



Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes

Herausgeberin:

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
53168 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280 (Zentrale)

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de

Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

Finanziert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Auftragnehmer:

Institut für Pflanzenschutz im Obstbau der Biologischen
Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) und
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau
Weinsberg

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 02OE109

Laufzeit: 1.05.02-31.12.03

Berichtszeitraum: 1.05.02-31.12.03

Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes



Zuwendungsempfänger:

Dr. A. Kollar (Projektleitung)
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz im Obstbau
Schwabenheimer Strasse 101
69221 Dossenheim

Tel. +49 (0)6221-86805-40 (Sekretariat: -00)
Fax. +49 (0)6221-86805-15
E-mail: A.Kollar@bba.de, Andreas.Kollar@urz.uni-heidelberg.de

Dipl. Ing. (FH) Barbara Pfeiffer
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau
Ökologischer Obstbau
Traubenplatz 5
74189 Weinsberg

Tel. +49 (0)7134 - 504-155 (Sekretariat - 0)
Fax. +49 (0)7134 - 504-133
e-mail: barbara.pfeiffer@lvwo.bwl.de

Inhaltsverzeichnis

1	ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG DES PROJEKTS	4
1.1	Planung und Ablauf des Projekts	5
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	5
2	MATERIAL UND METHODEN	7
2.1	Fallaubversuche	7
2.1.1	Tastversuch Dossenheim 2002	7
2.1.2	Blattabbauversuche Dossenheim/Weinsberg 2002/2003	7
2.1.3	Blattabbauversuche Dossenheim/Weinsberg 2003/2004	9
2.2	Hemmung der Sporenausschleuderung	9
2.3	Versuche zu Pflanzenextrakten	10
2.3.1	Herstellung der Extrakte	11
2.3.2	Konidienkeimtests	12
2.3.3	Gewächshausversuche	14
2.3.4	Halbfreilandversuche	15
2.3.5	Freilandversuche	17
2.3.6	Methodenvergleich: Labor- und Gewächshausversuche	20
3	ERGEBNISSE	21
3.1	Fallaubversuche	21
3.1.1	Tastversuch 2002 Dossenheim	21
3.1.2	Blattabbauversuche Dossenheim/Weinsberg 2002/2003	22
3.2	Hemmung der Sporenausschleuderung	26
3.3	Versuche zu Pflanzenextrakten	27
3.3.1	Konidienkeimtests	27
3.3.2	Schorfbekämpfung mit Pflanzenextrakten im Gewächshaus/(Halb-) Freiland	30
3.3.2.1	Wirkung von bereits im Weinbau getesteten Pflanzenextrakten	30
3.3.2.2	Kombination von <i>Quillaja</i> -Saponin mit Netzschwefel	32
3.3.2.3	Pflanzenextrakte und Formulierungszusatz im Freilandversuch 2002	35
3.3.2.4	Optimierung von Extrakten aus <i>Polypodium vulgare</i> und <i>Saponaria officinalis</i>	36
3.3.2.5	Wirkungsoptimierung von AGROMIL (Zitrusextrakt)	36
3.3.2.5.1	Prüfung der Regenbeständigkeit	36
3.3.2.5.2	Kombination mit Netz- und Haftmitteln	37
3.3.2.5.3	Vergleich verschiedener Flüssigformulierungen	39
3.3.2.5.4	Wirkung auf den Fruchtansatz (Ausdünnung) und Berostung der Früchte	40
3.3.2.6	Optimierung von Extrakten aus <i>Primula veris</i>	41
3.3.2.7	Test der besten Pflanzenextrakte: Abschlussversuch	45
3.3.3	Vergleichbarkeit der verschiedenen Versuchsarten	46
3.4	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	48

3.4.1	Fallaubversuche	48
3.4.2	Hemmung der Ascosporenausschleuderung	49
3.4.3	Pflanzenextrakte zur direkten Bekämpfung des Schorfpilzes	49
3.4.4	Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse für die Praxis	50
4	ZUSAMMENFASSUNG	51
5	GEPLANTE ZIELE – ERREICHTE ZIELE. EINE GEGENÜBERSTELLUNG	53
5.1	Fallaubversuche	53
5.2	Hemmstoffe der Ascosporenausschleuderung	53
5.3	Pflanzenextrakte	53
6	LITERATURVERZEICHNIS	54
7	ANHANG	56
7.1	Saponine und Anthrachinon-Glykoside	56

1 ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG DES PROJEKTS

Im ökologischen Obstbau ist die Bekämpfung des Apfelschorfes die kosten- und zeitaufwendigste Pflanzenschutzmassnahme. Kupferpräparate wirken innerhalb der für den Ökoanbau zugelassenen Mittel vergleichsweise gut, aber die Erfolge sind oft zu gering, um deutliche Ertragseinbußen zu verhindern. Alternative Mittel und Maßnahmen sollten nicht nur die Kupferwirkung erreichen („Kupferersatz“), sondern auch eine Verbesserung darüber hinaus darstellen. Die Zielsetzung des Projekts bestand darin, dem ökologischen Obstbau eine Kombination verschiedener Strategien zur Bekämpfung der wichtigsten Pilzkrankheit im Apfelanbau aufzuzeigen.

Teilziel 1

Der Schorfpilz überwintert auf dem Falllaub, dort bilden sich über den Winter Pseudothecien mit bis zu hundert Asci, in denen je acht Ascosporen heranreifen. Die Überwinterung am Holz ist möglich, spielt jedoch eine untergeordnete Rolle. Von Vegetationsbeginn bis Anfang Juni werden die Ascosporen bei regnerischen Wetterbedingungen ausgeschleudert. Daher spielt das Falllaub die wichtigste Rolle für die ersten Infektionsperioden während des Frühjahrs. Das Ziel aller am Falllaub orientierten Untersuchungen ist die Verringerung des Infektionsdruckes im Frühjahr. Die direkte Beeinflussung der Ursachen der Primärinfektionen soll den Bedarf an fungiziden Maßnahmen bzw. an hohen Wirkungsgraden verringern. Ziel war es hierbei, das Potential der Verfahren und Wirkstoffe zu erfassen und für die praktische Anwendung zu erschließen. Weiterhin sollten innovative Verfahren zur Förderung des Laubabbaus und damit der Abtötung des Erregers geprüft werden.

Teilziel 2

Ein weiteres Ziel war die Charakterisierung von Wirkstoffen aus dem ökologischen Obstbau und pflanzlichen Extrakten als potentielle direkte Hemmstoffe der Sporenausschleuderung.

Teilziel 3

Aussichtsreiche Wirkstoffe aus Pflanzenextrakten für die direkte Bekämpfung des Erregers sollten hinsichtlich verschiedener Extraktionsverfahren und des Einsatzes an der Pflanze optimiert werden. Aspekte wie Formulierungen, Eignung sowie Häufigkeit der Applikationstermine und Anwendung im Freiland sollten berücksichtigt werden.

Die wissenschaftlichen und technischen Ziele beinhalten neue Erkenntnisse zu den pflanzlichen Wirkstoffen und deren Aufbereitungsmethoden sowie Applikationszeitpunkte und die notwendigen Bedingungen (Gewächshaus-Freilandtransfer) hinsichtlich der Wirkungen auf den Erreger.

Erste Formulierungsansätze und standardisierbare Extraktionsverfahren sollten hierbei entwickelt werden. Ein wissenschaftliches Arbeitsziel für die Anwendung von Nährstoffen und Enzymen auf das Falllaub war die Feststellung des Prinzips des Minimums für die vorhandenen „Abbau-Mikroben“. Letzteres beinhaltet vor allem die hier wirksamen Nährstoffgruppen (C-Quellen, N-Quellen, Vitamine usw.) und deren Darreichungsform, aber auch Zeitpunkte, Umweltbedingungen und Häufigkeit der Applikationen. Bei der Testung der Stoffe auf ihre unmittelbare Wirkung auf den Sporen-Ausschleuderungsmechanismus der Fruchtkörper sollte das Wirkpotential bereits erhältlicher Behandlungsmittel und den neuen Pflanzenextrakten erforscht werden. Ziel war es hierbei, Daten zur Entwicklung neuer Bekämpfungsstrategien zu erhalten, die an einem spezifischen, bisher nicht genutztem Punkt des Entwicklungszyklus des Schorfpilzes angreifen.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Die Bearbeitung der drei Teilziele erfolgte nebeneinander an der BBA Dossenheim und an der LVWO Weinsberg.

Teilziel 1

Im Frühsommer 2002 sollte an der BBA Dossenheim ein erster grundlegender Versuch zur Geschwindigkeit des Laubabbaus durchgeführt werden. Die hierbei getesteten Medien- und Enzymansätze (vgl. **Tab. 1**) sollten Orientierungspunkte für den im Herbst 2002 angesetzten Versuch liefern. Die Versuche zur Falllaubzersetzung 2002/2003 sollten parallel in Weinsberg und Dossenheim durchgeführt werden. Blattdepots sollten im Freiland unter natürlichen Bedingungen überwintert und zu verschiedenen Zeiten im Herbst und im Frühjahr mit Nährmedien und Enzymzusätzen besprüht werden. Mit dem Beginn der Ascosporenreife im Frühjahr sollte in wöchentlichen Abständen das Ascosporenpotential der verschiedenen Ansätze ermittelt werden, um Veränderungen bei den absoluten Zahlen und der Kinetik der Reifung feststellen zu können. Der Substanzverlust der Blätter sollte durch regelmäßige visuelle Bonitur und durch Gewichtsbestimmung festgestellt werden.

Alle geplanten Arbeitsschritte konnten durchgeführt und die projektierten Ziele erreicht werden. Eine erste Orientierung war durch den Tastversuch 2002 trotz des späten Projektbeginns und der dadurch reduzierten Möglichkeiten gewährleistet. Der Falllaubversuch in 2002/2003 war entsprechend erfolgreich durchzuführen.

Teilziel 2

Für die Bewertung der Hemmwirkung auf die Ascosporenausschleuderung sollten Wirkstoffe aus dem ökologischen Anbau, allgemeine Stoffgruppen bzw. chemische Einflüsse an überwinterten Blättern in einer Wasserbadmethode charakterisiert und ihre Wirkung gegenüber der Kontrolle quantifiziert werden. Die in den Gewächshausversuchen zu prüfenden Bekämpfungswirkstoffe sollten ebenfalls auf ihre Hemmwirkung überprüft werden.

Die geplanten Arbeitsschritte und Arbeitsziele konnten erreicht werden. Die abschließenden Arbeiten zur Absicherung von Ergebnissen konnten wie geplant durchgeführt werden.

Teilziel 3

Über ein dreistufiges Testverfahren (Labor, Gewächshaus, Freiland) sollten aussichtsreiche Extrakte aus Pflanzen getestet werden, zu denen es erste Ergebnisse aus den Vorjahren sowohl aus dem Obstbau als auch aus dem Weinbau gab. Arzneipflanzen wurden ausgewählt, bei denen fungizide Inhaltsstoffe aus der Humanmedizin bekannt sind. Außerdem sollte untersucht werden, ob durch unterschiedliche Extraktionsverfahren und Zusätze von Netz- und Haftmitteln eine Verbesserung der Wirkung erreicht werden kann. Die Häufigkeit der Applikationstermine und die Anwendung im Freiland sollten berücksichtigt werden.

Die geplanten Arbeitsziele konnten erreicht werden. Dazu war jedoch notwendig, die Anzahl der Freilandversuche zugunsten von Gewächshaus-/Halbfreilandversuchen zu reduzieren, um eine größere Zahl von Teilfragen beantworten zu können, die sich im Laufe der Versuche im Jahr 2002 ergaben.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

In den letzten 12 Jahren wurden zahlreiche Versuche zur Bekämpfung des Apfelschorfs im ökologischen Anbau mit einer Vielzahl von Pflanzenstärkungsmitteln sowohl auf mineralischer

als auch auf organischer Basis durchgeführt, die jedoch nur unter geringem Infektionsdruck zufriedenstellende Ergebnisse zeigten (Golba, 2001). Derzeit sind die einzigen hinreichend wirksamen Präparate Kupfermittel, Netzschwefel und Schwefelkalk, jedoch gibt es bei allen Einschränkungen in der Wirkung und unerwünschte Nebenwirkungen (Berostungen der Früchte, ausdünnende Effekte in der Blüte, Beeinträchtigung der Assimilationsleistung, Anreicherung von Kupfer im Boden). Daher besteht dringender Forschungsbedarf zu alternativen Pilzbekämpfungsmitteln und Bekämpfungsstrategien für den ökologischen Obstbau.

Teilziel 1: In der Forschung werden Falllaubzersetzungsversuche und damit Zerstörung der Schorffruktkörper bisher mit chemischen (Harnstoff), mechanischen Verfahren (Mulchen), sehr energieaufwändigen thermischen Verfahren (Abflammen) und auch mit mikrobiellen Antagonisten durchgeführt. Nachteil war bisher die mangelnde Nachprüfbarkeit der Wirkung, die mit der entwickelten Ascosporenauswaschmethode (Kollar, 1998a, b; 2000) einfach zu bestimmen ist. Die Verwendung von Zellulasen und Pektinasen ist bisher noch nicht versucht worden. Die Enzyme zeigen eine sehr gute zersetzende Aktivität auf Apfelblätter und sind u.a. wegen ihrer Eignung in der Saftproduktion käuflich erhältlich, erschwinglich und bei Herkunft aus gentechnikfreier Produktion für den Einsatz im ökologischen Landbau denkbar. Die Behandlung der abgefallenen Blätter mit speziellen Nährmedien zur Aktivierung der mikrobiellen Zersetzer ist bisher nicht durchgeführt worden. Mikrobielle Antagonisten wurden nur auf der lebenden Phyllosphäre erprobt (Fiss *et al.*, 2000).

Teilziel 2: Spezifische Hemmstoffe der Sporenausschleuderung sind erst kürzlich nachgewiesen worden (Kollar, unveröff.). Bisher wurde angenommen, dass dieser Prozess im wesentlichen passiv durch Wasseraufnahme ausgelöst wird. Es konnte vielmehr gezeigt werden, dass Energie (ATP-Bildung) und das Herstellen neuer Proteine für die Ausschleuderung der Ascosporen notwendig sind. Die Verwendung von spezifischen Wirkstoffen konnte die Ausschleuderung nahezu völlig hemmen, ohne den Pilz abzutöten. In Zeitverlaufstudien über einige Stunden kann diese Wirkung auf die Fruchtkörper mit den entwickelten Methoden verlässlich und einfach quantifiziert werden. Der Effekt der im ökologischen Anbau eingesetzten Wirkstoffe bzw. weiterer Wirkstoffe könnte so erstmals als potentiell hemmend für die Sporenausschleuderung charakterisiert werden.

Teilziel 3: Bisher wurden und werden als Standard im ökologischen Obstbau mineralische Produkte auf Kupfer- und Schwefelbasis zur direkten, vorbeugenden Schorfbekämpfung eingesetzt (Golba, 2001). Jedoch sind beide Präparatgruppen hinsichtlich zuverlässiger Wirksamkeit (bei sehr großem Infektionsdruck), Pflanzenverträglichkeit, ökologischer Verträglichkeit und der zukünftigen Zulassungssituation in der Diskussion. Obwohl jedoch seit vielen Jahren nach wirksamen, unbedenklicheren Ersatzmöglichkeiten natürlicher Herkunft (Steinmehle, Pflanzenextrakte, mikrobielle Antagonisten etc.) gesucht wird, zeigten sich bisher keine Alternativen, die in ökonomischer (zuverlässige Wirksamkeit, Preis) und ökologischer Hinsicht vergleichbar sind. Jedoch gibt es aus anderen Bereichen des Pflanzenschutzes erfolgreiche Beispiele für selektiv wirksame Präparate mikrobieller und pflanzlicher Herkunft zur Insektenregulierung (Bakterien- und Virenpräparate, Neem und *Pyrethrum*, *Quassia* etc.), zur Pilzregulierung (Lecithinpräparate bei Blattkrankheiten, Antagonistenpräparate gegen bodenbürtige Schaderreger etc.) und mineralischer Präparate (Natrium- bzw. Kaliumbikarbonat), die sogar im Lebensmittelbereich eingesetzt werden und sich gegen bestimmte Mehлтаupilze als hochwirksam erweisen.

Dies sind ermutigende Beispiele dafür, dass sich auch bei einem so bedeutenden und so schwer zu regulierenden Pilzerreger wie dem Apfelschorf möglicherweise Ersatzstoffe pflanzlicher Herkunft finden lassen, die langfristig eine ökologisch wie ökonomisch vertretbare Alternative erweisen könnten.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Falllaubversuche

2.1.1 TASTVERSUCH DOSENHEIM 2002

Im März 2002 wurde in Dossenheim der erste Blattabbauversuch angelegt. Hierzu wurden je 5 g (Trockengewicht) Blattaliquote in Schalen im Freiland unter natürlichen Bedingungen exponiert, und mit den Nährlösungen (vgl. **Tab. 1**) am 28.3. und am 12.4. behandelt. Die Nährlösungen wurden in den entsprechenden Konzentrationen angesetzt und die Blätter für 2 min getaucht bzw. mit einer Handsprühflasche aufgebracht. Am 29.4. wurde die Exposition der Blätter im Freiland beendet. Das Ascosporenpotential der Blätter im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle wurde durch die Wasserbadmethode (Kollar 2000) ermittelt, bei der ein 1 g Blattaliquot in 50 ml destilliertem Wasser für 1 h bei 100 U/min geschwenkt wurde und die Sporensuspension in einer Zählkammer mikroskopisch bestimmt wurde. Zusätzlich wurde der optische Eindruck und der Substanzverlust durch Gewichtsbestimmung ermittelt.

Tab. 1: Enzyme, Medien und angewendete Konzentrationen im Tastversuch 2002 in Dossenheim.

Ansätze	Medium	Enzyme
Kontrolle	Wasser (Kontrolle)	
PDB 1x, 3x ⁽¹⁾	Kartoffeldextrose (DIFCO)	
NB 1x, 3x	Nutrient broth (DIFCO)	
MS 1x, 3x	Murashige und Skoog Medium (SIGMA) + 0,5 % Glucose	
TSB 1x, 3x	Tryptic soy broth (SIGMA)	
YE 1x, 10x	Yeast extract (DIFCO)	
ME 1x, 3x	Malt extract (DIFCO)	
MEB 1x	Malt extract broth (DIFCO)	
PDB 1x	Kartoffeldextrose (DIFCO)	je 0,1 % Pektinase, Zellulase
PDB 1x	w.o.	je 0,5 % w.o.
NB 1x	Nutrient broth (DIFCO)	je 0,5 % w.o.
ROHAPEKT	Wasser	10 % (vol) ROHAPEKT PTE
ROHAMENT PL	Wasser	10 % (vol) ROHAMENT PL
ROHAMENT CL	Wasser	10 % (vol) ROHAMENT CL

⁽¹⁾ 3x = dreifach konzentriert, dreifache Menge im Vergleich zur üblichen Konzentration, die bei Ansätzen von Nährmedien verwendet wird.

2.1.2 BLATTABBAUVERSUCHE DOSENHEIM/WEINSBERG 2002/2003

Im November 2002 wurden in Dossenheim und Weinsberg parallel Blattabbauversuche angelegt. In Dossenheim wurden Blattaliquote zu 70 g Frischgewicht vor dem natürlichen Blattfall gesammelt und in Plastischalen mit Drainagelöchern und Drahtabdeckung im Freiland

überwintert. Bei der Entnahme wurde darauf geachtet, dass die Blätter deutliche Blattschorfsymptome zeigten. Die Schalen standen auf einem Sarannetz, um Regenwürmer fernzuhalten. Behandlungstermine waren am 18.11.02; 4.12.02; 17.1.03; 10.3.03 und 8.4.03.

In Weinsberg wurden Blattaliquote zu 170 g Trockengewicht in Frühbeetkästen mit Bodenkontakt zur Bestimmung der Regenwurmattraktivität und Drahtabdeckung überwintert. Der Boden wurde etwa einen Monat vor der Füllung der Kästen gefräst. Beikräuter wurden durch Handhacke entfernt und die Fläche mit einem Rechen glattgezogen. Je Variante wurden drei Wiederholungen angelegt. Die Behandlungstermine waren am 19.12.02; 10.2.03; 21.3.03; 18.4.03 und am 11.5.03. Auf die Januarbehandlung wurde wegen Dauerfrost verzichtet. In der Abflammvariante wurde nur an zwei Terminen behandelt, vor der Winterruhe am 18.12.2002 und zu Vegetationsbeginn am 27.02.2003. Dafür wurde ein tragbares Handabflammgerät der Fa. REINERT (TR 111) mit drei Düsen verwendet.

Die an den beiden Standorten verwendeten Medien und Enzyme sind in **Tab. 2** aufgelistet. Die Medien und Enzyme wurden in den entsprechenden Konzentrationen angesetzt und mit einer Handsprühflasche aufgebracht. Die Blätter wurden bei jeder Behandlung mit den Medien gut durchfeuchtet.

Tab. 2: Enzyme, Medien und angewendete Konzentrationen in den Blattabbauversuchen 2002/3 in Dossenheim und Weinsberg.

Dossenheim	Weinsberg
Unbehandelte Kontrolle	Unbehandelte Kontrolle
PDB 3x ⁽¹⁾	Brennnesseljauche 3 %
ME 3x	Vinasse 3 %
TSB 3x	HUMOFIX 0,01 %
YE 3x	Demeter-Malzextrakt 3 %
MS 3x	ROHAMENT PL 1 %
NB 3x	BIOSTIMULATOR 0,2 %
Glucose 6 %	BACTOFIL B 2 %
Saccharose 6 %	DIGESTER (konventionell) 0,4 %
MS ohne Glucose 3x	Abflammen
Wasser + ROHAMENT PL	
PDB 3x + ROHAMENT PL 1%	
ME 3x + ROHAMENT PL 1%	
TSB 3x + ROHAMENT PL 1%	
YE 3x + ROHAMENT PL 1%	
MS 3x + ROHAMENT PL 1%	
NB 3x + ROHAMENT PL 1%	

⁽¹⁾ 3x = dreifach konzentriert, dreifache Menge im Vergleich zur üblichen Konzentration, die bei Ansätzen von Nährmedien verwendet wird.

Im Frühjahr 2003 zum Zeitpunkt der Ascosporenreife wurden in Dossenheim zwischen dem 5.3. und dem 30.4. vierzehntägig Blattproben entnommen, das Ascosporenpotential mit der Wasserbadmethode bestimmt (vgl. 2.1.1) sowie der optische Eindruck und der gravimetrische Verlust festgestellt. In Weinsberg wurden zwischen dem 5.3. und 23.5 an insgesamt 13 Terminen Blattproben für die Bestimmung des Ascosporenpotentials entnommen. Zum Versuchsende am

23. Mai wurde die verbleibende Blattmenge gewogen und so unter Einbeziehung der bereits entnommenen Proben der Gewichtsverlust im Vergleich zum Versuchsbeginn errechnet.

2.1.3 BLATTABBAUVERSUCHE DOSENHEIM/WEINSBERG 2003/2004

Im November 2003 wurde aufbauend auf den Ergebnissen aus Dossenheim und Weinsberg an beiden Standorten ein neuer Versuch zum Falllaubabbau angelegt. In Weinsberg wurden je Gitter 170 g trockene Schorfblätter aus den Kontrollparzellen des Versuchs in Heuchlingen zur Prüfung von Schorfstrategien für den ökologischen Obstbau im Freiland deponiert. In Weinsberg wurde der Versuch auf der ökologisch bewirtschafteten Versuchsfläche Katzental der LVWO Weinsberg aufgebaut. Bei den aussichtsreichsten Varianten wurden unterschiedliche Behandlungshäufigkeiten (nur Herbst-, nur Frühjahrsbehandlungen, Behandlungen während der gesamten Versuchszeit) von bestimmten Präparaten getestet (**Tab. 3**). Bis zum Ende des Forschungsprojektes wurden bei den entsprechenden Varianten zwei Behandlungen (am 08.11.2003 und 11.12.2003) durchgeführt. Am 18.12.2003 wurde eine Bonitur hinsichtlich der Regenwurmaktivität durchgeführt, die in "gering", "mittel" und "hoch" eingeteilt wurde. Bei einer hohen Aktivität wurden die Blätter nesterweise zusammengezogen. Teilweise wurden die Blätter auch mit der Spitze voraus in den Boden gezogen.

Auch in Dossenheim werden für die aussichtsreichsten Varianten des Vorjahres Fragen nach Applikationshäufigkeit und optimalem Applikationstermin näher untersucht.

2.2 Hemmung der Sporenausschleuderung

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Reduzierung des Infektionspotentials war eine Hemmung der Ausschleuderung der Ascosporen. Je 1 g trockenes schorfbefallenes Falllaub wurde in der Kontrolle mit 50 ml destilliertem Wasser versetzt, für 1 h bei 100 U/min geschwenkt und die Sporensuspension in einer Zählkammer mikroskopisch bestimmt. Von den zu prüfenden Stoffen oder Pflanzenextrakten wurden Lösungen steigender Konzentrationen dem Falllaub zugesetzt. Nach Ablauf der ersten Stunde wurde eine Probe von 0,5 ml zur quantitativen Bestimmung der Ascosporen entnommen. Es wurde erneut destilliertes Wasser oder die entsprechende Lösung zugesetzt und eine weitere Stunde geschüttelt. Dieser Vorgang wurde insgesamt über einen Zeitraum von fünf Stunden stündlich wiederholt und die ausgeschleuderten Ascosporen jeweils aufsummiert. In der Kontrolle wurden bei den letzten beiden Entnahmen meist nur noch wenige Ascosporen gefunden.

An der BBA Dossenheim wurden allgemeine Stoffgruppen bzw. chemische Einflüsse getestet, um Nebeneffekte der Stoffe identifizieren zu können. In Weinsberg wurden vorrangig alkoholische oder wässrige Extrakte aus Arzneipflanzen getestet, die bereits im Zusammenhang mit den Gewächshausversuchen zur direkten Bekämpfung eine deutliche Wirkung vermuten ließen. Bei den verwendeten Extrakten orientierte sich die Wahl der Konzentrationen an den besten Ergebnissen aus den Konidienkeimtests. Getestet wurden Extrakte aus *Juglans regia*, *Primula veris*, *Rhamnus frangula*, *Saponaria officinalis*, und *Zitrus sp.* (= Präparat AGROMIL). Zusätzlich wurden die Präparate BACTOFIL B, HUMOFIX, Demeter-Malzextrakt und das konventionelle Vergleichspräparat DIGESTER NZD in Hemmstoffversuchen eingesetzt, die in den Blattabbauversuchen in Weinsberg gute Wirkung gezeigt hatten. Es sollte überprüft werden, ob die Wirkung möglicherweise auf eine Hemmung der Ascosporenausschleuderung zurückzuführen ist.

Tab. 3: Varianten im Falllaubversuch in Dossenheim und Weinsberg, Winter 2003/2004

Variante	Standort ⁽¹⁾	Konzentration in %	Zeitraum	Zahl Behandlungen
Kontrolle	DW			
HUMOFIX	DW	0,01	Nov.-Apr.	6
	W	0,01	Febr. - Apr.	3
	W	0,01	Nov - Jan.	3
	DW	0,001	Nov.-Apr.	6
BACTOFIL B	DW	2	Nov.-Apr.	6
	W	0,2	Nov.-Apr.	6
Malzextrakt Demeter	DW	3	Nov.-Apr.	6
Harnstoff	DW	5	Nov.-Apr.	6
TSB 3x	DW	9	Nov.-Apr.	6
TSB 3x/10	DW	0,9	Nov.-Apr.	6
TSB 3x	D	9	Nov.-Januar	3
TSB 3x	D	9	Feb. - Apr.	3
YE 3x	DW	3	Nov.-Apr.	6
YE 3x/10	DW	0,3	Nov.-Apr.	6
Saccharose	DW	6	Nov.-Apr.	6
ROHAMENT PL	W	1	Nov.-Apr.	6
ROHAMENT PL + TSB 3x	W	1 + 9	Nov.-Apr.	6
ROHAMENT PL 10 % + TSB 3x	D	10 + 9	Nov.-Apr.	6
ROHAMENT PL 10 %	D	10	Nov.-Apr.	6
Apfelsaft	DW	100	Nov.-Apr.	6
	DW	10	Nov.-Apr.	6
Bohnenextrakt*	DW	50	Nov.-Apr.	6
	DW	5	Nov.-Apr.	6
Bohnenextrakt + Milchpulver**	DW	50	Nov.-Apr.	6
CONTANS	DW	2	Nov.	1

⁽¹⁾ Dossenheim (D) Weinsberg (W)

* Der Bohnenextrakt wurde aus Wachtelbohnen hergestellt: 1kg Wachtelbohnen (Müller's Mühle) wurde in 3 l Wasser über Nacht zum Quellen bei Raumtemperatur stehen gelassen. Am folgenden Tag wurden die Bohnen 2 Stunden lang gekocht, der Überstand abgegossen, erneut mit 2 l Wasser versetzt und weitere 3 Stunden gekocht. Insgesamt wurden daraus 4 l Flüssigkeit gewonnen, die mit MIRACLOTH filtriert wurden und bis zur Verwendung im Versuch tiefgefroren wurden. Für die Spritzungen wurde der Bohnenextrakt noch im Verhältnis 1:1 mit Wasser versetzt.

** Bei der Variante 20 wurde zu der spritzfähigen Verdünnung 1 % Magermilchpulver FREMA REFORM INSTANT beigemischt.

2.3 Versuche zu Pflanzenextrakten

Aufbauend auf die Ergebnisse aus der ersten Versuchsperiode des Forschungsprojekts sollten im zweiten Teil folgende Fragen sollten geklärt werden:

- Kann die in Konidienkeimtests im Labor ermittelte Wirksamkeit der effizientesten Extrakte unter diesen Testbedingungen bestätigt werden?
- Kann die Wirksamkeit weiterer Pflanzenextrakte aus Konidienkeimtests im Gewächshausversuch bestätigt werden?
- In wie weit stimmen die Ergebnisse der Konidienkeimtests mit denen aus Gewächshaus-/Halbfreilandversuchen überein?
- Welche Konzentrationen und Extraktionsarten sind bei einzelnen Pflanzenextrakten zu bevorzugen?
- Kann die Wirksamkeit durch Formulierungshilfsstoffe gesteigert werden und der Abwascheffekt reduziert werden?
- Gibt es Unterschiede zwischen pulverförmiger und flüssiger Formulierung beim Zitrusextrakt AGROMIL?
- Wie verhält es sich mit der Regenstabilität von *Quillaja*-Saponin in Kombination mit Netzschwefel unter natürlichen Bedingungen?
- Zeigen Formulierungshilfsstoffe wie z. B. BIOPLUSS selbst auch eine fungizide Wirkung auf den Schorfpilz?
- Kann die Aufwandmenge von Netzschwefel minimiert werden durch Kombination mit sehr wirksamen Pflanzenextrakten?
- Erreicht man mit einer geringeren Kupferaufwandmenge mit Kupferoktanat Ergebnisse, die dem Standard Kupferoxychlorid entsprechen?
- Wie kann die Effizienz von Versuchen mit Pflanzenextrakten zur Schorfbekämpfung optimiert werden?

2.3.1 HERSTELLUNG DER EXTRAKTE

Unter den Arzneipflanzen wurden diejenigen ausgewählt, bei denen in der Literatur zur Verwendung in der Humanmedizin fungistatische oder fungizide Inhaltsstoffe beschrieben wurden (siehe Anhang) oder bei denen Ergebnisse aus anderen Sparten wie z. B. dem Weinbau vorlagen (Kast, 2002). Die getrockneten Pflanzenteile wurden aus dem Arzneipflanzen-großhandel bezogen. Zusätzlich wurden von einzelnen heimischen Pflanzen Blätter oder Früchte gesammelt, an denen generell wenig Symptome von Pilzkrankheiten zu sehen waren.

Als "Standard" wurden bei den ethanolischen Extrakten 10 g der getrockneten Pflanzenteile in 100 ml Ethanol (99 %) im Wasserbad bei 60 °C zwei Stunden lang extrahiert, die geschlossenen Gefäße in kaltem Wasser auf Raumtemperatur abgekühlt und danach abfiltriert. Bei den wässrigen Extrakten wurden in der Regel 2 bzw. 10 g der getrockneten Pflanzenteile mit 100 ml kochendem Wasser übergossen und nach 10 min abfiltriert. Abweichende Extraktionsmethoden sind bei den jeweiligen Versuchen gesondert beschrieben.

Die Versuche mit den Pflanzenextrakten durchliefen ein dreistufiges Testverfahren (Labor, Gewächshaus, Halbfreiland/Freiland). Die Anzahl der Freilandversuche reduzierten sich zu Gunsten der effizienteren Gewächshaus-/Halbfreilandversuche. Zur Optimierung von Extraktionsverfahren und Konzentrationen wurden vorrangig Konidienkeimtests durchgeführt. Positiv bewertete Extrakte aus dem Screening wurden zunächst in Gewächshausversuchen geprüft. Für die Testung von Zusätzen von Netz- und Haftmitteln wurden Gewächshausversuche und Halbfreilandversuche durchgeführt.

2.3.2 KONIDIENKEIMTESTS

Geprüft wurde die keimhemmende Wirkung gegenüber Konidien von *Venturia inaequalis*. Mit dieser Labormethode konnte in einem kurzen Zeitraum festgestellt werden, welche der eingesetzten Extrakte, Formulierungen und Konzentrationen das Auskeimen und Wachstum von Schorfkonidien hemmen.

Ausgangsbasis für den Keimtest war jeweils eine Konidienlösung mit einer Sporendichte von 10.000 Konidien/ml. Durch Zugabe unterschiedlicher Mengen an Pflanzenextrakten wurden die zu testenden Konzentrationen eingestellt. Jeweils 1 ml dieser Lösung wurde auf sterile Cellstar-Multiplatten gegeben und 24 h bei 20 °C inkubiert (**Abb. 1**). Der Anteil nicht, kurz und lang gekeimter Schorfkonidien wurde unter dem Binokular ausgezählt (Beispiele dazu siehe **Abb. 2 und 3**).

Aus den Anteilen der nicht gekeimten Konidien in der Extraktvariante und in der Kontrolle wurde jeweils der Wirkungsgrad (ABOTT) in Prozent berechnet.

Während der Projektlaufzeit wurden insgesamt 31 Pflanzenextrakte (wässrige und ethanolische Extrakte), Formulierungshilfen, im Handel erhältliche Pflanzenstärkungsmittel sowie pflanzliche Produkte aus der Pharmazie in Konidienkeimtests getestet. Als Standard wurden verschiedene Kupfermittel in etwas geringerer als praxisüblicher Aufwandmenge (~ 400 g Reinkupfer/ha) eingesetzt. Eine Begrenzung auf diese Menge je ha und Spritzung wird momentan im Arbeitskreis Pflanzenschutz der FÖKO e.V. diskutiert.

Die Konzentrationen der selbst hergestellten Extrakte wurden in Volumenprozent angegeben, es sei denn, es handelte sich um pulverförmige Extrakte oder Pflanzenstärkungsmittel. Dort ist in der Tabelle der Zusatz "Gew." eingefügt worden. Die alkoholischen und wässrigen Extrakte wurden in der Regel in einer Konzentration von 2 %, 4% und 6%ig geprüft.



Abb. 1: Versuchsansatz bei Konidientests

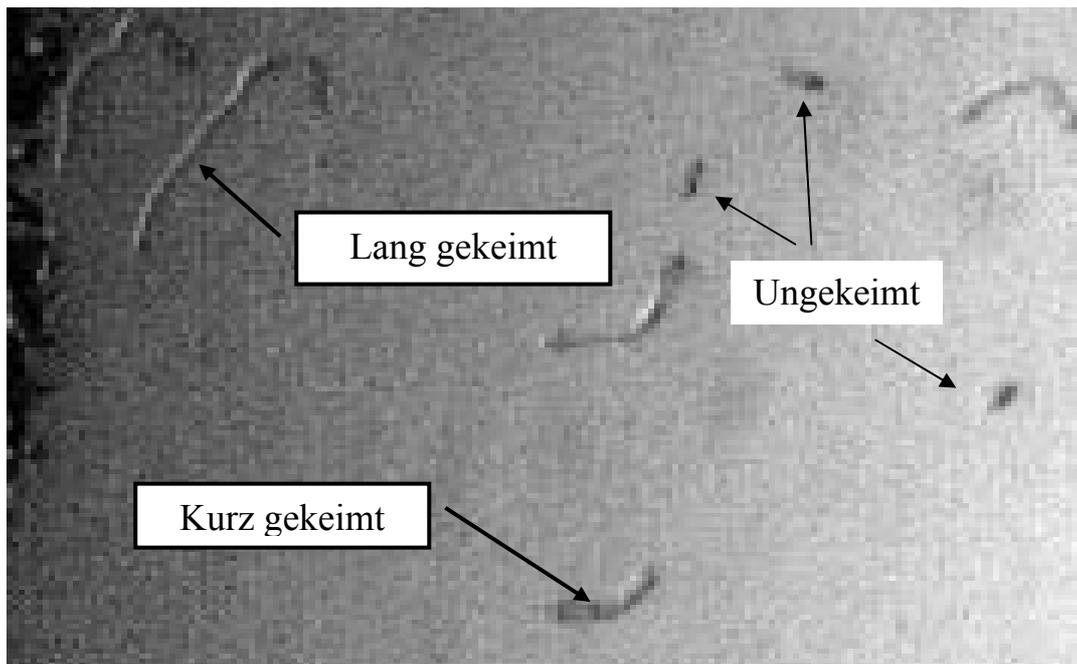


Abb. 2: Beispiel für die Auswertung eines Konidienkeimtests, hier Ansatz eines ethanolischen Primelwurzelextraktes (4 %, in Konidienkeimtest 18).

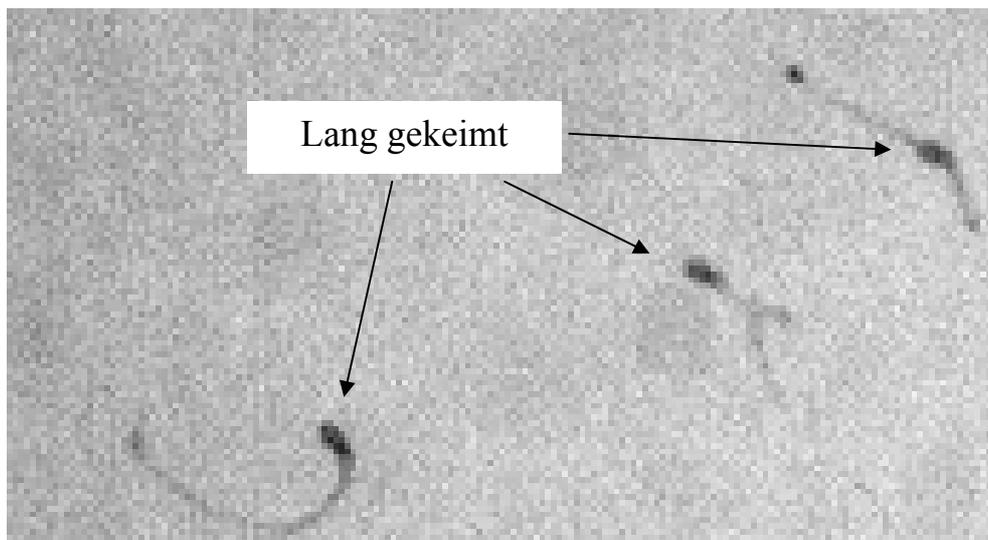


Abb. 3: Beispiel für einen hohen Anteil lang gekeimter Konidien (0 % keimhemmende Wirkung auf die Konidien von *V. inaequalis* in der Kontrollvariante in Konidientest 18)

In einem Labortest wurden bis zu 30 verschiedene Varianten im Vergleich zur Kontrolle getestet. Bei vielversprechenden Ergebnissen wurden die besten Varianten bzw. Extraktkonzentrationen mehrfach wiederholt. Eine Testreihe bestand aus einem Versuchsansatz, der nach 24 h ausgewertet wurde. Bei diesem Versuchsansatz entsprach jede Variante einer Wiederholung bzw. einer Konzentration eines Pflanzenextraktes (d.h. n = 1).

2.3.3 GEWÄCHSHAUSVERSUCHE

Die Versuche im Gewächshaus folgten dem Screening der verschiedenen Präparate in den Tests zur Konidienkeimhemmung in Cellstar TC-Platten, bei denen die wirksamsten Extrakte für diese Versuche ermittelt worden waren.

Versuchsaufbau

Jeweils 12 Apfelsämlinge (aus Kernen der Sorte 'Golden Delicious' selbst angezogen), wurden vorbeugend mit den Lösungen der Versuchsvarianten behandelt. Nach dem Antrocknen des Spritzbelags, (meist 1 Tag danach) wurden die Sämlinge künstlich mit Schorf infiziert. Die dafür verwendeten Konidien wurden im Mai 2002 von stark mit Schorf befallenen Blättern der Sorte 'Jonagold' aus den unbehandelten Kontrollparzellen eines Schorf-Freilandversuches, der nach ökologischen Richtlinien bewirtschafteten Versuchsfläche Weinsberg-Katzental gewonnen. Die Konidien suspension wurde auf eine Dichte von 100.000 Konidien/ml eingestellt und die Pflanzen mit dieser Inokulationslösung tropfnass eingesprüht. Unmittelbar danach wurden die Pflanzen dicht in Plastikbeutel verpackt, um eine hohe Luftfeuchtigkeit und 24 bis 28 h Blattnässe halten zu können (**Abb. 4**). Während der gesamten Versuchsdauer wurde im Gewächshaus die Temperatur bei 18 bis 20 °C gehalten.

In diesen Gewächshausversuchen wurde mit einem wesentlich höherem Infektionsdruck als im Freiland gearbeitet. Die Konidiendichte der Inokulationslösung ist im Vergleich zur Konidiendichte, die in abtropfendem Regenwasser von stark schorfbefallenen Blättern im Freiland gemessen wurden, um den Faktor 5 bis 10 höher. Außerdem werden durch die Klimaführung im Gewächshaus optimale Infektionsbedingungen geschaffen (20 bis 25 h Blattnässe bei 20 °C, hohe Luftfeuchte, kein Wind). Im Freiland dagegen kommt es nicht bei jeder natürlichen Infektionsperiode zu solch extremen Bedingungen. Die Gewächshausversuche wurden teilweise in Weinsberg, teilweise in der Klimakammer der BBA Dossenheim durchgeführt.



Abb. 4: Methodik bei Gewächshausversuchen: „Eintüten“ der frisch mit Schorf infizierten Apfelsämlinge für optimale Infektionsbedingungen (Luftfeuchte)

Bonitur des Blattschorfes:

Vor der vorbeugenden Behandlung wurde an jedem Sämling das Blatt angeschnitten, welches gerade altersresistent geworden war, um nach Ablauf der Inkubationszeit nur die Blätter zu bonitieren, die auch tatsächlich infiziert werden konnten. Der Blattschorf wurde mit Noten von 0 bis 4 bewertet und daraus ein Mittelwert pro Blatt berechnet.

Die auf Blattschorf bonitierten Blätter wurden nach der optischen Bonitur abgepflückt und mit einer einheitlichen Wassermenge je Blatt ausgeschüttelt. In Kolkwitz-Plankton-Zählkammern wurde die Konidiendichte der Suspension je ml unter dem Mikroskop ausgezählt. Aus diesen Werten konnten Rückschlüsse auf die Höhe der Konidienproduktion gezogen werden, da bei manchen Präparaten zwar kleine Blattflecken sichtbar waren, die jedoch vergleichsweise wenig Konidien produzierten.

Gewächshausversuch zur Prüfung der Regenbeständigkeit

Zur Prüfung der Regenbeständigkeit bei AGROMIL auf Zitrusextraktbasis wurde während einer Diplomarbeit von Rudolph (2003, FH Osnabrück) ein spezieller Versuch mit künstlicher Beregnung durchgeführt (siehe Kap. 3.3.2.5.1). Als Vergleich zu AGROMIL 0,25 % und *Quillaja*-Saponin 1 % dienten die unbehandelte Kontrolle und Funguran (entsprechend 750 g Reinkupfer pro ha).

Der Versuch hatte folgenden Ablauf:

- vorbeugende Behandlung 21.10.2002 (8.15 bis 9.30)
- Beregnung am gleichen Tag (21.10.2002, 11.50 bis 13.50)
- Simulation von 5 und 15 mm Regen im Vergleich zu "ohne Beregnung"
- am nächsten Tag künstliche Inokulation mit Konidien suspension, direkt anschließend „Eintüten“ (22.10.2002, 12.55 bis 14.05)
- „Austüten“ nach 28 h (23.10.2002, ab 17.00)

Aus versuchstechnischen Gründen (Gleichmäßigkeit der Regenmenge unter dem aufgestellten Viereckregner Polo 991 von GARDENA) wurde die Variante *Quillaja*-Saponin als zusätzliches Prüfglied erst ab 14. 00 h beregnet.

2.3.4 HALBFREILANDVERSUCHE

Für bestimmte Versuchsfragen und zu bestimmten Jahreszeiten wurden natürliche Infektionsbedingungen im Freiland genutzt. Je nach der jeweils im Freiland vorhandenen Sporenform (Ascosporen oder Konidien) ergaben sich zwei Versuchsdesigns:

1. Die im Falllaubversuch in Weinsberg angelegten Depots dienten als Infektionsquelle für Ascosporeninfectionen. Wenn aufgrund der Ausschüttelungsergebnisse ein hoher Ausstoß an **Ascosporen** zu erwarten war und entsprechend der Wettervorhersage Niederschläge vorausgesagt wurden, die für eine natürliche Infektion im Freiland ausreichend sein sollten, wurde dieser Versuchstyp gewählt. Je Variante wurden 12 vorbeugend behandelte Sämlinge vollständig randomisiert um die Falllaubgitter verteilt und nach ein bis zwei Tagen zurück in

das Gewächshaus gebracht und dort bis zum Erscheinen der Symptome kultiviert. Dieser Versuchstyp wurde an der BBA Dossenheim in der Vergangenheit mehrfach dazu benutzt, um an Sämlingen als Zeigerpflanzen die Stärke von einzelnen natürlichen Ascosporeninfectionen in der Primärsaison sichtbar zu machen.

2. Während Sommer und Herbst 2003 wurden für die Dauer einer natürlichen Infektionsperiode vorbeugend behandelte Sämlinge unter schorfbefallene 'Jonagold'-Bäume gestellt. Genutzt wurden die unbehandelten Kontrollbäume in einem Freiland-Schorfversuch in einem Quartier des Obstversuchsgutes Heuchlingen, in dem Schorfbekämpfungsstrategien für den ökologischen Obstbau geprüft wurden. Je nach den natürlichen Witterungsbedingungen wurden die Sämlinge nach zwei oder drei Tagen in das Gewächshaus zurückgebracht und dort nach Erscheinen der Blattsymptome bonitiert. Bei diesem Versuchstyp wurden die **Konidien** im abtropfenden Regenwasser der 'Jonagold'-Bäume für die Infektion genutzt.

Beispielsweise wurde der erste Versuchstyp zur Optimierung von Extrakten aus *Polypodium vulgare* und *Saponaria officinalis* ausgewählt (siehe Kap. 3.3.2.4). Parallel zum Freilandversuch bei der Sorte 'Jonagold' wurden am 25. April 2002 getopfte Apfelbäume der Sorte 'Golden Delicious' vorbeugend behandelt, wobei den Extrakten aus Seifenkraut und Engelsüß als Netzmittel VITANAL SAUER zugegeben wurde, das im ökologischen Anbau eingesetzt werden kann. Bei Engelsüß (*Polypodium vulgare*) wurden ethanolische Extrakte (Konzentrationen 2,5 und 3,0 %) und Tee (2 %, 3 % und 4 %), und beim Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) zwei Konzentrationen von ethanolischen Extrakten (2,5 % und 3,0 %) verglichen.

Für die Dauer einer Ascosporeninfectionsperiode wurden die Bäume im Freiland zwischen mehreren Depots mit stark schorfbefallenem Falllaub einer hohen Zahl an ausschleuderbereiten Ascosporen exponiert und nach der Regenphase am 29. April 2002 bis zur Symptomentwicklung wieder im Gewächshaus kultiviert.

Der zweite Versuchstyp wurde im Juli und im Oktober 2003 zur Klärung der Wirkung von Agromil in Kombination mit Zusätzen unter natürlichen Infektionsbedingungen angewandt.

Versuchsablauf Anfang Juli 2003:

- Vergleich von AGROMIL 0,25 % alleine mit Zusatz von jeweils 0,01 % ADHÄSIT / 0,01 % PROFITAL FL. / GREEMAX 0,01 % / BIOPLUSS 0,8 vol. %
- Unbehandelte Kontrolle, FUNGURAN entsprechend 400 g Reinkupfer/ha
- Vorbeugende Behandlung 02. Juli 2003, 11.00 h bis 12.00 h
- Randomisierte Verteilung der Sämlinge unter schorfbefallenen Bäumen der Sorte 'Jonagold' ab 15.00 h (nach Antrocknen des Belags)
- Zurückstellen in das Gewächshaus am 04. Juli 2003 ab 14.00 h

Die Pflanzen waren im Freiland zwei Blattnässeperioden ausgesetzt: 17 h bei 16 bis 17 °C und 86 % relativer Luftfeuchte und am folgenden Tag 16 h bei 14 bis 15 °C und 93 % relativer Luftfeuchte. Diese Bedingungen reichten zunächst für eine leichte bis mittlere bzw. danach für eine mittlere bis schwere Infektion aus. Insgesamt fielen 11,6 mm Niederschlag, während die Sämlinge im Freiland standen.

Versuchsablauf Anfang Oktober 2003

- Unbehandelte Kontrolle, FUNGURAN (entsprechend 400 g Cu/ha), CUEVA (entsprechend 180 g Cu /ha)
- Vergleich von AGROMIL 0,25 %, AGROMIL 0,25 % + GREEMAX 0,01 %, AGRO NEU FL. 1 und AGRO NEU FL. 2 jeweils 0,5 %
- Vorbeugende Behandlung 02. Oktober 2003, 9.00 h bis 10.00 h
- Randomisierte Verteilung der Sämlinge unter schorfbefallenen Bäumen der Sorte 'Jonagold' am 03. Oktober 2003 ab 10.30 h
- Zurückstellen in das Gewächshaus am 06. Oktober 2003 ab 7.00 h

Die Sämlinge waren im Freiland zwei leichten Infektionsperioden ausgesetzt (10 h Blattnässe bei 13 bis 14 °C und 92 % relativer Luftfeuchte bzw. 11 h Blattnässe bei 8 bis 9 °C und 95 % relativer Luftfeuchte). Insgesamt fiel in dieser Zeit 10,6 mm Niederschlag.

2.3.5 FREILANDVERSUCHE

Im Frühjahr 2002 wurde in Erwartung der Genehmigung des Forschungsprojektes ein Freilandversuch in einem ökologisch bewirtschafteten 'Jonagold'-Quartier der LVWO Weinsberg mit einem alkoholischen Extrakt aus Seifenkraut (12,5 l/ha bei 2 m Kronenhöhe), einem als Pflanzenstärkungsmittel angemeldeten Moosextrakt (LEBERMOOSER, 5 l/ha) und einer ökologischen Standardspritzfolge mit und ohne Zusatz des Netzmittels PROFITAL (vorbeugend 3 kg Netzschwefel, zusätzlich gezielt 11 bis 15 l Schwefelkalk je ha) durchgeführt. Pro Variante wurden 3 Wiederholungen mit jeweils 25 Bäumen angelegt. Die Ausbringung erfolgte mit einem JOCO-Tunnelsprüher. Die Wasseraufwandmenge betrug 500 l Wasser je ha, bei kurativen Behandlungen mit Schwefelkalk 800 l/ha.

Zwischen dem 12. April und dem 17. Mai wurden insgesamt 8 Behandlungen ausgebracht, da es sehr häufig regnete und die Blattnässeperioden (bis zu 91 Stunden) extrem lang waren. Mitte Mai wurde der Versuch aufgrund starken Blattschorfbefalls in den schlecht wirksamen Varianten abgebrochen und die gesamte Versuchsfläche bis zur Ernte einheitlich vorbeugend mit Netzschwefel behandelt.

Da nach den Versuchen 2002 noch Fragen zur Regenstabilität und zur Haftung der Extrakte offen waren, wurde in der Saison 2003 auf einen Freilandversuch in der beschriebenen Art verzichtet. Parallel zu diesem Forschungsprojekt wurde 2003 das Zitrusextrakt-Präparat AGROMIL am Kompetenzzentrum Gartenbau in Ahrweiler (ehemals SLVA Ahrweiler) in einem Freilandversuch zur Schorfbekämpfung im ökologischen Obstbau getestet.

In der Saison 2003 waren zudem im Freiland vor der Blüte die Bedingungen für Schorfinfektionen äußerst ungünstig, nur in diesem Zeitraum darf Kupfer zur Schorfbekämpfung im ökologischen Obstbau eingesetzt werden. Der Ascosporenausstoß war im April sehr niedrig und die Niederschlagsmengen sehr gering.

Um Aussagen zur ausdünnenden Wirkung und zum Berostungspotential von *Quillaja*-Saponin und Zitrusextrakt machen zu können, wurden zur Blüte 2003 drei Varianten in den Ausdünnungsversuch im Quartier 621 des Obstversuchsgutes Heuchlingen aufgenommen. In diesem Versuch wurden im normalen Versuchsprogramm mögliche Präparate für die

Ausdünnung im ökologischen Obstbau getestet. Bei 8 Jahre alten Bäumen der Sorte 'Pinova' wurden aus den Schorfversuchen von 2002 folgende drei Varianten mitgeprüft: *Quillaja*-Saponin 0,75 %, *Quillaja*-Saponin 0,75 % + Netzschwefel 0,2 %, AGROMIL 0,25 %. Es wurde eine Behandlung kurz vor der Vollblüte am mehrjährigen Holz ausgebracht. Aufgrund der deutlichen Frostschäden an den Blüten im unteren Bereich der Bäume wurde die Zahl der Ausdünnungsspritzungen auf eine Behandlung beschränkt.

Die Wasseraufwandmenge entsprach 1000 l/ha, je Variante wurden 10 Einzelbäume extra hinsichtlich Blütenbüschelbesatz, Fruchtansatz Ende Mai, Fruchtansatz nach dem Junifruchtfall, Ertrag, Größen- und Farbsortierung und Berostung ausgewertet. Aus dem Fruchtansatz im Vergleich zur Kontrolle wurde ein Zahlenwert für die ausdünnende Wirkung berechnet.

Zur besseren Übersicht ist der Ablauf der Versuche und die Verknüpfung der Teilbereiche in einem Flussdiagramm zusammengefasst (siehe **Abb. 5**).

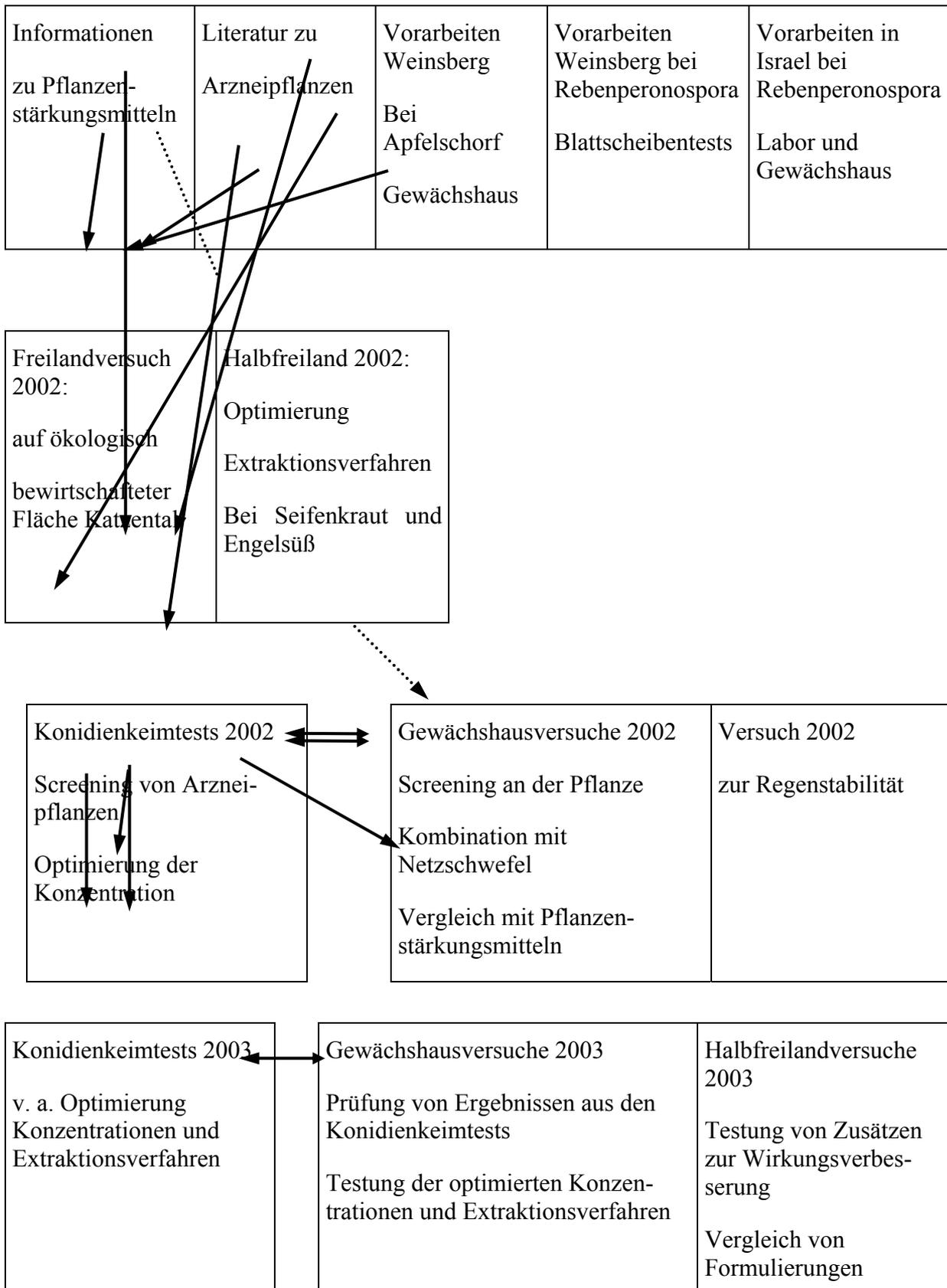


Abb. 5: Flussdiagramm zum Ablauf der Versuche zu Pflanzenextrakten

2.3.6 METHODENVERGLEICH: LABOR- UND GEWÄCHSHAUSVERSUCHE

Neben den eigentlichen Versuchen zur direkten Bekämpfung des Blattschorfs mit Pflanzenextrakten wurde auch die Methodik für solche Versuche optimiert, so dass extrem personal- und flächenintensive Freilandversuche nur mit vorab gestesteten und hinsichtlich der Konzentration optimierten Pflanzenstärkungsmitteln sinnvoll sind, über deren Wirkung gegen Apfelschorf nur wenig bekannt ist.

Eine Kombination von Labor-, Gewächshaus-, kombinierten Gewächshaus-/Halbfreiland- und reinen Freilandversuchen wurde in diesem Forschungsprojekt angewandt. Dabei wurde wegen der Vor- und Nachteile einzelner Methoden (**Tab. 4**) aus Gründen der Effizienz nur ein klassischer Freilandversuch 2002 durchgeführt.

Tab. 4: Vergleich unterschiedlicher Versuchsansätze mit Pflanzenextrakten zur Regulierung von *V. inaequalis*

Ort	Labor	Gewächshaus	Gewächshaus/Freiland	Freiland
Methode	Keimhemmungstest in Cellstar TC-Platten	Kompletter Versuch im Gewächshaus an Sämlingen	Präventive Behandlung im Gewächshaus	Parzellenversuch mit jeweils 4 * 10 Bäumen
Infektion	Standardisiert	Künstliche Inokulation im Gewächshaus mit "Eintüten"	1-2 natürliche Infektionen im Freiland	Infektionen entsprechend Jahreswitterung Schwankungen zwischen den Jahren
Dauer des Tests	1 Tag	ca. 15 Tage	ca. 15 Tage	7 Monate
Mit Vor- und Nachbereitung (Ohne Anzucht der Pflanzen)	2 Tage	ca. 18 Tage	ca. 19 Tage	9 Monate
Kosten	sehr gering	mittel	mittel	hoch bis sehr hoch
Aussagekraft für Vergleiche der Varianten untereinander	hoch	hoch	hoch	mittel bis hoch (wegen Überlagerung durch ständige Infektionen)
Aussagekraft für Praxis	(sehr) gering je nach Präparat schwer auswertbar (ölige Formulierungen, Trubstoffe)	mittel bis hoch	mittel bis hoch, keine Aussage zu Auswirkungen auf die Blüte oder Frucht möglich	hoch bis sehr hoch, Wechselwirkungen mit anderen Präparaten einer Öko-Spritzfolge möglich

Relativ zuverlässige Ergebnisse konnten mit den künstlichen Infektionen in Gewächshausversuchen und teilweise bei den natürlichen Infektionen im Halbfreiland erzielt werden. Dadurch kann die Zahl zu prüfender Varianten für klassische Freilandversuche so weit

einengen werden, dass diese extrem aufwendigen Versuche auf ein praktikable Größe beschränkt werden können. Insbesondere Pflanzenstärkungsmittel sollten diese Vorstufe durchlaufen, um vor einer Anwendung im Freiland klare Informationen zur Wirkungsweise zu erhalten.

3 ERGEBNISSE

3.1 Falllaubversuche

3.1.1 TASTVERSUCH 2002 DOSENHEIM

Der optische Eindruck sowie die gravimetrische Analyse ergab gegenüber der Kontrolle keine signifikanten Anzeichen für einen Biomasseverlust oder eine Strukturveränderung der Blätter.

Trotz der späten Behandlung war in der Tendenz eine Wirkung der Medien und Enzyme festzustellen, die mit einer Reduktion des Ascosporenpotentials verknüpft war (vgl. **Abb. 6**). PDB war nur in der dreifachen Konzentration wirksam, aber einfach konzentriert und auch in Kombination mit Enzymen ohne Wirkung. NB im Gegensatz dazu war nur wirksam mit Enzymzusatz.

Bei allen anderen Medien zeigte die höhere Dreifachkonzentration einen besseren Effekt. Bei der sehr hoch gewählten Hefeextrakt-Konzentration von 10 % (YE 10x) war in der Tendenz ein eher geringerer Effekt festzustellen. Die ROHAMENT Enzymansätze in Wasser zeigten etwa der den höher konzentrierten Medien entsprechende Wirkung.

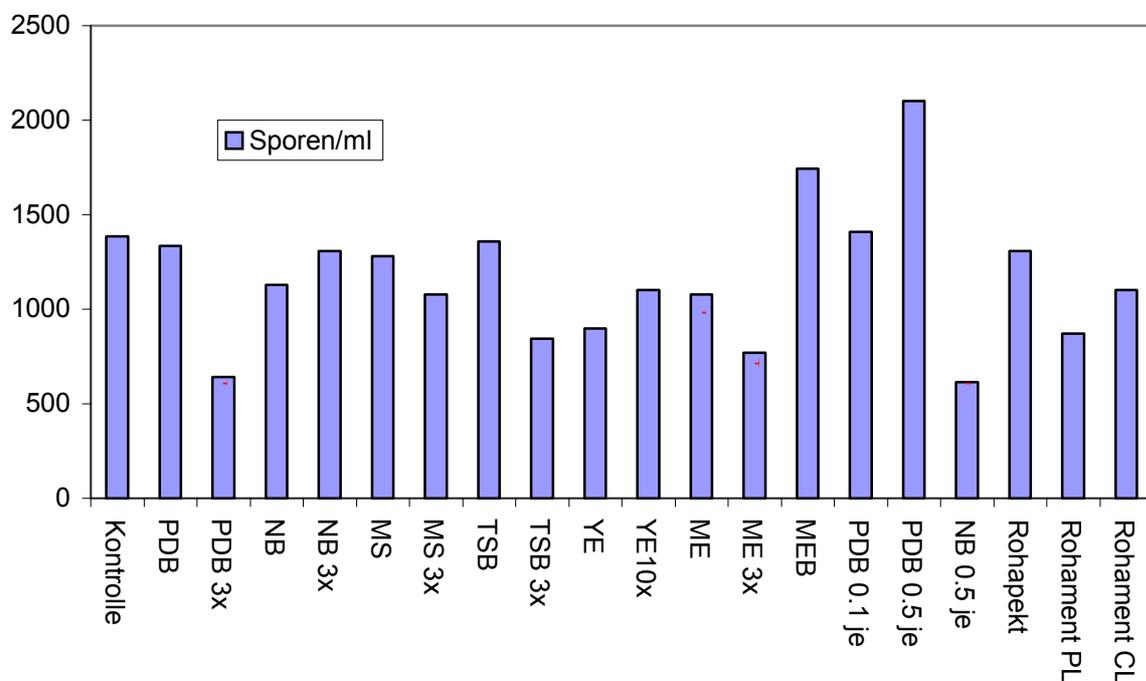


Abb. 6: Tastversuch 2002 Dossenheim. Ascosporenpotential (Sporen/ml) der behandelten Blattaliquote, bestimmt mit der Wasserbadmethode.

3.1.2 BLATTABBAUVERSUCHE DOSENHEIM/WEINSBERG 2002/2003

Die Wetterbedingungen im Versuchszeitraum waren im Vergleich zu anderen Jahren extrem niederschlagsarm und führten zu einer trockenen Konservierung der Blätter. Trotzdem waren hinsichtlich Blattzersetzung und insbesondere dem Ascosporenpotential deutliche Effekte zu verzeichnen, wobei eine Korrelation zwischen Zersetzungsgrad und vermindertem Ascosporenpotential die Ausnahme war. Der gravimetrische Verlust der Blätter war in Dossenheim bis Ende April nicht signifikant. Der optisch erkennbare Blattabbau war bereits ab Anfang März abgeschlossen, da an den späteren Termine keine weitere Zersetzung zu beobachten war. Regenwurmaktivität war in Weinsberg offenbar wegen der anhaltenden Trockenheit nicht festzustellen, und auch der Blattabbau setzte erst mit den feuchteren Bedingungen Ende April/Anfang Mai stärker ein. Zwischen den einzelnen Varianten konnten beim Gewichtsverlust im Vergleich zum Versuchsbeginn in Weinsberg keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Von 16 Medien (Dossenheim) bewirkten 15 eine signifikante und überwiegend deutliche Reduktion des Ascosporenpotentials. Ausnahme war das Kartoffeldextrose Medium, das im Tastversuch nur in der dreifachen Konzentration gewirkt hatte. Aufgrund der Trockenheit waren in Dossenheim deutliche Wirkungsgrade erst am letzten Probeentnahmetermine zu erkennen (vgl. Abb. 7). Der beste Wirkungsgrad wurde mit TRYPTIC SOY BROTH (TSB) erzielt, das eine Reduzierung des Ascosporenpotentials von 93 % in der Entwicklungsphase der höchsten Sporenproduktion bewirkte. Eine synergistische oder kompetitive Wirkung von Enzym-Medium-Kombinationen war nicht zu erkennen.

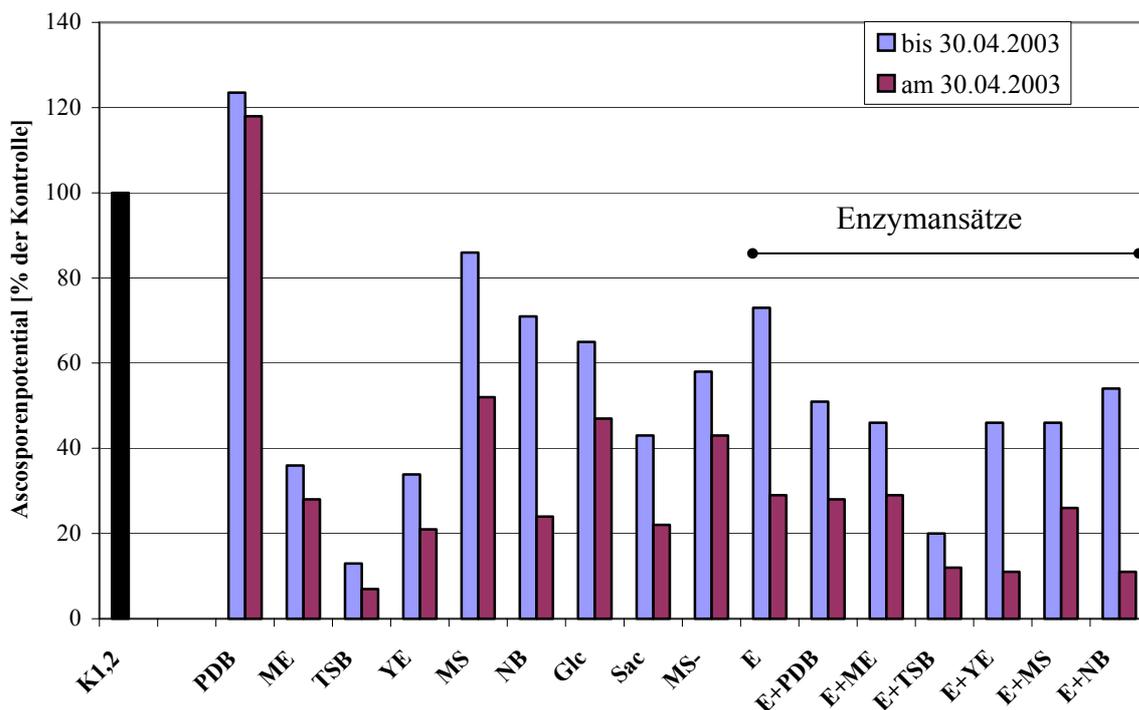


Abb. 7: Blattabbauversuch Dossenheim 2002/03. Ascosporenpotentiale (kumulativ) in Prozent der unbehandelten Kontrolle (schwarz). Blau: Addition aller Ergebnisse bis zum 30.4.03. Rot: Ergebnis am 30.4.03.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Dossenheimer Versuchsreihe konnten in Weinsberg die Reduktionen des Ascosporenpotentials bereits an den frühen Boniturterminen festgestellt werden. Von den hier eingesetzten Varianten zeigte Demeter Malzextrakt (**Abb. 8**), bei Versuchsende

einen Wirkungsgrad von 50 % und die Präparate HUMOFIX (Abb. 9). und BACTOFIL B (Abb. 10). jeweils Wirkungsgrade von ca. 80 % und waren damit von der Abflammvariante und dem konventionellen Präparat DIGESTER nicht zu unterscheiden (Abb. 11). In den folgenden Abbildungen ist die Entwicklung des Ascosporenpotentials am Standort Weinsberg dargestellt.

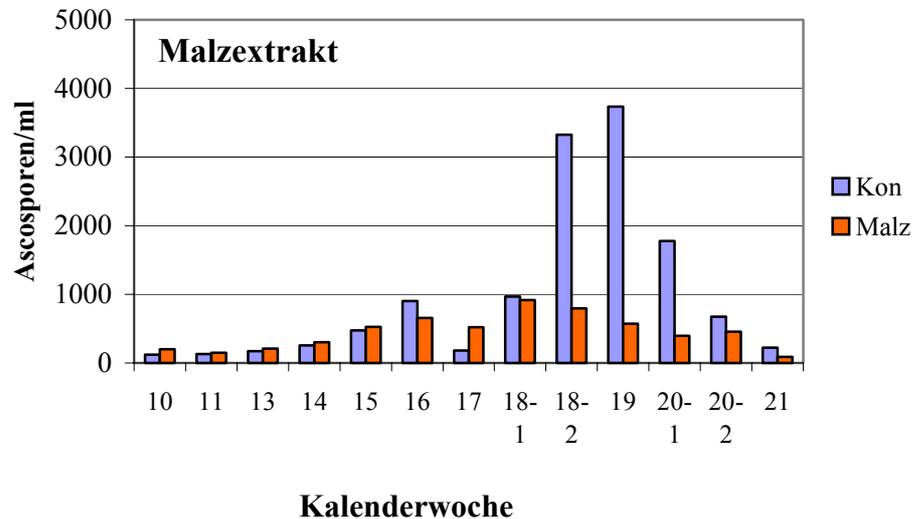


Abb. 8: Ascosporen/ml der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu Demeter Malzextrakt

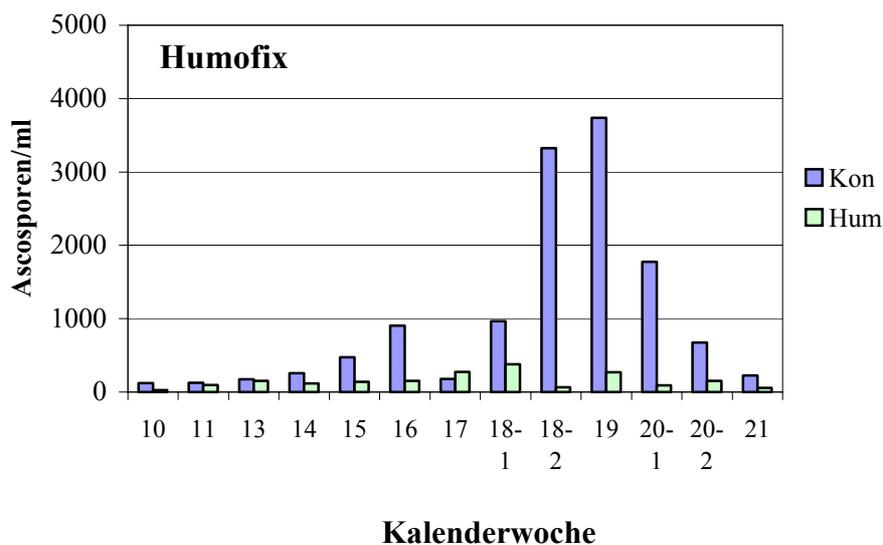


Abb. 9: Ascosporen/ml der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu HUMOFIX

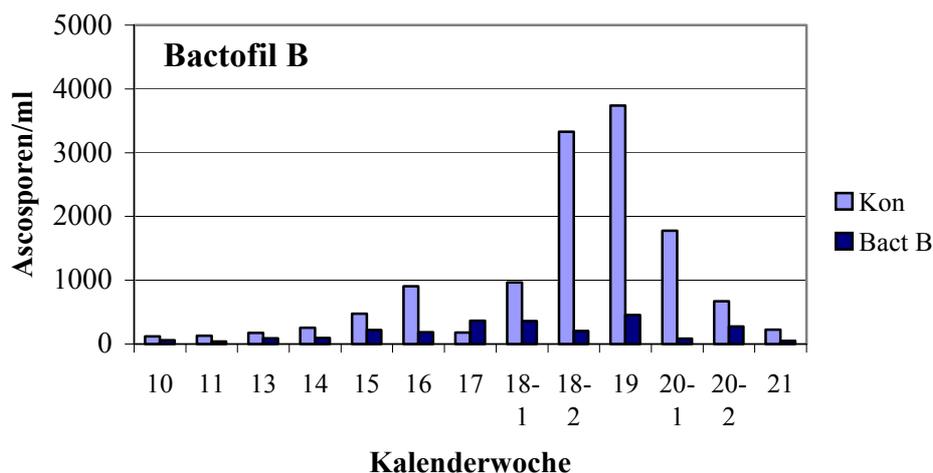


Abb. 10: Ascosporen/ml der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu BACTOFIL B

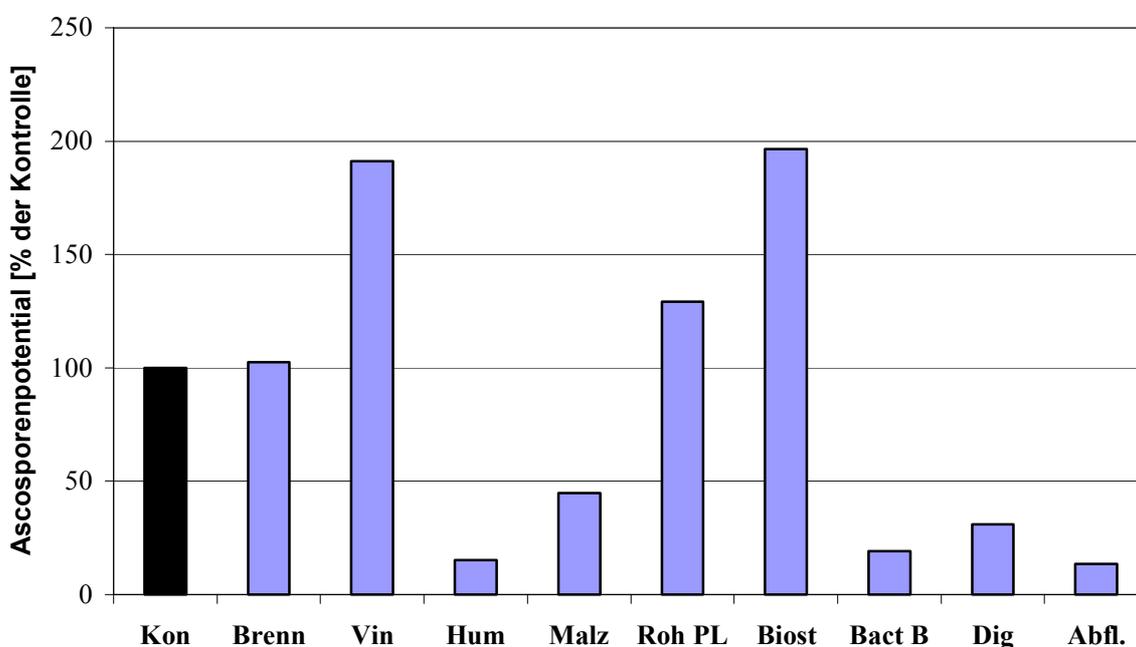


Abb. 11: Blattabbauversuch Weinsberg 2002/03. Ascosporenpotentiale (kumulativ) in Prozent der unbehandelten Kontrolle (schwarz). Addition aller wöchentlichen Ergebnisse bis zum 23.5.03.

Bei dem in Weinsberg im November 2003 angelegten Versuch zum Falllaub-Abbau wurde am 18. Dezember 2003 eine Bonitur zur Regenwurmaktivität durchgeführt. Als "gering" wurde die Aktivität eingestuft bei Kontrolle, Demeter Malzextrakt, Saccharose, BACTOFIL B (vgl. **Abb. 12**) und bei beiden 1/10-Konzentrationen von YE und Bohnenextrakt. Eine "mittlere" Aktivität wurde bei CONTANS, Bohnenextrakt, ROHAMENT PL, ROHAMENT PL + TSB, beiden Apfelsaft-Varianten und bei 1/10 BACTOFIL B beobachtet. "Hohe" Regenwurmaktivität wurde bei YE (vgl. **Abb. 13**), 1/10 TSB, TSB, 1/10 HUMOFIX, HUMOFIX Herbstbehandlungen und bei der Kombination Bohnenextrakt + Milchpulver festgestellt.



Abb. 12: Geringe Regenwurmaktivität bei BACTOFIL B im Dezember 2003



Abb. 13: Hohe Regenwurmaktivität bei YE (Yeast Extract) im Dezember 2003, typisch ist das nesterweise Zusammenziehen der Blätter

3.2 Hemmung der Sporenausschleuderung

Keinen Einfluss auf die Sporenausschleuderungen hatte der pH-Wert in einem Bereich von 5-10, die Anwesenheit von Salzen bis etwa 10 mM (Ammoniumsulfat, Magnesiumchlorid, Natriumtartrat, Kaliumphosphat, Natriumfluorid, Zinkchlorid) und Harnstoff. Mögliche Begleitstoffe und Formulierungsstoffe mit Detergenzwirkung wie Harnstoff, TRITON, SDS, EDTA und TWEEN zeigten keinerlei fördernde oder hemmende Wirkungen.

Phenolische Inhaltsstoffe aus Apfelblättern hemmten die Ascosporenausschleuderung nicht, Eichentannin hingegen wirkte ab einer Konzentration von 0,5 % hemmend. Wasserentziehende Substanzen wie Zucker und zuckerartige Stoffe (Glycerin, Sorbit, Mannit, Saccharose) zeigten eine deutliche Hemmung der Sporenausschleuderung bei 1 M. Die untere Wirkschwelle wurde bei einer Saccharosekonzentration von 0,15 M erreicht.

Ethanol als häufiger Bestandteil von Pflanzenextrakten wirkte erst ab 5 %. Blattextrakte aus überwinterten Apfelblättern wirkten auch bei den höchsten Konzentrationen nicht. Kupfersulfat wirkte ab 0,5 % hemmend auf die Sporenausschleuderung (**Tab. 5**). Die Kupfermittel CUPROZIN und FUNGURAN (je 0,1 %) wirkten nicht bzw. gering. Höhere Konzentrationen waren wegen der Trübung der Lösungen nicht prüfbar. Die Präparate BACTOFIL B, HUMOFIX und Demeter-Malzextrakt, die bei den Blattabbaubersuchen eine starke Reduktion des Ascosporenpotentials bewirkten, übten keine hemmende Wirkung auf den Ascosporenausstoß aus. Eine direkte Förderung der Sporenausschleuderung war geringfügig durch einen Extrakt aus *Saponaria officinalis* und durch *Rhamnus frangula* - Rindenextrakt zu erzielen, während eine schwache Hemmung durch Zitrusextrakt vorlag.

Tab. 5: Wirkung von Pflanzenextrakten und Pflanzenstärkungsmitteln auf die Ascosporenausschleuderung von *V. inaequalis*

Pflanzenextrakt bzw. Präparat	Konzentrationen des Extraktes in %	Wirkung auf die Ascosporenausschleuderung
<i>Juglans regia</i> (grüne Schalen)	2 / 4 / 6	Kein Unterschied zur Kontrolle
<i>Primula veris</i> (Wurzel) (wässrig)	2 / 4 / 6	Bei 6 % leichte Förderung
<i>Primula veris</i> (Wurzel) (ethan.)	2 / 4 / 6	Bei 6 % leichte Hemmung
<i>Quillaja saponaria</i> (Rinde)	0,5 / 0,75 / 1,0	Kein Unterschied zur Kontrolle
<i>Rhamnus frangula</i> (Rinde)	2 / 4 / 6	Leichte Förderung
<i>Saponaria officinalis</i>	0,5 / 0,75 / 1,0	Leichte Förderung
AGROMIL (Zitrusextrakt)	0,5 / 0,75 / 1,0	Leichte Hemmung
BACTOFIL B	1 / 2 / 3	Kein Unterschied zur Kontrolle
Demeter Malzextrakt	1,5 / 3 / 4,5	Kein Unterschied zur Kontrolle
DIGESTER NZD	0,2 / 0,4 / 0,6	Kein Unterschied zur Kontrolle
HUMOFIX	0,005 / 0,01 / 0,02	Kein Unterschied zur Kontrolle
Kupfersulfat (Positivkontrolle)	1 / 2 / 4	Deutliche Hemmung bei 2 und 4 %

3.3 Versuche zu Pflanzenextrakten

3.3.1 KONIDIENKEIMTESTS

Insgesamt lassen sich die Ergebnisse aus den Konidienkeimtests in 3 Gruppen entsprechend ihrer Wirksamkeit einteilen:

- Wirkungsgrad immer < 85 % (→ ohne oder geringe Wirkung) (**Tab. 6**)
- Wirkungsgrad meist zwischen 85 und 100 % (**Tab. 7**)
- Wirkungsgrad immer um 100 % (**Tab. 8**)

Die Kupfervarianten (Kupfersulfat, -oxychlorid und -hydroxid) zeigten immer einen Wirkungsgrad (WG) > 88 %, im Mittel von 6 Versuchen waren es 97 %. Die Aufwandmenge bezog sich immer auf g Reinkupfer/ha und lag zwischen 250 und 750 g/ha.

Ethanol (99 %) in 2 – 6 %iger Konzentration führte zu Wirkungsgraden zwischen - 49 und 40 %, der Mittelwert lag bei 10 %, der WG für den Formulierungshilfsstoff GREEMAX (0,01 %) betrug – 21 %, d. h. dieser Zusatzstoff zeigte selbst keine keimhemmenden Wirkung auf Schorfkonidien.

Tab. 6: Prüfung von Pflanzenextrakten auf die keimhemmende Wirkung von Schorfkonidien: Wirkungsgrade (ABBOTT) < 85 %

Botanischer Name, Extraktionsart / Pflanzenstärkungsmittel	Deutscher Name	Verwend. Pfl.teile	WG	N Testreihen*	n**
<i>Aesculus hippocastanum</i> ethan. + wässr. 2 - 6 %	Roskastanie	Samen	- 55 bis 45 %	2	6
<i>Agropyron repens</i> ethan. 2 - 6 %	Quecke	Rhizome	17 bis 24 %	1	3
<i>Arctium lappa</i> ethan. + wässrig 2 - 6 %	Klette	Wurzel	6 bis 39 %	3	8
<i>Betula pendula</i> ethan. 2 - 6 %	Birke	Blätter	7 bis 22 %	1	3
<i>Borago officinalis</i> ethan. 2 - 6 %	Boretsch	Kraut	46 bis 55 %	1	2
<i>Calendula officinalis</i> ethan. + wässr. 2 - 6 %	Ringelblume	Blüten	- 61 bis 38 %	3	9
<i>Corylus avellana</i> ethan. 2 - 6 %	Haselnuß	Blätter	7 bis 26 %	1	3
<i>Juglans regia</i> 10-20g 2 - 6 % ethan.	Walnuß	Blätter / Blattstiele	- 7 bis 20 %	1	9
<i>Juglans regia</i> 10g 2 - 6 % ethan.	Walnuß	Fruchtschalen	20 bis 59 %	1	3
<i>Papaver rhoeas</i> wässr. + ethan. 2 - 6 %	Klatschmohn	Blütenblätter	-71 bis 64 %	3	9
<i>Plantago lanceolata</i> ethan. 2 - 6 %	Spitzwegerich	Blätter	2 bis 45 %	1	3
<i>Polypodium vulgare</i> ethan. 2 - 6 %	Engelsüß	Rhizome	-9 bis 54 %	1	3
<i>Poncirus trifoliata</i> ethan. 2 - 6 %	Bitterorange	Früchte	4 bis 23 %	1	3
<i>Sanicula europaea</i> ethan. 2 - 6 %	Sanikelkraut	Kraut	- 43 bis 56 %	3	9
<i>Tabebuia avellanedae</i> wässr. (2 Rezepte) 2- 6 %	Lapachobaum	Rinde	- 53 bis - 17 %	1	6
<i>Verbascum densiflorum</i> ethan. + wässr. 2 - 6 %	Königskerze	Blüten	- 68 bis 56 %	3	9
<i>Taxus baccata</i> 10g 4 - 6 % ethan	Eibe	Arillus	- 1 %	1	2
<i>Veronica officinalis</i> wässr. 2 - 6 %	Ehrenpreis	Kraut	-28 bis 28 %	3	6
<i>Veronica officinalis</i> ethan. 2 - 6%	Ehrenpreis	Kraut	51 bis 83 %	1	3
BIOSTIMULATOR (0,5-1 %)	-	-	-10 bis 0 %	1	2
FU 08 (Versuchspräparat Fa. TRIFOLIO) 0,25 - 1 % (Gew.)	-	-	5 bis 20 %	1	3
HUMOFIX 0,01 bis 0,04 %	-	-	-43 bis - 26 %	1	3

* N Testreihen: Anzahl Konidienkeimtests (Prüfung verschiedener Extrakte und Präparate)

** n: Zahl der Konzentrationen eines Extrakts (mit Wiederholungen), die in mehreren Konidienkeimtests geprüft wurden.

Tab. 7: Prüfung von Pflanzenextrakten auf die keimhemmende Wirkung von Schorfkonidien: Produkte mit Wirkungsgraden (ABBOTT) meist zwischen 85 – 100 %

Botanischer Name, Extraktionsart / Pflanzenstärkungsmittel, Konzentration	Deutscher Name	Verwendete Pflanzenteile	WG	N Testreihen*	n**
<i>Rhamnus frangula</i> ethan. 2 - 6 %	Faulbaum	Rinde	2 bis 100 %	4	10
<i>Inula viscosa</i> . Aceton 0,4 %, ethan. 2 - 6 %	Inula	Blätter	88 bis 100 %	2	8
<i>Primula veris</i> wässr. 2 - 6 %	Schlüsselblume	Wurzeln	- 43 bis 100 %	4	17
<i>Primula veris</i> ethan. 2 - 6 %	Schlüsselblume	Wurzeln	18 bis 100 %	4	31
Saponin aus <i>Quillaja saponaria</i> wässr. 0,5 - 2 %	Seifenrindenbaum		68 bis 99 %	4	10
<i>Saponaria officinalis</i> ethan. 2 - 6 %	Seifenkraut	Wurzel	22 bis 100 %	2	6
LEBERMOOSER 0,5 - 2 %			22 bis 100 %	2	6

* N Testreihen: Anzahl Konidienkeimtests (Prüfung verschiedener Extrakte und Präparate)

** n: Zahl der Konzentrationen eines Extrakts (mit Wiederholungen), die in mehreren Konidienkeimtests geprüft wurden.

Tab. 8: Prüfung von Pflanzenextrakten auf die keimhemmende Wirkung von Schorfkonidien: Produkte mit 100 % Wirkungsgrad (ABBOTT)

Präparat, Konzentration	WG	N Testreihen*	n**
AGROMIL (pulverförm. Zitrusextrakt) 0,25 % - 0,5 Gew. % (einmal formuliert mit GREEMAX 0,01 %)	100 %	3	9
BIOPLUS 0,4 - 1,2 % (entspricht 0,64 - 1,92 Gew.%)	100 %	2	4
SALVIATHYMOL 0,2 - 1,2 %	100 %	2	6

* N Testreihen: Anzahl Konidienkeimtests (Prüfung verschiedener Extrakte und Präparate)

** n: Zahl der Konzentrationen eines Extrakts (mit Wiederholungen), die in mehreren Konidienkeimtests geprüft wurden.

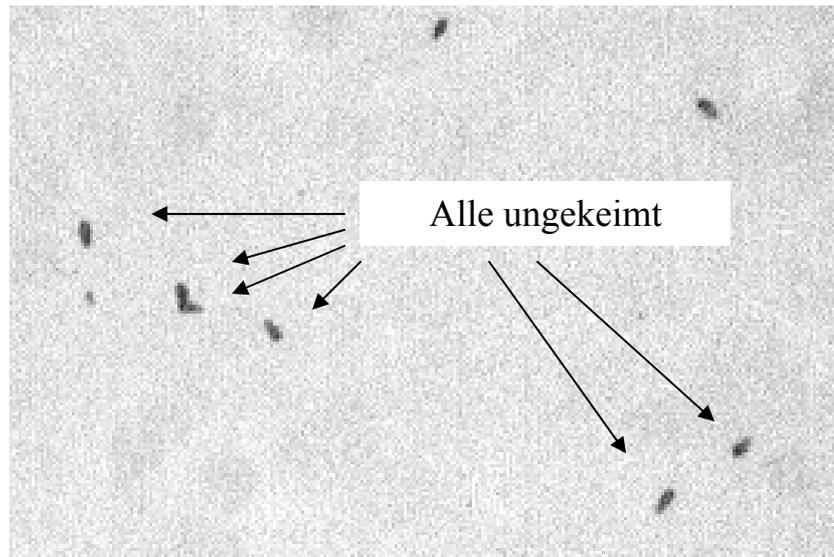


Abb. 14: 100 % Keimhemmende Wirkung von SALVIATHYMOL 0,6 % auf die Konidien von *V. inaequalis*

Extrakte und Produkte, die bei mehreren Labortests eine sehr gute Hemmung der Konidienkeimung zeigten, wie etwa das pharmazeutische Produkt SALVIATHYMOL (**Abb. 14**), wurden in der nächsten Teststufe auf den sehr schorfempfindlichen Sämlingen von 'Golden Delicious' im Gewächshaus geprüft. Dies gilt für alle Extrakte und Präparate aus den **Tab. 7** und **8**.

Da sich in verschiedenen Labor- und Gewächshautests Extrakte aus saponinhaltigen Pflanzen als aussichtsreich erwiesen hatten, wurde am Beispiel der einheimischen Primelwurzel (Schlüsselblume, *Primula veris*) genauer untersucht, wie sich das Extraktionsverfahren und die Konzentrationen optimieren lassen (siehe dazu 3.3.2.6).

3.3.2 SCHORFBEKÄMPFUNG MIT PFLANZENEXTRAKTEN IM GEWÄCHSHAUS/(HALB-) FREILAND

3.3.2.1 Wirkung von bereits im Weinbau getesteten Pflanzenextrakten

In Vorversuchen im Gewächshaus wurden im Mai/Juni 2002 Extrakte aus Arzneipflanzen getestet, die bereits in Blattscheibentests bei *Peronospora* an Reben gute Wirkungen gezeigt hatten. Neben der unbehandelten Kontrolle (Kon) und der vorbeugenden Kupfer-Behandlung (Cu) wurden Extrakte aus der Rinde von *Rhamnus frangula* (Faulbaum, Faulb), Blüten von *Sambucus nigra* (Holunder, Hol), *Rheum officinale* (Medizinalrhabarber, Rhab), *Polypodium vulgare* (Engelsüß, Eng) und *Saponaria officinalis* (Seifenkraut, Seif) eingesetzt.

Abb. 15 zeigt den gemittelten Blattschorfwert bei vorbeugender Behandlung. Insbesondere beim Medizinalrhabarber waren sehr viele Blätter flächendeckend mit Schorf befallen, noch stärker als in der Kontrolle. Dagegen hatten die Varianten Faulbaumrinde und Seifenkraut vergleichsweise mehr Blätter, die nur schwach befallen waren. Daraus ergaben sich große Unterschiede bei der Konidienproduktion (**Tab. 9**).

Note 0-4

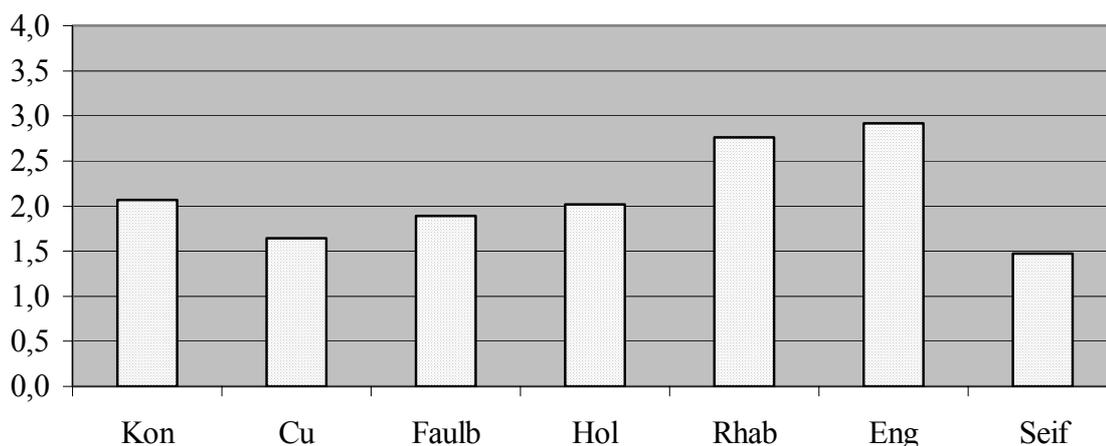


Abb. 15: Einfluss einer vorbeugenden Behandlung mit Pflanzenextrakten auf den Blattbefall mit *V. inaequalis* (Gewächshausversuch Mai/Juni 2002)

Tab. 9: Wirkung verschiedener Pflanzenextrakte auf den Blattschorfbefall und die Konidienproduktion von *V. inaequalis* (Gewächshausversuch Mai/Juni 2002)

Extrakt / Präparat	Konzentration	Blattschorf ⁽¹⁾	Konidien/ml
Kontrolle		2,07	204.800
Kupfer 500 g Cu/ha (Oxychlorid)	1,1 %	1,64	185.762
Faulbaumrinde (wässrig)	5 %	1,89	88.458
Holunderblüten (Tee)	5 %	2,02	408.037
Medizinalrhabarberwurzel (wässrig)	5 %	2,76	784.037
Engelsüßrhizome (wässrig)	5 %	2,92	425.704
Seifenkrautwurzel (wässrig)	5 %	1,47	115.380

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4

Eine hohe Konidienproduktion war bei Medizinalrhabarber (*Rheum officinale*), Holunderblüten (*Sambucus nigra*) und Engelsüß (*Polypodium vulgare*) zu beobachten, die niedrigsten Konidienmengen konnten bei Faulbaumrinde (*Rhamnus frangula*) und Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) gefunden werden. Gerade bei den Pflanzenextrakten ist es unter Umständen ein enger Konzentrationsbereich, in dem eine gute Wirkung erzielt werden kann, eine höhere Konzentration führt nicht zwangsläufig zu besserer Wirkung, wie in begleitenden Versuchen zu den Extrakten aus Engelsüß festgestellt wurde.

Positive Ergebnisse mit einem Extrakt aus *Inula viscosa* gegen Peronospora an Weinreben führten dazu Extrakte aus dieser Pflanzenart selbst herzustellen und auch im vorliegenden Projekt auf die Wirksamkeit gegenüber *V. inaequalis* zu testen. Als Vergleich dazu dienten in diesem Versuch verschiedene Konzentrationen saponinhaltiger Pflanzenextrakte. Die Ergebnisse der Ausschüttelung der Konidien sind in **Abb. 16** zusammengefasst.

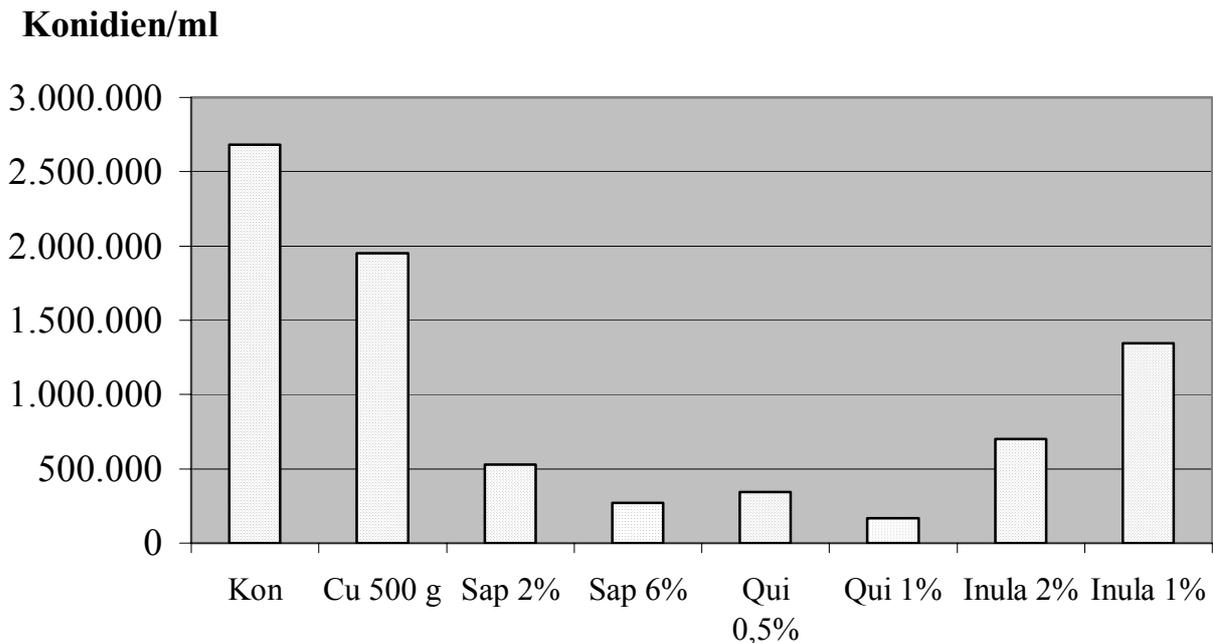


Abb. 16: Reduktion der Konidienproduktion von *V. inaequalis* nach vorbeugender Behandlung mit verschiedenen saponinhaltigen Pflanzenextrakten (Sap = Seifenkraut, Qui = *Quillaja*-Rinde) (Gewächshausversuch Juli/August 2002)

Die Ausprägung der Blattschorfsymptome in diesem Versuch waren sehr stark und spiegelte sich in sehr hohen Konidienmengen wider. Bei allen saponinhaltigen Extrakten zeigten sich gute Effekte, allerdings veränderte sich die Tropfengestalt der aufgespritzten Konidien suspension bei der künstlichen Infektion der Sämlinge, so dass die Tropfen eher breitflächig verliefen, während in der Kontrolle dicke Tropfen auf den Blättern stehen blieben. Die Ergebnisse der saponinhaltigen Extrakte können so erklärt werden, dass einerseits der Schorfpilz bei der Infektion rein physikalisch ungünstigere Bedingungen hatte, andererseits vermutlich aber auch die Konidienkeimung direkt gehemmt wurde, wie dies in den Konidienkeimtests aufgezeigt werden konnte. Der selbst hergestellte Extrakt aus *Inula viscosa* führte zu einer deutlichen, nicht aber zu einer vollständigen Reduktion des Schorfbefalls.

Mehrere Versuche wurden auch zu Kombinationen von saponinhaltigen Extrakten mit verschiedenen Netzmitteln durchgeführt, um die Verteilung und Haftung der Extrakte auf den Blättern zu verbessern. Tendenziell verstärkte der Zusatz des kiefernölhaltigen Präparates NUFILM den Schorfbefall noch im Vergleich zum Zusatz des konventionellen Standardpräparates ADHÄSIT.

3.3.2.2 Kombination von *Quillaja*-Saponin mit Netzschwefel

Im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion, nach der zukünftigen Verfügbarkeit von Schwefelpräparaten zur Schorfbekämpfung, stellt sich die Frage, ob durch die Kombination sehr wirksamer Pflanzenextrakte mit Netzschwefel die Wirkung der Pflanzenextrakte noch verbessert werden kann und so gleichzeitig eine Reduzierung der Netzschwefelaufwandmenge erreicht werden könnte.

Im August 2002 wurden unter Gewächshausbedingungen mit Kombinationen von saponinhaltigen Extrakten (*Quillaja*-Saponin, 0,5 und 0,75 %) und Netzschwefel (0,4 und 0,6 %) ein erster Versuch durchgeführt (Tab. 10).

Tab. 10: Verbesserung der Wirkung von *Quillaja*-Saponin zur Bekämpfung von *V. inaequalis* durch Zugabe von Netzschwefel (Gewächshausversuch August 2002)

Variante	Konidien/ml	Wirkungsgrad ⁽¹⁾	Blattschorf ⁽²⁾
Kontrolle	318.257		1,51
FUNGURAN 0,088 % (400 g Cu/ha)	202.155	36,5	1,46
FUNGURAN 0,333% (750 g Cu/ha)	237.491	25,4	1,73
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,5 %	79.901	74,9	0,73
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,75 %	62.978	80,2	0,68
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,5 % + 0,4 % NS ⁽³⁾	2.404	99,2	0,06
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,5 % + 0,6 % NS	12.451	96,1	0,18
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,75 % + 0,4 % NS	481	99,8	0,08
<i>Quillaja</i> -Saponin 0,75 % + 0,6 % NS	1.298	99,6	0,12

⁽¹⁾ WG in % nach Abbott bezogen auf die Konidienmenge/ml, ⁽²⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽³⁾ Netzschwefel

Die Konzentrationen beim Netzschwefel wurden so gewählt, dass sie bei einer Wasseraufwandmenge von 500 l/ha einer Mittelmenge von 2 bzw. 3 kg Netzschwefel je ha entsprechen. Alle Kombinationen mit Netzschwefel führten zu einer Wirkungssteigerung bei *Quillaja*-Saponin. Auffallend ist in diesem Versuch der schlechte Wirkungsgrad für die beiden Kupfervarianten. Aus der Höhe der Konidienproduktion in der Kontrolle konnte gefolgert werden, dass die Infektionsbedingungen für den Schorfpilz sehr günstig waren. Unter diesen Bedingungen wirkten die gewählten Kupferkonzentrationen nicht so gut, wie es unter den Freilandbedingungen mit einem geringeren Befallsdruck üblicherweise der Fall ist. Vielversprechend ist jedoch die deutliche fungizide Wirkung von *Quillaja*-Saponin mit einem Wirkungsgrad von 75 – 80 %. Eine weitere aussichtsreiche Verbesserung ergab sich beim *Quillaja*-Saponin durch den Zusatz von Netzschwefel.

In den letzten beiden Gewächshausversuchen des Jahres 2002 wurden verschiedene bereits bei der BBA angemeldete Pflanzenstärkungsmittel geprüft. CHITOPANT (CHIT), ELOT-VIS (ELV) und SILIOPANT (SilP) wurden mit drei Kupferverbindungen (Cu Ox = Oxychlorid, Cu Oh = Hydroxid, Okt = Oktanat) und Kombinationen aus *Quillaja*-Saponin (Q) und Netzschwefel (entsprechend 1 kg oder 2 kg pro ha) verglichen. Die Boniturwerte für den Blattschorf sind in Abb. 17 dargestellt.

Bei ELOT-VIS, CHITOPANT, FZB 24, COMCAT und zwei Präparaten auf der Basis von Hefe bzw. *Trichoderma* konnte keine Wirkung gegen Schorf festgestellt werden, teilweise wurden sogar deutlich mehr Konidien im Vergleich zur Kontrolle produziert. Lediglich bei CHITOPANT, das resistenzinduzierend wirken soll, ergab sich eine leichte Reduktion um 50 %. Möglicherweise hätte der Abstand zwischen Behandlung und Infektion noch erhöht werden müssen, um der Pflanze genug Zeit zur Aktivierung der Abwehrkräfte zu geben.

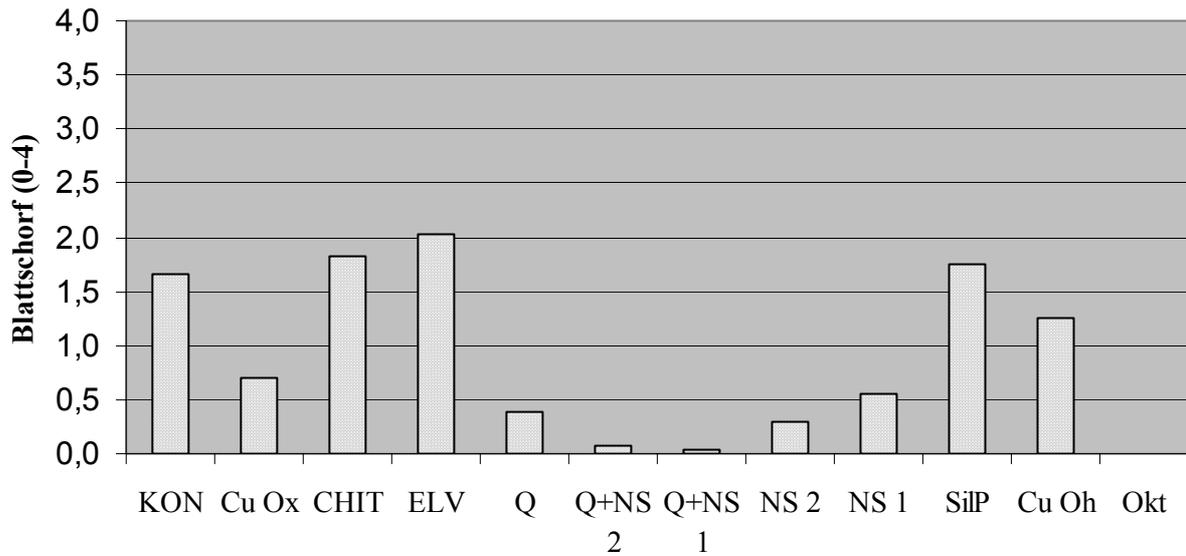


Abb. 17: Einfluss vorbeugender Behandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln und Pflanzenextrakten sowie verschiedenen Kupferpräparaten auf den Blattbefall mit *V. inaequalis* (Gewächshausversuch Dezember 2002)

Die angemeldeten Pflanzenstärkungsmittel CHITOPANT, SILIOPANT und ELOT-VIS erwiesen sich zur direkten Schorfbekämpfung als ungeeignet. Durch die Mischung von *Quillaja*-Saponin mit Netzschwefel konnten erneut gute Ergebnisse erreicht werden, wobei jedoch weitere Teilaspekte vor einer Anwendung im Freiland abgeklärt werden mussten. Beispielsweise war unklar, ob es sich um einen physikalischen Effekt (Veränderung der Tropfenform der Inokulationslösung) oder um eine Hemmung der Konidienkeimung handelte - Ergebnisse aus den Konidienkeimtests legten diesen Schluss nahe, oder ob ein Kombinationseffekt von beidem vorlag. Zu diesem Zeitpunkt waren keine Aussagen zur Regenstabilität der Kombination aus *Quillaja*-Saponin und Netzschwefel möglich.

Deswegen sollte im zweiten Teil der Projektlaufzeit die Kombination von Netzschwefel mit den besten Extrakten nochmals geprüft werden. Dazu wurde im Mai 2003 mit Sämlingen von 'Golden Delicious' ein Versuch angelegt, bei dem Netzschwefel mit reduzierter Aufwandmenge (2 kg/ha) jeweils kombiniert wurde mit *Quillaja*-Saponin, AGROMIL-Pulver und GREEMAX. Verglichen werden sollten die Ergebnisse mit den Resultaten für die Zusätze allein. Als Standard dienten FUNGURAN (500 g/ha Reinkupfer) und CUEVA (Kupferoktanat mit 180g/ha Reinkupfer).

Nach Behandlung und Antrocknen des Spritzbelags wurden die Pflanzen im Freiland randomisiert um die Falllaubdepots des Abbaubehversuchs in Weinsberg verteilt, als Witterungsbedingungen vorhergesagt wurden, die zusammen mit dem vorhandenen Ascosporenpotential für eine natürliche Infektion ausreichen sollten. Leider konnte die nötige Blattnassdauer nicht erreicht werden, so dass nach Ablauf der Inkubationszeit selbst in der Kontrolle keine Blattschorfsymptome beobachtet werden konnten. Dieser Versuchsfrage sollte in Zukunft Beachtung geschenkt werden.

3.3.2.3 Pflanzenextrakte und Formulierungszusatz im Freilandversuch 2002

Im Frühjahr 2002 wurde in Erwartung der Genehmigung des Forschungsprojektes ein Freilandversuch in einem ökologisch bewirtschafteten 'Jonagold'-Quartier der LVWO Weinsberg mit einem alkoholischen Extrakt aus Seifenkraut (Seif), einem als Pflanzenstärkungsmittel angemeldeten Moosextrakt (LEBERMOOSER) und einer ökologischen Standardspritzfolge mit und ohne Zusatz des Netzmittels PROFITAL fl. (St. ohne PROFITAL fl. bzw. St. mit PROFITAL fl.) durchgeführt. In der Standardspritzfolge wurde ab Beginn der unterschiedlichen Varianten (Vollblüte) vorbeugend 3 kg/ha Netzschwefel und zusätzlich gezielt 11 bis 15 l/ha Schwefelkalk während der Infektionen eingesetzt.

Die Schorfseason 2002 war durch extreme Niederschläge und Blattnässeperioden mit bis zu 91 Stunden Dauer gekennzeichnet, so dass in der Kontrolle kurz nach der Blüte 70 % der Blätter wegen massivem Schorfbefalls abgeworfen wurden.

Die Moosextraktvariante unterschied sich nicht von der Kontrolle. Beim Seifenkraut-Extrakt konnte beim Merkmal Konidienproduktion/ml eine mittlere Wirkung festgestellt werden. Der Spritzbelag war bei beiden Extraktvarianten vermutlich nicht ausreichend niederschlagsfest und war bereits vor dem Ende der einzelnen Infektionsperioden abgewaschen.

Durch den Zusatz des Netzmittels PROFITAL fl. konnte bei der Standardspritzfolge keine Verbesserung in der Schorfbekämpfung erreicht werden. Aufgrund des starken Schorfbefalls in den beiden Extrakt-Varianten und in der Kontrolle wurde der Versuch Mitte Mai nach einer Bonitur des Blattschorfs an den Langtrieben abgebrochen. Die Ergebnisse der Blattschorfbonitur (Bonitur des Befallsstärke von 0 bis 3 je Blatt) sind in **Abb. 18** dargestellt.

In der Kontrolle und bei beiden Extraktvarianten waren knapp 70 % der Blätter sehr stark befallen. In der Moosextraktvariante war die Konidienproduktion im Vergleich zur Kontrolle um 12 % erhöht, beim Seifenkrautextrakt war die Konidienproduktion um 27 % geringer, bei beiden Standardspritzfolgen um 76 % geringer.

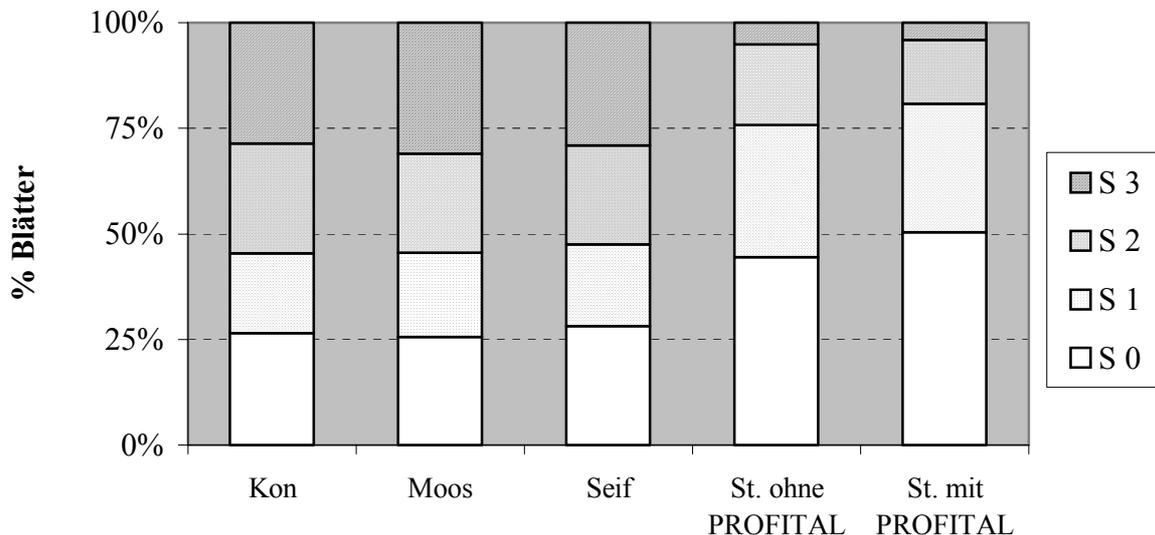


Abb. 18: Ergebnisse der Blattschorfbonitur im Freilandversuch an 'Jonagold' Mai 2002, % der Blätter ohne Schorf (S 0), schwachem Befall (S 1), mittlerem Befall (S 2) und starkem Befall (S3)

3.3.2.4 Optimierung von Extrakten aus *Polypodium vulgare* und *Saponaria officinalis*

Bei Engelsüß (*Polypodium vulgare*) wurden ethanolische Extrakte (Konzentrationen 2,5 und 3,0 %) und Tee (2 %, 3 % und 4 %), und beim Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) zwei Konzentrationen von ethanolischen Extrakten (2,5 % und 3,0 %) verglichen. Bei einzelnen Wiederholungen der Seifenkrautextrakt-Varianten wurde beobachtet, dass die Schorfsymptome sehr schwach ausgeprägt waren, als ob die Pflanzen eine starke Abwehrreaktion gegen den Pilz in Gang gesetzt hätten, aber der Befall nicht vollständig verhindert werden konnte. Eine Reduktion in der Konidienproduktion um 71 % wurde mit einem 3 % igen ethanolische Extrakt aus Seifenkraut erreicht. Beim Engelsüß-Tee förderte die 3% ige Konzentration den Schorfbefall im Vergleich zur Kontrolle stark, während die 2 % ige und die 4 % ige Konzentration unter dem Befallsniveau der Kontrolle lagen. Aufgrund dieser Schwankungen sollte dieser Pflanzenextrakt nicht mehr weiter verfolgt werden. Speziell bei den ethanolischen Extrakten ergab sich trotz des Zusatzes von VITANAL SAUER das Problem mangelnder Blatthftung, so dass bei längeren Niederschlagsperioden damit gerechnet werden muss, dass der Belag sehr schnell abgewaschen wird.

3.3.2.5 Wirkungsoptimierung von AGROMIL (Zitrusextrakt)

Zur Optimierung der Wirksamkeit aussichtsreicher Extrakte oder Präparate wurden zahlreiche Versuche angelegt, um Fragen der Regen- und UV-Stabilität der Spritzbeläge zu untersuchen. Als wirksames Pflanzenextrakt wurde AGROMIL-Pulver auf Zitrusextraktbasis ausgewählt, das in den Konidienkeimtests und in einem Gewächshausversuch deutliche Wirkung gegen Schorf zeigte. Dies konnte aus Ergebnissen einer Diplomarbeit an der FH Osnabrück gefolgert werden konnte, die während des Forschungsprojektes im Herbst 2002 in Weinsberg betreut wurde (Rudolph, 2003).

3.3.2.5.1 Prüfung der Regenbeständigkeit

Die gute Wirksamkeit von AGROMIL unter Laborbedingungen (Tests zur Konidienkeimhemmung in Cellstar TC-Platten) konnte in diesem Versuch in vivo reproduziert werden. Im Vergleich zu den vorangegangenen Versuchen wurde beim *Quillaja*-Saponin die Konzentration auf 1,0 % erhöht.

Tab. 11: Regenstabilität des Spritzbelags von AGROMIL-Pulver im Vergleich zu Standard (Cu), Kontrolle und *Quillaja*-Saponin bei Infektion mit *V. inaequalis*, Oktober 2002

Regenmenge	Schorfbefall Blätter ⁽¹⁾			Konidienmenge/ml ⁽²⁾		
	0 mm	5 mm	15 mm	0 mm	5 mm	15 mm
Unbehandelte Kontrolle	1,94	2,24	2,28	752.000	1.262.000	1.449.000
FUNGURAN (750 g Cu/ha)	0,95	1,84	2,09	224.000	985.000	854.000
AGROMIL (0,25 %)	0,55	1,73	2,13	100.000	688.000	892.000
<i>Quillaja</i> -Saponin (1,0 %)	0,13	1,33	1,9	5.961	325 949	545 651

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ Konidien je ml; Mittelwert aus 3 Wdh. a 10 Pflanzen

Wurde nicht berechnet (**Tab. 11**), reduzierte sich sowohl der Befallswert der Blattschorfbonitur als auch die Zahl der gebildeten Konidien um etwa die Hälfte gegenüber dem Standard Kupfer. Bei der künstlichen Beregnung näherten sich diese Werte bei steigenden Niederschlagsmengen an, was als Hinweis auf die mangelnde Regenstabilität gewertet wurde. Der Schorfbefall in der Variante *Quillaja*-Saponin ohne Beregnung war deutlich niedriger als in der Kontrolle. Mit steigender Beregnungsmenge stieg auch hier der Befall an und die Konidienproduktion erhöhte sich drastisch (um den Faktor 100). Im Vergleich zu den anderen Varianten war die Konidienmenge pro ml dennoch am niedrigsten, die Ursache dafür war möglicherweise der etwas spätere Beginn der künstlichen Beregnung.

3.3.2.5.2 Kombination mit Netz- und Haftmitteln

Im nächsten Arbeitsschritt sollte am Beispiel von AGROMIL-Pulver in Mischung mit drei für den Ökologischen Anbau voraussichtlich einsetzbaren Formulierungshilfen (PROFITAL fl., GREEMAX und BIOPLUSS) untersucht werden, ob dadurch die Wirksamkeit gesteigert werden kann. In diesem Gewächshausversuch diente als Vergleich das im konventionellen Anbau zulässige ADHÄSIT.

Die künstliche Inokulation erfolgte am 3. April 2003 mit 19.000 Ascosporen/ml. Da die in diesem Versuch verwendeten Sämlinge sehr groß waren, konnten sie nach der Inokulation nicht „eingetütet“ werden, sondern wurden unter Sprühnebel gestellt. Als sich zeigte, dass diese Methode nicht für eine Infektion ausgereicht hatte, wurde der Versuch am 30. April wiederholt. Diesmal sollte das natürliche Ascosporenpotential der Blattdepots aus dem Abbauversuch in Weinsberg genutzt werden, da für den folgenden Tag längere Regenabschnitte vorhergesagt worden waren. Jedoch erwies sich die Wetterprognose als falsch, so dass die nötige Blattnassdauer für eine natürliche Infektion nicht ganz erreicht wurde. Nach Ablauf der Inkubationszeit konnten selbst in der Kontrolle keine Blattschorfsymptome ausgewertet werden.

Tab. 12: Wirksamkeit des Zitrusextrakt AGROMIL in Kombination mit verschiedenen Formulierungshilfen auf die Entwicklung von *V. inaequalis* an 'Golden Delicious' Apfelsämlingen unter Halbfreilandbedingungen, Juli 2003

Präparat / Aufwandmenge	Blattschorf		Konidien/ ml	WG Konidien ⁽²⁾
	Befall ⁽¹⁾	WG ⁽²⁾		
Kontrolle	1,78		784.584	
FUNGURAN (400 g Cu/ha)	0,32	82	3.365	99,6
AGROMIL-PULVER (0,25 %)	0,51	71,3	15.960	98,0
AGROMIL + ADHÄSIT (0,25 % + 0,01 %)	1	43,8	68.210	91,3
AGROMIL + PROFITAL FL. (0,25 % + 0,01 %)	0,74	58,4	93.602	88,1
AGROMIL + GREEMAX (0,25 % + 0,01 %)	0,5	71,9	26.067	96,7
AGROMIL + BIOPLUSS (0,25 % + 0,8 %)	0,24	86,5	4.279	99,5

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ WG nach Abbott

Erst bei der dritten Wiederholung Anfang Juli 2003 konnten für die ausgewählten Varianten unter natürlichen Infektionsbedingungen eindeutige Ergebnisse erzielt werden. (Tab. 12). Sämlinge wurden vorbeugend behandelt und dann vollständig randomisiert unter unbehandelten 'Jonagold'-Bäume eines Freiland-Schorfversuches auf dem Obstversuchsgut Heuchlingen aufgestellt. Für die Infektion wurde der Konidienghalt von Regenwasser genutzt, das von den stark schorfbefallenen Blättern auf die Sämlinge abtropfte.

Die deutlichen Unterschiede in der Konidienproduktion sind in Abb. 19 dargestellt.

Konidien/ml

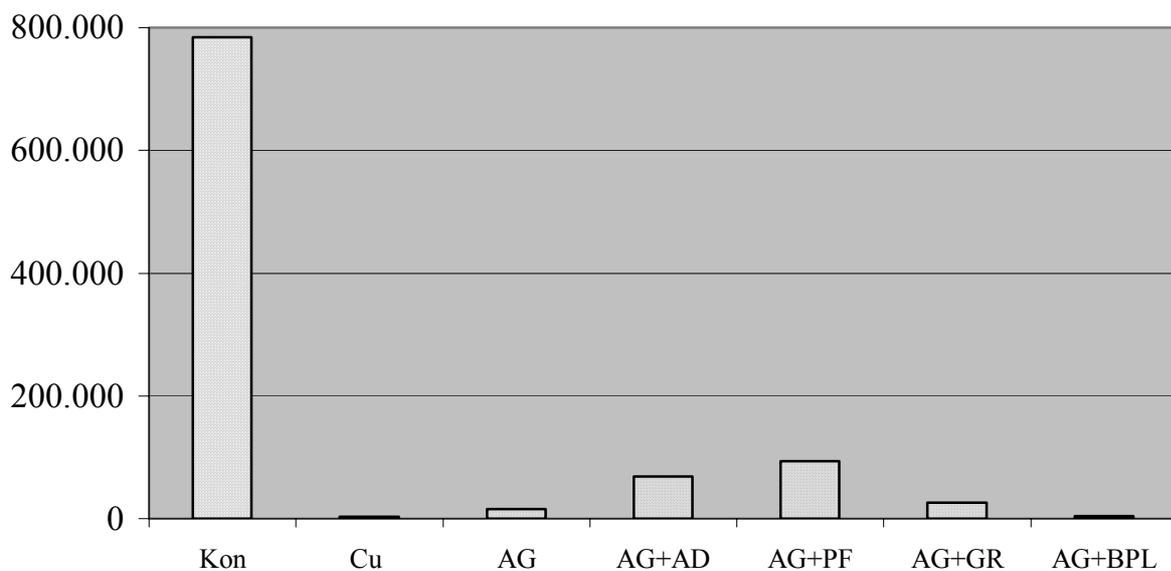


Abb. 19: Wirksamkeit des Zitrusextrakt AGROMIL in Kombination mit verschiedenen Formulierungshilfen auf die Konidienproduktion von *V. inaequalis* an 'Golden Delicious' Apfelsämlingen nach der natürlichen Infektion unter Halbfreilandbedingungen, Juli 2003

Der Befall in der Kontrolle war im Vergleich zu den Gewächshausversuchen ähnlich stark. Bei den oben beschriebenen Infektionsbedingungen erreichten der Kupferstandard, AGROMIL + BIOPLUS Wirkungsggrade bei der Reduktion der Konidienmenge von 99,5 %. Bei AGROMIL alleine sowie in Mischung mit den anderen Formulierungshilfen waren die Wirkungsggrade mit 88 – 98 % etwas niedriger (Tab. 13). Die Zusätze PROFITAL fl., ADHÄSIT und GREEMAX konnten die Wirkung von AGROMIL (pulverförmig) nicht verbessern.

Betrachtet man jedoch die Bonituren des Blattschorfs, so ergeben sich etwas deutlichere Hinweise auf Wirkungsunterschiede, wemngleich der Befall insgesamt recht niedrig war. So zeigte der Zusatz von ADHÄSIT und PROFITAL fl. keine Wirkungsverbesserung.

Auch zeigte die Mischung mit GREEMAX keinen Effekt. BIOPLUS dagegen unterstützte die Schorfreduktion des Zitrusextraktes deutlich.

3.3.2.5.3 Vergleich verschiedener Flüssigformulierungen

In den nächsten beiden Versuchen (Tab. 13 und 14) wurde die Wirksamkeit von AGROMIL (pulverförmig) mit zwei Flüssigformulierungen des Produktes (AGRO NEU FL. 1 und 2) verglichen. In Anlehnung an die Herstellerangaben zum Versuchspräparat AGROMIL wurden die Konzentrationen des Pulvers und der Flüssigformulierungen auf ein vergleichbares Niveau eingestellt.

Tab. 13: Wirksamkeit von unterschiedlich formulierten Zitrusextrakt-Versuchspräparaten auf die Entwicklung von Blattschorf an Apfelsämlingen von 'Golden Delicious' im Gewächshaus, September 2003

Präparat / Aufwandmenge	Blattschorf		Konidien/ml	WG Konidien ⁽²⁾
	Befall ⁽¹⁾	WG ⁽²⁾		
Kontrolle	2,98		783.911	
FUNGURAN/400 G CU	1,22	59,1	211.530	73,0
AGROMIL PULVER 0,25 %	1,04	65,1	137.687	82,4
AGRO NEU FL. 1 0,5 %	0,92	69,1	141.533	81,9
AGRO NEU FL. 2 0,5 %	1,34	55	202.925	74,1

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ WG nach Abbott

Im Vergleich zum vorher beschriebenen Halbfreilandversuch war die Wirkung der Kupferbehandlung im Gewächshaus nicht vergleichbar wirksam. Daraus ergab sich der bessere Wirkungsgrad beim pulverförmigen AGROMIL (höher als Kupfer 400 g) bei den Merkmalen Blattschorf und Konidienproduktion. Insgesamt war bei allen Präparaten der Wirkungsgrad nicht so hoch wie im Halbfreilandversuch. In diesem Versuch erzielten eine Flüssigformulierung (AGRO NEU FL. 1) und das pulverförmige AGROMIL vergleichbare Ergebnisse. AGRO NEU FL. 2 als zweite Flüssigformulierung zeigte schlechtere Wirkungsgrade.

Diese Ergebnisse wurden anschließend unter Halbfreilandbedingungen (Infektion unter schorfbefallenen Bäumen) überprüft. Es wurden die gleichen Konzentrationen wie im Gewächshausversuch verwendet. Als weitere Variante wurde die Kombination von AGROMIL mit GREEMAX aufgenommen. Um eine weitere sehr dringende Frage der Praxis abzuklären, wurde zusätzlich zum Kupferstandard FUNGURAN (Kupferoxychlorid) das Kupferminimierungspräparat CUEVA (Kupferoktanat) eingesetzt. CUEVA wurde bereits gegen *Peronospora* bei Reben zugelassen, eine Zulassung gegen Apfelschorf wird seitens der Herstellerfirma angestrebt. Erste Versuche bei Apfel wurden schon im Freiland durchgeführt (Palm, 2002).

Obwohl die Reinkupferaufwandmenge/ha bei CUEVA um mehr als 50 % geringer war als beim Standard FUNGURAN, schnitt **Kupferoktanat** deutlich besser ab (Tab. 14). Dies ist in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Palm (2002) zur Konidienkeimung in Abhängigkeit von der gewählten Kupferkonzentration je nach der gewählten Kupferform. In diesem Halbfreilandversuch waren die Sämlinge nur zwei leichten Infektionsperioden ausgesetzt.

Tab. 14: Wirksamkeit verschiedener Kupferpräparate und unterschiedlich formulierten Zitrusextrakt-Versuchspräparaten auf die Entwicklung von Blattschorf an 'Golden Delicious' Apfelsämlingen im Halbfreiland, Oktober 2003

Präparat / Aufwandmenge	Blattschorf		Konidien/ml	WG Konidien ⁽²⁾
	Befall ⁽¹⁾	WG ⁽²⁾		
Kontrolle	2,09		1.046.727	
FUNGURAN (400G CU/HA)	0,64	69,4	22.643	97,8
CUEVA (180 G CU/HA)	0	100	673	99,9
AGROMIL PULVER (0,25 %)	1,14	45,5	199.992	80,9
AGROMIL PULVER + GREEMAX (0,25 % + 0,01 %)	0,53	74,6	75.382	92,8
AGRO NEU FL. 1 (0,5 %)	1,47	29,7	262.490	74,9
AGRO NEU FL. 2 (0,5 %)	1,88	10	412.484	60,6

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ WG nach Abbott

AGROMIL war als Pulver in diesem Versuch den beiden Flüssigformulierungen v.a. bei den Boniturwerten des Befalls mit Blattschorf überlegen, wobei **AGROMIL NEU FL. 1** erneut besser bewertet wurde als **AGRO NEU FL. 2**. Durch die Kombination von **AGROMIL** mit **GREEMAX** wurde im Gegensatz zum Versuch im Juli (**Tab. 12**) die Wirkung deutlich gesteigert. Eine Ursache für das unterschiedliche Befallsniveau (auch in der Kontrolle) könnte sein, dass die Sämlinge im späteren Versuch etwas wüchsiger waren und aufgrund der besseren Nährstoffversorgung in den Blättern anfälliger für Schorf waren.

3.3.2.5.4 Wirkung auf den Fruchtansatz (Ausdünnung) und Berostung der Früchte

AGROMIL (0,25 %, pulverförmig), *Quillaja*-Saponin (0,75 %) und *Quillaja*-Saponin + Netzschwefel (0,75 % + 0,2 %) wurden in einem begleitenden Ausdünnungsversuch hinsichtlich ihrer Wirkung auf Fruchtansatz und Berostung bei der Sorte 'Pinova' geprüft. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen (morgens eine Behandlung kurz vor Vollblüte am mehrjährigen Holz mit hoher Wasseraufwandmenge, wobei das Wetter neblig und die Blätter noch taufeucht waren) konnte bei keiner der drei Varianten eine Ausdünnungswirkung im Vergleich zur Kontrolle festgestellt werden. Bei der Fruchtberostung ergab sich bei *Quillaja*-Saponin ohne Netzschwefel eine geringfügige Erhöhung des Anteils mittelstark berosteter Früchte, die jedoch im Vergleich zu der Fruchtberostung auf ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben, die im Rahmen des Forschungsprojektes 02OE568 ausgewertet wurde, verschwindend gering ist. Bei **AGROMIL** wurde durch die einmalige Behandlung die Berostung nicht erhöht.

3.3.2.6 Optimierung von Extrakten aus *Primula veris*

Da mehrere saponinhaltige Pflanzenextrakte deutliche Wirkung gegenüber dem Schorfpilz zeigten, wurde hier exemplarisch die in Europa sowie Zentral- und Vorderasien verbreiteten Schlüsselblume (*Primula veris* L. Primulaceae) ausgewählt. Pharmazeutisch wirksame Inhaltsstoffe sind die Triterpensaponine. Die Gehalte in den Wurzeln (*Radix Primulae*) betragen etwa 5 bis 10 %. In der Humanmedizin wird die Primelwurzel aufgrund des Saponingehalts innerlich als sekretomotorisch und sekretolytisch wirksames Expektorans bei Bronchitis und Katarrhen der Atemwege, Husten, Erkältungskrankheiten eingesetzt (Wichtl, 1989).

Mit Hilfe verschiedener einfacher Extraktionsverfahren wurden Auszüge gewonnen, die in den bereits beschriebenen Konidienkeimtests und nachfolgend an Sämlingen auf ihre Wirksamkeit gegenüber Apfelschorf geprüft wurden.

Folgende Fragen sollten dabei genauer untersucht werden:

1. Gibt es Wirkungsunterschiede aufgrund der unterschiedlichen Herstellung der Extrakte?
2. Welche Menge trockene Primelwurzel (in Abhängigkeit der Zubereitungsart) ist notwendig um einen zuverlässigen WG > 90 % zu erreichen? („Schwellenwert“)?

Dazu wurden für eine Versuchsreihe nach 5 verschiedenen Rezepturen wässrige Auszüge hergestellt (**Tab.15**) und mit 4 und 6 % in den Konidienkeimtests auf ihre keimhemmende Wirkung geprüft.

Tab.15: Rezepturen zur Herstellung verschiedener wässriger Primelwurzelextrakte

Rezeptur	Trockendroge (g) 100 ml) Leitungswasser	Zubereitung
1	1,4	mit Wasser langsam erhitzen, 5 Minuten ziehen lassen
2	2	als Tee aufgießen, 10 Minuten ziehen lassen
3	10	
4	2	mit Wasser kalt ansetzen, erhitzen bis zum Sieden, dann 10 Minuten ziehen lassen
5	10	

Die Ergebnisse der Bonituren (Wirkungsgrad nach Abbott) und die Menge an trockener Wurzel wurden in den **Tab. 16** und **17** zusammengefasst.

Es zeigten sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der notwendigen Aufwandsmengen und der Rezeptur auf die Hemmung der Konidienkeimung:

- Bei der Herstellungsweise "Überbrühen" (**Tab. 16**) konnten hohe Wirkungsgrade erreicht werden, wenn pro 100 ml Tee mindestens 10 g trockene Wurzeln verwendet wurden, 2 g pro 100 ml waren nicht ausreichend für eine gute Wirkung
- Dagegen wurde bei nur 2 g auf 100 ml ein deutlich höherer Wirkungsgrad erreicht, wenn die Wurzeln mit kaltem Wasser angesetzt wurden und dann langsam erhitzt wurden (**Tab 17**).
- Verwendete man jedoch eine 5-fach höhere Konzentration (Rezept 3), wurden auch Wirkungsgrade von 99 – 100 % erreicht.

- Es scheint bei der wässrigen Extraktion einen Schwellenwert von mindestens 0,08 g/100ml zu geben, ab dem ein Wirkungsgrad > 90 % zu erreichen ist. Voraussetzung ist hier jedoch eine effiziente Extraktion der wirksamen Inhaltsstoffe, da beispielsweise die Rezeptur 2 trotz höherer Aufwandmenge von 0,12 g/100 ml nur einen WG von 7 % erreicht (**Tab 16**).
- Generell scheint die Rezeptur mit Kaltansatz dem Überbrühen mit siedendem Wasser überlegen zu sein. Für weitere Versuche sollten mindestens 10 g pro 100 ml Tee verwendet werden und dieser mindestens 6 %ig ausgebracht werden.

Sollten diese Ergebnisse Praxisrelevanz erreichen, so muss im nächsten Schritt mit entsprechenden Analysemethoden gearbeitet werden, um nachzuprüfen, ob die Wirkung der Primelwurzelextrakte auf den Saponingehalt zurückzuführen ist.

Tab. 16: Wirksamkeit unterschiedlicher wässriger Primelwurzelextrakte (Überbrühen mit siedendem Wasser) auf die Konidienkeimung von *V. inaequalis*

WG (Abbott) in %	Trockendroge in mg pro 100 ml Konidienlösung	Rezeptur	Konzentration in %	Besonderheit (vgl. Tab. 15)
100,0	600	3	6	10 g auf 100 ml Tee
98,8	400	3	4	10 g auf 100 ml Tee
6,9	120	2	6	2 g auf 100 ml Tee
-14,6	80	2	4	2 g auf 100 ml Tee

Im Vergleich dazu wurden auch ethanolische Primelwurzelextrakte getestet. Es wurden vier Faktoren untersucht: zwei unterschiedliche Chargen, eine und zwei Stunden Extraktionsdauer, Aufwandmenge der Trockendroge bei der Extraktion (5 g, 7,5 g und 10 g/100 ml) und Anwendungskonzentration (2%, 4 %, 6 %). Daraus errechnete sich die effektive Aufwandmenge beim Ansatz des Konidienkeimttests, die zwischen 0, 1 und 0,6 g Trockendroge/100 ml Konidien suspension schwankte.

Tab. 16 : Wirksamkeit unterschiedlicher wässriger Primelwurzelextrakte (Kaltansatz und Erhitzen bis zum Sieden) auf die Konidienkeimung von *V. inaequalis*

WG (Abbott) in %	Trockendroge in mg pro 100 ml Konidienlösung	Rezeptur	Konzentration in %	Besonderheit (vgl. Tab. 14)
100,0	120	4	6	2 g auf 100 ml Tee
100,0	84	1	6	3,5 g auf 100 ml Tee
97,7	400	5	4	10 g auf 100 ml Tee
92,5	600	5	6	10 g auf 100 ml Tee
61,4	80	4	4	2 g auf 100 ml Tee
5,0	56	1	4	3,5 g auf 100 ml Tee
-14,6	80	2	4	2 g auf 100 ml Tee

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- Die Charge und Extraktionsdauer spielten keine bedeutende Rolle.
- Bei einer Aufwandmenge von 0,1 bzw. 0,15 g Trockendroge/100 ml wurden in den 4 getesteten Wiederholungen Wirkungsgrade zwischen 18 und 48 % erreicht.
- Die Aufwandmenge von 0,2 g Trockendroge/100 ml führte in den 6 getesteten Wiederholungen zu Wirkungsgraden zwischen 32 und 100 %. In diesem Konzentrationsbereich scheint die Extraktionsmethode eine Rolle zu spielen.
- Bei einer Aufwandmenge von 0,3 g Trockendroge/100 ml konnten in den 4 getesteten Wiederholungen Wirkungsgrade zwischen 97 und 100 % erzielt werden.
- Bei einer Aufwandmenge von 0,4 g Trockendroge/100 ml konnten in den 4 getesteten Wiederholungen Wirkungsgrade zwischen 75 und 100 % erreicht werden.
- Die Aufwandmenge zwischen 0,45 und 0,6 g Trockendroge/100 ml führte in den 6 getesteten Wiederholungen immer zu 100 % WG.

Fasst man diese Ergebnisse für die Primelwurzel aus den Konidienkeimtests für die beiden Lösungsmittel Wasser und Ethanol zusammen, so ergaben sich insgesamt Hinweise, dass die wirksamen Inhaltsstoffe mit Wasser bereits bei niedrigeren Mengen trockener Wurzel je 100 ml zu extrahieren sind (**Tab. 18**).

Während bei den gewählten Konzentrationen der wässrigen Extraktion bereits ab 0,084 g Trockendroge / 100 ml zuverlässig hohe Wirkungsgrade zu erreichen sind, liegt dieser Wert bei der ethanolischen Extraktion mit etwa 0,3 g trockener Wurzel/100 ml deutlich höher. Die Schwankungsbreite der Werte war jedoch bei wässriger Extraktion deutlich höher als bei der ethanolischen Extraktion.

Tab. 18: Prüfung von Extrakten aus Primelwurzel auf die keimhemmende Wirkung von *V. inaequalis*

Extraktions- mittel	Trockendroge (g /100ml) ⁽¹⁾	Wirkungsgrad (ABBOTT)					n Testreihen ⁽²⁾ (n Wdh.) ⁽³⁾
		Ø	Min	Max	n Wdh. >90 %	davon n Wdh. = 100 %	
Ethanol	< 0,3	50,4	10	100	3	1	2 (11)
	≥ 0,3	98,3	75	100	19	16	4 (20)
Wasser ⁽¹⁾	0,04 bis 0,08	21	-43	100	1	1	4 (7)
	0,084 bis 0,6	75	-29	100	7	4	4 (10)

⁽¹⁾ g Primelwurzel die bei der Extraktion verwendet wurden, ⁽²⁾ n Testreihen: Anzahl der Versuchsansätze, ⁽³⁾ Wdh.: Anzahl der Wiederholungen

Man muss jedoch bedenken, dass die Extraktion unter sehr einfachen Bedingungen durchgeführt wurde. Die ermittelten Schwellenwerte können also keine exakten Werte darstellen, sondern nur Hinweise geben können, dass es einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden

Lösungsmitteln gibt. Je nach Extraktionsmethode unterscheiden sich die Aufwandmengen zur Erreichung eines Wirkungsgrades von 100 % etwa um den Faktor 4 (0,084 vs. 0,3 %). Dies ist hinsichtlich einer möglichen kommerziellen Anwendung ein entscheidender Faktor. Dabei sollte in Betracht gezogen werden, dass durch eine optimierte Extraktionstechnik die benötigte Aufwandmenge vermutlich noch deutlich reduziert werden kann.

Ein erster Versuch zu Primelextrakten wurde im Mai 2003 im Gewächshaus an Sämlingen durchgeführt, nachdem es in den Konidienkeimtests Hinweise auf eine hemmende Wirkung durch Primelwurzelextrakt gab (**Tab. 19**).

Tab. 19: Wirksamkeit unterschiedlicher Primelwurzelextrakte auf die Entwicklung von *V. inaequalis* unter Gewächshausbedingungen, Mai 2003

Präparat / Aufwandmenge	g Trockendroge / 100ml	Blattschorf		Konidien / WG Konidien ⁽²⁾ ml	
		Befall ⁽¹⁾	WG ⁽²⁾		
Kontrolle		0,94		168.166	
Kupfer 500 g		0,22	76,6	5.913	96,5
Primelwurzel (ethan.) 2 %	0,2	1,07	-13,8	147.013	12,6
Primelwurzel (ethan.) 4 %	0,4	0,88	6,4	233.212	-38,7
Primelwurzel (wässr.) 4 %	0,4	0,64	31,9	69.276	58,8

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ WG nach Abbott

Der wässrige Extrakt zeigte deutlich höhere Wirkungsgrade als die beiden Varianten auf ethanolischer Basis. Warum die geringere Konzentration des ethanolischen Auszugs in diesem Versuch wirksamer ist, konnte nicht erklärt werden. Im abschließenden Gewächshausversuch, der nach der oben beschriebenen Serie von Konidienkeimtests zur Optimierung der Primelwurzelextrakte durchgeführt wurde, wurde dies zum Anlass genommen, den ethanolischen Extrakt mit 0,3 % einzusetzen und mit 0,4 % des wässrigen Auszugs zu vergleichen (**Tab. 20**).

3.3.2.7 Test der besten Pflanzenextrakte: Abschlussversuch

In einem abschließenden Gewächshausversuch Ende November 2003 wurden die besten Pflanzenextrakte und Präparate miteinander verglichen (**Tab. 20**).

Tab. 20: Wirksamkeit ausgewählter Pflanzenextrakte auf die Entwicklung von Blattschorf an 'Golden Delicious'-Sämlingen im Gewächshaus (November 2003)

Präparat / Aufwandmenge	Blattschorf		Konidien / WG Konidien ⁽²⁾	
	Befall ⁽¹⁾	WG ⁽²⁾	ml	
Kontrolle	2,53		372.581	
FUNGURAN (400g Cu/ha)	1,38	45,5	35.335	90,5
BIOPLUS (0,8 % v/v)	1,57	37,9	99.950	73,2
AGROMIL (0,25 %) + GR. ⁽³⁾	1,53	39,5	6.731	98,2
Primelwurzel (wässr. 4 %) + GR. ⁽³⁾⁽⁵⁾	1,70	32,8	131.149	64,8
Primelwurzel (ethan. 3%) + GR. ⁽³⁾⁽⁴⁾	2,60	-2,8	488.827	-31,2
LEBERMOOSER (2 %) + GR. ⁽³⁾	2,68	-5,9	349.601	6,2
Faulbaum (ethan.) + GR. ⁽³⁾	2,56	-1,2	536.286	-43,9
SALVIATHYMOL (0, 2 %)	2,44	3,6	523.579	-40,5
GREEMAX (0,01 %)	2,55	-0,8	497.480	-33,5

⁽¹⁾ Schorfbefall von Klassen 0-4, ⁽²⁾ WG nach Abbott, ⁽³⁾ Greemax (0,01 %), ⁽⁴⁾ 0,3 g TS/100 ml, ⁽⁵⁾ 0,4 g TS/ 100 ml

- Es zeigte sich erneut, dass es zwischen dem Wirkungsgrad, berechnet auf Grundlage der Blattschorfbonitur, und dem auf Basis der Konidienproduktion deutliche Unterschiede gibt.
- Neben dem Standard Funguran schnitt AGROMIL + GREEMAX am besten ab, BioPlus und der wässrige Primelwurzelzug erreichten Wirkungsgrade von 73,2 bzw. 64,8 % (bezogen auf die Konidienproduktion).
- Moosextrakt, der ethanolische Primelwurzel- und Faulbaumextrakt sowie SALVIATHYMOL unterschieden sich bei den Blattsymptomen nicht von der unbehandelten Kontrolle. Die Konidienproduktion lag bei diesen Varianten, mit Ausnahme vom Moosextrakt, sogar deutlich höher als in der Kontrolle.
- Der Zusatzstoff GREEMAX zeigte selbst keine Wirkung auf den Blattschorfbefall und schien sogar die Konidienproduktion etwas zu fördern.

3.3.3 VERGLEICHBARKEIT DER VERSCHIEDENEN VERSUCHSARTEN

Beim Vergleich der nacheinander folgenden Versuchstypen, die bei verschiedene Extrakten angewandt wurden, zeigte sich, dass nicht bei allen Extrakten die Wirkung aus den Labortests zur Konidienkeimung in Gewächshaus- und Halfreilandversuchen bestätigt werden konnte.

Ein Beispiel ist in **Abb. 20** zu sehen. Ethanolische Faulbaumextrakte zeigten unter Laborbedingungen bei gleichen Konzentrationen mehrfach Wirkungsgrade um 100 %. Diese Ergebnisse konnten aber nie auf Sämlingen reproduziert werden.

Anhand des letzten Gewächshausversuchs (**Tab. 20**) soll beispielhaft dargestellt werden, wie sich Ergebnisse aus dem Testverfahren der Konidienkeimhemmung und den Versuchen im Gewächshaus entweder bestätigen oder vollständig widersprechen (**Tab. 21**).



Abb. 20: Schorfinfektion unter Gewächshausbedingungen, hier: Faulbaumextrakt

Dazu muss jedoch angemerkt werden, dass sich trotz der Vielzahl der Versuche, nur wenige direkte exakte Vergleiche für gleiche Konzentrationen bestimmter Extrakte ergeben. Dennoch wird deutlich, dass etwa Varianten wie FUNGURAN, BIOPLUSS, AGROMIL, GREEMAX (sowie in schwächerem Maße auch wässriger Primelwurzelextrakt) in beiden Testverfahren sehr homogene hohe Wirkungsgrade aufweisen. Im Gegensatz dazu stehen SALVIATHYMOL, Moos-, ethanolischer Primelwurzel- und Faulbaumextrakt, die unter Gewächshausbedingungen die Konidienproduktion teilweise sogar zu fördern scheinen.

Durch diese Gewächshausversuche können folglich weitere Extrakte ausselektiert werden, obwohl sie unter Laborbedingungen teilweise bei mehreren Wiederholungen die Keimung von Schorfkonidien zu 100 % verhindert hatten.

Tab. 21: Pflanzenextrakte und ihre Wirkung auf *V. inaequalis*: Bewertung der Übereinstimmung der Ergebnisse der Testverfahren Konidienkeimhemmung (Cellstar-Multiplatten) im Vergleich zu Gewächshausversuchen (GH) mit künstlicher Infektion oder. Halfreilandversuchen (HF) mit natürlichen Infektionen an 'Golden Delicious' Sämlingen

Präparat / Aufwandmenge	Übereinstimmung Ergebnisse Labor/GH/HF	Labortests WG Keimhemmung	Gewächshaus / Halfreiland	
			WG Konidienbildung ⁽²⁾	
			Abschlußversuch ⁽¹⁾	Andere Versuche
FUNGURAN (400g Cu/ha)	++	89%	91	
BIOPLUSS (0,8 % v/v)	+(+)	100%	73	
BIOPLUSS (0,8 % v/v) + AGROMIL (0,25 %)	?			99,5 (HF)
AGROMIL (0,25 %) + Gr. ⁽³⁾	++	100%	98	93 und 97 (HF)
AGROMIL (0,25 %)	++	100%		81 und 98 (HF) 82 (GH)
Primelwurzel (wässr.) 0,4 g/100 ml + Gr. 0,084 - 0,6 g/100 ml	++		65	59 (GH)
		80%		
Primelwurzel (ethan.) 0,3 g/100 ml + Gr. 0,3 g/100 ml	--		-31	- 39 bis + 13 (GH)
		99,5%		
LEBERMOOSER 2 % + Gr. 1 - 2 %	--		6	
		98%		
Faulbaum (ethan.) + Gr. 0,4 - 0,6 g/100 ml	--		-44	
		73%		
SALVIATHYMOL (0, 2 %)	--	100%	-41	
GREEMAX (0,01 %)	++	-21%	-34	

⁽¹⁾ Siehe Ergebnisse **Tab.19** ⁽²⁾ WG Konidienbildung: Reduktion der Konidienbildung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle, ⁽³⁾ GREEMAX (0,01 %)

3.4 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

3.4.1 FALLLAUBVERSUCHE

Die Falllaubzersetzung und/oder Störung der pilzlichen Entwicklung konnte durch das Aufbringen von mikrobiellen Nährmedien und blattabbauenden Enzymen effizient gefördert werden. Dies führte zu einer wirkungsvollen Verringerung des Ascosporenpotentials und damit des Infektionsdruckes im Frühjahr. Gute Effekte konnten beispielsweise durch den Einsatz von Demeter-Malzextrakt erzielt werden.

In der Diplomarbeit von Häfner (2003) wurden betriebswirtschaftliche Berechnungen zu Behandlungen des Falllaubs für die Praxis des ökologischen Obstbaus durchgeführt. Durch eine starke Reduktion des Ascosporenpotentials während der Primärsaison kann der Infektionsdruck deutlich gesenkt werden. Die Gefahr für frühe Fruchtfektionen kann so verringert werden. Ausgehend von einer Ernteleistung von 20 t Rohertrag je ha (unsortiert), kann derzeit bei einer Erhöhung der Menge an marktfähigen Äpfeln um 5 % aufgrund geringeren Fruchtschorfbefalls ein zusätzlicher Erlös von 850 € je ha erzielt werden.

Ein Teil dieses Erlöses müsste die Kosten für die Behandlungen des Falllaubs decken. Wägt man die Kosten und den Nutzen für den ökologisch wirtschaftenden Obstbauern gegeneinander ab, so ergeben sich nur Vorteile, selbst wenn für die Ausbringung der Präparate eine spezielle Feldspritze angeschafft werden müsste.

Durch die Behandlungen des Falllaubs könnten in der Praxis die Aufwandmenge an Fungiziden und die Anzahl der Spritzungen verringert und möglicherweise Fungizide mit einem geringeren Wirkungsgrad erfolgreich eingesetzt werden. Die einfache Anwendung und die Unbedenklichkeit der geprüften Nährmedien lassen eine schnelle Umsetzung in die Praxis zu. Eventuell können einfache Medien auch durch den Anwender selbst hergestellt werden, was den Kostenaufwand vermindern würde, da eine Standardisierung wie für die Kultivierung von Mikroorganismen nicht erforderlich wäre.

Nach der Auswertung der im November 2003 in Dossenheim und Weinsberg angelegten Versuche zu den besten Präparaten und Anwendungshäufigkeiten bis zum Sommer 2004 können die vorliegenden Ergebnisse untermauert werden, so dass bis zum Blattfall im Herbst 2004 in Zusammenarbeit mit den Beratungsorganisationen für den ökologischen Obstbau Tastversuche mit der aussichtsreichsten Variante auf Öko-Betrieben durchgeführt werden können.

Angesichts der ungewissen Entwicklung der Zulassungssituation bei den Pflanzenschutzmitteln für den ökologischen Obstbau, der Klimaveränderung (Verlängerung der Blattnässeperioden während der Primärsaison) und des Durchbruchs der Schorffresistenz bei schorffresistenten Apfelsorten in mehreren Regionen Deutschlands werden Hygienemaßnahmen speziell im ökologischen Obstbau zunehmend von großer Bedeutung sein.

3.4.2 HEMMUNG DER ASCOSPORENAUSSCHLEUDERUNG

Die gewonnenen Kenntnisse zur Hemmung der Ascosporenausschleuderung könnten ebenfalls in eine Bekämpfungsstrategie umgesetzt werden, indem die überwinterten Blätter mit einer Hemmstofflösung behandelt werden, so dass bei Regenfällen ein starker Sporenausstoß unterbleibt. Mögliche synergistische Effekte der Pflanzenschutzmaßnahmen im Frühjahr wären hier zu überprüfen. Dieser Ansatz könnte auch mit den Behandlungen des Falllaubs kombiniert werden.

3.4.3 PFLANZENEXTRAKTE ZUR DIREKTEN BEKÄMPFUNG DES SCHORFPILZES

Bei der direkten Bekämpfung des Schorfpilzes wurden Fortschritte gemacht sowohl hinsichtlich erfolgsversprechender Pflanzenextrakte als auch methodischer Natur. Für die konkrete Umsetzung in die Praxis müssen jedoch noch weitere Fragen geklärt und durch weitere Versuche zur Optimierung beantwortet werden.

Saponine und saponinhaltige Pflanzenextrakte hatten sich als aussichtsreich erwiesen. Aufbauend auf den Ergebnissen zur Extraktionsmethodik kann die Herstellung von Extrakten vermutlich weiter verbessert werden, so dass die nötige Anwendungskonzentration gesenkt und damit die Kosten für die Extrakte ev. günstiger gestaltet werden könnten. Die Kombinationsmöglichkeiten mit Netzschwefel müssen unter Berücksichtigung der zukünftigen Zulassungssituation von Netzschwefel weiter optimiert werden.

AGROMIL (Zitrusextrakt) und BIOPLUSS erscheinen für die Schorfbekämpfung bisher als vielversprechend. Die nächsten notwendigen Schritte sind die Klärung wichtiger Voraussetzungen (v.a.: mögliche Anwendbarkeit nach EU-VO 2092/91, Nachweis mehrjähriger Wirksamkeit und Wirkungssicherheit, klare Zulassungssituation) und die Bereitschaft von Firmen in diese Produkte zu investieren, falls sich das gezeigte Potential dieser Präparate im Freiland in der nächsten Saison bestätigen sollten. BIOPLUSS stammt aus Ungarn und ist dort auf der IFOAM-Liste aufgeführt. Dort wird es v. a. im Weinbau gegen *Peronospora* getestet.

Generell muss für alle diese Extrakte mit Hilfe von geeigneten Formulierungshilfsstoffen, die im ökologischen Obstbau eingesetzt werden dürfen, Benetzung und Haftung verbessert werden als Voraussetzung für hohe Wirksamkeit und Wirkungssicherheit unter Freilandbedingungen. Daneben müssen weiter mögliche Nebeneffekte beobachtet werden (Phytotoxizität, Fruchtansatz, Berostung etc.).

3.4.4 AUFBEREITUNG UND DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE PRAXIS

Die bisherigen und die noch geplanten Aktivitäten sind in **Tab. 22** zusammengefasst.

Tab. 22: Übersicht zur Aufbereitung der Ergebnisse für die Praxis

Termin	Veranstaltung	Art der Darstellung
Dez. 2002	Arbeitstreffen der EUGROF in Frick	Vortrag zu ersten Ergebnissen aus den Gewächshausversuchen zu Pflanzenextrakten
Jan. 2002	Einführungskurs Ökologischer Obstbau Weinsberg	Erläuterung der Forschungsaktivitäten anlässlich Führung zu den Versuchen
Febr. 2003	Ökologische Obstbautagung	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes
Mai 2003	Fachgespräch der BBA in Berlin- Dahlem	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes
Juni 2003	Pflanzenschutzreferenten-Tagung in Rostock	Vortrag zu Ergebnissen des Forschungsprojektes
Juni 2003	Demeter-Arbeitstreffen	Erläuterung der Forschungsaktivitäten anlässlich Führung zu den Versuchen
Juli 2003	Versuchsbegehung Katzental für Öko-Obstbauern	Erläuterung der Forschungsaktivitäten
Okt. 2003	BBA Berlin-Kleinmachnow	Kurzvorstellung der Ergebnisse
Jan. 2004		Vorbereitung der wichtigsten Ergebnisse für diverse Internetseiten (BBA Dossenheim, LVWO Weinsberg, FÖKO) und Jahresberichte der Institute
Jan. 2004	Einführungskurs Ökologischer Obstbau Weinsberg	Vorstellung der Ergebnisse für Seminarteilnehmer während der Versuchsbegehung
Feb. 2004	Ecofruit-Conference Weinsberg	2 Vorträge zu Ergebnissen des Forschungsprojektes, 2 Publikationen im Tagungsband
Febr. 2004	Ökologische Obstbautagung	2 Vorträge zu Ergebnissen des Forschungsprojektes

4 ZUSAMMENFASSUNG

Fallaubzerstörende Maßnahmen im Sinne einer offensiven Bekämpfung des Apfelschorfes, *Venturia inaequalis*, führen zu einer Abtötung oder Schwächung pilzlicher Strukturen, die im Frühjahr für die epidemiologisch entscheidenden primären Infektionen verantwortlich sind. Die Projektidee war durch die Verwendung mikrobiologischer Nährmedien und von Enzymen die natürlichen Mikroben zu fördern und einen zusätzlichen enzymatischen Blattabbau zu erreichen. In einem ersten Tastversuch wurden 12 Medien in unterschiedlichen Konzentrationen in zwei Frühjahrsbehandlungen verwendet und das Ascosporenpotential gegenüber der Kontrolle bestimmt. Bei der Hälfte der Nährmedien war eine Reduktion des Potentials von mehr als 20 % feststellbar mit den wirksamsten bei 44-56 %. Aus den Erkenntnissen des Tastversuchs wurden 2002/2003 16 Medien (Dossenheim) mit 5 Behandlungen vom Herbst bis zum Frühjahr und 8 weitere Medien sowie einer Abflammvariante (Weinsberg) mit 6 Behandlungen und direktem Erdkontakt geprüft. Trotz der extrem niederschlagsarmen Wetterbedingungen, die im Vergleich zu anderen Jahren eine trockene Konservierung der Blätter verursachten, waren hinsichtlich Blattersetzung und insbesondere dem Ascosporenpotential deutliche Effekte zu verzeichnen, wobei eine Korrelation zwischen Zersetzungsgrad und vermindertem Ascosporenpotential die Ausnahme war. 15 Medien (Dossenheim) bewirkten eine nicht nur signifikante, sondern überwiegend deutliche Reduktion des Ascosporenpotentials mit einer Verringerung von bis zu 93 % in der Entwicklungsphase der höchsten Sporenproduktion. 4 Medien (Weinsberg) zeigten eine deutliche Wirkung von über 50 %, wobei zwei Ansätze (HUMOFIX, BACTOFIL B) mit Werten von über 80 % Reduktion des gesamten Ascosporenpotentials nicht signifikant von der Abflammvariante zu unterscheiden waren. Die Reduktion des Ascosporenpotentials war in Weinsberg bereits bei den frühen Boniturterminen festgestellt werden, während in Dossenheim am letzten Termin deutliche Effekte festgestellt werden konnten.

Eine direkte Förderung der Sporenausschleuderung war geringfügig durch Extrakte aus *Saponaria officinalis* und *Rhamnus frangula*-Rindenextrakt zu erzielen, während eine schwache Hemmung durch Zitrusextrakt und eine starke Hemmung durch Kupfer, zuckerartige Stoffe und spezifische Inhibitoren vorlag.

Bei der direkten Bekämpfung des Apfelschorfs mit Pflanzenextrakten ergaben sich folgende Ergebnisse: Extrakte aus *Inula viscosa* hatten eine Schorfwirkung. Von den anderen im Weinbau getesteten Extrakten eigneten sich Extrakte aus Medizinalrhabarber und Holunder nicht zur Schorfbekämpfung. Beim Faulbaumrindenextrakt war der Effekt auf sehr Schorf sehr uneinheitlich. Engelsüß-Extrakte waren in ihrer Wirkung stark von der Herstellungsweise und den verwendeten Konzentrationen abhängig und sollten daher nicht weiter verfolgt werden. Die bereits angemeldeten Pflanzenstärkungsmittel ELOT-VIS, CHITOPANT, COMCAT, LEBERMOOSER, SILIOPANT und FZB 24 zeigten bei den gewählten Zeitabständen zur Infektion keine ausreichende Wirkung gegen Schorf.

Extrakte aus saponinhaltigen Pflanzen wie *Primula veris* (Schlüsselblume) und *Saponaria officinalis* (Seifenkraut) bzw. das Saponin aus Seifenrinde (*Quillaja*-Saponin) hatten eine deutliche Schorfwirkung. Zukünftige Untersuchungen mit Formulierungszusätzen sollten dazu führen eine erhöhte Wirksamkeit im Sinne praxisgerechter Wirkungsgrade zu erhalten.

Kombinationen aus *Quillaja*-Saponin und Netzschwefel zeigten gute Wirkung in Gewächshausversuchen. Aufgrund der für Schorfversuche ungünstigen Witterung im Frühjahr und Sommer 2003 konnte dies im Freiland noch nicht ausreichend überprüft werden. Durch die Kombination mit Netzschwefel besteht in Abhängigkeit von der weiteren Zulassungssituation die Aussicht, die Netzschwefelmenge zu reduzieren. Verschiedene verfügbare Formulierungshilfsstoffe (Netz-, Haft- und Penetrationsmittel) haben sich als ungeeignet (NUFILM, VITANAL SAUER oder PROFITAL) erwiesen, andere wie GREEMAX oder BIOPLUSS zeigten teilweise vielversprechende Ergebnisse.

Die Versuchspräparate AGROMIL (Zitrusextrakt) und BIOPLUSS erschienen für die Schorfbekämpfung als sehr vielversprechend. Aufgrund der Herstellungsweise von AGROMIL blieben Fragen zu Fungizidrückständen offen, die derzeit noch überprüft werden. Eine Kombination aus beiden Präparaten sollte hinsichtlich der Regenbeständigkeit des Belages überprüft werden. Ein indirektes Ergebnis ist die Entwicklung des mehrstufigen Testverfahrens zur zuverlässigen, effizienten Überprüfung der Wirksamkeit von Pflanzenextrakten auf ihre Schorfwirkung.

5 GEPLANTE ZIELE – ERREICHTE ZIELE. EINE GEGENÜBERSTELLUNG

5.1 Falllaubversuche

Die projektierten Ziele wurden im Wesentlichen erreicht. Geeignete Medien und Enzyme konnten einzeln und in Kombinationen zur Verringerung des Ascosporenpotentials festgestellt werden. Ein Tastversuch auf einem ökologisch wirtschaftenden Obstbaubetrieb im Landkreis Heilbronn konnte nicht durchgeführt werden. Die Minimierung des Aufwandes hinsichtlich geringster wirksamer Konzentrationen und der Anzahl sowie optimaler Terminierung der Behandlungen konnte nicht ermittelt werden. Ein Versuch zu den besten Varianten und zur Applikationshäufigkeit wurde im November 2003 auf der ökologisch bewirtschafteten Fläche Katzental der LVWO Weinsberg angelegt.

5.2 Hemmstoffe der Ascosporenausschleuderung

Ein weiteres Ziel, die Charakterisierung von Wirkstoffen als direkte Hemmstoffe der Sporenausschleuderung, wurde erreicht. Durch Zitrusextrakt, Zuckerlösungen, Kupferionen und Eichentannin konnte die Sporenemission effektiv inhibiert werden.

5.3 Pflanzenextrakte

Bei den Extrakten, die im Weinbau bei *Peronospora* getestet wurden, konnten mit Ausnahme der Extrakte aus *Inula viscosa* keine positiven Resultate erzielt werden. Gute Ergebnisse wurden bei Extrakten aus *Saponaria officinalis* im Gewächshaus erzielt, die aufgrund der mangelnden Regenbeständigkeit des alkoholischen Extraktes noch nicht im Freiland bestätigt werden konnten. Eine deutliche Schorfwirkung zeigten außerdem ein Extrakt aus *Citrus* (AGROMIL), *Quillaja*-Saponin allein sowie *Quillaja*-Saponin in Kombination mit Netzschwefel. In Halbfreilandversuchen führten die Zusätze GREEMAX und BIOPLUSS zu AGROMIL zur Verbesserung der Haftung zu guten Ergebnissen. Am Beispiel von *Primula veris* wurde das Extraktionsverfahren und die Konzentration optimiert.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Baab, G.; Busch, R. & Schmitz-Eiberger, M. (2003): Zusatzstoffe im Obstbau. Obstbau 12/2003. 608-614.
- Börner, H. (1997): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Stuttgart, Ulmer. 60.
- Cohen, Y., Baider, A., Ben-Daniel B., Ben-Daniel Y. (2002): Fungicidal preparations from *Inula viscosa*. In: Föko (Hrsg.): Proceedings 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture, 152-156.
- Fiss, M., Kucheryava, N., Schönherr, J., Kollar, A., Arnold, G. und Auling, G. (2000): Isolation and characterization of epiphytic fungi from the phyllosphere of apple as potential biocontrol agents against apple scab (*Venturia inaequalis*). Zeitschr. f. PflKrankh. PflSchutz **107** (1), 1-11.
- Golba, B. (2002): Alternativen zum Einsatz von kupferhaltigen Präparaten im Apfelanbau, Ergebnisse einer Literaturrecherche. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 109
- Fischer, G., Krug, E. (1997): Heilkräuter und Arzneipflanzen Tabellenbuch. VMA-Verlag Wiesbaden.
- Häfner, Claudia (2003): Untersuchungen zur Wirkung von Falllaubbehandlungen im Ökologischen Apfelanbau auf die Abbaugeschwindigkeit und den Verlauf der Ascosporenreife des Apfelschorfes *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Diplomarbeit FH Weihenstephan, 69-75.
- Kast, W. (2002) Wirkung von Pflanzenextrakten in Labor- und Freilandversuchen gegen Rebenperonospora. In: Föko (Hrsg.): Proceedings 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture, 157-162.
- Kollar, A. (1998a): A simple method to forecast the ascospore discharge of *Venturia inaequalis*. Zeitschr. f. PflKrankh. PflSchutz **105** (5), 489-495.
- Kollar, A. (1998b): Eine einfache Methode zur Bestimmung der potentiellen Ascosporenausschleuderung von *Venturia inaequalis*. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem **357**, 259.
- Kollar, A. (2000): A waterbath method for detection of potential ascospore discharge of *Venturia inaequalis*. Bulletin IOBC wprs, **Vol. 23** (12), 53-60.
- Leitzmann, C. (o.J.): Sekundäre Pflanzenstoffe in Lebensmitteln. <http://www-ife.uni-giessen.de/krawinkel/Frames-homepage/pdf-Dateien/Sek.Pflanzenstoffe%20in%20Lebensmittel-11Seiten.pdf>
- Oumer Ahmed, Nassir: (2001): Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung unterschiedlich behandelter Sojabohnen in der Broilerernährung. Diss., Göttingen
- Pahlow, M. (1993): Das große Buch der Heilpflanzen. Gräfe und Unzer Verlag München.
- Palm, G. (2002): Kupferminimierungsstrategie, eine Möglichkeit zur Schorfbekämpfung, Vortrag anlässlich des 7. Fachgesprächs "Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel - Forschungsstand und neue Lösungsansätze" am 6. Juni 2002 in Berlin-Dahlem
- Pfeiffer, B. (2002): Greenhouse experiments on control of *Venturia inaequalis* – First results. In: FÖKO (Hrsg.): 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture – 4th to 7th February 2002, Weinsberg. Proceedings 81-85.

- Rudolph, K. (2003): Bekämpfung des Apfelschorfs im ökologischen Obstbau - Prüfung von Alternativen zur Kupferanwendung. Diplomarbeit FH Osnabrück.
- Siegrist, J.; Mayer, A.; Walz, A.; Retzbach, A.(2000): Gurke/*Pseudoperonospora cubensis*, ein Modellsystem zur Entwicklung biologischer Bekämpfungsstrategien sowie zur Untersuchung pflanzlicher Abwehrreaktionen In 52. Dt. Pflanzenschutztagung, 9.-12.Oktober 2000, Freising-Weihenstephan, Mitteilungen der BBA Heft 376, S. 410-411.
- Späth, S. (2000): Versuche an Apfelsämlingen zur Regulierung von Apfelschorf *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold im Ökologischen Landbau. Diplomarbeit FH Nürtingen.
- Watzl, B. & Leitzmann, C. (1999): Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates-Verlag Stuttgart.
- Wichtl, Max (Hrsg.) (1989): Teedrogen: Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

7 ANHANG

7.1 Saponine und Anthrachinon-Glykoside

Saponine gehören - wie etwas Ballaststoffe - zu der Gruppe der früher als „nicht-nutritiven“ bezeichneten Inhaltsstoffe von Pflanzen (im Gegensatz zu Kohlehydraten, Fetten, Proteinen, Mineralstoffen, Vitaminen und Wasser). Heute werden die meisten sekundären Pflanzeninhaltsstoffe als „bioaktive Substanzen“ eingeordnet. Im Gegensatz zu den primären spielen die sekundären Pflanzeninhaltsstoffen im sekundären Stoffwechsel eine Rolle als Abwehrstoffe und Wachstumsregulatoren.. Sie kommen nur in geringen Konzentrationen vor und üben in der Regel pharmakologische Wirkungen aus. Es wird vermutet, dass in der Natur etwa 60.000 – 100.000 sekundäre Pflanzenstoffe existieren. Allerdings wurden bisher nur etwa 5 % der Pflanzen diesbezüglich untersucht. Zu den in der Vergangenheit überwiegend betrachteten toxischen Pflanzeninhaltsstoffen gehören etwa Blausäure und Solanin. Heute steht jedoch die protektive Wirkung der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe im Vordergrund. (Leitzmann, o. J.).

Als mögliche Wirkungen von Saponinen nennt Watzl & Leitzmann (1999) antikanzerogene, antimikrobielle, immunmodulierende und cholesterinspiegel-senkende Wirkungen.

Saponine können speziell das Risiko für Kolonkrebs senken. Sie hemmen die Teilungsrates der Kolonzellen sowie das Wachstum und die DNA-Synthese verschiedener Tumorzellenarten. Möglicherweise beruht dieser Mechanismus auf ihrer Fähigkeit, primäre Gallensäuren und Cholesterin zu binden, so dass weniger sekundäre Gallensäuren entstehen, die mutagen wirken. Zudem stimulieren Saponine das Immunsystem und können den Cholesterinspiegel senken. Zudem wirken Saponine entzündungshemmend. (Leitzmann, o.J.).

Saponine sind Stoffwechselprodukte der Pflanzen, die aus Kohlenhydraten (Mono- oder Oligosacchariden) und Aglykonen bestehen. Nach ihrer chemischen Zusammensetzung gehören sie zu der Gruppe der Glykoside (Oumer Ahmed, 2001).

Sie sind bitter schmeckende Substanzen, die im Wasser zu starker Schaumbildung führen. (Leitzmann, o.J.).

Saponine weisen membranolytische und hämolytische Eigenschaften sowie eine hohe Affinität gegenüber Cholesterin auf. Außerdem sind sie fähig, die Durchlässigkeit der Zellen zu erhöhen und mit einer unbekannt Seite der Plasmamembran eine chemisch irreversible Verbindung einzugehen (Oumer Ahmed, 2001).

Saponine sind laut Börner (1997) eine in Pflanzen weit verbreitete, wichtige Verbindungsklasse mit fungiziden Eigenschaften. Dabei sind die Saponinkonzentrationen in den einzelnen Pflanzen und Pflanzenteilen sehr unterschiedlich. Es werden werte zwischen 100 und 5000 µg /g Frischgewicht angegeben. Die LD100 für Pilze nach Einwirkung von Saponinen bewegt sich in einem Bereich von 15 bis 200 µg/ml. Die in Pflanzen vorkommenden Saponinmengen dürften daher in vielen Fällen ausreichend sein, um einen fungiziden oder fungistatischen Effekt zu erzielen.

In Forschungsarbeiten an der Universität Hohenheim zeigten eine Reihe von wässrigen Extrakten aus verschiedenen Heil- und Gewürzpflanzen unter Gewächshausbedingungen gute Wirkungen

gegenüber *Pseudoperonospora cubensis* aufweisen. Es handelt sich dabei um Extrakte aus *Calendula officinalis*, *Salvia officinalis*, *Viola tricolor* und *Quillaja saponaria*, die in vitro sowohl hemmende Einflüsse auf die Sporangienkeimung besitzen als auch zur schnellen Lyse von freien Zoosporen führten (Siegrist et. al., 2000).

Faulbaumrinde (*Rhamnus frangula* L. Rhamnaceae)

Herkunft: : In Europa, Mittelmeergebiet, NW-Asien verbreitet.

Verwendet wird getrocknetes Rinde der Stämme und Zweige

Inhaltsstoffe: V.a. Anthrachinon-Glykoside, Vorkommen von Bitterstoffen und Saponinen umstritten – wichtig: Anwendung der Rinde erst nach 1 Jahr Lagerung, da die Inhaltsstoffe oxidiert sein müssen

Humanmedizin: Als dickdarmwirksames Laxans bei Obstipation

Nebenwirkungen: Keine bekannt

Interessante Wirkungsweise: Die Anthraglykoside gelangen in den Dickdarm und werden dort durch Bakterien bzw. körpereigene Enzyme hydrolysiert und zu wirksamen Anthronen bzw. Anthranolen reduziert. In dieser Form hemmen sie die Resorption von Wasser und Elektrolyten durch Blockade des Na⁺/K⁺-ATPase des Darmepithels. Außerdem wird die Wassersekretion in das Darmlumen durch eine Erhöhung der Permeabilität der „tight junctions“ gesteigert. (Wichtl 1989)

Primelwurzel (*Primula veris* L. Primulaceae)

Herkunft: In Europa und Zentral- und Vorderasien verbreitet.

Verwendet wird getrocknetes Rhizom/Wurzel

Inhaltsstoffe: Etwa 5-10 % Triterpensaponine

Humanmedizin: Aufgrund des Saponingehalts innerlich als sekretomotorisch und sekretolytisch wirksames Expektorans bei Bronchitis und Katarrhen der Atemwege, Husten, Erkältungskrankheiten

Nebenwirkungen: : Nur bei Überdosierungen. (Brechreiz, Übelkeit, Durchfall)

Seifenwurzel (*Saponaria officinalis* L., Caryophyllaceae)

Herkunft: In Europa und West- bis Zentralasien heimisch, häufig auch kultiviert.

Verwendet wird die getrocknete Wurzel (Rote Seifenwurzel).

Inhaltsstoffe: Etwa 2-5 % Saponine, Hauptsapogenin Quillajasäure (wie bei Seifenrinde), verschiedene Zucker und Kohlenhydrate

Humanmedizin: Aufgrund des Saponingehalts innerlich als Expektorans bei Bronchitis (heute meist ersetzt durch Primelwurzel)

Antiphlogistische, analgetische, serumcholesterolsenkende, ev. spermizide Wirksamkeit

Nebenwirkungen: : keine Angaben

Sonstige Anwendung: als Schaumbildner wie bei Seifenrinde (bildet stabilen Schaum)

Seifenrinde (*Quillaja saponaria* MOLINA, Rosaceae)

Herkunft: Chile, Peru und Bolivien. Etwa 15 m hoher immergrüner Laubbaum

Verwendet wird die von der Borke befreite Stammrinde

Inhaltsstoffe: Etwa 10 % Saponine, Hauptsapogenin Quillajasäure, etwa 10 – 15 % Gerbstoff, reichlich Calciumoxalat, Stärke.

Humanmedizin: Aufgrund des Saponingehalts innerlich als Expektorans bei Bronchitis (heute meist ersetzt durch Primelwurzel)

Serumcholesterolsenkende Wirkung: Reaktion der Gallensäure mit Saponinen wodurch die Resorption von Cholesterol gehemmt wird. Qu.saponine steigern bei der Maus die Antikörperproduktion und die Immunantwort nach viralen Infekten läuft beschleunigt ab

Nebenwirkungen : Nur bei Überdosierungen. Im Tierversuch wiesen sich Qu.-Extrakte auch nach 108 Wochen als untoxisch wenn 0,7 g Extrakt/kg/d verfüttert wurden

Sonstige Anwendung: als Schaumbildner wie bei Seifenrinde (bildet stabilen Schaum): Haarwaschmittel, Kopfwässer, Zahnputzpulver und Mundwässer