

Alternative Methoden zur Regulierung von Pilzkrankheiten im Salatanbau – Versuchsergebnisse 2011/12

Mag. Dominik Linhard, Dr. Waltraud Novak, Dr. Eva Kohlschmid
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.....	6
3.1. Freiland.....	6
3.1.1. Alternative Methoden.....	6
3.1.2. Ergebnisse.....	7
3.1.3. Kostenbilanz Freiland	11
3.2. Standort: Wien	12
3.2.1. Alternative Methoden.....	12
3.2.2. Ergebnisse	12
3.2.2.1. Herbstsaison 2011	12
3.2.2.2. Frühjahressaison 2012.....	14
3.2.3. Kostenbilanz Gewächshaus.....	20
3.3. Standort: Wallern im Burgenland.....	22
3.3.1. Alternative Methoden.....	22
3.3.2. Ergebnisse.....	22
3.3.3. Kostenbilanz Folientunnel.....	24
4. Rückstandsanalytik.....	25
4.1. Vergleich der Behandlungsmethoden.....	26
5. Zusammenfassung.....	28

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 österreichische Bundesländer (T, OÖ, W, Bgld).

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

Unterstützt wird das Projekt durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), die Landwirtschaftskammer, die Lebensmittelversuchsanstalt (LVA GmbH), LGV-Frischgemüse reg. Gen.mbh, Geißlmayr Obst und Gemüse 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 vier Wiederholungen angelegt, bei einigen Freilandversuchen war dies aus Platzmangel oder aus Gründen der Praktikabilität nicht möglich und es wurden nur zwei Wiederholungen pro Versuch angelegt. Pro Saison wurden mehrere Versuchsreihen angelegt um die Aussagekraft der Ergebnisse zu steigern. Als Vergleich dienten jeweils unbehandelte Kontrollflächen und die konventionelle Standardbehandlung der Betriebe.

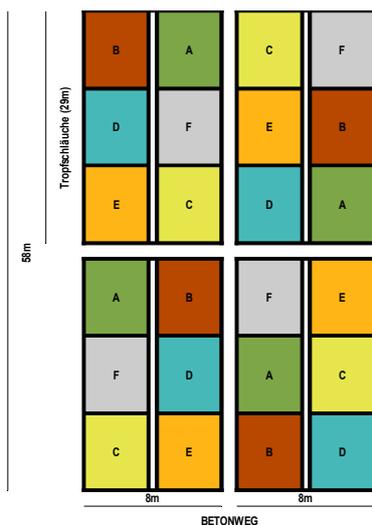


Abb. 1: Versuchsplan - Gewächshaus (Wien)

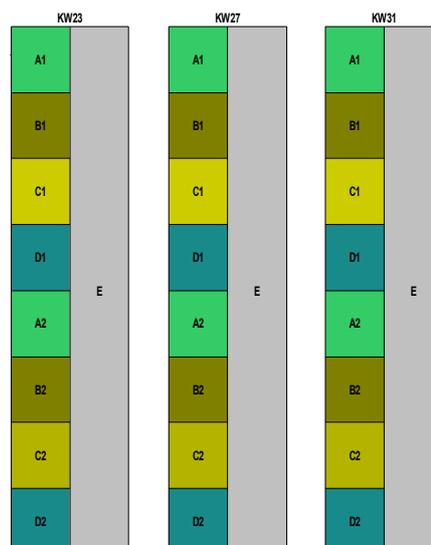


Abb. 2: Versuchsplan – Freiland: Thaur; 3 Versuchsreihen pro Saison

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. 3.2.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
Promot	Bodenhilfsstoff / T. harzianum + T. koningii	Pilz besiedelt die Rhizosphäre, Steigerung der Widerstandskraft, Wachstumsförderung, Konkurrenz zu bodenbürtigen Schaderregern
Trichostar	Bodenhilfsstoff / <i>T. harzianum</i> T-58	Pilz besiedelt die Rhizosphäre, Steigerung der Widerstandskraft, Wachstumsförderung, Konkurrenz zu bodenbürtigen Schaderregern
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
Vi-Care*	PSTM / Wasserextrakt aus Citrus-Samen	Erhöht die Widerstandskraft gegen pilzliche und bakterielle Krankheitserreger

*Vi-Care ist seit 19.06.2012, wegen Verunreinigung mit DDAC (*Didecyldimethylammoniumchlorid*), von der Liste der deutschen Pflanzenstärkungsmittel gestrichen und somit auch in Österreich nicht mehr verkehrsfähig. Daher wurde das Mittel ab diesem Zeitpunkt nicht mehr in den Versuchen eingesetzt..

Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte einerseits durch Angießen der Jungpflanzen, unmittelbar bevor diese auf dem Feld ausgepflanzt wurden und andererseits als Feldbehandlung mit praxisüblichen Rückenspritzern bzw. Sattelspritzern. Bei einem Versuch (s. 3.2.Standort: Wien) kamen die Pflanzenstärkungsmittel auch bereits in einem frühen Stadium der Jungpflanzenaufzucht zum Einsatz.

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 *R. solani* der Haupt-Schadfaktor. Protokolliert wurden bei *R. solani* sowohl die Befallshäufigkeit, die geschätzte Befallsstärke (s. Boniturskala auf S.5), die Anzahl der infizierten 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. 3: *Rhizoctonia solani*



Abb. 4: *Botrytis cinerea*



Abb. 5: *Bremia lactucae*

Rhizoctonia solani: 9-stufige Boniturskala

- 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. Die Signifikanz der 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 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 ≥ 5 (nicht mehr marktfähig) ebenfalls selten vor.

3. Versuchsstandorte und Ergebnisse

3.1. Freiland

Standorte:

- Thaur in Tirol
Seehöhe: 633m
3 Versuchsreihen: 23.05. - 05.07.11; 06.06. - 19.07.11; 22.08. - 06.10.11
Sorten: Santoro, RZ 43-74, Veronique
- Eferding in Oberösterreich
Seehöhe: 264m
2 Versuchsreihen: 20.06. - 26.07.11; 04.07. - 10.08.11
Sorte: Santoro

3.1.1. Alternative Methoden

- Einsatz von Trianum-P® (*Trichoderma harzianum* T-22), Promot® (*T. harzianum* + *T. koningii*) und Rhizovital® 42 (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*.
- Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte durch Angießen der Jungpflanzen direkt vor dem Auspflanzen auf dem Feld.

Als Kontrolle dienten unbehandelte Parzellen, so wie konventionelle Flächen, auf denen die Fungizide Signum® und/oder Ortiva® eingesetzt wurden. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

Tab.2: Getestete Behandlungsmethoden zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*.

Variante	Behandlung	Applikation	Aufwandmenge	Wassermenge
A	Kontrolle (Wasser)	Angießen der Jungpflanzen	-	2,5 – 5 l/m ²
B	Standardbehandlung	Signum, Ortiva	1,5 kg/ha 1 l/ha	je nach Betriebspraxis
C	Trianum-P	1.) Angießen der Jungpflanzen 2.) Feldapplikation	1.) 1,5 – 2 g/m ² 2.) 1,5 kg/ha	2,5 – 5 l/m
D	Trianum-P + Rhizovital	1.) Angießen der Jungpflanzen 2.) Feldapplikation	1.) 1,5 – 2g/m ² + 1-2 ml/m ² 2.) 1,5 kg + 0,5 l/ha	2,5 – 5 l/m ²
E	Promot + Rhizovital	1.) Angießen der Jungpflanzen 2.) Feldapplikation	1.) 0,1 – 2 g + 1-2 ml/m ² 2.) 1 % + 0,5l /ha	2,5 – 5 l/m ²

In Bezug auf die Wassermengen ist das Tageswetter zu beachten, denn einer raschen Austrocknung der Erdpressballen muss vorgebeugt werden, da diese zum Absterben der Mikroorganismen führen kann. Jedoch sollte es auch zu keiner Auswaschung der Mikroorganismen aus den Erdballen kommen.

3.1.2 Ergebnisse

Der Einsatz von Trianum-P plus Rhizovital (mittlere Boniturnote: 3) brachte eine signifikante Verbesserung gegenüber der unbehandelten Kontrolle (BN:3,6) und lieferte einen vergleichbaren Wirkungsgrad wie die konventionelle Fungizidbehandlung (BN: 2,9). Die Trianum-P Solobehandlung lag etwas zurück, brachte aber immer noch eine Senkung der mittleren Boniturnote von 3,6 der Kontrolle auf 3,2. Promot plus Rhizovital konnte die Befallsstärke nicht reduzieren (s. Tab.3)

Die Häufigkeit von Ausfällen auf Grund von *Rhizoctonia*-Befall (s. Abb. 6) wurde durch eine Behandlung mit Trianum-P bzw. der Kombination Trianum-P plus Rhizovital, von 12,4% auf der unbehandelten Fläche auf 4,7% gesenkt. Bei Fungizideinsatz war der Ausfall mit 3,6% noch etwas geringer. Bei Behandlung mit Promot plus Rhizovital lag die Ausfallquote bei 12,9%.

Bezüglich der Anzahl befallener Blätter und der Frischgewichte ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (s. Abb.8, 9, 11, 12). Im Schnitt waren die Salate, welche mit Trianum-P behandelt wurden am schwersten und wiesen auch die wenigsten infizierten Blätter auf (s. Tab. 3)

Im Freiland gab es auf Grund der variierenden Umwelteinflüsse unterschiedlich hohen Befallsdruck bei den einzelnen Versuchen. Der Wirkungsgrad der Pflanzenstärkungsmittel schwankte je nach Befallsdruck, deshalb wurden zur besseren Interpretation der Ergebnisse jene Versuche mit hohem Befallsdruck und solche mit mittlerem Befallsdruck getrennt von einander betrachtet (S.7 ff.) Der erste Versuch in Thaur wurde bei dieser differenzierten Auswertung nicht berücksichtigt, da bei diesem keine Standardbehandlung als Kontrolle angelegt wurde.

Tab.3: Mittelwerte der Boniturergebnisse aus dem Jahr 2011. Bonitiert wurde der *Rhizoctonia solani* - Befall an Haupttelsalat nach 9-stufiger Skala (1=kein Befall, 9 = sehr starker Befall), die Anzahl infizierter Blätter und die Frischgewichte

Versuchsglied	Mittelwerte		
	Frischgewicht [g]	Anz. infizierter Blätter	Boniturnote
Kontrolle	484,6	10,5	3,6
Trianum-P	494,1	9,9	3,2
Trianum-P + Rhizovital	479,4	9,6	3
Promot + Rhizovital	451,7	10,9	3,5
Fungizid	457	10,3	2,9

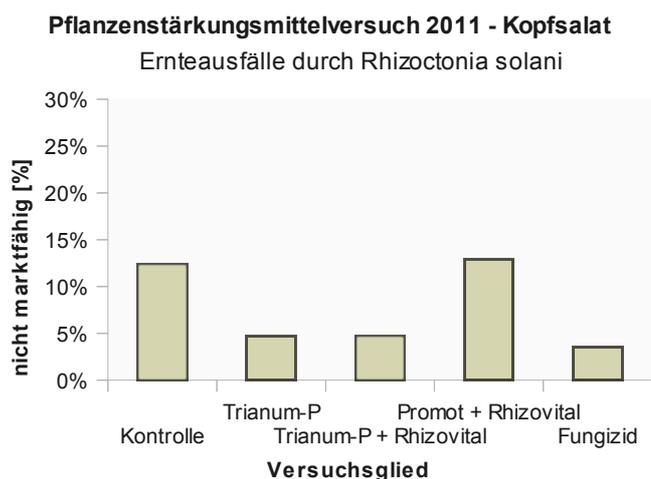


Abb.6: Anteil an Ernteaufällen (Boniturnote ≥5), verursacht durch die Schwarzfäule (*Rhizoctonia solani*).

**Zusammengefasste Ergebnisse bei mittlerem Befallsdruck
(Eferding 4.7. - 10.8.11 & Thaur 17.8. - 6.10.11)**

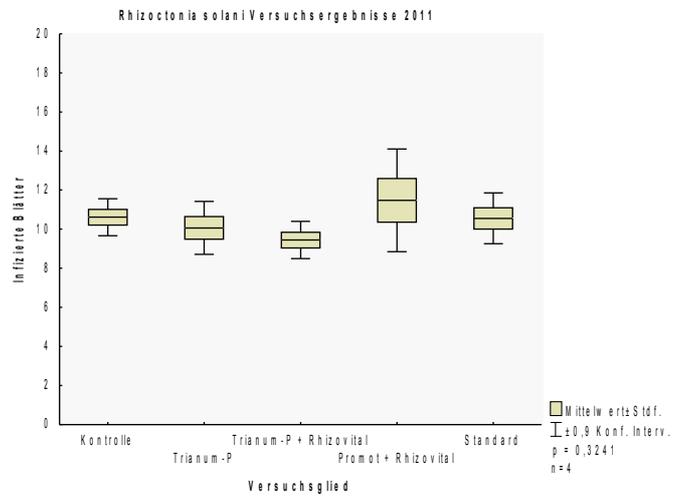
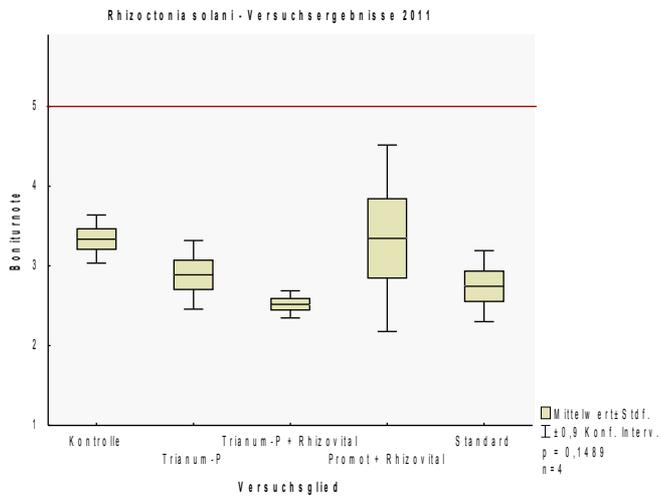


Abbildung 7: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Es wurden zwei Versuchsreihen mit je zwei Wiederholungen ausgewertet und in der Grafik zusammengefasst. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote ≥ 5 wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Ortiva;

Abbildung 8: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

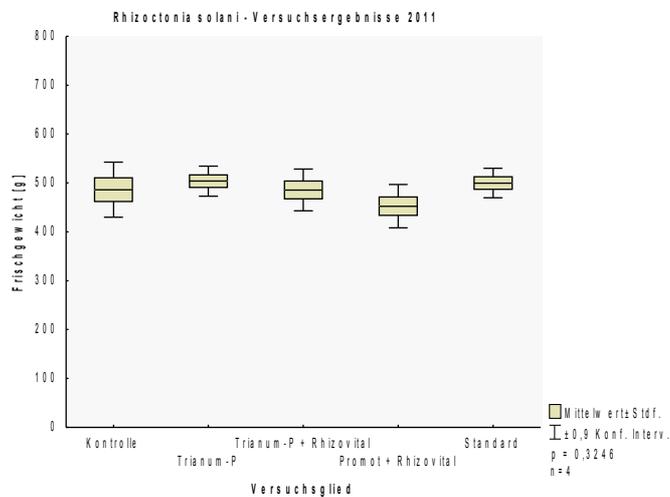


Abbildung 9: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate

**Zusammengefasste Ergebnisse bei hohem Befallsdruck
(Eferding 20.6. - 26.7.11 & Thaur 6.6. - 19.7.11)**

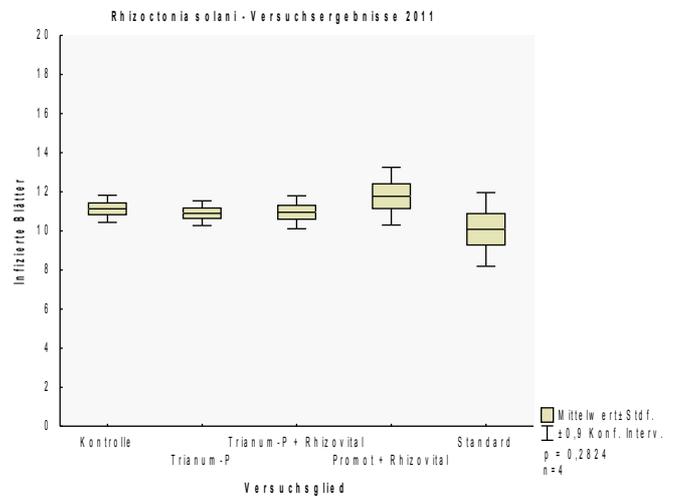
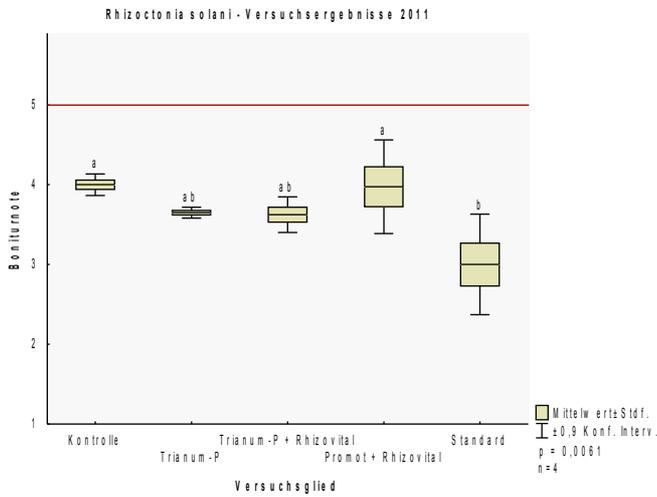


Abbildung 10: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Es wurden zwei Versuchsreihen mit je zwei Wiederholungen ausgewertet und in der Grafik zusammengefasst. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote ≥ 5 wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Ortiva;

Abbildung 11: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter

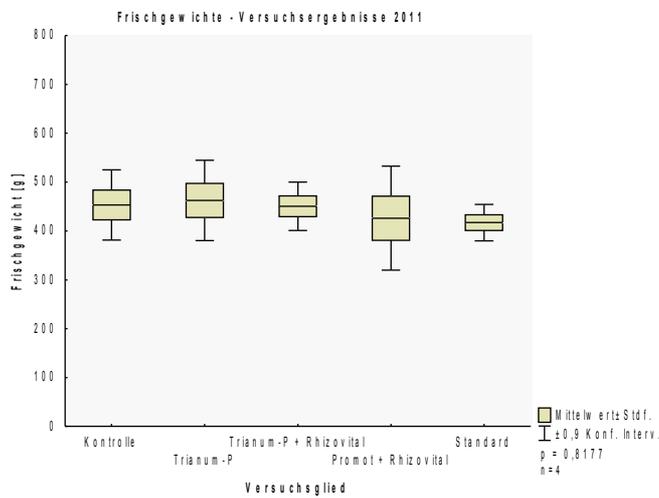


Abbildung 12: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate

Tab. 4-6: Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen

Versuchsglied	Rhizoctonia solani - Mittelwerte Boniturnoten				
	Eferding 20.6. - 26.7.11	Eferding 4.7. - 10.8.11	Thaur 23.05. - 5.7.11	Thaur 6.6. - 19.7.11	Thaur 17.8. - 6.10.11
Kontrolle	4	3,4	3,3	4	3,3
Trianum-P	3,6	2,6	2,9	3,7	3,2
Trianum-P + Rhizovital	3,5	2,4	2,6	3,7	2,6
Promot + Rhizovital	3,7	2,7	2,9	4,2	4
Fungizid	3,4	2,4	-	-2,5	3,1

Versuchsglied	Rhizoctonia solani – Mittelwerte Anzahl befallener Blätter				
	Eferding 20.6. - 26.7.11	Eferding 4.7. - 10.8.11	Thaur 23.05. - 5.7.11	Thaur 6.6. - 19.7.11	Thaur 17.8. - 6.10.11
Kontrolle	11,5	10,3	8,5	10,7	10,9
Trianum-P	11,3	9,1	7,7	10,4	11
Trianum-P + Rhizovital	11,2	8,8	7	10,7	10,1
Promot + Rhizovital	11,8	10	8,2	11,8	12,9
Fungizid	11,5	9,6	-	8,7	11,5

Versuchsglied	Rhizoctonia solani – Mittelwerte Frischgewicht [g]				
	Eferding 20.6. - 26.7.11	Eferding 4.7. - 10.8.11	Thaur 23.05. - 5.7.11	Thaur 6.6. - 19.7.11	Thaur 17.8. - 6.10.11
Kontrolle	481,3	452,6	549	425,3	522,9
Trianum-P	517	482,6	536,3	408,3	524,4
Trianum-P + Rhizovital	479	466,1	528,3	422	505,3
Promot + Rhizovital	464,5	451,8	490,7	387,7	462,2
Fungizid	444,3	478,3	-	390	521,2

3.1.3 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.7).

Tab.7: 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</i> T-22	182,4	0,42*	76,6	1x
Trianum-P (F)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum</i> T-22	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
Promot (J)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum</i> & <i>T. koningii</i>)	65,8	0,42*	27,6	1x
Promot (F)	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum</i> & <i>T. koningii</i>)	65,8	1	65,8	1x
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 = 0,25m²;
 → Aufwandmengen: 2,5 g/m² Trianum-P od. Promot, 2 ml/m² Rhizovital
 PSM...Pflanzenschutzmittel, J...Jungpflanzenbehandlung, F...Feldbehandlung

Bei einmaliger Jungpflanzenbehandlung mit Trianum-P und Rhizovital ergab sich ein Gesamtpreis von 102,3 € pro 100.000 Jungpflanzen (pro Hektar). Auf den konventionellen Flächen wurde entweder Ortiva zweimal (101 €) angewendet, oder Signum und Ortiva (146,4 €). In der Praxis werden die Kosten für die Jungpflanzenbehandlung in der Regel noch günstiger ausfallen, da weniger als 100.000 Pflanzen pro Hektar gepflanzt werden. Der Preis für die Fungizidbehandlung ändert sich in diesem Fall nicht, da sich die angegebenen Mengen bereits auf die Fläche und nicht auf die Anzahl der Pflanzen beziehen. Die Kosten steigen, wenn man die Pflanzenstärkungsmittel großflächig auf dem Feld ausbringt. Bei Rhizovital ist der Unterschied, bei Kosten von € 38,5 statt € 25,7 nicht sehr groß. Bei Trianum-P allerdings kommt man bei einer empfohlenen Aufwandmenge von 1,5 kg/ha auf € 273,6. Eine Überlegung ist, die Jungpflanzenbehandlung und eine Feldbehandlung mit verringerter Konzentration durchzuführen. Möglich ist auch, nach einer Jungpflanzenbehandlung mit Trianum-P plus Rhizovital nur das preiswerte Rhizovital auf dem Feld zu applizieren um eine Wirkungssteigerung zu erzielen.

3.2.Standort: Wien

- Gewächshaus d. Gärtnerei Schneider, 1110 Wien
- Versuchszeitraum: 08.09.11 – 25.10.11; 10.01.12 – 30.03.12
- Sorte: Letsgo
- Projektpartner: Gärtnerei Schneider, LGV-Frischgemüse reg. Gen. mbH, bio-ferm GmbH, biohelp GmbH, LVA GmbH, Gemüsebau Perlinger, Geißlmayr GmbH, GLOBAL 2000

3.2.1.Alternative Methoden

- Einsatz der Pflanzenstärkungsmittels Alginure BioSchutz[®], ViCare[®] und Prev-B2[®] gegen Falschen Mehltau (*Bremia lactucae*)
- Einsatz von Trichostar[®] (*Trichoderma harzianum* T-58) und Rhizovital[®] (*Bacillus amyloliquefaciens*) gegen den bodenbürtigen Schaderreger *Rhizoctonia solani*.
- 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[®], Previcur[®] und Forum[®] ersetzt. Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

3.2.2.Ergebnisse

3.2.2.1.Herbstsaison 2011

Es kam beim erstmaligen Einsatz der Tröpfchenbewässerung zu einer zu hohen Wassergabe, welche zu sehr starkem Befallsdruck und großflächigem Ernteausfall auf allen betroffenen Flächen führte. Auf Grund der falschen Verwendung der Tröpfchenbewässerung wurden für die Auswertung der Wirkung der Pflanzenstärkungsmittel nur Flächen mit Überkopfberegnung herangezogen. Hauptschaderreger war *Botrytis cinerea* (s. Abb.13,14).

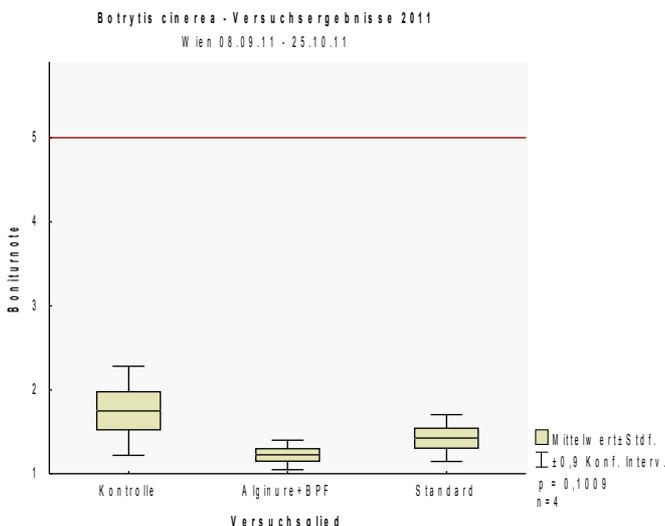


Abbildung 13: Befallsstärke durch *Botrytis cinerea* an Kopfsalat. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote ≥ 5 wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Previcur+Phosfik+Kendal; BPF= Boni Protect forte

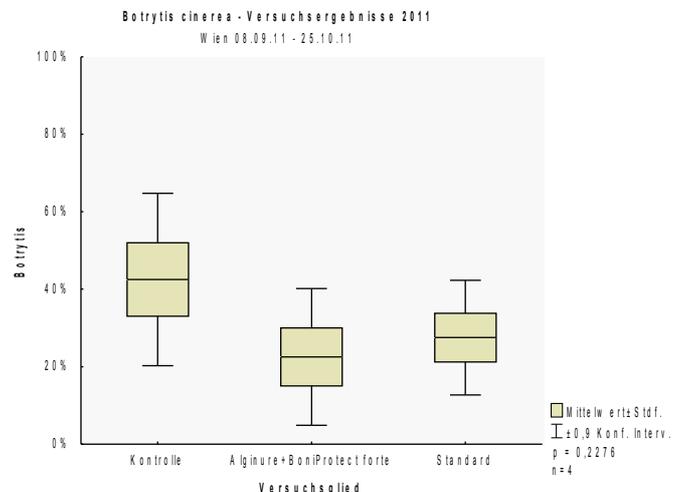


Abbildung 14: Befallshäufigkeit durch *Botrytis cinerea* an Kopfsalat. Standardbehandlung= Signum+Previcur+Phosfik+Kendal;

Bewässerungstechnik

Für diesen Versuch wurden im Gewächshaus ca. 500m² mit einer Tröpfchenbewässerung ausgestattet und bei der Bonitur der Überkopfberegnung gegenübergestellt. Es wurde kontrolliert, ob durch die verminderte Blattnässe und Luftfeuchtigkeit, der Befall durch pflanzenpathogene Pilze reduziert werden kann. Direkt nach dem Setzen wurden allerdings alle Parzellen von oben beregnet, um ein gleichmäßiges Anwachsen der Salate zu gewährleisten.



Abb.15: Tröpfchenbewässerung



Abb. 16: Überkopfberegnung

Im Herbst 2011 kam es zu keinem Auftreten von Falschem Mehltau (*Bremia lactucae*), bei der Bonitur von *Rhizoctonia solani* und *Botrytis cinerea* zeigte sich allerdings, dass deutlich mehr befallene Pflanzen auf den Flächen mit Tröpfchenbewässerung (55%) als auf den Flächen mit Überkopfberegnung (31%) standen (Abb.17). Dies stand im Widerspruch zu der aufgestellten Hypothese, dass durch die reduzierte Feuchtigkeit weniger Krankheiten auftreten.

Häufigkeit des Auftretens von Schadpilzen an Kopfsalat je nach Bewässerungsmethode

08.09.11 bis 25.10.11

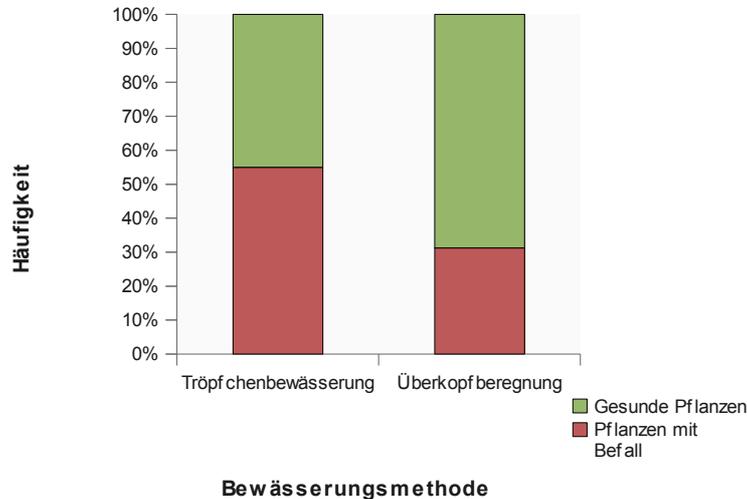


Abb.17: Häufigkeit des Auftretens phytopathogener Fäulniserreger auf Flächen mit unterschiedlichem Bewässerungstyp

Mögliche Erklärungen für die unerwarteten Ergebnisse:

1. Die Wassermenge bei der Tröpfchenbewässerung war zu hoch, daraus resultierte eine Vernässung des Bodens und schuf gute Infektionsbedingungen für die phytopathogenen Pilze.
2. Die Tropfschläuche wurden nicht desinfiziert. Mit den Schläuchen wurden keimfähige Pilzsporen in das Gewächshaus eingeschleppt

Wasserverbrauch

Die Differenz im Wasserverbrauch zwischen Überkopfberegnung und Tröpfchenbewässerung betrug 8,3mm, das entspricht einer Einsparung von 13%. Es war kein messbarer Unterschied bei Größe oder Gewicht der Salatköpfe feststellbar.

Tab.8: Bewässerungstermine und Mengen auf Flächen mit Tröpfchenbewässerung bzw. Überkopfberegnung. Zu Beginn der Kultur wurden alle Flächen gemeinsam beregnet (Grau hinterlegte Werte), um auch auf den Flächen mit Tröpfchenbewässerung ein gutes Anwachsen der Salatpflanzen zu garantieren.

Termin	Tröpfchenbewässerung	Überkopfberegnung
09.09.11	19,8mm	19,8mm
21.09.11		13,8mm
23.09.11	14,4mm	
24.09.11		17,5mm
25.09.11	14,4mm	
28.09.11		13mm
24.03.12	7,2mm	
SUMME	55,8mm	64,1mm

3.2.2.2. Fröhjahressaison 2012

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%.

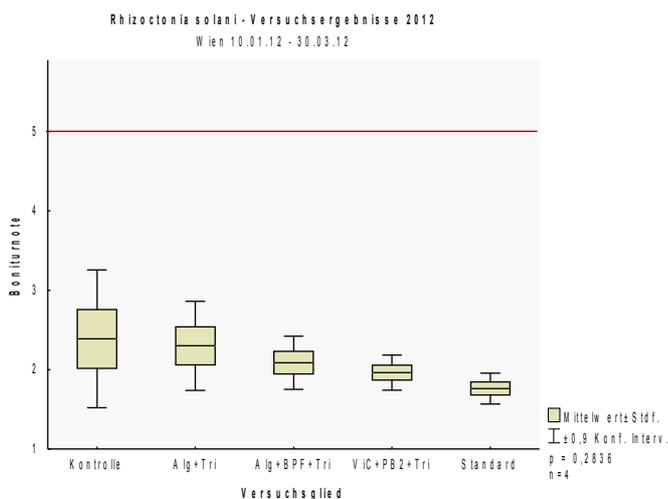


Abb.18: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote ≥ 5 wurde als Ausfall gewertet. Standardbehandlung= Signum+Previcur+Forum+Phosfik; Alg= Alginure BioSchutz, BPF= Boni Protect forte, PB2= PreVB2, Tri=Trichostar, ViC= ViCare

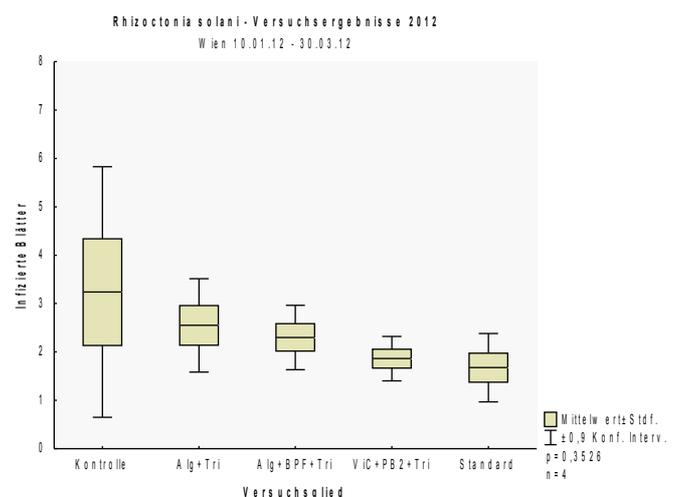


Abb.19: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter; Standardbehandlung= Signum+Previcur+Forum+Phosfik; Alg= Alginure BioSchutz, BPF= Boni Protect forte, PB2= PreVB2, Tri=Trichostar, ViC= ViCare

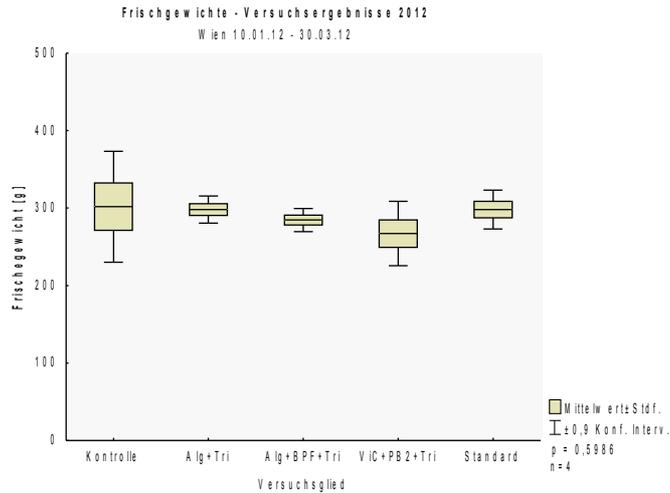


Abb.20: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate

Bewässerungstechnik

Es war kein Unterschied zwischen den Bewässerungsvarianten festzustellen (Abb.21). Es waren deutlich mehr Pflanzen befallen als im Herbst des Vorjahres, was in diesem Fall allerdings nicht bedeutet, dass mehr Ausfall zu verzeichnen war. Die durchschnittlichen Boniturnoten liegen mit 2,02 (Überkopfberegnung) und 2,04 (Tröpfchenbewässerung) im Bereich von sehr geringem Befall.

Häufigkeit des Auftretens bodenbürtiger Schadpilze an Kopfsalat je nach Bewässerungsmethode

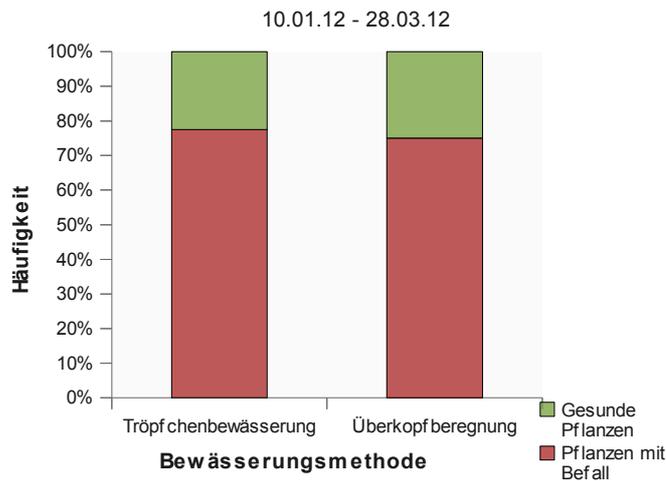


Abb.21: Häufigkeit des Auftretens phytopathogener Fäulniserreger auf Flächen mit unterschiedlichem Bewässerungstyp.

Wasserverbrauch

Die Differenz im Wasserverbrauch zwischen Überkopfberegnung und Tröpfchenbewässerung betrug 51,6mm, das entspricht einer Einsparung von 40%. Nachdem die Pflanzen nicht mehr gemeinsam bewässert wurden (ab dem 05.03.12), wurde bei der Tröpfchenbewässerung nur mehr mit 25% der Wassermenge (18mm) der Überkopfberegnung (69,9mm) gearbeitet. Es war kein messbarer Unterschied bei Größe, Gewicht oder Qualität der Salatköpfe feststellbar.

Tab.8: Bewässerungstermine und Mengen auf Flächen mit Tröpfchenbewässerung bzw. Überkopfberegnung. Zu Beginn der Kultur wurden alle Flächen gemeinsam beregnet (Grau hinterlegte Werte), um auch auf dem Flächen mit Tröpfchenbewässerung ein gutes Anwachsen der Salatpflanzen zu garantieren.

Termin	Tröpfchenbewässerung	Überkopfberegnung
10.01.12	3,5mm	3,5mm
11.01.12	15mm	15mm
15.02.12	27,8mm	27,8mm
20.02.12	14mm	14mm
05.03.12		22,8mm
12.03.12	3,6mm	
17.03.12	3,6mm	
20.03.12	3,6mm	19mm
22.03.12		8,8mm
24.03.12	3,6mm	
25.03.12		13mm
29.03.12		6mm
02.04.12	3,6mm	
SUMME	78,3mm	129,9mm

3.2.2.3. 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. 22: 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.

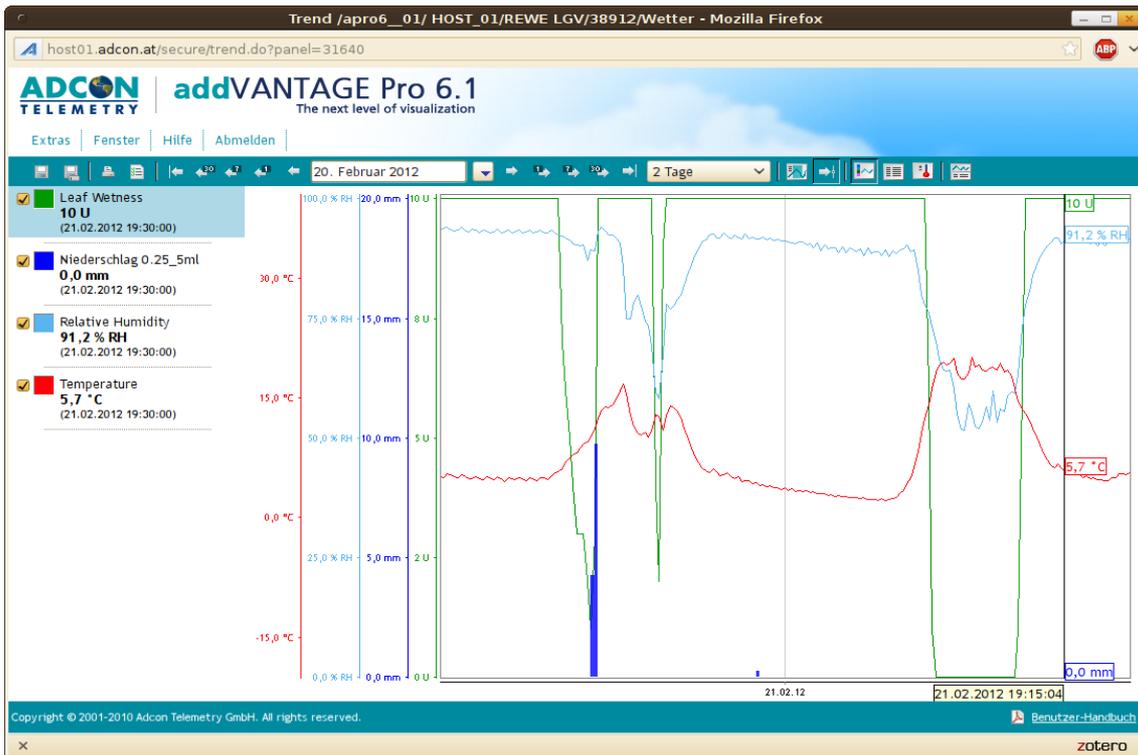


Abb.23: Wetterdiagramm, stellt die relevanten Parameter für die Berechnung des Prognoseindex dar.

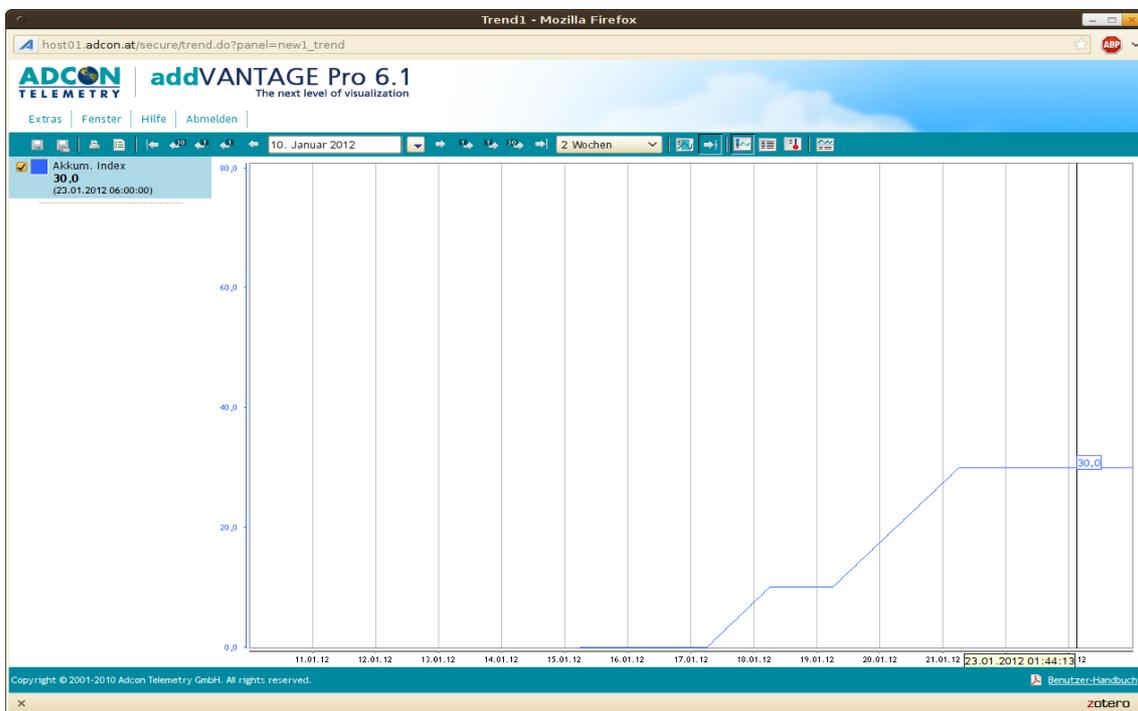


Abb.24: Verlauf der Index-Kurve des Prognosemodells: AgroExpert – Lettuce extension, zur Regulierung von Falschen Mehltau (*Bremia lactucae*) an Häuptelsalat; 2 Wochen ab dem Aussetzen der Jungpflanzen

Abhängigkeit der Blattnässedauer vom Bewässerungszeitpunkt (Dr. Eva Kohlschmid)

Laut Scherm und Brugen (1995) beginnt der Falsche Mehltau nachts auf den bereits erkrankten Blättern zu sporulieren, entlässt die Sporen bei Sonnenaufgang und infiziert bei gegebener Blattnässe noch am selben Morgen neue Blätter. Als bedeutendster Faktor für die Infektion wurde bei Scherm und Brugen (1994) die Morgenblattnässe (Beginn 6 Uhr, mindestens 4 Stunden), identifiziert, die Temperatur spielte dabei eine eher untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund sollten Verlängerungen der natürlichen Taunässe vermieden werden, d.h. am Abend oder am Morgen bei beginnender Abtrocknung sollte nicht bewässert werden.

In einem Versuch wurden zwei unterschiedliche Bewässerungszeitpunkte gewählt und getestet wie sich diese auf die Blattnässedauer auswirken. In Abbildung 25 sind die Ergebnisse aus diesem Versuch dargestellt.

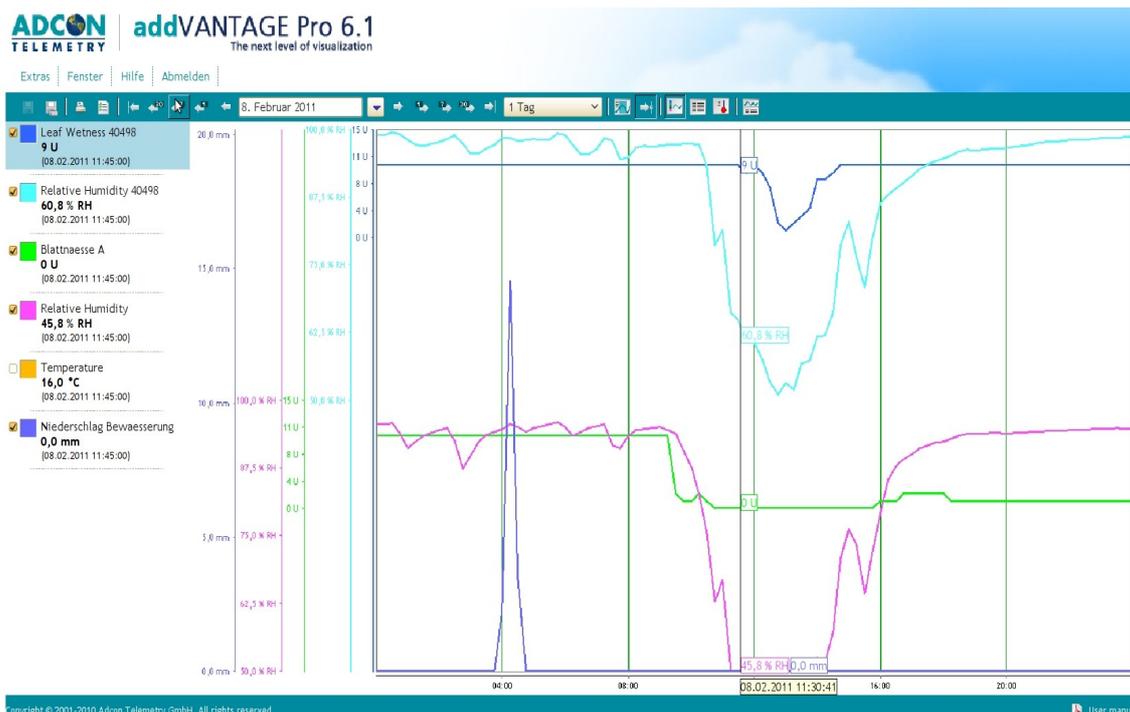


Abb.25: Darstellung der relativen Luftfeuchtigkeit, Blattnässe, sowie Bewässerung am 08.02.2011

Station 1 (unten): rosa Linie: relative Luftfeuchtigkeit; grüne Linie: Blattnässe; violette Linie: Niederschlag
Station 2 (oben): blaue Linie: relative Luftfeuchtigkeit; türkise Linie: Blattnässe

Der Regenmesser der Station 1 zeigt an, dass um 4 Uhr morgens bewässert wurde, während bei Station 2 gegen 9 Uhr bewässert wurde. Um 9:30 fiel die Relative Luftfeuchtigkeit von Station 1 bereits auf 90,7%, während sie bei Station 2 nach wie vor bei 97,2% lag. Es lassen sich auch bei den Blattnässesensoren deutliche Unterschiede erkennen. Der Blattnässesensor der Station 1 war mit 1Unit schon fast trocken gefallen, während der Blattnässesensor der Station 2 nach wie vor 10Units (vollständige Blattnässe) anzeigte. Um 11:30 Uhr ist die Relative Luftfeuchte der Station 1 bereits auf 45,8% abgesunken und der Blattnässesensor zeigte keine Blattnässe mehr an. Anders bei Station 2 dort lag die Relative Luftfeuchte bei 60,8% und der Blattnässesensor zeigte nach wie vor fast vollständige Blattnässe (9Units) an.

Vergleich der Blattnässedauer im Glashaus bei Tröpfchenbewässerung und bei Beregnung

Ein Vergleich der Blattnässedauer (Abb.26) bei Überkopfberegnung und Tröpfchenbewässerung zeigt, dass bei Beregnung die Phase der Blattnässe, welche in den Nachtstunden immer vorherrscht, bis um 10:15 andauert. Bei Tröpfchenbewässerung sind die Blätter bereits um 8:00 abgetrocknet, diese Art der Bewässerung verlängerte also die Blattnässe nicht.

Auch bezüglich der relativen Luftfeuchtigkeit bestätigt sich die Annahme, dass diese bei Einsatz einer Tröpfchenbewässerung (Hellblaue Linie, Abb.27) in den Morgenstunden rascher abnimmt als bei Überkopfberegnung (Dunkelblaue Linie). Beispielsweise liegt 8:30 die Luftfeuchtigkeit auf der Fläche mit Tröpfchenbewässerung bei 54% und bei Beregnung noch bei 72%.

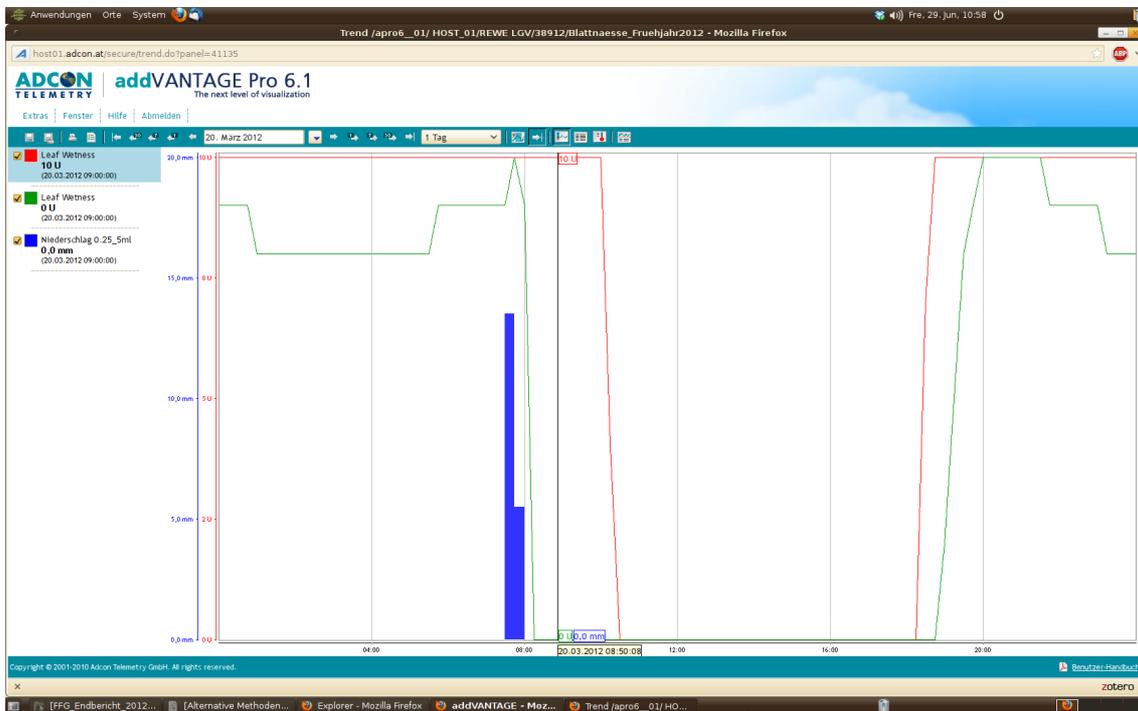


Abb.26: Entwicklung der Blattnässe im Glashaus nach Bewässerung. Dargestellt sind die Blattnässeverläufe bei Überkopfberegnung (Rote Linie) und bei Tröpfchenbewässerung (Grüne Linie). Die Bewässerung wurde um 7:30 durchgeführt.

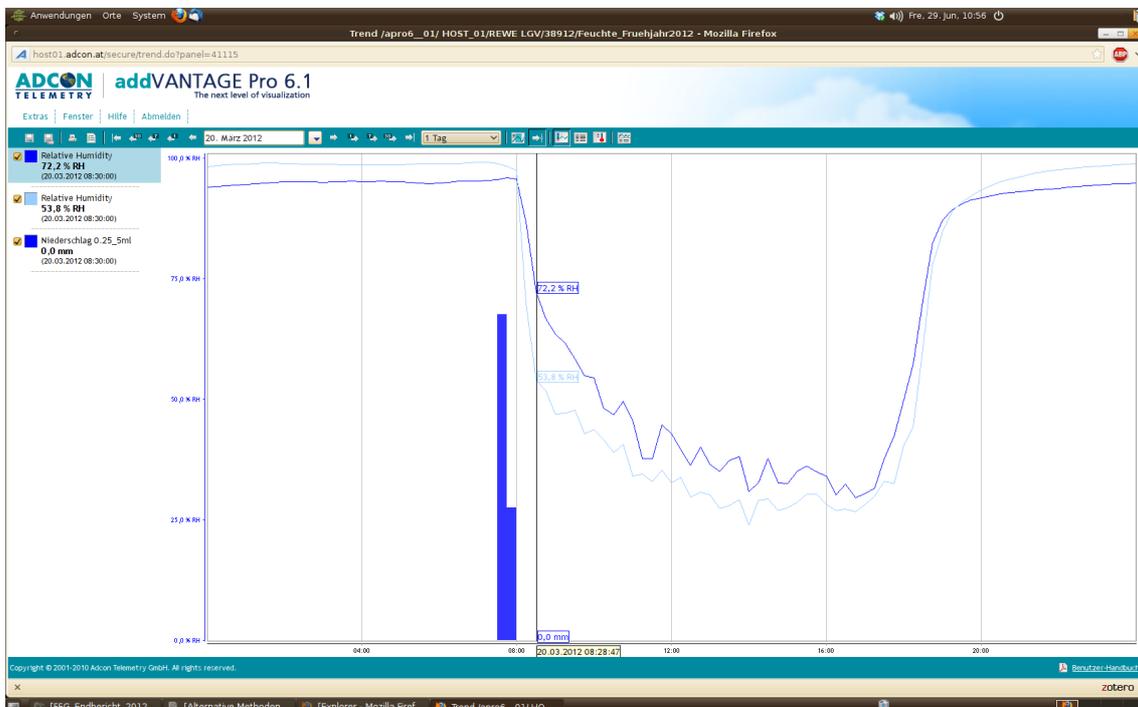


Abb.27: Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit im Glashaus nach Bewässerung. Dargestellt sind die Verläufe bei Überkopfberegnung (Dunkelblaue Linie) und bei Tröpfchenbewässerung (Hellblaue Linie). Die Bewässerung wurde um 7:30 durchgeführt.

3.2.3. 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. 9). Die angeführten Applikationshäufigkeiten basieren auf den Erfahrungswerten aus den Versuchen, beziehungsweise auf den Gebrauchsanweisungen der Mittelhersteller.

Tab.9: Kostenaufstellung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Nettopreise)

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
Vi-Care	PSTM / Extrakt aus Citrus-Samen	36,9	2,0	73,8	4x
Prev-B2	PSTM / Orangenöl	17,0	2,0	34,0	4x
Boni Protect forte	PSTM / <i>Aureobasidium pullulans</i>	87,5	0,8	70,0	3x
Trichostar	Bodenhilfsstoff / <i>Trichoderma harzianum T58</i>	90,0	5,0	450,0	1x
Phosfik	Blattdünger / Spurenelemente, Phosphonat, u.a.	9,8	3,0	29,4	1x
Kendal	PSTM / Oligosaccharide, Kalium, Pflanzenextrakte	34,0	2,0	68,0	1x
Forum	PSM / Dimetomorph	24,5	1,2	29,4	1x
Previcur N	PSM / Probamocarb	52,8	2,0	105,6	1x
Signum	PSM / Boscalid & Pyraclostrobin	63,9	1,5	95,9	1x

PSM...Pflanzenschutzmittel

PSTM...Pflanzenstärkungsmittel

Die Behandlungsvariante mit Alginure Bio Schutz, Boni Protect forte und Trichostar ergab Gesamtkosten von € 660/ha. Dieser sehr hohe Preis ist vor allem dem Mittel Trichostar geschuldet (€ 450/5kg). In den Versuchen wurde Trichostar über die Bewässerung auf dem Feld ausgebracht. Auf Grund des hohen Preises wäre die kleinflächige und somit günstigere Behandlung der Jungpflanzen besser. Der Wirkungsgrad einer Jungpflanzenbehandlung mit Trichostar wird in den kommenden Versuchsreihen überprüft.

Die zweite Variante mit Vi-Care, Prev-B2 und Trichostar ergab noch deutlich höhere Kosten. Mit einem Gesamtpreis von € 881,2 pro Hektar ist der Einsatz dieser Mittelkombination wohl nicht praxistauglich. Auch hier gilt, dass eine Jungpflanzenbehandlung mit Trichostar die Kosten deutlich senken könnte, doch auch die wöchentliche Applikation von Vi-Care und Prev-B2 verursacht hohe Kosten. Eine Alternative ist, die Mittel nur bei hohem Befallsdruck (ungünstiger Witterung) zu applizieren und nicht regelmäßig und vorbeugend, beziehungsweise können die Aufwandmengen pro Hektar möglicherweise deutlich reduziert werden.

Dies zeigt deutlich, dass die der Einsatz alternativer Mittel gezielte und termingerechte Applikationstechniken benötigt um wettbewerbsfähig zu sein.

Bei der konventionellen (nach den Richtlinien der integrierten Produktion) Behandlungsmethode ergab sich im Herbst 2011 Pflanzenschutzkosten von € 298,9/ha (zu Kulturbeginn wurden die synthetischen Fungizide Signum und Previcur appliziert und zu Ende die Pflanzenstärkungsmittel Phosfik und Kendal). Im Frühjahr 2012 wurden € 260/ha für den konventionellen Pflanzenschutz ausgegeben (Signum, Previcur, Forum und Phosfik).

Bewässerung

Die Anschaffung der Tröpfchenbewässerung machte einen Nettobetrag von € 1059,62 aus. Damit wurde eine Fläche von 508m² bewässert. Hochgerechnet auf einen Hektar ergibt dies Kosten von € 20858,7 (€ 25030,44). Bei einer an zu nehmenden 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"

Durch die Tröpfchenbewässerung wurde im Frühjahr 2012 ein Drittel der Wassermenge eingespart. Eine Milderung des Krankheitsdruck durch pilzliche Schaderreger konnte noch nicht festgestellt werden. Eine detaillierte Berechnung des Kosten-Nutzen Verhältnisses erfolgt wenn weitere Ergebnisse vorliegen und die Ersparnis der Pflanzenschutzbehandlungen abgeschätzt werden kann.

3.3.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, GLOBAL 2000

3.3.1.Alternative Methoden

- Einsatz von Pflanzenstärkungsmittel (Alginure BioSchutz[®], Vi-Care[®], Prev-B2[®]) und nützlichen Mikroorganismen (Trichostar[®], enthält den Pilz *Trichoderma sp.*) und dadurch Verringerung des Pestizideinsatzes
- Erstmaliger Einsatz des biotechnologischen Mittels Boni Protect forte[®] (enthält den Hefe-ähnlichen Pilz *Aureobasidium pullulans*) im Salatanbau
- 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[®] ersetzt. Herbizide und Insektizide wurden auf allen Flächen im gleichen Ausmaß appliziert.

3.3.2.Ergebnisse

Rhizoctonia solani

Im Frühjahr 2012 gab es keinen Befall durch Falschen Mehltau. Hauptfaktor war das sehr trockene Frühjahr, dass dem phytopathogenen Pilz keine guten Entwicklungsbedingungen bot. Es wurde das Auftreten von bodenbürtigen Fäulniseregern (*Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*) bonitiert. Bei allen Varianten trat relativ wenig Fäule auf, was wiederum auf die trockenen Witterungsbedingungen zurückzuführen ist. Die Variante mit Vi-Care*, Prev-B2 und Trichostar wies einen höheren Befallsgrad als die restlichen Flächen auf, also auch höher als die unbehandelte Kontrollfläche (s. Abb.14) Dies spiegelte sich in der Anzahl befallener Blätter wieder (s. Abb.15) Die Kontrolle lag auf einem Niveau mit der konventionell behandelten Fläche (Signum plus Revus) und der Variante mit Alginure Bio Schutz, Boni Protect forte und Trichostar.

Grundsätzlich wurde gegen die Bodenpilze nur Trichostar und Boni Protect forte eingesetzt, die anderen Mittel wirken vorrangig gegen Falschen Mehltau. Wie sich zeigte kann bei günstiger Witterung und geeigneter Sortenwahl auf eine Pflanzenschutzbehandlung verzichtet werden.

Bei den Frischgewichten gab es keine Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten.

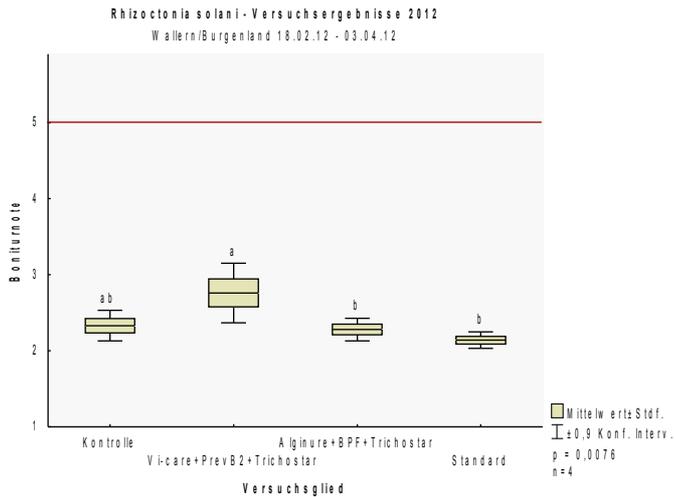


Abb.24: Befallsstärke durch *Rhizoctonia solani* an Kopfsalat. Bonitur nach 9-stufiger Skala: 1=kein Befall bis 9= sehr starker Befall. Boniturnote ≥ 5 wurde als Ausfall bewertet. Die Buchstaben a, b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD). Standard= Signum + Revus; ViC+PB2+Tri= Vi-Care + Prev-B2 + Trichostar; Alg+BPF+Tri= Alginure BioSchutz + Boni Protect forte + Trichostar

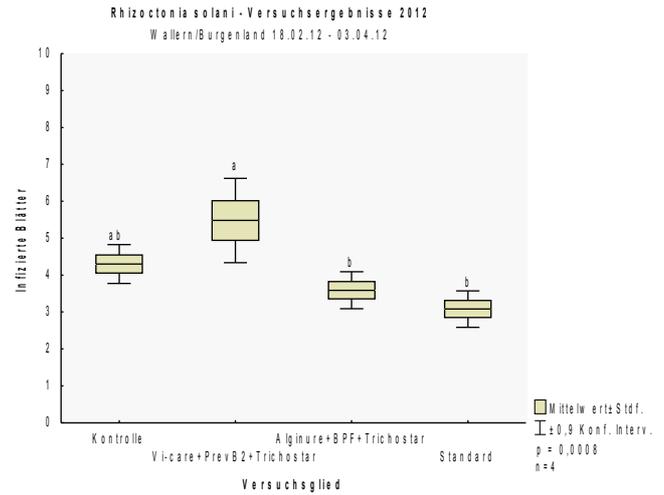


Abb.25: Durchschnittliche Anzahl durch *Rhizoctonia solani* infizierter Blätter. Die Buchstaben a, b und ab kennzeichnen die einheitlichen Varianten (Tukey-HSD). Standard= Signum + Revus; ViC+PB2+Tri= Vi-Care + Prev-B2 + Trichostar; Alg+BPF+Tri= Alginure BioSchutz + Boni Protect forte + Trichostar

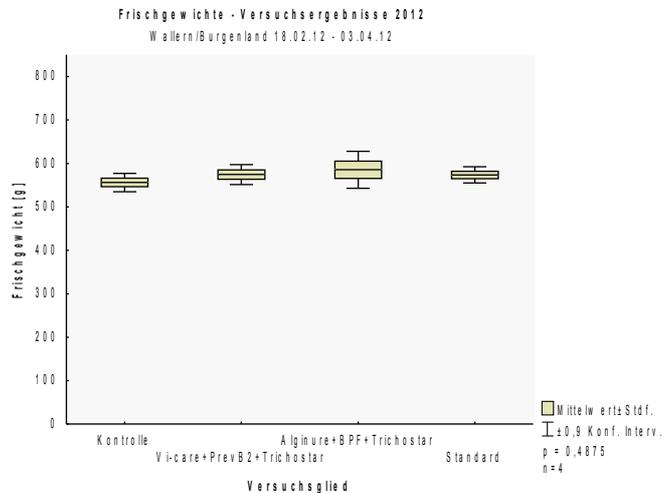


Abb.26: Durchschnittliche Frischgewichte der erntereifen Kopfsalate.

3.3.3.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. 10). Die angeführten Applikationshäufigkeiten basieren auf den Erfahrungswerten aus den Versuchen bzw. auf den Gebrauchsanweisungen der Mittelhersteller.

Tab.10: Kostenaufstellung der unterschiedlichen Behandlungsmethoden (Nettopreise)

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
Vi-Care	PSTM / Extrakt aus Citrus-Samen	36,9	2,0	73,8	4x
Prev-B2	PSTM / Orangenöl	17,0	2,0	34,0	4x
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 erfolgversprechend sein kann (s. 3.1. Freiland)

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 2011/12 (ohne Phosphonat); 36 Proben:

11 x keine Rückstände

10 x 1 Wirkstoff

8 x 2 Wirkstoffe

3 x 3 Wirkstoffe

3 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 11 dargestellt.

Tab.11: Wirkstoffe und Anzahl der Nachweise auf den Proben

Wirkstoff	Anz. Nachweise	Anmerkungen
Azoxystrobin	2	Fungizid, bei einem von vier Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Boscalid	10	Fungizid, bei drei von vier Produzenten gefunden; bis auf eine Ausnahme, wurden nach einer Anwendung auch immer Rückstände gefunden → hohe Persistenz, Nachweise auf Freilandsalaten und Salaten aus geschütztem Anbau
Deltamethrin	2	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Difenoconazol*	1	Kontamination, bei einem Produzenten gefunden
Dimethomorph	6	Fungizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Salaten aus dem geschützten Anbau
Imidacloprid	4	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Indoxacarb	12	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Lambda-Cyhalothrin	3	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweis auf Salaten aus geschütztem Anbau
Pirimicarb	5	Insektizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweise auf Freilandsalaten
Propamocarb	2	Fungizid, bei einem Produzenten gefunden; Nachweis auf Salaten aus geschütztem Anbau
Pyraclostrobin	2	Fungizid, bei 4 von 6 Produzenten; Nachweise wurde 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 nachgewiesen werden kann. Die Rückstandsmengen waren bei bis zu viermaliger Anwendung, mit maximal 15mg/kg (meist <10mg/kg) auf einem relativ niedrigem Niveau (vgl.: MRL=75mg/kg).

4.1. Vergleich der Behandlungsmethoden

Unterschieden wurde folgende Behandlungsvarianten:

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

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

Es gab deutliche Unterschiede bei der Häufigkeit von Rückständen zwischen den Behandlungsvarianten gib. Von den acht Proben der unbehandelten Kontrolle, waren 50% rückstandsfrei, bei 25% wurde ein Wirkstoff gefunden und bei 25% zwei Wirkstoffe.

Bei den Proben der Flächen mit verringertem Pestizideinsatz (Einsatz alternativer Methoden), wurde auf 13 von 20 Proben ein oder mehrere Rückstände nachgewiesen, somit waren 65% der Proben belastet. Bei der Standardbehandlung waren 8 von 9, also 89% der Proben, belastet. Konventionell behandelte Salatproben wies bis zu vier Wirkstoffe auf.

Auch hinsichtlich der Anzahl an Wirkstoffen gab es Unterschiede. Bei reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz wiesen 35% der Proben Mehrfachrückstände auf, wobei maximal drei verschiedene Pestizide auf einer Probe gefunden wurden. Bei konventioneller Standardbehandlung waren 56% der Proben mit mehreren Wirkstoffen belastet und es wurden bis zu vier verschiedene Pestizide auf einmal 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 54% und bei Standardbehandlung 38%. Das bedeutet, dieser Anteil an belasteten Proben kann durch den Einsatz der getesteten alternativen Methoden nicht kompensiert werden.

Anzahl gefundener Wirkstoffe je nach Behandlungsmethode

Versuchsergebnisse 2011/12

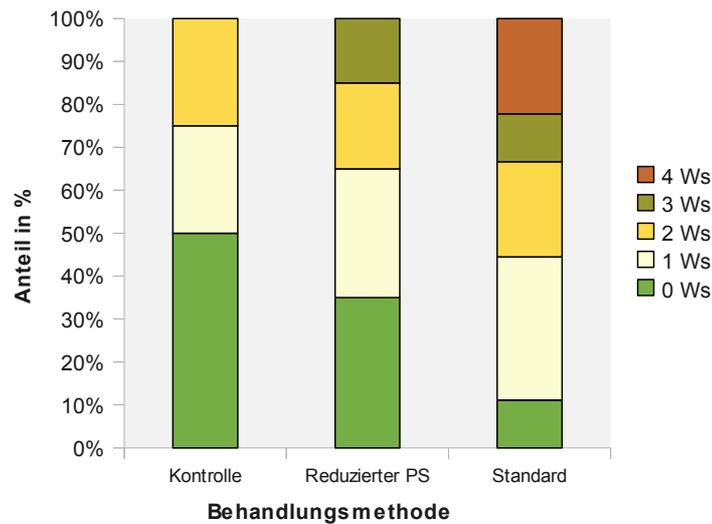


Abbildung 36: Häufigkeitsverteilung der Anzahl gefundener Wirkstoff gegliedert nach Behandlungsmethode. PS= Pflanzenschutz; Ws=Wirkstoff(e)

Tab. 12: Gefundene Wirkstoffe je nach Behandlungsmethode

Behandlungsmethode	Nachgewiesene Pflanzenschutzmittel
Kontrolle	Insektizide: Deltamethrin, Imidacloprid, Indoxacarb, Pirimicarb Fungizide: Boscalid
Reduzierter Pflanzenschutzmitteleinsatz	Insektizide: Lambda-Cyhalothrin, Imidacloprid, Indoxacarb, Pirimicarb Fungizide: Azoxystrobin, Boscalid, Dimethomorph, Propamocarb
Standardbehandlung	Insektizide: Lambda-Cyhalothrin, Imidacloprid, Indoxacarb, Pirimicarb Fungizide: Azoxystrobin, Boscalid, Difenconazol*, Dimethomorph, Propamocarb, 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 15.05.11 bis 31.05.12 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 den Schaderreger *Rhizoctonia sp.* zu regulieren, 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 Bekämpfungserfolge 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. Bei zweimaliger Applikation (Jungpflanzen- + Feldbehandlung) der Bodenhilfsstoffe wurde keine Steigerung des Wirkungsgrades gegenüber der einmaligen Jungpflanzenbehandlung beobachtet. Die Jungpflanzenbehandlung (direkt vor dem Auspflanzen) ist 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 erstmaligen Anwendungen des biotechnologischen Pflanzenstärkungsmittels **Boni Protect forte** im Salatanbau zeigte Erfolg bei der Bekämpfung von *Botrytis cinerea*.

Durch die Installation einer **Tröpfchenbewässerung** wurde nach anfänglichen Schwierigkeiten ca. 40% des Gießwassers gegenüber der herkömmlichen Überkopfberegnung eingespart. Eine signifikante Reduktion der Pilzkrankheiten konnte nicht festgestellt werden.

Auf die Praxistauglichkeit des computergesteuerten ***Bremia lactucae* - Prognosemodells** konnten bisher keine Rückschlüsse gezogen werden, da noch kein Falscher Mehltau auftrat. Es wurde nicht künstlich inokuliert und es kann deshalb sein, dass keine keimfähigen Sporen des Falschen Mehltaus auf der Versuchsfläche anwesend waren. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die Sorte Letsgo (BR 1-26) resistent gegen die lokale Mehltaurasse ist.

Durch den Einsatz der Pflanzenhilfsmittel konnte die **Anzahl an Pestizidrückständen** auf den erntereifen Salaten reduziert werden. Bei der Analyse der Salate mit Standardbehandlung waren 89% der Proben mit einem oder mehreren Pestizidwirkstoffen belastet. Bei reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz wurde nur auf 65% der Proben Rückstände gefunden.

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