bei Arten der Familie *Umbelliferae* (Anis, Fenchel, Koriander und Kümmel), kann es bei einem ausgelegten bzw. ausgesäten Korn zur Keimung von mehreren Embryonen kommen. In der Auswertung der Versuchsergebnisse hinsichtlich der Keimung ergab sich die Frage, inwieweit der Anteil der Doppelkeimer das Verhältnis der Keimraten zwischen den Behandlungsvarianten beeinflussen kann. Dies ist insofern wichtig zu klären, damit der auf die Saatgutbehandlung zurückzuführende Einfluss auf die Keimrate ermittelt werden kann.

In den Gefäßversuchen wurde der Anteil an mehrfach keimenden Samen festgehalten, so dass bei diesen Versuchen eine Gegenüberstellung der Keimraten (einmal mit und einmal ohne Verrechnung der Doppelkeimer) möglich war.

3.4.2 Material und Methoden

Die Durchführung der einzelnen Versuche wird in den jeweiligen Kapiteln zur Saatgutbehandlung der jeweiligen Kulturen ausführlich dargestellt. Hier soll nur auf die Verrechnung der Doppelkeimer eingegangen werden. Dargestellt werden dabei beispielhaft die Keimtests mit Fenchel und Koriander, da sie den höchsten Anteil an Doppelkeimern aufwiesen.

In einer ersten Auswertung wurden alle Keimlinge festgehalten, ohne Berücksichtigung, ob nur ein oder mehrere Keimlinge aus einem ausgelegten Korn hervor gingen. In einer weiteren Auswertung wurde der Anteil der Doppelkeimer an den gekeimten Körnern festgehalten und der Anteil der Gesamtkeimlinge um diesen Anteil bereinigt. Um abweichende Signifikanzen zu ermitteln wurden die zwei daraus resultierenden Keimraten (Doppelkeimer verrechnet und Doppelkeimer nicht verrechnet) einander gegenübergestellt und jeweils statistisch verrechnet. Ergeben sich hierbei unterschiedliche Signifikanzverhältnisse zwischen den Behandlungsvarianten, kann von einem Einfluss des Doppelkeimeranteils ausgegangen werden.

3.4.3 Darstellung der Versuchsergebnisse / Aufgang im Gefäß

3.4.3.1 Fenchel

2004

Während bei den Varianten Elektronenbeize (Eb 95/20), PRORADIX und FZB 24[®] Tb kein signifikanter Einfluss der Behandlung auf das Auflaufen zu erkennen war, zeigte sich bei der Heißwasserbehandlung (HW 50/20) sowohl nach 10, wie auch nach 14 Tagen eine signifikant niedrigere Keimrate. Dieses Signifikanzverhältnis blieb beim 2. Auszähltermin (14 Tage nach Aussaat) auch nach der Verrechnung der doppelt gekeimten Körner bestehen (s. Tab. 145). Beim 1. Auszähltermin wurde hier der Anteil Doppelkeimer nicht erhoben.

Tab. 145 Keimrate [%] von Fenchel 10 und 14 Tage nach der Aussaat (Termin 2 mit Verrechnung der Doppelkeimer), Modellversuch Ahrweiler 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

2004	Keimrate in %		
	nach 10 Tagen	nach 14 Tagen	
Varianten	Doppelkeimer nicht verrechnet	Doppelkeimer nicht verrechnet	Doppelkeimer verrechnet
UK	43 b	64 b	59 b
HW 50/20	3 a	20 a	19 a
Eb 95/20	49 b	65 b	57 b
RRORADIX	51 b	70 b	59 b
FZB 24 [®] Tb	43 b	63 b	57 b

2005: Versuch 1 und 2

Es wurden 2005 in beiden Versuchen viele Fenchelkörner ermittelt, die zwei oder mehr Keimlinge hervorbrachten. Das Keimungsverhältnis zwischen den Versuchsvarianten allerdings veränderte sich durch das Herausrechnen der Doppelkeimer weder in Versuch 1, noch in Versuch 2 (s. Tab. 146 und 147).

Tab. 146 Keimrate [%] von Fenchel 15 und 19 Tage nach der Aussaat, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch 1 Ahrweiler 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005 Versuch 1 Varianten	Keimrate in %			
	nach 15 Tagen		nach 19 Tagen	
	Doppelkeimer		Doppelkeimer	
	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet
UK	52	40	106	75
HW 50/10	59	46	108	79
Eb 95/20	55	40	106	76
ChitoPlant	62	46	107	77
BioZell-2000B	62	47	109	78
Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tab. 147 Keimrate [%] von Fenchel 7 und 11 Tage nach der Aussaat, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch 2 Ahrweiler 2005 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2005 Versuch 2 Varianten	Keimrate in %			
	nach 7 Tagen		nach 11 Tagen	
	Doppelkeimer		Doppelkeimer	
	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet
UK	54	39	80	59
HW 50/10	44	34	78	61
Eb 95/20	51	38	86	60
BioZell-2000B	62	45	88	64
Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

2006

Aufgrund der großen Streuung innerhalb der Wiederholungen konnten trotz der zum Teil großen Unterschiede in der Keimung zwischen den Behandlungsvarianten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Das Verhältnis der Keimraten zwischen den Varianten veränderte sich auch nicht nach Herausrechnen der Doppelkeimer. (s. Tab. 148)

Tab. 148 Keimrate [%] von Fenchel 10, 15 und 21 Tage nach der Aussaat, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch Ahrweiler 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006 Varianten	Keimrate in %					
	nach 10 Tagen Doppelkeimer		nach 15 Tagen		nach 21 Tagen Doppelkeimer	
	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet
UK	13	-	35	25	51	37
HW 50/20	0	-	9	6	14	9
Eb 95/20	0,3	-	5	4	16	12
Eb 100/20	2	-	42	29	65	44
Essigsäure	0,5	-	7	5	20	13
ChitoPlant	0,3	-	9	7	28	18
Ethanol	15	-	46	31	59	41
Lebermooser	1	-	16	11	40	27
Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

3.4.3.2 Koriander

2004

Bei Koriander zeigte sich 2004 ein sehr hoher Anteil an Doppelkeimern, sichtbar an den unterschiedlich ausfallenden Keimraten (s. Tab. 149). Unterschiedliche Signifikanzverhältnisse ergaben sich durch das Herausrechnen der Doppelkeimer hier nur beim ersten Auswertungstermin (9 Tage nach der Aussaat) insofern, dass die Elektronenbehandlungsvariante (Eb 95/20) im Vergleich zur Kontrolle eine nun deutlich höhere Keimrate aufweist, als ohne Verrechnung des Doppelkeimeranteils und der Keimungsunterschied zwischen der Kontrolle und der Variante mit FZB 24[®] Tb nun nicht mehr so deutlich ausfällt. Beim zweiten Auswertungstermin (16 Tage nach der Aussaat) ergibt sich durch das Verrechnen der Doppelkeimer keine Verschiebung der Signifikanzverhältnisse.

Tab. 149 Keimrate [%] von Koriander 9 und 16 Tage nach der Aussaat, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch Ahrweiler 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

2004 Varianten	Keimrate in %							
	nach 9 Tagen Doppelkeimer			nach 16 Tagen Doppelkeimer				
	nicht verrechnet	verrechnet		nicht verrechnet	verrechnet			
UK	104	ab	65	ab	136	ab	84	ab
HW 50/20	107	ab	66	abc	131	ab	82	ab
Eb 95/20	137	bc	97	c	153	b	101	b
PRORADIX	84	a	54	a	113	a	71	a
FZB 24 [®] Tb	149	c	94	bc	162	b	103	b

2005

Zum Teil sind große Unterschiede zwischen der Keimrate ohne Verrechnung der Doppelkeimer und der Keimrate mit Verrechnung der Doppelkeimer zu erkennen. An zwei der drei Auszählterminen kam es dadurch auch tendenziell zur Verschiebung der Signifikanzen zwischen den Behandlungsvarianten (s. Tab. 150).

Tab. 150 Keimrate [%] von Koriander an drei Terminen, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch Ahrweiler 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,1$)

2005 Varianten	Keimrate in %					
	27.06.2005 Doppelkeimer		30.06.2005 Doppelkeimer		07.07.2005 Doppelkeimer	
	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet	nicht verrechnet	verrechnet
UK	53	36 ab	98	62	120	75 b
HW 50/20	59	40 ab	99	64	116	71 ab
HW 2004	42	28 a	87	53	96	58 a
Eb 95/20	42	28 a	81	53	93	60 ab
BioZell- 2000B	46	32 ab	100	65	114	70 ab
ChitoPlant	85	69 b	94	57	111	68 ab

2006

2006 zeichnete sich im Modellversuch zu keinem der vier Auszähltermine ein Effekt der Behandlung auf die Keimrate ab. Auch nach Abzug der doppelt gekeimten Samen wurde kein signifikanter Einfluss einer Saatgutbehandlung nachgewiesen.

Tab. 151 Keimrate [%] von Koriander an 4 Terminen, jeweils mit und ohne Verrechnung der Doppelkeimer, Modellversuch 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006 Varianten	Keimrate in %							
	nach 11 Tagen Doppelkeimer		nach 15 Tagen Doppelkeimer		nach 19 Tagen Doppelkeimer		nach 28 Tagen Doppelkeimer	
	nicht verrech- net	ver- rechnet	nicht verrechnet	ver- rechnet	nicht verrechnet	ver- rechnet	nicht verrechnet	ver- rechnet
UK	13	9	21	13	23	-	30	19
HW 50/20	13	8	21	12	23	-	25	13
Eb 95/20	15	10	24	14	26	-	28	17
Eb 105/24	9	6	18	11	19	-	21	14
Eb 115/24	10	6	15	9	17	-	19	16
BioZell- 2000B	16	10	24	17	31	-	37	22
H ₂ O ₂	2	1	5	3	8	-	13	8
Tukey, $p \leq 0,05$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.

3.4.4 Fazit

Bei den Kulturen Fenchel und Koriander ergaben sich zum Teil große Unterschiede in der Keimrate ohne Abzug (nicht verrechnet) und mit Abzug (verrechnet) der Doppelkeimer.

Eine Verschiebung der Signifikanzverhältnisse zwischen den Behandlungsvarianten ergab sich aber nur in einem Fall. Im Modellversuch Koriander im Jahr 2005 ergab sich in der dritten Auszählung eine tendenzielle Verschiebung der Signifikanzen (Tukey, $p \leq 0,1$) bei einer Behandlungsvariante (HW 2004) gegenüber der unbehandelten Kontrolle (UK) nach Verrechnen des Doppelkeimeranteils. In allen weiteren dargestellten Gegenüberstellungen der Keimraten zeigte sich keine Signifikanzverschiebung zwischen den Behandlungsvarianten. Ein Herausrechnen des Doppelkeimeranteils in der Beurteilung des Behandlungseinflusses auf die Keimrate scheint daher bei den hier geprüften Kulturen nicht notwendig zu sein.

3.5 Modellversuche

In mehreren Modellversuchsreihen wurden parallel und ergänzend zu den Freilandversuchen unterschiedliche Saatgutbehandlungsmittel im Gefäß und unter geschützten Anbaubedingungen geprüft.

3.5.1 Kümmel-Modellversuche: Vergleich Heißwasser- und Elektronenbehandlung

Versuchsfrage:

Vergleich der Heißwasser- und Elektronenbehandlung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Verträglichkeit an Kümmel im Modellversuch.

3.5.1.1 Material und Methoden

2004 kamen in einem Modellversuch zwei Heißwasser- und drei Elektronenbehandlungsvarianten zur Prüfung. Versuchspflanze war einjähriger Kümmel der Sorte `Karzo´ (s. Tab. 152).

Tab. 152 Versuchsvarianten mit einjährigem Kümmel, BBA 2004

Varianten	Parameter	Abkürzung
Unbehandelte Kontrolle	-	UK
Heißwasserbehandlung 1	50 °C / 20 Minuten	HW 50/20
Heißwasserbehandlung 2	53 °C / 10 Minuten	HW 53/10
Elektronenbehandlung 1	105 kV / 12 kGy	Eb 105/12
Elektronenbehandlung 2	105 kV / 24 kGy	Eb 105/24
Elektronenbehandlung 3	115 kV / 12 kGy	Eb 115/12

Versuchsdesign:

randomisierter, einfaktorierter Gefäßversuch, 3 x 100 Korn, 3 Wiederholungen

Versuchsdurchführung

Die Saatgutbehandlung wurde entsprechend den Angaben in Kapitel 2.4 durchgeführt. Das Kümmelsaatgut (3x 100 Korn) wurde am 06.08.2004 in Schalen (ca. 30 x 18 cm, Fruhstorfer Pikierererde) ausgelegt und nach 41 Kulturtagen am 15.09.04 beerntet. Das Auszählen des Aufgangs erfolgte nach 12 und 21 Tagen. Es wurde eine laufende Kontrolle auf Krankheitsauftreten durchgeführt. Mit der Abschlussbonitur wurden die Pflanzen mit Wurzel entnommen und eine Bestimmung des Frischgewichtes sowie ein Auszählen der Pflanzen vorgenommen. Eine Keimprüfung erfolgte nach ISTA-Vorschrift auf Filterpapier mit Auszählung nach 21 Tagen.

3.5.1.2 Ergebnisse

Während der Versuchsdauer traten im Gefäßversuch keine Krankheiten auf; auch an stichprobenartig entnommenen Pflanzen aus verschiedenen Varianten konnten keine Pathogene nachgewiesen werden.

Keimfähigkeit

Die Keimfähigkeit wurde in beiden Heißwasservarianten signifikant reduziert. Die Kontrolle zeigte die höchste Keimfähigkeit, ein Unterschied zu den elektronenbehandelten Varianten ließ sich jedoch nicht statistisch absichern (s. Abb. 162). Diese Ergebnisse spiegelten sich auch im Auflaufverhalten 12 und 21 Tage nach der Aussaat im Modellversuch wider. Auch hier war der Auflauf in beiden Heißwasservarianten zu beiden Auszählterminen signifikant reduziert.

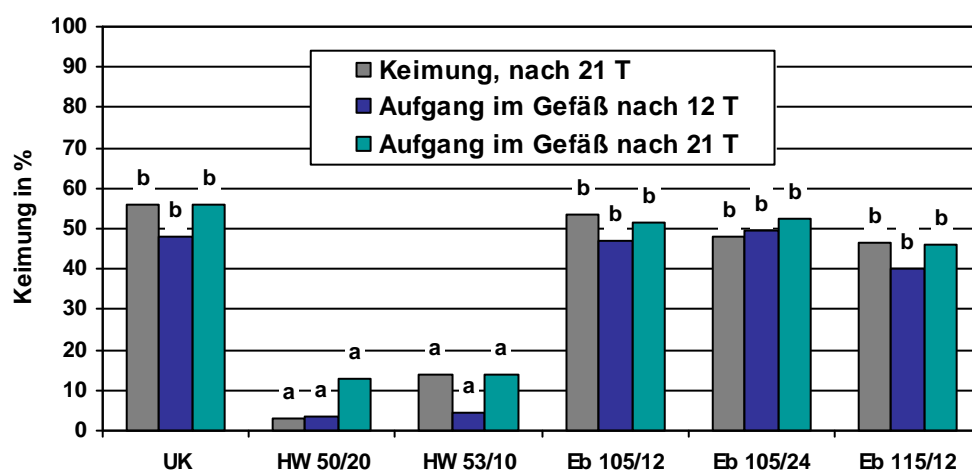


Abb. 162 Keimfähigkeit [%] (nach ISTA; 21 T) und Aufgang [%] im Gefäß von Kümmel, 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Das durchschnittliche Frischgewicht von 100 Pflanzen lag bei den Heißwasservarianten am höchsten, jedoch ohne einen Unterschied zur Kontrolle oder zur Elektronenbehandlung absichern zu können. Der Grund für die höhere Frischmasse der Heißwasservarianten pro 100 Pflanzen ist in der geringeren Pflanzenzahl pro Schale und des damit verbundenen höheren Nährstoffangebotes pro Pflanze zu sehen. Im Frischgewicht/Gefäß ergaben sich jedoch signifikante Gewichtsunterschiede. Hier lagen die beiden Heißwasservarianten deutlich unter dem Gewicht der Kontrolle. Die Elektronenbehandlung wirkte sich dagegen weder auf das Frischgewicht/Gefäß noch auf das durchschnittliche Frischgewicht/100 Pflanzen aus (s. Abb. 163).

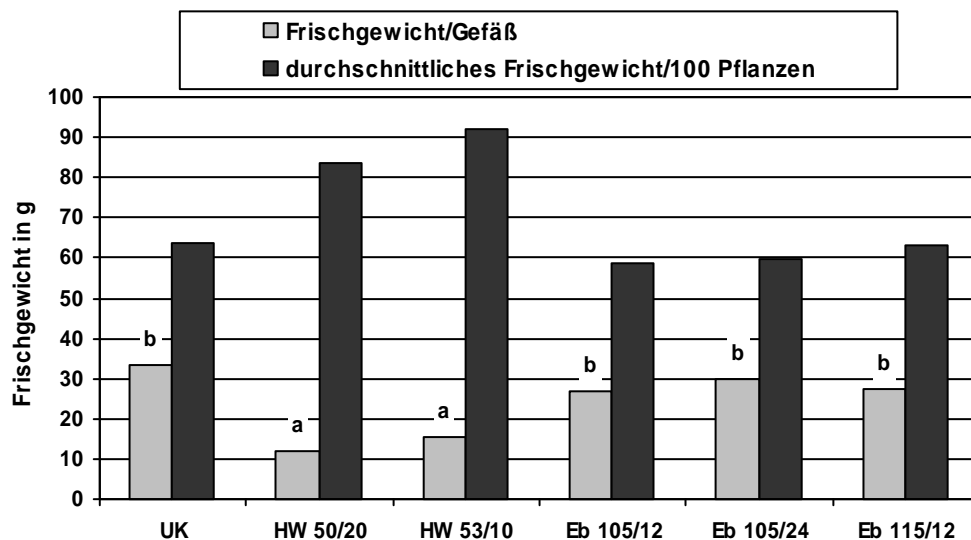


Abb. 163 Frischgewicht/Gefäß der Varianten und durchschnittliches Frischgewicht/100 Pflanzen [g] bei Kümmel, Gefäßversuch BBA 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Pathogenuntersuchungen

Die Untersuchung des behandelten Saatgutes auf PDA zeigte eine signifikante Reduktion des bakteriellen Besatzes am Saatgut über alle Behandlungsvarianten hinweg mit höchstem Wirkungsgrad bei Variante Eb 115/12. Ebenfalls deutlich reduziert wurde durch beide physikalischen Verfahren der Befall mit *Penicillium* spp., *Epicoccum* spp. und *Cladosporium* spp. (s. Abb. 164). In der Heißwasservariante traten verstärkt Hefen auf. Diese Hefen zeigten eine antifungale Wirkung, erkennbar an deutlich ausgeprägten Hemmhöfen. Diese Hefen traten auch bei anderen untersuchten Kulturen auf. Die Hefe von Kümmel wurde isoliert und auf PDA kultiviert. PDA Platten wurden mit Sporenlösungen von *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Phoma* sp. und *Alternaria* sp. beimpft. In die Mitte einer jeden Platte wurde ein Impfstück mit der Hefe gesetzt. Mit Ausnahme von *Fusarium* bildeten sich um das Impfstück unterschiedlich große Hemmhöfe.

Auf Filterpapier zeigte sich bei allen Varianten eine 100% Wirksamkeit gegen *Alternaria radicina* (s. Abb. 165).

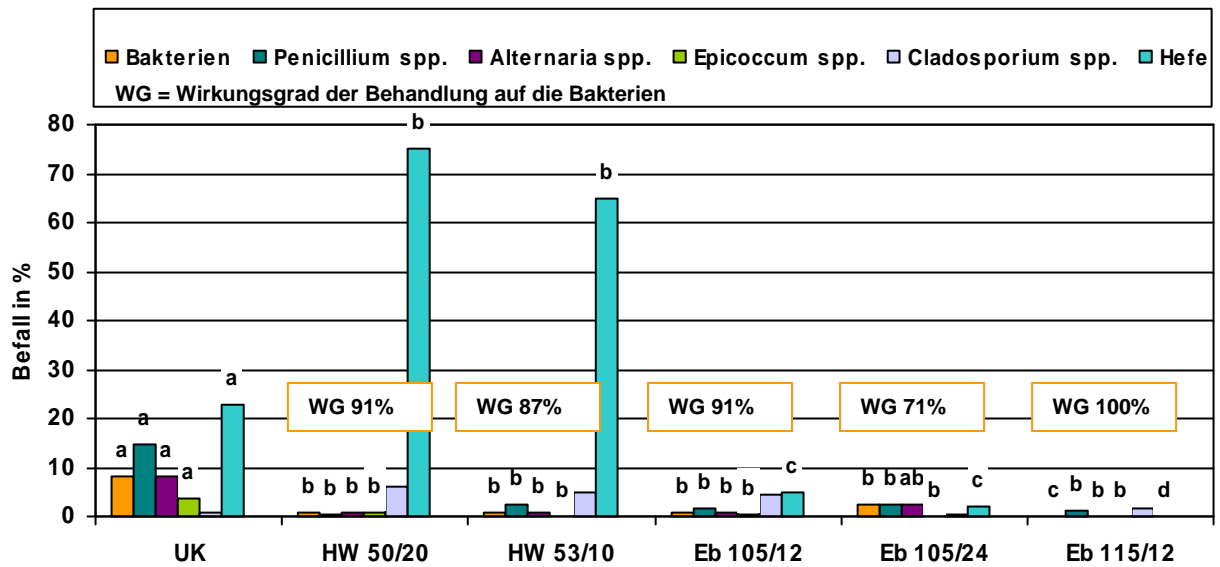


Abb. 164 Befall [%] und Wirkungsgrad (WG in %) bei Kümmelsaatgut, Untersuchung auf PDA, Laborversuch, BBA 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

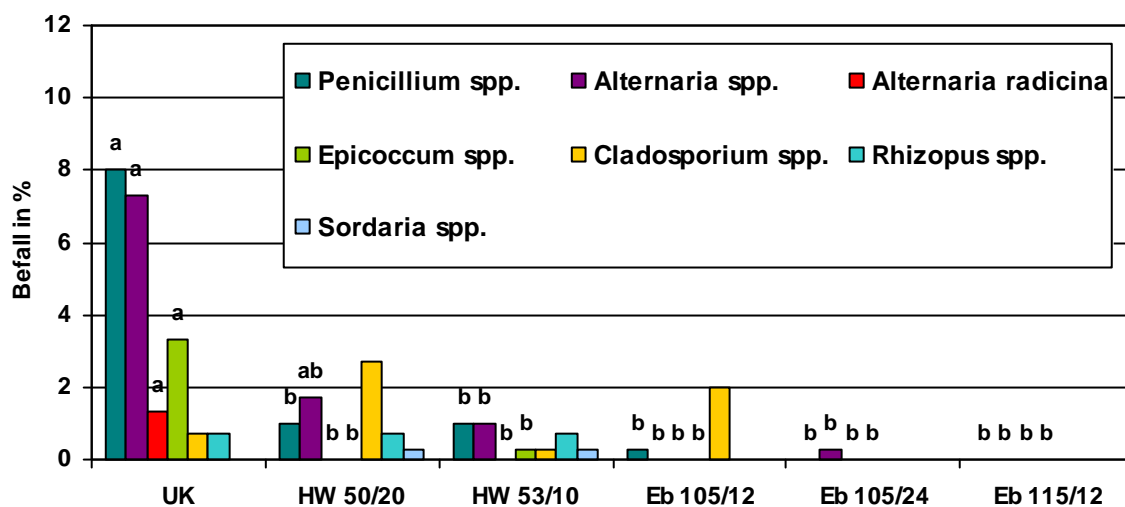


Abb. 165 Befall [%], Untersuchung auf Filterpapier, Laborversuch, BBA 2004 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

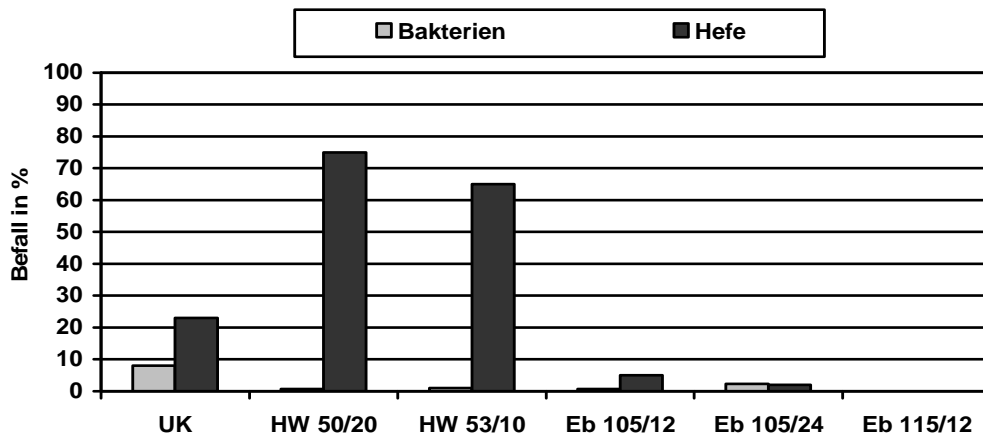


Abb. 166 Befall [%] von Bakterien und Hefe an Kümmelsaatgut, Untersuchung auf PDA, Laborversuch BBA, 2004

3.5.1.3 Zusammenfassung

Die Heißwasserbehandlung von Kümmel hatte deutlich negative Effekte auf die Keimfähigkeit und den Aufgang, während die Elektronenbehandlung keinen negativen Einfluss zeigte. Alle Behandlungen führten zu einer nachweisbaren Reduktion der Pathogene am Saatgut. Die Elektronenbehandlungsvariante Eb 115kV/12kGy erreichte die beste Wirkung ohne die Keimfähigkeit signifikant zu beeinträchtigen. Bei der geernteten Frischmasse wiesen die Heißwasservarianten den signifikant geringsten Ertrag/Gefäß auf.

3.5.1.4 Fazit

Bei den geprüften Heißwasservarianten blieb der Aufgang im Gefäß so gering, dass trotz positiver Wirkung der Behandlung auf die Schaderreger keine Praxistauglichkeit vorliegt. Die Ergebnisse der Elektronenbehandlung sind positiv zu bewerten.

3.5.2 Elektronenbehandlung

Versuchsziel: Optimierung der Behandlungsparameter bei Kümmel und Petersilie

3.5.2.1 Variation der Behandlungsparameter bei Kümmel

3.5.2.1.1 Material und Methoden

Zur Parameteroptimierung der Elektronenbehandlung an Kümmel 2006 wurden 8 Einstellungsvarianten geprüft (s. Tab. 153). Für die Versuche wurde Saatgut der einjährigen Sorte 'Sprinter' ausgewählt. Die Wirkung der Behandlung wurde an 3 x 100 Korn auf PDA und Filterpapier geprüft und parallel die Keimfähigkeit nach 7 und

14 Tagen ermittelt. An den Keimpflanzen wurden die Bildung brauner Wurzeln und der Anteil abgestorbener Keimlinge festgehalten. Die Daten wurden statistisch mit dem SAS-Programm verrechnet.

Tab. 153 Versuchsvarianten mit einjährigem Kümmel, Modellversuch Elektronenbehandlung 2006

Varianten	Parameter	Abkürzung
Unbehandelte Kontrolle	-	UK
Elektronenbehandlung 1	90 kV / 10 kGy	Eb 90/10
Elektronenbehandlung 2	90 kV / 20 kGy	Eb 90/20
Elektronenbehandlung 3	95 kV / 10 kGy	Eb 95/10
Elektronenbehandlung 4	95 kV / 20 kGy	Eb 95/20
Elektronenbehandlung 5	100 kV / 12 kGy	Eb 100/12
Elektronenbehandlung 6	100 kV / 24 kGy	Eb 100/24
Elektronenbehandlung 7	105 kV / 12 kGy	Eb 105/12
Elektronenbehandlung 8	105 kV / 24 kGy	Eb 105/24

3.5.2.1.2 Ergebnisse

Keimfähigkeit

Es konnte bei der Keimung nach 7 oder 14 Tagen, beim Anteil an braunen Wurzeln oder abgestorbenen Keimlingen kein signifikanter Einfluss einer Einstellungsvariante ermittelt werden (s. Abb. 167).

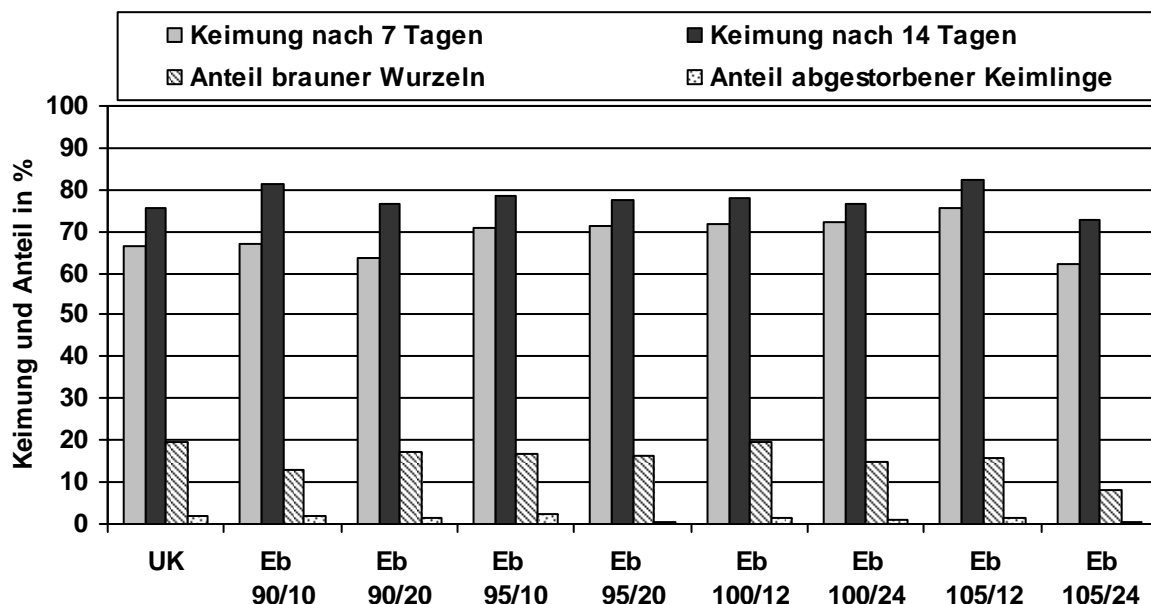


Abb. 167 Keimung [%] von Kümmel nach 7 und 14 Tagen, sowie Anteil [%] brauner Wurzeln und abgestorbene Keimlinge, Modellversuch Elektronenbehandlung 2006 (n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

Pathogenuntersuchungen

Der Gesamtbefall am Saatgut konnte über alle Behandlungsvarianten hinweg deutlich reduziert werden. Dabei erzielte die Doppelbehandlung (2 x 10 kGy, also doppelte Strahlendosis) eine größere Wirkung als die Einfachbehandlung. Zu erkennen ist auch, dass mit der Stärke der Behandlungsparameter die Gesamtwirkung auf die Pathogene ansteigt. Dabei hat die Energiedosis [kGy] meist einen größeren Einfluss als die Beschleunigungsspannung [kV] (erkennbar vor allem auf Filterpapier). Bei der Einzelbetrachtung der Pathogene zeigt sich bei *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp. und den Bakterien eine signifikante Reduktion des Saatgutbesatzes durch alle Behandlungsvarianten gegenüber der Kontrollvariante. Bei dem Pathogen *Mycocentrospora acerina* ist dagegen der Saatgutbesatz bei den niedrigeren Einstellungsparametern (Eb 90 kV und 95 kV) geringfügig höher, als der Besatz der Kontrollvariante. Allerdings war der Ausgangsbesatz hier insgesamt sehr niedrig. Es ergaben sich keine signifikanten Befallsunterschiede zwischen den Varianten, so dass eine eindeutige Aussage hinsichtlich der Wirkung einer Behandlungsvariante auf *Mycocentrospora acerina* nicht exakt möglich ist. Auch der Ausgangsbesatz mit *Phoma* spp. und *Fusarium* spp. war bei diesem Versuchssaatgut sehr niedrig. Es zeigten sich keine Signifikanzen in der Wirkung. Bei den Einstellungsparametern Eb 105/12 und 105/24 zeigte sich bei den meisten Pathogenen ein sehr hoher Wirkungsgrad der Behandlung, auch wenn hier die Befallsunterschiede aufgrund des niedrigen Ausgangsbesatzes nicht immer abzusichern waren. Der Bakterienbesatz wurde durch alle Behandlungsvarianten deutlich, jedoch nicht vollständig reduziert, wobei hier die Varianten Eb 95/20, Eb 105/10 und Eb 105/20 die größte Wirkung erzielten (s. Tab. 154).

Tab. 154 Saatgutbesatz und Wirkungsgrad [%] an Kümmel, Modellversuch 2006
(unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, keine Buchstaben = n.s., Tukey, $p \leq 0,05$)

2006	Saatgutbesatz / Wirkungsgrad (in %) auf PDA								
Pathogene	UK	Eb 90/10	Eb 90/20	Eb 95/10	Eb 95/20	Eb 100/12	Eb 100/24	Eb 105/12	Eb 105/24
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	76 a	22,3 b	10,7 c	14,0 bc	10,3 c	5,7 c	3,0 c	3,7 c	3,7 c
<i>Epicoccum</i> spp.	19,0 a	3,7 b	1,3 b	0,7 b	1,0 b	1,3 b	0 c	0 c	0,3 b
<i>Mycocentro- spora acerina</i>	0,7	1,7	1,7	1,7	1,0	0,3	0,3	0,3	0
[Wirkungsgrad]		[0]	[0]	[0]	[0]	[57]	[57]	[57]	[100]
<i>Fusarium</i> spp.	1,0	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0	0
[Wirkungsgrad]		[100]	[70]	[100]	[70]	[70]	[70]	[100]	[100]
<i>Rhizopus</i> spp.	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladosporium</i> spp.	1,0	1,0	1,7	0,3	0,7	0,3	0	0	0,3
<i>Phoma</i> spp.	1,7	2,0	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0	0
[Wirkungsgrad]		[0]	[82]	[58]	[58]	[82]	[82]	[100]	[100]
Hefe	3,7	2,7	4,0	2,7	2,3	1,3	1,3	0,3	1,0
Bakterien	79,7 a	40,7 b	42,0 b	32,0 bc	19,0 c	22,0 bc	23,0 bc	19,3 c	15,3 c
[Wirkungsgrad]		[48]	[47]	[59]	[76]	[72]	[71]	[75]	[80]
Pathogene	Saatgutbesatz / Wirkungsgrad (in %) auf Filter								
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	61,7 a	15,7 b	8,0 b	13,0 b	5,3 b	5,3 b	1,0 b	2,0 b	2,0 b
<i>Alternaria radicina</i>	2,0	0,3	1,0	0	0	0,3	0	0	0
[Wirkungsgrad]		[85]	[50]	[100]	[100]	[85]	[100]	[100]	[100]
<i>Septoria</i> spp.	1,0	0	0	0,3	0	0,7	0	0	0
[Wirkungsgrad]		[100]	[100]	[70]	[100]	[30]	[100]	[100]	[100]
<i>Penicillium</i> spp.	1,7	1,0	0,3	3,3	1,7	1,3	2,3	0,3	1,7

3.5.2.1.3 Zusammenfassung

Die Elektronenbehandlung von Kümmelsaatgut bewirkte bei keiner der geprüften Einstellungsparameter einen signifikanten Einfluss auf die Keimfähigkeit und den Anteil brauner Wurzeln und abgestorbener Keimlinge (Untersuchung auf Filter). Gegenüber den pilzlichen Schaderregern wurden mit einigen Behandlungsparametern Wirkungsgrade von 100% erreicht. Die Gesamtbakterienzahl wurde mit Wirkungsgraden von maximal 80% reduziert. Die Elektronenbehandlungsvariante (Eb 105/24) zeigte in den meisten Fällen eine 100%ige Wirkung.

3.5.2.1.4 Fazit

Die Elektronenbehandlung ist im Hinblick auf die Reduktion des Gesamtbefalls mit samenbürtigen Pathogenen als positiv einzuschätzen, die Keimfähigkeit blieb dabei unbeeinträchtigt. Im Zusammenhang mit allen am Kümmel durchgeführten Elektronenbehandlungen können die Varianten 95/20 und 105/24 als effektiv eingeschätzt werden.

Die Wirksamkeit der geprüften Einstellungen gegen bestimmte Pathogene kann aufgrund des teilweise niedrigen Ausgangsbefalls nicht abschließend beurteilt werden. Werden die Pathogene einzeln bzw. die für Kümmel relevanten Pathogene betrachtet, so scheint in den Varianten mit schwächeren Behandlungsparametern *M. acerina* sogar leicht stimuliert zu werden. Ähnliche Effekte wurden auch bei Untersuchungen an Gemüse beobachtet. Dieser Effekt trat allerdings meist nur bei einem insgesamt sehr niedrigen Ausgangsbefall auf. Eine Erklärung hierfür liegt bislang nicht vor.

3.5.2.2 Variation der Behandlungsparameter bei Petersilie

3.5.2.2.1 Material und Methoden

2006 wurden drei Elektronenbehandlungsvarianten an Petersiliensaatgut der glattblättrigen Sorte 'Gigante d'Italia' geprüft (s. Tab. 155). Ermittelt wurden der Pathogenbefall am Saatgut sowie die Keimung nach 7 Tagen im Rahmen der Pathogenuntersuchungen (keine statistische Verrechnung).

Tab. 155 Versuchsvarianten mit Petersilie, Modellversuch Elektronenbehandlung 2006

Varianten	Parameter	Abkürzung
Unbehandelte Kontrolle	-	UK
Elektronenbehandlung 1	100 kV / 24 kGy	Eb 100/24
Elektronenbehandlung 2	110 kV / 24 kGy	Eb 110/24
Elektronenbehandlung 3	115 kV / 24 kGy	Eb 115/24

3.5.2.2.2 Ergebnisse

Keimfähigkeit und Pathogenuntersuchung

Die Keimfähigkeit der Kontrolle lag nach sieben Tagen bei 63%. Bei allen drei Behandlungsvarianten zeigte sich ein deutlich negativer Einfluss der Elektronenbehandlung auf die Keimfähigkeit (s. Abb. 168).

Alle drei Behandlungsvarianten bewirkte eine Reduktion der Pathogene am Saatgut, welche bei *Alternaria* spp. (Reduktion um 89%) und bei *Alternaria radicina* (Reduktion um 80%) am stärksten ausfiel (s. Abb. 168). Der Effekt war bei dem Pathogen *Septoria* spp. mit 57% (beste Wirkung hier Variante 100/24) weniger stark ausgeprägt.

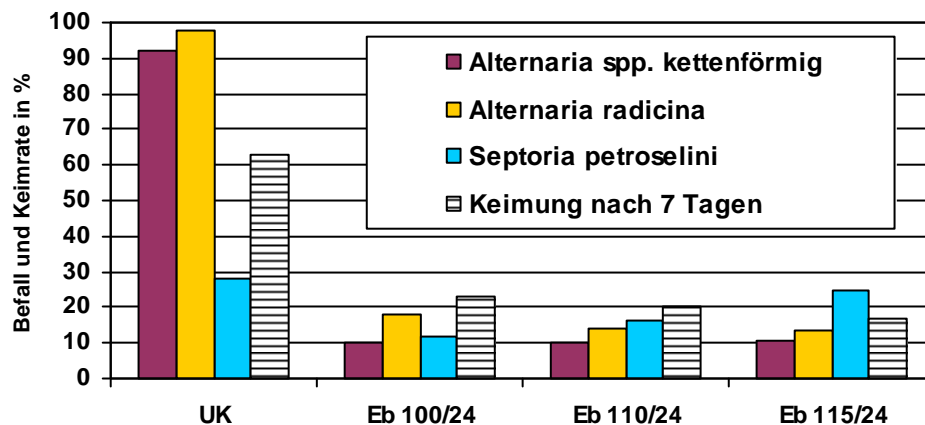


Abb. 168 Befall [%] am Saatgut und Keimung [%] nach 7 Tagen von Petersilie (Filterpapier), Modellversuch Elektronenbehandlung 2006 (keine statistische Verrechnung)

3.5.2.2.3 Zusammenfassung

Die Prüfung von drei Elektronenbehandlungsvarianten an Petersiliensaatgut zeigte eine starke Beeinträchtigung der Keimfähigkeit sieben Tage nach der Behandlung. Alle Behandlungsvarianten bewirkten jedoch auch eine Reduktion des Pathogenbefalls am Saatgut. Die Elektronenbehandlungsvariante Eb 100/24 wurde dabei mit den insgesamt besten Ergebnissen für die Freilandversuche ausgewählt.

3.5.2.2.4 Fazit

Der positive Effekt der Elektronenbehandlungen kann bei einer starken Beeinträchtigung der Keimfähigkeit nicht genutzt werden und erfordert weitere Maßnahmen zur Optimierung der Behandlungsparameter. Da bislang die klassische Behandlungsmethode bei Petersilie die Heißwasserbehandlung ist, sollten Parallelversuche durchgeführt werden.

3.5.3 Vakuum-Sattdampfbehandlung (SteamLab-Verfahren)

Versuchsfrage:

Testung der Vakuum-Sattdampfbehandlung als physikalisches Saatgutbehandlungsverfahren am Beispiel von Petersilie und Koriander

3.5.3.1 Material und Methoden

Die Saatgutbehandlung wurde von der Firma SteamLab durchgeführt. Der Einfluss einer Vakuum-Sattdampfbehandlung wurde an Koriander- und Petersiliensaatgut mit folgenden Einstellungsparametern getestet (s. Tab. 156):

Tab. 156 Versuchsvarianten mit Koriander und Petersilie, Vakuum-Sattdampf (SteamLab) 2005 und 2006

Versuchskultur	Koriander	Petersilie	Petersilie
Versuchsjahr	2005	2005	2006
Saatgut	‘Jantar’	‘Gigante d’Italia’	‘Gigante d’Italia’
Variante 1	Unbehandelte Kontrolle (UK)	Unbehandelte Kontrolle (UK)	Unbehandelte Kontrolle (UK)
Variante 2	70 °C/0,5 min (70/0,5)	60 °C/ 1 min (60/1)	60 °C/ 1 min (60/1)
Variante 3	80 °C/ 1 min (80/1)	70 °C/0,5 min (70/0,5)	

Versuchsparameter waren neben der Keimfähigkeit (nach ISTA und im Rahmen der Pathogenuntersuchung nach 7 und nach 14 Tagen) die Prüfung der Wirksamkeit hinsichtlich relevanter Schaderreger. Bei Petersilie wurde hierzu 2005 bei der Variante 70 °C/0,5 min 100 Samen, bei den Varianten UK und 60 °C/1 min 2 x 100 Samen ohne Oberflächendesinfektion untersucht. Zur Bewertung der Pathogenität von *Septoria petroselini* wurden 150 Samen 3 Tage in einer feuchten Kammer vorinkubiert. Die Samen wurden in 2 ml Wasser aufgenommen und in der Fuchs Rosentahl Kammer die *Septoria*-Sporen gezählt. Es erfolgten 4 Auszählungen. 2006 wurde die Pathogenuntersuchung mit jeweils 3 x 100 Samen auf Filterpapier durchgeführt.

3.5.3.2 Ergebnisse Petersilie

Keimfähigkeit

Bei der Keimprüfung im Rahmen der Pathogenuntersuchung war 2005 eine Reduzierung bei der Variante 70/0,5 sowohl nach 7 als auch nach 14 Tagen erkennbar. Bei der Prüfung der Keimfähigkeit (ISTA-Vorschrift, nach 21 T) zeigte sich 2005 weder bei der Variante 60/1 noch bei der Variante 70/0,5 ein deutlicher Einfluss der Behandlung (s. Abb. 169). Auch im Versuch 2006 trat bei der Einstellung 60°C/1min kein nachteiliger Effekt auf. Somit wirkt e sich der Behandlungsparameter 60/1 weder im Versuch 2005 noch im Versuch 2006 negativ auf die Keimfähigkeit aus (s. Abb. 169 u. 170). Die Variante 70/0,5 stand 2006 nicht im Test.

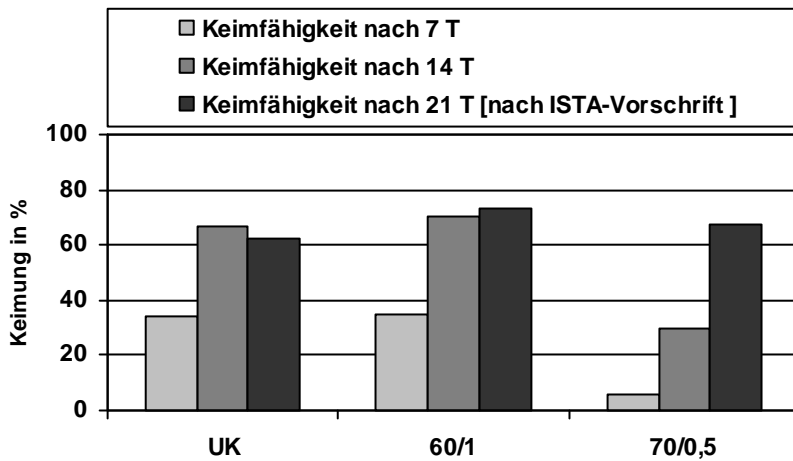


Abb. 169 Keimfähigkeit [%] von Petersilie nach 7 und 14 Tagen und nach ISTA-Vorschrift nach 21 Tagen, Vakuum-Sattdampfbehandlung 2005 (n.s, Tukey, $p \leq 0,05$)

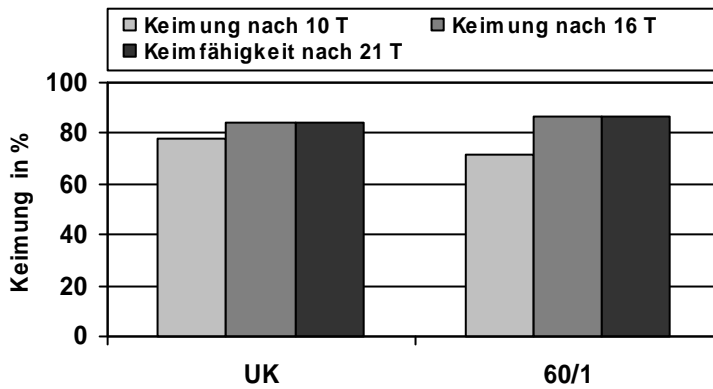


Abb. 170 Keimfähigkeit [%] von Petersilie nach 10, 16 und 21 Tagen (im Rahmen der Pathogenprüfung), Vakuum-Sattdampfbehandlung 2006

Pathogenuntersuchung

Auffällig war 2005 eine starke Reduktion von *A. radicina* und *Alternaria* spp. durch die Behandlungsvarianten mit Vakuum-Sattdampf. Wurzelverbräunungen traten an beiden behandelten Varianten ebenfalls deutlich reduziert auf. Gegen *Septoria petroselini* zeigte sich nur bei der Anzahl der Sporen durch die Behandlung mit 70/0,5 eine Wirkung (s. Tab. 157).

Tab. 157 Wirkungsgrad [%] der Saatgutbehandlung an Petersilie und Anteil [%] brauner Wurzeln und abgestorbener Keimlinge, Vakuum-Sattdampfbehandlung 2005 (keine statistische Verrechnung)

2005	Befall / [Wirkungsgrad] und Anteil (in %)		
Pathogene	UK	60/1	70/0,5
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	42	14	1
[Wirkungsgrad]		[66]	[99]
<i>Alternaria radicina</i>	65	13	2
[Wirkungsgrad]		[80]	[96]
<i>Septoria petroselini</i> / Pyknidien	8	16	19
[Wirkungsgrad]		[0]	[0]
<i>Septoria petroselini</i> / Sporenzahl	51	58	0
[Wirkungsgrad]		[0]	[100]
Anteil brauner Wurzeln	47	10	0
abgestorbene Keimlinge	7	2	0

Der Unterschied der Wirkung der Behandlung mit Vakuum-Sattdampf ist auch optisch erkennbar (hier im Foto auf Filterpapier, Abb. 171)

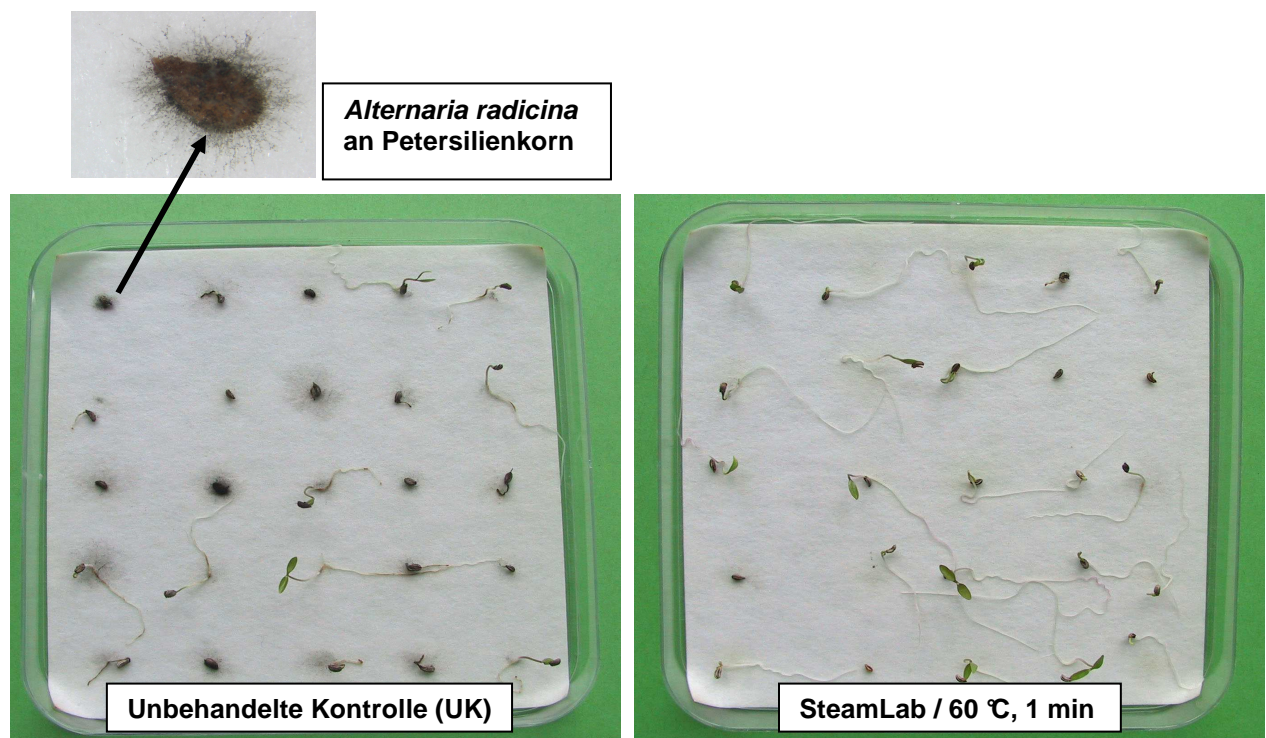


Abb. 171 Petersilienkeimlinge auf Filterpapier (links UK, rechts SteamLab mit 60°C/1min)

Im Versuch 2006 zeigte sich sowohl bei den kettenförmigen *Alternarien* als auch bei *Alternaria radicina* ein deutlicher Effekt durch die Behandlungsparameter 60°C/1min. Der Wirkungsgrad der Behandlung lag hier weit über 90%. Auf *Septoria petroselini* zeigte die Behandlung dagegen keine Wirkung. Der Anteil an braunen Wurzeln reduzierte sich durch die Behandlung von 28 auf knapp 3% (s. Tab. 158).

Tab. 158 Saatgutbefall, Anteil brauner Wurzeln und Wirkungsgrad [%] an Petersilie, Vakuum-Sattdampfbehandlung 2006 (keine statistische Verrechnung)

2006	Befall / [Wirkungsgrad der Behandlung] in %	
Pathogene	UK	60/1
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	56,3	0,3
[Wirkungsgrad]		[99,5]
<i>Alternaria radicina</i>	64,0	1,3
[Wirkungsgrad]		[97,9]
<i>Septoria petroselini</i>	13,7	17,0
[Wirkungsgrad]		[0]
Anteil brauner Wurzeln	28,0	2,7

3.5.3.3 Ergebnisse Koriander

Keimfähigkeit

Während die Behandlung mit den Parametern 70 °C und 0,5 min (70/0,5) die Keimfähigkeit im Vergleich zur Kontrolle (UK) sogar leicht erhöhte, wurde sie durch die Einstellung 80 °C und 1 min (80/1) auf 0% reduziert (s. Abb. 172).

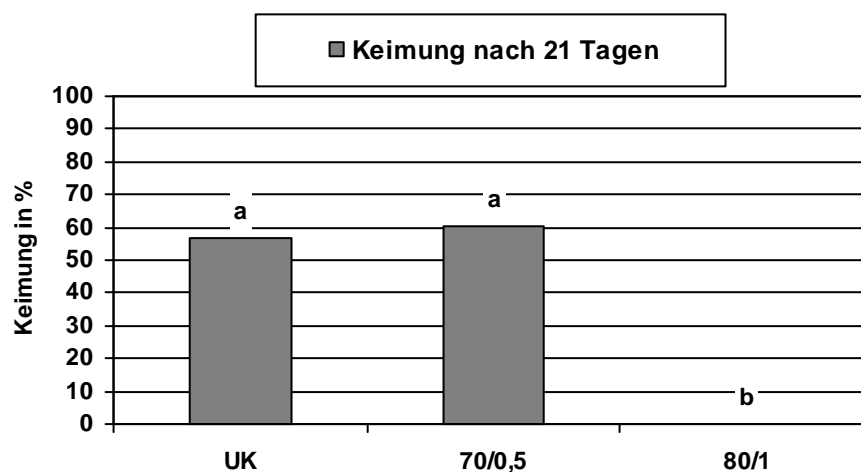


Abb. 172 Keimfähigkeit [%] von Koriander (nach ISTA-Vorschrift), Vakuum-Sattdampfbehandlung 2005 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey, $p \leq 0,05$)

Pathogenuntersuchung

Durch beide Behandlungsvarianten wurde der Saatgutbesatz mit *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* deutlich reduziert. Während der Wirkungsgrad hier bei der Variante 70/0,5 bei 96,8% lag, erzielte die Variante 80/1 100%. Der Wirkungsgrad der Behandlung gegenüber anderen Bakterien lag bei beiden Varianten bei 100% (s. Abb. 173).

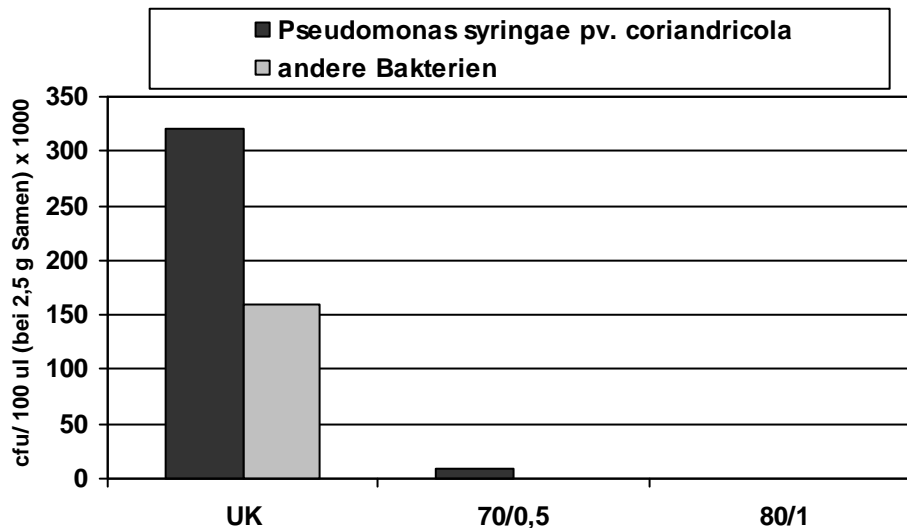


Abb. 173 Saatgutbefall [Anzahl cfu/100 µl (bei 2,5 g Samen x 10³)] an Koriander, Vakuum-Sattdampfbehandlung 2005 (keine statistische Verrechnung)

3.5.3.4 Zusammenfassung

An Petersilie und Koriander wurde das Verfahren der Vakuum-Sattdampf-Behandlung (SteamLab) hinsichtlich der Wirkung auf die Keimfähigkeit und den Pathogenbefall am Saatgut geprüft.

Die Behandlungsparameter bei Petersilie 60°C/1min (2005 u. 2006) und 70°C/0,5min (2005) hatten keinen Einfluss auf die Keimfähigkeit. Laut Keimfähigkeitstest im Rahmen der Pathogenuntersuchung bewirkte 2005 die Behandlung mit 70°C/0,5min eine deutliche Reduzierung.

Die Behandlungen erzielten hohe Wirkungsgrade auf die Pathogene am Saatgut, besonders gegen *Alternaria* spp. und *A. radicina*. Auch der Anteil brauner Wurzeln wurde durch eine Behandlung mit Vakuum-Sattdampf reduziert. Gegenüber dem Pathogen *Septoria petroselini* konnte keine Wirkung nachgewiesen werden.

Bei Koriander wurden die Behandlungsparameter 70°C/0,5min und 80°C/1min geprüft. Die Behandlungsvariante 80/1 bewirkte eine starke Keimreduzierung. Der Pathogenbefall mit *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* und anderen Bakterien wurde durch beide Behandlungsvarianten deutlich vermindert.

3.5.3.5 Fazit

Das Verfahren der Vakuum-Sattdampfbehandlung stellt eine interessante weitere Möglichkeit der physikalischen Saatgutbehandlung dar. Erste positive Ergebnisse sprechen für eine weitergehende Prüfung an unterschiedlichen Kulturen und Pathogenen.

3.5.4 Vergleich verschiedener Behandlungsverfahren an Petersilie

Versuchsfrage:

Vergleich der Wirksamkeit der Behandlungsverfahren und Einfluss auf die Keimfähigkeit bei Petersilie.

3.5.4.1 Material und Methoden

Getestet wurden jeweils 300 Korn/Variante auf Filterpapier. Der Ansatz des Versuches erfolgte am 30.05.2006, die Auswertung vom 07. – 15.06.2006. Es kamen folgende (physikalische) Verfahren zum Einsatz:

Tab. 159 Behandlungsverfahren bei Petersilie, Modellversuch 2006

Verfahren	Einstellungsparameter	Abkürzung
Unbehandelte Kontrolle	-	UK
Serenade (Pflanzenstärkungsmittel)	-	Serenade
Vakuum-Sattdampfbehandlung	60 °C / 1 min	VS 60/1
Heißwasserbehandlung	50 °C / 20 min	HW 50/20
Elektronenbehandlung	100 kV / 24 kGy	Eb 100/24

3.5.4.2 Ergebnisse

Keimfähigkeit

Die Keimprüfung zeigte nach 10 und 14 Tagen eine auffallende Reduktion der Keimfähigkeit durch die Heißwasserbehandlung, während alle anderen Varianten keinen Einfluss erkennen ließen.

Keimfähigkeit (KF in %) von Petersilie nach 10 und 16 Tagen

	gekeimte Samen [%]	
	nach 10 Tagen	nach 16 Tagen
Unbehandelte Kontrolle	78	84
Serenade	76	84
Vakuum-Sattdampf 60/1 min	72	87
HW 50/20	26	48
Eb100/24	75	82

Die Behandlung mit dem Pflanzenstärkungsmittel Serenade erzielte bei allen identifizierten Pathogenen eine Wirksamkeit, auch wenn diese von den physikalischen Maßnahmen vereinzelt höher lag. So zum Beispiel erzielte die Vakuum-Sattdampfbehandlung auf die kettenförmigen *Alternarien* eine Reduzierung des Befalls um 99,5%, gefolgt von der Heißwasserbehandlung mit 98,8%. Auf das Pathogen *Alternaria radicina* erzielte die Heißwasserbehandlung mit 100% die höchste Wirksamkeit, dicht gefolgt von der Vakuum-Sattdampfbehandlung mit 97,9%. Dafür konnte bei diesen zwei Verfahren und bei der Elektronenbehandlung keine Wirkung auf das Pathogen *Septoria petroselini* nachgewiesen werden (s. Tab. 160).

Tab. 160 Pathogenbefall und Wirkungsgrad bei verschiedenen Behandlungsverfahren (in %) bei Petersilie, Modellversuch 2006

	Befall und [Wirkungsgrad] (in %)				
	UK	Serenade	Vakuum-Sattdampf 60/1	HW 50/20	Eb 100/24
<i>Alternaria</i> (kettenförmig)	56,3	14,3	0,3	0,7	16,3
[Wirkungsgrad]		[74,6]	[99,5]	[98,8]	[71,0]
<i>Alternaria radicina</i>	64,0	51,0	1,3	0	24,0
[Wirkungsgrad]		[20,3]	[97,9]	[100]	[62,5]
<i>Septoria petroselini</i>	13,7	11,7	17,0	17,7	15,7
[Wirkungsgrad]		[14,5]	[0]	[0]	[0]
Anteil brauner Wurzeln	28,0	27,0	2,7	0,3	14,0

3.5.4.3 Zusammenfassung

Bestätigt wurde die gute Wirksamkeit der Vakuum-Sattdampf- und Heißwasserbehandlung gegen *Alternaria radicina* an Petersilie. Die Elektronenbehandlung zeigte gegen dieses Pathogen eine nicht ausreichende Wirkung. Während vorhergehende Versuche eine niedrige Wirksamkeit von Vakuum-

Sattdampf und Elektronenbehandlung gegen *Septoria petroselini* vermuten ließen, war die schlechte Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung erstaunlich. Diese Variante zeigte auch auffallend schlechte Keimraten im Vergleich zu den anderen Varianten.

3.5.5 Heißwasserbehandlung

Versuchsziel:

Optimierung der Behandlungsparameter bei der Heißwasserbehandlung hinsichtlich der Keimfähigkeit nach der Behandlung.

3.5.5.1 Material und Methoden

Um sich einer Optimierung des Verfahrens anzunähern, wurden an verschiedenen Kulturen unterschiedliche Einstellungsparameter getestet. In Tabelle 161-164 sind die geprüften Kulturen mit den entsprechenden Einstellungsparametern und deren Wirkung auf die Keimfähigkeit aufgeführt.

3.5.5.2 Ergebnisse

Hinsichtlich der Keimfähigkeit wirkten sich die Einstellungsparameter 53°C/20min bei Anis, Fenchel und Kümmel negativ aus. Bei Koriander wurde die Keimfähigkeit schon durch die Parameter 53°C/10min deutlich reduziert. Bei 50°C/20min keimte Koriander dagegen gut. Die Keimfähigkeit von Fenchel blieb bei den Parametern 48°C bzw. 50°C/10min gut erhalten. Kümmel reagierte auf 50°C/1 min unempfindlich (s. Tab. 161-164).

Tab. 161 Heißwasserbehandlungsparameter an Fenchel, Testreihe 2004/2005 (die statistische Gruppe a entspricht hierbei einer niedrigen Keimfähigkeit, Tukey 0,05)

HW-Varianten	Kultur (Sorte)	Signifikanz der KF	Wirkung
48°C / 10 min	Fenchel (Berfena)	d	+
48°C / 20 min	Fenchel (Berfena)	c	
50°C / 10 min	Fenchel (Berfena)	d	+
50°C / 20 min	Fenchel (Berfena)	b	
53°C / 10 min	Fenchel (Berfena)	b	
53°C / 20 min	Fenchel (Berfena)	a	-

+ = im Vergleich zu den anderen Varianten gute Keimfähigkeit

- = im Vergleich zu den anderen Varianten schlechte Keimfähigkeit

Tab. 162 Heißwasserbehandlungsparameter an Kümmel, Testreihe 2004/2005 (die statistische Gruppe a entspricht hierbei einer niedrigen Keimfähigkeit, Tukey 0,05)

HW-Varianten	Kultur (Sorte)	Signifikanz der KF	Wirkung
48°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2004)	de	+
48°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2004)	c	
50°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2004)	e	+
50°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2004)	de	+
53°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2004)	de	+
53°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2004)	cd	
48°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2001)	b	
48°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2001)	b	
50°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2001)	b	
50°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2001)	b	
53°C / 10 min	Kümmel (Sprinter 2001)	b	
53°C / 20 min	Kümmel (Sprinter 2001)	a	-

+ = im Vergleich zu den anderen Varianten gute Keimfähigkeit
 - = im Vergleich zu den anderen Varianten schlechte Keimfähigkeit

Tab. 163 Heißwasserbehandlungsparameter an Koriander, Testreihe 2004/2005 (die statistische Gruppe a entspricht hierbei einer niedrigen Keimfähigkeit, Tukey 0,05)

HW-Varianten	Kultur (Sorte)	Signifikanz der KF	Wirkung
48°C / 10 min	Koriander (Jantar)	bc	
48°C / 20 min	Koriander (Jantar)	ab	
50°C / 10 min	Koriander (Jantar)	abc	
50°C / 20 min	Koriander (Jantar)	c	+
53°C / 10 min	Koriander (Jantar)	a	-
53°C / 20 min	Koriander (Jantar)	abc	

+ = im Vergleich zu den anderen Varianten gute Keimfähigkeit
 - = im Vergleich zu den anderen Varianten schlechte Keimfähigkeit

Tab. 164 Heißwasserbehandlungsparameter an Anis, Testreihe 2004/2005 (die statistische Gruppe a entspricht hierbei einer niedrigen Keimfähigkeit, Tukey 0,05)

HW-Varianten	Kultur (Sorte)	Signifikanz der KF	Wirkung
48°C / 10 min	Anis	b	
48°C / 20 min	Anis	b	
50°C / 10 min	Anis	b	
50°C / 20 min	Anis	b	
53°C / 10 min	Anis	b	
53°C / 20 min	Anis	a	-

+ = im Vergleich zu den anderen Varianten gute Keimfähigkeit
 - = im Vergleich zu den anderen Varianten schlechte Keimfähigkeit

3.5.5.3 Zusammenfassung

Schlussfolgernd zu dieser Versuchsreihe lässt sich sagen, dass sich eine hohe Temperatur (53 °C) vor allem in Kombination mit einer langen Einwirkungszeit (20 min) negativ auf die Keimfähigkeit der geprüften Arten auswirkt. Eine Temperatur von 50 °C und niedriger wird von den Kulturen dagegen deutlich besser toleriert.

3.5.6 Fazit Modellversuche

Die Modellversuche zeigen interessante Ansätze zur Wirksamkeit verschiedener Saatgutbehandlungen an verschiedenen Kulturen und im Vergleich der Behandlungsmethoden untereinander.

Die Elektronenbehandlung verursachte bei Kümmel keine Reduktion der Keimfähigkeit, wohl aber bei Petersilie. Die Wirksamkeit der Elektronenbehandlung auf pilzliche Schaderreger war bei Kümmel und Petersilie gegeben. Hohe Wirkungsgrade wurden beispielsweise gegen *A. radicina* an Petersilie erzielt. Ausnahme: *Septoria petroselini* – hier konnte keine oder nur eine sehr geringe Wirkung festgestellt werden. Der Bakterienbesatz an Kümmel wurde stark reduziert, wobei 100% Wirkungsgrade nur von den höchsten Parametern erreicht wurde. Die Parameter 105/12, 105/24 und 115/12 zeigten insgesamt die besten Wirkungsgrade bei Kümmel.

Die Heißwasserbehandlung verhält sich in den Modellversuchen sehr indifferent. Während gute Wirkungsgrade erzielt wurden, besonders gegen *Septoria petroselini* treten immer wieder starke Reduktionen der Keimfähigkeit auf. Die gute Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung gegen pilzliche und bakterielle Schaderreger am Saatgut, wird für eine eindeutige Empfehlung an die Praxis zu oft von einer starken negativen Auswirkung auf die Keimfähigkeit begleitet. Tendenziell sind es die niedrigeren Temperaturen bis 50 °C, die von Anis, Kümmel, Koriander und Fenchel besser vertragen werden.

Die sehr variablen Ergebnisse sprechen für die Notwendigkeit einer jeweils saatgutpartiespezifischen Optimierung der Behandlungsparameter.

Die Vakuum-Sattdampfbehandlung zeigte bei Petersilie sehr gute Ergebnisse und sollte in weiteren Versuchsanlagen unbedingt weiter geprüft werden. An Petersilie wurde eine gute Wirksamkeit gegen *A. radicina* festgestellt. Gegen *Septoria petroselini* konnten keine ausreichenden Wirkungsgrade festgestellt werden.

Insgesamt bleibt die Heißwasserbehandlung das wirksamste Mittel gegen *S. petroselini*. Während die Wirkung gegen *A. radicina* durch die Elektronenbehandlung und Vakuum-Sattdampfbehandlung tendenziell besser ist. Eine Wirkung gegen Bakterien scheint bei allen physikalischen Maßnahmen gegeben zu sein, allerdings in manchen Fällen nicht ausreichend.

3.6 Anisanbau im Praxisbetrieb

3.6.1 Untersuchungsergebnisse des verwendeten Saatgutes

In folgender Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse des Ausgangssaatgutes aufgeführt.

Tab. 165 Parameter des verwendeten Saatgutes aus dem Praxisanbau 2005

Herkunft	Eigenvermehrung Agrimed Hessen
Keimfähigkeit	63 %
Pathogenbesatz % (auf Filter)	
<i>Alternaria</i> spp. kettenförmig	88
<i>Cladosporium</i> spp.	7
<i>Gonatobotrys</i> spp.	10
<i>Epicoccum</i> spp.	12
<i>Alternaria radicina</i>	21
<i>Fusarium</i> spp.	2
<i>Phoma</i> spp.	2
<i>Itersonilia</i> spp.	23

3.6.2 Bestandesentwicklung

Die Bonitur der Bestandesentwicklung von Anis im Praxisbetrieb zeigte folgenden Entwicklungsverlauf:

Tab. 166 Bestandesentwicklung im Anbaujahr 2005

Aufgang	28.04.2005
Blühbeginn	25.06.2005
Vollblüte	12.07.2005
Kornreifung	01.08.2005 (grüne Körner, Hauptdolde beginnt zu bräunen)

Feldaufgang

Als Aufgang wurde sowohl die Pflanzenzahl/lfd. Meter festgehalten, als auch die Pflanzenzahl/qm berechnet. Die durchschnittliche Pflanzenzahl/lfd. Meter lag im Praxisbetrieb bei 150 Pflanzen, die der durchschnittlichen Pflanzenzahl/qm bei 501 Pflanzen(s. Tab. 167).

Tab. 167 Aufgang von Anis im Praxisbetrieb 2005

Auszähltermin 31.5.2005	Pflanzenzahl/lfd. Meter	Pflanzenzahl/qm
1. Stelle	124	413
2. Stelle	120	400
3. Stelle	170	566
4. Stelle	188	626

Bonituren

An folgenden Boniturterminen wurden nachstehende Entwicklungsstadien festgehalten:

31.05.2005:

2. Fiederblattpaar, äußere Reihen mit 7 cm sehr klein 7 und innere Reihen mit 14-15 cm sehr viel stärker
mittlerer - bis starker Unkrautbesatz in der Reihe keine Schädlinge zu finden und nur sehr vereinzelt kranke Pflanzen

12.07.2005:

Vollblüte, keine Schädlinge, vereinzelt verbräunte schwarze Dolden

Erntetermin:

18.08.2005 Pflanzen ca. 40 cm, keine Blätter mehr

Die Entwicklung des Anisbestandes im Praxisanbau soll anhand einiger Bilder verdeutlicht werden.



Abb. 174 Anisbestand Anfang Mai



Abb. 175 Anisbestand Mitte Mai



Abb. 176 Anisbestand Mitte Mai: geschwächte Entwicklung der Außenreihe (möglicherweise Bodenverdichtungen durch Pflügen)



Abb. 177 Anisbestand, Bestandesentwicklung Ende Mai



Abb. 178 Anisbestand kurz vor der Ernte (11.08.2005)



Abb. 179 Schadsymptome im Anisbestand: Blattchlorosen (li) und Blattflecken (re)

3.6.3 Ertrag

Der Kornertrag im Praxisbetrieb ergab 1,2 t/ha an getrockneter, nicht aufbereiteter Ware.

3.6.4 Untersuchungsergebnisse des Erntegutes

Der Bestand wurde an zwei Terminen beprobt. Die erste Probennahme erfolgte Anfang August, die zweite Probennahme zum eigentlichen Erntetermin Mitte August. Die Auswertung der Qualitätsuntersuchungen ergab eine deutlich höhere Keimfähigkeit zum zweiten Erntetermin hin. Der Ätherisch Öl-Gehalt nahm mit zunehmender Abreife ebenfalls zu (s. Tab. 168).

Tab. 168 Untersuchungsergebnisse des Erntegutes von zwei Probennahmeterminen, Praxisanbau 2005

Probennahmetermin	01.08.2005 (EZ 1)	16.08.2005 (eigentlicher Erntetermin = EZ 2)
TS-Gehalt des Korns [%]	41,4	69,7
Wassergehalt [%]	58,6	30,3
Ätherisch Öl-Gehalt [ml/100 g TS]	3,7	4,8
Keimfähigkeit (KF in %)	52	82

Pathogenuntersuchungen

An den Keimlingen trat an braunen Wurzeln oder Keimblättern mit braunen Flecken Bakterien Schleim aus. Auffällig ist die Verschiebung des Befalls mit *Cladosporium* spp. und *Alternaria* spp (kettenförmig) von einem Erntezeitpunkt zum nächsten (s. Tab. 169). Der Befall mit *Itersonilia perplexans* war zum zweiten Erntezeitpunkt (EZ 2) höher als zum ersten Erntezeitpunkt (EZ 1, s. Tab. 170).

Tab. 169 Ergebnisse der Pathogenuntersuchung von zwei Erntezeitpunkten (EZ 1 und EZ 2), Erntegut aus Praxisanbau 2005

Variante	Anzahl Keimlinge	Verkrüppelte Keimlinge	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp. kettenf.	<i>Epicoccum</i> spp.
EZ 1	160	23	100	85	70
EZ 2	179	26	47	100	41

Die Untersuchung wurde auf Filter ohne Oberflächendesinfektion durchgeführt

Tab. 170 Pathogenbesatz und Keimung [%] des Erntegutes von Anis an zwei Erntezeitpunkten (EZ 1 und EZ 2), Praxisanbau 2005

Pathogenbesatz [%]	EZ 1	EZ 2
<i>Gonatobotrys</i> spp.	8	13
<i>Stemphylium</i> spp.	1	0
<i>Fusarium</i> spp.	6	5
<i>Itersonilia perplexans</i>	3	11
<i>Phoma</i> spp.	1	2
<i>Cercospora</i> spp.	0	3
<i>Verticillium dahliae</i>	4	6
Bakterien	0	6
Keimung [%] nach 7 Tagen	29	56
Keimung [%] nach 14 Tagen	54	58

3.6.5 Bodenuntersuchungsergebnisse

Die Probenahme erfolgte zu Kulturbeginn am 10.05.2005. In der folgenden Tabelle sind die Nährstoffgehalte des untersuchten Bodens aufgeführt.

Tab. 171 Nährstoffgehalte des untersuchten Bodens, Praxisbetrieb 2005

Probe	Tiefe	pH-Wert	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g	Mg mg/100 g	Org. Substanz %
1	0-30	7,0	15	27	17,8	3,7
2	0-30	7,2	4	13	16,4	3,3
3	30-60	7,5	7	11	16,9	1,7
4	30-60	7,5	2	13	15,9	1,8

- Kalkversorgung: optimal
- Phosphorversorgung: niedrig bis sehr niedrig
- Kaliumversorgung: niedrig (Unterboden) bis hoch
- Magnesiumversorgung: sehr hoch

Die ermittelten Stickstoffgehalte im Boden sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tab. 172 Stickstoffgehalte des untersuchten Bodens, Praxisbetrieb 2005

Probe	Tiefe	NO ₃ -N kg/ha	NH ₄ -N kg/ha
1	0-30	57	2
2	0-30	12	1
3	30-60	32	1
4	30-60	51	1

3.6.6 Fazit

Der warme und trockene Standort bietet gute Voraussetzung für den Anbau von Anis unter zu Hilfenahme von Bewässerung. Der Hackaufwand zu Unkrautregulierung ist sehr hoch. Eventuell kann über eine dichtere Bestandesführung (25 cm Reihenabstand) und weiterentwickeltes Unkrautmanagement (Abflammen im Voraufbau, Striegeln im Voraufbau innerhalb der ersten 8 Tage) Einfluss genommen werden. Die frühe Saat stellte sich als günstig heraus. Die Blüte lag in niederschlagsarmer Zeit, mit wenig Wanzenflug und geringem Infektionsdruck mit pilzlichen Schaderregern. Die Variation des Erntetermins zeigte höhere Ätherisch Ölgehalte bei späterer Ernte. Trotz hohem Ausgangsbefall am Saatgut ergab sich ein geringer Infektionsdruck im Bestand. Der schnelle Abreifeprozess war für die Qualität des Saatgutes und der Rohware günstig. Die spätere Ernte erbrachte eine leicht höhere Besiedelung mit pilzlichen und bakteriellen Schaderregern. Die Keimfähigkeit war nur leicht höher bei späterem Erntetermin.

Der Einfluss der Witterung zur Blüte ist ein entscheidender Faktor für die Qualität von Saatgut und Rohware. Die geringen N_{\min} -Gehalte waren für ein gutes Ertragsniveau ausreichend und führten zu eher dünnen Beständen ohne Lagerneigung und ohne hohen Befallsdruck mit Blattkrankheiten.

3.7 Gegenüberstellung ursprünglich geplanter und erreichter Ziele

Ziel: Untersuchung verschiedener Saatgutpartien

Verschiedene Saatgutpartien aus vorwiegend ökologischer Vermehrung wurden auf Schaderregerbefall untersucht. Mit den Untersuchungen konnte ein Überblick über die Saatgutqualitäten gewonnen werden und Versuchspartien mit ausreichendem natürlichem Befall generiert werden.

Ziel: Durchführung von Saatgutbehandlungsversuchen bei Arznei- und Gewürzpflanzen zur Verbesserung der Saatgutqualität

Zu den fünf Modellkulturen wurde eine Vielzahl an Versuchen mit unterschiedlichen Behandlungsmethoden an zwei Standorten durchgeführt. Die Versuche wurden parallel im Modell- und Freilandversuch angelegt. Es konnten somit umfangreiche Kenngrößen für die Behandlungsmaßnahmen erarbeitet werden, die der Praxis als Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt werden können. Da es sich bei den Schaderregern am Saatgut vielfach um noch weitgehend unerforschte Pathosysteme handelt, war eine eindeutige schaderregerorientierte Auswertung der Versuche nicht möglich. Eine Verbesserung der Saatgutqualität durch eine Saatgutbehandlung ist vorwiegend in der Reduktion der Schaderreger am Saatgut zu sehen. Eine Verbesserung der Keimfähigkeit durch die Saatgutbehandlung konnte nur in Einzelfällen erreicht werden.

Ziel: Prüfung des Einflusses pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Saatgutqualität

Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Variation des Erntezeitpunktes. Es wurde festgestellt, dass für die Produktion von Saatgut nicht unbedingt dieselben Erntetermine wie für die Produktion von Rohware günstig sind. Der Themenbereich bietet interessante Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Saatgutqualität im Bereich Keimfähigkeit, Reinheit und Gesundheit.

Ziel: Prüfung des Einflusses der Erntetechnik und Aufbereitung auf die Saatgutqualität

Da es sich bei den Modellkulturen um Doldengewächse handelt, deren Samen aus zwei Spaltfrüchten bestehen, wurde der Aspekt der Teilfrüchtigkeit in Bezug zur Saatgutqualität als vorrangiges Arbeitsziel gesehen. Es konnte aufgezeigt werden, dass sich ein später Erntetermin negativ auf den Spaltfruchtanteil des Erntegutes auswirkt. Für Koriander und Fenchel kann von einem schnelleren Keimbeginn der einzelnen Teilfrüchte ausgegangen werden. Weitere negative Auswirkungen der Teilfrüchte auf die Saatgutqualität konnten nicht nachgewiesen werden. Weitere Versuche zur Ernte- und Aufbereitungstechnik wurden nicht berücksichtigt. In diesem Bereich ist der Forschungsbedarf weiterhin sehr hoch.

Ziel: Erstellung eines Leitfadens zur Saatgutgesundheit

In Kooperation mit dem FibL e.V. wurden die wichtigsten Ergebnisse aus der Versuchsarbeit in den Leitfaden Saatgutgesundheit Gemüse des FibL eingearbeitet.

Ziel: Saatgutpillierung zur Verbesserung der Saatgutqualität

An Petersilie und Kümmel wurden Saatgutpillierung getestet und auf ihre Leistungsfähigkeit gegenüber samenbürtigen Schaderregern geprüft. Zum Einsatz kamen keine auf Kultur und Schaderreger adaptierten Spezialpillierungsmedien. Die verwendeten Pillierungsmassen bewirkten keine Verbesserung der Saatgutqualität. In diesem Bereich ist der Forschungsbedarf weiterhin sehr hoch.

4 NUTZEN UND VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE

4.1.1 Leitfaden

Der Leitfaden Saatgutgesundheit ist über das FiBL e.V. erhältlich: www.fibl.org

4.1.2 Veröffentlichungen

Blum, H., Fausten, G. 2005: Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, Projektvorstellung, Einführung in die Problematik, Vortrag anlässlich der Anbauerschulung Heil- und Gewürzpflanzen des DLR Rheinpfalz, 2005

Fausten, G., 2006: Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, Vorstellung erster Ergebnisse aus den laufenden Projektarbeiten, Vortrag anlässlich der Anbauerschulung Heil- und Gewürzpflanzen des DLR Rheinpfalz, 2006

Blum, H. 2006: Elektronenbehandlung von Arznei- und Gewürzpflanzensaatgut, Vortrag anlässlich der Anbauerschulung Heil- und Gewürzpflanzen des DLR Rheinpfalz, 2006

Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Jahn, M., Gärber, U., Aedtner, I., 2006
Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, Posterbeitrag auf der Gartenbauwissenschaftlichen Jahrestagung, 2006, Potsdam, Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft e. V.

Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Jahn, M., Gärber, U., Aedtner, I., 2006
Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau durch physikalische Saatgutbehandlungsmethoden
Posterbeitrag auf der 49. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Rostock

Blum, H., Nega, E, 2007: Leitfaden Saatgutgesundheit, FiBL (Hrsg.)

Blum, H., Aedtner, I. 2006: Saatgutqualität im Blick. Bioland 1/2006, 14

Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Jahn, M., Gärber, U., Aedtner, I., 2004
Improvement of seed quality of medicinal plants and herbs in organic farming, Posterbeitrag, World Conference on Organic Seeds, Rome 2004

Nega, E., Blum, H., Fausten, G., Jahn, M., Gärber
Untersuchungen zur Verbesserung der Saatgutgesundheit, Posterbeitrag zur 55. Deutschen Pflanzenschutztagung 2006, Göttingen

Nega, E., Blum, H., Fausten, G.: Regulierungsmöglichkeiten von saatgutübertragbaren Krankheiten an Kümmel, Informationsveranstaltung Saatgutgesundheit, 31.01.2007, FiBL Frankfurt

Fausten, G., Blum, H., Nega, E. 2007: Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, Informationsveranstaltung Saatgutgesundheit, 31.01.2007, FiBL Frankfurt

Blum, H., Fausten, G. 2005+2006

Präsentation der Versuchsanlagen sowie Informationen zum Vorhaben anlässlich der Feldtage Heil- und Gewürzplanzen am DLR Rheinpfalz

5 ZUSAMMENFASSUNG

In dem BÖL-Vorhaben „Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau“ wurde das Saatgut als ein wichtiger Produktionsfaktor des ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus näher beleuchtet.

Die Praxis ist mit einer Vielzahl von Problemen konfrontiert, die teilweise aus der schlechten Verfügbarkeit anbaurelevanter Sorten aus ökologischer Vermehrung resultieren, aber auch aus oft unzureichenden Saatgutqualitäten. Trotz Anstrengungen der Vermehrungsbetriebe bzw. der Saatguthändler ergeben sich viele Probleme mit schlechten Saatgutqualitäten, oftmals auch aus der artspezifischen Keimbilogie heraus. Zu witterungsabhängigen Faktoren bei der Samenausbildung, Dormanzen oder schlechter Triebkraft fehlt oft wichtiges Grundlagenwissen.

Gegenstand des Vorhabens waren die Problembereiche: Keimfähigkeit, Triebkraft und Saatgutgesundheit.

Keimfähigkeit: Unter den vielen Einflussfaktoren, welche die Keimfähigkeit beeinflussen (Tausendkornmasse, Aufbereitungs- und Reinheitsgrad, usw.) wurden die Faktoren Erntezeitpunkt des Saatgutes und Saatgutgesundheit ausgewählt.

Triebkraft/Feldaufgang: Die Triebkraft ist neben dem Leistungspotential des Samens extrem von äußeren Faktoren abhängig (Bodenzustand, Bodenfeuchte- und temperatur, usw.). Geprüft wurde, inwieweit die Triebkraft durch eine Saatgutbehandlung gesteigert werden kann.

Saatgutgesundheit: Sowohl für Auflaufkrankheiten wie auch für Primärinfektion in Bestand ist eine Reihe von Schaderregern verantwortlich. Bei vielen Pathogenen ist weder die Samenbürtigkeit noch der Infektionsverlauf bekannt. Für die Versuchsarbeiten wurde sich auf einige relevanten Pathogene beschränkt. Zur Regulierung der Pathogene am Saatgut wurden verschiedene Behandlungsmethoden geprüft.

Die Versuchsarbeiten wurden mit den Modellkulturen Anis, Dill, Fenchel, Koriander und Kümmel durchgeführt.

Keimfähigkeit

Erntezeitpunkt:

Bei Anis, Fenchel, Koriander und Kümmel wurden interessante Ansätze deutlich, wie über die Variation des Erntetermins Einfluss auf die Keimfähigkeit, Saatgutgesundheit, den Saatgutertrag und Anteil an Bruchkörnern genommen werden kann.

Bei längerer Standdauer nimmt der Sekundärbefall einiger Pathogene stark zu (beispielsweise *Fusarium* spp., *Mycosphaerella anethi* und auch Schmutzpilze wie *Alternaria* spp.). Andere Pathogene verlieren mit dem zunehmenden Abtrocknen des Samens ihre optimale Lebensbedingungen (*Cladosporium* spp.).

Ein zunehmendes Ausreifen der Samen führt zu einem stärkeren Aufspalten der Früchte und damit zu einem höheren Bruchkornanteil im Erntegut. Daraus resultieren niedrigere Erträge (auch durch höheren Ausfall der Samen) zu den späten Ernteterminen.

Die Keimfähigkeit liegt im Optimum bei voller Ausreife des Samens und vor der Totreife.

Bei Fenchel beschreibt eine dunkelbraune Samenfarbe das optimale Druschstadium für die Samenproduktion.

Es wurde deutlich dass die Produktion von Saatgut nicht immer unbedingt mit einer qualitätsorientierten Produktion von Rohware parallel läuft.

Einer der wichtigsten Faktoren bei der Saatgutproduktion ist die Witterung zur Blüte und zur Ernte der Kultur.

Dies belegen auch die Beobachtungen eines ökologischen Anispraxisanbaus. Die niederschlagsarme Witterung während Blüte und Abreife führten zu einem erfolgreichen Produktionsverlauf.

Saatgutgesundheit:

Inwieweit ein hoher Pathogenbesatz am Saatgut für eine reduzierte Keimfähigkeit verantwortlich ist, lässt sich aus den durchgeführten Versuchen nicht eindeutig klären und wird für die einzelnen Pathogene getrennt auszuwerten sein.

Die Keimfähigkeit einer Saatgutpartie hängt u.a. vom Reinheitsgrad ab. Beides wird im Produktionsablauf des Saatgutes an mehreren Stellen entscheidend geprägt.

Der Ausgangspunkt für die Reinheit des Saatgutes wird im Vermehrungsbetrieb gelegt. Der Unkrautregulierung, bzw. Regulierung von Durchwuchs der Vorkulturen bis zur Samenernte kommt eine besondere Bedeutung zu. Je nach Kultur unterscheidet sich der Arbeitsaufwand bei der Erzeugung von Rohware von der Saatgutproduktion enorm (Beispiel Melisse). Mit der Erntetechnik wird ebenfalls Einfluss auf die Reinheit und die Keimfähigkeit genommen. Die Qualität der Erntetechnik beeinflusst beispielsweise den Anteil an Bruchkörnern, an Teilfrüchten oder auch an Doldenstielresten. In Versuchen mit Koriander konnte aufgezeigt werden, dass die Keimschnelligkeit der Spaltfrüchte höher ist, als bei ganzen Früchten. Der Feldaufgang war bei ganzen Früchten allerdings tendenziell besser. Allerdings konnte bei Koriander kein Einfluss des Spaltfruchtanteils auf den Ertrag oder den Krankheitsverlauf im Bestand nachgewiesen werden. Beim Mähdrusch von Fenchel wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen Mähwerkeinstellung und Ertrag nachgewiesen.

Triebkraft/Feldaufgang

Das Ziel eine bessere Triebkraft mit anschließend höherem Feldaufgang durch eine Saatgutbehandlung mit Pflanzenstärkungsmittel zu erzielen, konnte weitgehend nicht erreicht werden. Die in den Gefäßversuchen erzielte Erhöhung der Auflauftrate konnten meistens im Feldversuch nicht bestätigt werden. Nur in Einzelfällen wurde ein höherer Feldaufgang ermittelt (beispielsweise BioZell-2000B und Serenade bei Dill) der jedoch nicht über mehrere Versuchsjahre und nicht bei unterschiedlichen Kulturen bestätigt werden konnte.

Saatgutgesundheit

Die Regulierung von samenbürtigen Schaderregern am Saatgut konnte durch eine Saatgutbehandlung in vielen Fällen erreicht werden. Die Wirkungsgrade der Behandlungen liegen nur für die physikalischen Behandlungsmaßnahmen im tolerierbaren Bereich eines 100% Wirkungserfolges – jedoch bei weitem nicht in allen geprüften Fällen. Deutlich wurde die gute Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung gegen bestimmte Schaderreger an einzelnen Saatgutpartien. Nur in wenigen Fällen war die gute Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung allerdings nicht mit einer Reduktion der Keimfähigkeit verbunden. Die Elektronenbehandlung zeigte ebenfalls gute Wirkungsgrade wobei starke Minderungen der Keimfähigkeit nur bei extremen Behandlungsparametern auftraten.

Da das Ziel „gute Wirksamkeit bei gleich bleibender Keimfähigkeit“ auf jede Saatgutpartie abgestimmt werden musste, wurde eine Vielzahl an Modellversuchen parallel zu den Freilandversuchen durchgeführt.

Herausragende positive Ergebnisse lieferte beispielsweise die Heißwasserbehandlung bei Anis mit einem Wirkungsgrad von 100 % gegen *A. radicina*, *Phoma* spp., *Colletotrichum* spp. und *Itersonilia* spp. Die Behandlungsparameter lagen bei 48 und 50 ° C Temperatur und 20 Minuten Behandlungsdauer.

Bei Fenchel wurde mit der Heißwasserbehandlung 50 °C/10 min. und 50 °C/20 min. und der Elektronenbehandlung 95 kV/20 kGy eine 100%ige Wirksamkeit gegen *A. radicina* und *Verticillium dahliae* und *Itersonila* spp. erreicht.

Bei der Regulierung von *Pseudomonas syr. pv. coriandricola* an Koriandersaatgut wurde nur durch die Heißwasserbehandlung (50 °C/20 min) optimale Ergebnisse erreicht. Bezüglich der Wirksamkeit war die Heißwasserbehandlung bei Kümmel ebenfalls die erfolgreichste Variante.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, dass der Bakterienbesatz am Saatgut von Koriander durch eine Saatgutbehandlung erfolgreich bekämpft werden kann. Damit wird das Risiko einer Erstinfektion eines Bestandes über das Saatgut reduziert. Die dreijährigen Feldversuche haben jedoch kein vermindertes Krankheitsauftreten im Bestandesverlauf und keine Ertragsteigerung durch einen reduzierten Befall am Saatgut aufzeigen können. Dieses Ergebnis verdeutlicht dass, die Saatgutgesundheit

nur ein Baustein unter den Infektionsfaktoren darstellt (andere Faktoren sind beispielsweise der Befall mit tierischen Schaderregern = Vektoren). Den größten Einfluss auf die Epidemiologie eines Pathogens hat sicherlich die Witterung.

Von Interesse für weitere Versuchsansätze waren die hohen Wirkungsgrade der Vakuum-Sattdampfbehandlung, der Saatgutbehandlung mit Wasserstoffperoxid und eine stark antagonistische Wirkung von Hefen in den Heißwasserbehandlungsvarianten.

Der Einsatz physikalischer Behandlungsmethoden sollte genau abgewogen werden.

- + Vorteile liegen in den guten Wirkungsgraden der Behandlungen bei einzelnen Schaderregern

- + Vorteile liegen auch in der Zulassung der geprüften Methoden im ökologischen Landbau.

- + Weiterhin sind keine zeit- und kostenintensiven Zulassungsverfahren möglich.

- Allerdings muß durch physikalische Behandlungen oft mit einer Reduktion der Keimfähigkeit gerechnet werden.

- Ferner sind für die Behandlungen hohe Kosten einzurechnen

- die Behandlungsparameter müssen für jede Behandlung und jede Saatgutpartie angepasst werden

- die Behandlung ist nicht in Eigenregie auf dem Betrieb durchführbar

Insgesamt wurde die Schwierigkeit deutlich, mit den vielen Unbekannten zu den einzelnen Pathosystemen und zu Vorgaben für die Versuchsmethodik (z.B. fehlende Boniturvorlagen, Symptombeschreibungen) zu arbeiten. Methodisch wurde u.a. die Beschreibung der Keimrate bei Spaltfrüchten beleuchtet. Bei Fenchel und Koriander ergaben sich beispielsweise große Unterschiede in der Keimrate unter Berücksichtigung der Doppelkeimer. Eine Verschiebung der Signifikanzverhältnisse konnte jedoch nicht beobachtet werden. Die Arbeit im Freiland steht unter dem starken Einfluss der Standort- und Klimafaktoren

Wichtiges Fazit für die Praxis: die dargestellten Ergebnisse sind sehr standortspezifisch zu sehen und müssen im Falle der Saatgutbehandlungen auf eine bestimmte Partie bezogen werden.

Für den Anbau ist es wichtig die Hauptkenngrößen der eigenen Saatgutpartien zu kennen (Keimfähigkeit, Reinheit, eventuell Triebkraft und der Befall mit samenbürtigen Pathogenen). Ein Betrieb kann darauf aufbauend prüfen, inwieweit die vorgestellten Ansätze im eigenen Betriebsablauf eine Verbesserung der Produktionsfaktoren mit sich bringen.

6 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UND WEITERFÜHRENDEN LITERATUR

AL-SHINAWI, TAHSIN, 1996: Dissertation Uni Göttingen: Untersuchung zur Epidemiologie von *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*, dem Erreger des bakteriellen Doldenbrandes an Koriander (*Coriandrum sativum* L.) und seiner Bekämpfung durch resistente Linie

BAROFFINO, CH. und HELLER, W., 2003: Petersilie – Anbau, Krankheiten und Behandlung, Der Gemüsebau/Le Maraicher 10/2003

BAYER AG, 1998: Erkennen und Bestimmen samenbürtiger Pilze. Sonderausgabe Pflanzenschutznachrichten, Bayer-Leverkusen

BEDLAN, G., 1988: Erstmaliger Nachweis von *Itersonilia perlexans* Derx. an Dill in Österreich, Pflanzenschutzberichte, Band 49, Heft 1

Blagovic, D., Yan, F. und Honermeier, B.: Wirkung von Saatzeitverzögerung, Bestandesdichte und Sorte auf den Fruchtertrag sowie auf den Gehalt und die Zusammensetzung des ätherischen Öls von Anis (*Pimpinella anisum* L.), 2006, Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18, 186-187

BLUM, H.: Abschlußbericht zum FNR-Vorhaben: Ökologische Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen, 2002-2004, organiceprints Nr.869

Bundessortenamt Hannover, 2005: Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gewürzpflanzen, Deutscher Landwirtschaftsverlag Hannover

CRÜGER, G., 1991: Pflanzenschutz im Gemüsebau, Ulmer-Verlag

DACHLER, M. und PELZMANN, H., 1999: Arznei- und Gewürzpflanzen, Agrarverlag

ELLIS, B. und ELLIS, J.P., 1997: Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook. Richmond Publishing C. Ltd

Ergebnisbericht 2005: „Feuchtheißluftbehandlung zur Reduzierung samenbürtiger Pathogene im ökologischen Landbau“, Förderkennzeichen: 01UM031

EVENHUIS, A. et al., 1999: Crop management and anthraknose development in caraway (*Carum carvi*), Netherlands Journal of Agricultural Science 47 (1999) 29-49

EVENHUIS, A., 1997: Effect of root injury on lesion development of caraway roots infected by *Mycocentrospora acerina*. European Journal of Plant Pathology, 103 537-544

EVENHUIS, A. et al., 1995: Studies on major diseases of caraway (*Carum carvi*) in the Netherlands, *Industrial Crops and Products* 4: 53-61

GABLER, J. et al., 2002: Krankheitsauftreten an Kümmel, Fenchel, und Dill am Standort Aschersleben, *ZAG*, 7. Jg.: 387-391

GABLER, J. und EHRIG, F., 2000: *Phomopsis diachenii* Sacc., ein aggressiver Krankheitserreger an Kümmel (*Carum carvi* L.) – Erstnachweis für Deutschland. *Zeitschrift Arznei- und Gewürzpflanzen*, 5. Jg. Ausgabe 1, 36-39

GABLER, J., 2001: Neue Erkenntnisse über die Doldenbräune des einjährigen Kümmels (*Carum carvi* L. var. *annum hort.*), *Zeitschrift Arznei- und Gewürzpflanzen*, 6 Jg. 115-119

GÄRBER, U., 2001: *Alternaria radicina* – Erreger einer Keimlingskrankheit an Kräutern, *Gemüse* 2/2001, S. 35-36

GÄRBER, U., NEGA, E., JAHN, M., 2007: *Alternaria radicina* an Petersilie (*Petroselinum crispum* L.) Schadwirkung und alternative Bekämpfungsmöglichkeiten, *Zeitschrift Arznei- und Gewürzpflanzen*, 12. Jg., Ausgabe 2/2007

GÄRBER, U. und Ulrich, R. 2003: Vergilbung in Schnittlauchbeständen, Posterbeitrag zur DGG-Tagung 2003, Freising, in: *BDGL Schriftenreihe Band 21*

GEORGE, E. und EGHBAL, R., 2003: *Ökologischer Gemüsebau*, Bioland Verlags GmbH

GRIESSLER, B., 1987: Interessante pilzliche Erkrankungen an Heil- und Gewürzpflanzen, *Pflanzenschutz*, Nr. 11, 3 Jg,

HAGNER-HOLLER, S., 2002: Dissertation Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, Auftreten und Biologie von *Septoria petroselini* (Desm.) an Petersilie (*Petroselinum crispum*)

HEEGER, E.F., 1989: *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus*, VEB deutscher Landwirtschaftsverlag

ISTA-guidelines for seed testing. In *Seed Sci, and Technol.* (1985) 13, Suppl. 1

KLEINHEMPEL, H., 1989: *Bakterielle Erkrankungen der Kulturpflanzen*, Springer Verlag

KREISELMEIER, J. und MAHLER, K., 2005: Falscher Mehltau (*Plasmopara crustosa*), an Petersilie. Hortigate

KOIKE, S. T., 2001: A Blight Disease of Dill in California Caused by *Itersonilia perplexans*, Plant Disease Vol. 85 No.7

KRETSCHMER, M., 1999: das Saatgutporträt: Fenchel, Gemüse 1/1999 S. 73

KRETSCHMER, M., 1998: Saatgutporträt Koriander, Gemüse 12/1998, S. 711

KRETSCHMER, M., 1999: Optimaler Keimtemperaturbereich und Dormanz bei Apiaceae Saatgut, Gemüse, Jg 35, Nr. 9

LAUN, N., 2001: *Septoria*-Blattfleckenkrankheit an Petersilie, Hortigate

LORENZ, K., 2006: Einfluss der Saatgut- Elektronenbehandlung auf samenbürtige Krankheitserreger, die Keimung und das Wachstum von Petersilie (*Petroselinum crispum*), Anis (*Pimpinella anisum*) und Koriander (*Coriandrum sativum*), Diplomarbeit FH Dresden

MIELKE, H. und SCHÖBER-BUTIN, B., 2004: Anbau und Pflanzenschutz nachwachsender Rohstoffe (Sonderkulturen), Koriander (*Coriandrum sativum*), Mitteilungen Biol. Bundesanstalt, 2004 (395), 83-88

MOHAN, S.K. und N.W. SCHAAD, 1987: Semiselective agar medium for isolating *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and pv. *phaseolicola* from bean seed. Phytopathology, 77, 1390-1395

MÜHLE, E., 1956: Die Krankheiten und Schädlinge der Arznei-, Gewürz- und Duftpflanzen

NEGA, E. et al, 2001: Zur Wirkung der Heisswasserbehandlung gegen samenbürtige Pathogene an Gemüsesaatgut, Gesunde Pflanze 53, Heft 6

PETZOLDT, S., 1989: Zur Biologie, Epidemiologie und Schadwirkung des Erregers der Blatt- und Stengelanthraknose (*Mycosphaerella anethi* Petr.) am Fenchel (*Foeniculum vulgare* Mill.) – 1. Mitteilung, Drogenreport, Jhg. 2, Ausgabe 3, S. 49-65

PLESCHER, A., 1997: Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Fenchel (*Foeniculum vulgare* spp. *vulgare* Mill.), Drogenreport 10. Jg., Heft 18

PLESCHER, A., 1953: Untersuchung zur Ursache und Bekämpfungsmöglichkeiten des Doldenbrandes bei Kümmel (*Carum carvi*) und anderen kultivierten Arznei- und Gewürzpflanzen der Familie Umbelliferae, Dissertation Humboldt-Universität

SALUPLANTA e. V. Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus, Band 3, 2007: Krankheiten und Schädigungen an Arznei- und Gewürzpflanzen, Hrsg. Saluplanta e. V.

STOVE Abschlussbericht 2006: Seed treatment for organic vegetable production, Projekt Nr.: QLK5-CT-2002-02239

TAUBENRAUCH, K., 2007: *Mycosphaerella anethi* – Befall an Fenchel, Vortrag anlässlich der FAH Arbeitstagung, 11. Juli 2007

TAUBENRAUCH, K., 2008: *Mycosphaerella anethi* – Befall an Fenchel, Vortrag anlässlich der Anbauerschulung, DLR Rheinpfalz, 23.01.2008

THIEDE, S. und BECKMANN, G., 2004: Mikroflora von Arzneipflanzen, ZAG, 9. Jg. Ausg. 3: 130-140

TOBEN, H-M., 1994: Die durch *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* hervorgerufene Doldenwelke an Koriander, Charakterisierung des Erregers und Strategien zur Bekämpfung. Dissertation Göttingen, 78-79

ULRICH, R., 2003: Blattflecken an Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*). Gemüse, 12/2003

ULRICH, R., 2004: Blattflecken durch Bakterien an Koriander (*Coriandrum sativum*). Gemüse 8, 46

VETTER, A. et al., 2005: Abschlußbericht zum FNR Vorhaben: Gewinnung ätherischer Öle aus Blatt-, Blüten- und Körnerdroge einheimischer Produktion, Veröffentlichung der TTL, www.ttl.de

Von Hörsten, D., 2003: Möglichkeiten des Einsatzes physikalischer Verfahren zur Bekämpfung samenbürtiger Schaderreger, Vortrag anlässlich der GPZ-Tagung der AG Saatgut und Sortenwesen

WAGNER, H., 1993: Dissertation Uni Hohenheim: Maximierung der Samenerträge und wertgebenden Inhaltsstoffe von Fenchel (*Foeniculum vulgare* v. M.) und Koriander (*Coriandrum sativum* L.) durch pflanzenbauliche Maßnahmen an zwei verschiedenen Standorten

7 VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

Abb.	Abbildung
Akh/ha	Arbeitskraftstunde pro Hektar
ART	Artern (Versuchsstandort)
AW	Ahrweiler
BBA	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft jetzt Julius-Kühn-Institut
BBCH	Bayer-BASF-Ciba Geigy-Höchst (Codierung für Entwicklungsstadien)
BN	Binokular
cm	Zentimeter
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz
DK	Doppelkeimer (Samen, die zwei oder mehr Keimlinge hervorgebracht haben)
dt	Doppelzentner
d	days/Tage
Eb	Elektronenbehandlung
EZ	Erntezeitpunkt
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organisation
FA	Feldaufgang
FiBL e.V.	Forschungsinstitut Biologischer Landbau e.V.
FM	Frischmasse
g	Gramm
GSPB	Göttinger Sammlung Phytopathogener Bakterien am Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen
h	Stunden
HW	Heißwasserbehandlung
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
ISTA	International Seed Testing Association
k.A.	keine Angaben
K-A	Versuchsstandort Klein-Altendorf
KBC Agar	Nährmedium
KF	Keimfähigkeit (Angabe in %)
Kg	Kilogramm
kGy	Kilogray (Einheit für Energiedosis)
kV	Kilovolt (Einheit der Beschleunigungsspannung)
KW	Kulturwoche
KTB	Keimtemperaturbereich
lfd m	laufender Meter
li	links
LM	Lichtmikroskop
M	Meter
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff

NLC	Niels Lund Chrestensen (Saatgutfirma Chrestensen)
n	nach
mm	Millimeter
Nmin	mineralisierter Stickstoff
NN	Höhe über Normalnull
NO ₃ -N	Nitratstickstoff
n.s.	nicht signifikant
PDA	Kartoffeldextroseagar
Ph. Eur.	Europäisches Arzneibuch
re	rechts
spp.	Supspezies
Tab.	Tabellen
Tb	Trockenbeize
TKG	Tausendkorngewicht (Angabe in Gramm)
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanzgehalt (Angabe in Prozent)
UK	Unbehandelte Kontrolle
Var.	Variante
Wdh.	Wiederholung
cfu	Koloniebildende Einheiten (colony formin units)

Danksagung

Besonders bedanken möchten wir uns bei den vielen Personen, die am Projekt „Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau“ mitgewirkt haben. Allen voran den Kooperationspartnerinnen Dr. Marga Jahn und Dr. Ute Gärber und ganz besonders Frau Eva Nega, die sicherlich mit ihrem Spezialwissen rund um die samenbürtigen Pathogene eine wertvolle Expertin im Arznei- und Gewürzpflanzenbereich ist. Eva Nega hat viele wichtige Arbeitsteile des Projektes übernommen und stand immer zu wertvollen Diskussionen und Gesprächen bereit. Besonderen Dank auch an Ina Aedtner, Pharmasaat GmbH, einer Spezialistin für Heil- und Gewürzpflanzensaatgut mit feinem Augenmerk auf die Belange der ökologisch wirtschaftenden Betriebe. An Pharmasaat und Bingenheimer Saatgut AG herzlichen Dank für die Bereitstellung von Versuchssaatgut.

Der persönliche Austausch mit allen Beteiligten, Experten, Beratern und Landwirten rund um das Thema Saatgutqualität hat zum Gelingen des Projektes beigetragen, viel Freude bereitet und in Fachkreisen auf die speziellen Probleme der ökologischen Betriebe hingewiesen.

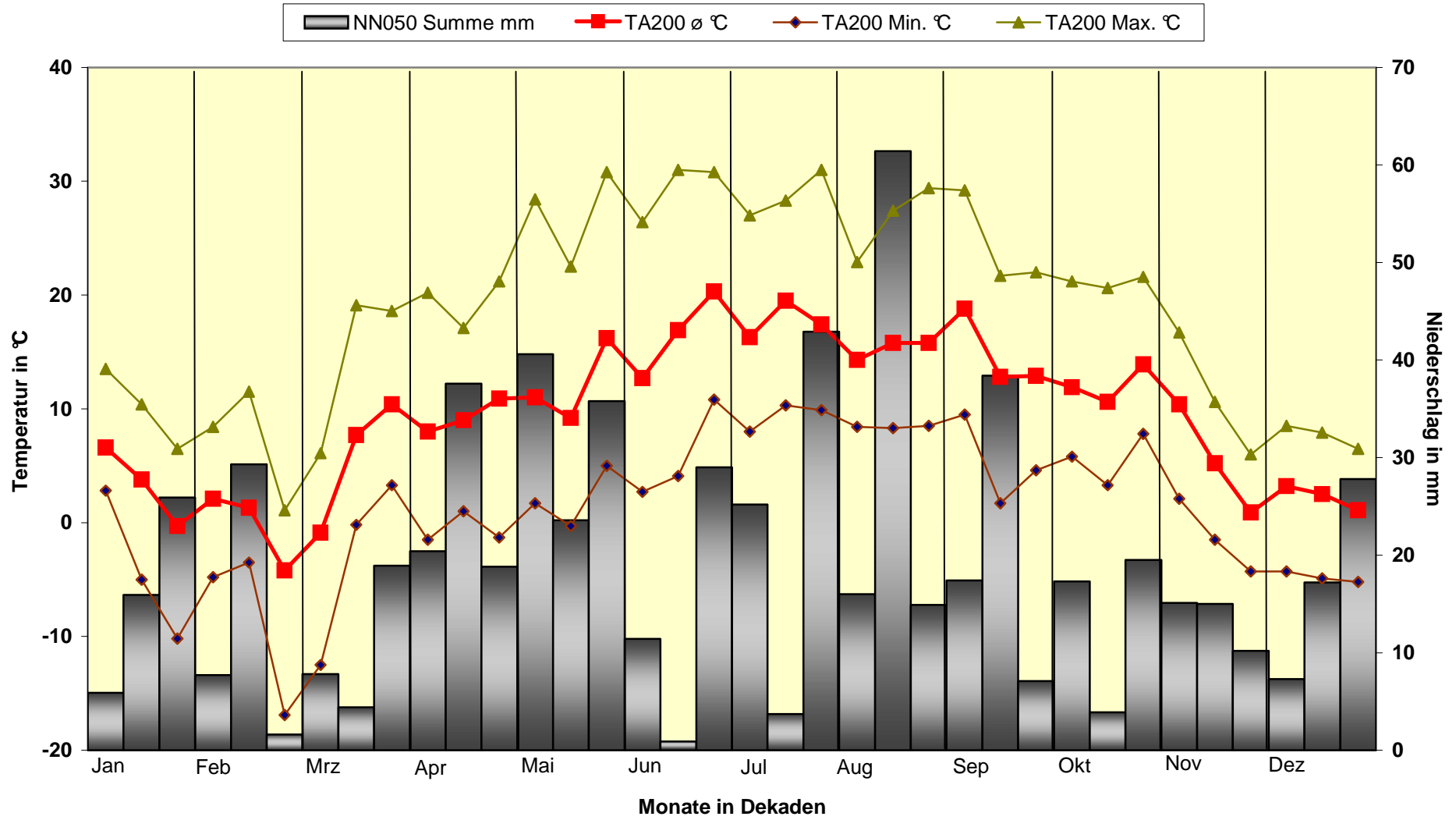
Ein dreifaches Dankeschön an unsere Kollegen und Kolleginnen vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) - Rheinpfalz in Ahrweiler: Andre Knebel, Ingrid Filla, Dagmar Klöppel, Dr. Jürgen Lorenz, Waltraud Braun, Renate Axler, Franz-Josef Bertram und allen voran unserem Feldversuchstechniker Hans-Otto Ulrich, ohne dessen hilfsbereite Art und fachlich versierte Unterstützung die vielen Versuchsarbeiten nicht hätten durchgeführt werden können. Den ehemaligen Praktikanten Antonia Schneider und Jörg Böhmer danke fürs endlose Bonitieren.

Der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau danken wir für die Förderung und damit Ermöglichung des Projekts. Frau Kotzia danken wir sehr für die kooperative und fundierte Betreuung.

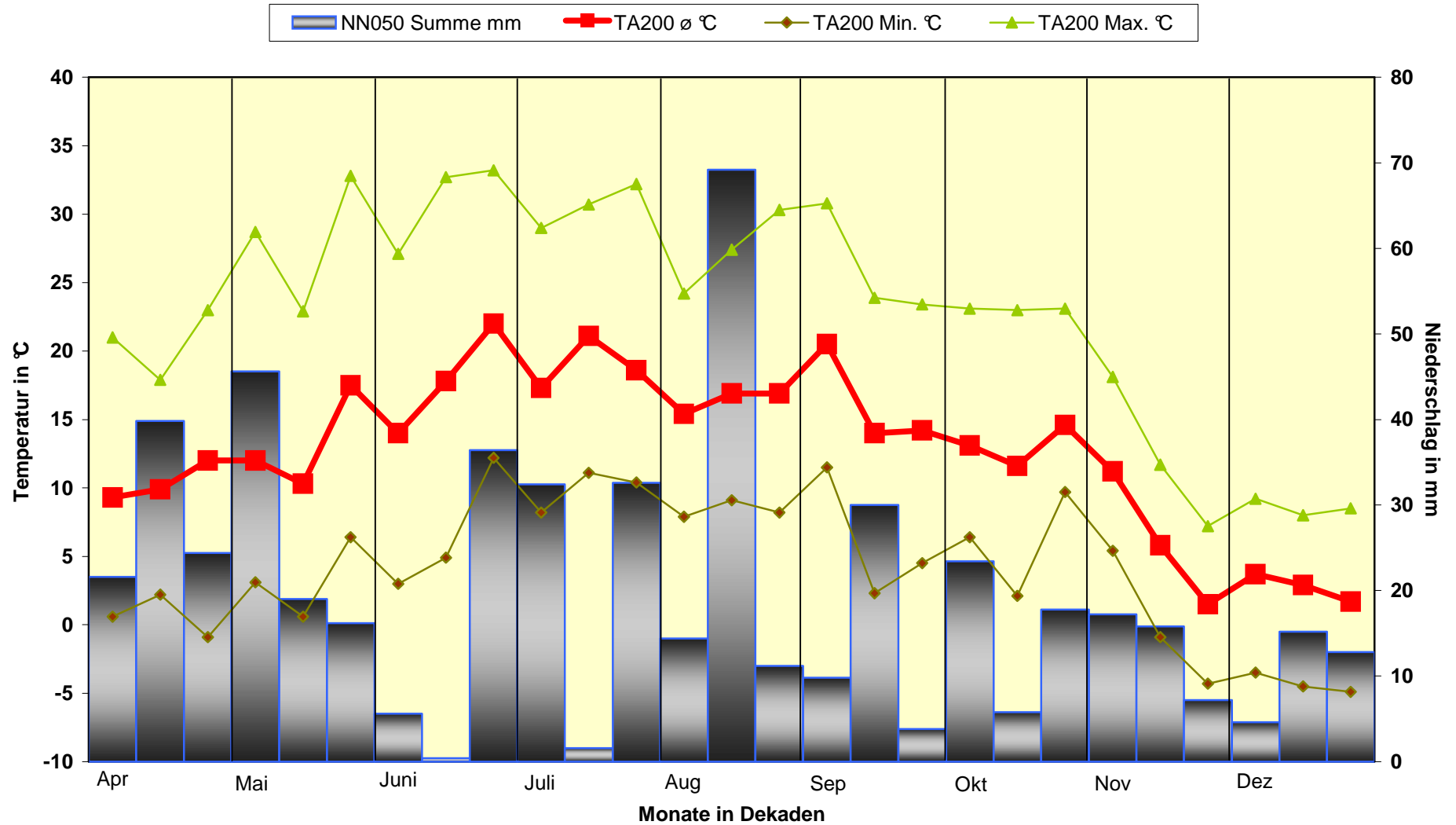
Ganz besonders möchten wir uns bei Claudia Pütz und Dr. Harald Schmidt für die freundschaftliche, inhaltliche, moralische und zeitliche Unterstützung bedanken.

Unseren Kindern Joshua Pütz und Lea Blum danken wir dafür, dass sie da sind und uns den Spielraum zur Durchführung des Projekts gegeben haben.

Wetterdaten 2005 in Esch



Wetterdaten 2005 in Klein-Altendorf



Wetterdaten Klein-Altendorf 2006

