

Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshausschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blüenthripses (*Frankliniella occidentalis*).

AGES, Institut für Pflanzengesundheit



**Institut für Meteorologie
Universität für Bodenkultur**



Projektmitarbeiter und Autoren des Berichts

Dr. Andreas Kahrer

(AGES, Institut für Pflanzengesundheit)

Dr. Herbert Formayer

(BOKU, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Meteorologie)

Wien, im November 2006

StartClim2005.C3b

Teilprojekt von StartClim2005 „Klimawandel und Gesundheit!“

Projektleitung von StartClim2005:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt
Institut für Meteorologie, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

StartClim2005 wurde aus Mitteln des BMLFUW und des BMGF gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	4
C3b-1 Einleitung	5
C3b-1.1 Allgemeine Charakteristika von Gewächshauschädlingen in gemäßigten Klimazonen	5
C3b-1.2 Der Kalifornische Blütenthrips <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	6
C3b-1.2.1 Morphologie	6
C3b-1.2.2 Lebensweise und Entwicklungszyklus	6
C3b-1.2.3 Wirtspflanzen und Schäden	7
C3b-1.2.4 Verbreitung, Urheimat und Einschleppungsgeschichte	8
C3b-1.2.5 Möglichkeiten der Überwinterung	8
C3b-1.3 Strategien zur Lösung der Fragestellung	8
C3b-2 Auswertung der Literatur sowie eigene Studien	9
C3b-2.1 Entwicklung von <i>Frankliniella occidentalis</i> bei tiefen Temperaturen	9
C3b-2.2 Überwinterung von <i>Frankliniella occidentalis</i> in Südeuropa im Freien	9
C3b-2.3 Freilandverbreitung von <i>Frankliniella occidentalis</i> in Südeuropa	10
C3b-2.4 Temperaturverhältnisse in den Verbreitungsgebieten im Winter	11
C3b-3 Klimaszenario für den Alpenraum in Bezug auf das nördlichste Freilandvorkommen von <i>Frankliniella occidentalis</i>	14
C3b-4 Schlussfolgerung	15
C3b-5 Ausblick	16
Literaturverzeichnis	17
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	19

Kurzfassung

Die Auswertung bereits publizierter Laborversuche zur Mortalität von *Frankliniella occidentalis* bei niedrigen Temperaturen zeigte, dass diese die Überwinterungsmöglichkeiten nur mangelhaft beschreiben können, da adulte Thripse bei der vergleichsweise sehr milden Wintertemperatur von +5°C bloß für einen Zeitraum von 26 Tagen überleben konnten. Es wird daher vermutet, dass erfolgreiche Überwinterung nicht an ein einzelnes Entwicklungsstadium des Kalifornischen Blütenthripes gebunden ist, sondern nur dann erfolgt, wenn eine kontinuierliche Entwicklung ohne lange Unterbrechungen möglich ist. Es gibt bislang keine genaue Verbreitungskarte für *Frankliniella occidentalis*, aus der sich die nördliche Grenze für die Freilandverbreitung herauslesen ließe, da hierbei meist das Vorkommen in Gewächshäusern nicht von der Verbreitung im Freien klar getrennt wird. Jedoch lieferten zahlreiche Veröffentlichungen über Schäden durch *Frankliniella occidentalis* an verschiedenen typischen Freilandkulturen, Orte mit gesicherter Überwinterung im Freien. Die Darstellung der Temperaturbedingungen (mittlere Tagesmaxima und mittlere Wiederkehrsdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C) an jenen Orten mit Freilandüberwinterung zeigte übereinstimmend, dass Überwinterungsorte in der Emilia Romagna (Brisighella) tiefere Temperaturwerte besitzen, als jene aus weiter südlich gelegenen Verbreitungsgebieten. Man kann daher davon ausgehen, dass diese Orte in der Emilia Romagna schon viel näher an der Temperaturschwelle gelegen sind, welche eine Überwinterung im Freiland gerade noch ermöglicht. Demnach wäre ein Überleben im Winter dann möglich, wenn durchschnittlich alle 3 Wochen Temperaturen oberhalb von 15°C aufträten. Nach den derzeitigen Klimaszenarios für den Alpenraum wäre es denkbar, dass sich ähnliche Wintertemperaturen wie sie in der Emilia Romagna heute herrschen, in den wärmsten Regionen auch bei uns bis zur Mitte des Jahrhunderts einstellen könnten. Demgemäß müsste für Österreich ab der Mitte unseres Jahrhunderts mit der dauerhaften Festsetzung des Kalifornischen Blütenthripes im Freiland sowie gerechnet werden.

Abstract

Published data of laboratory experiments show that adult Western Flower Thrips (WFT) can survive at a temperature of +5°C for only 26 days. It is therefore assumed that overwintering is successful if continuous development is possible during the winter months. Such development could take place at a low level at temperatures of 15°C or somewhat lower. Numerous publications about damage on typical outdoor cultures such as wine or nectarines by WFT show that the most northerly outdoor distribution is situated in the Italian province of Emilia Romagna. At such a location the mean daily maximum temperatures during winter (DJF) range between 7° and 8°C, and temperatures higher than 15°C occur in intervals of less than 3 weeks. These winter conditions are thought to be similar to the temperature threshold that allows overwintering of WFT. According to scenarios predicted for alpine regions, winter conditions that presently occur in the Emilia Romagna could prevail in the warmest regions of Austria at the middle of this century. Accordingly, escape of WFT from greenhouses and outdoor overwintering in Austria are assumed to be very likely after that time.

C3b-1 Einleitung

Seit mehreren Jahrzehnten findet weltweit ein rascher Klimawandel statt. Zahlreiche internationale Studienergebnisse weisen auf zum Teil gravierende Veränderungen für Mensch, Pflanzen und Tiere hin und lassen in vielerlei Hinsicht Konsequenzen befürchten. Der Temperaturanstieg der letzten Dekaden im Alpenraum zeigt auf, wie rasch Veränderungen ablaufen können. Derzeitige Klimaänderungsszenarien für den Alpenraum gehen davon aus, dass die Erwärmung hier um den Faktor 1.2 bis 1.6 stärker sein wird als der globale Anstieg (CHRISTENSEN 2004) und somit Temperaturanstiege von bis zu 6°C bis zum Ende dieses Jahrhunderts durchaus möglich sind.

In dem Forschungsprojekt „Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich“, (KROMP-KOLB et al., 2003) wurde der derzeitige Wissensstand zu den Auswirkungen der Klimaänderung im Alpenraum auf die bestehende Fauna, aber auch auf mögliche Neuzuwanderungen zusammengestellt und bestehender Forschungsbedarf aufgezeigt. Im Rahmen von StartClim wurden und werden seither Untersuchungen in diese Richtung durchgeführt (z.B.: StartClim2005.C2; StartClim2005.C3a). Hierbei werden aber in erster Linie heimische oder zumindest in angrenzenden Regionen vorkommende Tierarten bzw. Schädlinge untersucht. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hingegen mit Schädlingen, die derzeit nur unter künstlichen Klimabedingungen (Glashäusern) bei uns überleben können. Ziel ist es, aufzuzeigen, welche Klimaänderungen notwendig sind, damit der ausgewählte Schädling bei uns im Freiland überleben kann und diese Ansprüche den derzeit gängigen Klimaänderungsszenarien gegenüber zu stellen.

C3b-1.1 Allgemeine Charakteristika von Gewächshauschädlingen in gemäßigten Klimazonen

Gewächshauschädlinge sind hochgradig an die Lebensweise in Gewächshäusern angepasst und zeigen zahlreiche biologische Übereinstimmungen:

- Die meisten Arten stammen aus den Tropen oder Subtropen – diese Arten können bei uns im Freiland nicht überwintern
- Sie sind äußerst polyphag, d.h. sie können an verschiedensten Wirtspflanzen leben
- Sie können unter Gewächshausbedingungen, wie sie bei uns herrschen, in jeder Saison zahlreiche Generationen entwickeln
- Sie entwickeln offenbar relativ leicht und rasch Resistenzen gegenüber Insektizidwirkstoffen

Die Ausbildung der Gewächshausfauna ist ein dynamischer Prozess, der noch andauert: es kommt nämlich immer wieder zu neuen Einschleppungen. Die Ursache dafür ist hauptsächlich im Welthandel mit Pflanzen (z.B. zugekaufte Jungpflanzen) zu suchen.

Die Herkunft der Gewächshauschädlinge ist nicht einheitlich, es sind Faunenelemente aus verschiedensten Ursprungsgebieten vertreten:

- Bohnenspinmilbe (*Tetranychus urticae*) ist bei uns einheimisch
- Der Baumwollkapselwurm (*Heliothis armigera*) stammt aus Südeuropa
- Die Weiße Fliege (*Trialeurodes vaporariorum*) stammt wahrscheinlich aus Afrika (Kenia)

- Die Blattadernminierfliege (*Liriomyza huidobrensis*) hat ihre Urheimat in Südamerika
- *Thrips palmi* kommt aus Südostasien
- Der Kalifornische Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) aus dem westlichen Nordamerika

Als Modellorganismus für dieses Projekt wurde der Kalifornische Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) ausgewählt. Hier schien die reelle Gefahr gegeben, dass sich für Österreich eine Änderung seiner Überwinterungsmöglichkeit infolge des Klimawandels ergeben könnte: Innerhalb von Nordamerika ist der Blütenthrips nämlich weit verbreitet und kommt noch relativ weit nördlich bis nach British Columbia vor (s.u.).

C3b-1.2 Der Kalifornische Blütenthrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

Frankliniella occidentalis gehört zur Insektenordnung der Fransenflügler oder Blasenfüßer (Thysanoptera).

C3b-1.2.1 Morphologie

Es handelt sich um etwa 1,5 mm lange, sehr schmale (stäbchenförmige) Insekten. Sie tragen 2 Paare durchsichtiger, beborsteter, schwertförmiger Flügel, die in Ruhe am Körper anliegen. Typische Merkmale sind je 2 lange Borsten am Vorderrand des Prothorax, die 8-gliedrige Antenne, die durchgehende Borstenreihe an der Nebenader der Vorderflügel, sowie die lange Postoccipitalborste am Hinterkopf. Die dünnchaligen Eier sind durchsichtig und werden im Pflanzengewebe versenkt. Daraus entwickelt sich ein erstes und zweites Larvenstadium, daran schließt eine Präpuppe und ein Puppenstadium an. Larven haben eine ähnliche Körperform, wie die adulten Tiere, allerdings besitzen sie noch keine Flügel. Ein weiteres typisches Larvenmerkmal sind die geringelten Antennen. Die Farbe des adulten Insekts schwankt von gelb und hellbraun im Sommer bis zu dunkelbraun im Herbst und Frühjahr. Larven können auch grünlich gefärbt sein.



Abb. C3b-1: Erwachsener Kalifornischer Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) auf einem Blatt – die natürliche Größe (Länge) beträgt 1,5 mm. (Photo AGES/Kahrer)

C3b-1.2.2 Lebensweise und Entwicklungszyklus

Die Weibchen stechen mit Hilfe des Legebohrers junges Blattgewebe an und injizieren ihre Eier knapp unter der Oberfläche. Die Pflanze reagiert auf diesen Einstich oftmals

mit winzigen Verkorkungen. Nach 6 Tagen (bei 20°C) schlüpfen Larven - diese kriechen ins Freie und suchen geeignete Saugstellen an ihren Wirtspflanzen auf. Es sind dies bevorzugt Spalträume wie Blüten oder Stellen, wo zwei Pflanzenteile einander berühren. An den gut geschützten Blattunterseiten fühlen sie sich ebenfalls wohl. Die Larven sowie die Adulten ernähren sich vom Inhalt von oberflächlich gelegenen Pflanzenzellen oder von Pollenkörnern, die sie in Blüten finden. Stilettartig geformte Mundwerkzeuge ermöglichen das Einstechen und Aussaugen dieser Zellen. Zur Verpuppung verlassen die Tiere ihre Wirtspflanze. Die Puppenruhe findet im Erdboden in geringer Tiefe statt. Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zum Schlüpfen des adulten Thripses dauert bei 20°C 22 Tage. Erwachsene Thripse sind sehr beweglich, sie können gut springen und fliegen. Größere Entfernungen werden jedoch vermutlich eher passiv durch Windverdriftung überwunden. Während der Sommermonate pflanzt sich der Kalifornische Blütenthrips rein parthenogenetisch fort, im Herbst sind hingegen auch oft Männchen anzutreffen.

C3b-1.2.3 Wirtspflanzen und Schäden

Der Kalifornische Blütenthrips kann an Blättern und Blüten nahezu aller Gemüse-, Zierpflanzen und Unkräuter unter Glas auftreten. Darüber hinaus vermehrt er sich bei uns während der Sommermonate in Glashausnähe auch im Freiland. Unter den Gemüsearten sind Gurken und Paprika besonders gefährdet. Aus Ländern mit Freilandvorkommen werden auch Schäden an Weinpflanzen, Khaki und Nektarinen gemeldet. Der Kalifornische Blütenthrips schädigt sowohl an den Blättern als auch in den Blüten. Er verhält sich lange Zeit eher unauffällig, erste Schadsymptome an den Blättern sind schwer zu finden, da zunächst nur die äußeren Zellschichten an den Blattunterseiten geschädigt werden. An den Einstichstellen entstehen je nach Pflanzenart unterschiedlich gefärbte gelbweiße bis bräunliche Vertrocknungen: Ursache dafür ist der Speichel, der beim Saugvorgang in die Pflanzenzellen injiziert wird. Bewegt man das Blatt gegen das Licht, werden silbrig glänzende Stellen erkennbar. Mit einer Lupe kann man den Schädling meistens am Rand dieser befallenen Stelle finden. Ein weiteres Charakteristikum sind die winzig kleinen dunklen Kottröpfchen, die sich deutlich von dem silbrig glänzenden Hintergrund abheben. In Blüten sind die Tiere gut erkennbar. Werden junge Früchte angestochen, entwickeln sich daraus später Verkorkungen und Krümmungen an den Einstichstellen. Bei einer ausgewachsenen Frucht lassen sich noch Gewebsverletzungen, die Wochen vorher entstanden sind, erkennen - außerdem können sich solche Früchte durch unregelmäßiges Wachstum verkrümmen. Wirtschaftlich bedeutsam ist der Schaden wegen der direkten Schäden an Früchten (Deformation, Verkorkungen, Silberglanz, ...) aber auch weil äußerst wichtige Viruserkrankungen (z.B.: Bronzefleckenvirus) hauptsächlich durch den Kalifornischen Blütenthrips übertragen werden.



Abb. C3b-2: Schadsymptome an verschiedenen Gemüsearten – hervorgerufen durch den Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*). Von links nach rechts: weißliche Nekrosen an Gurkenblatt, Verkorkungen an Paprikafrucht und Silberglanz an Pfefferni. (Photos AGES/Dukat, /Kahrer, /Kahrer)

C3b-1.2.4 Verbreitung, Urheimat und Einschleppungsgeschichte

Der Kalifornische Blütenthrips stammt ursprünglich von der Westküste der USA (Kalifornien). Seine Verbreitung erstreckt sich dort ziemlich weit nordwärts bis in das Okanagan Valley in British Columbia (Canada), welches wärmebegünstigt liegt und wo noch Weinbauklima anzutreffen ist. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blütenthrips in seinem Ursprungsgebiet an der Westküste Nordamerikas eine wesentlich größere genetische Variabilität aufweist, als in seinen sekundären Verbreitungsgebieten, wo er erst vor relativ kurzer Zeit eingeschleppt worden ist.

Im Jahre 1985 wurde er erstmals in Europa gefunden: gleichzeitig wurde er aus Gewächshäusern in Südkandinavien, Norddeutschland und den Niederlanden an verschiedenen Kulturen unter Glas festgestellt (Zur Strassen 1986). Seither hat er sich in Europa stetig ausgebreitet, sodass er derzeit im geschützten Bereich (Gewächshäuser, Geschäftsräume, Wohnungen, ...) in sämtlichen europäischen Staaten anzutreffen ist. Darüber hinaus hat er sich in Südeuropa auch im Freiland fest etablieren können (Marullo 1991). In Österreich wurde er etwa im Jahr 1986 bei uns eingeschleppt und stellt seither in Gewächshäusern einen Problemschädling dar.

C3b-1.2.5 Möglichkeiten der Überwinterung

In Gewächshäusern kann sich der Kalifornische Blütenthrips in allen Jahreszeiten kontinuierlich entwickeln, ohne dass irgendwelche Ruhepausen eingeschaltet sind. Das Überdauern ungünstiger Temperaturen erfolgt wie bei anderen Thysanopteren als Quieszenz, nicht jedoch als Diapause im engeren Sinne (Lewis 1997). Hierbei wird die Entwicklung bei Einsetzen niedriger Temperaturen unterbrochen, kann aber bei Temperaturanstieg jederzeit wieder aufgenommen werden. *Frankliniella occidentalis* zeigt offenbar keine hoch entwickelte Anpassung an lang dauernde Frostperioden während des Winters.

C3b-1.3 Strategien zur Lösung der Fragestellung

Um die gegebene Fragestellung lösen zu können, wurde ein mehrstufiger Ansatz gewählt:

Zunächst sollten in einem ersten Schritt Basisdaten aus der Literatur erhoben werden bezüglich der Mortalität bei unterschiedlich niedrigen Temperaturen. Im Umkehrschluss sollten dadurch jene Temperaturschwellen ermittelt werden, welche ein Überleben im Winter ermöglichen.

Unabhängig davon sollte in einem zweiten Schritt die gegenwärtige Freilandverbreitung von *Frankliniella occidentalis* in Europa geklärt werden. Diese sollte dann nach Möglichkeit in Übereinstimmung mit den Schwellenwerten des ersten Schrittes gebracht werden. Falls dies nicht möglich wäre, sollten jene Temperaturwerte gesucht werden, welche die gegenwärtige Verbreitung im Freiland erklären könnten.

Im letzten Schritt wäre durch Simulation des Wettergeschehens bei fortwährendem Klimawandel zu klären, ob die in den vorigen Schritten gewonnen Temperaturschwellenwerte im Alpenraum erreicht würden, sodass *Frankliniella occidentalis* bei uns im Freiland überwintern könnte und sich dort verbreiten würde.

C3b-2 Auswertung der Literatur sowie eigene Studien

Es gibt umfangreiche Literatur über die Wirkung niedriger Temperaturen auf verschiedenste Insekten (Zusammenfassung z.B. bei BALE 1987 und 1989, BAUST 1985, DANKS 1978). Übereinstimmend wird dabei hervorgehoben, dass neben dem Gefrierpunkt der Hämolymphe eines Insekts als einem Basiswert auch unterschiedlichste letale Effekte oberhalb dieses Punktes für das Überleben im Winter von großer Wichtigkeit sind. Deshalb wären die tatsächlich für das Überleben erforderlichen Minimaltemperaturen viel höher anzusetzen, als die im Labor gemessenen Gefrierpunkte.

C3b-2.1 Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* bei tiefen Temperaturen

Über Temperaturschwellen und Entwicklungsgeschwindigkeiten des Kalifornischen Blüthenthripes wurde von zahlreichen Autoren publiziert (GAUM 1994, LOWRY 1992, KATAYAMA 1997, MAC DONALD 1998, VAN RIJN 1995). Die Autoren gelangten dabei zu unterschiedlichen Werten eines Entwicklungsnullpunkts zwischen 6,5 und 11,5°C. Bei 15°C wird über Eiablagen und eine Lebensdauer der adulten Weibchen von mehr als 3 Monaten berichtet (KATAYAMA 1997). Von MAC DONALD wurden 1997 umfangreiche Laborversuche zur Mortalität bei niedrigen Temperaturen veröffentlicht: dabei waren Larven weniger kälteresistent als Adulte, Akklimatisierung spielte eine wichtige Rolle. Nach kurzfristiger Abkühlung auf -20,2°C waren 99,5 % aller Tiere tot. Eine 99,5 prozentige Abtötung adulter Thripse erfolgte bei -10°C nach 5 Tagen, bei -5°C nach 11,6 Tagen und bei +5°C nach 26,5 Tagen. In einer ähnlichen Studie von BRØDSGAARD 1993 wurde geringere Kälteresistenz gefunden.

Diese Angaben wurden zwar auf exakte Weise in Laborversuchen gewonnen, jedoch sind sie für die Anwendung auf reale Temperaturverläufe nur wenig geeignet, da der rechnerische Zusammenhang zu realen Temperaturverläufen in Überwinterungsversuchen fehlt. Zudem ist ungeklärt, auf welche Weise sich unmittelbar aufeinander folgende verschiedene niedrige Temperaturen auswirken würden. Als Hauptschwierigkeit erscheint den Autoren jedoch ein Überleben adulter Thripse bei der äußerst milden Wintertemperatur von +5°C für einen Zeitraum von bloß 26 Tagen. Dies erscheint als viel zu gering, um auch sehr milde südliche Winter überdauern zu können. Es war daher notwendig, noch andere Möglichkeiten der Überwinterung in Erwägung zu ziehen: demnach ist es denkbar, dass es gar kein einzelnes Überwinterungsstadium gibt, sondern, dass eine erfolgreiche Überwinterung nur dann erfolgen kann, wenn eine kontinuierliche Entwicklung möglich ist. Die nächste Frage ist natürlich die, in welchem Temperaturbereich solch eine kontinuierliche Entwicklung auf niedrigem Niveau stattfinden könnte. Folgende Fixwerte wären dabei zu beachten:

- Die gesuchte Temperatur sollte oberhalb 6,5°C-11,5°C als dem Entwicklungsnullpunkt liegen
- Die gesuchte Temperatur sollte unterhalb von 15°C liegen, als der tiefsten Temperatur, bei der noch Eiablage zu beobachten war

Für die vorliegende Studie wurde 15°C gewählt, wodurch ein gewisser Abstand zum Entwicklungsnullpunkt gegeben ist. Wahrscheinlich wäre jedoch noch eine etwas niedrigere Temperaturschwelle möglich gewesen.

C3b-2.2 Überwinterung von *Frankliniella occidentalis* in Südeuropa im Freien

Frankliniella occidentalis überwintert in Süditalien in verschiedenen Blüten (*Amaranthus* sp., *Chenopodium* sp., *Solanum nigrum*, *Heliotropum europaeum*, *Anthemis maritima*, *Helichrysum italicum*, *Inula* sp., *Diploxys* sp., *Ranunculus* spp., ...) in der Küstenregion, jedoch nicht im Bergland (Marullo 1999) - vermutlich weil die Winter dort zu streng sind.

Dabei verläuft die Entwicklung kontinuierlich – d.h. ohne längere Pausen. Zur Überwinterung sind Gebiete geeignet, bei denen das Monatsmittel des Tagesmaximums während der Wintermonate nicht niedriger als 5-6°C liegt (Marullo 1991). Adulte Thripse wurden immer wieder mit legereifen Eiern im Körperinneren gefunden (Del Bene 1989). Es liegen jedoch keine Berichte vor, von überwinternden Eiern im Pflanzeninneren.

Die Angabe der Freilandüberwinterung bei Monatsmittelwerten oberhalb von 5- 6°C bei MARULLO erfolgte ohne nähere Erläuterung, es war auch nicht möglich, auf dem Wege der direkten Kontaktaufnahme zur Autorin genauere Angaben zu erhalten. Die Autoren vermuten daher, dass in diesem Falle die Monatsmittelwerte im Winter für verschiedene Orte mit bekanntem Freilandauftreten verglichen wurden: das Ergebnis wäre dann mindestens 5-6°C gewesen.

C3b-2.3 Freilandverbreitung von *Frankliniella occidentalis* in Südeuropa

Es gibt keine genauen Verbreitungskarten für *Frankliniella occidentalis*, aus denen sich die nördliche Grenze für die Freilandverbreitung herauslesen ließe, da hierbei meist das Vorkommen in Gewächshäusern nicht von der Verbreitung im Freien klar getrennt wird. Summarisch werden Apulien, Basilicata und Sizilien als Provinzen mit Freilandüberwinterung genannt (Abbruzzetti 1999). Zusätzlich wird jedoch des Öfteren über Schäden durch *Frankliniella occidentalis* an Wein und Obstkulturen berichtet, welche Rückschlüsse darauf zulassen, dass in den betroffenen Gebieten die Überwinterung im Freiland erfolgt ist. Eine kleine Auswahl von Literaturzitaten wurde in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tab. C3b-1: Schäden durch *Frankliniella occidentalis* an typischen Freilandkulturen

Örtlicher Bezug	Kultur	Autor
Brisighella / Emilia Romagna / Italien	Nektarinen	Pollini 2004
Pescia / Toscana / Italien	Chrysanthenen	Del Bene 1989
Rom, Latina / Italien	Wein	Abbruzzetti 199.
Murcia / Spanien	Nektarinen	Lacasa et al. 1993
Roussillon / Frankreich	Nektarinen	Nicolas 1994
Guadalquivir-Tal / Spanien	Nektarinen	Gonzales et al. 1994
Sizilien, Apulien / Italien	Wein	Ciampolini 1990

Jene Ortschaften, auf die hier Bezug genommen wurde, sind in untenstehender Europakarte jeweils als purpurfarbener Stern eingezeichnet. Die hier dargestellten Orte bzw. Gegenden liefern für sich genommen selbstverständlich noch keine genaue Verbreitungskarte, trotzdem ist es möglich, weiter nördlich gelegene Verbreitungsgebiete, die näher an der noch unbekanntes nördlichen Verbreitungsgrenze gelegen sind, zu identifizieren.

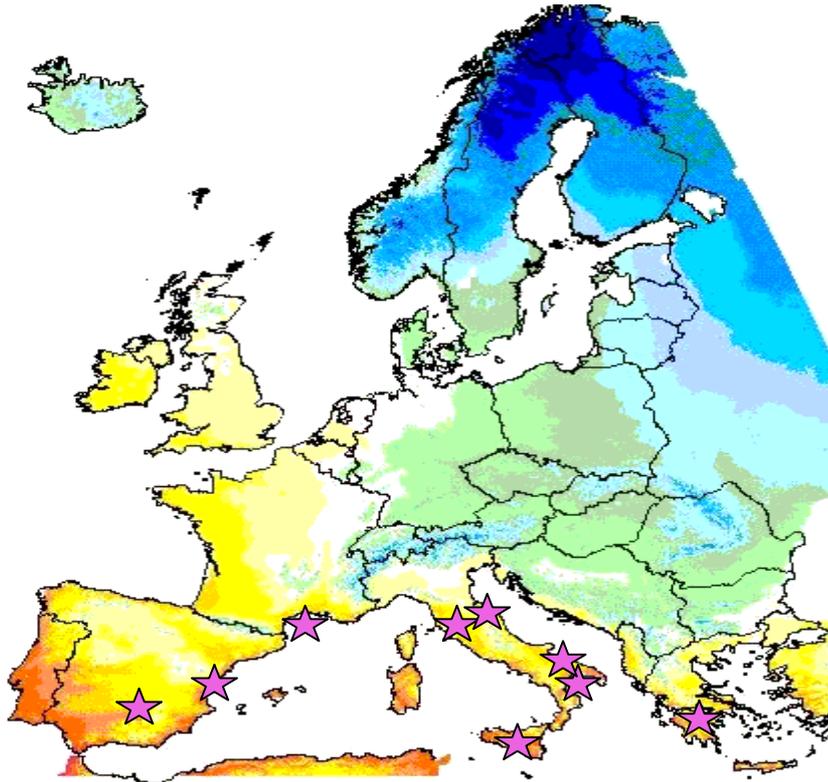


Abb. C3b-3: Durch *Frankliniella occidentalis* hervorgerufene Schäden an verschiedenen typischen Freilandkulturen (purpurfarbene Sterne) wie Nektarinen und Wein. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blüenthrrips in solchen Gebieten im Freiland überwintert. Kartenhintergrund mittlere Januartemperatur in Europa (nach IIASA 2006)

C3b-2.4 Temperaturverhältnisse in den Verbreitungsgebieten im Winter

Um einen ersten Überblick über die Temperaturbedingungen während der Wintermonate für Orte mit sicherer Überwinterung von *Frankliniella occidentalis* zu erhalten, wurden

Mittel des Tagesmaximums im Winter [DJF] und die Standardabweichung

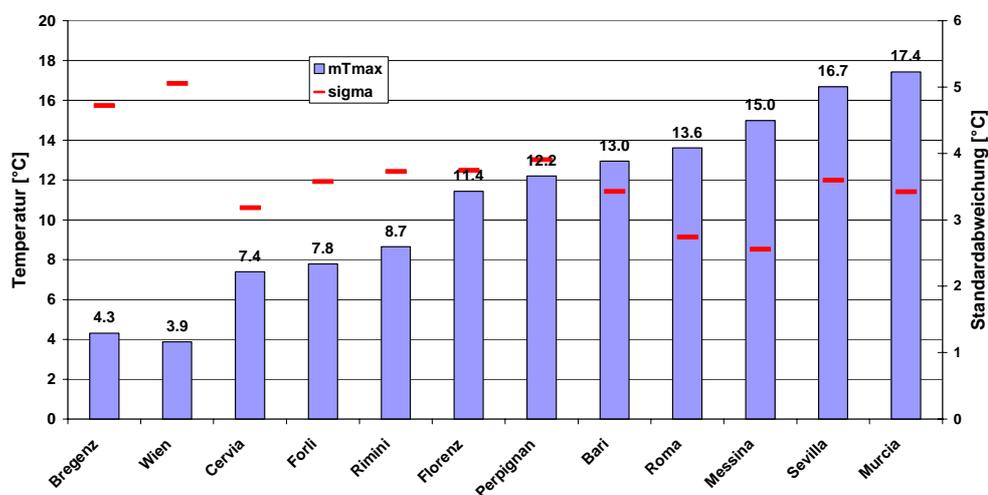


Abb. C3b-4: Mittel des Tagesmaximums im Winter [DJF] und die Standardabweichung (Sigma) für Österreich (Wien, Bregenz) und jene Orte an denen mit Freilandüberwinterung des Kalifornischen Blüenthripses gerechnet werden muss.

für die ausgewählten Orte aus Abb. C3b-3 das mittlere Tagesmaximum während der Wintermonate im Vergleich zu eher warmen Standorten in Österreich (Wien, Bregenz) dargestellt. Es zeigt sich sehr deutlich, dass die 3 Orte in der Emilia Romagna (Cervia, Forli und Rimini) deutlich tiefere mittlere Tagesmaxima aufweisen, als die weiter im Süden gelegenen Gebiete mit Freilandüberwinterung von *Frankliniella occidentalis*. Man kann vermuten, dass die Temperaturwerte für die Emilia Romagna schon viel näher an jener Temperaturschwelle gelegen sind, welche eine Überwinterung im Freiland gerade noch ermöglicht. Es muss an dieser Stelle jedoch sehr klar herausgestrichen werden, dass Monatsmittelwerte in Küstennähe etwas ganz anderes bedeuten, als solche im Landesinneren z.B. von Wien. Dies kommt auch in der unterschiedlichen Standardabweichung der Temperaturen (Abb. C3b-4) zum Ausdruck. Die Mittelwerte eignen sich in dieser Form daher noch nicht für die Anwendung auf ein Klimaszenario.

Die unterschiedliche Variabilität an küstennahen Standorten verglichen mit Österreichischen hat zwei verschiedene Effekte. Einerseits kommen bei uns selbst in Monaten mit hohem Temperaturmittel kalte Tage vor, welche die Mortalitätsraten von *Frankliniella occidentalis* erhöhen. Andererseits gibt es bei uns auch eine größere interannuale Variabilität. Dies führt dazu, dass an der Station Wien Hohe Werte zwar die Wintermitteltemperatur bei 0.3°C liegt, die wärmsten Winter jedoch Temperaturen von mehr als 3.5°C erreichen und Einzelmonate sogar über 5°C warm sind. Vergleicht man nun die Wintertemperaturen der beiden österreichischen Standorte mit jenen der Emilia Romagna, so zeigt sich ein mittlerer Unterschied von rund 3°C bis 4°C, jedoch können Einzelmonate bereits die Mittelwerte der Emilia Romagna erreichen. Da aber bei Monatsdaten die unterschiedliche tägliche Variabilität der Temperatur nicht enthalten ist, kann man anhand dieser die notwendige Klimaänderung nicht genau quantifizieren.

Daher wurde nach einer anderen Methode gesucht, um doch noch die erforderlichen Temperaturbedingungen für die Freilandüberwinterung von *Frankliniella occidentalis* herauszufiltern. Hierzu wurde für die zu untersuchenden Orte jene Häufigkeit gesucht, mit der während der Wintermonate Bedingungen auftraten, die eine Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* auf niedrigem Niveau erlauben sollten. Dieser Schwellenwert war bereits in Kapitel C3b-2.1 mit 15°C festgelegt worden. Das Ergebnis einer solchen Auswertung für Österreich (Wien, Bregenz) ist in Abb. C3b-5 dargestellt.

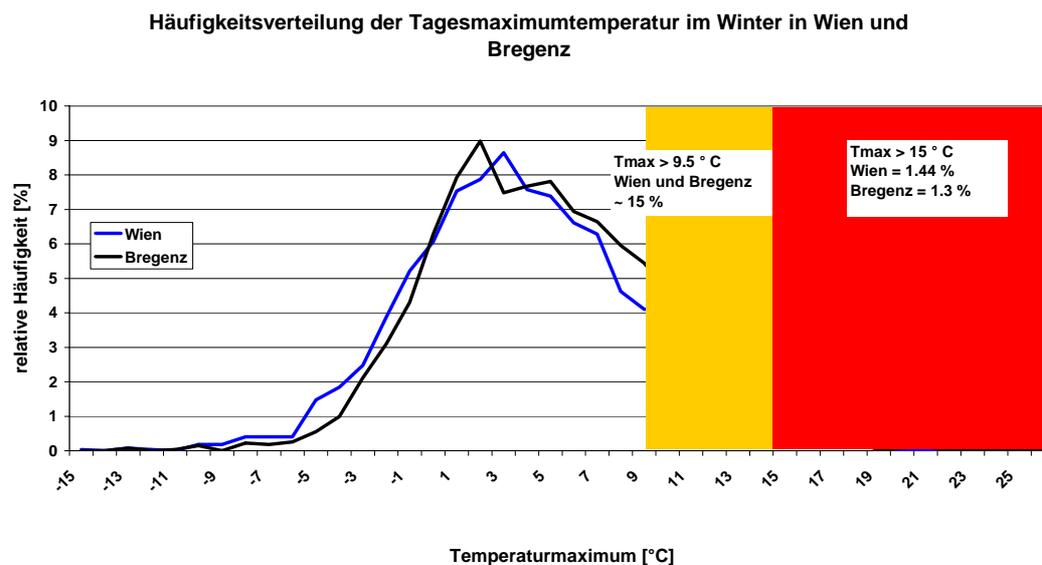


Abb. C3b-5: Häufigkeitsverteilung der Tagesmaximumtemperatur im Winter für Wien und Bregenz. Die Fläche unter der Kurve im roten Bereich repräsentiert jene Häufigkeit mit der Temperaturen von größer oder gleich 15°C erreicht werden.

Um die Anschaulichkeit zu erhöhen, wurden zusätzlich die mittleren Zeitintervalle zwischen Tagen mit Temperaturmaxima über 15 °C berechnet – diese sind für die Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* geeignet - und graphisch dargestellt. So beträgt z.B. für Wien die Wahrscheinlichkeit, dass im Winter (Dezember, Januar, Februar) Temperaturen von 15°C oder darüber herrschen, 1,44%; die mittlere Anzahl von Tagen mit diesen Bedingungen im Winter beträgt daher 1,29. Alle 69,4 Tage ist somit eine Temperatur von mehr als 15°C zu erwarten. Diese Art der Berechnung wurde nun für alle in Abb. C3b-4 angeführten Klimastationen angewandt (C3b-6):

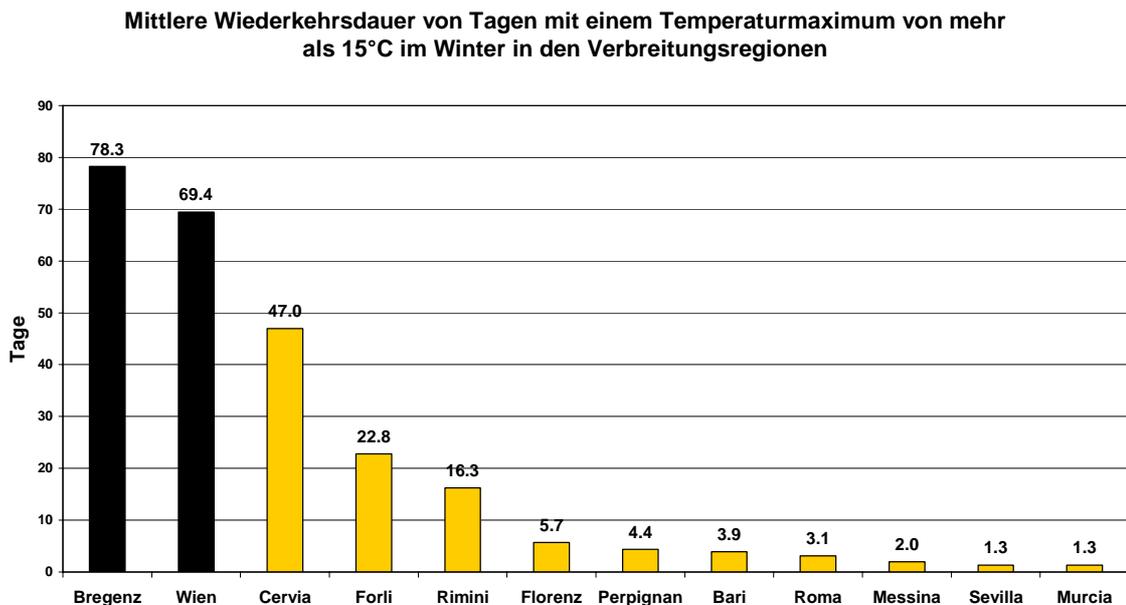


Abb. C3b-6: Mittlere Wiederkehrsdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C im Winter in den Verbreitungsregionen von *Frankliniella occidentalis* im Vergleich zu Österreich (Wien, Bregenz).

Auch hier zeigt sich ein ähnliches Bild, dass die 3 Orte der Emilia Romagna, nämlich Cervia, Forli und Rimini Temperaturschwellen besitzen, welche zwischen den analogen Werten für den Alpenraum und den südlicheren Verbreitungsgebieten liegen. Anscheinend reichen Wiederkehrintervalle von etwa 3 Wochen aus, um das Überleben im Freiland zu sichern. Einschränkend muss jedoch festgehalten werden, dass die Datenbasis der 3 Stationen nur als mittel bis schlecht einzustufen ist: Für Rimini liegen zwar Aufzeichnungen aus 15 Jahren vor, von Forli und Cervia konnten lediglich für 2 Jahre Temperaturdaten analysiert werden. Deshalb muss die Wiederkehrsdauer von 47.0 Tagen in Cervia sehr vorsichtig interpretiert werden. Der Unterschied zwischen Forli und Rimini scheint realistischer, da Forli im Landesinneren liegt und Rimini direkt am Meer.

Für eine genaue Quantifizierung des notwendigen Temperaturniveaus für die Freilandüberwinterung von *Frankliniella occidentalis* wäre eine systematische Untersuchung von mehreren Stationen in der Emilia Romagna mit zumindest 30 jährigen Zeitreihen notwendig. Weiters müsste noch untersucht werden, ob die *Frankliniella occidentalis* in der Emilia Romagna nur in besonders warmen Wintern überleben kann, oder ob schon mittlere Winter dafür ausreichen und auch zusätzliche topoklimatische Informationen (Distanz zum Meer, Becken oder Hügellagen) wären wichtig.

C3b-3 Klimaszenario für den Alpenraum in Bezug auf das nördlichste Freilandvorkommen von *Frankliniella occidentalis*

In Kapitel c3b-2.4 konnte gezeigt werden, dass in der kältesten in Europa nachgewiesenen Region mit einer Freilandüberwinterung von *Frankliniella occidentalis* – der Emilia Romagna – dass mittlere Temperaturniveau im Winter um rund 3 bis 4 °C höher liegt als in den wärmsten Regionen Österreichs. Stellt man diesen Anspruch unseren derzeitigen Vorstellungen von der Klimaänderung im Alpenraum gegenüber, so ergibt sich ein mögliches Überwintern von *Frankliniella occidentalis* ab der Mitte dieses Jahrhunderts. Als Beispiel für Klimaszenarien für den Winter im Alpenraum sind in Abb. C3b-7 die Temperaturszenarien basierend auf den Ergebnissen von Ensembleläufen des GCM ECHAM5 (RÖCKNER, 2005) für die 2 SRES Emissionsszenarien A1B und A2 dargestellt. Bei der Darstellung handelt es sich um je ein Mittel über 3 Läufe und 10 jährige Mittelwerte. In beiden Emissionsszenarien wird bis in die Mitte der 70er Jahre ein Temperaturanstieg von 3 °C und bis in die Mitte der 90er Jahre ein Anstieg von 4 °C erreicht. Berücksichtigt man die Schwankungsbreiten innerhalb der einzelnen Ensembleläufe und auch andere Studien über Klimaänderung im Alpenraum wie Prudence (CHRISTENSEN, 2004) so muss man ab der Mitte dieses Jahrhunderts mit einer möglichen Überwinterung von *Frankliniella occidentalis* an warmen Standorten in Österreich rechnen.

Temperaturszenario (10 jährige Mittel) für den Alpenraum basierend auf ECHAM5 Ensembleläufe

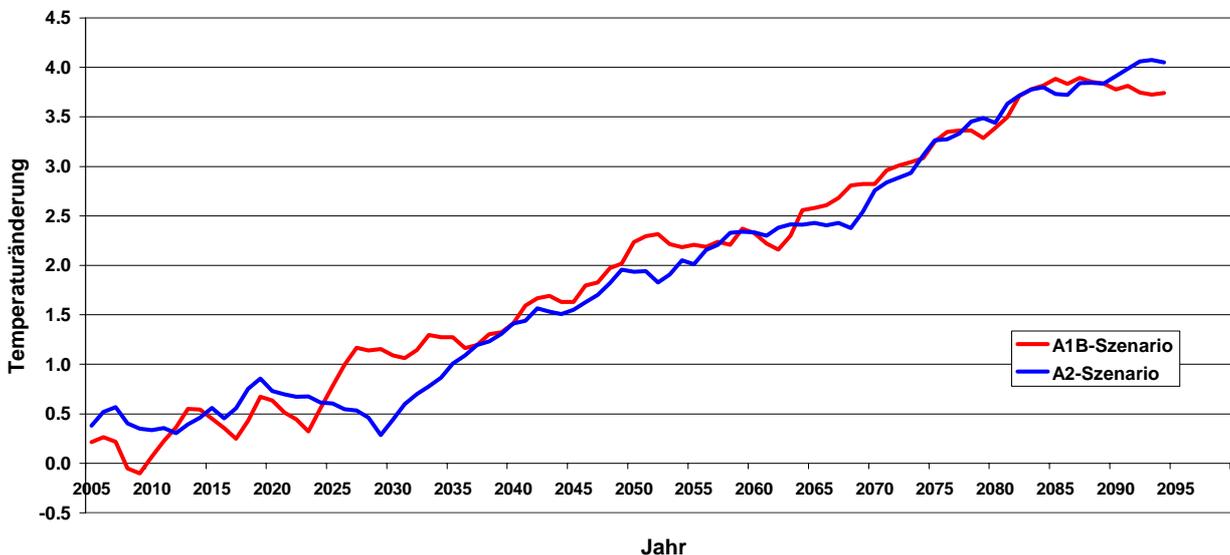


Abb. C3b-7: Mittlere Änderung der Wintertemperatur im Alpenraum. Szenario basierend auf je 3 Ensembleläufe des GCMs ECHAM5 betrieben mit den Emissionsszenarien A1B und A2. Mittel über je 3 Ensembles und 10 Jahre.

C3b-4 Schlussfolgerung

Als die kälteste Region Europas, in der ein Freilandvorkommen des Kalifornischen Blütenthrips konstatiert werden konnte, wurde die Emilia Romagna in Italien mit der Ortschaft Brisighella ermittelt. Diese Region besitzt Wintertemperaturen, welche nur rund 3 bis 4°C wärmer sind, als die in warmen Regionen Österreichs (Wien/Bregenz) und ist somit deutlich kühler, als alle anderen Verbreitungsgebiete des Kalifornischen Blütenthrips in Italien, Frankreich oder Spanien. Die nächstgelegenen Klimastationen von Brisighella Rimini, Forli und Cervia zeigen den erwähnten mittleren Wintertemperaturunterschied von 3 bis 4°C. Die zugängliche Datenlage von nur 2 Jahren an zwei dieser Stationen beeinträchtigt jedoch die Belastbarkeit der Klimaanalysen.

Da sowohl die tägliche als auch die interannuale Variabilität an küstennahen Standorten mit jenen in Österreich nicht vergleichbar ist, wurde versucht, die Klimaschwellwerte für das Überwintern des Kalifornischen Blütenthrips an Tageswerten fest zu machen. Hierbei stellte sich eine Tagesmaximumtemperatur von mindestens 15°C als brauchbar heraus, da diese Temperatur schon über dem Entwicklungsnullpunkt liegt und auch Reproduktion der Thripse möglich ist. Anscheinend reicht eine Wiederkehrsdauer von rund 3 Wochen im Mittel aus, um eine Überwinterung des Kalifornischen Blütenthrips zu ermöglichen. In Österreich liegt diese Wiederkehrsdauer derzeit bei etwa 2 bis 2.5 Monaten.

Eine eindeutige Aussage, welche Klimaänderung notwendig ist, damit der Kalifornische Blütenthrips bei uns überwintern kann ist derzeit noch nicht möglich. Basierend auf Mitteltemperaturen müsste man etwa ab Mitte dieses Jahrhunderts damit rechnen. Wie oben ausgeführt sollte man jedoch eher die Wiederkehrswahrscheinlichkeit von Tagen mit mehr als 15 °C im Winter betrachten. Hierbei stellt sich jedoch die Frage, ob bereits ein warmer Winter mit genügend warmen Tagen ausreicht, um eine genügend große Thrips-Population überwintern zu lassen, die Schäden verursachen kann, oder ob sich eine Freilandpopulation erst nach einigen warmen Wintern etablieren kann. Die Beantwortung dieser Frage beeinflusst natürlich stark die Einschätzung der dafür notwendigen Erwärmung.

C3b-5 Ausblick

Zur besseren Absicherung dieser Ergebnisse wäre die Durchführung weiterer Untersuchungen günstig: vor allem sollten weitere Ortschaften mit gesicherter Überwinterung des Kalifornischen Blütenthrips in der Emilia Romagna gesucht werden. Wünschenswert wäre hierbei eine genau Lokalisierung des Vorkommens, um auch die topoklimatischen Verhältnisse mit berücksichtigen zu können und auch Informationen über das Schwanken des Auftretens von Jahr zu Jahr.

Besonders die Informationen über das Vorkommen in einzelnen Jahren wäre bei der Festlegung der Mindestansprüche von großer Bedeutung, da man daraus ableiten könnte, ob einzelne warme Winter ausreichen, oder ob mehrjährige günstige Bedingungen notwendig sind.

Neben diesen zusätzlichen Beobachtungsdaten zum Vorkommen des Kalifornischen Blütenthrips müssten natürlich umfassendere Klimadaten direkt vom italienischen Wetterdienst angefordert werden, um ähnlich aussagekräftige Klimaanalysen wie für Österreich durchführen zu können.

Literaturverzeichnis

- ABBRUZZETTI G., GRANDE C (1999). Prove di lotta al tripide americano *Frankliniella occidentalis* su uva da tavola con l'impiego di chlorfenapyr. *Informatore Fitopatologico* 49(11), 36-39.
- BALE J.S. (1987): Insect Cold Hardiness: Freezing and supercooling - an ecophysiological perspective. *J. Insect Physiology* 33(12), 899-908.
- BALE J.S. (1989): Cold Hardiness and Overwintering of Insects. *Agricultural Zoology Reviews* 3, 157-192.
- BAUST J.G., ROJAS R.R. (1985): Review – Insect cold hardiness: Facts and Fancy. *J. Insect Physiology*. Vol 31(10), 755-759
- CIAMPOLINI M., PERRINI S., TUMINO S. (1990): Forti danni da tripidi ad uva da tavolanei vigneti meridionali. *Informatore Agrario* 47(7): 127-131
- CHRISTENSEN J. H. (2004): Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects. PRUDENCE EVK2-CT2001-00132 –Final Report. <http://prudence.dmi.dk>
- DANKS H.V. (1978): Modes of seasonal adaptation in the Insects. *Canad. Entomologist* 110: 1167-1204
- DEL BENE G., GARGANI E. (1989): Contributo alla conoscenza di *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Redia* 72(2), 403-420.
- GAUM W.G., GILIOMEE J.H. und PRINGLE K.L. (1994): Life History and life tables of western flower Thrips *Frankliniella occidentalis* on english cucumbers. *Bull. Ent. Res.* 84, 219-224.
- GONZALES E., ALVARADO M., BERLANGA E., SERRANO A., DE LA ROSA A. (1994): Danos producidos por tripsen nectarinas en el Valle del Guadalquivir. *Bolletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 20(1): 229-241.
- IIASA (2006): EUROPE - MONTHLY MEAN TEMPERATURE 1 KM
HTTP://WWW.IIASA.AC.AT/RESEARCH/LUC/GIS/CLIM_EUR.HTM
- KATAYAMA H. (1997): Effect of temperature on development and oviposition of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Jap. Jour. of Applied Entomology and Zoology* 41(4), 225-231.
- KROMP-KOLB, H., GERERSDORFER, T., ASPÖCK, H., BAIER, P., SCHOPF, A., GEPP, J., GRAF, W., MOOG, O., KROMP, B., KYEK, M., PINTAR, M., FORMAYER, H., PARZ-GOLLNER, R., RABITSCH, W., SCHEIFINGER, H., SCHMUTZ, S., JUNGWIRTH, M., VOGL, W., WINKLER, H. (2003): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich. Endbericht, im Auftrag des BMLFUW; ISBN: 978-3-900962-63-0.
- LACASA A., TORRES J., MARTINEZ M.C. (1993): *Frankliniella occidentalis* en los cultivos de nectarina de Murcia. Evolucion de las poblaciones y comportamiento de variedades. *Bolletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 19(3): 335-344.
- LEWIS T. (1997): *Thrips as Crop Pests*, Wallingford , UK
- LOWRY V.K., SMITH J.W., MITCHELL F.L. (1992): Life fertility tables for *Frankliniella fusca* and *Frankliniella occidentalis* on Peanut. *Ann. of the ent. Soc. Amer.* 85(6), 744-754.
- MAC DONALD, BALE J.R. WALTERS K.F.A. (1997): Low temperature mortality and overwintering of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Bull. Entom. Res.* 87, 497-505.
- MAC DONALD, BALE J.R. Walters K.F.A. (1998): Effect of temperature on development of the western flower thrips , *Frankliniella occidentalis*. *Europ. Journ. Entom.* 95(2), 301-306.

- MARULLO R. (1991): *Frankliniella*, biologia, e strategie di difesa. *Terra e Vita* 15, 72-73.
- MARULLO R. (1999): (Impact of an introduced pest thrips on the indigenous natural history and agricultural systems of southern Italy. *Proceedings of the 7th International symposium on Thysanoptera*, 285-288.
- NICOLAS J., AUMONT C. (1994): Le thrips californien sur pecher-nectarinier en Roussillon. *Synthese de trois annees d'etudes. Phytoma* 460, 30-34.
- POLLINI A., CERONI M.R.(2004): Le problematique della difesa dai tripidi del pesco. *Informatore Agrario* 60(12), 85-87.
- ROECKNER (2005): IPCC DDC AR4 ECHAM5/MPI-OM. <http://cera-www.dkrz.de/>
- VAN RIJN, P.C.J., MOLLEMA C., STEENHUIS BROERS G.M. (1995): Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on Cucumber. *Bull. Entom. Res.* 85(2), 285-297.
- ZUR STRASSEN R. (1986): *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895), ein nordamerikanischer Fransenflügler als neuer Bewohner europäischer Glashäuser. *Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 38: 86-88.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

- Abb. C3b-1: Erwachsener Kalifornischer Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) auf einem Blatt – die natürliche Größe (Länge) beträgt 1,5 mm. (Photo AGES/Kahrer)----- 6**
- Abb. C3b-2: Schadsymptome an verschiedenen Gemüsearten – hervorgerufen durch den Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*). Von links nach rechts: weißliche Nekrosen an Gurkenblatt, Verkorkungen an Paprikafrucht und Silberglanz an Pfefferoni. (Photos AGES/Dukat, /Kahrer, /Kahrer)----- 7**
- Abb. C3b-3: Durch *Frankliniella occidentalis* hervorgerufene Schäden an verschiedenen typischen Freilandkulturen (purpurfarbene Sterne) wie Nektarinen und Wein. Man kann davon ausgehen, dass der Kalifornische Blütenthrips in solchen Gebieten im Freiland überwintert. Kartenhintergrund mittlere Januartemperatur in Europa (nach IASA 2006)----- 11**
- Abb. C3b-4: Mittel des Tagesmaximums im Winter [DJF] und die Standardabweichung (Sigma) für Österreich (Wien, Bregenz) und jene Orte an denen mit Freilandüberwinterung des Kalifornischen Blütenthripes gerechnet werden muss. ----- 11**
- Abb. C3b-5: Häufigkeitsverteilung der Tagesmaximumtemperatur im Winter für Wien und Bregenz. Die Fläche unter der Kurve im roten Bereich repräsentiert jene Häufigkeit mit der Temperaturen von größer oder gleich 15°C erreicht werden.----- 12**
- Abb. C3b-6: Mittlere Wiederkehrsdauer von Tagen mit einem Temperaturmaximum von mehr als 15°C im Winter in den Verbreitungsregionen von *Frankliniella occidentalis* im Vergleich zu Österreich (Wien, Bregenz). ----- 13**
- Abb. C3b-7: Mittlere Änderung der Wintertemperatur im Alpenraum. Szenario basierend auf je 3 Ensembleläufe des GCMs ECHAM5 betrieben mit den Emissionsszenarien A1B und B2. Mittel über je 3 Ensembles und 10 Jahre. 14**

Tabellen

- Tab. C3b-1: Schäden *durch Frankliniella occidentalis* an typischen Freilandkulturen 10**