

# **Alternative Methoden zur Regulierung von Pilzkrankheiten im Salatanbau – Versuchsergebnisse 2012/13**

Mag. Dominik Linhard, Dr. Waltraud Novak, DI Claudia Meixner  
Umweltforschungsinstitut - GLOBAL 2000



# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Methodik.....	3
2.1. Versuchsaufbau.....	3
2.2. Alternative Methoden .....	4
2.3. Bonitur.....	4
2.4. Statistik.....	5
3. Versuchsstandorte und Ergebnisse.....	5
3.1. Standort: Eferding in Oberösterreich.....	5
3.1.1. Alternative Methoden.....	5
3.1.2. Ergebnisse.....	6
3.2. Standort: Thaur in Tirol .....	7
3.2.1. Alternative Methoden.....	7
3.2.2. Ergebnisse.....	8
3.2.3. Kostenbilanz Freiland .....	9
3.3. Standort: Wien .....	11
3.3.1. Alternative Methoden.....	11
3.3.2. Ergebnisse .....	11
3.3.3. Kostenbilanz Gewächshaus.....	17
3.4. Standort: Wallern im Burgenland.....	18
3.4.1. Alternative Methoden.....	18
3.4.2. Ergebnisse.....	18
3.4.3. Kostenbilanz Folientunnel.....	19
4. Rückstandsanalytik.....	20
4.1. Vergleich der Behandlungsmethoden.....	21
5. Zusammenfassung.....	23

# 1. Einleitung

Das Umweltforschungsinstitut, der österreichischen Umweltschutzorganisation Global 2000, hat im Jahr 2011 ein mehrjähriges Forschungsprojekt gestartet, welches den Einsatz alternativer Methoden, zur Regulierung von Pilzkrankheiten bei der Produktion von Kopfsalat (*Lactuca sativa var. capitata*), testet. In dem, von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) finanziertem Projekt, wird durch direkte Zusammenarbeit mit erfahrenen LandwirtInnen die Praxistauglichkeit der getesteten Methoden gewährleistet. Das Projekt läuft insgesamt über drei Jahre und erstreckt sich über vier verschiedene österreichische Bundesländer (T, OÖ, W, Bgld).

Der Fokus liegt auf der Regulierung von drei wirtschaftlich sehr bedeuteten Pilzkrankheiten: Schwarzfäule (*Rhizoctonia solani*), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) und Falscher Mehltau (*Bremia lactucae*). In den Versuchen stehen biotechnologische Pflanzenstärkungsmittel (*Trichoderma*-, *Bacillus*- und *Aureobasidium*-Präparate), so wie Bewässerungstechniken und ein Krankheits-Prognosemodell auf dem Prüfstein.

**Unterstützt wird das Projekt durch** die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), die Landwirtschaftskammer, die Lebensmittelversuchsanstalt (LVA GmbH), LGV-Frischgemüse reg. Gen.mbH., Geißlmayr GmbH, bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, Gemüsebau Mayr, Gemüsebau Schindl, Gemüsebau Felderer, Gemüsebau Perlinger und die Gärtnerei Schneider.

## 2. Methodik

### 2.1. Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau richtet sich nach den jeweiligen Standortgegebenheiten. Es wurden, so weit als möglich, randomisierte Versuche mit jeweils 4 Wiederholungen angelegt. Bei den Freilandversuchen, wo vier Wiederholungen aus Platzmangel oder aus Gründen der Praktikabilität nicht möglich waren, wurden mehrere Versuche pro Saison, mit jeweils zwei Wiederholungen pro Versuchsvariante und Versuch, durchgeführt. Die Versuchsreihen eines Standortes wurden bei der statistischen Auswertung zusammengefasst. Als Vergleich dienten unbehandelte Kontrollflächen und die chemische Standardbehandlung der Betriebe.

Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte einerseits durch Angießen der Jungpflanzen (in den Kisten), unmittelbar bevor diese auf dem Feld ausgepflanzt wurden und andererseits als Feldbehandlung mit praxisüblichen Rückenspritzen bzw. Sattelspritzen. Bei einem Versuch (s. 3.3. Standort: Wien) kamen die Pflanzenstärkungsmittel bereits während der Jungpflanzenaufzucht zum Einsatz.

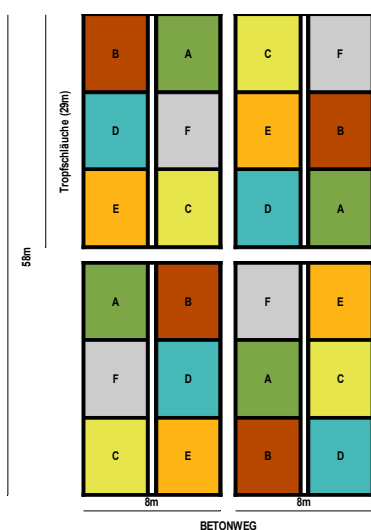


Abb. 4: Versuchsplan - Gewächshaus (Wien)

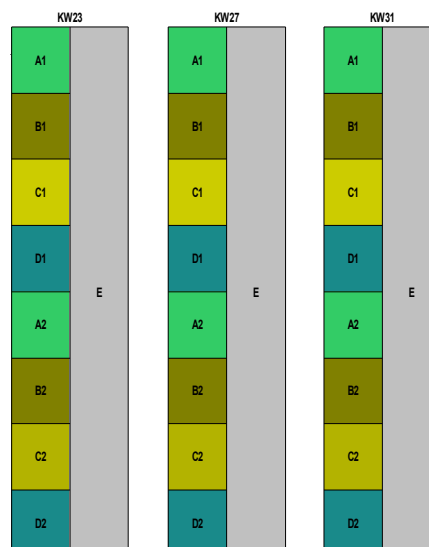


Abb. 5: Versuchsplan – Freiland: Thaur; 3 Versuchsreihen pro Saison

## 2.2. Alternative Methoden

In erster Linie wurden mikrobiologische Pflanzenstärkungsmittel getestet (s. Tab.1). Außerdem wurde im Gewächshaus eine Tröpfchenbewässerung installiert, um durch die Reduktion von Luftfeuchtigkeit und Blattnässe den Krankheitsdruck im Allgemeinen zu senken, und ein Prognosemodell, zur gezielten Regulierung von Falschen Mehltau, wurde auf seine Zuverlässigkeit geprüft (s. 3.3. Standort: Wien). Angaben zu Applikationshäufigkeiten und Aufwandmengen finden sich bei den jeweiligen Versuchen unter dem Punkt Kostenbilanz.

Tab.1: Getestete Pflanzenstärkungsmittel zur Regulierung von Pilzkrankheiten im Salatanbau

Behandlung	Klasse / Wirkstoff	Eigenschaften
Trianium-P	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum</i> T-22	Pilz besiedelt die Rhizosphäre, Steigerung der Widerstandskraft, Wachstumsförderung, Konkurrenz zu bodenbürtigen Schaderregern (v.a. <i>Rhizoctonia solani</i> )
Trichostar	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum</i> T-58	Pilz besiedelt die Rhizosphäre, Steigerung der Widerstandskraft, Wachstumsförderung, Konkurrenz zu bodenbürtigen Schaderregern (v.a. <i>Rhizoctonia solani</i> )
Rhizovital	Bodenhilfsstoff / <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Bakterien besiedeln die Rhizosphäre, Steigerung der Widerstandskraft, Wachstumsförderung, Konkurrenz zu bodenbürtigen Schaderregern
Boni Protect forte	PSTM / <i>Aureobasidium pullulans</i>	Besiedelt Risse und Wunden der Blattoberfläche, Räumliche Konkurrenz mit Schaderregern (v.a. <i>Botrytis cinerea</i> )
Alginure BioSchutz	PSTM / Algenextrakte, Phosphonat u.a.	Stoffwechsel der Pflanze wird angeregt und die pflanzeigene Abwehrbereitschaft gegen Schadorganismen wird gesteigert (v.a. gegen <i>Bremia lactucae</i> )
Prev-B2	Netzmittel / Orangenöl	Zusatzstoff für verbesserte Benetzung; Das enthaltene Bor festigt die Zellwände, und das Orangenöl trocknet kleine und weiche Lebewesen aus

## 2.3. Bonitur

An den erntereifen Salaten, wurden die Pilzkrankheiten Schwarzfäule (*Rhizoctonia solani*), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) und Falscher Mehltau (*Bremia lactucae*) bonitiert. In der Regel war *Rhizoctonia solani* der Haupt-Schadfaktor der Salatkulturen. Protokolliert wurden bei *Rhizoctonia* sowohl die Befallshäufigkeit, die geschätzte Befallsstärke (s. Boniturnoten), die Anzahl der befallenen Blätter und der Anteil an Ernteausfällen. Zusätzlich wurde bei einzelnen Versuchen das Frischgewicht der Salatpflanzen ermittelt.

*Botrytis cinerea* und *Bremia lactucae* traten deutlich seltener auf und wurden nur hinsichtlich ihrer Häufigkeit bewertet.



Abb. 1: *Rhizoctonia solani*



Abb. 2: *Botrytis cinerea*

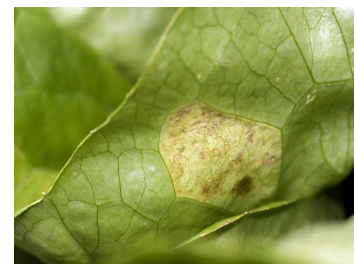


Abb. 3: *Bremia lactucae*

***Rhizoctonia solani***: Die Bonitur erfolgte nach einer 9-stufigen Skala

1=kein Befall

2=sehr geringer Befall (1-5% der gesamten Blattfläche)

3=geringer Befall (5-10%)

4=geringer bis mittlerer Befall (10-20%)

5=mittlerer Befall (20-30%, **nicht mehr marktfähig!**)

6=mittlerer bis starker Befall (30-40%)

7=starker Befall (40-50%)

8=starker bis sehr starker Befall (50-75%)

9=sehr starker Befall (75-100%)

## 2.4. Statistik

Die Datenanalyse erfolgte mit dem Programm STATISTICA. Signifikanter Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA) ermittelt. Im Falle auftretender Signifikanz, wurde zusätzlich ein Tukey-HSD Test durchgeführt, um durch paarweisen Vergleich, die homogenen (einheitlichen) Varianten bzw. im Umkehrschluss, die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten herauszuarbeiten.

### Anmerkung zur Interpretation der Ergebnisse:

Eine Senkung der durchschnittlichen Boniturnote, ab einer Differenz von  $\geq 0,4$  gegenüber der Kontrolle, ist als guter Erfolg zu bezeichnen. An den Versuchsergebnissen sieht man, dass die konventionelle Behandlung mit chemisch-synthetischen Fungiziden i.d.R. Verbesserungen in dieser Größenordnung gegenüber der Kontrollfläche aufweist.

Die Mittelwerte der Boniturnoten, der einzelnen Behandlungsvarianten, liegen generell nahe beieinander. Dies hat zwei Gründe. Erstens sind die Befallshäufigkeiten immer relativ hoch (bei den Freilandversuchen 100%), so dass die Boniturnote 1 (=kein Befall) sehr selten vergeben wird und zweitens kommen Boniturnoten  $\geq 5$  (nicht mehr marktfähig) ebenfalls selten vor.

## 3. Versuchsstandorte und Ergebnisse

### 3.1. Standort: Eferding in Oberösterreich

- Gemüsebau Ewald Mayr, 4070 Eferding

- Freiland

- Versuchszeitraum: 09.07.12 – 16.08.12 (V1), 01.08.12 – 12.09.12 (V2)

- Sorte: Santoro (V1), RZ 43-74 (V2)

- Projektpartner: Gemüsebau Ewald Mayr, Geißlmayr GmbH, bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, Gemüsebau Perlinger, LWK Oberösterreich, LGV-Frischgemüse reg. Gen.mmbH., LVA GmbH, GLOBAL 2000

#### 3.1.1. Alternative Methoden

- Einsatz von Trianum-P® (*Trichoderma harzianum* T-22), Trichostar® (*Trichoderma harzianum* T-58) und Rhizovital® 42 (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*.
- Einsatz des biotechnologischen Präparates Boni Protect forte® (*Aureobasidium pullulans*) gegen die pflanzenpathogenen Pilze *Botrytis cinerea* und *Rhizoctonia solani*.
- Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte durch Angießen der Jungpflanzen (noch in den Kisten) mittels Gießkanne.
- Aufwandmengen siehe Tabelle 6 unter 3.2.3. Kostenbilanz.

Durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel wurden die konventionellen Fungizide Signum® und Ortiva®, welche in der Standardbehandlung verwendet wurden, ersetzt. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

### 3.1.2 Ergebnisse

Hauptschaderreger war *Rhizoctonia solani*. Die Befallshäufigkeiten lagen bei allen Behandlungsvarianten bei 100%. Es waren keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten festzustellen. Allerdings zeigt sich ein leichter Trend, dass durch den Einsatz der *Trichoderma*-Präparate, in Kombination mit Rhizovital bzw. mit Boni Protect forte, die Befallsstärke gesenkt wird. Die durchschnittlichen Boniturnoten (Abb. 6) aller Behandlungsvarianten liegen nahe beieinander. Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Versuchspartellen (Tab.2, Tab.3) sieht man, dass bei der ersten Versuchsreihe (Tab.2), bestimmte Partellen (B1, C1) der Varianten Trianium-P plus Rhizovital und Trianium-P plus Boni Protect forte einem sehr hohen Befallsdruck ausgesetzt waren. Dieser spiegelt sich in der mittleren Boniturnote und in der Ausfallsrate (Abb.9) wieder. Auf den Kontrollflächen war ein so hoher Krankheitsdruck nicht gegeben, was das Ergebnis verzerrt. Vergleicht man die anderen Partellen (B2, C2, D1, D2) mit den Kontrollpartellen (A1, A2) sieht man eine doch recht klare Verbesserung durch den Pflanzenstärkungsmittelsinsatz. Ebenso im Versuch Nr. 2 (Tab.3) Bei den Frischgewichten waren keine Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen (Abb.8).

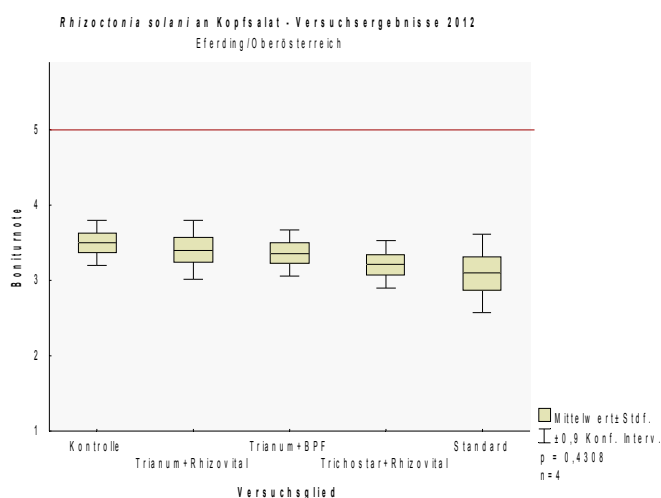


Abb. 6: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Es wurden zwei Versuchsreihen mit je zwei Wiederholungen ausgewertet und in der Grafik zusammengefasst. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote  $\geq 5$  wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Ortiva; BPF= Boni Protect forte

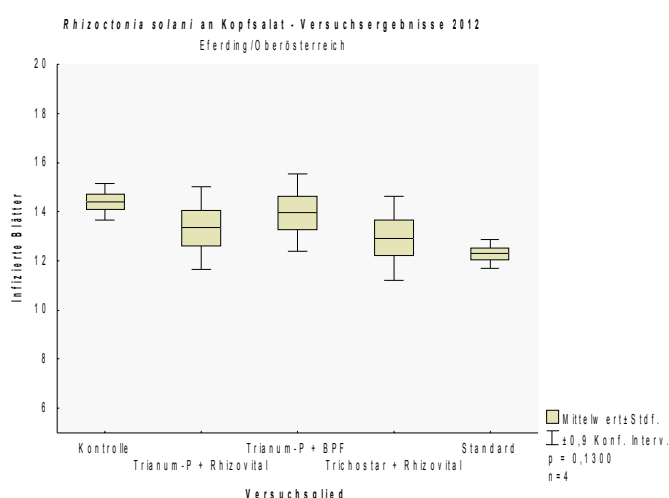


Abb. 7: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

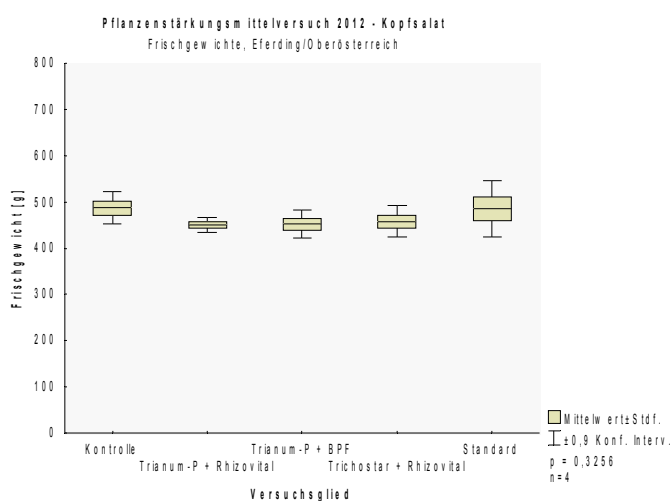


Abb. 8: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate

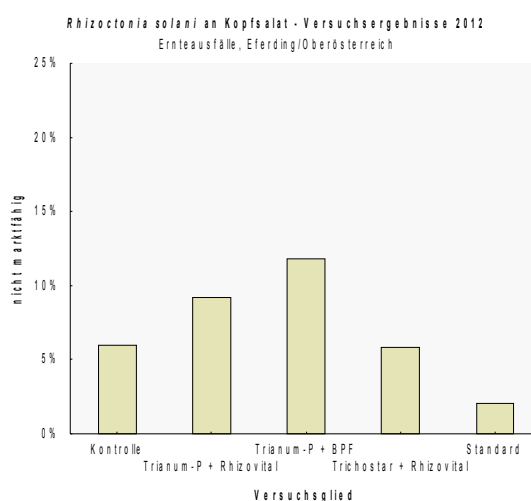


Abb. 9: Ernteaussfälle (Boniturnote  $\geq 5$ ), verursacht durch *Rhizoctonia solani*

Tab.2: Versuchsergebnisse aus Eferding/Oberösterreich; 09.07.12 – 16.08.12

Versuchsglied / Parzelle		Mittelwerte			
		Boniturnote	Infizierte Blätter	FG [g]	Ausfall
Kontrolle	A1	3,3	13,9	515,6	10,0%
	A2	3,3	14,0	506,7	10,0%
Trianum-P + Rhizovital	B1	3,7	14,8	446,0	30,0%
	B2	2,9	11,5	465,5	6,7%
Trianum-P + Boni Protect forte	C1	3,7	15,3	435,8	33,3%
	C2	3,0	12,3	427,2	10,0%
Trichostar + Rhizovital	D1	3,1	13,2	479,8	13,3%
	D2	2,9	11,3	472,7	10,00%
Standardbehandlung (Signum + Ortiva)	E1	2,7	11,6	453,7	0,0%
	E2	2,7	12,2	486,8	0,0%

Tab.3: Versuchsergebnisse aus Eferding/Oberösterreich; 01.08.12 – 12.09.12

Versuchsglied / Parzelle		Mittelwerte				
		Boniturnote	Infizierte Blätter	FG [g]	Botrytis	Ausfall
Kontrolle	A1	3,6	14,6	450,6	8%	0%
	A2	3,8	15,2	476,3	12%	4%
Trianum-P + Rhizovital	B1	3,5	13,1	455,6	4%	0%
	B2	3,5	14,0	432,6	16%	0%
Trianum-P + Boni Protect forte	C1	3,3	13,5	461,8	4%	0%
	C2	3,4	14,8	484,8	0%	4%
Trichostar + Rhizovital	D1	3,3	12,5	415,8	8%	0%
	D2	3,5	14,7	462,8	4%	0%
Standardbehandlung (Signum + Ortiva)	E1	3,6	12,8	443,3	4%	8%
	E2	3,3	12,6	558,4	12%	0%

### 3.2.Standort: Thaur in Tirol

- Gemüsebau W. Schindl, Gemüsebau A. Felderer, 6065 Thaur
- Freiland
- Versuchszeitraum: 04.06.12 – 16.07.12 (V1), 02.07.12 – 29.08.12 (V2), 31.07.12 – 13.09.12 (V3)
- Sorte: Tizian (V1), RZ 43-44 (V2), Dummy-Analena (V3)
- Projektpartner: Gemüsebau Schindl, Gemüsebau Felderer, Geißlmayr GmbH, bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, Gemüsebau Perlinger, LWK Tirol, LGV-Frischgemüse reg. Gen.mBh., LVA GmbH, GLOBAL 2000

#### 3.2.1.Alternative Methoden

- Einsatz von Trianum-P® (*Trichoderma harzianum* T-22) und Rhizovital® 42 (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*.
- Einsatz des biotechnologischen Präparates Boni Protect forte® (*Aureobasidium pullulans*) gegen die pflanzenpathogenen Pilze *Botrytis cinerea* und *Rhizoctonia solani*.
- Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte durch Angießen der Jungpflanzen (in den Kisten). Zusätzlich wurde bei einzelnen Versuchsgliedern, nach 7-10 Tagen, eine Feldbehandlung mit einer Rückenspritze durchgeführt.
- Aufwandmengen siehe Tabelle 6 unter 3.2.3.Kostenbilanz.

Durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel wurden die konventionellen Fungizide Signum® und Ortiva®, welche in der Standardbehandlung verwendet wurden, ersetzt. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

### 3.2.2. Ergebnisse

Von den drei Versuchsreihen im Jahr 2012, wurde die erste (V1) nicht in der Auswertung berücksichtigt. Auf Grund von Hagel- und Starkregenereignissen war die Salatkultur schwer beschädigt worden und es konnten keine zulässigen Rückschlüsse auf die Behandlungsmethoden gemacht werden. Die Befallshäufigkeiten lagen bei allen Behandlungsvarianten bei 100%. Frischgewichte wurden nicht ermittelt.

Alle Behandlungsvarianten zeigten eine klare Verbesserung der Krankheitssituation der Salatkulturen (Abb.10). Das beste Ergebnis wurde bei zweimaliger Applikation von Trianum-P plus Boni Protect forte erzielt. Wobei eine zweimalige Anwendung von Trianum-P plus Rhizovital keine weitere Verbesserung gegenüber einer einmaligen Anwendung brachte, was darauf schließen lässt, dass der gute Erfolg der Variante Trianum-P plus Boni Protect forte auf die zweimalige Applikation von Boni Protect forte zurück zu führen ist. Der Ausfall war auf allen Versuchsflächen relativ gering (Abb. 12), wobei die Variante mit Trianum plus Rhizovital, neben der Standardbehandlung, am besten abschnitt.

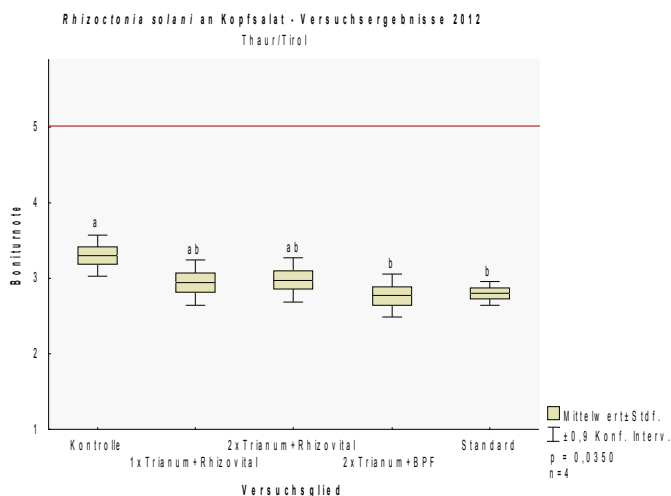


Abb. 10: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Es wurden zwei Versuchsreihen mit je zwei Wiederholungen ausgewertet und in der Grafik zusammengefasst. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote  $\geq 5$  wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Ortiva, BPF= Boni Protect forte

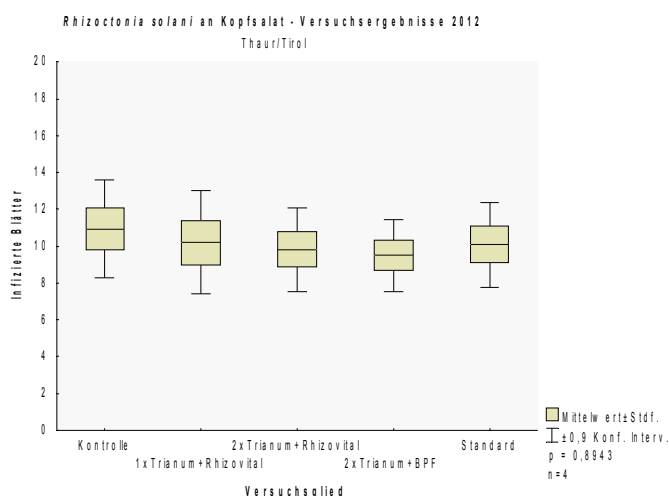


Abb. 11: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

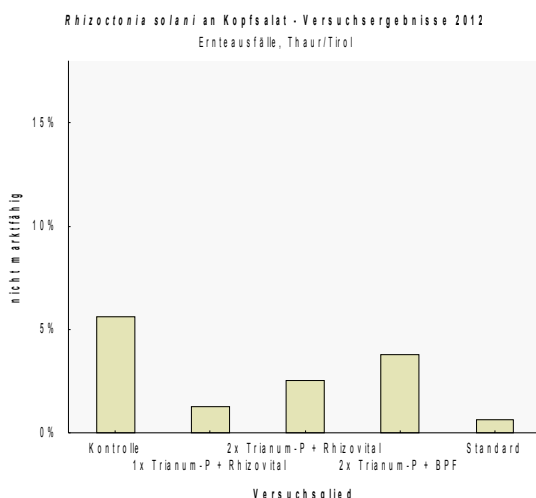


Abb. 12: Ernteauffälle (Boniturnote  $\geq 5$ ), verursacht durch *Rhizoctonia solani*



Tab.4: Versuchsergebnisse aus Thaur/Tirol; 02.07.12 – 29.08.12

Versuchsglied / Parzelle		Mittelwerte		
		Boniturnote	Infizierte Blätter	Ausfall
Kontrolle	A1	3,1	8,8	12,5%
	A2	3,4	9,3	0,0%
1x Trianum-P + Rhizovital	B1	2,6	8,0	0,0%
	B2	3,0	8,5	0,0%
2x Trianum-P + Rhizovital	C1	2,9	8,4	0,0%
	C2	2,9	8,1	0,0%
2x Trianum-P + BPF	D1	3,0	9,0	12,5%
	D2	2,6	7,5	0,0%
Standardbehandlung (Signum + Ortiva)	E1	2,8	7,8	0,0%
	E2	2,8	9,3	0,0%

Tab.5: Versuchsergebnisse aus Thaur/Tirol; 02.07.12 – 29.08.12

Versuchsglied / Parzelle		Mittelwerte		
		Boniturnote	Infizierte Blätter	Ausfall
Kontrolle	A1	3,1	12,4	20%
	A2	3,3	13,2	0%
Trianum-P + Rhizovital	B1	3,0	11,4	5%
	B2	3,3	12,1	5%
2x Trianum-P + Rhizovital	C1	2,9	10,7	20%
	C2	2,9	11,2	0%
2x Trianum-P + Boni Protect forte	D1	2,6	10,4	5%
	D2	2,7	11,0	0%
Standardbehandlung (Signum + Ortiva)	E1	3,0	12,2	0%
	E2	3,0	11,5	5%

### 3.2.3 Kostenbilanz Freiland

Im Hinblick auf die Wettbewerbssituation der LandwirtInnen wurde eine Kostenbilanz der unterschiedlichen Behandlungsmethoden erstellt. Einerseits wurden, für die Pflanzenstärkungsmittel, die Kosten, für die Jungpflanzenbehandlung (J) und andererseits jene Kosten, für eine Spritzapplikation am Feld (F) berechnet. Für die Pflanzenschutzmittel wurden die Kosten der Feldbehandlung kalkuliert (Tab.6).

Bei einer einmaligen Jungpflanzenbehandlung mit den Pflanzenstärkungsmitteln Trianum-P und Rhizovital ergab sich ein Gesamtpreis von € 102,3 pro 100.000 Jungpflanzen. Bei Anwendung von Trichostar kam man auf € 99 und in Kombination mit Rhizovital auf € 124,7. Eine Kombinationsbehandlung von Trianum-P plus Boni Protect forte kostete pro Applikation € 144,9.

Auf den konventionellen Flächen wurden Ortiva und Signum oder zweimal Ortiva angewandt, was zusammen Kosten von € 146,4/ha bzw. 101€/Haverursachte. Durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel entstanden also, bei einmaliger Jungpflanzenbehandlung, keine Mehrkosten gegenüber der Standardbehandlung.

Anders verhält es sich, wenn man gewisse Pflanzenstärkungsmittel großflächig auf dem Feld ausbringt. Bei Trianum-P kommt man, bei einer empfohlenen Aufwandmenge von 1,5 kg/ha, auf € 273,6 und bei Trichostar gar auf € 450/ha (5kg). Aus Kostengründen sollte daher die Jungpflanzenbehandlung bevorzugt werden.

Tab.6: Kostenaufstellung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Preise ohne Steuer)

Behandlung	Klasse / Wirkstoff	Preis (€/kg)	Aufwandmenge (kg/ha)	Kosten/Hektar (€/ha)	Applikationshäufigkeit
Trianum-P (J)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T-22</i>	182,4	0,42*	76,6	1x
Trianum-P (F)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T-22</i>	182,4	1,5	273,6	1x
Rhizovital (J)	Bodenhilfsstoff / <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	77,0	0,33*	25,7	1x
Rhizovital (F)	Bodenhilfsstoff / <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	77,0	0,5	38,5	1x
Trichostar (J)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T-58</i>	90,0	1,1*	99	1x
Trichostar (F)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T-58</i>	90,0	5,0	450,0	1x
Boni Protect forte (J/F)	PSTM / <i>Aureobasidium pullulans</i>	87,5	0,8	70,0	1-2x
Signum (F)	PSM / Boscalid & Pyraclostrobin	63,9	1,5	95,9	1x
Ortiva (F)	PSM / Azoxystrobin	50,5	1,0	50,5	1-2x

\*Annahmen für die Berechnung der Jungpflanzenbehandlung: am Feld 100.000 Pfl/ha, pro Kiste 150 Jungpflanzen (1 Kiste = 0,25m<sup>2</sup>); Aufwandmengen: 2,5 g/m<sup>2</sup> Trianum-P, 2 ml/m<sup>2</sup> Rhizovital, 6,6 ml/m<sup>2</sup> Trichostar  
 PSM...Pflanzenschutzmittel, J...Jungpflanzenbehandlung, F...Feldbehandlung

### 3.3.Standort: Wien

- Gewächshaus d. Gärtnerei Schneider, 1110 Wien
- Versuchszeitraum: 10.09.12 – 20.10.12; 23.01.13 – 05.04.13
- Sorte: Letsgo
- Projektpartner: Gärtnerei Schneider, LGV-Frischgemüse Gen.mbH., bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, LVA GmbH, Gemüsebau Perlinger, Geißlmayr GmbH, GLOBAL 2000

#### 3.3.1.Alternative Methoden

- Einsatz des Pflanzenstärkungsmittels Alginure BioSchutz® (Herbstsaison: plus dem Netzmittel Prev-B2®) gegen Falschen Mehltau (*Bremia lactucae*)
- Einsatz von Trichostar® (*Trichoderma harzianum* T-58) und Rhizovital® (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*. Applikation teilweise bereits während der Jungpflanzenaufzucht.
- Einsatz des biotechnologischen Präparates Boni Protect forte® (*Aureobasidium pullulans*) gegen die pflanzenpathogenen Pilze *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* und *Bremia lactucae*.
- Installation einer Tröpfchenbewässerung um den Krankheitsdruck im Allgemeinen zu senken.
- Verwendung eines Prognosemodells zur Ermittlung der optimalen Behandlungszeitpunkte gegen Falschen Mehltau
- Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte mittels Sattelspritze.
- Aufwandmengen siehe Tabelle 7 unter 3.3.3.Kostenbilanz.

Durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel wurden die konventionellen Fungizide Signum® und Forum® bzw. Signum® und Aliette®, welche in der Standardbehandlung verwendet wurden, ersetzt. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

#### 3.3.2.Ergebnisse

##### 3.3.2.1.Herbstsaison 2012

##### Rhizoctonia solani

Es trat häufig *Rhizoctonia solani* auf (Abb.15), allerdings sehr schwach ausgeprägt und dementsprechend niedrig sind die durchschnittlichen Boniturnoten angesiedelt (Abb.13). Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt. Auch bei der Anzahl infizierter Blätter (Abb. 14) gab es keine eindeutigen Unterschiede, allerdings konnte durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel die Ausfallquote gegenüber der unbehandelten Kontrollfläche deutlich gesenkt werden (Abb.16).

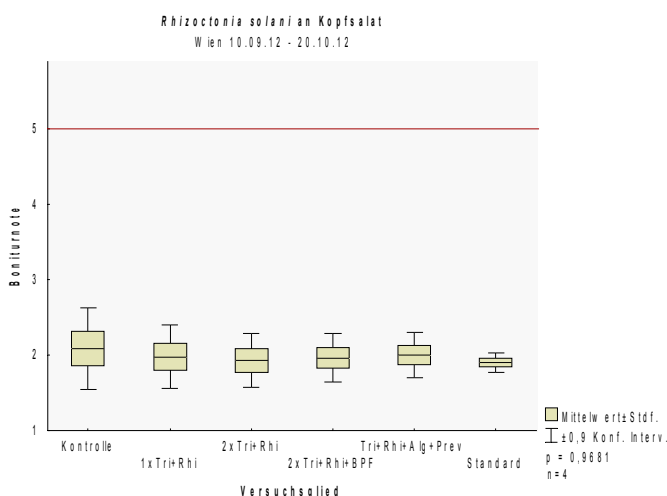


Abb. 13: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote  $\geq 5$  wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum + Forum; Alg= Alginure; BPF=Boni Protect forte; Prev=Prev-B2; Rhi=Rhizovital; Tri=Trichostar

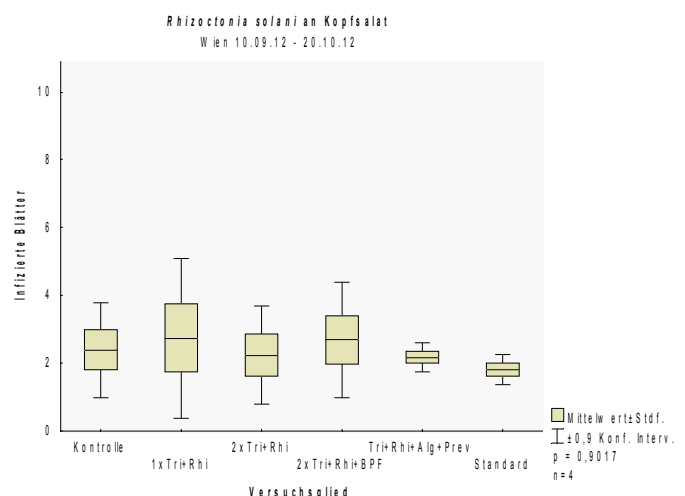


Abb. 14: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

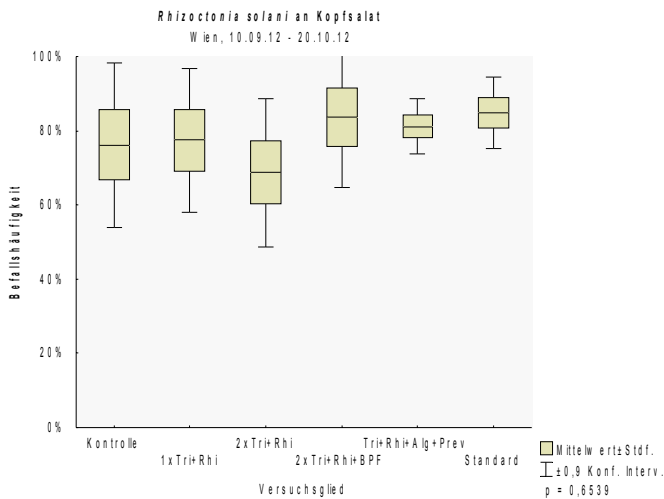


Abb. 15: Befallshäufigkeit durch *Rhizoctonia solani*

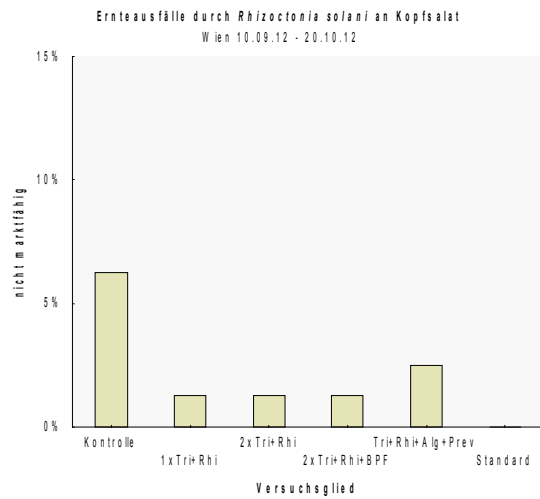


Abb. 16: Ernteaussfälle (Boniturnote  $\geq 5$ ), verursacht durch *Rhizoctonia solani*

### **Bremia lactucae**

Falscher Mehltau trat in allen Versuchsvarianten auf. Die Befallshäufigkeit (Abb.17) lag auf der unbehandelten Kontrollfläche bei 16,4%. Durch den Einsatz von Algisure BioSchutz plus dem Netzmittel Prev-B2 konnte diese auf 6,8% gesenkt werden. Noch etwas geringer war der Befall bei einmaliger, kurativer Applikation des chemischen Fungizids Forum und anschließender, zweimaliger Anwendung von Boni Protect forte. Am deutlichsten war die Befallsreduktion bei zweimaliger Applikation von Forum plus einmal Signum.

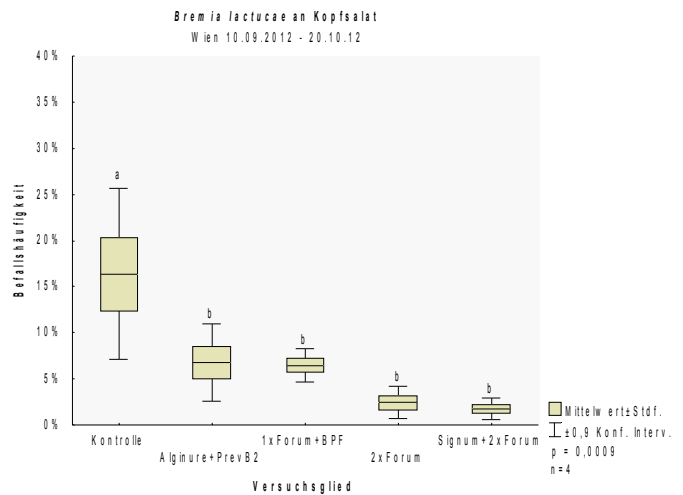


Abb. 17: Befallshäufigkeit durch *Bremia lactucae*. Die Buchstaben a, b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD). BPF= Boni Protect forte

## Bewässerungstechnik

Es wurde eine signifikante Verbesserung des *Rhizoctonia*-Befalls, festgestellt. Dies zeigt sich sowohl bei der durchschnittlichen Boniturnote als auch bei der Befallshäufigkeit (Abb.19, Abb.20).



Abb. 18: Tröpfchenbewässerung (oben) und Überkopfberegnung (unten)

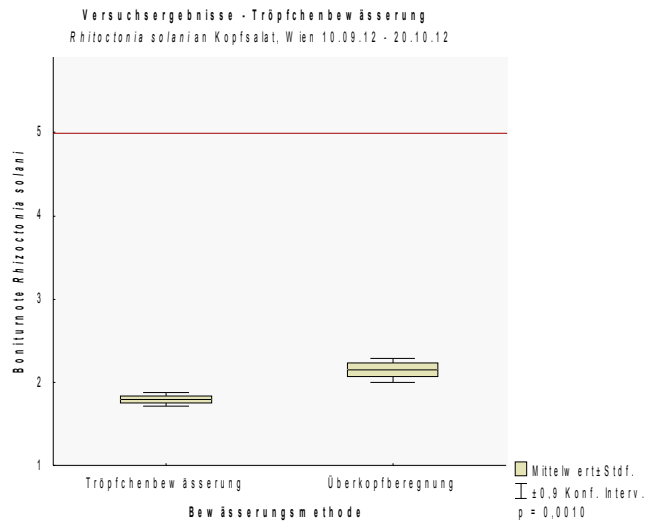


Abb. 19: Auswirkung der Bewässerungsmethode auf die Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani*.

Auch die Befallshäufigkeit durch Falschen Mehltau lag bei der Tröpfchenbewässerung etwas unter dem Niveau der Überkopfberegnung, allerdings konnte hier kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abb.21).

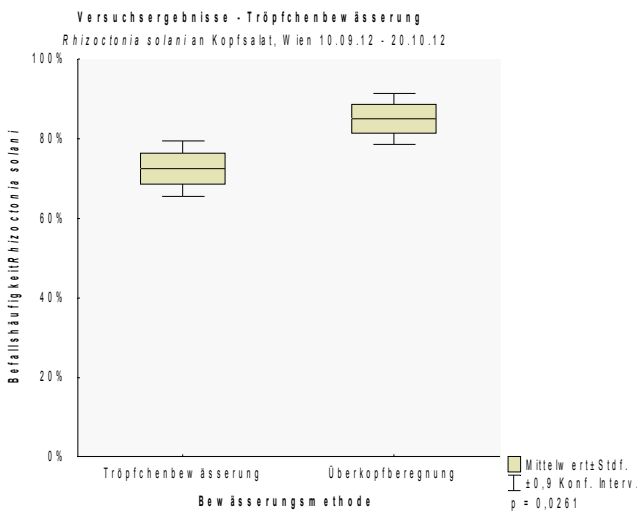


Abb. 20: Auswirkung der Bewässerungsmethode auf die Befallshäufigkeit durch *Rhizoctonia solani*.

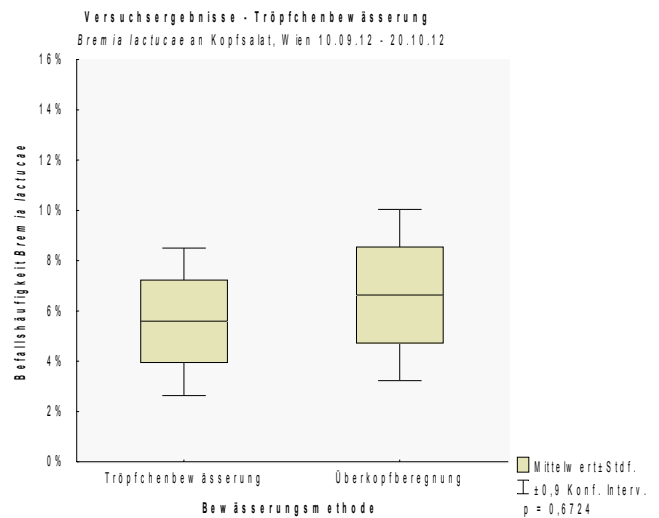


Abb. 21: Auswirkung der Bewässerungsmethode auf die Befallshäufigkeit durch *Bremia lactucae*.

### 3.3.2.2. Fröhjahressaison 2013

#### Rhizoctonia solani

Im Fröhjahr trat relativ wenig *Rhizoctonia solani* auf. Die durchschnittlichen Boniturnoten zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (Abb.22). Allerdings weisen die Versuchsergebnisse einen Trend zur Verbesserung der Befallsituation durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel auf, was bei der Befallshäufigkeit und der Ausfallsrate am deutlichsten wird (Abb. 24, Abb.25). Die Varianten Trichostar plus Rhizovital und Boni Protect forte bzw. jener, zusätzlich mit Alginure Bioschutz, hatten überhaupt keinen Ausfall, die Kontrollfläche und die Varianten mit Signum hingegen schon, wenn auch nur ca. 1-2%.

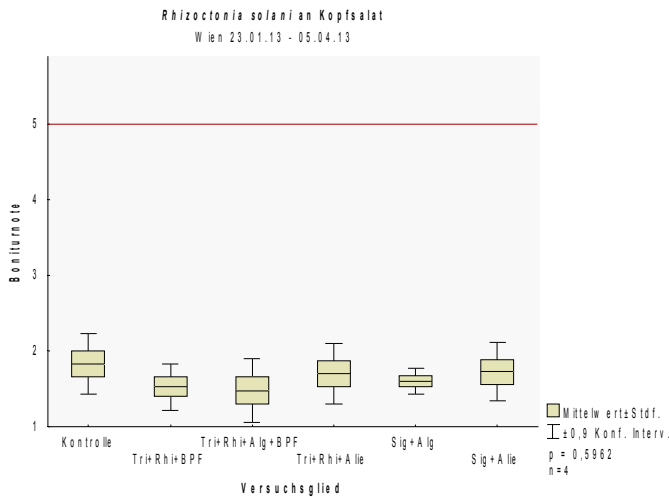


Abb. 22: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall (75-100%). Boniturnote  $\geq 5$  wurde als Ausfall gewertet. Alie=Aliette ; Alg= Alginure; BPF=Boni Protect forte; Rhi=Rhizovital; Sig= Signum, Tri=Trichostar

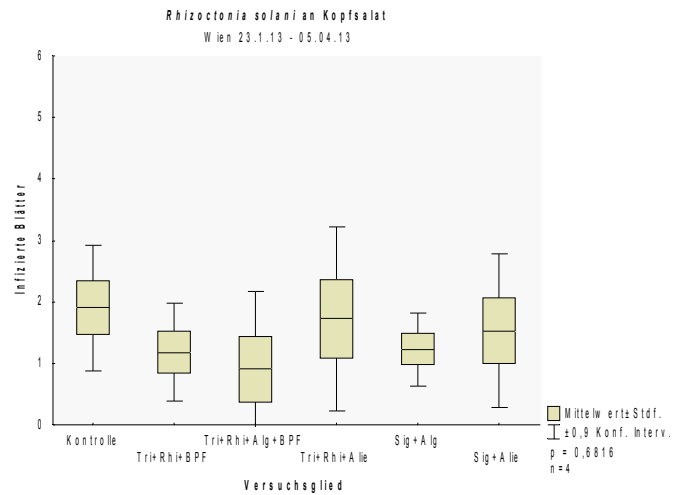


Abb. 23: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

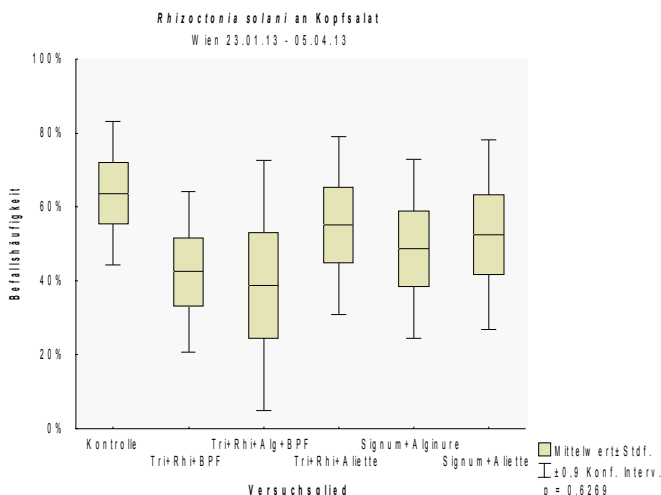


Abb. 24: Befallshäufigkeit durch *Rhizoctonia solani*

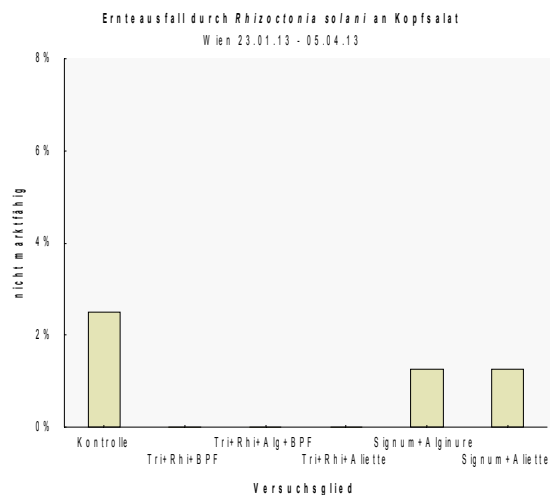


Abb. 25: Ernteaussfälle (Boniturnote  $\geq 5$ ), verursacht durch *Rhizoctonia solani*

### Botrytis cinerea

Gegen *Botrytis cinerea* wurde Boni Protect forte erfolgreich angewandt. Beide Varianten, die Boni Protect im Spritzplan enthielten, wiesen signifikant weniger *Botrytis*-Befall auf, als die anderen Versuchsflächen. Es war sogar deutlich weniger Befall, als auf den konventionell, mit Signum, behandelten Parzellen (Abb. 26).

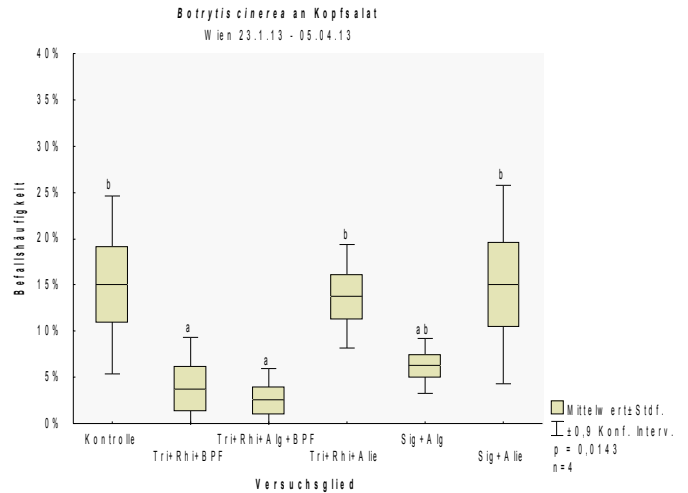


Abb. 26: Befallshäufigkeit durch *Botrytis cinerea*. Die Buchstaben a, b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD).

### Bewässerungstechnik

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen der Tröpfchenbewässerung und der Überkopfberegnung, in Bezug auf die Pflanzengesundheit, festgestellt. Der Trend zeigt, dass auf Flächen mit Tröpfchenbewässerung tendenziell weniger *Rhizoctonia* auftritt als bei Überkopfberegnung (Abb.27, Abb.28).

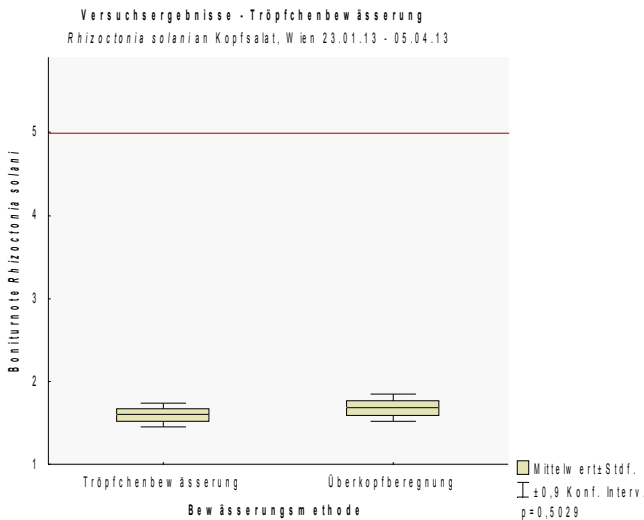


Abb. 27: Auswirkung der Bewässerungsmethode auf die Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani*.

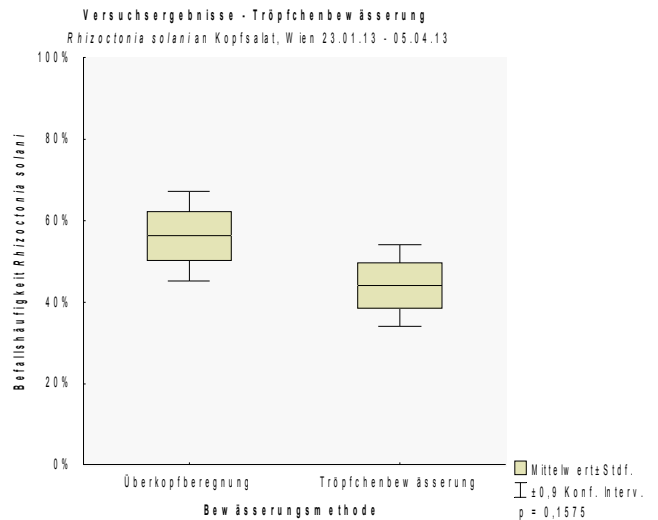


Abb. 28: Auswirkung der Bewässerungsmethode auf die Befallshäufigkeit durch *Rhizoctonia solani*.

### 3.3.2.3. Wetterstationen und Prognosemodell (Falscher Mehltau)

Umweltfaktoren die von der Wetterstation aufgezeichnet werden:

- Temperatur und Luftfeuchtigkeit / Kombisensor (0,5m)
- Globalstrahlung (1m)
- Blattnässe
- Niederschlag
- Bodentemperatur (15, 45cm)
- Bodenfeuchte (10, 20, 30, 40, 50, 60cm)
- Windgeschwindigkeit\*

\*Windgeschwindigkeit wird im Glashaus mit 0 km/h angenommen. Es wurde in der Software ein virtueller Windsensor angelegt um die Prognoseberechnungen durchführen zu können.



Abb. 29: Wetterstation der Firma Adcon

Für die Prognoseberechnungen benötigt das *Bremia lactucae* – Modell, von Western Farm Services, Daten von Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Wind. Aus diesen Umweltfaktoren berechnet das Programm täglich einen Index, der den aktuellen Befallsdruck darstellt (Abb.31). Überschreitet der Index einen bestimmten Schwellenwert, informiert das Programm den Produzenten, dass eine Pflanzenschutzbehandlung notwendig ist. Wird die getätigte Behandlung manuell in das Programm eingegeben, setzt sich der Index automatisch auf Null zurück und die Berechnungen starten von vorne.

Im Herbst 2012 wurde durch das computergesteuerte Prognosemodell, das Auftreten von Falschem Mehltau zuverlässig vorhergesagt. Das Programm empfahl vier Tage vor dem Sichtbarwerden erster Symptome eine Fungizidbehandlung, was in der Praxis ein ziemlich guter Behandlungszeitpunkt gewesen wäre, um die weitere Sporenbildung zur Gänze zu verhindern.

Im Frühjahr 2013 hingegen, haben die Empfehlungen des Programms nicht mit der realen Situation zusammengepasst. Es herrschten im Glashaus lange Zeit gleichmäßige Temperaturen um die 5-7°C, was eine Infektion durch *Bremia lactucae* höchst unwahrscheinlich macht (Eindringen in die Blätter bevorzugt bei ca. 15°C, Sporulation bei 18-20°C). Das Prognosemodell hat aber keinen Grenzwert für eine Tiefsttemperatur, unter dieser, der berechnete Index nicht steigt (Es gibt Grenzwerte für Höchsttemperatur, Windgeschwindigkeit, Blattnässe und Luftfeuchtigkeit). Bei entsprechender Blattnässe schlug das Programm deshalb Alarm, obwohl die konstant niedrigen Temperaturen einen Befall unwahrscheinlich machten. Auf den unbehandelten Flächen trat auch tatsächlich kein Falscher Mehltau auf. Salatsorte und Standort waren dieselben wie wenige Monate zuvor, als ein massives Mehltauauftreten zu beobachten war.

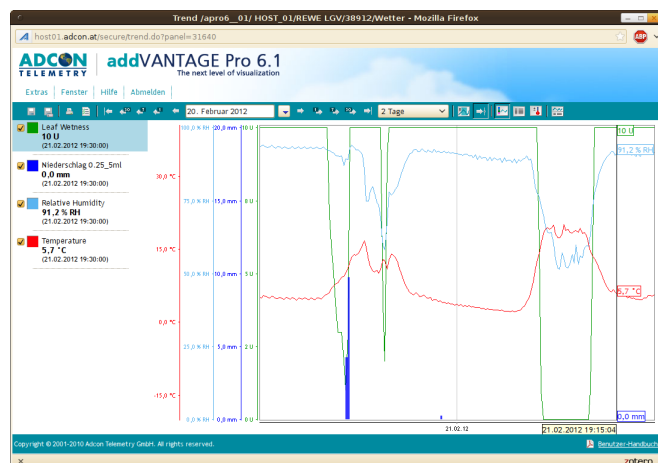


Abb. 30: Exemplarische Darstellung der Aufzeichnung der Witterungsfaktoren durch die Adcon-Wetterstationen.

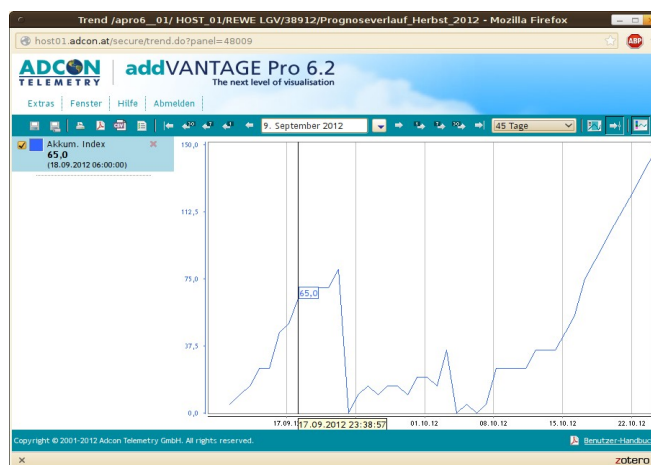


Abb. 31: Indexverlauf des Prognosemodells von Western Farm Services. Der Schwellenwert von 60, welcher hohen Befallsdruck durch *Bremia lactucae* prognostiziert und eine erste Behandlung empfiehlt, wurde am 17.09.12 überschritten. Am 22.09.12 wurden erste Symptome auf Salatblättern festgestellt.



### 3.3.3. Kostenbilanz Gewächshaus

#### **Pflanzenstärkungsmittel**

Im Hinblick auf die Wettbewerbssituation der LandwirtInnen wurde eine Kostenbilanz der unterschiedlichen Behandlungsmethoden erstellt. Berechnet wurde der Preis für eine konventionelle Feldbehandlung mittels Sattelspritze (Tab. 7). Die angeführten Applikationshäufigkeiten basieren auf den Erfahrungswerten aus den Versuchen, beziehungsweise auf den Gebrauchsanweisungen der Mittelhersteller.

Tab.7: Kostenaufstellung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Preise ohne Steuer)

Produkt	Klasse / Wirkstoff	Preis (€/kg)	Aufwandmenge (kg/ha)	Kosten/Hektar (€/ha)	Applikationshäufigkeit
Alginure Bio Schutz	PSTM / Algenextrakte, Phosphonat u.a.	12,2	2,5	30,5	3-4x
Rhizovital	Bodenhilfsstoff / <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	77,0	0,5	38,5	1x
Boni Protect forte	PSTM / <i>Aureobasidium pullulans</i>	87,5	0,8	70,0	3x
Trichostar	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T-58</i>	90,0	5,0	450,0	1
PrevB2	Netzmittel / Orangenöl	17,2	2	34,4	3x
Aliette	PSM / Fosetyl-Al	20,5	3	61,5	1-3x
Forum	PSM / Dimetomorph	24,5	1,2	29,4	1-2x
Signum	PSM / Boscalid & Pyraclostrobin	63,9	1,5	95,9	1x

PSM...Pflanzenschutzmittel

PSTM...Pflanzenstärkungsmittel

Behandlungsvarianten mit dem Mittel Trichostar verursachen relativ hohe Kosten. Auf Grund des hohen Preises (€ 450/ha) wäre die kleinflächige und somit günstigere Behandlung der Jungpflanzen besser. In anderen Versuchen wurde bereits gezeigt, dass eine solche Jungpflanzenbehandlung erfolgsversprechend sein kann (s. 3.1. Standort: Eferding, 3.2. Standort: Thaur).

Die dreimalige Applikation von Alginure BioSchutz verursachte Kosten in Höhe von € 91,5 und bei Boni Protect forte waren es € 210.

#### **Bewässerungstechnik**

Die Kosten der Tröpfchenbewässerung betragen Netto € 1059,62. Damit wurde eine Fläche von 508m<sup>2</sup> bewässert. Hochgerechnet auf einen Hektar ergibt dies Kosten von € 20858,7. Bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren kommt man auf Jahreskosten von € 2086/ha.

Tröpfchenbewässerung-Set:

- 4x Tropfschlauch Uniram 171, 6l/h, 30cm Abstand der Tropfstellen, 500m
- 2x PE-Winkel 32x16mm, VDL
- PE-Endkappen für die Schläuche, 16x1/2 VDL
- 2x T-Stück 90°, PVC
- Saba-Kleber S3, 1000g
- Saba-Reiniger, f. PVC, 650ml
- Kugelhahn 50/50mm, PVC
- Verschraubung 63x2 1/2"x63, PVC
- Gewindestück, 50/63x5/4", AG, PVC
- Kappe, PVC, m. Dichtung, 5/4"

### 3.4. Standort: Wallern im Burgenland

- Gärtnerei Perlinger, 7151 Wallern
- Folientunnel
- Versuchszeitraum: 01.02.13 – 08.04.13
- Sorte: Judita
- Projektpartner: Gemüsebau Perlinger, bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, LVA GmbH, Geißlmayr GmbH LGV-Frischgemüse reg. Gen.mbH., GLOBAL 2000

#### 3.4.1. Alternative Methoden

- Einsatz des Pflanzenstärkungsmittels Alginure BioSchutz® gegen Falschen Mehltau (*Bremia lactucae*)
- Einsatz von Trichostar® (*Trichoderma harzianum* T-58) und Rhizovital® (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*.
- Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte mittels Sattelspritze.
- Aufwandmengen siehe Tabelle 8 unter 3.4.3. Kostenbilanz.

Durch den Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel wurden die konventionellen Fungizide Signum® und Revus®, welche in der Standardbehandlung verwendet wurden, ersetzt. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

#### 3.4.2. Ergebnisse

##### Rhizoctonia solani

Die Ergebnisse zeigten zwei signifikant unterschiedliche Gruppen von Behandlungsmethoden. Die unbehandelte Kontrolle und jene Flächen, welche mit Rhizovital behandelt wurden, lagen auf einem Niveau, so wie die Trichostar-Variante und die konventionelle Standardbehandlung mit dem Fungizid Signum (Abb.32, Abb.33). Dies deutet darauf hin, dass Trichostar eine bessere Wirkung gegen *Rhizoctonia solani* hat als Rhizovital, wobei in vorangegangenen Versuchen gezeigt wurde, dass eine Kombination von Trichoderma-Präparaten (z.B. Trichostar, Trianum) mit Rhizovital den Wirkungsgrad weiter steigern kann.

Bezüglich der Frischgewichte konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden (Abb.35).

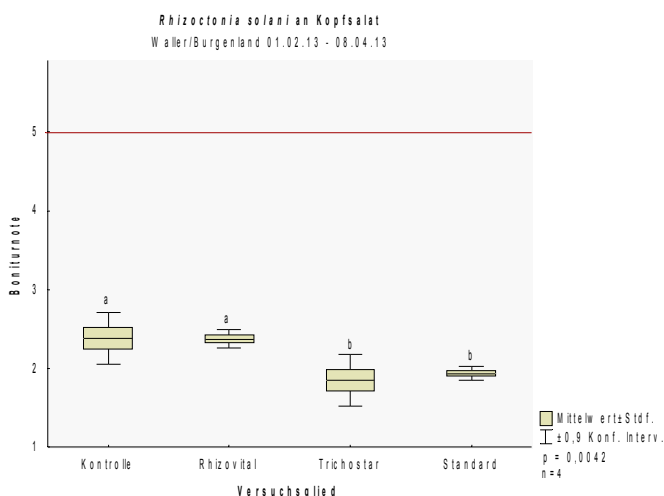


Abb.32: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Boniturnote nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote  $\geq 5$  wurde als Ausfall bewertet. Die Buchstaben a,b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD). Standardbehandlung= Signum + Revus

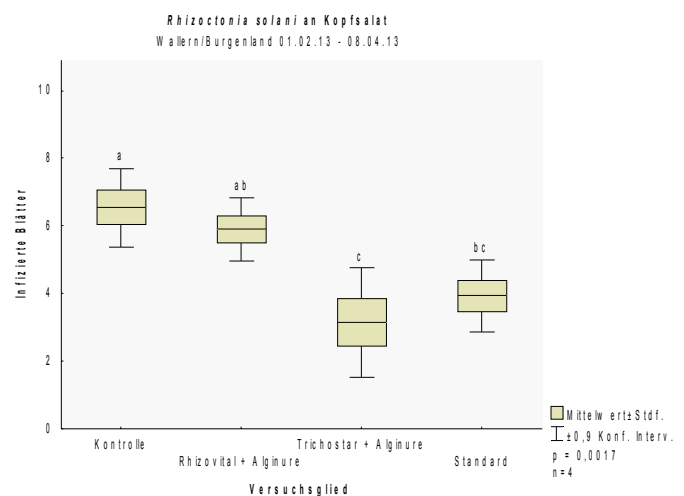


Abb. 33: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter die Buchstaben a,b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD).

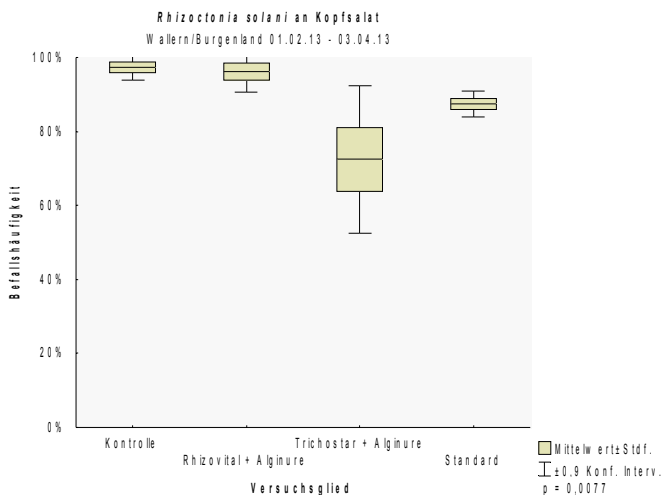


Abb. 34: Befallshäufigkeit durch *Rhizoctonia solani*.

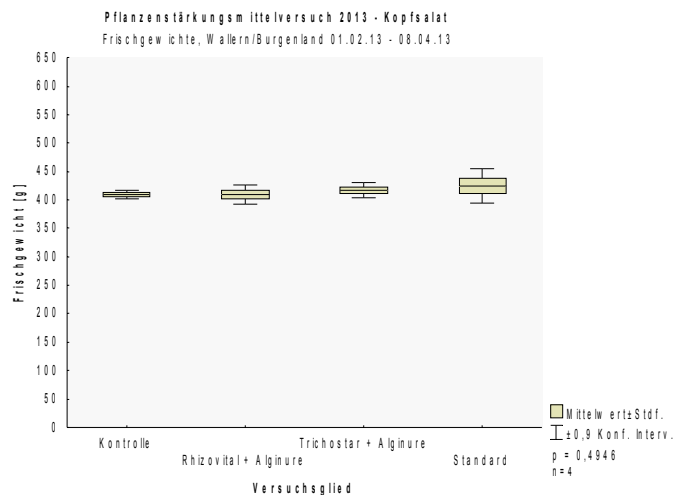


Abb. 35: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate.

### 3.4.3. Kostenbilanz Folientunnel

Im Hinblick auf die Wettbewerbssituation der LandwirtInnen wurde eine Kostenbilanz der unterschiedlichen Behandlungsmethoden erstellt. Berechnet wurde der Preis für eine konventionelle Spritzapplikation (Tab. 8). Die angeführten Applikationshäufigkeiten basieren auf den Erfahrungswerten aus den Versuchen bzw. auf den Gebrauchsanweisungen der Mittelhersteller.

Tab. 8: Kostenaufstellung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Preise ohne Steuer)

Produkt	Klasse / Wirkstoff	Preis (€/kg)	Aufwandmenge (kg/ha)	Kosten/Hektar (€/ha)	Applikationshäufigkeit
Alginure Bio Schutz	PSTM / Algenextrakte, Phosphonat u.a.	12,2	2,5	30,5	3x
Rhizovital	Bodenhilfsstoff / <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	77,0	0,5	38,5	1x
Trichostar	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T58</i>	90,0	5,0	450,0	1x
Revus	PSM / Mandipropamid	42,7	0,6	25,6	1x
Signum	PSM / Boscalid & Pyraclostrobin	63,9	1,5	95,9	1x

PSM...Pflanzenschutzmittel

PSTM...Pflanzenstärkungsmittel

Die Behandlungsvariante mit Alginure Bio Schutz und Trichostar ergab Gesamtkosten von € 541/ha. Dieser sehr hohe Preis ist vor allem dem Mittel Trichostar geschuldet (€ 450/ha). Auf Grund des hohen Preises wäre die kleinflächige und somit günstigere Behandlung der Jungpflanzen besser. In anderen Versuchen wurde bereits gezeigt, dass eine solche Jungpflanzenbehandlung erfolversprechend sein kann (s. 3.1. Standort: Eferding, 3.2. Standort: Thaur)

Die zweite Variante mit Alginure Bio Schutz und Rhizovital ist mit € 130 deutlich günstiger.

Bei der konventionellen Behandlungsmethode ergab sich ein Preis von € 121,22/ha. Signum und Revus wurden jeweils einmal eingesetzt.

## 4. Rückstandsanalytik

Bei allen Versuchsreihen wurden Proben der behandelten Salatpflanzen gezogen und von der österreichischen Lebensmittelversuchsanstalt (LVA GmbH) analysiert. Durchgeführt wurden, pro Probe, Multimethoden zum Nachweis von Pestizidrückständen. Bei diesen wurden jeweils die Rückstände von über 350 Pestizidwirkstoffen analysiert. Zusätzlich wurde auf Phosphonat (Phosphorige Säure), einem Wirkstoff des Pflanzenstärkungsmittels Alginure Bio Schutz, untersucht.

### Belastungssituation 2012/13 (ohne Phosphonat); 37 Proben:

18 x keine Rückstände

5 x 1 Wirkstoff

11 x 2 Wirkstoffe

2 x 3 Wirkstoffe

1 x 4 Wirkstoffe

Am häufigsten wurde der Fungizidwirkstoff Dimethomorph gefunden (8x), allerdings stammten die positiven Proben von nur zwei unterschiedlichen Produzenten.

Boscalid, ein fungizider Wirkstoff des Produkts Signum, wurde auf sechs Proben (16,2%) und bei vier von sechs Produzenten nachgewiesen und war somit der am weitesten verbreitete Wirkstoff. Boscalid hat ein hohes Bioakkumulationspotential und ist hoch persistent, eine mögliche Kompensation des Wirkstoffs wäre ein großer Fortschritt.

Eine Auflistung aller gefundener Wirkstoffe ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tab.9: Wirkstoffe und Anzahl der Nachweise auf den Proben

Wirkstoff	Anz. Nachweise	Anmerkungen
Boscalid	6	Fungizid, bei 4 von 5 Produzenten gefunden; bis auf eine Ausnahme, wurden nach einer Anwendung auch immer Rückstände gefunden → hohe Persistenz, Nachweise auf Freilandsalaten und Salaten aus geschütztem Anbau
Cypermethrin	1	Kontamination*
Deltamethrin	6	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Salaten aus dem geschützten Anbau; Im Freiland trotz Anwendungen nicht nachgewiesen
Dimethomorph	8	Fungizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Salaten aus dem geschützten Anbau
Fenbuconazol	1	Kontamination*
Imidacloprid	6	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Indoxacarb	5	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Mandipropamid	1	Fungizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweis auf Salaten aus geschütztem Anbau
Procymidon	1	Kontamination*
Pyraclostrobin	2	Fungizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise nur auf Salaten aus geschütztem Anbau

*\*Diese Wirkstoffe wurden laut den Produzenten nicht angewandt. Deshalb gilt die Vermutung, dass die Rückstände durch Kontamination, wie z.B. Abdrift oder Altlasten, verursacht wurden.*

Durch die Analyseergebnisse wurde deutlich, dass v.a. im geschützten Anbau vermehrt Pestizidrückstände auftreten. Auf einer Probe wurden bis zu vier verschiedene Wirkstoffe

nachgewiesen. Gesetzliche Höchstwertüberschreitungen traten keine auf, jedoch sind Rückstände von vier Wirkstoffen in einer Probe einerseits in Hinblick auf die Vermarktung kritisch zu betrachten, denn einige Handelsketten haben strenge Kriterien festgelegt um Pestizidrückstände auf ihren Produkten zu minimieren und andererseits können nach heutigem Wissensstand, die Auswirkungen dieser Mehrfachbelastungen auf den Konsumentengesundheit, nicht ausreichend abgeschätzt werden und sollten nach dem Vorsorgeprinzip vermieden werden.

Durch die schnelleren Abbauraten der Wirkstoffe im Freiland, wurden bei den entsprechenden Proben kaum Unterschiede am Endprodukt festgestellt. Aber durch den Verzicht auf die Fungizide Signum und Ortiva kommt es zu einer klaren Reduktion der Umweltbelastung bei der Salatproduktion.

Die Analyseergebnisse zeigten außerdem, dass der Wirkstoff **Kalium-Phosphonat**, welcher im Pflanzenstärkungsmittel Alginure BioSchutz enthalten ist, auch am Endprodukt noch nachgewiesen werden kann. Die Rückstandsmengen waren trotz häufiger Anwendung, mit maximal 14mg/kg (meist <10mg/kg) auf einem relativ niedrigem Niveau (vgl.: MRL Fosethyl-Al=75mg/kg).

#### **4.1. Vergleich der Behandlungsmethoden**

Unterschieden wurde folgende Behandlungsvarianten:

- Kontrollflächen: ohne die Fungizide Signum, Ortiva, Forum und Aliette
- Reduzierter Pflanzenschutzmitteleinsatz: Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln, Beschränkung des Pestizideinsatzes
- Standardbehandlung: konventionell, chemisch-synthetische Fungizide, unterschiedlich je nach Produzent

Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der Intensität des Pestizideinsatz, Insektizide wurden auf allen Flächen standardmäßig appliziert.

Es gab deutliche Unterschiede bei der Häufigkeit von Rückständen zwischen den Behandlungsvarianten (s. Abb.36). Auf den acht Proben der Kontrollflächen wurden nur auf zwei Rückstände gefunden und sechs Proben waren rückstandsfrei, das bedeutet 25% der Proben waren belastet.

Auf den Proben der Flächen mit verringertem Pestizideinsatz, wurde auf 10 von 21 Proben ein oder mehrere Rückstände nachgewiesen, somit waren 48% der Proben belastet. Bei der Standardbehandlung waren 7 von 8, also 87% der Proben, belastet. Auch hinsichtlich der Anzahl an Wirkstoffen gab es große Unterschiede bei den Analysen. Auf 25% der Proben der Kontrollflächen wurden mehr als ein Wirkstoff gefunden, allerdings auch nie mehr als zwei Wirkstoffe. Bei reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz wiesen 33% der Proben Mehrfachrückstände auf, wobei maximal drei verschiedene Pestizide auf einmal gefunden wurden. Bei konventioneller Standardbehandlung waren 63% der Proben mit mehreren Wirkstoffen belastet und es wurden bis zu vier verschiedene Pestizide auf den Proben nachgewiesen.

Da im Zuge der Versuche nur Fungizidbehandlungen durch alternative Methoden kompensiert wurden, ist es notwendig sich die gefunden Rückstände genauer anzusehen: auf 50% der belasteten Proben der Kontrolle wurden ausschließlich Insektizide gefunden, bei reduziertem Pestizideinsatz waren es 30% und bei Standardbehandlung 29%. Das bedeutet, dieser Anteil an belasteten Proben kann durch den Einsatz der getesteten Methoden nicht verhindert werden. Eine Auflistung aller gefundenen Wirkstoffe findet sich in Tabelle 10.

### Anzahl gefundener Wirkstoffe je nach Behandlungsmethode

Versuchsergebnisse 2012/13

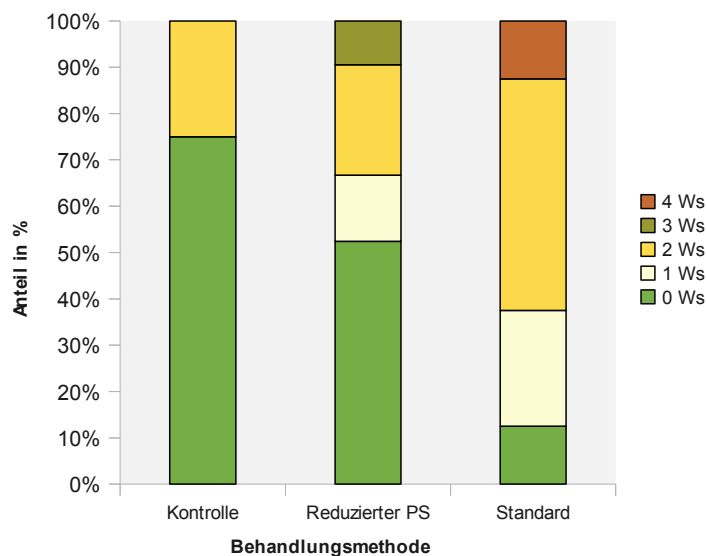


Abbildung 36: Häufigkeitsverteilung der Anzahl gefundener Wirkstoff gegliedert nach Behandlungsmethode. PS= Pflanzenschutz; Ws=Wirkstoff(e)

Tab. 10: Gefundene Wirkstoffe je nach Behandlungsmethode

Behandlungsmethode	Nachgewiesene Pflanzenschutzmittel
Kontrolle	Insektizide: Deltamethrin, Imidacloprid, Indoxacarb Fungizide: Dimethomorph
Reduzierter Pflanzenschutzmitteleinsatz	Insektizide: Deltamethrin, Imidacloprid, Indoxacarb, Procymidon* Fungizide: Boscalid, Dimethomorph, Fenbuconazol*
Standardbehandlung	Insektizide: Cypermethrin, Deltamethrin, Imidacloprid, Indoxacarb, Procymidon* Fungizide: Boscalid, Dimethomorph, Mandipropamid, Pyraclostrobin

\*Diese Wirkstoffe wurden laut den Produzenten nicht angewandt. Deshalb gilt die Vermutung, dass die Rückstände durch Kontamination, wie z.B. Abdrift oder Altlasten, verursacht wurden.

## 5. Zusammenfassung

Im Zeitraum von 01.06.12 bis 31.05.13 wurden insgesamt acht Versuche durchgeführt, fünf davon im Freiland, zwei im Gewächshaus und einer im Folientunnel. Dabei wurden unterschiedliche alternative Methoden, zur Regulierung von Pilzkrankheiten im Salatanbau, auf deren Praxistauglichkeit getestet. In erster Linie kamen mikrobiologische Pflanzenstärkungsmittel zum Einsatz, zusätzlich wurde im Gewächshaus eine Tröpfchenbewässerung installiert und eine Prognosemodell, zur Berechnung des Befallsdrucks von Falschem Mehltau, auf seine Zuverlässigkeit geprüft.

In den Versuchen haben sich bestimmte **Bodenhilfsstoffe** als geeignet erwiesen, um pilzliche Schaderreger zu reduzieren. Allerdings schwankte der Wirkungsgrad der mikrobiologischen Präparate je nach Produkt und Standort. Durch den Einsatz der **Trichoderma-Präparate** Trianum-P und Trichostar, meist in Kombination mit Rhizovital (*Bacillus amyloliquefaciens*), wurden in der Regel gute Erfolge bei der Regulierung von *Rhizoctonia solani* erzielt. Eine signifikante Zunahme des Frischgewichts konnte durch keines der Stärkungsmittel erreicht werden.

Entscheidend für eine erfolgreiche Anwendung ist der frühzeitige, vorbeugende Einsatz der Mikroorganismen, denn diese benötigen Zeit, um sich in der Rhizosphäre (Wurzelraum) zu etablieren. Des Weiteren, wurde bei zweimaliger Applikation (Jungpflanzen- + Feldbehandlung) der Bodenhilfsstoffe keine Steigerung des Wirkungsgrades, gegenüber der einmaligen Jungpflanzenbehandlung, beobachtet. Die Jungpflanzenbehandlung (in den Kisten, direkt vor dem Auspflanzen) ist generell, auf Grund der Kleinflächigkeit, deutlich günstiger und sollte der Feldbehandlung vorgezogen werden.

Der Versuch, die Mittel Trichostar und Rhizovital in einem sehr frühen Stadium, bereits bei der Jungpflanzenaufzucht zu applizieren, brachte keine eindeutigen Ergebnisse, da bei der Bonitur der *Rhizoctonia*-Befall generell sehr gering war und keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt wurden.

Die Anwendungen des biotechnologischen Pflanzenstärkungsmittels **Boni Protect forte** brachte äußerst positive Ergebnisse. Bei wiederholter Anwendung war im Freiland eine Reduzierung von *Rhizoctonia solani* feststellbar und im Glashaus konnte eine konventionelle Abschluss-spritzung gegen *Bremia lactucae* ersetzt werden, ohne dass sich der Pilz noch deutlich weiter ausbreitete. Die besten Erfolge wurden aber bei der Regulierung von *Botrytis cinerea* erreicht, denn es wurde eine hoch signifikante Verbesserung gegenüber der Kontrolle erreicht und die Befallshäufigkeit war sogar geringer als bei standardmäßiger Behandlung mit dem Fungizid Signum.

Durch den Einsatz der **Tröpfchenbewässerung** wurde ca. 30% des Gießwassers gegenüber der herkömmlichen Überkopfberegnung eingespart. Außerdem konnte eine signifikante Reduktion von *Rhizoctonia solani* erreicht werden und auch bei *Bremia lactucae* und *Botrytis cinerea* zeichnete sich der Trend zu einer Verringerung der Befallshäufigkeit ab. Negativ anzumerken sind allerdings die hohen Anschaffungskosten und die arbeitsintensive Installation der Tröpfchenbewässerung.

Im Herbst 2012 wurde durch das computergesteuerte **Prognosemodell**, das Auftreten von Falschem Mehltau zuverlässig vorhergesagt. Das Programm empfahl vier Tage vor dem Sichtbarwerden erster Symptome eine Fungizidbehandlung, was in der Praxis ein ziemlich guter Behandlungszeitpunkt gewesen wäre, um die weitere Sporenbildung zu verhindern.

Im Frühjahr 2013 hingegen, haben die Empfehlungen des Programms nicht mit der realen Situation zusammengepasst. Es herrschten im Glashaus lange Zeit gleichmäßige Temperaturen um die 5-7°C, was eine Infektion durch *Bremia lactucae* höchst unwahrscheinlich macht (Eindringen in die Blätter bevorzugt bei ca. 15°C, Sporulation bei 18-20°C). Das Prognosemodell hat aber keinen unteren Grenzwert für die Temperatur (es gibt Grenzwerte für Höchsttemperatur, Windgeschwindigkeit, Blattnässe und Luftfeuchtigkeit). Bei entsprechender Blattnässe schlug das Programm deshalb Alarm, obwohl die konstant niedrigen Temperaturen einen Befall unwahrscheinlich machten. Auf den unbehandelten Flächen trat tatsächlich kein Falscher Mehltau auf. Die bisherigen Erfahrungen wurden mit dem Prognosemodell an die verantwortlichen Personen weitergeleitet und es wird an einer Verbesserung des Modells gearbeitet.

Durch den Einsatz der alternativen Methoden konnte die **Anzahl an Pestizidrückständen** auf den erntereifen Salaten reduziert werden. Bei der Analyse der Salate mit Standardbehandlung waren 87,5% der Proben mit einem oder mehreren Pestizidwirkstoffen belastet. Bei reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz wurden nur auf 47% der Proben Rückstände gefunden.

Vor allem eine Kompensation des Wirkstoffs Boscalid durch alternative Methoden wäre ein großer Schritt, da dieser sehr häufig eingesetzt wird und auf Grund seiner hohen Persistenz regelmäßig am Endprodukt nachgewiesen wird.