

# KLIMAWANDEL UND OBSTBAU IN DEUTSCHLAND



BMBF-Verbundprojekt unter Koordination der  
Humboldt-Universität zu Berlin

Förderkennzeichen 01LS05025

## Abschlussbericht des Teilprojektes OVA Jork

für den Bearbeitungszeitraum  
01.07.2006 – 30.06.2009

erstellt am 20. Juli 2009

 Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

---

**Projektteam:**

Dr. Roland W. S. Weber  
Dr. Matthias Görgens

**Anschrift:**

**Obstbauversuchsanstalt der LWK Niedersachsen  
am Obstbau Versuchs- und Beratungszentrum (OVB) Jork**

Moorende 53  
21635 Jork

Tel.: (04162) 6016133 (R.W.S. Weber) und 6016155 (M. Görgens)

Fax: (04162) 6016600

E-mail: [roland.weber@lwk-niedersachsen.de](mailto:roland.weber@lwk-niedersachsen.de); [matthias.goergens@lwk-niedersachsen.de](mailto:matthias.goergens@lwk-niedersachsen.de)

<http://www.ovb-jork.de/db/default.cfm>

# Inhalt

|           |   |          |
|-----------|---|----------|
| <b>I</b>  | <b>Kurzdarstellungen</b>                                    | <b>1</b> |
| I.1       | Aufgabenstellung  | 1        |
| I.2       | Voraussetzungen der Forschungsarbeit                        | 2        |
| I.3       | Planung und Ablauf des Vorhabens                            | 3        |
| I.4       | Wissensstand zu Beginn der Arbeiten                         | 4        |
| I.5       | Zusammenarbeit mit anderen Stellen                          | 5        |
| <b>II</b> | <b>Eingehende Darstellungen</b>                             | <b>6</b> |
| II.1.     | Erzielte Ergebnisse   | 6        |
| II.1.1.   | Bereitstellung phänologischer Daten                         | 6        |
| II.1.2.   | Hintergrundwissen zum Apfelwickler                          | 6        |
| II.1.3.   | Wintermortalität, Verpuppung und erster Falterflug          | 8        |
| II.1.4.   | Falterflugkurven des Apfelwicklers                          | 14       |
| II.1.5.   | Populationsdynamik während der Saison                       | 18       |
| II.1.6.   | Apfelwickler-Befallsgrad an der Niederelbe 2007 und 2008    | 24       |
| II.1.7.   | Das Prognosemodell RIMpro an der Niederelbe                 | 25       |
| II.1.8.   | Zusammenfassung der Populationsbiologie des Apfelwicklers   | 28       |
| II.1.9.   | Die Verwirrungsmethode an der Niederelbe                    | 29       |
| II.1.10.  | Ergebnisse der Verwirrungsmethode                           | 31       |
| II.2.     | Erfüllung des Verwertungsplanes                             | 40       |
| II.2.1.   | Ergebnisse zu Biologie und Bekämpfung des Apfelwicklers     | 40       |
| II.2.2.   | Disseminierung der Ergebnisse                               | 40       |
| II.2.3.   | Konsequenzen des Klimawandels für den norddeutschen Obstbau | 44       |
| II.2.4.   | Anschlussfähigkeit  | 45       |
| II.3.     | Fortschritte bei anderen Stellen                            | 47       |
| II.4.     | Veröffentlichungen  | 48       |
| II.5.     | Literatur   | 49       |
| II.6.     | Danksagung  | 52       |

# I. Kurzdarstellungen

## I.1. Aufgabenstellung

Aufgrund seiner über 70-jährigen erfolgreichen Arbeit am Schnittpunkt zwischen Forschung und Anwendung ist die Obstbauversuchsanstalt (OVA) Jork der Landwirtschaftskammer Niedersachsen Praxispartner im Projekt KliO. Die OVA ist wichtiger Bestandteil des Obstbau Versuchs- und Beratungszentrums (OVB) Jork, in dem als weitere Forschungsinstitution die Aussenstelle Obst des Kompetenzzentrums Ökolandbau Niedersachsen (KÖN) sowie als Beratungsinstitutionen der Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V. (OVR) und der Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V. (ÖÖN) zusammengeschlossen sind. Somit war das KliO-Projekt durch das Teilprojekt OVA Jork unmittelbar in einen praxisrelevanten Kontext eingebettet.

Erste Erhebungen während der Anfangszeit des KliO-Projektes zeigten schnell, dass sich der Klimawandel bereits als deutliche Temperaturerhöhung bemerkbar gemacht hat (Henniges *et al.*, 2007). Beispielhaft für die bereits aktuell spürbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die obstbauliche Praxis stehen einerseits die phänologischen Veränderungen der Obstbäume (z.B. Verfrühung der Blüte), andererseits ein in unserem Gebiet in seiner Bedeutung ansteigender Insektenschädling, der Apfelwickler (*Cydia pomonella*). Da der Befallsdruck durch diesen Schädling im Niederelbe-Gebiet in den warmen Vegetationsperioden 1999, 2003 und 2006 deutliche Schübe durchlaufen hatte, wurde dieser Schädling im KliO-Teilprojekt Jork schwerpunktmäßig untersucht. Nach Bestimmung kritischer Entwicklungsstadien und ihrer Abhängigkeit von Temperaturschwellen sollten die Apfelwickler-Prognosemodelle für die Vorhersage und somit für eine effizientere Bekämpfung in der laufenden Wachstumsperiode optimiert werden. Des Weiteren bildeten diese Parameter eine Basis für Langzeit-Prognosen der Reaktion des Apfelwicklers auf den Klimawandel und damit für eine Abschätzung seiner zukünftigen wirtschaftlichen Bedeutung. Ausserdem wurden Machbarkeitsstudien für die Pheromonverwirrung unter den Bedingungen der Niederelbe-Region durchgeführt. Die Verwirrung ist eine umweltschonende Bekämpfungsmethode gegen den Apfelwickler, welche derzeit in dieser Region noch nicht akzeptiert und etabliert ist. Abschließend sollte das Teilprojekt der OVA Jork einen Beitrag zur Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen des

Klimawandels auf den Obstbau in der Niederelbe-Region liefern. Diese Informationen dienten als Basis für weitreichendere, mit Klimaprognosen verknüpfte Zukunftsaussagen zu den Kosten und wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels durch die Projektpartner Humboldt-Uni (Abt. Agrarmeteorologie) und DIW Berlin. Daraus gewonnene Erkenntnisse sollten schließlich als Basis für vergleichende Betrachtungen mit anderen Obstbau-Regionen in Deutschland herangezogen werden.

## **I.2. Voraussetzungen der Forschungsarbeit**

Aufgrund der sehr engen Einbettung des KliO-Teilprojekts in den Kollegenkreis und die Infrastruktur an der OVA Jork konnte die Erhebung der von unseren Projektpartnern benötigten Daten zu langjährigen phänologischen Beobachtungen und betriebswirtschaftlichen Aspekten zügig durchgeführt werden. Auch die Einarbeitung des Projektmitarbeiters R. Weber in die fachfremde Materie der Schadinsekten gestaltete sich problemlos, so dass bereits im ersten vollen Versuchsjahr (2007) ein kompletter, voll auswertbarer Datensatz zur Populationsbiologie des Apfelwicklers generiert werden konnte.

In allen drei Projektjahren wurden die geplanten Versuchsarbeiten am Standort Jork somit in einem annähernd kompletten Umfang und ohne nennenswerte Verzögerungen durchgeführt. Dies ist umso bemerkenswerter, als die im Teilprojekt OVA Jork geleistete Forschungsarbeit direkt von den Witterungsverhältnissen abhing und somit gegenüber widrigen Ereignissen deutlich vulnerabler war als theoretisch-simulationsbasierende Ansätze wie z.B. computergestützte Klimaprognosen. Beispielhaft für diese Herausforderungen der praktischen Versuchsarbeit mögen die letztendlich im Zeitraum der KliO-Förderung nicht realisierbaren Anstrengungen zur direkten Validierung der Kopfkapselmessungen von Apfelwickler-Raupen anhand von Käfigversuchen mit Beobachtungen der Eiablage- und Fruchteinbohrungstermine sein. Nach der erfolgreichen Etablierung des Käfigs als Beobachtungsinstrument für den Apfelwickler während des Frühlings 2007 trat zum Zeitpunkt der für Frühjahr 2008 geplanten Versuchsarbeiten eine Kombination unglücklicher Umstände ein: Zunächst konnte trotz künstlicher Befruchtung kein Fruchtansatz der etablierten Käfigbäume erreicht werden. Die daraufhin nachgepflanzten Bäume gerieten durch starken Wind mit Temperaturen über 30°C zur Pflanzzeit in Trockenstress, so dass

die vorhandenen Früchte abortiert wurden. In einem schließlich errichteten Ersatzkäfig konnte trotz mehrfacher Freisetzung adulter Apfelwickler-Falter und Anbringung reifer Früchte im Baum keine Eiablage beobachtet werden, da in diesen Wochen keine geeigneten Witterungsbedingungen für diesen Prozess herrschten. Eine indirekte Validierung konnte allerdings wie schon im Vorjahr durch akkurate Übereinstimmung des anhand der Kopfkapselmessungen errechneten Eiablage-Termins mit dem im Freiland beobachteten Termin erreicht werden. Eine formelle Validierung wird für das Jahr 2009 angestrebt.

### **I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Abgesehen von einigen in der praktischen obstbaulichen Forschung unvermeidlichen kleineren Rückschlägen, beispielhaft in Abschnitt I.2 beschrieben, war die Erreichbarkeit der Meilensteine an der OVA Jork in allen drei Versuchsjahren in absoluter Form gegeben. Tab. 1 zeigt einen Überblick über die in diesem Teilprojekt geplanten und geleisteten Arbeiten.

**Tab. 1:** Meilensteine des KliO-Teilprojekts an der OVA Jork. Projektbeginn (d.h. Monat 1) war Juli 2006, Projektende Juni 2009.

| <b>Thema</b>   | <b>Zeitraumen</b> | <b>Status</b>            |
|--|-------------------|--------------------------|
| Erschließung der phänologischen Daten  | Mo. 1-3           | <i>abgeschlossen</i>     |
| Monitoring der Apfelwickler-Population 2006                                      | Mo. 1-6           | <i>abgeschlossen</i>     |
| Ermittlung der Überwinterungsquartiere   | Mo. 7-9           | <i>abgeschlossen</i>     |
| Monitoring der Apfelwickler-Population 2007                                      | Mo. 10-15         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Durchführung und Bonitur der Verwirrungsmethode zur Apfelwickler-Bekämpfung 2007 | Mo. 10-15         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Auswertung der experimentellen Ergebnisse 2007                                   | Mo. 16-21         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Versuchsplanung für 2008   | Mo. 20-22         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Ermittlung der Temp.-Summen für Verpuppung und Schlupf                           | Mo. 21-24         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Validierung der Larvenmessungen und Altersbestimmung durch Käfigversuche         | Mo. 22-27         | <i>(Teilbearbeitung)</i> |
| Monitoring der Apfelwickler-Population 2008                                      | Mo. 22-27         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Durchführung und Bonitur der Verwirrungsmethode zur Apfelwickler-Bekämpfung 2008 | Mo. 22-27         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Auswertung der experimentellen Ergebnisse 2008                                   | Mo. 28-33         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Simulierung der Populationsdynamik des Apfelwicklers im Zuge des Klimawandels    | Mo. 31-36         | <i>abgeschlossen</i>     |
| Verfassen des Abschlußberichts   | Mo. 34-36         | <i>abgeschlossen</i>     |

#### **I.4. Wissensstand zu Beginn der Arbeiten**

Die Mehrheit der Aufgaben des Teilprojekts bestand in der Durchführung kritischer Beobachtungen und obstbaulicher Versuche. Für diese Art der Forschung lieferte der Wissensstand im Hause OVB Jork eine geeignete Grundlage. Dies betraf insbesondere die Abteilung Integrierter Pflanzenschutz unter der Leitung von G. Palm.

Externes Wissen wurde in Form der Methode zur Kopfkapselmessung durch Herman Helsen (PPO Wageningen, Niederlande) bereitgestellt (siehe Abschnitt II.1.5). Da diese Methode durch ihren Entwickler noch nicht veröffentlicht worden ist, müssen wir in diesem Bericht auf eine detaillierte Beschreibung verzichten. Eine Publikation dieser Methode durch bzw. mit ihrem Entwickler sowie der mit ihr gewonne-

nen Erkenntnisse gemeinsam mit der Arbeitsgruppe um F.-M. Chmielewski im Rahmen der Disseminierung der KliO-Ergebnisse ist unbedingt vorgesehen.

Die genutzte Fachliteratur von Relevanz wird in den jeweiligen Abschnitten kurz zusammengefasst.

### **I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Im Verlauf des KliO-Projekts sind enge und regelmäßige klimarelevante Kontakte zwischen der OVA Jork und einer Reihe von Trägern öffentlicher Belange sowie Forschungseinrichtungen entstanden:

- kommunale Verwaltungen im Niederelbe-Gebiet, einschl. Organen der Deichsicherheit
- Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover
- Norddeutsches Klimabüro am Institut für Küstenforschung in Geesthacht (GKSS)
- Kompetenzzentrum für Obstbau am Bodensee (KOB Bavendorf)
- Dienstleistungszentrum für den Ländlichen Raum (DLR) Rheinpfalz, Neustadt/Weinstraße
- Applied Plant Research (PPO), Wageningen (Niederlande)
- Land- und forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Südtirol (Italien)
- weitere Forschungseinrichtungen durch die Arbeitsgruppe Apfelwickler (AGAWI), einem regelmäßig tagenden Gremium von Experten aus Deutschland, Österreich, der Schweiz, den Benelux-Ländern und Italien.

Diese Kontakte werden auch über das Ende der KliO-Laufzeit hinaus Bestand haben.



## II. Eingehende Darstellungen

### II.1. Erzielte Ergebnisse

#### II.1.1. BEREITSTELLUNG PHÄNOLOGISCHER DATEN

Am Standort Jork ist seit 1929 eine umfangreiche phänologische wie auch meteorologische Datensammlung erstellt worden. Die Erschließung dieser Daten und ihre Auswertung durch die Arbeitsgruppe F.-M. Chmielewski ist beispielhaft für zwei Apfelsorten ('Cox Orange' und 'Boskoop'/'Roter Boskoop') in den Jahren 1976-2006 durchgeführt worden. Datenreihen weiterer Sorten mit langer Anbaugeschichte sind dem Projekt-Partner zur Verfügung gestellt worden und wurden gemäß der während unserer Status-Seminare getroffenen Absprachen fortlaufend ergänzt. Im einzelnen wurden folgende Daten durch die OVA Jork aufbereitet und weitergegeben:

1. Phänologische Stadien vom Knospenaufbruch bis zur abgehenden Blüte für ca. 10 Apfel-, 3 Kirsch-, 2 Pflaumen- und 5 Birnensorten seit 1976.
2. Erntetermine für diese Obstsorten seit 1976.
3. Ertragsdaten (Ertrag pro Baum, Fruchtgröße, Deckfarbe) für 'Elstar' und 'Jonagold' seit 1986. Zu Aspekten der Auswertung dieser Daten, siehe Stehr (2009).
4. Erstflugtermine des Apfelwicklers seit 1981.

#### II.1.2. HINTERGRUNDWISSEN ZUM APFELWICKLER

Grundzüge der Entwicklungsbiologie des Apfelwicklers sind in der Fachliteratur beschrieben (Höhn, 2006; Zelger & Harzer, 2006; Palm *et al.*, 2007). Der Überwinterung im letzten Larvenstadium (L5) folgen nach Erfüllung einer bestimmten Wärmesumme (ab 100 Grad-Tage) die Verpuppung und der Falterschlupf. Falterflug, Paarung und Eiablage sind abhängig von Temperatur und Lichtverhältnissen, die Eiablage zusätzlich von einer trockenen Blattoberfläche. Frisch geschlüpfte Raupen wandern zu einer Frucht und bohren sich ein (Mattedi & Zelger, 2006). Die Larvenentwicklung bis zur L5 ist temperaturabhängig. Ist diese Entwicklung vollzogen, bevor die sich im Herbst verkürzende Tageslichtlänge eine Schwelle von ca. 16,5 Stunden unterschreitet (Stichtag um den 1. Aug.), kann sich die Larve direkt verpuppen und

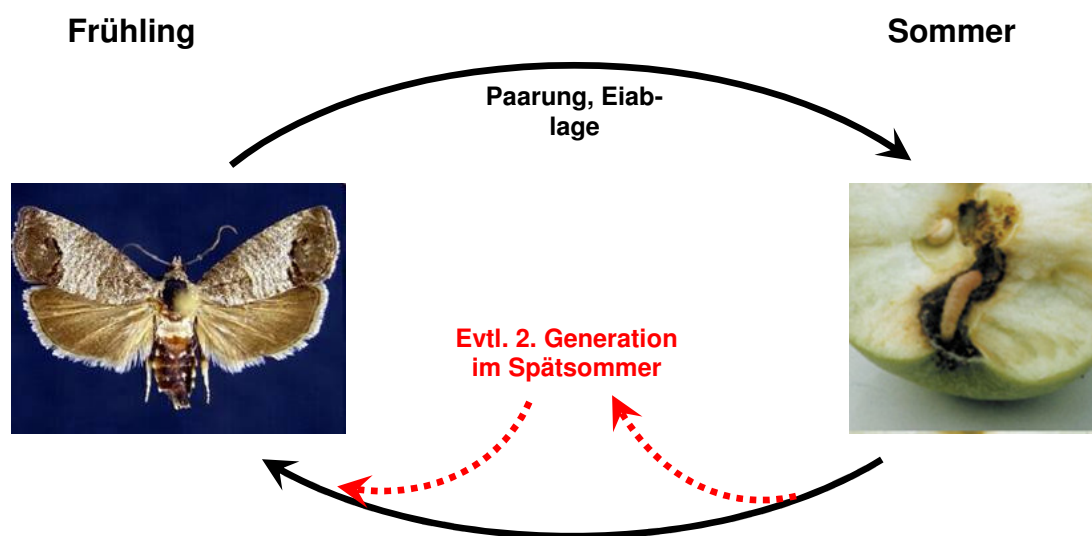
eine zweite Faltergeneration bilden; andernfalls geht sie in die Diapause über (**Abb. 1**; Harzer & Lampe, 2006).

In warmen Gebieten der USA gibt es drei Generationen pro Jahr, z.B. in Kentucky (Bessin, 2003). Gleiches gilt für Südfrankreich, wobei L5-Larven der zweiten Generation entweder in die Diapause gehen oder sich verpuppen; die aus diesen Puppen geschlüpften Falter legen zwar noch Eier ab, aber die daraus schlüpfenden Raupen gelangen nicht bis zur L5-Reife und sterben ab (Boivin *et al.*, 2003, 2004). Es handelt sich also um eine partielle (inkomplette) dritte Generation. In insektizidresistenten Populationen Südfrankreichs wirkt sich die Resistenz-Mutation als retardierte Larvenentwicklung und veränderte Wahrnehmung von Tageslichtlängen durch L5-Larven der 2. Generation aus, so dass diese obligat in die Diapause gehen. Dies führt zu einem selektiven Überlebensvorteil des resistenten Stammes gegenüber dem in der partiellen dritten Generation steckenbleibenden Wildtyp. Mündliche Berichte über eine vierte Apfelwickler-Generation aus Südfrankreich sind bisher noch nicht in die Literatur eingegangen. Im Apfelwickler scheint es auch geographisch bedingte Variationen in der Photoperiode-Wahrnehmung zu geben: Insekten in höheren (d.h. nördlicheren) Breitengraden gehen bei längeren Photoperioden in die Diapause als solche in südlicheren Breiten. Dies führt zu einer Selektion obligat univoltiner Populationen in Nordeuropa (siehe Boivin *et al.*, 2004).

Apfelwickler-Larven zeigen eine deutliche Temperatur-Orientierung in der Frucht, denn sie halten sich bevorzugt in der sonnenbeschienenen Apfelseite auf („cryptic basking“). Möglicherweise bietet dies den Vorteil einer beschleunigten Entwicklung. Im Gegensatz dazu verstecken sich L5-Larven nach dem Verlassen des Apfels nicht bevorzugt an Orten mit wärmeren Temperaturen (Kührt *et al.*, 2005). Im Bestand haben Graf *et al.* (2001) ein schnelleres Schlüpfen von adulten Apfelwicklern aus an der Südseite überwinterten Raupen festgestellt, aber keine Präferenz für diese Seite. Prognosemodelle sollten zur Vorhersage der 2. Generation die Temperatur in der sonnenbeschienenen Apfelseite messen, die um 10-19°C höher liegen kann als die Lufttemperatur. Auf der anderen Seite gaben Kührt *et al.* (2006b) an, dass „cryptic basking“ nicht zu einer deutlichen Beschleunigung der Larvenentwicklung führt. Hagelnetze haben einen leicht verzögernden Einfluß auf die Apfelwickler-Entwicklung, während schwachwüchsige Apfelbäume durch höheren Lichteinfall und höhere Temperaturen die Entwicklung um ca. 3 Tage beschleunigen (Kührt *et al.*, 2006b,c). Dies könnte in Prognosemodellen berücksichtigt werden. Auch adulte Ap-

Apfelwickler reagieren differenziert auf Temperatur. Ungepaarte Falter verbringen ihre Ruhephase tagsüber bevorzugt bei niedrigen Temperaturen (15°C), während befruchtete Weibchen bei 32°C rasten; Grund ist evtl. die Beschleunigung der Eientwicklung (Kührt *et al.*, 2006a).

Vor diesem Hintergrund sollte bezüglich der Biologie des Apfelwicklers im OVA-Teilprojekt die Frage nach der Anzahl der Generationen in Norddeutschland der Gegenwart geklärt werden, um darauf aufbauend in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern der AG F.-M. Chmielewski zu einer plausiblen Simulation der Entwicklung dieses Schlüsselschädlings im Zuge des Klimawandels zu kommen.



**Abb. 1.** Entwicklungszyklus des Apfelwicklers in Norddeutschland.

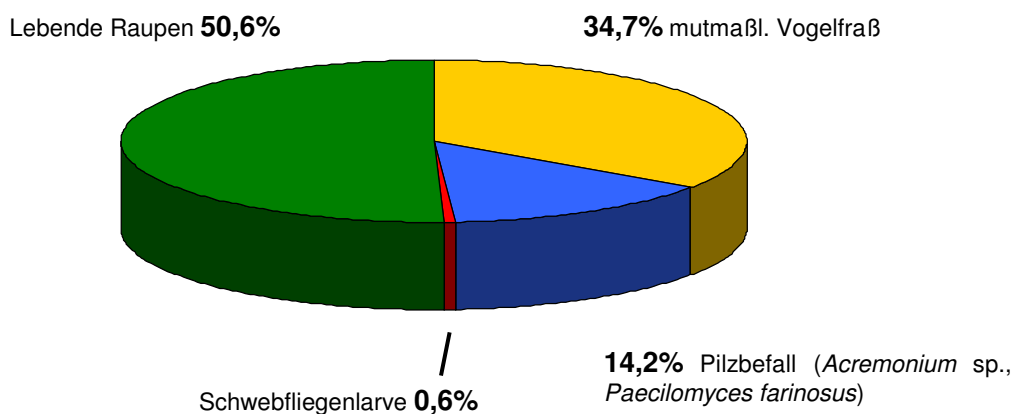
### II.1.3. WINTERMORTALITÄT, VERPUPPUNG UND ERSTER FALTERFLUG DES APFELWICKLERS

Im Winter und Frühjahr 2006/2007 wurden insgesamt 176 Apfelwickler-Raupen im Freiland unter Rindenschuppen im unteren Stammbereich gesammelt und untersucht. Dabei konnte eine Mortalität von 49% ermittelt werden (**Abb. 2**). Der wichtigste Mortalitätsfaktor war mutmaßlicher Vogelfraß (leerer Kokon mit Loch, keine Raupe- oder Puppenhülle vorhanden). Pilzbefall konnte auf zwei entomopathogene Arten, *Paecilomyces farinosus* und *Acremonium* sp., zurückgeführt werden. Zelger *et al.* (2006) ermittelten unter Ausschluß von Vogelfraß eine Mortalität von ca. 25%; unsere Daten sind hierzu äquivalent (21,7% Mortalität).

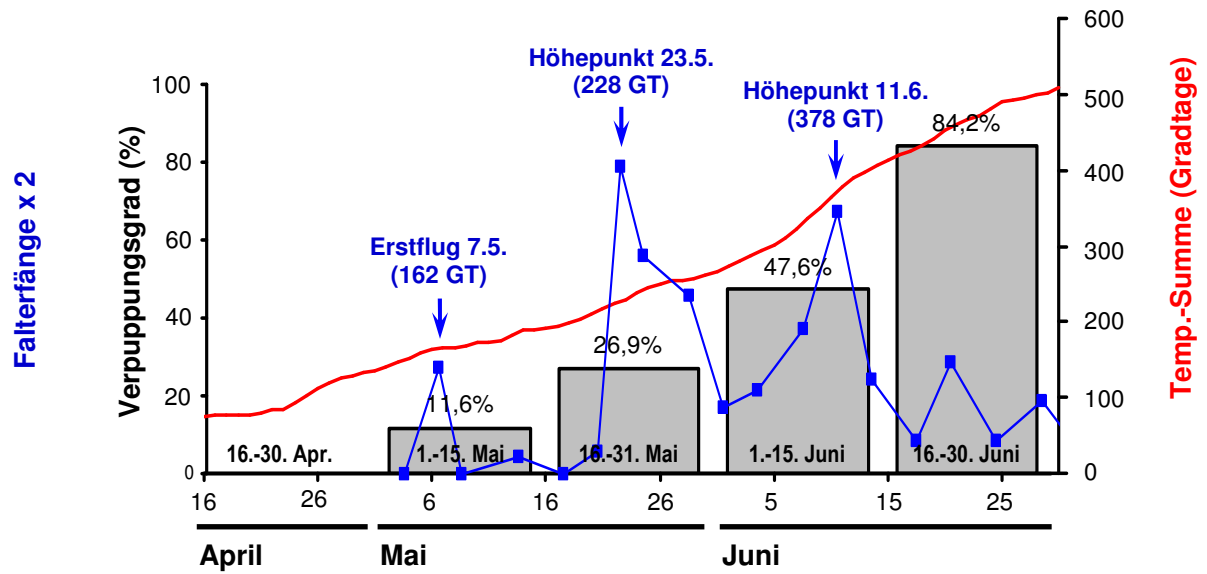
Um die für eine akkurate Prognose kritischen Zeitpunkte der Verpuppung und des Falterschlupfes experimentell zu ermitteln, ist es angebracht, überwinterte Rau-

pen unter relevanten Bedingungen zu inkubieren und regelmäßig zu beobachten. Hierfür werden entweder befallene Früchte gesammelt, oder Raupen werden in Wellpappe-Streifen gefangen, welche ab Mitte Juli an den Stämmen befallener Bäume angebracht werden. Da diese Arbeiten im Herbst 2006 nicht mehr durchgeführt werden konnten, wurde im Frühjahr 2007 die Verpuppung im natürlichen Habitat verfolgt. Die Verpuppungsgrade sind in **Abb. 3** dargestellt, jeweils für Monatshälften zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Diskrepanz zwischen den Fängen der Pheromonfallen und dem Verpuppungsgrad: so wurden die Hauptflugpeaks bereits in der ersten Juni-Hälfte beobachtet, jedoch hatten sich erst in der zweiten Juni-Hälfte über 50% der Raupen verpuppt. Für diese Diskrepanz können wir derzeit keine abgesicherte Erklärung bieten. Sie hängt möglicherweise mit der saisonal unterschiedlichen Fängigkeit der Pheromonfallen zusammen, da eine ähnlich große Diskrepanz oftmals zwischen Fallenfängen und Eiablage beobachtet wird (siehe **Abb. 17 und 18**).

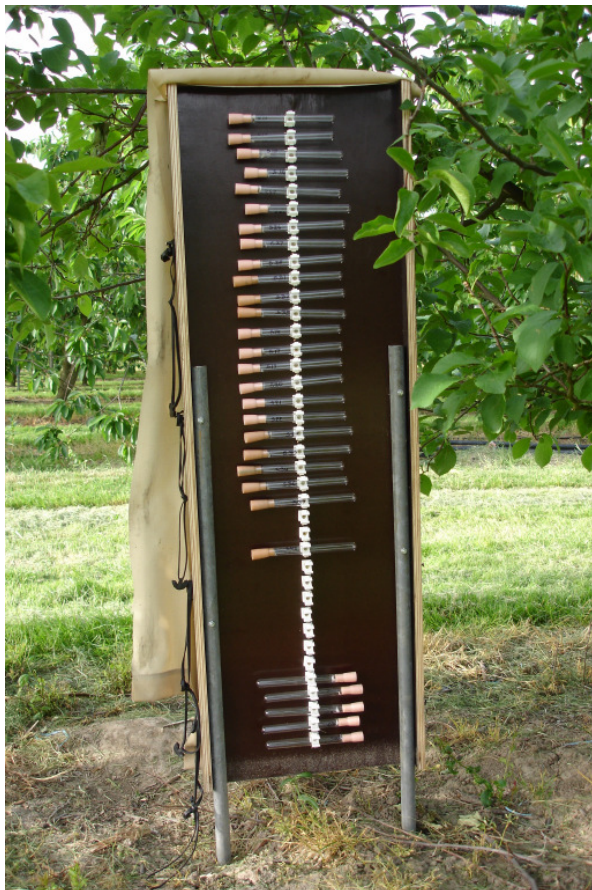
Im Versuchsjahr 2008 konnten erstmals die Verpuppung und der anschließende Schlupf von individuellen Apfelwicklern unter kontrollierten Bedingungen beobachtet werden. Hierzu wurde in Abstimmung mit den AGAWI-Kollegen U. Harzer und I. Lampe (DLR Rheinpfalz; persönl. Mitt.) ein in Ost-West-Richtung aufgestelltes Messbrett errichtet, welches Apfelwickler-Raupen in individuellen Glasröhrchen enthielt (**Abb. 4 und 5**). Im Februar 2008 wurden die im Herbst 2007 in Wellpappen gesammelten und bei 4 °C bzw. Außentemperatur überwinterten Raupen in individuelle Reagenzgläser überführt, welche mit Silikonschwammstopfen luftdurchlässig verschlossen wurden. Dort bildeten alle Raupen einen rudimentären Kokon, in welchem es schließlich zur Verpuppung kam. Nach der Puppenruhe erschienen die frisch geschlüpften Falter im Reagenzglas (**Abb. 5**).



**Abb. 2.** Wintermortalität des Apfelwicklers 2006/2007 ( $n = 176$  Tiere).



**Abb. 3.** Verpuppung des Apfelwicklers auf der Fläche E1, Versuchsbetrieb Esteburg der OVA Jork (Frühjahr 2007).



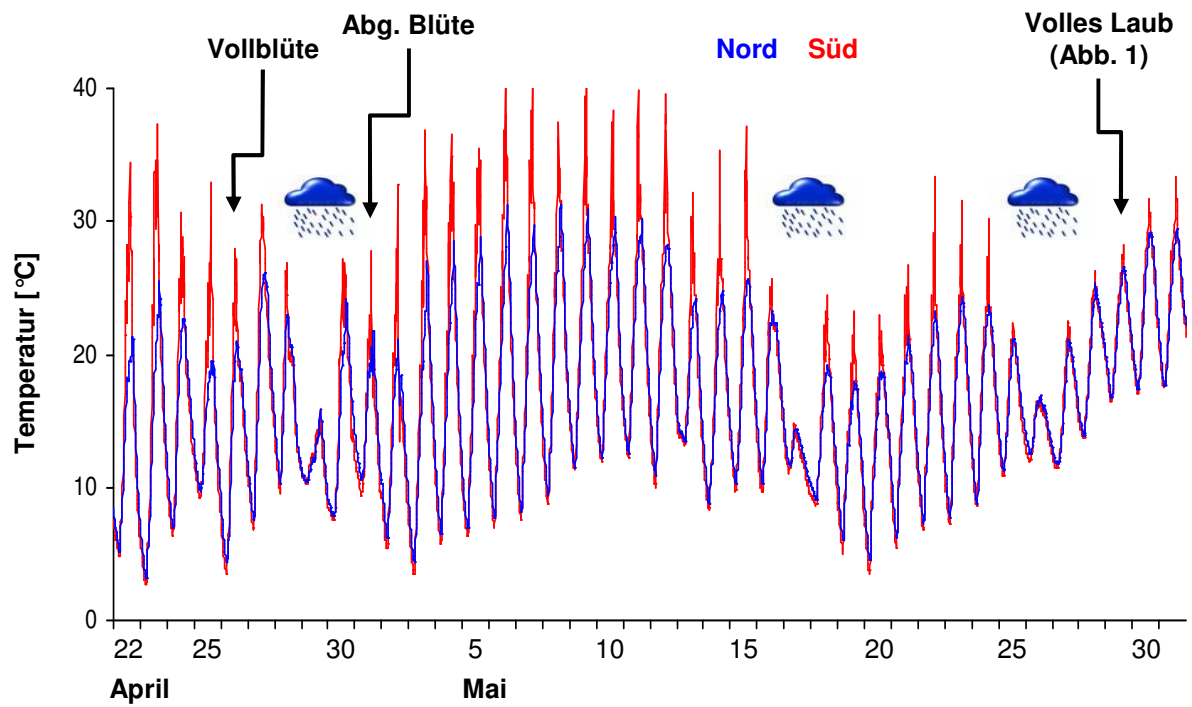
**Abb. 4.** Messbrett zur Verpuppung überwinterter Apfelwickler-Raupen.



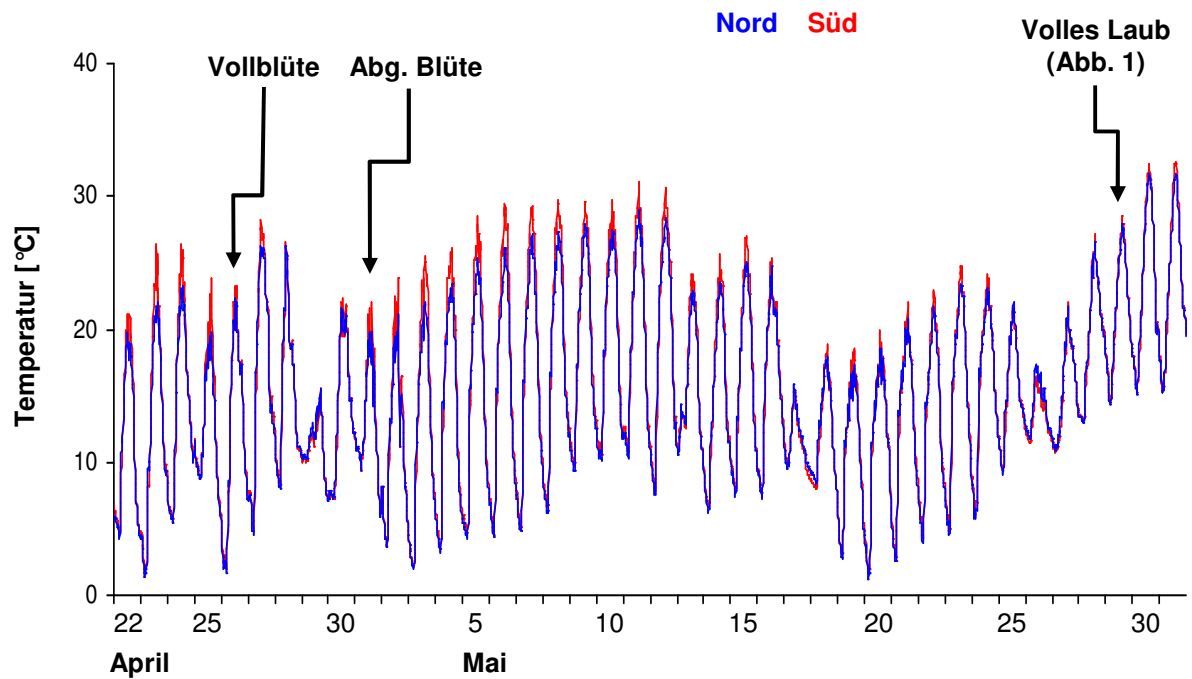
**Abb. 5.** Entwicklung des Apfelwicklers in Reagenzgläsern des Messbrettes.

Durch Sensoren in Glasröhrchen sowie an der Baumrinde der Nord- und Südseiten wurden alle 15 Minuten Temperaturmessungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Temperatur-Unterschiede zwischen Nord und Süd an der Rinde (**Abb. 6**) deutlich stärker ausgeprägt waren als in den Reagenzgläsern (**Abb. 7**), welche durch einen Vorhang schattiert wurden. Die derart geschützten Reagenzgläser können somit als naturnahe Simulation angesehen werden. In den Temperaturmessungen wurde die beginnende Laub-Entfaltung als eine Verminderung der täglichen Temperatur-Amplitude und als Angleichung der Nord- und Südkurven sichtbar. Tage starker Bewölkung zeigten sich ebenfalls als stark verringerte Amplituden und Durchschnittstemperaturen. Während des sehr warmen und sonnigen Frühlings 2008 erfuhren die Apfelwickler-Raupen im Zeitraum vor der Verpuppung Höchsttemperaturen bis zu 30 °C, während nahe der Rindenoberfläche an der Südseite die 40 °C-Marke erreicht wurde.

Gab es zum Beginn und in der Hauptphase der Verpuppung des Apfelwicklers noch einen leichten Vorsprung der Südseite um ca. 5 Tage, erfolgte der Schlupf der Falter fast gleichzeitig (**Abb. 8**). Ein erster Falterschlupf bei 137-145 Gradtagen (**Abb. 9**) ist durchaus realistisch im Vergleich mit Daten aus den Versuchen anderer Forschungsgruppen. Allerdings war die Schlupfrate an der Südseite trotz hohen Verpuppungsanteils sehr gering. Die Ursachen hierfür sind nicht ersichtlich, sieht man einmal von den sehr hohen Temperaturen und der starken Sonneneinstrahlung während der Puppenruhe in der dritten April- und ersten Mai-Dekade ab. Möglicherweise wurde in diesem Zeitraum das Temperaturoptimum für die Metamorphose des Apfelwicklers überschritten. Wichtiger für die Prognose ist jedoch, dass der erste Fallenfänger im Freiland bis auf einen Tag genau mit dem ersten Schlupf im Reagenzglas übereinstimmte. Sollte sich dies in zukünftigen Messungen bestätigen lassen, könnte man den Verpuppungsbeginn im Reagenzglas als Frühwarn-Signal für die Prognose des Flugbeginns nutzen. In jedem Fall ist diese Methode weniger arbeitsintensiv und zugleich weitaus verlässlicher als die extrem zeitaufwendige Such nach Raupen in Rindenritzen (siehe **Abb. 3**).

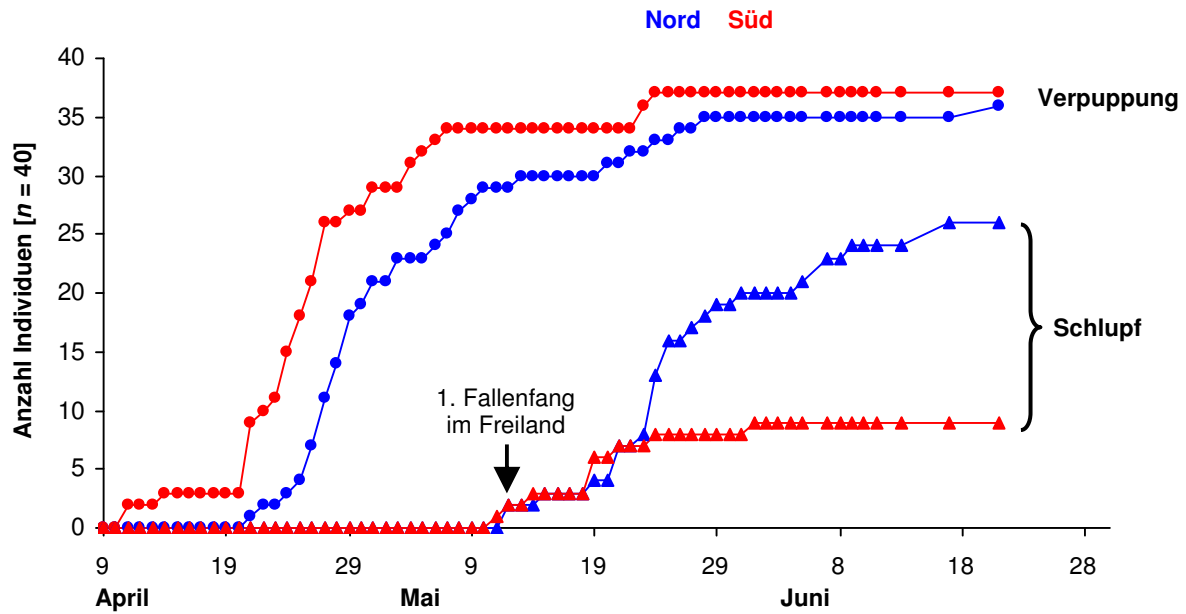


**Abb. 6.** Temperaturmessungen an der Rindenoberfläche im Zeitraum der Verpuppung und des Falter-schlupfes (Frühjahr 2008).

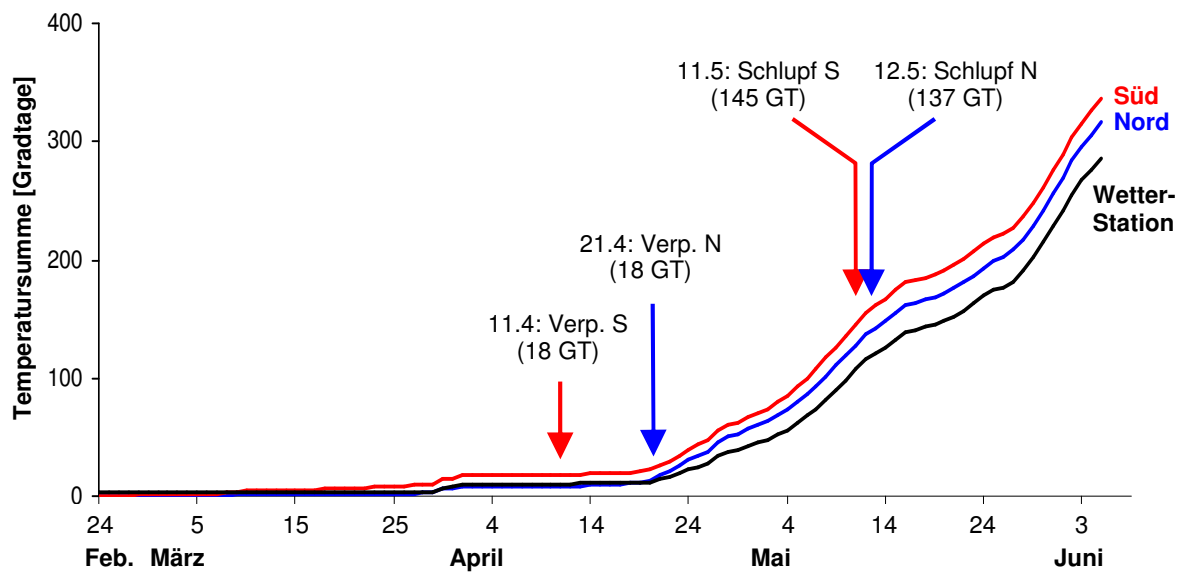


**Abb. 7.** Temperaturmessungen im Reagenzglas im Zeitraum der Verpuppung und des Falterschlupfes (Frühjahr 2008).





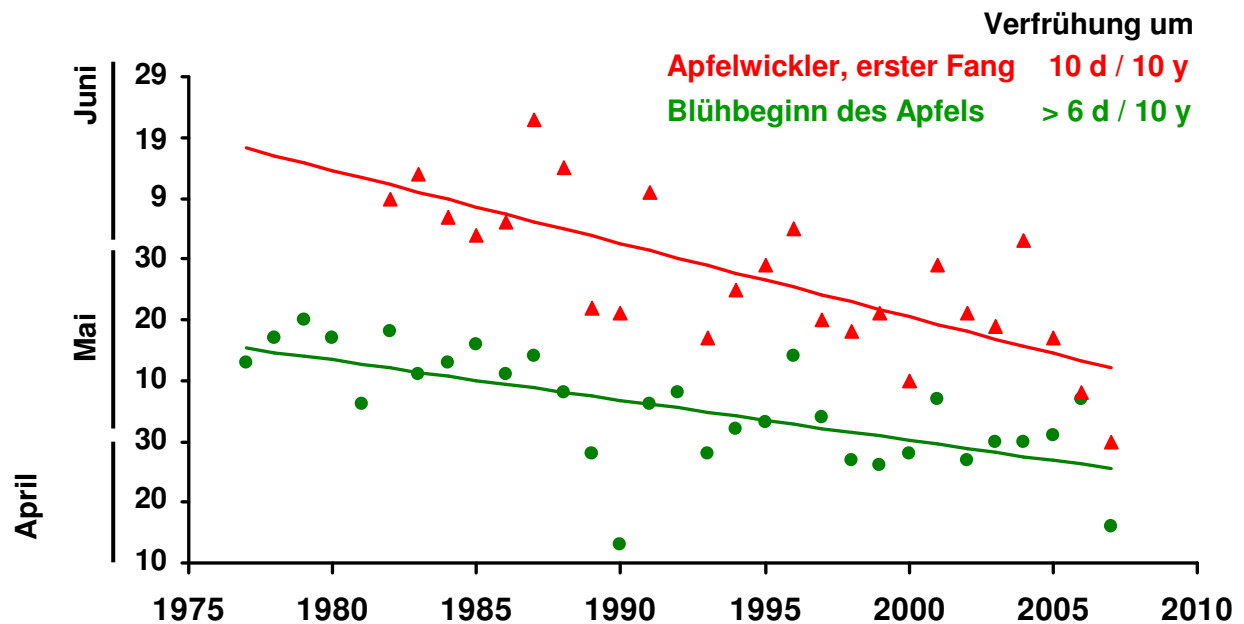
**Abb. 8.** Kumulative Verpuppungs- und Schlupfkurven des Apfelwicklers im Käfigversuch 2008.



**Abb. 9.** Gradtage (GT) der im Messbrett beobachteten Verpuppungs- und Schlupftermine des Apfelwicklers 2008.

Pheromonfallen-Erstfänge der Apfelwickler-Falter im Frühling zeigen für die letzten 25 Jahre eine starke Tendenz zur Verfrühung um nahezu einen Tag pro Jahr (**Abb. 10**). Dieser Trend vollzieht sich somit noch stärker als die Verfrühung der Obstblüte (Henniges *et al.*, 2007).





**Abb. 10.** Erste jährliche Pheromonfallenfänge des Apfelwicklers im Vergleich zum Blühbeginn an der Niederelbe (nach Henniges *et al.*, 2007)

#### II.1.4. FALTERFLUGKURVEN DES APFELWICKLERS

Im Vergleich zu den Fallenfängen des Jahres 2007, welche an allen Standorten lediglich eine Fluggeneration zeigten (**Abb. 11**), bildete sich im Jahr 2008 eine partielle zweite Generation (**Abb. 12**). Die Beschränkung dieses Fluges auf wenige Standorte kann als Indiz für den marginalen Charakter der Bedingungen für eine zweite Fluggeneration im Jahre 2008 gewertet werden. Damit haben die letzten vier Jahre an der Niederelbe jeweils zwei einfache (2005, 2007) und zwei partielle zweite Generationen (2006, 2008) hervorgebracht. Aus den Daten der kumulativen Temperatursummen der für die Apfelwickler-Entwicklung relevanten Gradtage über 10 °C wird deutlich, dass die zur Verpuppung vor dem 1. August zu erfüllenden 650 Gradtage (Harzer, 2006; Harzer & Lampe, 2006; Palm & Hauschildt, 2006) in den letzten drei Jahren jeweils knapp überschritten wurden (**Abb. 13**). Dass es im Jahr 2007 trotz des Erreichens der nötigen Temperatursumme nicht zur zweiten Fluggeneration kam, mag in dem sehr regnerischen und jahreszeitlich zu kühlen Wetter der zweiten Juli-Hälfte begründet sein (**Abb. 14**).

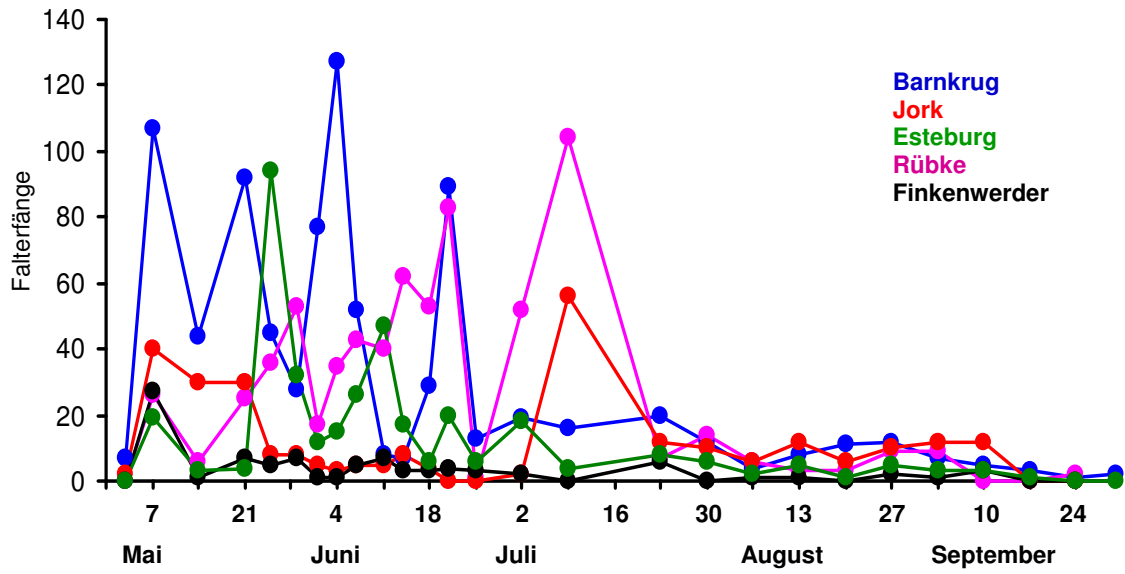


Abb. 11. Falterfänge des Jahres 2007 an der Niederelbe.

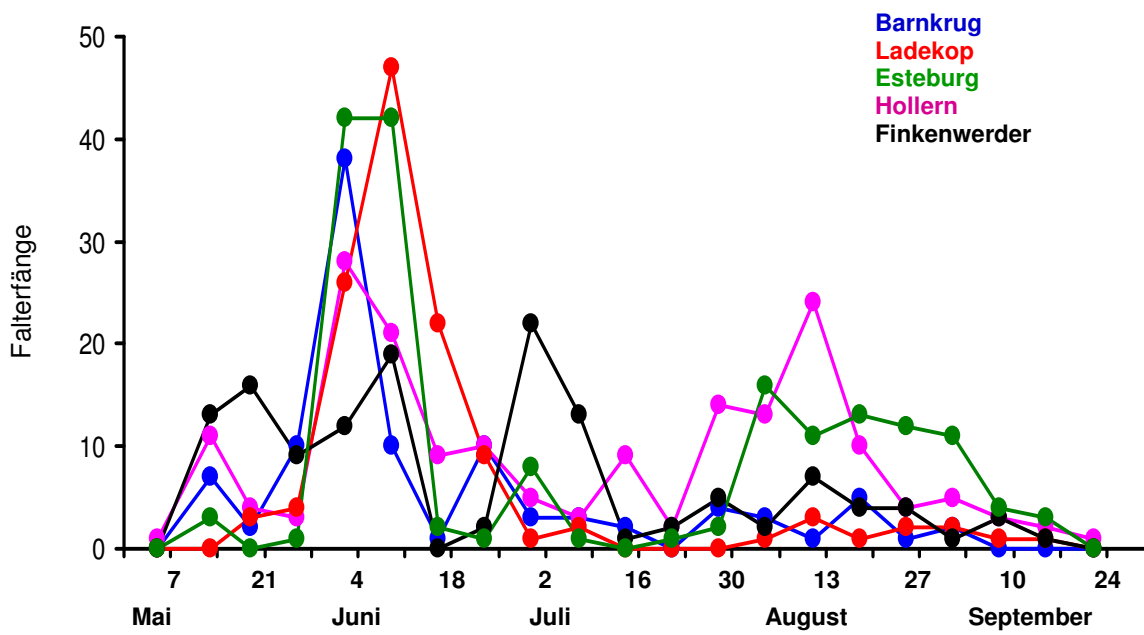


Abb. 12. Falterfänge des Jahres 2008 an der Niederelbe.

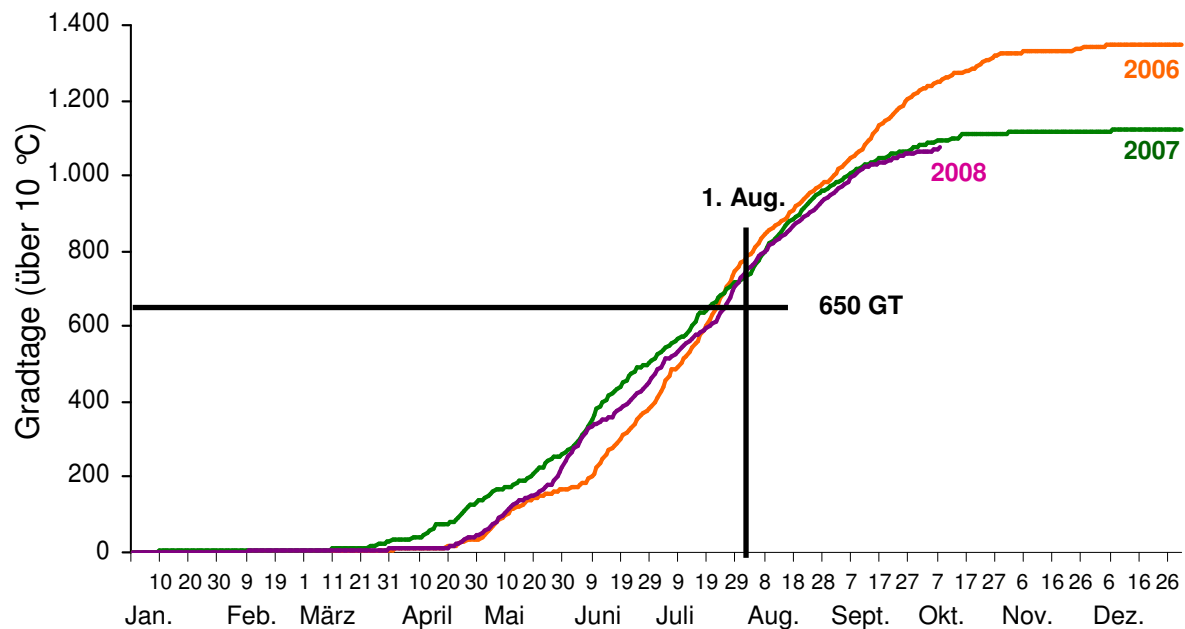


Abb. 13. Kumulative Temperatursummen der Jahre 2006, 2007 und 2008 am Standort Jork.

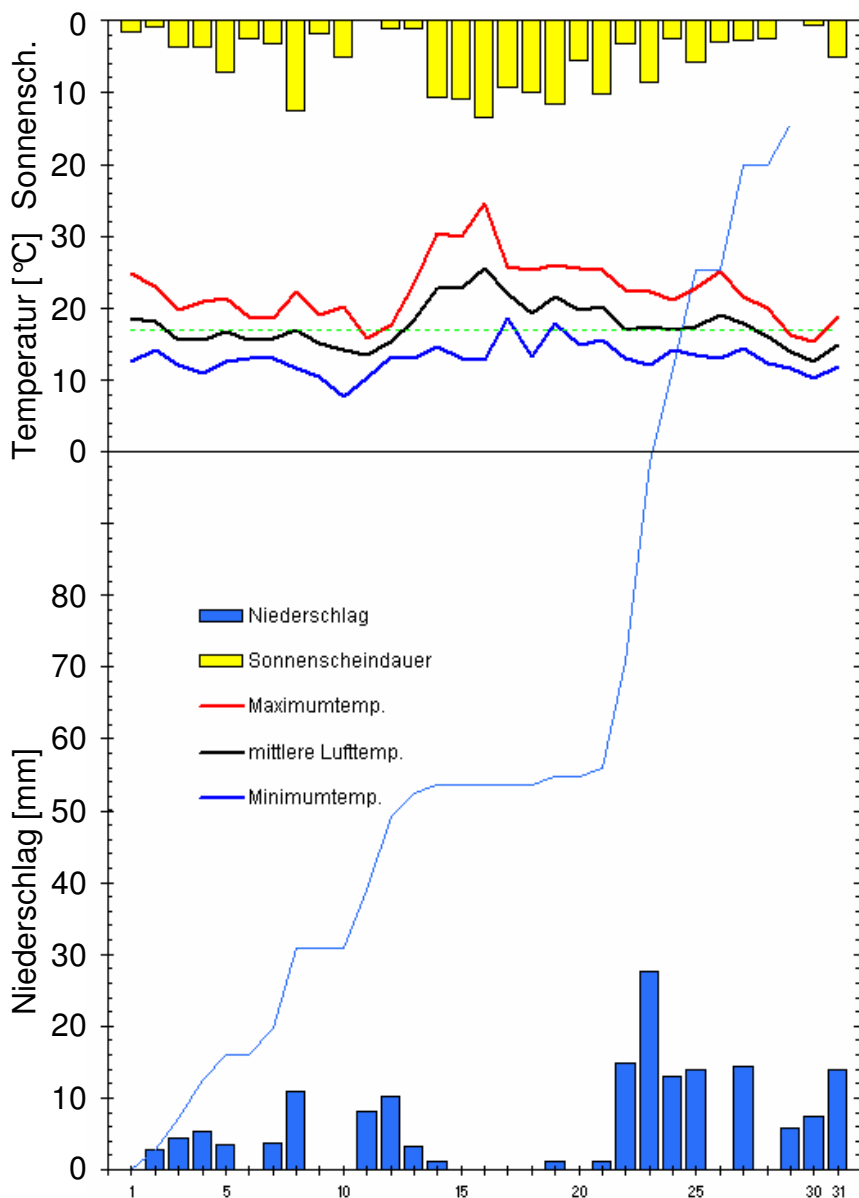
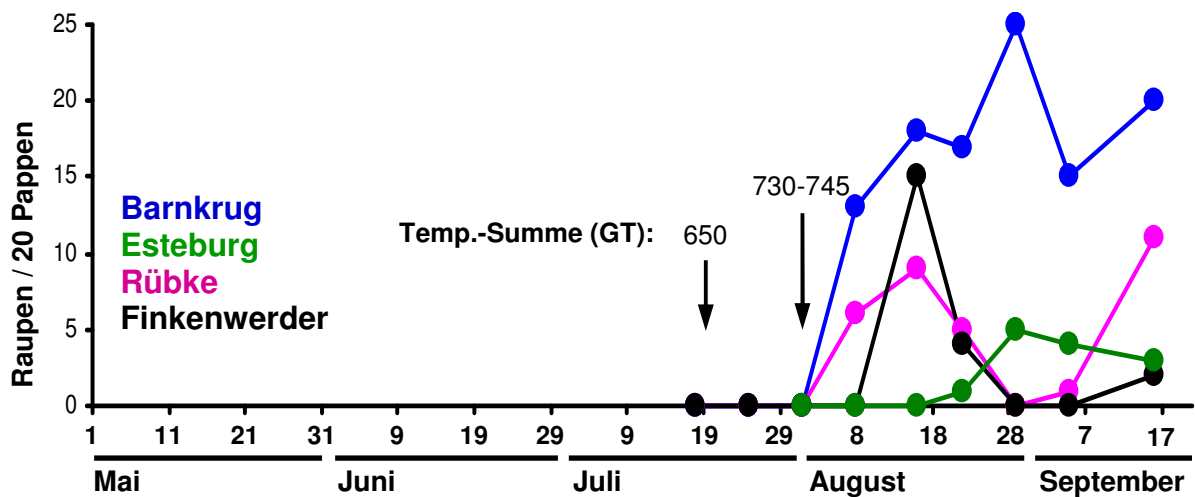


Abb. 14. Witterung im Juli 2007 am Standort Jork (Quelle: Mitteilungen des OVR des Alten Landes).

Im Jahr 2007 konnte das Abspinnen der fertig entwickelten L5-Larven der 1. Generation durch Wellpappenfänge gemessen werden (**Abb. 15**). Aufgrund einer ungewöhnlich geringen Populationsdichte war dies im Jahr 2008 nicht möglich. Einen indirekten Parameter für die Bestimmung des Abspinnungszeitpunktes liefert die Untersuchung befallener Früchte; ein durch die reife L5-Larve verlassener Bohrgang ist im Inneren trocken, weist nur noch alte trockene Kotkrümel auf und besitzt einen zweiten Ausgang (**Abb. 16**). Gänge dieser Art wurden erst ab dem 4. Aug. 2007, aber bereits ab dem 22. Juli 2008 beobachtet. Diese Beobachtungen stützen die anhand der Pheromonfallenfänge beobachteten Flugkurven und zeigen eine kleine aber deutliche partielle zweite Generation für 2008 an, nicht aber für 2007.



**Abb. 15.** Erste Wellpapp-Fänge von abgespinnenen Apfelwickler-Raupen an verschiedenen Standorten an der Niederelbe 2007.



**Abb. 16.** Verlassener Bohrgang einer frisch abgespinnenen L5-Larve.

## II.1.5. POPULATIONSDYNAMIK DES APFELWICKLERS WÄHREND DER SAISON

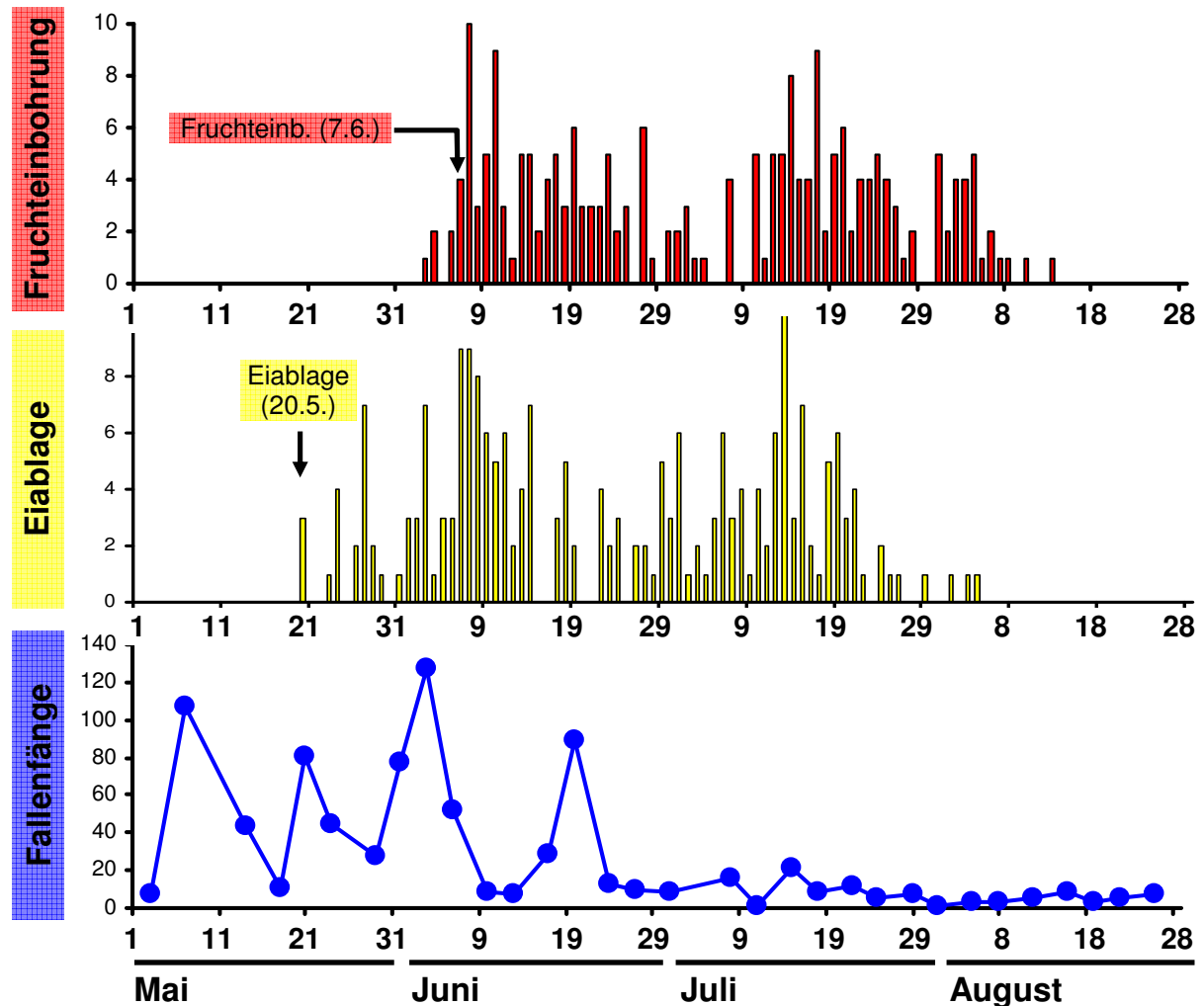
Der Fang männlicher Apfelwickler-Falter m.H. von Pheromonfallen ist mit wenig Aufwand durchzuführen und wird oft als Parameter zur Populationsentwicklung insgesamt benutzt. Leider zeigen eigene Beobachtungen sowie zahlreiche Berichte aus der Praxis und einige Publikationen (z.B. Galli & Epp, 2006), dass die so gewonnenen Daten nur von begrenztem praktischem Wert sind:

- es gibt keine klare Korrelation zwischen den Fallenfängen und der Intensität der nachfolgenden Fruchteinbohrungen in einem Bestand
- die Fangzahlen spiegeln nicht die tatsächliche Populationsdichte des Apfelwicklers wieder
- die Fängigkeit von Pheromonfallen kann im Laufe der Saison variieren, selbst wenn die Pheromonkapseln mehrere Monate lang benutzbar sind
- es bestehen apfelsortenspezifische Unterschiede in der Fängigkeit von Pheromonfallen

Daher wurden die sehr zeitaufwendigen Kopfschild- und Larvenlängenmessungen sowie Rückberechnungen der Einbohrungs- und Eiablagezeitpunkte nach der Methode von H. Helsen (persönl. Mitt.) an verschiedenen Standorten durchgeführt und mit dem auf gemessenen meteorologischen Daten basierenden RIM-Prognosemodell verglichen (siehe Abschnitt II.2.6). Der stärkste Fruchtbefall wurde in Barnkrug festgestellt. Dabei vollzog sich die Eiablage in zwei Phasen (Anfang Juni und Mitte Juli), gefolgt in 10- bis 14-tägigem Abstand von zwei korrelierenden Phasen der Fruchteinbohrungen (Mitte Juni und Mitte Juli). Die Pheromonfallenfänge wiesen insgesamt vier Peaks auf, von denen vermutlich nur die letzten beiden für den beobachteten aktiven Fruchtbefall verantwortlich waren (**Abb. 17**). Dies bestätigt die oft gemachte Beobachtung, dass gerade die frühen Fallenfangpeaks keine entsprechende Befallswelle nach sich ziehen. Man kann spekulieren, dass früh fliegende Falter ihre Eier noch nicht auf den jungen Früchten ablegen können, sondern auf Blätter und Zweige ausweichen müssen. Die daraus für die frisch geschlüpften Raupen resultierenden langen Wege bis zur Frucht erhöhen vermutlich die Mortalität. Ein weiterer mortalitätssteigernder Faktor ist die lange Dauer der Eireife bei kühlen Temperaturen (bis zu 21 Tage bei Höchstwerten um 20 °C; nur 10 Tage bei Höchstwerten von 25-30 °C). Dadurch steigt die Gefahr der Predation. Schließlich ist – wie be-

reits ausgeführt – eine übertriebene Darstellung der ersten Falterflüge aufgrund einer besonders hohen Fängigkeit zu Saisonbeginn möglich.

Die rückberechnete Eiablage korrelierte in Barnkrug 2007 auf den Tag genau mit der ersten beobachteten der Eiablage im Bestand. Auch der erste beobachtete Fruchtbefall stimmte gut überein mit der berechneten Einbohrung. Eine direktere Validierung der Kopfkapselmessung war aus den zuvor beschriebenen Gründen leider nicht möglich.



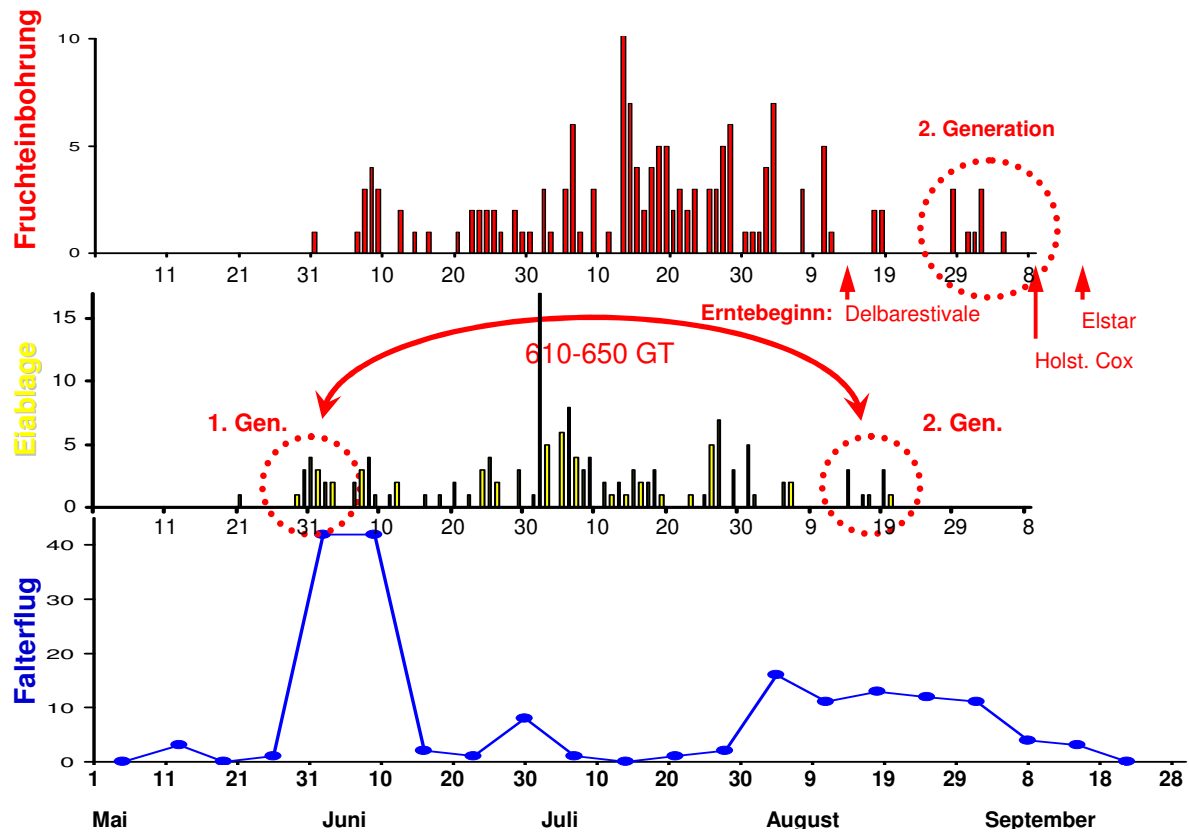
**Abb. 17.** Vergleich der rückberechneten Fruchteinbohrungen (rote Säulen) und Eiablagen (gelbe Säulen) sowie der wöchentlichen Pheromonfallenfänge am Standort Barnkrug im Jahr 2007.

Ein sehr ähnliches Bild ergab sich für die Standorte Rübke und Finkenwerder (Daten nicht dargestellt). Auch dort wurden jeweils zwei Eiablage- und Fruchteinbohrungsphasen beobachtet. Die Korrelation zwischen Pheromonfallenfängen und Eiablage/Fruchtbefall war an diesen Standorten wie auch in Barnkrug (**Abb. 17**) sehr gering.

Wie schon im Vorjahr konnte auch 2008 wieder an allen im Detail untersuchten Standorten (Esteburg, Barnkrug, Neuenschleuse, Ladekop) eine sehr ähnliche Populationsentwicklung beobachtet werden. Diese soll am Beispiel der Esteburg nachfolgend erläutert werden (**Abb. 18**). Obgleich die ersten Fallenfänge bereits um den 10. Mai registriert wurden, kam es erst zur Monatswende Mai/Juni zu einem Hauptflugpeak. In der ersten Juni-Dekade gab es durchgehend sehr gute Falterflug- und Eiablagebedingungen in Form von Trockenheit mit Dämmerungstemperaturen bei oder über 16 °C. Umso erstaunlicher war es, dass die korrespondierende Eiablage-Aktivität in diesem Zeitraum trotz des zeitgleich beobachteten Hauptflugpeaks relativ gering war. Eine ungleich höhere Eiablage wurde Anfang Juli registriert, auch wenn das Wetter in diesem Zeitraum deutlich durchwachsener war und nur geringe Pheromonfallenfänge registriert wurden (**Abb. 19**). Da die Kopfkapsel-Methode nur lebende Larven erfasst, kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Eiablagepeak Anfang Juni das wahre Ausmaß der Eiablage unterrepräsentiert. Grund hierfür könnte z.B. eine überproportional hohe Mortalität der abgelegten Eier zu diesem frühen Zeitpunkt der Saison sein. Gegen diese Erklärung sprechen unsere direkten Beobachtungen der Eiablage, die zu dieser Zeit keine ungewöhnlich hohen Peaks dokumentierten.

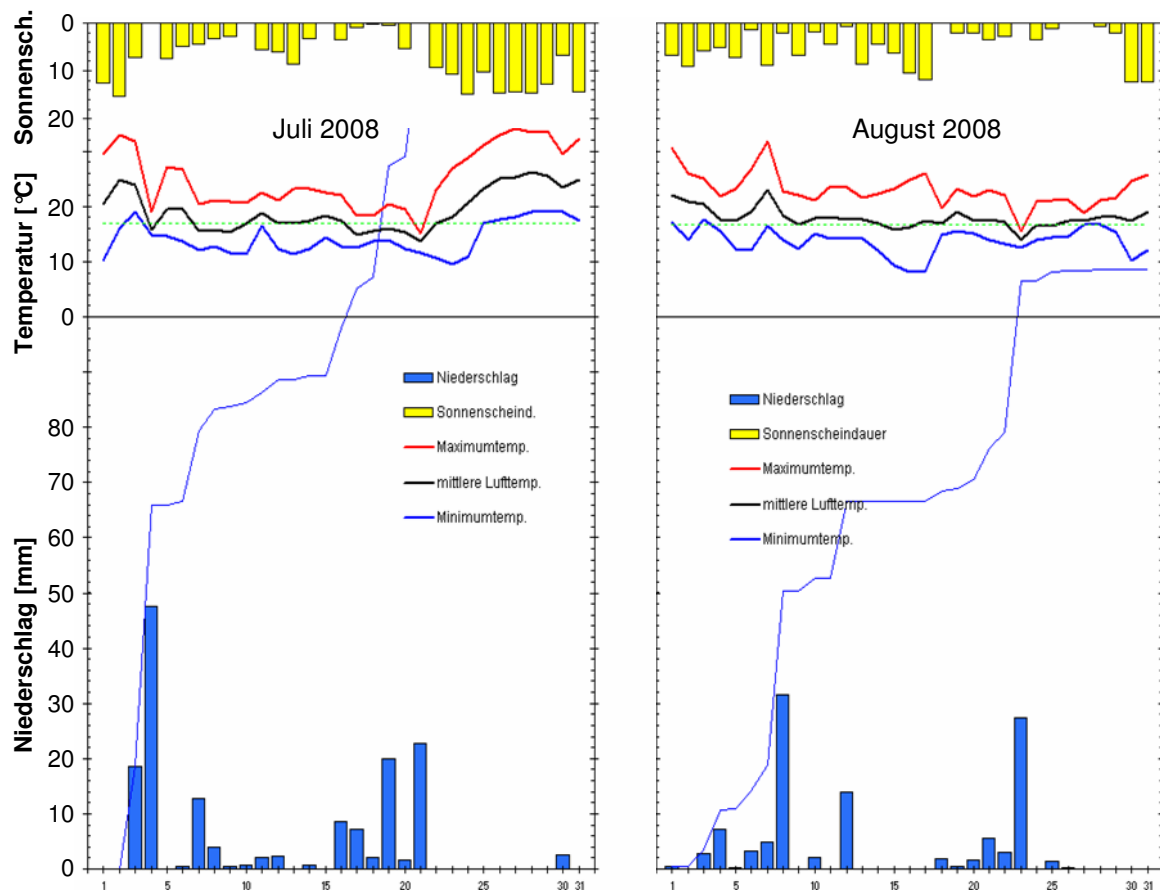
Günstige Eiablagebedingungen ergaben sich danach erst wieder zum Monatswechsel Juli/August. Jedoch fiel in diesen Zeitraum der Generationswechsel des Falterfluges, d.h. es waren nur noch wenige Falter der ersten Generation unterwegs, während die Falter der zweiten Generation noch nicht geschlüpft waren. Als diese dann flug- und eiablagefähig waren, hatte sich wiederum eine Phase kühlen, regnerischen Wetters eingestellt, so dass es nur noch zu einer sehr schwachen Eiablage der zweiten Generation kommen konnte.

Unter der Annahme einer Generationenzeit von 610-650 GT können nur die ab der zweiten August-Dekade gelegten Eier definitiv der zweiten Generation zugeordnet werden. Es ist offensichtlich, dass diese Larven keine Chance gehabt hätten, ihre Entwicklung bis zum L5-Stadium noch zu vollenden und in die Überwinterung zu gehen. In unserem derzeitigen Klima geht mit der möglichen Ausnahme extrem heißer Sommer somit die zweite Generation der Gesamtpopulation komplett verloren, und es herrscht ein starker Selektionsdruck zur obligaten Univoltinität, d.h. zum Eintritt in die Diapause selbst bei Erreichen der L5-Reife vor dem 1. August.



**Abb. 18.** Populationsentwicklung des Apfelwicklers am Standort Esteburg (OVBJork) im Jahre 2008. Dargestellt sind Pheromonfallenfänge (blau) sowie die durch Kopfkapselmessungen jeder Raupe rückberechneten Termine der Eiablage (gelbe Säulen) und Fruchteinbohrung (rote Säulen).





**Abb. 19.** Die Witterung am Standort Jork im Sommer 2008 (Quelle: *Mitteilungen des OVR des Alten Landes*).

Für die Bekämpfung des Apfelwicklers ergibt sich daraus, dass eine partielle zweite Generation relativ einfach handhabbar ist. Selbst wenn sie als Befall direkt vor der Ernte die Ertragsausfälle durchaus signifikant erhöhen kann, wie im wärmsten Standort des Alten Landes im Jahr 2006 beobachtet (**Abb. 20**), ist eine nachhaltige Auswirkung auf die *Bekämpfung* des Apfelwicklers erst zu erwarten, wenn die ersten Larven der zweiten Generation in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren die Diapause-Reife erreichen, erfolgreich überwintern und somit den Befallsdruck in der folgenden Saison erhöhen. Hierzu wären bis zur Apfelernte Temperatursummen über 1250-1300 GT erforderlich. Diese bestehen derzeit in der Pfalz. Prognosen in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe F.-M. Chmielewski müssen klären, wann dieser Fall an der Niederelbe bei moderaten (A1B1) und drastischen (A2 und stärker) globalen Erwärmungsmodellen eintreten könnte.

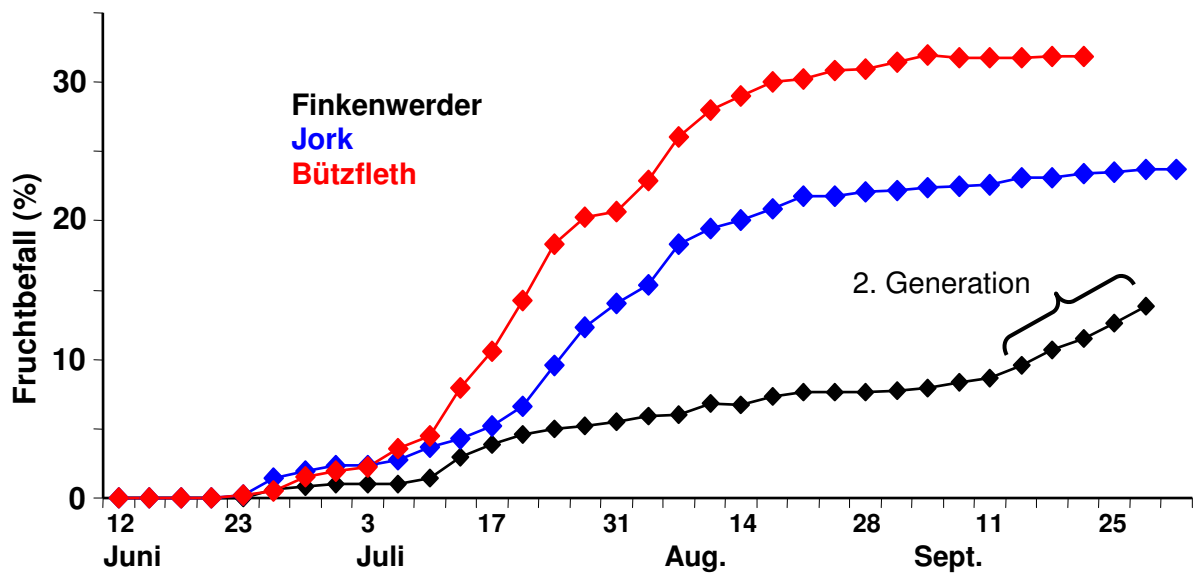
Aus der Zusammenfassung wichtiger phänologischer Ereignisse der Versuchsjahre 2007 und 2008 (Tab. 2) wird deutlich, dass aufgrund des ungewöhnlich milden Winters und Vorfrühlings die Entwicklung im Jahre 2007 zwar früher begann, dass im Jahr 2008 dieser Rückstand jedoch durch etwa 10 warme Tage Anfang Mai

wieder eingeholt wurde. Bereits der Fruchteinbohrungspeak war im Jahre 2008 früher als 2007, so dass es 2008 aber nicht 2007 zu einer kleinen partiellen zweiten Generation kommen konnte.

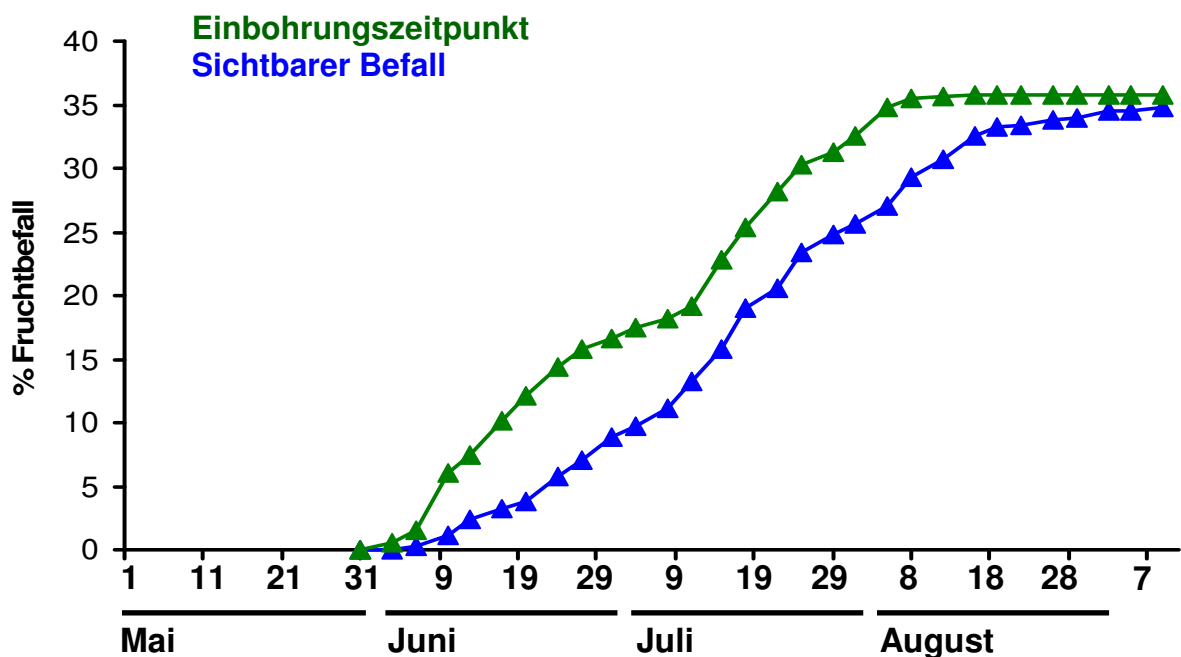
**Tab. 2:** Zusammenfassung der wichtigsten phänologischen Stadien des Apfelwicklers 2007 und 2008 an der Niederelbe.

| <b>Ereignis</b>               | <b>Esteburg 2007</b>                                 | <b>Barnkrug 2007</b>                                 | <b>Esteburg 2008</b>  | <b>Barnkrug 2008</b>  |
|-------------------------------|--|--|---|---|
| <b>Falterflug</b>             | <b>1. Flug:</b> 07.Mai<br><b>Peak:</b> 28.Mai        | <b>1. Flug:</b> 30.April<br><b>Peak:</b> 07.-21.Mai  | <b>1. Flug:</b> 13.Mai<br><b>Peak:</b> 02.-09.Juni              | <b>1. Flug:</b> 13.Mai<br><b>Peak:</b> 02.Juni                  |
| <b>Eiablage</b>               | <b>1. Ei:</b> 25.Mai<br><b>Peak:</b> 05.-17.Juni     | <b>1. Ei:</b> 20.Mai<br><b>Peak:</b> 03.-15.Juni     | <b>1. Ei:</b> 21.Mai<br><b>Peak:</b> 30./31.Mai,<br>06.-08.Juni | <b>1. Ei:</b> 27.Mai<br><b>Peak:</b> 30./31.Mai,<br>05.-08.Juni |
| <b>Frucht-<br/>einbohrung</b> | <b>1. Einb.:</b> 07.Juni<br><b>Peak:</b> 08.-22.Juni | <b>1. Einb.:</b> 02.Juni<br><b>Peak:</b> 07.-25.Juni | <b>1. Einb.:</b> 31.Mai<br><b>Peak:</b> 07.-09.Juni             | <b>1. Einb.:</b> 04.Juni<br><b>Peak:</b> 07.-09.Juni            |
| <b>Erstes Ab-<br/>spinnen</b> | 07.Aug.  | 07. Aug.   | (04.Aug.)   | (22.Juli)   |

Ein weiterer Befund von praktischer Bedeutung wird erkennbar, wenn man eine anhand der sichtbaren Einbohrungen erstellte kumulative Befallskurve mit der Kurve der durch Larvenmessungen errechneten Einbohrungszeitpunkte vergleicht (**Abb. 21**): Der sichtbare Befall wird im Durchschnitt erst 10-14 Tage nach der tatsächlichen Einbohrung erfasst. Anders ausgedrückt: Zu einem gegebenen Zeitpunkt während der Saison kann der tatsächliche Fruchtbefall um einen absoluten Wert von über 5% höher liegen als der anhand von Einbohrlöchern beobachtete Befall. Erst im Vorerntezeitraum, wenn aufgrund des Fehlens der zweiten Generation keine frischen Fruchteinbohrungen mehr auftreten, kommt es zu einer Annäherung der beiden Befallskurven.



**Abb. 20.** Fruchtbefall des Apfelwicklers an drei klimatisch unterschiedlichen Standorten an der Niederelbe im Jahre 2006. Anzeichen für eine zweite Generation wurden nur am wärmsten Standort (Finkenwerder) beobachtet (Palm *et al.*, 2007).

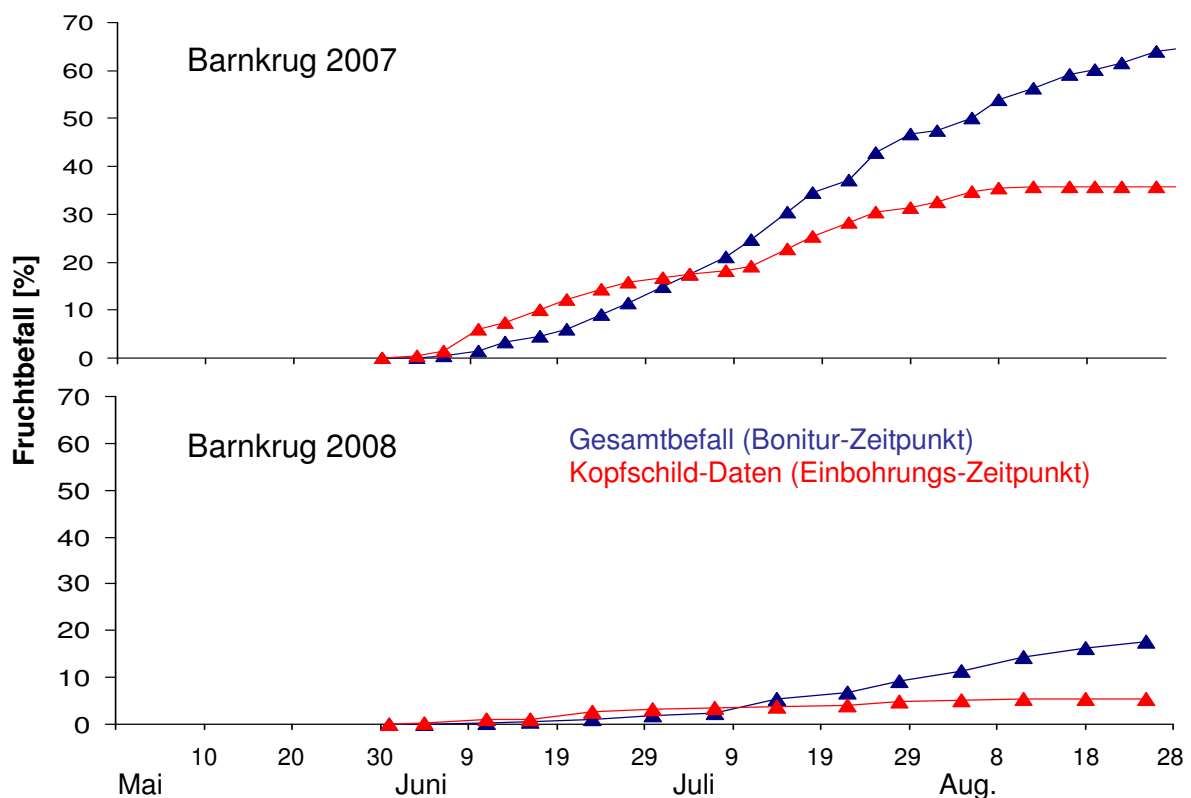


**Abb. 21.** Diskrepanz zwischen der kumulativen sichtbaren Befallskurve und der anhand der Larvenmessungen rückberechneten kumulativen Einbohrungskurve am Standort Barnkrug 2007.

## II.1.6. APFELWICKLER-BEFALLSGRAD AN DER NIEDERELBE 2007 UND 2008

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt, herrschten im Jahr 2008 exzellente Eiablage- und Fruchteinbohrungsbedingungen zum Zeitpunkt des Hauptfluges der ersten Generation. Somit wurde ein hoher Fruchtbefallsgrad erwartet. Dieser trat al-

lerdings nicht ein; vielmehr war der Fruchtbefall des Jahres 2008 deutlich geringer (typischerweise weniger als 50%) als der des Vorjahres. Ein Beispiel für diese mit wenigen Ausnahmen im gesamten Niederelbe-Gebiet gemachte Beobachtung ist in **Abb. 22** dargestellt. Hierbei handelt es sich nicht um identische Flächen, aber um räumlich nur um wenige hundert Meter getrennte Obstanlagen der gleichen Apfelsorte ('Elstar') mit vergleichbarem Ausgangsbefall im Vorjahr. Auch auf der mehrjährig verwirrten Versuchsfläche (siehe **Abb. 29-32**) wurde dieser Trend beobachtet. Wir können derzeit keine schlüssige Erklärung für dieses Phänomen anbieten. Möglicherweise handelt es sich um die Auswirkungen der entschiedenen Bekämpfung des Apfelwicklers im Jahr 2007, die durch viele Obsterzeuger durchgeführt wurde.



**Abb. 22.** Vergleich des Gesamt-Fruchtbefalls inklusive abortierter Fraßgänge (blaue Linien; dargestellt nach Zeitpunkt der Bonitur) und des aktiven Befalls (rote Linien; dargestellt nach Einbohrungszeitpunkt, rückberechnet anhand der Kopfkapselmessungen) an ähnlichen Standorten in den Jahren 2007 und 2008.

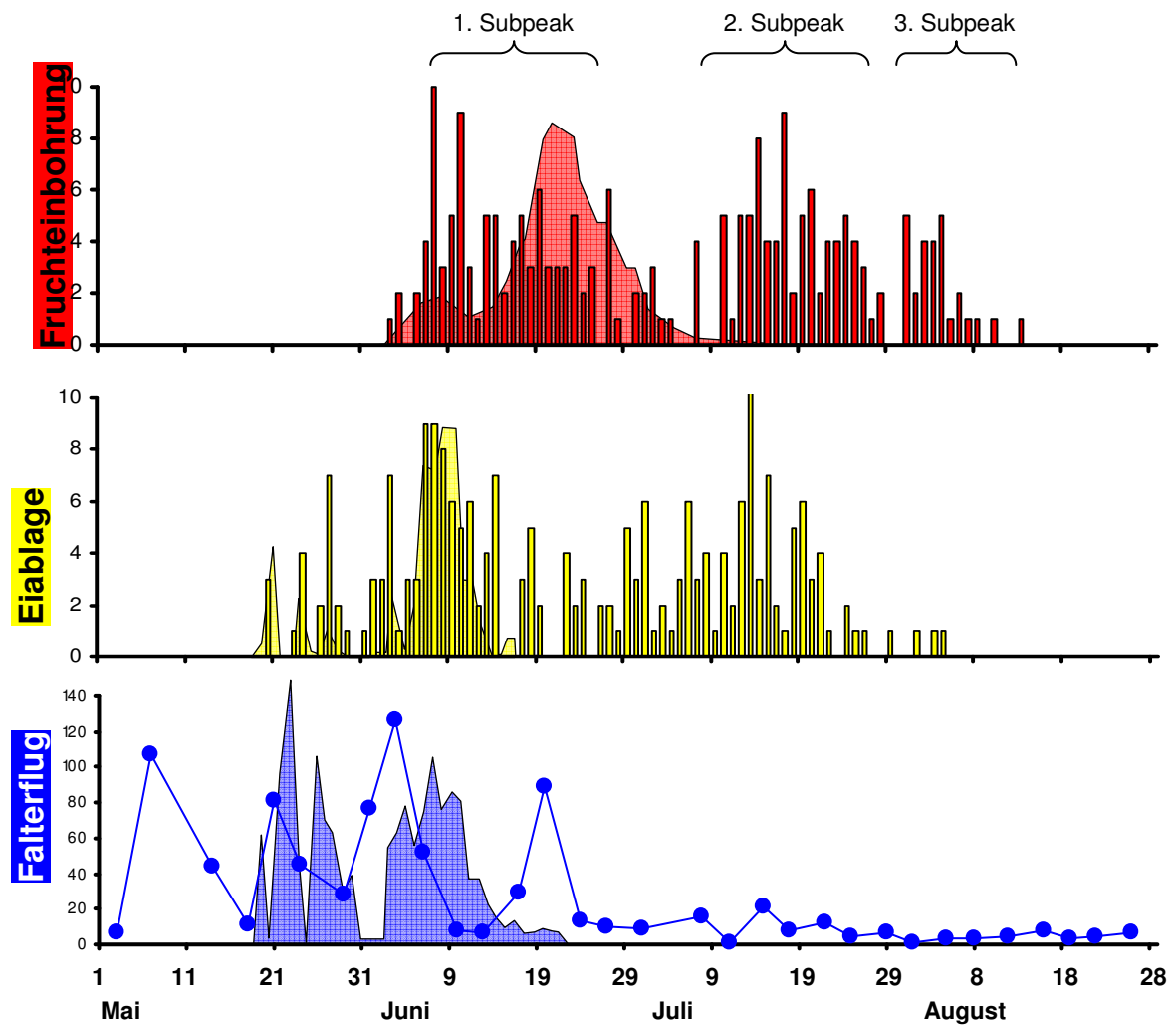
## II.1.7. DAS PROGNOSEMODELL RIMPRO AN DER NIEDERELBE

In der Vegetationsperiode 2007 konnte an der Niederelbe keine gute Übereinstimmung zwischen der RIMpro-Prognose einerseits und den Pheromonfallenfängen bzw. den durch Kopfkapselmessungen und -rückberechnungen ermittelten Eiablage-

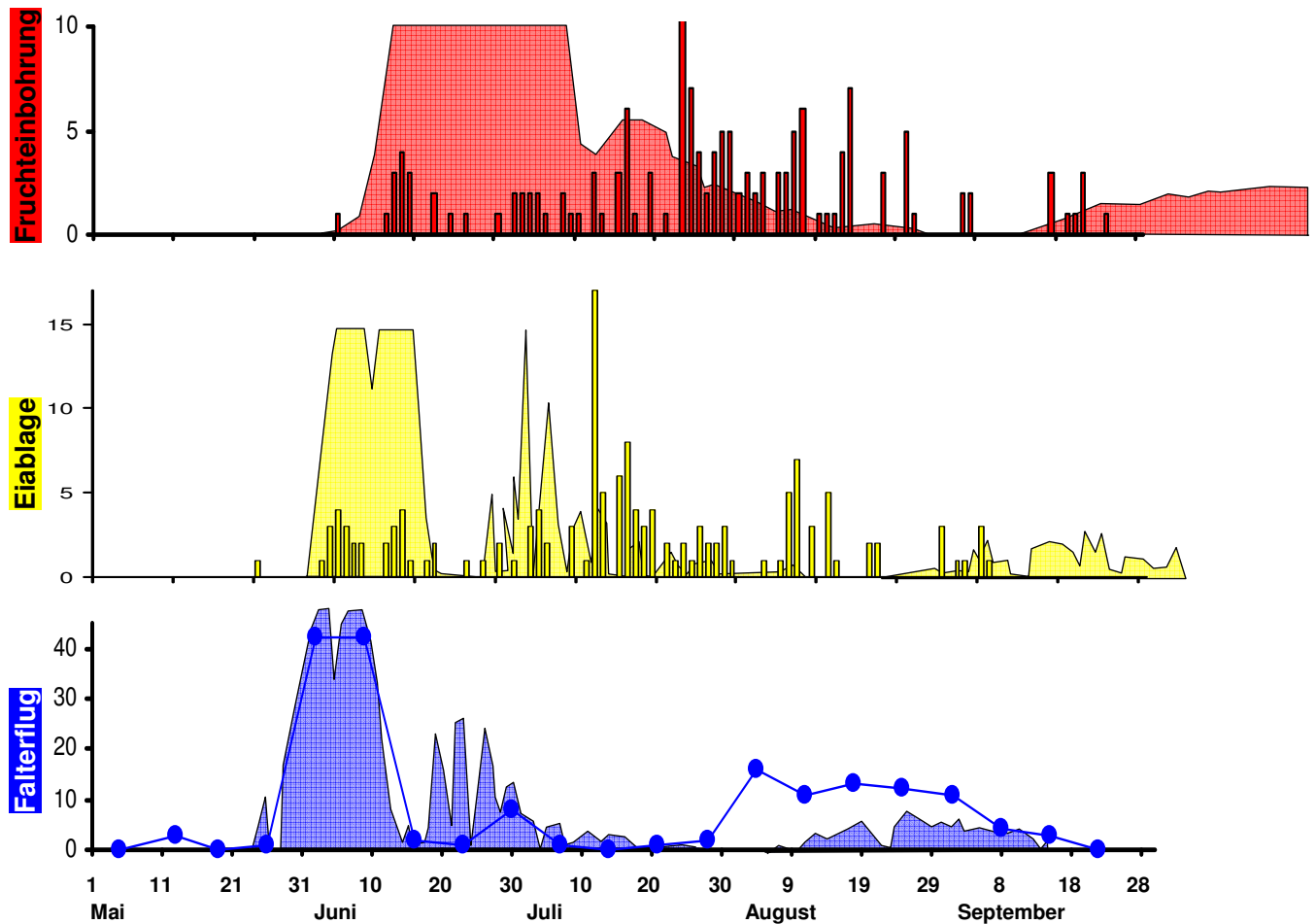
und Fruchteinbohrungspeaks andererseits ermittelt werden (**Abb. 23**). Während diese Abweichungen bei den Flugpeaks generell ohne Konsequenz für den Pflanzenschutz sind, hätte mit erheblichen Ausfällen gerechnet werden müssen, wenn man Pflanzenschutzmaßnahmen allein anhand der durch RIMpro prognostizierten Eiablage- bzw. Larvenschlupftermine vorgenommen hätte: der gesamte zweite Subpeak der ersten Generation wäre nicht erfasst worden. Die an der Niederelbe ermittelten Daten wurden durch die Entwickler des Programms ausgewertet und für eine Anpassung der Schlüsselparameter genutzt. Dadurch ergaben sich eine geringfügig verbesserte Darstellung, in der der zweite Subpeak als Schulter des ersten Subpeaks ausfiel, während der 3. Subpeak als separater Peak dargestellt wurde (Daten nicht gezeigt).

Dieser verbesserte Algorithmus wurde uns durch die RIMpro-Betreiber für die Saison 2008 zur Verfügung gestellt. Ein Vergleich der Prognose mit den ermittelten Werten (**Abb. 24**) zeigt mäßige Übereinstimmungen der kritischen Parameter Eiablage und Fruchteinbohrungen, wobei auch hier wieder der Befall in der zweiten Hälfte der ersten Generation unterschätzt wurde. Da in der Apfelwickler-Bekämpfung an der Niederelbe generell die erste Hälfte der ersten Generation besser erfasst wird als die zweite Hälfte, fördert RIMpro in seiner derzeitigen Form diese Tendenz.

Generell ist anzumerken, dass sich dem Obsterzeuger oder Pflanzenschützer während der Saison nicht das Bild bietet, welches in den **Abb. 23 und 24** gezeigt ist: Ein so detaillierter Eindruck der Apfelwickler-Populationsentwicklung ist erst im Rückblick möglich. Während der Saison ändert sich die RIMpro-Prognose sowohl als Relativierung der bereits erfassten Peakhöhen als auch als kontinuierliche Anpassung der Prognose für die kommenden Tage mit den sich ändernden Witterungsparametern. Eine Apfelwicklerbekämpfung, welche ausschließlich auf witterungsdatengestützten Prognosemodellen basiert, erscheint uns daher derzeit nicht praxistauglich. Nichtsdestotrotz liefert RIMpro wertvolle Zusatzinformationen zu den Beobachtungen im Freiland, einschließlich der Möglichkeit einer Verifizierung der durch Pflanzenschutzberater ausgegebenen Pflanzenschutzhinweise. Eine kritische Interpretation der Informationen ist und bleibt die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Nutzung dieser Technologie und ihrer Möglichkeiten.



**Abb. 23.** Vergleich der rückberechneten Fruchteinbohrungen (rote Säulen) und Eiablagen (gelbe Säulen) sowie der wöchentlichen Pheromonfallenfänge am Standort Barnkrug (Vegetationsperiode 2007) mit den für diesen Standort berechneten Prognosen (flächig hinterlegte Peaks) mit RIMpro-Version 2007.



**Abb. 24.** Vergleich der rückberechneten Fruchteinbohrungen (rote Säulen) und Eiablagen (gelbe Säulen) sowie der wöchentlichen Pheromonfallenfänge am Standort Esteburg (Vegetationsperiode 2008) mit den für diesen Standort berechneten Prognosen (flächig hinterlegte Peaks) mit RIMpro-Version 2008.

## II.1.8. ZUSAMMENFASSUNG DER BIOLOGIE DES APFELWICKLERS

Die wichtigsten Befunde dieses Teilprojekts zur Populationsbiologie des Apfelwicklers lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Der Apfelwickler zeigt bereits eine starke Reaktion auf den Klimawandel in Form eines verfrühten Erstfluges.
2. Der zu erwartende Falterflug lässt sich durch Verpuppungsstudien mit überwinterten Raupen 2-3 Wochen im Voraus prognostizieren.
3. Die Populationsdynamik des Apfelwicklers lässt sich für jeweils eine Saison erfassen, indem anhand der Kopfkapselgröße und Körperlänge das Alter der in Früchten gefundenen Larven bestimmt wird und anhand von Temperatursummen die Termine der Fruchteinbohrung und Eiablage errechnet werden.

4. Temperatursummen und Populationsbeobachtungen deuten darauf hin, dass sich die Niederelbe-Region derzeit auf der Schwelle von einem Ein-Generationen-Gebiet zu einem Gebiet mit partieller zweiter Generation befindet.
5. Die Nutzung des derzeit besten Simulationsmodells RIMpro zur Prognose des Apfelwicklers ist selbst unter aktuellen Bedingungen nur eingeschränkt möglich. Daher ist der Einsatz dieses Programms für Prognosen der zukünftigen Populationsentwicklung von *C. pomonella* auf der Basis von Klimasimulationen nicht geeignet.
6. Dennoch ist eine auf regionalen Klimamodellen basierende Prognose des Apfelwicklers auf gröberem Raster möglich, indem zum Stichtag 1. August für die Komplettierung einer ersten Generation ca. 630 Gradtage veranschlagt werden, für eine partielle 2. Generation 630-900 GT, für zwei komplette Generationen ca. 1250 GT, für eine partielle dritte Generation 1250-1500 GT, für drei komplette Generationen >1500 GT. Errechnet man die Gradtage unter Nutzung der Daten von Klimasimulationen für einzelne Ortspixel, kann für jedes Jahr die Anzahl der Generationen prognostiziert werden. Erste Berechnungen sind vor dem Hintergrund der Abschätzung wirtschaftlicher Kosten bereits durchgeführt worden (Chmielewski *et al.*, 2009).

Eine detailliertere Prognose zur Generationenfrage des Apfelwicklers unter Einbeziehung der in Jork gewonnenen Erkenntnisse zur Entwicklungsbiologie dieses Schädling unter den derzeitigen Klimabedingungen wird durch die Projektpartner OVA Jork und Humboldt-Universität gemeinsam publiziert. Prognosen sollten dabei verschiedene Klimaszenarien einbeziehen, darunter die A1B1-Simulation sowie das sich als immer realistischer herausstellende, auf erhöhten Treibhausgasemissionen beruhende Extremszenario A2.

#### II.1.9. DIE VERWIRRUNGSMETHODE AN DER NIEDERELBE

Die Verwirrungsmethode beruht auf der Freisetzung einer flächendeckenden Wolke weiblicher Sexuallockstoffe (Pheromone) des Apfelwicklers in einer Apfelanlage, wodurch die konzentrationsgradientenabhängige Lokalisierung der weiblichen durch die männlichen Falter behindert wird. Paarung und damit Eiablage und Fruchtbefall werden gestört. Um dies zu erreichen, werden Ampullen (Dispensoren), die mit dem



chemisch synthetisierten Pheromon des Apfelwicklers gefüllt sind, in einen Bestand gehängt. Um eine flächendeckende Wolke zu erzeugen, muss alle 20 m<sup>2</sup> eine Ampulle aufgehängt werden (500 Ampullen pro Hektar, bei hochstämmigen Bäumen sogar mehr). Die wichtigsten Punkte zur Verwirrung sind in dem nachfolgend abgedruckten Merkblatt zusammengefasst, welches am OVB Jork für die Einführung dieser Methode in der Saison 2007 verfasst wurde.

Es liegt auf der Hand, dass die Verwirrung nur bei geringem Ausgangsbefall bzw. Falterflug effizient funktionieren kann – je höher die Dichte der Falter, desto wahrscheinlicher das zufällige Aufeinandertreffen von Männchen und Weibchen trotz einer dichten Pheromonwolke. Eine akkurate wissenschaftlich abgesicherte Bonitur der Effizienz der Verwirrungsmethode verbietet sich aber deswegen, da stets großparzellig verwirrt werden muss und somit im Gegensatz zu Versuchen mit chemischen Insektiziden oder dem Granulose-Virus keine unbehandelten Kontrollparzellen auf derselben Fläche zur Verfügung stehen können. Um dennoch zu einer Abschätzung des Potentials der Verwirrungsmethode zu kommen, wurde im Jahr 2007 auf zwei Praxisbetrieben (I und II) sowie einer Gemeinschaftsanlage (III) jeweils eine Verwirr-Fläche und eine räumlich 200-500 m entfernt liegende Kontrollfläche untersucht. Die Bonitur fand im Vorerntezeitraum statt, um zu einer möglichst realistischen Quantifizierung des tatsächlichen Fruchtbefalls zu kommen (siehe **Abb. 22**). Es wurde eine großräumige Bonitur vorgenommen, um etwaige Gradienten im Befall durch den Apfelwickler und Variationen im Fruchtbefall zwischen individuellen Bäumen zu erfassen.

Im Folgejahr (2008) boten sich solche Bonituren aufgrund des insgesamt niedrigeren Befallsniveaus nicht an. Dennoch wurde die bereits im Vorjahr bonitierte Fläche III mit danebenliegender Kontrollparzelle wiederum großflächig untersucht, um einen direkten Vergleich zum Vorjahr zu erlangen. Diese Anlage erwies sich als glückliche Wahl, da sich die sie bewirtschaftenden Obsterzeuger auch im Jahr 2009 entschlossen haben, die Verwirrung weiterhin gemeinschaftlich durchzuführen. Eine Bonitur in diesem Jahr kann somit gewährleisten, dass eine Kontinuität der Ergebnisse auch über das Ende der KliO-Laufzeit hinaus gewahrt wird.

## II.1.10. ERGEBNISSE ZUR VERWIRRUNGSMETHODE

Die Ergebnisse der Bonituren sind in den **Abb. 25-32** und **Tab. 3-5** zusammengefasst. Zur Bonitur wurde folgender Schlüssel verwendet:

|           |               |                              |     |                               |
|-----------|---------------|------------------------------|-----|-------------------------------|
|           | <b>0</b>      | befallsfrei                  |     | <b>Abkürzungen für Sorten</b> |
| <b>1</b>  | bis <b>2</b>  | geringer Befall (1-2%)       | Br  | Braeburn                      |
| <b>3</b>  | bis <b>5</b>  | mäßiger Befall (3-5%)        | DeE | Delbarestivale                |
| <b>6</b>  | bis <b>10</b> | starker Befall (6-10%)       | Els | Elstar                        |
| <b>11</b> | bis <b>15</b> | sehr starker Befall (11-15%) | Ga  | Gala                          |
| <b>16</b> | u. mehr       | katastrophaler Befall (>15%) | GD  | Golden Delicious              |
|           |               |                              | Gl  | Gloster                       |
|           |               |                              | HC  | Holsteiner Cox                |
|           |               |                              | JG  | Jonagold                      |
|           |               |                              | JGR | Jonagored                     |
|           |               |                              | RP  | Red Prince                    |

Pro Baum wurden 100 Früchte bonitiert.

Eine vorsichtige Bewertung der Ergebnisse unter Einbeziehung der Vorgeschichte der verschiedenen Flächen resultiert in der Annahme eines Wirkungsgrad der Verwirrungsmethode von ca. 50% bei einem geringen Ausgangsbefall unter 5% (Vorjahres-Fruchtbefall). Liegt der Ausgangsbefall unter 1%, erhöht sich der Wirkungsgrad.

Obstbau Versuchs- und  
Beratungszentrum Jork

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

**ÖÖN**  
Öko-Obstbau Norddeutschland  
Versuchs- und Beratungsring e.V.

### Merkblatt zur Apfelwickler-Verwirrung 2007

Dr. Gerd Palm, Dr. Roland Weber, Peter Heyne – 24. April 2007

#### **Allgemeines**

- „RAK3“-Dispenser bis zum Aufhängen kühl lagern (bei 4 °C oder im Kühllager).
- Aufhängen der Dispenser im Schatten (oder dort, wo sich nach voller Blattentfaltung Schatten bilden wird).
- Bei kleineren Bäumen (z.B. 2,5 m Kronenhöhe) wird jeder Dispenser im oberen Kronendrittel aufgehängt. Bei höheren Bäumen (über 3,50 m) wird alternierend in der Mitte und im oberen Drittel aufgehängt.
- Lebensdauer: Die Dispenser reichen für eine ganze Vegetationsperiode, d.h. von Mai bis Oktober.

#### **Verteilung der Dispenser innerhalb der Fläche**

- In Flächen mit kleineren Bäumen (<4 m) werden 500 Dispenser pro ha aufgehängt, d.h. ein Dispenser pro 20 m<sup>2</sup>. Rechenbeispiel für einen doppelten Reihenabstand von 6 m (2 x 3 m):

$$\frac{20 \text{ m}^2}{6 \text{ m}} = 3,3 \text{ m}$$

Also wird in jeder zweiten Reihe alle 3,3 m ein Dispenser aufgehängt.

- Sind die Bäume durchgehend 4 m oder höher, erhöht sich die Anzahl der Dispenser auf 750-1000 pro ha.
- Am Rand des verwirrten Areals wird grundsätzlich alle 2 m ein Dispenser aufgehängt.
- Bei Wegen, Schneisen und Gräben innerhalb der verwirrten Fläche wird wie folgt vorgegangen: Bei >10 m Breite werden die angrenzenden Bäume alle 2 m abgehängt; bei <10 m wie nach obiger Regel, z.B. bei 8 m = alle 2,5 m.
- Hohe Bäume, die an eine Fläche mit deutlich niedrigeren Bäumen (<50% der Höhe) angrenzen, gelten als Randbereich: alle 2 m abhängen!
- Angrenzende unverwirrte Flächen werden bis zu 30 m Tiefe ebenfalls mit einem Dispenser pro 20 m<sup>2</sup> abgehängt. Ist dieser 30 m-Streifen eine Hauptwetterseite (W oder SW), wird ihr Rand alle 2 m abgehängt. *Dies bezieht sich auch auf Nicht-Wirtspflanzen wie z.B. Forstgehölze oder Windschutzhecken!!!*
- Liegt am Rand der verwirrten Fläche ein freies Stück (z.B. Rodung, Wiese) von <100 m Breite, muß die daran angrenzende Gehölzfläche ebenfalls auf 30 m Tiefe abgehängt werden.

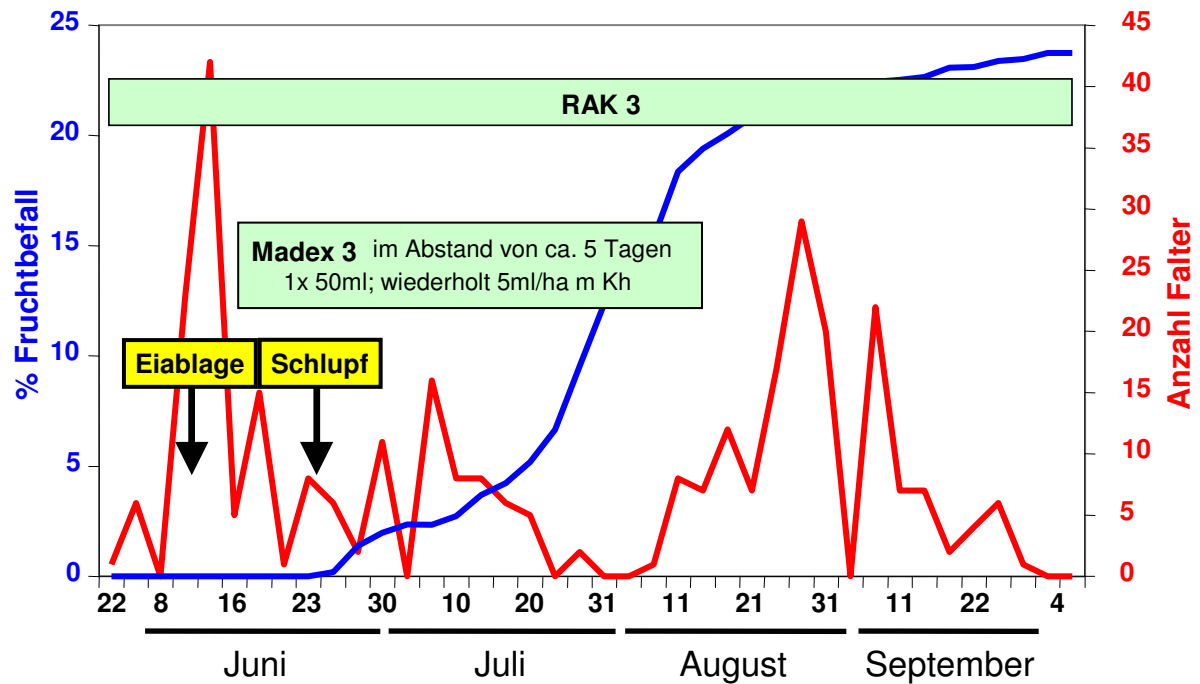
#### **Kontrolle des Befalls**

- pro 20 ha werden durch OVB-Mitarbeiter ca. 3 Pheromonfallen aufgehängt, zur Kontrolle des AW-Fluges. Eine Falle wird zusätzlich außerhalb der verwirrten Fläche aufgehängt, als Referenz. *Diese Fallen sind den RAK3-Packungen beigelegt.*
- Die Kontrolle der Fallen wird wie folgt durchgeführt:
  - Jeden Montag durch OVB-Mitarbeiter; dabei werden die gefangenen Falter entfernt.
  - Jeden Donnerstag durch Obstanbauer; *bitte Falter nicht entfernen, sondern lediglich für jede Falle die Fangzahl notieren.*

- Bonituren des Fruchtbefalls (100 Früchte/Baum, 4 Bäume/ha) wird Ende Juli und vor der Ernte durch OVB-Mitarbeiter durchgeführt. *Anbauer bitte ebenfalls wiederholt Fruchtbe- fall beobachten.*

### Befallsreduzierung erforderlich

Die Verwirrung kann als alleinige Bekämpfungsmethode des Apfelwicklers nur bestehen, wenn der Ausgangsbefall unter 1% befallener Früchte liegt. *Liegt er darüber, ist zumindest im ersten Jahr eine intensive begleitende Behandlung mit Madex 3 notwendig.* Die für 2007 empfohlene Behandlungsstrategie sieht wie folgt aus:



Apfelwicklerbekämpfung 2007, am Beispiel der Populationsentwicklung am Standort Jork 2006 (nach Palm *et al.*, 2007).

### Quellenangabe

BASF: RAK3+4 Biotechnische Schädlingsbekämpfung gegen den Fruchtschalenwickler und den Apfelwickler.

Palm, G., Vollmer, I. u. Kruse, P. (2007). Untersuchungen der Apfelwickler-Population und Bekämpfung 2006 an der Niederelbe – Bekämpfungsempfehlung für 2007. *Mitteilungen des OVR des Alten Landes* **62**: 111-115.

### Für Rückfragen

Die Verwirrungsmethode wird durch die Abt. Pflanzenschutz intensiv betreut. Für Rückfragen stehen zur Verfügung:

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| Peter Heyne      | Tel. (04162) 6016134 |
| Dr. Gerd Palm    | Tel. (04162) 6016130 |
| Dr. Roland Weber | Tel. (04162) 6016133 |

**Fläche I:** Integriert wirtschaftender Betrieb, Neuenschleuse, Bonitur am 5. Sept. 2007 (**Tab. 3, Abb. 25 und 26**). Der Anbauer war mit dem Ergebnis der Verwirrungsmethode unzufrieden, obgleich der Befall seiner verwirrten Fläche (**Abb. 26**) geringer war als der in einer äquivalenten Kontrolle (**Abb. 25**). Zudem reduzierte sich der Befallsgrad in der Verwirrfläche weiter, wenn man die in Hofnähe stehenden Bäume sowie die Randreihen mit sehr hohem Befall unberücksichtigt ließ. Dies ist deswegen gerechtfertigt, da der Anbauer versäumt hatte, die an die Randreihen angrenzenden unverwirrten Flächen auf 30 m Tiefe abzuhängen.

**Tab. 3.** Details der Verwirr- und Kontrollfläche I (2007).

|                  | <b>Größe der Fläche</b> | <b>bonitierte Sorten</b>  | <b>Behandlung</b>                          | <b>Anzahl bon. Früchte</b>   | <b>Befallsgrad</b>            |
|------------------|-------------------------|---------------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Kontrolle</b> | 220 x 95 m<br>= 2,1 ha  | Jonagored                 | 1 x Insegar,<br>4 x Runner,<br>1 x Steward | 5700                         | 4,53%                         |
| <b>RAK3</b>      | 450 x 115 m<br>= 5,2 ha | Jonagored,<br>Golden Del. | 3 x Runner,<br>1 x Steward                 | 11800<br>(7900) <sup>1</sup> | 3,80%<br>(1,68%) <sup>1</sup> |

<sup>1</sup> Unter Ausschluss der Randbäume (Effekt der Rand- u. Hofnähe)

**Fläche II:** Ökologisch wirtschaftender Umstellungsbetrieb, Höhen, Bonitur am 31. Aug. 2007 (**Tab. 4, Abb. 27 und 28**). Der Anbauer beurteilte den Effekt der Verwirrung sehr positiv, da er im Vorjahr einen etwa 5-mal höheren Ausgangsbefall in der Verwirrfläche relativ zur Kontrolle beobachtet hatte.

**Tab. 4.** Details der Verwirr- und Kontrollfläche II (2007).

|                  | <b>Größe der Fläche</b> | <b>Bonitierte Sorten</b>         | <b>Behandlung</b> | <b>Anzahl bon. Früchte</b>   | <b>Befallsgrad</b>            |
|------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Kontrolle</b> | 75 x 300 m<br>= 2,3 ha  | Elstar, Jonagored,<br>Holst. Cox | ca. 10 x Madex    | 6900                         | 1,72%                         |
| <b>RAK3</b>      | 200 x 225 m<br>= 4,5 ha | Elstar, Gala                     | ca. 10 x Madex    | 10100<br>(8900) <sup>1</sup> | 2,12%<br>(1,90%) <sup>1</sup> |

<sup>1</sup> Unter Ausschluss der Randbäume (Effekt der Rand- u. Hofnähe)

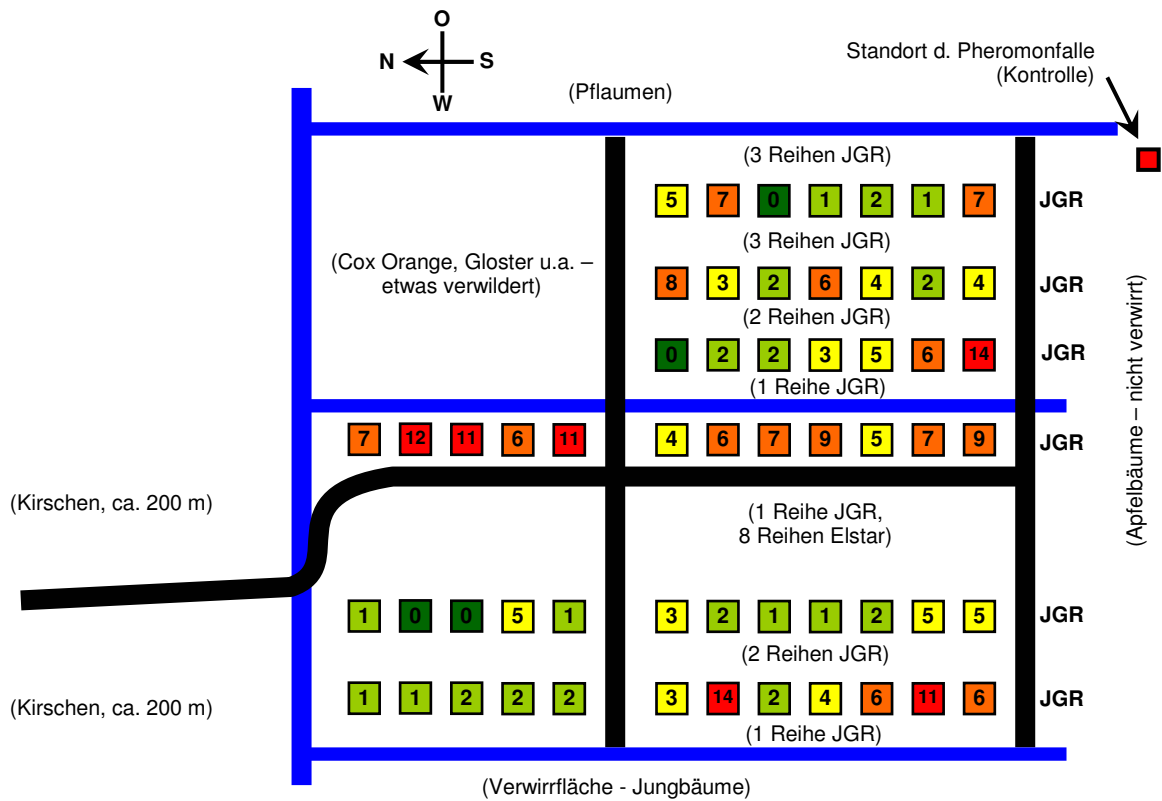


Abb. 25. Kontrollfläche des Betriebes I im Jahr 2007 (Bonitur alle 20 m)

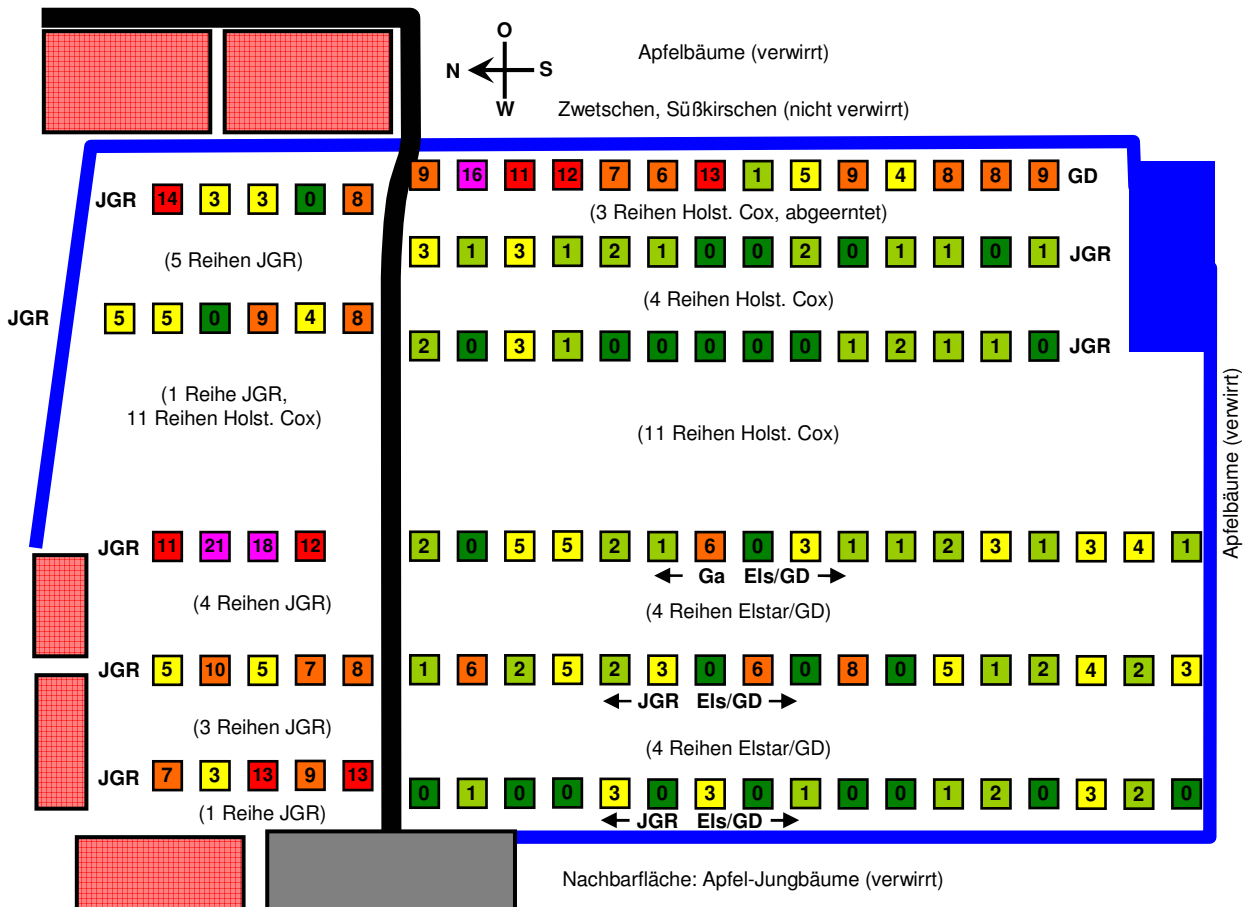


Abb. 26. Verwirrfläche des Betriebes I im Jahr 2007 (Bonitur alle 20 m)



**Fläche III:** Gemeinsame Verwirrung von drei integriert wirtschaftenden Betrieben, Francop, Bonitur am 14. Sept. 2007 und 25. Aug. 2008. Die Wirkung der Verwirrungsmethode wurde von den Anbauern einhellig als positiv bewertet (siehe **Tab. 5**). Die flächigen Bonituren sind für die nichtverwirrte Kontrolle in den **Abb. 29 und 30** sowie für die verwirrte Fläche in **Abb. 31 und 32** dargestellt. Diese Darstellung zeigt den bereits in **Abb. 22** dargestellten Trend eines deutlich geringeren Befallsdrucks des Jahres 2008 im Vergleich zu 2007. Des weiteren zeigte sich in beiden Jahren eine sehr gute Wirkung der Verwirrungsmethode, welche – in Zusammenwirken mit anderen Pflanzenschutzmaßnahmen – eine Reduzierung des Befalls auf nahezu Null bewirkte. Bei einem solch geringen Vorjahresbefall und unter Annahme eines relativ kleinen Flugradius des Apfelwicklers sollte es möglich sein, diese Fläche in der Vegetationsperiode 2009 allein mit der Verwirrungsmethode wirkungsvoll gegen den Apfelwickler zu schützen. Diese Empfehlung wurde durch die Betriebsleiter angenommen. Die allein durch Verwirrung geschützten Flächen werden durch Mitarbeiter des Hauses OVB Jork intensiv auf Apfelwickler-Befall überwacht, um im Falle eines Versagens der Verwirrungsmethode rechtzeitig mit anderen Pflanzenschutzmaßnahmen eingreifen zu können.

**Tab. 5.** Details der Wirkung der Verwirrungsmethode in der Praxisanlage III (2007 und 2008).

|                  | <b>Größe der Fläche</b> | <b>Bonitierte Sorten</b>            | <b>Behandlung</b>               | <b>Anzahl bon. Früchte</b>   | <b>Befallsgrad 2007</b>       | <b>Befallsgrad 2008</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <b>Kontrolle</b> | 53 x 800 m<br>= 4,2 ha  | Jonagored, Elstar, Holst. Cox       | Insegar, Steward, Runner, Madex | 12200<br>(8700) <sup>1</sup> | 3,34%<br>(2,03%) <sup>1</sup> | 0,63%                   |
| <b>RAK3</b>      | 200 x 750 m<br>= 15 ha  | Jonagold, Braeburn, Elstar, Gloster | Insegar, Steward, Runner, Madex | 9400                         | 0,82%                         | 0,03%                   |

<sup>1</sup> Unter Ausschluss der Parzelle in Hofnähe



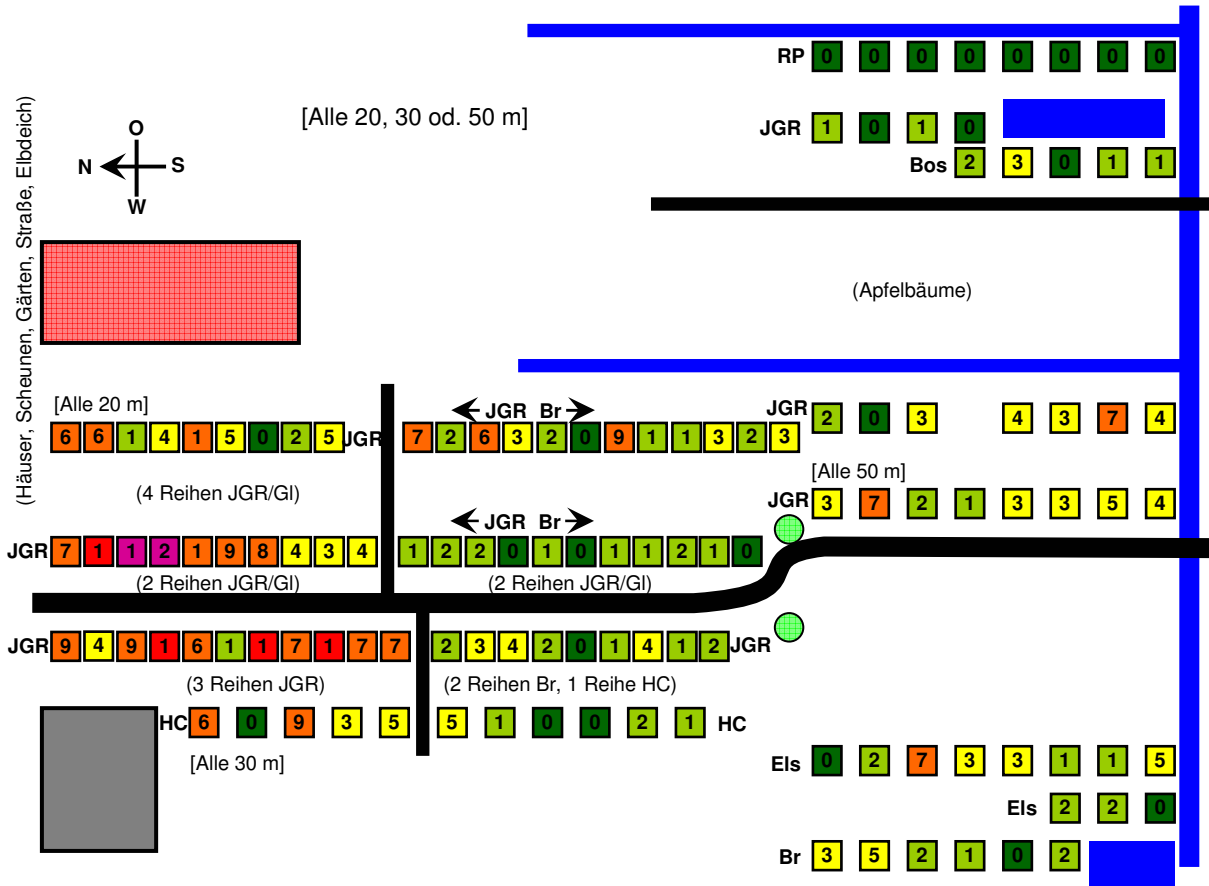


Abb. 29. Nicht verwirte Kontrollflächen III, Bonitur 2007.

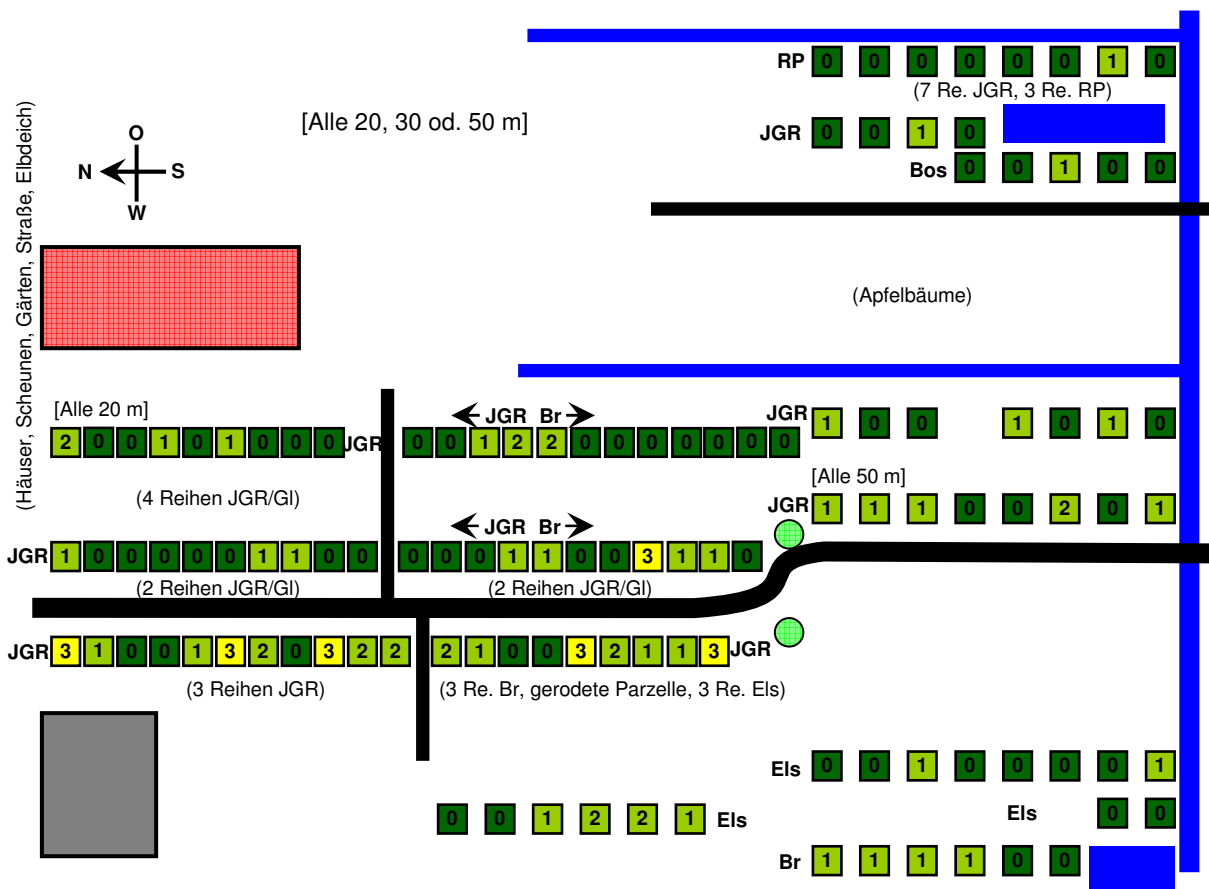


Abb. 30. Nicht verwirte Kontrollflächen III, Bonitur 2008.

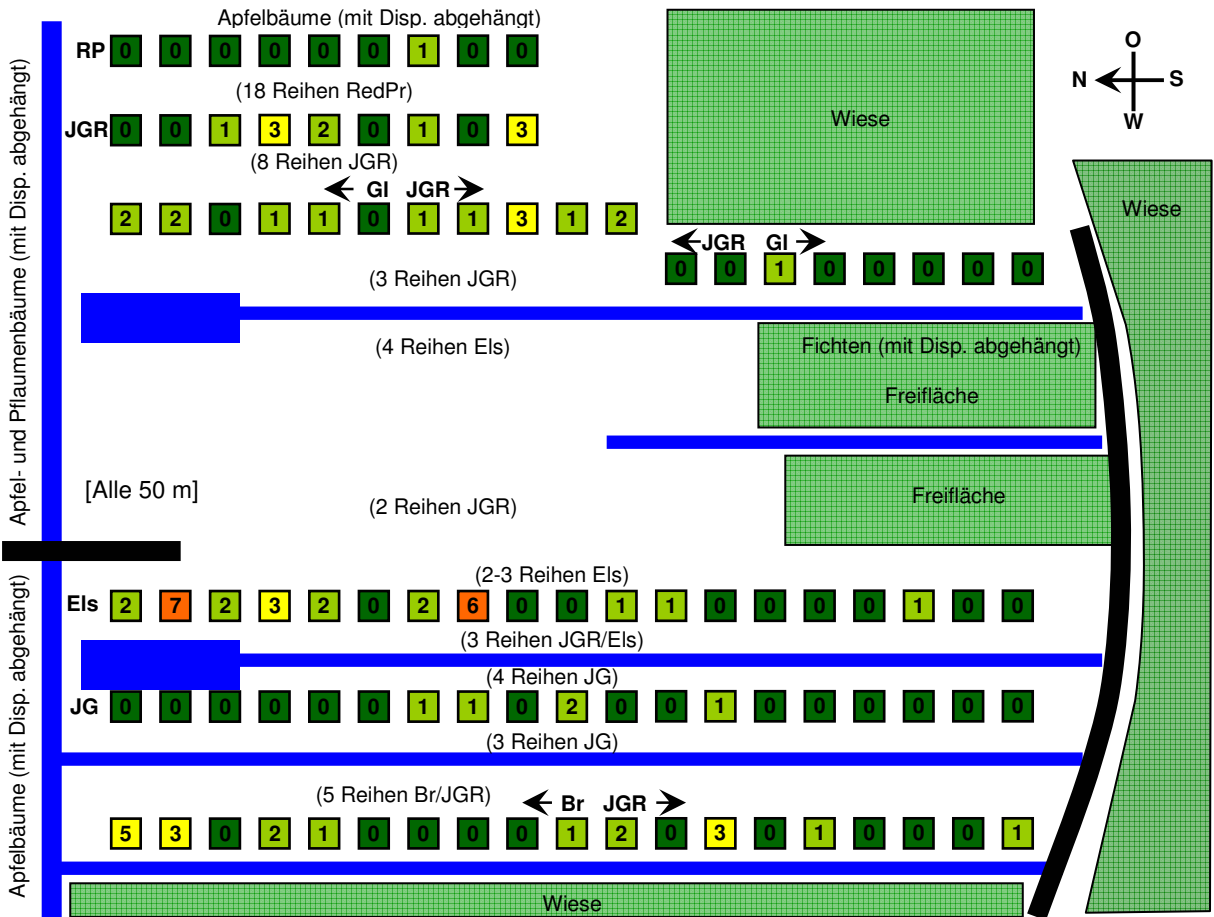


Abb. 31. Verwirrte Flächen III, Bonitur 2007.

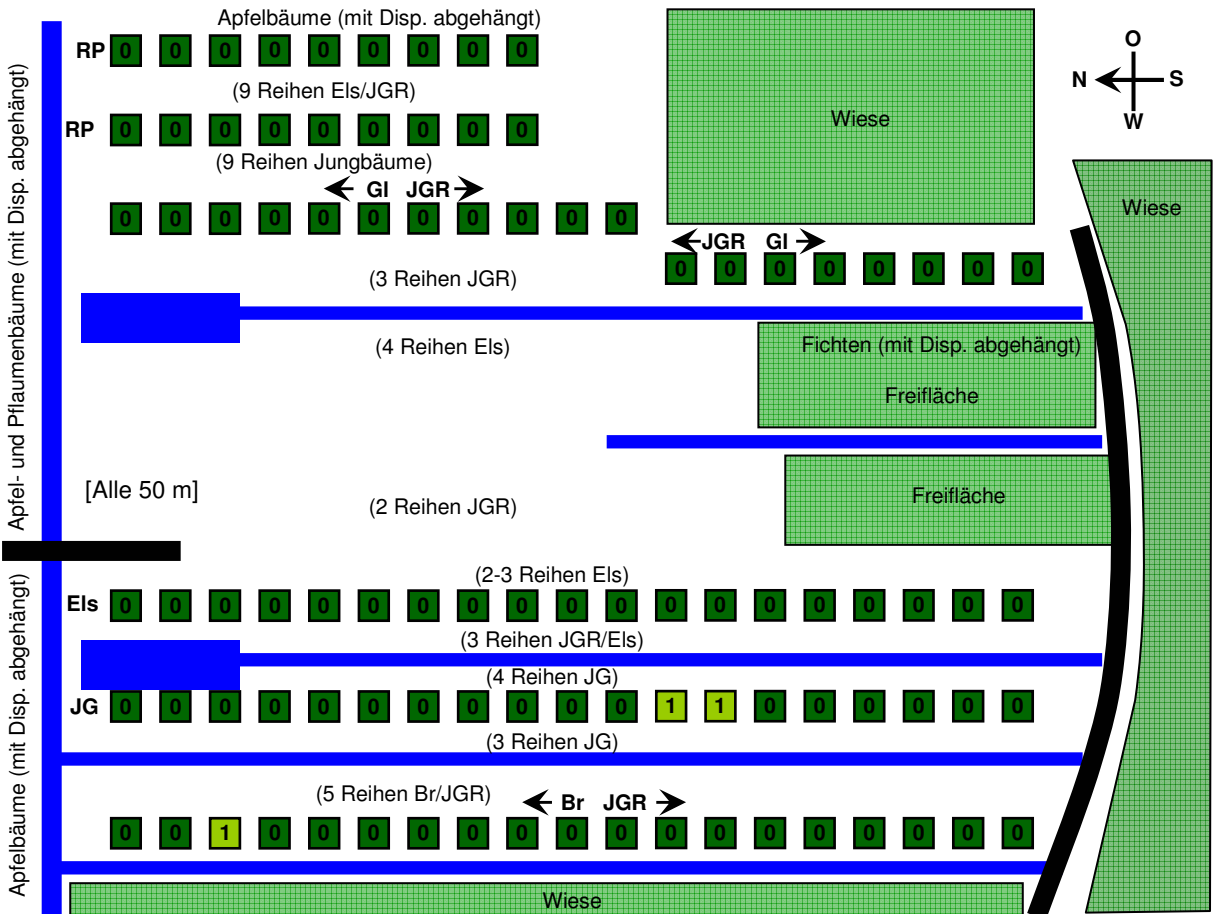


Abb. 32. Verwirrte Flächen III, Bonitur 2008.

## **II.2. Erfüllung des Verwertungsplans**

### II.2.1. ERGEBNISSE ZUR BIOLOGIE UND BEKÄMPFUNG DES APFELWICKLERS

Wie aus den im vorangegangenen Abschnitt detailliert dargestellten Erkenntnissen ersichtlich ist, hat das Teilprojekt KliO an der OVA Jork aus Sicht der obstbaulichen Praxis wichtige Beiträge zur Lösung folgender Probleme geliefert:

1. Vertiefung des Verständnisses der Entwicklungsbiologie unter norddeutschen Verhältnissen. Dadurch sind eine präzisere Prognose und somit effizientere Bekämpfung in der laufenden Vegetationsperiode möglich.
2. Einführung der Verwirrung als neuartige, umweltschonende Bekämpfungsmethode.
3. Generierung von belastbaren Eckdaten als Basis für eine plausible Prognose der zukünftigen Entwicklung des Apfelwicklers im Zuge des Klimawandels unter Einbeziehung verschiedener Emissionsszenarien.

### II.2.2. DISSEMINIERUNG DER ERGEBNISSE

Während seiner gesamten Laufzeit dienten die Verwertungsziele des Projekts KliO in der Öffentlichkeitsarbeit zum einen der Konkretisierung und Versachlichung der Klimawandel-Debatte durch Fokussierung auf praxisnahe Szenarien und Anliegen, zum zweiten der Bereitstellung möglichst fundierter Informationen als politische Entscheidungshilfe. Lag dabei zunächst ein stärkerer Fokus auf Foren politischer Entscheidungsträger, verlagerte sich dieser im zweiten und dritten Projektjahr auf die fachliche Ebene und auf Veranstaltungen, die durch Praktiker, ihre Berater und praxisnah arbeitende Forscher besucht wurden. Dieser Trend geht auch aus der Auflistung der Vorträge hervor, die durch Projektmitarbeiter an der OVA Jork gehalten wurden.

#### **Vorträge**

1. Weber, R.: „Klimawandel – Herausforderung für den norddeutschen Obstbau“. Norddeutsche Obstbautage, Jork, 7. Feb. 2007.
2. Weber, R.: „Klimawandel: Das Auftreten von Schaderregern im Obstbau“. Initiativreferat, Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, Erfurt, 21. Feb. 2007.

3. Weber, R.: „Aktuelle und zukünftige Auswirkungen des Klimawandels auf den Gartenbau (und insbesondere den Obstbau)“. Forum Mensch und Pflanze, Landesverband Gartenbau Niedersachsen, Ahlem, 19. Juni 2007.
4. Weber, R.: „Obstbau an der Niederelbe im Zeichen des Klimawandels“. Parlamentarischer Abend des Niedersächsischen Landtags, Hannover, 12. Sept. 2007.
5. Palm, G. & Weber, R.: „Populationsentwicklung des Apfelwicklers an der Niederelbe in 2007“. Bundesarbeitstagung für Pflanzenschutzberater im Obstbau, Grünberg, 24. Okt. 2007.
6. Weber, R.: „Klimawandel und Obstbau an der Niederelbe: Auswirkungen und Perspektiven“. Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover, 27. Nov. 2007.
7. Weber, R.: „Klimawandel und Obstbau an der Niederelbe: Auswirkungen und Perspektiven“. Mitgliederversammlung 2007 des Landesverbandes Weser-Ems im BdB e.V., Bad Zwischenahn, 13. Dez. 2007.
8. Weber, R.: „Klimawandel und Obstbau an der Niederelbe: Auswirkungen und Perspektiven“. Jahreshauptversammlung des ÖON, Steinkirchen, 24. Jan. 2008.
9. Weber, R.: „Black fruit-rot (*Botryosphaeria* rot) of organically grown apples in Holland, Belgium and Northern Germany“. Ecofruit: 13<sup>th</sup> International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg, 19. Feb. 2008.
10. Weber, R. & Palm, G.: „Der Apfelwickler an der Niederelbe: Populationsentwicklung 2007“. Arbeitsgruppe Apfelwickler, Neustadt/Weinstr., 27. Feb. 2008.
11. Weber, R.: „Klimawandel und Obstbau an der Niederelbe: Auswirkungen und Perspektiven“. ÖON-Seminar, Jork, 7. März 2008.
12. Weber, R.: „Auswirkungen des Klimawandels auf den Gartenbau und insbesondere den Obstbau an der Niederelbe“. 1. Norddeutscher Gartenbautag, Schleswig, 8. Juli 2008.
13. Weber, R.: „*Diplodia seriata*, Ursache der Schwarzen Sommerfäule an Äpfeln.“ Bundesarbeitstagung für Pflanzenschutzberater im Obstbau, Grünberg, 21. Okt. 2008.
14. Weber, R.: „Apfelwickler, Klimaveränderung und die Generationenfrage“. International Symposium on Codling Moth Control, Neustadt/Weinstr., 20. Nov. 2008.
15. Görgens, M. & Weber, R.: „Klimawandel: Veränderungen und mögliche Herausforderungen für den Obstbau der Zukunft“. 7. Schweizer Obstkulturtag, 15. Jan. 2009.
16. Weber, R.: „Pilzdiagnostik am OVB Jork: Möglichkeiten und Nutzen für den Obstbau an der Niederelbe“. Obstbauring Land Hadeln e.V., 2. Feb. 2009.
17. Weber, R.: „Hallimasch, eine wachsende Gefahr für unsere Süßkirschen“. Norddeutsche Obstbautage, Jork, 11. Feb. 2009.

18. Weber, R. & Palm, G.: "Der Apfelwickler an der Niederelbe 2008". Jahrestagung der Arbeitsgruppe Apfelwickler (AGAWI), Neustadt/Weinstr., 17. Feb. 2009.
19. Weber, R. & Klopp, K.: „KLIMZUG-NORD: Anpassung der Sonderkultur Obstbau an den Klimawandel“. Bezirksstelle Uelzen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 25. Feb. 2009.
20. Weber, R.: „Apple storage rot: the situation in Northern Germany“. COST 864 Expert Meeting *Storage Diseases on Apple*, Bergen (Norwegen), 25. März 2009.
21. Weber, R.: "Anpassung der Sonderkultur Obstbau an den Klimawandel". KLIMZUG-NORD Kickoff-Seminar, TuTech Harburg, 9. Juni 2009.
22. Weber, R.: „Biologie der Holzfäulepilze mit Bezug auf die Reetdach-Verrottung“. Informationsabend des Bürgervereins Jork, 22. Juni 2009.

Auch in den Medien Presse sowie Fernsehen und Radio wurden die Auswirkungen des Klimawandels als Risiken wie auch Chancen für den Obstbau thematisiert und somit nicht nur den Obsterzeugern, sondern auch der breiten allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Im Interesse einer Streuung der Erkenntnisse auch in den Bereich der Erziehung und Bildung wurden durch die OVA Jork während der KliO-Laufzeit mehrere Schülerarbeiten zum Klimawandel sowie Hochschulstudenten in Praktika und Praxissemestern betreut.

Der durch die OVA Jork unterstützte Plan, den KliO-Abschlussbericht zum Ende der Laufzeit des Projekts in Buchform zu verfassen, ist leider durch die teilweise noch nicht zum publizierbaren Abschluss gekommenen Arbeiten der Projektpartner unrealisierbar geworden. Diesem Buch wäre eine weite Zirkulation unter Obstbau-Praktikern wie auch Beratern, Forschern und Gartenbau-Studenten sicher gewesen. Dennoch werden die Forschungsinhalte von KliO auch über die Projektlaufzeit hinaus disseminiert werden, nicht zuletzt in den *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes*. Publikationen zum Thema Klimawandel und Obstbau, welche als Fachartikel unter unserer Mitautorenschaft bereits entstanden sind, werden in Abschnitt II.2.4 aufgeführt.

Eine Übersicht der bisherigen Medienbeiträge ist wie folgt:

### **Presse**

1. „Klimawandel im Alten Land. *Buxtehuder Tageblatt*, 14. Dez. 2006.
2. „KliO – Klimawandel und Obstbau“. *Jahresbericht der LWK Niedersachsen 2006*: 12.
3. „Dr. Roland Weber – neuer Mitarbeiter am OVB Jork“. *Mitteilungen des OVR des Alten Landes* **62**: 21.

4. „Klimawandel killt den Holsteiner Cox“. *Hamburger Abendblatt*, 13. Jan. 2007
5. „Auswirkungen des Klimas. Das Modellprojekt Apfelwickler und die Sortenwahl“. *Neue Buxtehuder*, 3. Feb. 2007.
6. „Klima im Wandel. Schädlinge wie Apfelwickler auf dem Vormarsch“. *Buxtehuder Tageblatt*, 8. Feb. 2007.
7. „Auch Obstbauern betrifft der Klimawandel“. *Altländer Tageblatt*, 21. Feb. 2007
8. Görgens, M. & Weber, R. (2007). Workshop „Klimawandel und Obstbau“. Tagungsband der 44. Gartenbauwissenschaftlichen Tagung, Erfurt, 21.-24. Feb. 2007, S. 186.
9. „Klimawandel im Blickpunkt: Projekt im Obstbau“. *QuerBeet* Mitarbeiterzeitung der LWK Niedersachsen 1/2007.
10. „Neue Apfelsorten dank Klimawandel“. *Neue Buxtehuder*, 5. Sept. 2007.
11. „Klimaschock im Alten Land? Forschung für die Zukunft des Obstbaus“. *InnoFrutta* 2/2007: 20-22.
12. „Ein Sprühpflaster für den Apfelbaum. Jugend-forscht-Gruppe der Halepaghen-Schule tritt im März beim Landeswettbewerb an“. *Buxtehuder Tageblatt*, 19. Feb. 2008.
13. „Klimawandel: Mögliche Folgen für den Obstbau“. *Baumschule* 07/2008: 26-27.
14. „Klimawandel: Hagelschutznetze und Frostschutzberegnungsanlagen“. *Norddeutsche Gartenbau-Mitteilungen* 09/2008: 5-6.
15. „Grünlicher Belag auf Äpfeln schmeckt Käufern gar nicht“. Umwelt baut Brücken, *Weser-Kurier* 8. Juli 2008, S. 12.
16. „Rutenkrankheiten bei Himbeeren – neue Erkenntnisse“. Daniela Klein, *Monatsschrift* 05/09: 296-297.
17. „Dem Apfelwickler gemeinsam die Stirn bieten. Bericht vom Internationalen Apfelwicklersymposium am DLR Rheinpfalz“. J. Jehle, U. Harzer & I. Lampe, *Besseres Obst* 4/2009: 28-31.

### **Fernsehen und Radio**

1. Sandra Fiene, *Markt*: „Klimawandel: Norddeutsche Apfelsorte bedroht“. NDR-Fernsehen, 30. April 2007, 20.15-21.00 Uhr
2. Gunter Tiersch; *ZDF-Wetter* aus Jork, 20. Juli 2007, 19.15 Uhr.
3. Ingo Zamperoni, *Auf den Punkt*: „Heiße Zeiten für das Klima“. NDR-Fernsehen, 29. Okt. 2007, 23.15-0.00 Uhr
4. Susanna Wieda: „Der Klimawandel im Alten Land“. Radio NDR 1 (Fenster Lüneburg), 27. Nov. 2007, 17.00-17.12 Uhr.
5. Verena Gonsch u. Susanne Gommert, *Das Forum* „Klimawandel im Norden“. Radio NDR-Info, 27. Nov. 2007, 20.30-21.00 Uhr.

6. Sven Rieken, *ZDF-Mittagsmagazin*: „Wetter extrem“. ZDF-Fernsehen, 26. März 2008, 13.00-14.00 Uhr. Wiederholung im *Frühstücksfernsehen*, 27. März 2008.
7. Sven Rieken, „ZDF heute nacht“. ZDF-Fernsehen, 27. März 2008, 00.30-00.45 Uhr.

### II.2.3. KONSEQUENZEN DES KLIMAWANDELS FÜR DEN NORDDEUTSCHEN OBSTBAU

Katalysiert durch das KliO-Projekt wird die Thematik des Klimawandels im Hause OVB Jork sowie innerhalb der Obsterzeugerschaft seit über drei Jahren offen diskutiert. Nach einer schnellen Akzeptanz der Existenz des Klimawandels hat sich der Fokus der Überlegungen auf Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Adaptation gerichtet. Folgende Punkte kristallisieren sich dabei heraus:

1. Sortenwahl. Die Anbauflächen bestimmter Apfelsorten an der Niederelbe erfahren eine starke Ausweitung. In einigen Fällen ist dies rein auf Veränderungen in der Nachfrage durch die Vermarktung begründet, in anderen Fällen wie der besonders späten Sorte 'Braeburn' ist der Anbau mutmaßlich klimawandelbedingt erst seit einigen Jahren möglich. Eine Anpassung des Sortenspektrums an den Klimawandel wird in Zukunft verstärkt nötig sein, und diese muss aufgrund der langen Standzeiten der Obstbäume (20 Jahre oder mehr) vorausschauend erfolgen. „Klimafeste“ Sorten müssen nicht nur wärmeliebend sein, sondern auch eine hohe Toleranz gegen Extremwetter-Ereignisse zeigen.
2. Frostschutzberechnung. Erste vorläufige Berechnungen haben ergeben, dass die sich stetig verfrühende Obstblüte mit einer erhöhten Spätfrostgefahr einhergeht. Die Frostschutzberechnung, schon jetzt ein Standard in vielen Obstbaubetrieben, wird in Zukunft noch wichtiger werden. Fragen der Wasserverfügbarkeit werden aufgrund der stetig elbaufwärts wandernden Brackwasserzone in Zukunft dringlicher werden. Hier erhofft man sich Erkenntnisse aus Forschungsprojekten zur Modellierung des Grundwasserspiegels sowie des Pegelanstiegs der Elbe, welche im BMBF-Vorhaben KLIMZUG-NORD durchgeführt werden.
3. Hagelschutz. Obgleich die Prognose von Extremwetterereignissen derzeit noch unmöglich ist, muss tendenziell mit einem Anstieg von Hagelereignissen gerechnet werden. Diese richten während der Vegetationsperiode im Obstbau teilweise erhebliche Schäden bis zum Totalausfall an (**Abb. 33**). Derzeit behilft man sich an der Niederelbe mit dem Abschluss von Hagelschutzversicherungen, während im stärker durch Hagel betroffenen Bodenseeraum die Ausstattung von Neuanlagen

mit Hagelschutznetzen bereits jetzt eine Standardmaßnahme ist. Möglicherweise werden solche Investitionen auch auf den Obstbau an der Niederelbe zukommen.

4. Schaderreger. Mit einer Änderung des Spektrums von tierischen und pilzlichen Schaderregern wird gerechnet, und verstärkte Anstrengungen werden in die Erfassung und Bekämpfung neuartiger wie auch etablierter Schädlinge fließen müssen. Diese Frage wird als besonders dringlich angesehen und wird bereits in einem auf KliO direkt aufbauenden Nachfolge-Projekt bearbeitet (siehe Abschnitt II.2.4).



**Abb. 33.** Hagelschäden an Pflaumen mit bereits einsetzendem Sekundärschaden durch den Fruchtfäule-Pilz *Monilia fructigena* (31. Juli 2007).

#### II.2.4. ANSCHLUSSFÄHIGKEIT

Die im Zuge von KliO etablierte Methodik der Erfassung der Populationsbiologie des Apfelwicklers wird an der OVA Jork auch über das Ende der Projektlaufzeit hinaus dauerhaft fortgeführt. Die daraus generierten Datensätze werden nicht nur im aktuellen Jahr die Sicherheit der Prognose und somit der Bekämpfung des Apfelwicklers erhöhen, sondern mit jedem weiteren durchgeführten Jahr eine Wertsteigerung er-



fahren, die in Zukunft für akkuratere Simulationen der Reaktion dieses Schädlings auf den Klimawandel genutzt werden kann.

Aus den im KliO-Projekt gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich eine Vielzahl weiterer wichtiger Fragen. Als für den Obstbau bedeutungsvollster indirekter Effekt des Klimawandels wird eine sich immer schneller vollziehende Veränderung der Populationen von Schadorganismen und ihren Gegenspielern befürchtet und teilweise bereits beobachtet. Dies gilt nicht nur für den Apfelwickler und andere Schadinsekten, sondern auch für Schadpilze, wie bereits während der KliO-Laufzeit demonstriert werden konnte. Dies war möglich, da der Projektbearbeiter über langjährige internationale Erfahrungen im Bereich der Mykologie verfügt (z.B. Webster & Weber, 2007) und diese in vorbereitende Arbeiten für Folgeprojekte einbringen konnte.

Die Entwertung unseres gesicherten Wissens und unserer in langjähriger Arbeit generierten Erfahrung in der Pflege der Obstbaukulturen (Pflanzenschutz, Kulturtechnik) ist eine direkte aber oft übersehene Folge des Klimawandels, da die klimatischen Bedingungen, unter denen dieses Wissen erworben wurde, nicht mehr existieren. Die Konsequenz ist eine unzureichende Reaktionsgeschwindigkeit auf neue Schadbilder. Während Schadinsekten in ihrer Populationsbiologie vor allem von der Temperatur während der Vegetationsperiode abhängig und somit relativ einfach zu modellieren sind, ergeben sich bei Schadpilzen komplexe Interaktionen zwischen Temperatur und Feuchtigkeit über das gesamte Jahr hinweg (Weber, 2009). Des Weiteren sind Schadpilze in ihrer Gesamtheit im Norddeutschen Obstbau derzeit von noch größerer Bedeutung als Schadinsekten. Drittens ist die Diagnose von Schadpilzen aufwendiger als die von Schadinsekten und erfordert profunde Kenntnisse der Fachliteratur wie auch Erfahrungen in der mikrobiologischen Methodik. Dabei ist eine sichere und gleichzeitig schnelle Identifizierung neuer Schaderreger gerade in der geforderten kurzen Reaktionszeit nur auf regionaler Ebene möglich. Eine korrekte Diagnose ist ihrerseits Voraussetzung für die Erforschung der Infektionsbiologie, d.h. des Entwicklungszyklus des Erregers, unter den regional vorherrschenden Bedingungen. Erst auf der Grundlage des dadurch erworbenen Basiswissens können erfolgreiche, ganzheitliche Bekämpfungsstrategien zur nachhaltigen Ertragssicherung der Sonderkultur Obstbau entwickelt werden.

Um auf das im Zuge des Klimawandels immer häufigere Auftreten neuer Schaderreger reagieren zu können und damit zur Zukunftssicherung des norddeutschen Obstbaus beizutragen, ist der Aufbau eines Diagnostik-Labors am OVB Jork

durch die Interessenvertretung des niederelbischen Obstbaus wie auch die Leitung des Hauses OVB Jork als zentrales strategisches Ziel identifiziert worden. Dieses Ziel hat als Teilprojekt T3.4 Eingang in den durch das BMBF geförderten Projektverbund KLIMZUG-NORD gefunden. KLIMZUG-NORD ist Pilotprojekt der Metropolregion Hamburg. Dadurch werden enge Verbindungen des Obstbaus an der Niederelbe mit Fragen des Klimawandels auch über die Laufzeit von KliO hinaus gewährleistet und die Einbringung des bereits erworbenen Wissens in neu entstehende Kommunikationsnetzwerke ermöglicht. Der regionale Charakter von KLIMZUG-NORD kommt dabei dem regionalen Konzept der obstbaulichen Diagnostik sehr entgegen.

Die hohe Relevanz dieses Ansatzes wird durch einige Vorarbeiten bereits dokumentiert. So ist *Diplodia seriata* als Erreger der Schwarzen Sommerfäule in Norddeutschland erstmals 2007 nachgewiesen worden und hat in den Jahren 2007 und 2008 im ökologischen Apfelanbau teilweise erhebliche Schäden verursacht (Weber *et al.*, 2008; Quast & Weber, 2008; Weber & Quast, 2009). Eine Auswirkung des Klimawandels auf das Auftreten dieses Schadpilzes in Norddeutschland wird aufgrund der bisher auf wärmere Klimazonen beschränkten Verbreitung dieses Pilzes und seiner hohen Infektionstemperaturen als wahrscheinlich angesehen (Weber, 2009). Des Weiteren wird der aktuelle Befall von Süßkirschenanlagen durch den Hallimasch-Pilz *Armillaria* auf eine Abfolge von Witterungsextremen (Trockenheit, Staunässe) zurückgeführt (Meyer & Weber, 2009). Diese Ereignisse werden im Zuge des Klimawandels häufiger erwartet oder treten möglicherweise bereits jetzt häufiger auf.

Eine Fortsetzung der in unserem Hause positiv bewerteten Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe des KliO-Projektkoordinators F.-M. Chmielewski wird angestrebt. Mögliches Thema einer weiteren Kooperation ist die Prognose der sehr komplexen Zusammenhänge zwischen verschiedenen meteorologischen Parametern (Temperatur, Niederschlag) und dem zukünftigen Auftreten der derzeit wichtigsten Schadpilze. Dadurch könnte eine Vorhersage des zukünftigen Erreger-Spektrums an der Niederelbe und in Deutschland ermöglicht werden.

### **II.3. Fortschritte bei anderen Stellen**

Zum Fachthema Apfelwickler befindet sich die Projektbearbeitung an der OVA Jork in einem ständigen Informationsaustausch mit den in der AGAWI zusammenge-

schlossenen Fachkollegen Mitteleuropas und somit auf dem neuesten Informationsstand. Auf einer zweitägigen internationalen Fachtagung in Neustadt/Weinstr. wurde am 19. und 20. November 2008 der aktuelle Wissensstand ausgetauscht. Hierzu lieferte auch die OVA Jork zwei Beiträge. Jehle *et al.* (2009) haben die Inhalte der Tagung und somit das aktuelle Wissen zu diesem Thema zusammengefasst. Das Projekt KliO ist derzeit führend an der Erforschung der Klimawandel-Auswirkungen auf den Apfelwickler beteiligt. Eine frühere Simulation existiert lediglich für Norwegen (Rafoss & Sæthre, 2003).

Die bisherigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Phänologie der Obstbäume sind deutschlandweit (Chmielewski *et al.*, 2004) sowie für die Regionen Niederelbe (Henniges *et al.*, 2007) und Mecklenheim (Blanke & Kunz, 2009) dargestellt worden. Die erstgenannte Veröffentlichung stellte wie andere frühere Arbeiten einen mäßigen Effekt des Klimawandels dar. Deutlich extremer und in ihrer Größenordnung des Temperaturanstiegs und der Blühverfrühung den Niederelbe-Ergebnissen ähnlich sind die Daten von Blanke & Kunz (2009).

Fundierte Prognosen zu den zukünftigen phänologischen oder wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Obstbau sind unseres Wissens noch nicht publiziert worden.

#### **II.4. Veröffentlichungen**

Die Obsterzeuger der Niederelbe sind durch den Klimawandel unmittelbar betroffen und benötigen größtmögliche Produktionssicherheit. Daher wurden KliO-Projektinhalte und erste Erkenntnisse (Henniges *et al.*, 2007) sowie einige Diagnosen pilzlicher Schaderreger (Quast & Weber, 2008; Weber *et al.*, 2008; Meyer & Weber, 2009; Weber, 2009) zügig kommuniziert. Die Liste der bislang an der OVA Jork im Rahmen der KliO-Arbeit entstandenen Publikationen ist wie folgt:

Chmielewski, F.-M., Blümel, K., Henniges, Y., Müller, A. & Weber, R.W.S. (2009). Klimawandel: Chancen, Risiken und Kosten für den deutschen Obstbau (im Druck).

Henniges, Y., Vollmer, I., Weber, R.W.S., Görgens, M. & Chmielewski, F.-M. (2007). Der Klimawandel, eine Herausforderung für den Norddeutschen Obstbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **62**: 147-151.

- Meyer, S. & Weber, R.W.S. (2009). Hallimasch (*Armillaria* spp.) an Süßkirschen im Niederelbe-Gebiet. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **64**: 259-266.
- Quast, G. & Weber, R.W.S. (2008). Aktuelles zur Infektionsbiologie von *Diplodia seriata* an Äpfeln im Niederelbegebiet. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **63**: 340-347.
- Weber, R.W.S. (2009). Betrachtung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf Schadpilze im Obstbau am Beispiel von Fruchtfäule-Erregern an Äpfeln. *Erwerbs-Obstbau* (im Druck).
- Weber, R.W.S. & Görgens, M. (2007). Klimawandel und Apfelanbau in Norddeutschland. *Monatsschrift* **04/2007**: 268.
- Weber, R.W.S. & Quast, G. (2009). Die Schwarze Sommerfäule des Apfels. *Obstbau* **34**: 388-390.
- Weber, R.W.S., Maxin, P. & Trapman, M. (2008). *Diplodia seriata* als Ursache der schwarzen Sommerfäule im ökologischen Apfelanbau Norddeutschlands. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **63**: 46-50.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe F.-M. Chmielewski werden wissenschaftliche Erkenntnisse und Modellierungen zur Publikation in internationalen Fachzeitschriften vorbereitet. Folgende Themen sind derzeit in Arbeit:

- Entwicklungsbiologie des Apfelwicklers und Prognose der Anzahl zukünftiger Generationen unter verschiedenen Klimasimulationsmodellen
- Aktuelle phänologische Trends und Prognose zukünftiger Entwicklungen
- Abschätzung der wirtschaftlichen Kosten des Klimawandels für den Obstbau

## **II.5. Literatur**

- Bessin, R. (2003). Codling moth. University of Kentucky Cooperative Extension Service: ENTFACT-203.
- Blanke, M. & Kunz, A. (2009). Einfluss rezenter Klimaveränderungen auf die Phänologie beim Kernobst am Standort Klein-Altendorf anhand 50-jähriger Aufzeichnungen. *Erwerbs-Obstbau* (im Druck).
- Boivin, T., Bouvier, J.-C., Beslay, D. & Sauphanor, B. (2003). Phenological segregation of insecticide resistance alleles in the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): a case study of ecological divergence associated with adaptive changes in populations. *Genetical Research* **81**: 169-177.

- Boivin, T., Bouvier, J.-C., Beslay, D. & Sauphanor, B. (2004). Variability in diapause propensity within populations of a temperate insect species: interactions between insecticide resistance genes and photoperiodism. *Biological Journal of the Linnean Society* **83**: 341-351.
- Chmielewski, F.-M., Müller, A. & Bruns, E. (2004). Climate changes and trends in the phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology* **121**: 69-78.
- Galli, P. & Epp, P. (2006). Pheromonfallen zur Flugüberwachung des Apfelwicklers. *Obstbau* **31**: 280-282.
- Graf, B., Höpli, H. & Höhn, H. (2001). Improving the prediction of adult codling moth (*Cydia pomonella* L.) emergence in a natural environment. *IOBC/WPRS Bulletin* **24 (5)**: 127-132.
- Harzer, U. (2006). Apfelwickler: neue Erkenntnisse zur Phänologie, Populationsdynamik und Bekämpfung. Handbuch zum Seminar, DLR Rheinland-Pfalz 20. Nov. 2006.
- Harzer, U. & Lampe, I. (2006). Untersuchungen zum Auftreten der 2. Apfelwicklergeneration in der Pfalz. *Obstbau* **31**: 274-276.
- Henniges, Y., Vollmer, I., Weber, R.W.S., Görgens, M. & Chmielewski, F.-M. (2007). Der Klimawandel, eine Herausforderung für den Norddeutschen Obstbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **62**: 147-151.
- Höhn, H. (2006). Die Temperatur: ein wichtiger Faktor für die Prognose. *Obstbau* **31**: 276-280.
- Jehle, J., Harzer, U. & Lampe, I. (2009). Dem Apfelwickler gemeinsam die Stirn bieten. *Besseres Obst* **4/2009**: 28-31.
- Kührt, U., Samietz, J. & Dorn, S. (2005). Thermoregulation behaviour in codling moth larvae. *Physiological Entomology* **30**: 54-61.
- Kührt, U., Samietz, J. & Dorn, S. (2006a). Thermal response in adult codling moth. *Physiological Entomology* **31**: 80-88.
- Kührt, U., Samietz, J., Höhn, H. & Dorn, S. (2006b). Modelling the phenology of codling moth: influence of habitat and thermoregulation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **117**: 29-38.
- Kührt, U., Samietz, J. & Dorn, S. (2006c). Effect of plant architecture and hail nets on temperature of codling moth habitats in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **118**: 245-259.
- Mattedi, L. & Zelger, R. (2006). Untersuchungen zur Eiablage des Apfelwicklers. *Obstbau* **31**: 267-271.
- Palm, G. & Hauschildt, H. (2006). Integrierte Bekämpfung des Apfelwicklers (*Cydia pomonella*). *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **61**: 167-173.

- Palm, G., Vollmer, I. & Kruse, P. (2007). Untersuchungen der Apfelwickler-Population und Bekämpfung 2006 an der Niederelbe – Bekämpfungsempfehlung für 2007. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **62**: 111-115.
- Rafoss, T. & Sæthre, M.-G. (2003). Spatial and temporal distribution of bioclimatic potential for the Codling moth and the Colorado potato beetle in Norway: model predictions versus climate and field data from the 1990s. *Agricultural and Forest Entomology* **5**: 75-85.
- Stehr, R. (2009). Der Einfluss unterschiedlicher Pflanzdichten auf Ertrag und Fruchtqualität im Apfelanbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **64**: 50-54..
- Webster, J. & Weber, R.W.S. (2007). *Introduction to Fungi* (3. Auflage). Cambridge University Press.
- Zelger, R. & Harzer, U. (2006). Zur Phänologie des Apfelwicklers. *Obstbau* **31**: 264-267.
- Zelger, R., Harzer, U., Epp, P. & Trautmann, M. (2006). Untersuchungen zur Überwinterung des Apfelwicklers. *Obstbau* **31**: 262-264.

## **II.6. Danksagung**

Die Förderung des KliO-Teilprojekts an der OVA Jork durch das BMBF hat für den Obstbau an der Niederelbe nachhaltige Entwicklungen zur Adaption an den Klimawandel initiiert und somit einen wichtigen Beitrag zur Zukunftssicherung dieses wichtigen und klimasensitiven Wirtschaftszweiges unserer Region geleistet. Die durch KliO begründete klimarelevante obstbauliche Forschung wird auch über das Ende der Projektlaufzeit in verschiedenen Vorhaben weitergeführt, nicht zuletzt als Beitrag zu KLIMZUG-NORD.

Die in diesem Bericht zusammengefassten Arbeiten hätten ohne die teilweise jahrzehntelange Vorarbeit vieler Kollegen am OVB Jork nicht durchgeführt werden können. Daher bedanken wir uns herzlich bei Dr. Gerd Palm, Petra Kruse und den Beratern des Obstbauversuchsrings des Alten Landes (Dr. Wolfram Klein, Gerd Meyer, Dirk Zabel, Maike Steffens und Joerg Hilbers) für die Weitergabe von Beobachtungen und Fachwissen zur Biologie des Apfelwicklers, sowie bei Ina Vollmer, Gesche Schacht und Dr. Rolf Stehr für die Überlassung phänologischer Daten und teilweise unveröffentlichter Forschungsergebnisse. Auch den vielen am Apfelwickler forschenden Kollegen in Deutschland und den angrenzenden Ländern sei herzlich für den offenen Erfahrungsaustausch gedankt. Herman Helsen (PPO Wageningen) danken wir für die Weitergabe seiner Methode zur Kopfkapselmessung, Marc Trapman (BioFruit Advies) für die Überlassung des Prognosemodells RIMpro für Forschungszwecke, und Peter Maxin für seine Hilfe in Einrichtung des Zugangs zu diesem Programm.

Abschließend danken wir Prof. Dr. Frank-M. Chmielewski (Humboldt-Universität zu Berlin) und seiner Arbeitsgruppe (Yvonne Henniges, Antje Müller, Dr. Klaus Blümel) herzlich für die offene, stimulierende und von kollegialer Hilfsbereitschaft geprägte Zusammenarbeit in diesem Projekt.