

## **Möglichkeiten der Saatgutpillierung von Arznei- und Gewürzpflanzen für den ökologischen Anbau am Beispiel von Petersilie und Kümmel (Ergebnisbericht zur Projektverlängerung)**

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](mailto:dlr-rheinpfalz.koga@dlr.rlp.de)  
Internet: <http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de>

**Autoren:**

Schockert, K.; Blum, H.; Nega, E.

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

## **Ergebnisbericht zur Projektverlängerung**

### **Bundesprogramm Ökologischer Landbau**

**Thema: „Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau“**

**Titel der Projektverlängerung:**

**Möglichkeiten der Saatgutpillierung von Arznei- und Gewürzpflanzen für den ökologischen Anbau am Beispiel von Petersilie und Kümmel**

**Förderkennzeichen: 03OE127/1**

Laufzeit der Projektverlängerung: 01.10. 07 bis 31.01. 08

Projektleiter: Dr. Karl Schockert Hanna Blum

Bearbeiter: Eva Nega

Dienstleistungszentrum Rheinpfalz (DLR)  
Walporzheimer Str. 48  
53474 Ahrweiler

### **1. Aufgabenstellung**

Neben den bisher im Projektzeitraum erhaltenen Aussagen zur Wirkung alternativer Saatgutbehandlungsmethoden sollte die Saatgutpillierung als eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der Saatgutqualität geprüft werden.

Zur Pillierung von Feinsämereien, insbesondere für den ökologischen Landbau, liegen kaum Erkenntnisse vor.

Ziel der Projektverlängerung war es, an den Kulturen Petersilie und Kümmel verschiedene Pillierungen herzustellen, die hinsichtlich positiver Effekte zu prüfen waren. Die beiden Kulturen sind für Pillierungsversuche gut geeignet, da aufgrund ihrer uneinheitlichen Korngröße Probleme bei der Aussaattechnik auftreten, es zu starkem Krankheitsauftreten durch samenbürtige Schaderreger kommen kann und beide Kulturen eine größere Marktbedeutung haben.

Die KWS Saat AG hatte die Aufgabe, die Pillierungen mit und ohne Zusätze herzustellen.

Am unbehandelten und pillierten Saatgut sollte die Keimfähigkeit der Varianten verglichen und der Befall mit Pathogenen untersucht werden. Die Wirkung fungizider und mikrobieller Pillierungszusätze war durch Triebkraftuntersuchungen mit künstlich infiziertem Substrat zu bewerten.

Für die künstliche Infektion des Substrates sollten für die jeweilige Kultur relevante Pathogene, die im frühen Pflanzenstadium Schäden verursachen, verwendet werden.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Verwendetes Saatgut:

Kultur:	Sorte:	Erntejahr:	Herkunft:
Kümmel	`Sprinter´	2006	N.L. Chrestensen
Petersilie	`Gigante d` Italia´	2007	Pharmasaat

### 2.2 Pillierung

Für beide Kulturen wurden je 3 Pillierungsvarianten hergestellt:

- A** Pillierung ohne Zusätze
- B** Pillierung plus FZB 24
- C** Pillierung plus Funguran

Die Variante A sollte in erster Linie Aussagen zur Handhabbarkeit der Pillierung liefern, in der Variante B wurde ein bekannter mikrobieller Antagonist, FZB 24, als Zusatz verwendet und in Variante C das Kupferpräparat Funguran als fungizider Zusatz geprüft. Alle von der KWS verwendeten Pillierungsbestandteile und Zusätze sind für den ökologischen Landbau zugelassen.

### 2.3 Pathogennachweis am Saatgut

In Anlehnung an die Richtlinien der ISTA (1985) für *Alternaria radicina* an Möhre (S3 No5) und die Pflanzenschutznachrichten BAYER (1999) wurden die Pathogene (*Alternaria* spp., *Mycocentrospora acerina*, Schwärze- und Schmutzpilze) im Filterpapiertest bestimmt. Dazu wurden je 4 x 100 Korn Saatgut untersucht. In eckige Petrischalen (12 x 12 cm) wurden je 25 Korn auf 2 Lagen feuchtes Filterpapier ausgelegt und in klimatisierten Räumen bei 20 °C, 11 000 lx und einem 12stündigen Hell/Dunkel- Wechsel aufgestellt. Die Auswertung erfolgte nach 6 und 14 Tagen mittels Stereo- und Lichtmikroskop.

Zusätzlich wurden beide Kulturen auf einem nährstoffarmen *Alternaria radicina* Selektivagar = ARSA (PRYOR et. al., 1994), der in erster Linie zur Bestimmung von *Alternaria radicina* eingesetzt wird, mit je 300 Korn untersucht. Alle Ergebnisse sind als Befallshäufigkeit (Befall in %) angegeben.

### 2.4 Keimtest

Zum Nachweis der Keimung wurden parallel zu den oben beschriebenen Filterpapiertests die Anzahl gekeimter Sämlinge nach 7 und 14 Tagen gezählt und die Anzahl von Wurzelverbräunungen an Kümmel festgestellt.

### 2.5 Triebkrafttest

Der Test wurde mit je 400 Korn Saatgut pro Variante durchgeführt. Je 50 Korn wurden in Schalen (ca. 18 x 27 cm) mit Fruhstorfer Pikiererde gesät und in Klimäräumen bei 20 °C und einem Hell/Dunkelwechsel (14 h hell, 10 h dunkel) in

randomisierten Blöcken aufgestellt. Die Anzahl gesunder aufgelaufener Pflanzen wurde je nach Kultur und Auflaufgeschwindigkeit der pillierten Varianten zu verschiedenen Zählzeiten erfasst (siehe Ergebnisse). Die frühen Zählzeiten (7 bis 10 Tage) geben Aufschluss zur Keimschnelligkeit, die letzten Zählzeiten (30 bis 35 Tage) dienen der Bewertung der Keimfähigkeit.

## 2.6 Frischgewichtsbestimmung

Zum Versuchsende (ca. 30 Tage nach der Aussaat) wurden die Pflanzen direkt über der Erde abgeschnitten und alle Pflanzen aus jeweils 2 Schalen (100 Korn Saatgut) gewogen.

## 2.6 Triebkrafttest in künstlich infiziertem Substrat

Der Test wurde wie unter 2.5 beschrieben durchgeführt. Die Erde wurde für die Versuche mit Kümmel wie folgt infiziert:

Auf Petrischalen (100 x 15 mm) mit PDA (Kartoffeldextroseagar) wurden Isolate mit *Mycocentrospora acerina*, *Alternaria radicina* und *Fusarium* spp. überimpft und ca. 20 Tage bei 20 °C inkubiert. Alle Isolate stammten von Kümmelsaatgut aus Vorjahresversuchen und wurden frisch isoliert.

Jeweils ca. 20 Platten wurden mit 150 ml sterilem Leitungswasser abgeschwemmt und zusammen in 500 ml Seesand übertragen. Dabei betrug die Sporendichte für *A. radicina*  $8,2 \times 10^4$ , für *M. acerina*  $5,9 \times 10^4$  und für *Fusarium* spp.  $3,4 \times 10^5$  Sporen pro ml. Der mit Pilzsporen versetzte Sand wurde 50 Liter Erde zugesetzt und gründlich vermischt.

Für Petersilie wurden frische Isolate mit *A. radicina* von Petersiliensaatgut aus Vorjahresversuchen auf Petrischalen mit PDA übertragen und ca. 20 Tage bei 20 °C inkubiert. Von 60 dieser Petrischalen wurden die Sporen in 450 ml sterilem Leitungswasser abgeschwemmt, die Sporenzahl betrug  $2 \times 10^5$  Sporen pro ml. Die weitere künstliche Infektion des Bodens wurde wie für Kümmel beschrieben durchgeführt.

Drei Tage nach der künstlichen Infektion des Bodens erfolgte die Aussaat.

Der gesunde Auflauf wurde wie unter 2.4 beschrieben erfasst. Alle 2 bis 3 Tage wurden kranke, umgefallene Pflanzen entnommen und auf feuchtem Filterpapier ausgelegt. Nach einer 2 bis 4tägigen Inkubation erfolgte die mikroskopische Bestimmung der Pathogene.

## 2.7 Statistische Verrechnung

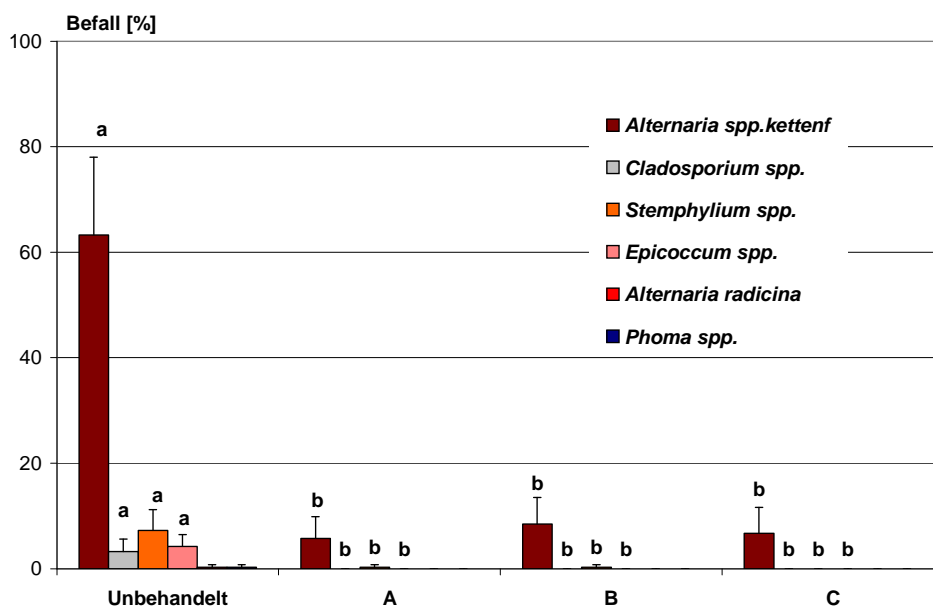
Die statistische Auswertung der Versuche erfolgte mit SAS-Programm (Institute Inc., Cary, NC, USA) mittels Varianzanalyse; die Signifikanz der Mittelwertdifferenzen wurde mit dem Tukey-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha=0,05$  untersucht. Mit Ausnahme der Untersuchungen auf ARSA wurden alle Versuche mit je 4 Wiederholungen durchgeführt, der Wert für eine Wiederholung ist jeweils ein Mittelwert von 100 Samen. Die Untersuchungen auf ARSA wurden mit je 300 Samen durchgeführt. In den Abbildungen sind die Standardabweichungen durch senkrechte Balken gekennzeichnet. Signifikante Unterschiede in den Tukey- Gruppierungen sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet. Sind keine Buchstaben angegeben liegt keine Signifikanz vor.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Kümmel

##### 3.1.1 Samenbürtige Pathogene

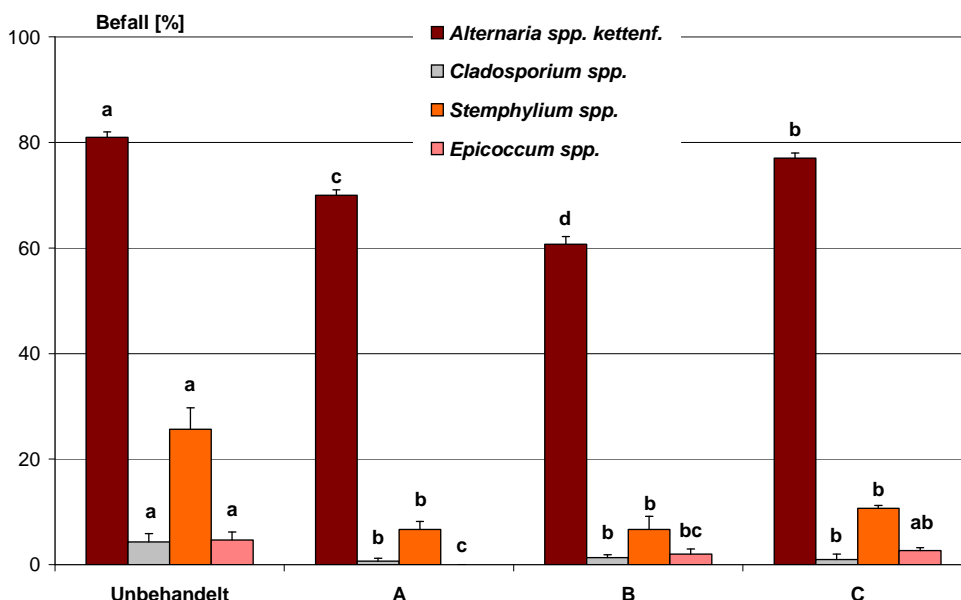
Am untersuchten Kümmelsaatgut konnten keine relevanten Pathogene in für die Pflanzengesundheit wirksamen Konzentrationen nachgewiesen werden. Zur Bewertung der Wirkung der Pillierungen wurden deshalb am Saatgut vorkommende Schwärze- und Schmutzpilze sowohl im Filterpapieretest als auch auf ARSA Medium erfasst. Im Filterpapieretest war in allen Varianten eine signifikante Reduktion der vorkommenden Pilze nachweisbar. Zwischen den Varianten gab es keinen signifikanten Wirkungsunterschied (Abb.1).



**Abbildung 1**

Phytoparasitäre Wirkung der Pillierung an Kümmelsaatgut im Filterpapieretest (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Pilzart) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

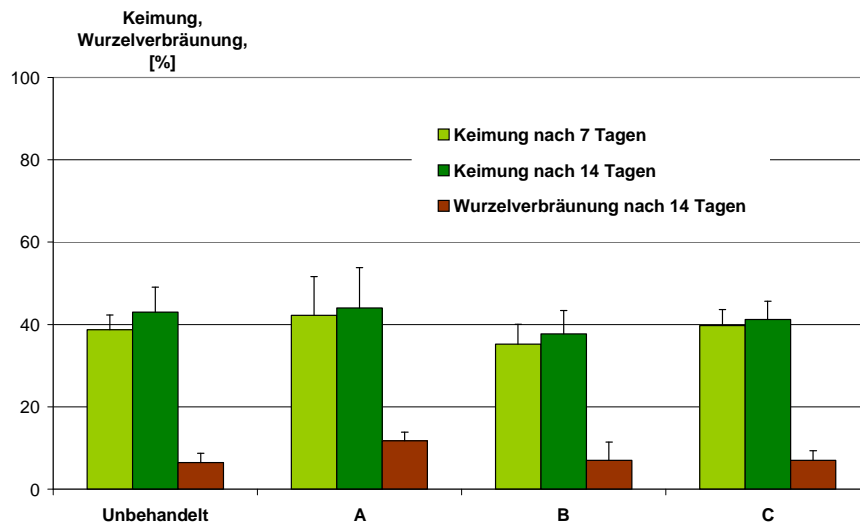
In den Untersuchungen auf ARSA Medium waren ebenfalls fast alle Pilze in den Pillierungsvarianten signifikant reduziert. Bei der Wirkung gegen kettenförmige Alternarien war die Variante B (FZB 24) am stärksten reduziert (Abb.2).



**Abbildung 2**

Phytoparasitäre Wirkung der Pillierung an Kümmelsaatgut im ARSA Test (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Pilzart) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

Die Keimschnelligkeit und die Keimfähigkeit blieben im Filterpapiertest von den Pillierungen unbeeinflusst, tendenziell lag in der Variante B eine leichte Reduktion der Keimfähigkeit vor (Abb.3). Wie bereits in früheren Versuchen des Projektes beobachtet, kam es an den Kümmelkeimlingen zu einer häufig durch Bakterien verursachten Wurzelverbräunung. Auf diese Wurzelverbräunung hatten die Pillierungen keinen signifikanten Einfluss (Abb.3)

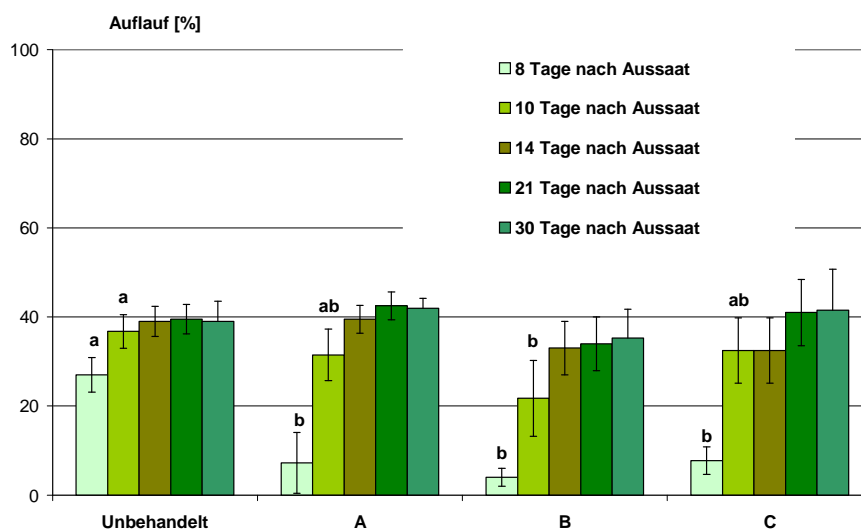


**Abbildung 3**

Wirkung der Pillierung von Kümmelsaatgut auf die Keimfähigkeit und die Wurzelverbräunung im Filterpapiertest (keine Buchstaben = keine Signifikanz)

### 3.1.2 Triebkraftuntersuchungen

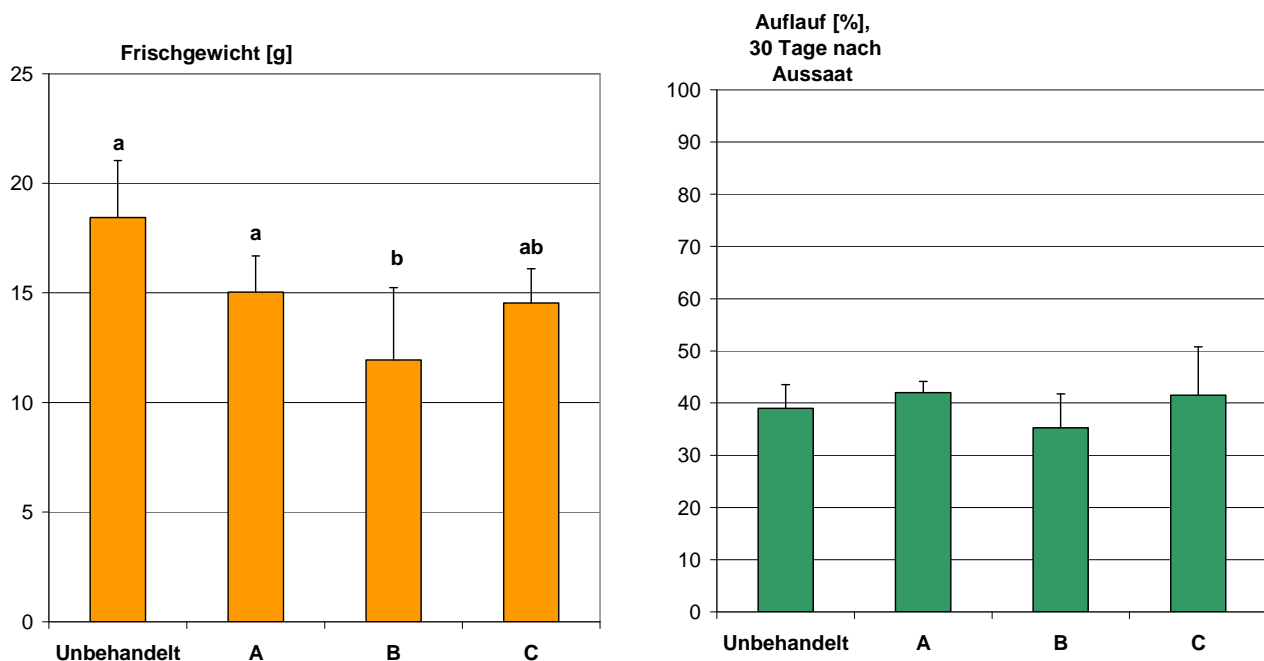
Die pillierten Varianten von Kümmel liefen mit einer zeitlichen Verzögerung von ca. 3 Tagen auf. 14 Tage nach der Aussaat (vier Tage nach der ersten Auswertung) traten keine signifikanten Unterschiede im Auflauf von unbehandeltem und pilliertem Kümmel auf (Abb.4). Tendenziell war der Auflauf in Variante B am geringsten.



**Abbildung 4**

Wirkung der Pillierung von Kümmelsaatgut auf den Auflauf in Erde (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test, p=0,05))

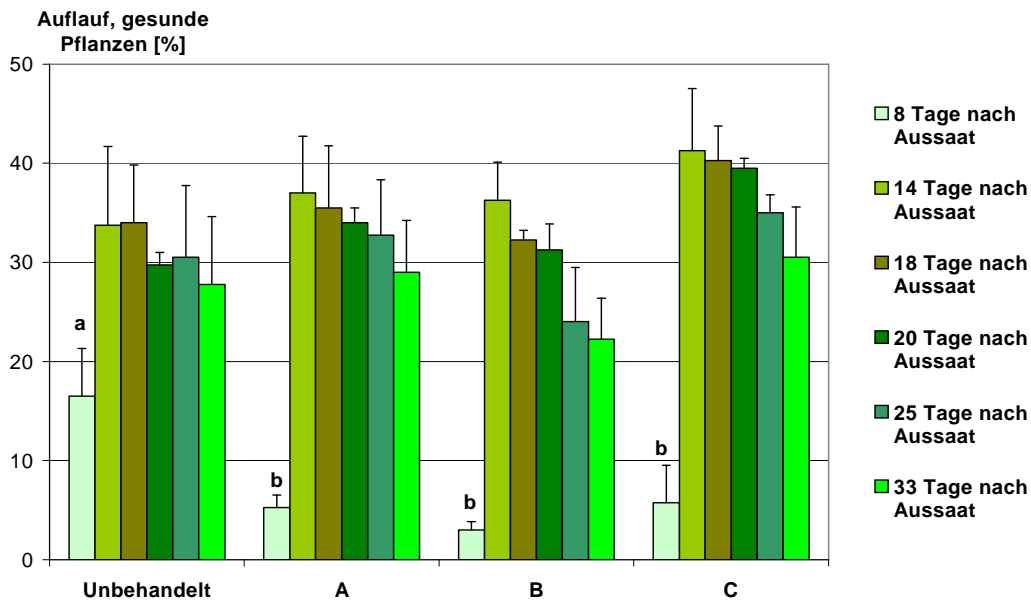
Die Frischgewichtsbestimmung zum Versuchsende ergab, dass nur das Frischgewicht der Variante B signifikant geringer als das der unbehandelten Kontrolle war. Hier lag eine Reduktion des Frischgewichtes um 35 % vor (Abb.5). Tendenziell war das Frischgewicht in allen Pillierungsvarianten leicht reduziert, obwohl der Ablauf der Varianten A und C mit der Kontrolle vergleichbar war (Abb.5). Die 3 bis 4tägige Keimverzögerung in den Pillierungsvarianten war hinsichtlich der Pflanzengröße und damit des Frischgewichtes 30 Tage nach der Aussaat nicht vollständig aufgeholt.



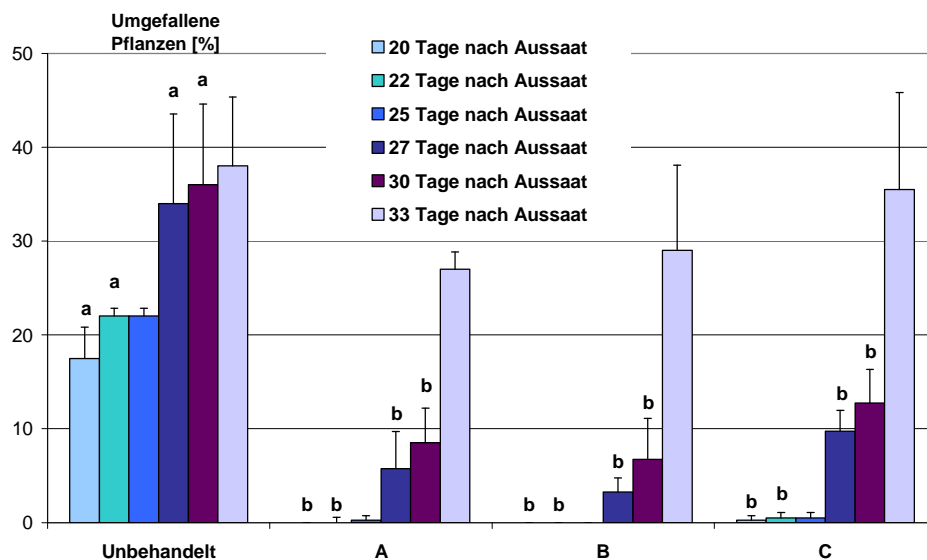
**Abbildung 5** Wirkung der Pillierung auf das Frischgewicht und den Auflauf von Kümmel, 30 Tage nach der Aussaat. (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

### 3.1.3 Triebkraftuntersuchungen mit künstlich infiziertem Substrat

Ähnlich wie bei den Versuchen in unverseuchter Erde ist der Auflauf in den pillierten Varianten zeitlich um ca. 4 Tage verzögert. Die Werte für den Auflauf in allen Varianten waren mit zunehmender Auswertungszeit rückläufig, da alle kranken, umgefallenen Pflanzen zur Pathogenbestimmung entfernt wurden (Abb.6). Der Befall mit Pathogenen war so stark, dass die Pflanzen auch bei einem Verbleib in den Schalen abgestorben wären. Der Pathogenbefall in den pillierten Varianten setzte im Vergleich zur unbehandelten Variante mit gleicher zeitlicher Verzögerung ein wie der Auflauf (Abb.7). Die Pillierungen boten gegen die Bodenverseuchung keinen ausreichenden Schutz. Insgesamt war der Auflauf in verseuchter Erde um ca. 50 % geringer als der in unverseuchter Erde und die Pflanzen blieben wesentlich kleiner. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten trat zum Ende des Versuches, 33 Tage nach Aussaat, weder im Auflauf noch in der Anzahl der abgestorbenen Pflanzen auf.



**Abbildung 6** Wirkung der Pillierung von Kümmelsaatgut auf den Auflauf in infizierter Erde (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

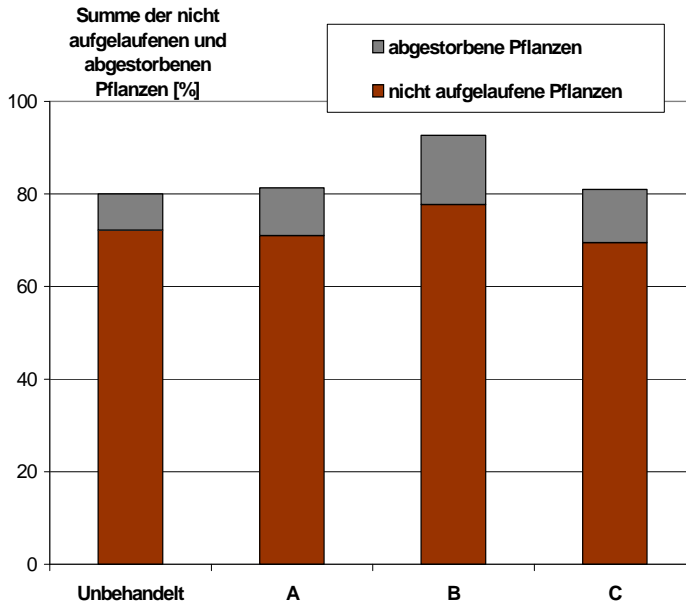


**Abbildung 7**

Wirkung der Pillierung von Kümmel gegen Pathogene im Boden (Umfallen von Pflanzen) (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

In Abb. 8 sind der Anteil nicht aufgelaufener Pflanzen und abgestorbener Pflanzen dargestellt. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten war nicht zu ermitteln, die Variante B wies tendenziell einen höheren Anteil an nicht aufgelaufenen und abgestorbenen Pflanzen auf.

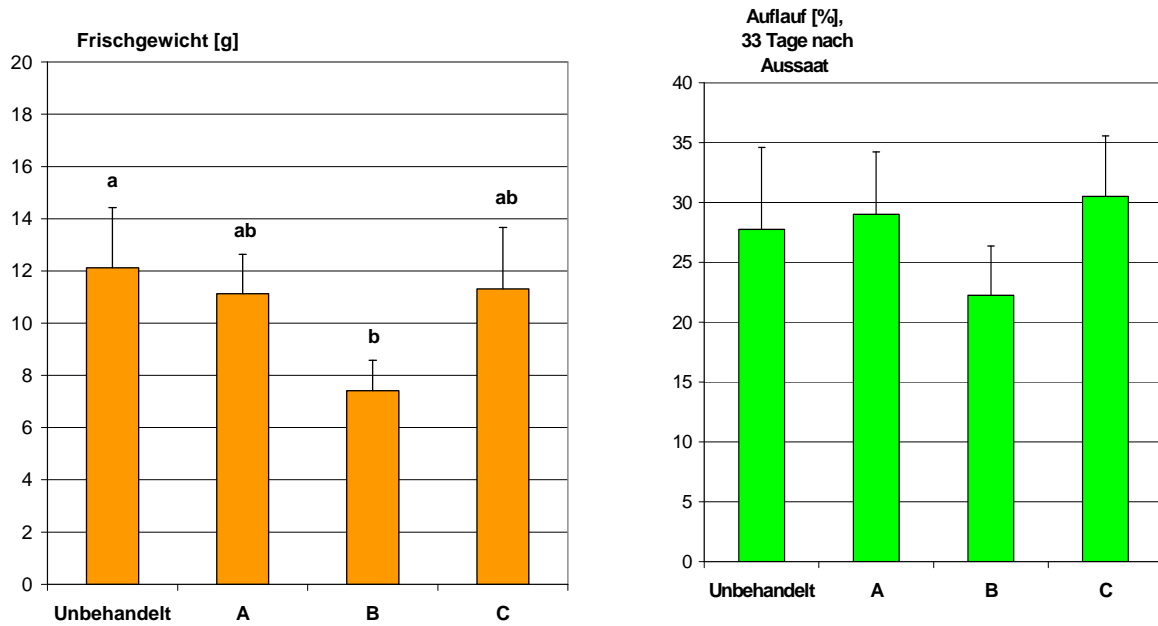




**Abbildung 8**

Anteil von nicht aufgelaufenen und abgestorbenen Kümmelpflanzen in infizierter Erde

Die Frischgewichtsbestimmung ergab in Variante B ein signifikant geringeres Frischgewicht, was mit dem tendenziell geringeren Auflauf korrelierte (Abb.9). In den Varianten A und C war das Frischgewicht im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle nicht signifikant beeinträchtigt.

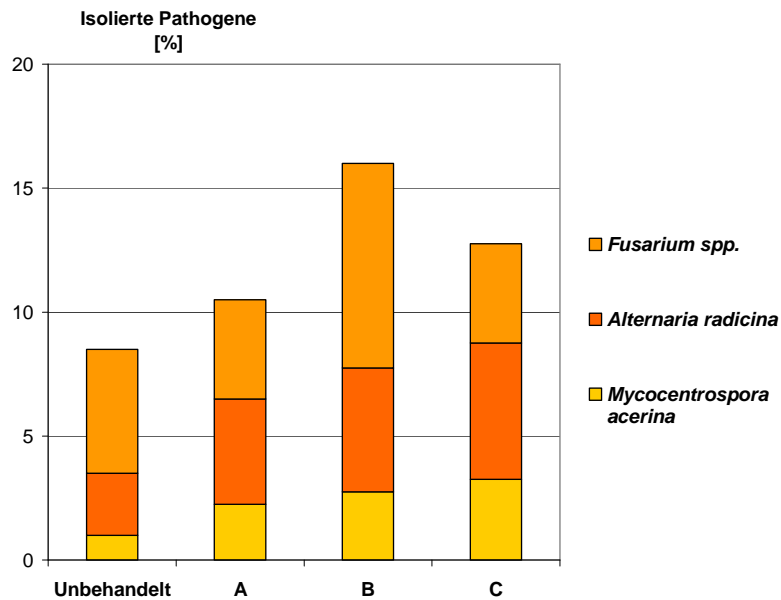


**Abbildung 9**

Wirkung der Pillierung auf das Frischgewicht und den Auflauf von Kümmel in infizierter Erde, 33 Tage nach der Aussaat. (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

Bei der Bestimmung der Pathogene an den umgefallenen Pflanzen wurden alle 3 Pilzarten als Ursache des Absterbens gefunden (Abb.10). Von einigen Pflanzen konnten 2 verschiedene Pilzarten gleichzeitig isoliert werden. Anhand der Symptome

der kranken Pflanzen konnten die Krankheiten makroskopisch nicht unterschieden werden. In fast allen Fällen traten als Symptome Verbräunungen und Einschnürungen zwischen Wurzelhals und Hypokotyl auf (Abb. 11). Erst nach der Inkubation in der feuchten Kammer konnten die Pilze mikroskopisch bestimmt werden.



**Abbildung 10**  
Anteil der von umgefallenen Kümmelpflanzen isolierten Pathogene

**Abbildung 11**  
Symptome an umgefallenen Kümmelpflanzen

### 3.1.4 Pillierung - Tausendkorngewicht Kümmel

Das pillierte Kümmelsaatgut wies keine einheitliche rundliche Form auf sondern zeigte die gebogene Form des Kümmelsamens (Abb.12). Die Säbarkeit kann hier nur durch das höhere Gewicht verbessert werden, nicht durch die Form. Das Tausendkorngewicht der pillierten Varianten ist etwa doppelt so hoch wie das des unpillierten Saatgutes (Tab.1). Der Anteil von ungeteilten, noch zusammenhängenden Spaltfrüchten wurde in den Modellversuchen anhand der aufgelaufenen Doppelkeimer in den Versuchen mit unverseuchter Erde ermittelt. In den pillierten Varianten ist der Anteil an Doppelkeimern geringfügig höher, der Unterschied ist nicht signifikant (Tab.1).



**Abbildung 12**  
Unbehandeltes und pilliertes Kümmelsaatgut

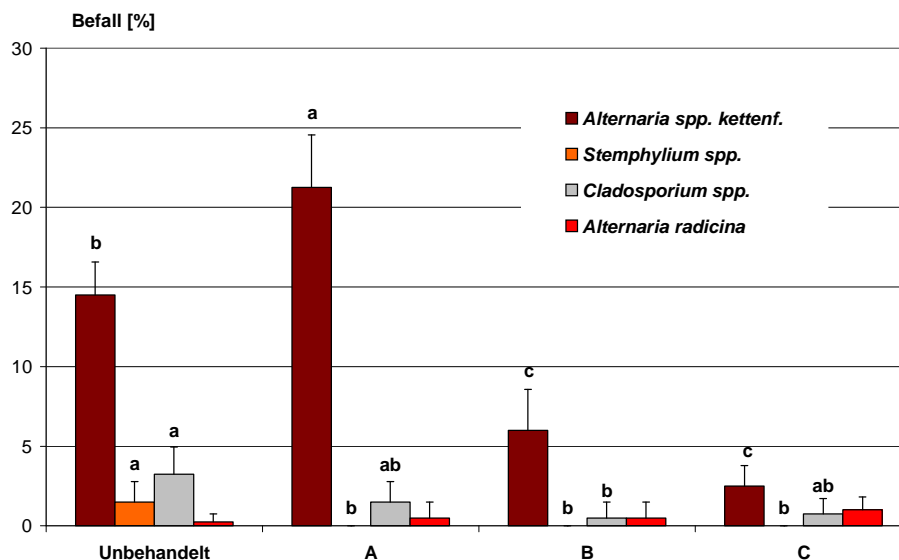
**Tabelle 1** Tausendkorngewicht (TKG) und Anteil von Doppelkeimern in unbehandeltem und pilliertem Kümmelsaatgut

Variante	TKG [g]	Doppelkeimer [%]
UK	3,093	0,3
A	7,063	0,5
B	7,655	0,3
C	7,655	0,8

### 3.2 Petersilie

#### 3.2.1 Samenbürtige Pathogene

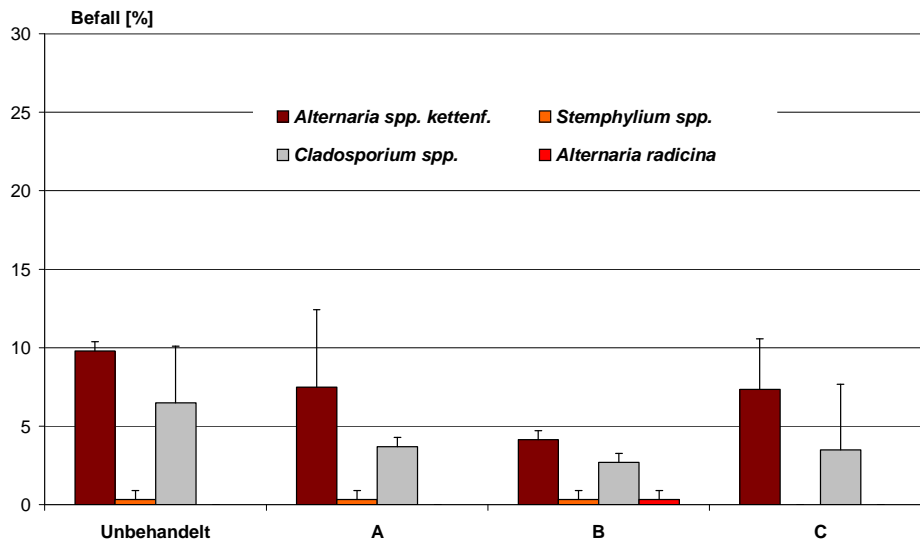
Wie am Kümmel konnten auch an der Petersilie bis auf einen sehr geringen Anteil von *Alternaria radicina* (0,3 - 1%) keine relevanten Pathogene nachgewiesen werden. Deshalb wurden auch hier im Filterpapier- und ARSA- Test Schwärze- und Schmutzpilze erfasst, um eine Wirkung der Pillierungen auf samenbürtige Pilze feststellen zu können. Im Filterpapierertest konnte mit den Pillierungsvarianten B (FZB 24) und C (Funguran) eine signifikante Reduktion von kettenförmigen Alternarien und von *Stemphylium* spp. nachgewiesen werden, während Variante A (Pillierung ohne Zusätze) den Anteil an kettenförmigen Alternarien signifikant erhöhte (Abb. 13).



**Abbildung 13**

Phytosanitäre Wirkung der Pillierung an Petersiliensaatgut im Filterpapierertest (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Pilzart) unterscheiden sich signifikant Tukey-Test,  $p=0,05$ )

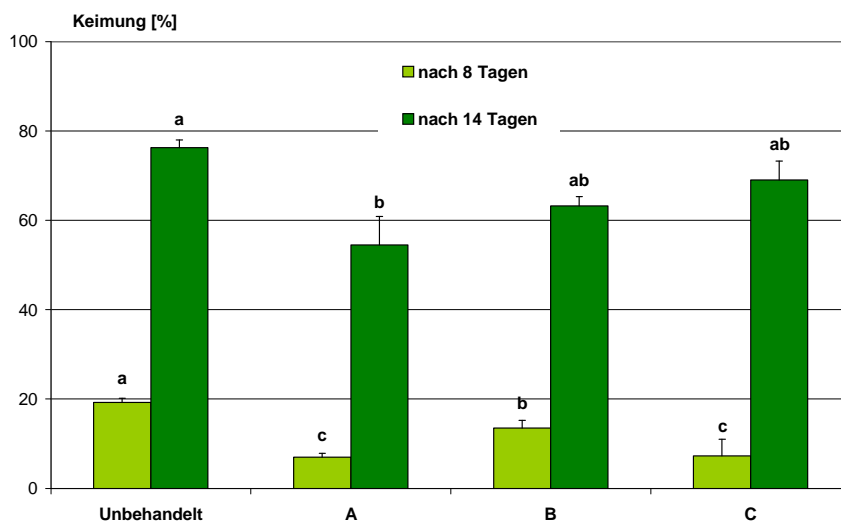
Im ARSA- Test konnte keine signifikante Reduktion des Befalls nachgewiesen werden. Tendenziell war im ARSA- Test der Befall in allen Pillierungsvarianten etwas geringer als in der unbehandelten Variante (Abb. 14).



**Abbildung 14**

Phytosanitäre Wirkung der Pillierung an Petersiliensaatgut im ARSA Test (Keine Buchstaben = keine Signifikanz)

Im Filterpapieretest war die Keimschnelligkeit durch die Pillierung in allen Varianten im Vergleich zum unbehandelten Saatgut signifikant reduziert (Abb. 15, 8 Tage), die Keimfähigkeit war nur in Variante A (ohne Zusätze) signifikant verringert (Abb. 15, 14 Tage).



**Abbildung 15**

Wirkung der Pillierung von Petersiliensaatgut auf die Keimfähigkeit im Filterpapieretest (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Gruppierungen (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

### 3.2.2 Triebkraftuntersuchungen

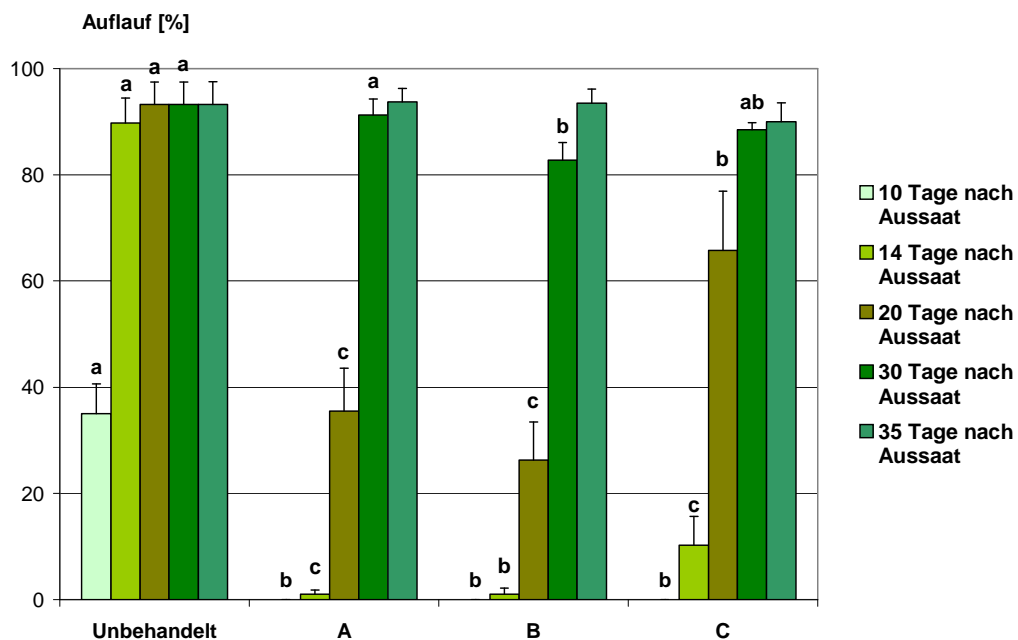
Bei den Versuchen in Erde liefen in der unbehandelten Variante die ersten Petersilienpflanzen nach 10 Tagen auf, 16 Tage nach Aussaat war der Auflauf abgeschlossen. In den pillierten Varianten setzte der erste Auflauf erst 4 Tage später ein und war noch nach 20 Tagen signifikant geringer als der in der unbehandelten Variante (Abb. 16).



**Abbildung 16**

Keimverzögerung in den pillierten Varianten von Petersilie im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle

Erst 35 Tage nach der Aussaat war der Auflauf in den pillierten Varianten abgeschlossen und es waren keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen zu verzeichnen (Abb. 17).



**Abbildung 17** Wirkung der Pillierung von Petersiliensaatgut auf den Auflauf in Erde ((Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

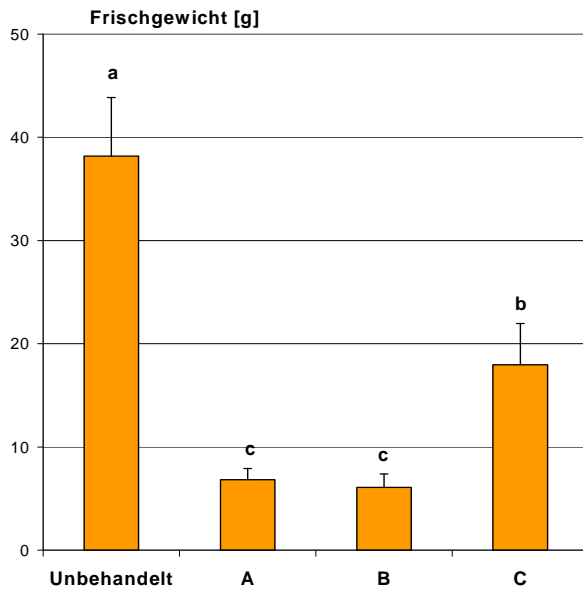
Die deutliche Keimverzögerung mit in der Folge kleineren Pflanzen aus den pillierten Samen war über den gesamten Versuchszeitraum zu beobachten (Abb. 18). Die Variante C (Funguran) zeigte im Vergleich zu den beiden anderen Pillierungsvarianten eine deutlich geringere Reduktion der Keimschnelligkeit.



**Abbildung 18**

Zeitlich verzögerter Auflauf und kleinere Pflanzen von pillierter Petersilie zum gleichen Auswertetermin

Obwohl die Anzahl aufgelaufener Pflanzen nach Versuchsende (35 Tage nach der Aussaat) annähernd gleich war, war das Frischgewicht in allen pillierten Varianten signifikant reduziert. In der Variante A und B lag die Gewichtsreduktion bei 82 bzw. 84 %, in der Variante C bei 53 % (Abb. 19).

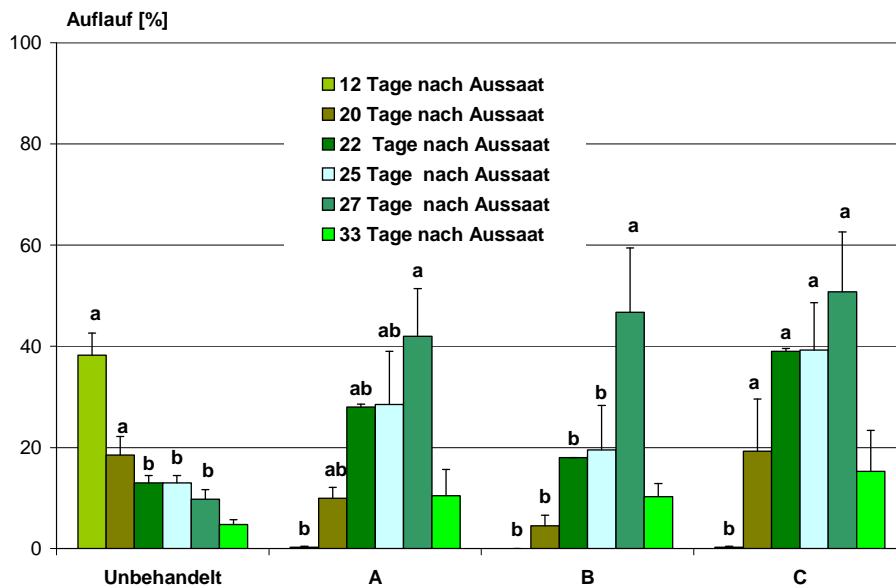


**Abbildung 19**

Wirkung der Pillierung auf das Frischgewicht von Petersiliensaatgut ((Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

### 3.2.3 Triebkraftuntersuchungen mit künstlich infiziertem Substrat

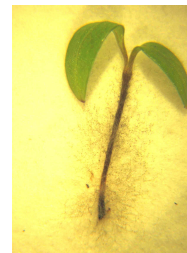
Wie bei den Versuchen mit unverseuchter Erde war die Keimschnelligkeit in den pillierten Varianten auch in verseuchter Erde signifikant reduziert, wobei auch hier in der Variante C die Keimschnelligkeit weniger stark reduziert war als in den anderen Pillierungsvarianten (Abb. 20, 12, 20 und 22 Tage). Zum letzten Auswertungstermin, 33 Tage nach Aussaat, unterschied sich die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen nicht signifikant (Abb. 20).



**Abbildung 20**

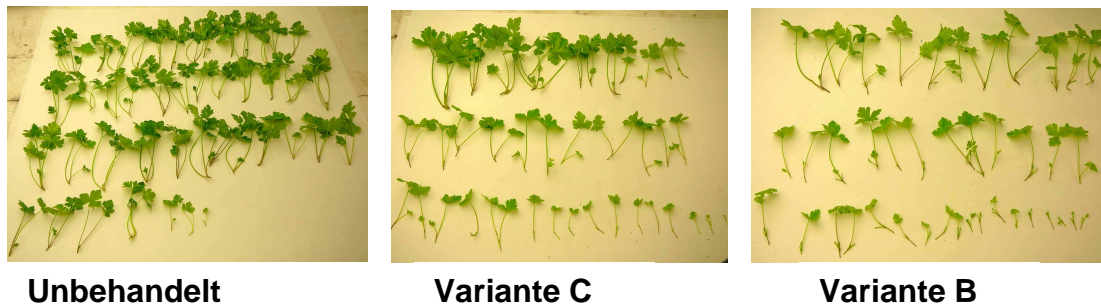
Wirkung der Pillierung von Petersiliensaatgut auf den Auflauf in infizierter Erde (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

Die Werte für den Auflauf in der unbehandelten Variante waren über den gesamten Auswertungszeitraum rückläufig, da in dem infizierten Boden die aufgelaufenen Pflanzen umfielen und abstarben. An den umgefallenen Pflanzen konnte *Alternaria radicina* nachgewiesen werden (Abb. 21). Zum Versuchsabschluss war die Anzahl gesunder Pflanzen in den Schalen der unbehandelten Variante geringer als in den pillierten Varianten, aber die Pflanzen waren deutlich größer (Abb. 22).



**Abbildung 21**

Mit *A. radicina* befallener Petersiliensämling



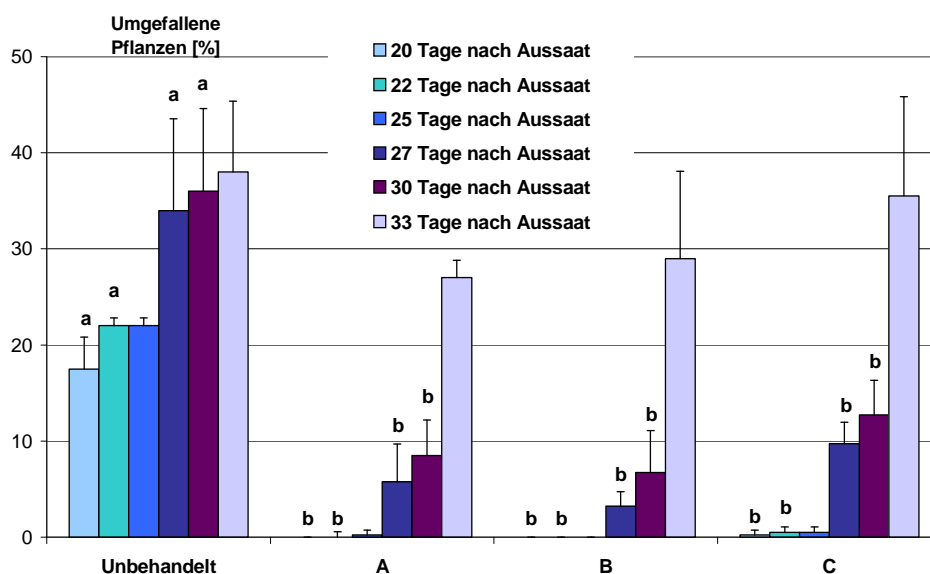
**Unbehandelt**

**Variante C**

**Variante B**

**Abbildung 22** Unterschiedliche Anzahl und Größe von Pflanzen, 33 Tage nach Aussaat

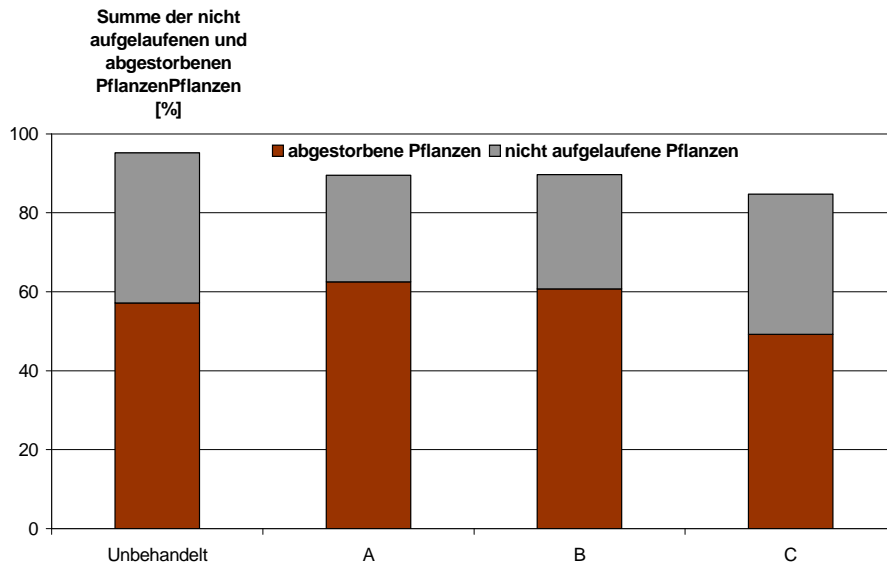
Das durch die Infektion des Bodens verursachte Umfallen von Pflanzen setzte in den pillierten Varianten mit der gleichen zeitlichen Verzögerung ein, mit der der Auflauf in den pillierten Varianten begann. Zum letzten Auswertungstermin, 33 Tage nach Aussaat, lag zwischen den Varianten kein signifikanter Unterschied mehr vor. (Abb. 22).



**Abbildung 22**

Wirkung der Pillierung von Petersilie gegen Pathogene im Boden (Umfallen von Pflanzen) (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten einer Gruppierung (Tage) unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))

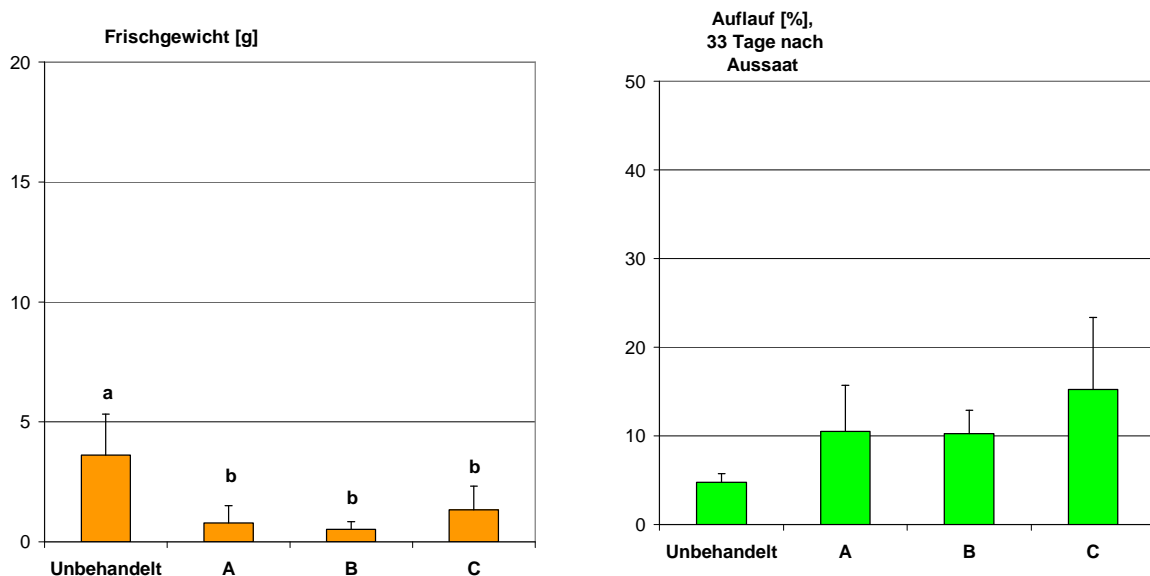
In der Abbildung 23 ist der Anteil nicht aufgelaufener und abgestorbener Pflanzen dargestellt. Ein signifikanter Unterschied war nicht festzustellen, tendenziell war in der Variante C der Gesamtwert am geringsten.



**Abbildung 23**

Anteil von nicht aufgelaufenen und abgestorbenen Petersilienpflanzen in infizierter Erde

Obwohl die Anzahl von gesunden Pflanzen in den pillierten Varianten tendenziell höher war als in der unbehandelten Kontrolle, war das Frischgewicht in den pillierten Varianten signifikant reduziert (Abb. 24).



**Abbildung 24**

Wirkung der Pillierung auf das Frischgewicht und den Auflauf von Petersilie in infizierter Erde, 33 Tage nach der Aussaat. (Mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnete Varianten unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test,  $p=0,05$ ))



### 3.2.4 Pillierung - Tausendkorngewicht Petersilie

Das pillierte Petersiliesaatgut wies eine relativ einheitliche rundliche Form auf (Abb. 25), die eine verbesserte Säbarkeit ermöglichen kann. Das Tausendkorngewicht der pillierten Varianten ist etwa doppelt so hoch wie das des unpillierten Saatgutes (Tabelle 2). Der Anteil von ungeteilten, noch zusammenhängenden Spaltfrüchten wurde wie bei Kümmel ermittelt. Der Anteil an Doppelkeimern war bei Petersilie in den pillierten Varianten deutlich höher (Tabelle 2).



**Abbildung 25**  
Unbehandeltes und pilliertes Petersiliesaatgut

**Tabelle 2** Tausendkorngewicht (TKG) und Anteil von Doppelkeimern in unbehandeltem und pilliertem Petersiliesaatgutsaatgut

Variante	TKG [g]	Anteil Doppelkeimer [%]
UK	1,898	2,0
A	4,125	7,8
B	4,272	3,8
C	4,295	6,3

## 4. Zusammenfassung und Diskussion

Durch die Pillierung von Kümmel wurde eine signifikante Reduktion von Schmutz- und Schwärzepilzen erzielt, die allerdings nicht von Relevanz für den Auflauf und die Pflanzengesundheit ist, da es sich nicht um für die Kultur wichtige Pathogene handelt. Es zeigte sich bei den Versuchen, dass zur Überprüfung der Wirksamkeit von Pillierungen eine Untersuchung in künstlich verseuchtem Boden von höherer Aussagekraft ist. Ähnlich beschreiben auch SCHWARZ et al. (2006) die Bedeutung der Methode, u. a. die künstliche Infektion des Bodens, für die Prüfung der Wirksamkeit von Fungizidzusätzen bei der Zuckerrübenpillierung.

Im Ergebnis aller Untersuchungen, der Versuche in verseuchter und unverseuchter Erde, führten die Pillierungen von Kümmel zu einer Reduktion der Keimschnelligkeit um ca. 3-4 Tage, wobei die Keimfähigkeit des Kümmels durch die Pillierung nicht signifikant beeinflusst wurde. Die mikrobiellen und fungiziden Zusätze ergaben keinen zusätzlichen Schutz des Kümmelsaatgutes vor Pathogenbefall im Boden.

Die Variante B (FZB 24) wies im Mittel aller Versuche die schlechtesten Ergebnisse auf, d.h. die Keimschnelligkeit war am stärksten reduziert und die Keimfähigkeit war

in dieser Variante leicht verringert. Das Frischgewicht zu Versuchsende, 30 bzw. 33 Tage nach Aussaat, war durch die Pillierung mit FZB 24- Zusatz signifikant reduziert. Der Zusatz von Funguran hatte besonders in den Versuchen mit verseuchter Erde am wenigsten negative Auswirkungen auf Keimschnelligkeit und Frischgewicht, hinsichtlich der Keimfähigkeit lag in beiden Versuchen eine geringe, nicht signifikante Verbesserung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle vor.

Bei der Pillierung von Petersilie bewirkten die Zusätze FZB 24 und Funguran eine Reduktion der Schmutz- und Schwärzepilze, die aber ebenso wie bei Kümmel ohne Bedeutung für die Pflanzengesundheit ist.

Auffallend war in den Versuchen mit Erde die sehr starke Keimverzögerung in den pillierten Varianten, die ca. 25 Tage betrug. Im Gegensatz zur Keimschnelligkeit von Petersilie war die Keimfähigkeit durch die Pillierung nicht beeinträchtigt. Petersiliensamen besitzt einen relativ kleinen Embryo (WIEBE, 1982), der zusätzlich die Pillierungshülle durchdringen muss und wodurch die Keimschnelligkeit negativ beeinflusst wird. Infolge des späten Auflaufs war auch das Frischgewicht in den pillierten Varianten signifikant verringert. Auch bei Petersilie hatte die Variante mit FZB 24- Zusatz den größten negativen Einfluss auf Keimschnelligkeit und Frischgewicht und die Variante mit Funguran hatte den geringsten negativen Einfluss, hier lag in den Versuchen mit verseuchter Erde wie bei Kümmel tendenziell eine Verbesserung der Keimfähigkeit vor.

Insgesamt kann im Ergebnis der ersten Pillierungsversuche mit Heil- und Gewürzkräutersamen festgestellt werden, dass die Pillierungen von Kümmel keine Verbesserung des Auflaufs gebracht haben und die Zusätze keinen ausreichenden Schutz gegen Pathogene ergaben. Die Pillierungen von Petersiliensamen zeigten, dass Petersilie sehr empfindlich auf die Pillierung reagiert und die Folge eine in der Praxis nicht tolerierbare Verringerung der Keimschnelligkeit ist.

Für mögliche weitere Untersuchungen zu geeigneten Pillierungsverfahren und Zusätzen ist FZB 24 anhand der Ergebnisse als ungeeignet einzuschätzen, während Funguran bei geeigneten Pillierungsverfahren und Kulturen durchaus zu einer Verbesserung der Saatgut- und Pflanzengesundheit führen kann und dabei eine Einsparung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln gerade im ökologischen Landbau bringen könnte.

Für einen Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen ist eine einheitliche Bestandesentwicklung und eine gleichmäßige, möglichst schnelle Samenkeimung eine Voraussetzung für Qualitätsware. Gerade bei vielen Heil- und Gewürzpflanzenarten, die Wildpflanzen noch sehr nahe stehen, ist dies nicht gegeben, und die Keimung verläuft langsam und ungleichmäßig (BOMME und GATTERER, 2002), weshalb parallel zu einer möglichen Saatgutverbesserung durch Pillierung auch nach Methoden zur Verbesserung der Keimfähigkeit gesucht werden muss. BOMME und GATTERER fanden dazu Ansätze für einige chinesische Heilpflanzen durch Stratifikation, Giberellinsäurebehandlung, Vorbehandlung in Wasser bzw. Polyethylenglykol.

Hier sind weitere Ansätze zur Verbesserung der Qualität und Handhabbarkeit von Heil- und Gewürzpflanzensaatgut zu sehen.

## Zitierte Literatur

**BAYER AG** (Hrsg) (1999): Sonderheft Pflanzenschutznachrichten Bayer. Erkennen und Bestimmen samenübertragbarer Pilze nach R. Champion

**BOMME, U. und GATTERER, M.** (2002): Verfahren zur Verbesserung des Keimverhaltens von Heil- und Gewürzpflanzen und ihre Anwendung bei einigen chinesischen Heilpflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. **4**: 133-147

**ISTA**-guidelines for seed testing. In Seed Sci, and Technol. (1985) **13**, Suppl. 1

**PRYOR B. M., DAVIS, R. M. and GILBERTSON, R. L.** (1994): Detection and eradication of *Alternaria radicina* on carrot seed. Plant Dis. **78**:552-456

**SCHWARZ, A., RODEMANN, B. und PETER, B.** (2006):Entwicklung einer Testmethode zur Prüfung von fungiziden Pillierungswirkstoffen gegenüber Auflaufkrankheiten bei Zuckerrüben. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin- Dahlem, 55. Deutsche Pflanzenschutztagung . **400**:92-93

**WIEBE, H.-J.** (1982): Kürzere Auflaufdauer nach einer Saatgutbehandlung mit Carbowax. Deutscher Gartenbau. **10**: 446-448