

**Julius Kühn-Institut (JKI)**  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
*Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau*



**Pflanzenschutz in Integrierter Produktion und BIO im Apfelanbau:  
heute – morgen**



**Wilhelm Jelkmann**

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



## **Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial und hochsensitive Labordiagnostik**

(AG Jelkmann, W.)

## **Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen**

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

## **Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien**

(AG Gross, J.)

## **Feuerbrandbekämpfung**

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

## **Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub**

(AG Kollar, A.)

## **Asiatische Marmorierte Baumwanze (*Halymorpha halys*)**

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



## **Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial und hochsensitive Labordiagnostik**

(AG Jelkmann, W.)

## Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

## Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien

(AG Gross, J.)

## Feuerbrandbekämpfung

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

## Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

(AG Kollar, A.)

## Asiatische Marmorierete Baumwanze (*Halymorpha halys*)

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

# Handel und Anbau von Obstpflanzgut in der EU

- Vor dem 1. Januar 2017 gemäß EU Richtlinie 92/34/EEC für die Vermarktung von Vermehrungsmaterial von Obstarten und Obstpflanzen für den Obstanbau
- Zwei Kategorien:
  - CAC (Conformitas Agraria Communitatis) = Standardmaterial visuell frei von Schadorganismen, keine QSO
  - qualitativ höherwertiges, zertifiziertes Pflanzenmaterial, einzelstaatlich geregelt
- Ab **Januar 2017** freiwillige Zertifizierung innerhalb der EU nach einheitlichen Vorgaben zur Umsetzung der RL 2014/98/EU (Bestimmungen für die amtliche Prüfung inkl. Zertifizierung)
- Richtlinie 2014/97/EU (Eintragung von Sorten)
- Richtlinie 2014/96/EU (Etikettierung, Plombierung und Verpackung)

# Handel und Anbau von Obstpflanzgut in der EU

## Anforderungen:

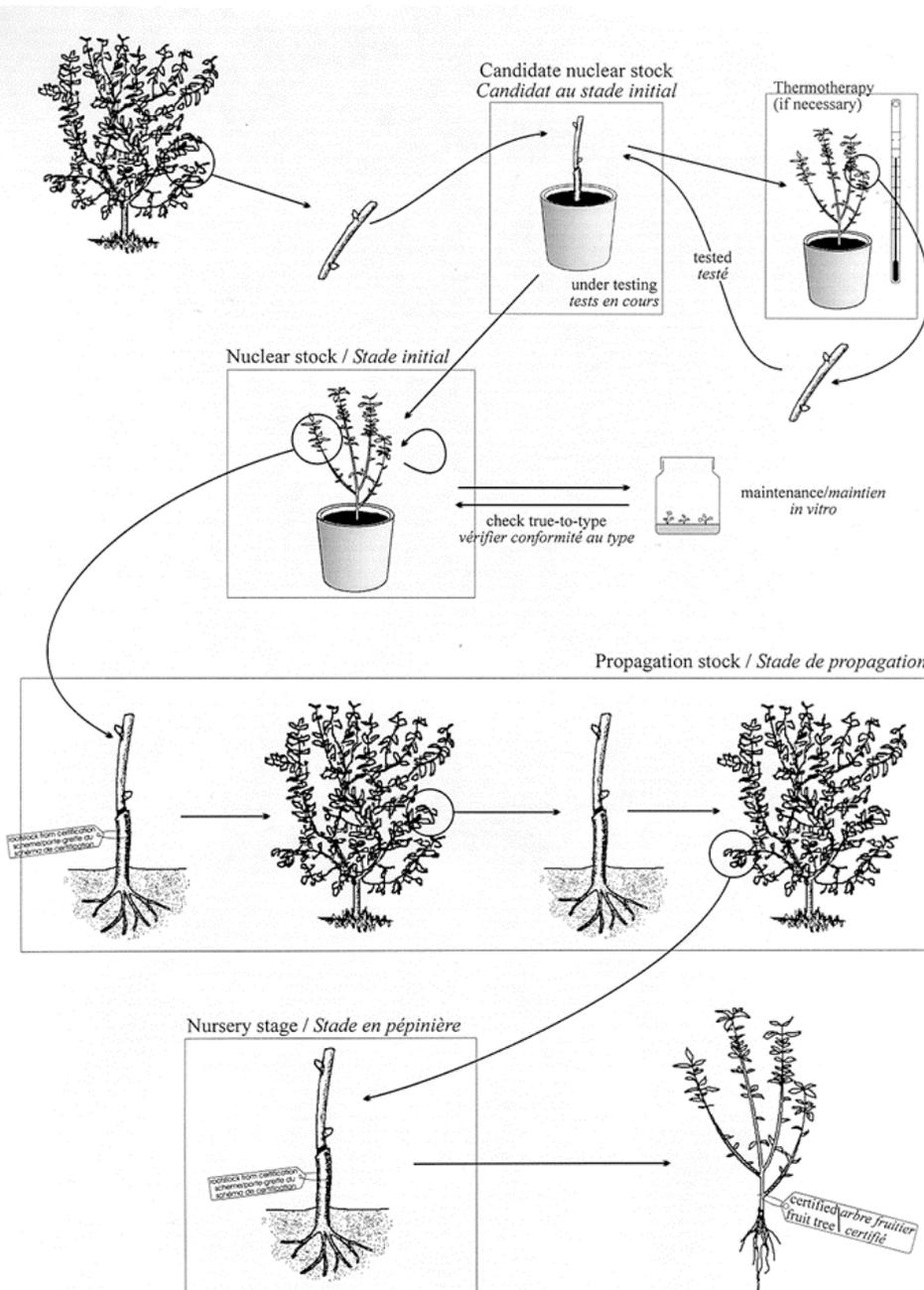
- Pflanzenmaterial aus dreistufigem Zertifizierungssystem (Vorstufen-, Basis- und zertifiziertes Material);
- Produktion muss rückverfolgt werden können
- Phytosanitäre Prüfungen in den verschiedenen Stufen gemäß nationaler Umsetzungen der RL
- Nachweis über Einträge in Sortenlisten, Sortenbeschreibungen
- Anerkennung des Obstpflanzgutes durch verantwortliche nationale Stelle, i.d.R. nationale Pflanzenschutzdienste

## Ziel:

- Inverkehrbringen von hochwertigem, virusfreien Pflanzenmaterial, einschl. Sortenechtheit

## EPPO:

Diagramm für die Stufen von Obstsorten im Zertifizierungsschema von Malus-, Pyrus- und Cydonia-Arten (separates Schema für Unterlagen)



## Terminologie: EPPO/EU

Nuclear stock/Pre-basic material (Vorstufenmaterial)

Propagation stock material/Basic material (Basismaterial)

Certified material (zertifiziertes Material)

# Virustestung von Obstgehölzen (Apfel), Pflanzenschutzdienst Baden-Württemberg 2018

Schaderreger	Testmethode
<i>apple proliferation phytoplasma</i> Apfeltriebsucht	PCR
<i>Apple chlorotic leaf spot virus</i> (ACLSV)	PCR-Multiplex
<i>Apple mosaic virus</i> (ApMV)	“
<i>Apple stem grooving virus</i> (ASGV)	“
<i>Apple stem pitting virus</i> (ASPV)	“
<i>rubbery wood</i> <b>Gummiholzkrankheit</b>	Gewächshaus: Doppelkopulation mit “Lord Lambourne” auf Unterlage M9; <b>(PCR)</b>
<i>flat limb</i> Flachästigkeit	Feld: Okulation von “Gravensteiner” auf Sämling
<i>Horseshoe wound, chat fruit</i>	Gewächshaus: Kopulation in “Lord Lambourne” auf Unterlage “M27”, künstliche Bestäubung
<i>green crinkle, bumpy fruit of Ben Davis, rough skin, star crack, russet ring, russet wart</i>	Gewächshaus: Kopulation in “Golden Delicious” auf Unterlage “M27”, künstliche Bestäubung
<i>Apple scar skin viroid</i> ASSVd	PCR
<i>Apple dimple fruit viroid</i> ADFVd	Gewächshaus: Kopulation in “Golden Delicious” auf Unterlage “M27”, künstliche Bestäubung

# Hochdurchsatzsequenzierungstechnologien (*Next-Generation Sequencing* - NGS)

## Sanger Sequenzierung:

- Kettenabbruchsynthese (fluoreszenzmarkierte ddNTPs)
- Kapillarelektrophoretische Auftrennung der unterschiedlich langen Sequenzierprodukte im Sequenziergerät (Laser / Fluoreszenzdetektion)
- ✓ niedriger Probendurchsatz
- ✓ spezifische Sequenzierung/Analyse eines DNA-Fragmentes, hohe Qualität

## NGS Sequenzierungstechnologien

- Begriff beschreibt viele Technologien (keine neue einzelne Technik)
- **> 20 verschiedene Sequenzierungsgeräte**
- **Plattformen mit spezieller Technik aus drei generellen Schritten:**

### 1. Bibliothek-Präparation:

- Fragmentierung der DNA
- Adapterligation (NGS-Primer)

### 2. Amplifikation der Bibliothek

(Bridge-PCR, Emulsions-PCR)

### 3. Sequenzierung der Bibliothek:

Pyrosequenzierung (Roche 454) /  
“Sequencing by synthesis“ (Illumina)/  
“Sequencing by ligation“ (SOLiD)

# Anwendungsbasierte Wahl der Sequenzierungsplattform

## Leselänge, Durchsatz, Genauigkeit, Geschwindigkeit, Preis

**Tab. 1 Vergleich der vorgestellten Next-Generation-Sequencing-Systeme**

Hersteller	Amplifikation	Sequenziermethode	Gerätetyp	Geschätzte Kosten pro Gb <sup>a</sup>	Anschaffungspreis <sup>b</sup>	Leselänge (Single end-Reads) <sup>c</sup>	Leselänge (Paired end-Reads) <sup>d</sup>	Maximale Anzahl der Reads pro Lauf <sup>e</sup>	Maximale Datenmenge <sup>f</sup>	Zeit pro Sequenzierlauf <sup>g</sup>
Roche 454™	Emulsions-PCR	Polymerase (Pyrosequenzierung)	GS FLX Titanium XL+	Sehr hoch	Sehr hoch	Lang	–	Sehr gering	Sehr gering	Schnell
			GS Junior Titanium	Sehr hoch <sup>h</sup>	Gering	Lang	–	Sehr gering	Sehr gering <sup>i</sup>	Schnell
Illumina*	Bridge-PCR	„Sequencing by synthesis“	MiSeq	Hoch	Gering	Lang	Lang	Gering	Gering	Schnell bis mittel
			HiSeq™ 2500	Gering	Sehr hoch	Kurz	Kurz	Sehr hoch	Sehr hoch	Schnell bis mittel
			NextSeq™ 500	Gering	Hoch	Kurz	Kurz	Hoch	Mittel	Schnell bis langsam
			HiSeq™ X Ten	Gering <sup>i</sup>	Sehr hoch <sup>h</sup>	Kurz	Kurz	Sehr hoch <sup>h</sup>	Sehr hoch <sup>h</sup>	Langsam
Ion Torrent™	Emulsions-PCR	Polymerase („post light sequencing“)	Ion PGM™ (318)	Sehr hoch	Gering	Lang	–	Gering	Gering	Sehr schnell <sup>h</sup>
			Ion Proton™ (P1)	Gering	Hoch	Kurz	–	Gering	Mittel	Sehr schnell <sup>h</sup>
SOLiD™	Emulsions-PCR	„Sequencing by ligation“	5500xl (12 Spuren)	Hoch	Sehr hoch	Sehr kurz	Sehr kurz	Sehr hoch	Mittel-Hoch	Langsam <sup>i</sup>
Pacific Biosciences	Nicht erforderlich	„Single molecule real time“ (SMRT™)	1 SMRT™-Zelle (von 16)	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr lang <sup>h</sup>	–	Sehr gering <sup>i</sup>	Sehr gering	Sehr schnell <sup>h</sup>

<sup>a</sup>Sehr hoch: >100 \$, hoch: 50–100 \$, gering: <50 \$  
<sup>b</sup>Sehr hoch: >500.000 \$, hoch: 150.000–500.000 \$, gering: <150.000 \$  
<sup>c</sup>Sehr lang: >1 kb, lang: >200 bp, kurz: <200 bp, sehr kurz: <100 bp  
<sup>d</sup>Sehr lang: >1 kb, lang: >200 bp, kurz: <200 bp, sehr kurz: <100 bp  
<sup>e</sup>Sehr hoch: >1 Mrd., hoch: 100 Mio. bis 1 Mrd., gering: <100 Mio., sehr gering: <1 Mio.  
<sup>f</sup>Sehr hoch: >1 Tb, hoch: 200 Gb bis 1 Tb, mittel: 50–200 Gb, gering 1–50 Gb, sehr gering <1 Gb  
<sup>g</sup>Sehr schnell: <4 h, schnell: <30 h, mittel: <5 Tage, langsam: >5 Tage  
<sup>h</sup>Höchster Wert  
<sup>i</sup>Geringster Wert

K. Neveling · A. Hoischen, 2014:  
Einführung in die Grundlagen der  
Hochdurchsatzsequenzierung,  
medgen 2014 · 26:231–238, Springer-Verlag;  
DOI 10.1007/s11825-014-0447-7

# Apple rubbery wood disease (ARW) Gummiholzkrankheit

- 24 Herkünfte/Isolate aus den Sammlungen des JKI sowie Canadian Food Inspection Agency (B.C.) wurden untersucht
- Next generation sequencing (NGS) erfolgte an 6 Isolaten
- Identifiziert wurden ARW-1 und ARW-2, zwei Viren aus der Familie der Bunyaviridae (u.a. Tomato spotted wilt virus – TSWV)
- Neuer Gattungsname vorgeschlagen: Rubodvirus (Rubbery wood virus)
- In einem NGS screening von über 200 Malus und Prunus Pflanzen (ohne Verdacht auf ARW oder AFLD) wurden ARWV-1, -2 nicht gefunden
- Mehr als 10 PCR Primerpaare wurden ausgewählt und an den verfügbaren Isolaten getestet
- ✓ Positiver Nachweis, aber noch keine Empfehlung für Primer im Routinenachweis

# NGS-basierte Diagnostik - Perspektiven

- ✓ Aus Forschungsarbeiten am JKI sowie Literatur: Detektion von Viren und Phytoplasmen in Reben und Baumobst, deren Vorkommen aufgrund von PCR-Analysen bekannt war
- ✓ Nachweis weiterer Viren, die in PCR-Tests nicht detektiert wurden
- ✓ Simultane Detektion von Mehrfachinfektionen in einer Probe (Viren, Viroide, Phytoplasmen)
  
- ✓ **Sensitive und universelle, unvoreingenommene Detektionsmethode**
  
- **Perspektiven/Potential der NGS-basierten Diagnostik**
  - Ergänzung zu konventionellen PCR-Verfahren in der Routine-Diagnostik oder Ersatz
  - Versuch der Etablierung als Standard-Diagnoseverfahren in Forschungsprojekten (international)
  - Weiterentwicklung von Bioinformatik für Standarddiagnostik
  - kontinuierlich sinkende Kosten von NGS-Technologien

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial  
und hochsensitive Labordiagnostik

(AG Jelkmann, W.)

**Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen**

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien

(AG Gross, J.)

**Feuerbrandbekämpfung**

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

(AG Kollar, A.)

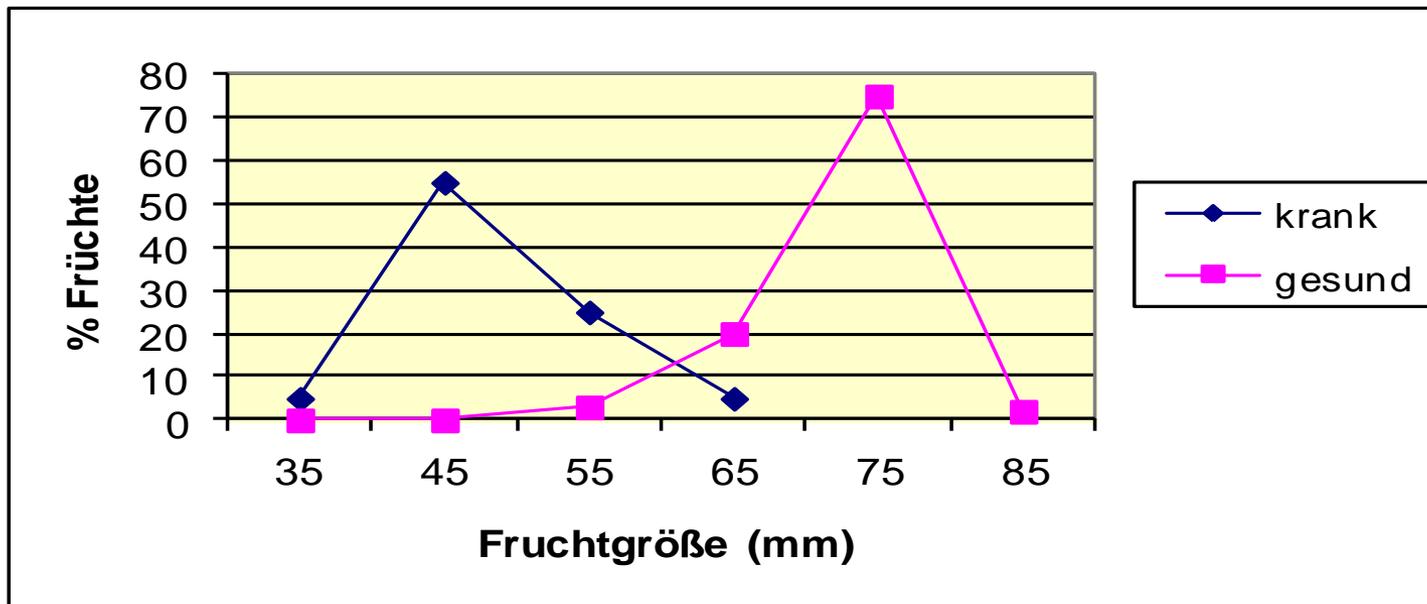
**Asiatische Marmorierete Baumwanze (*Halymorpha halys*)**

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

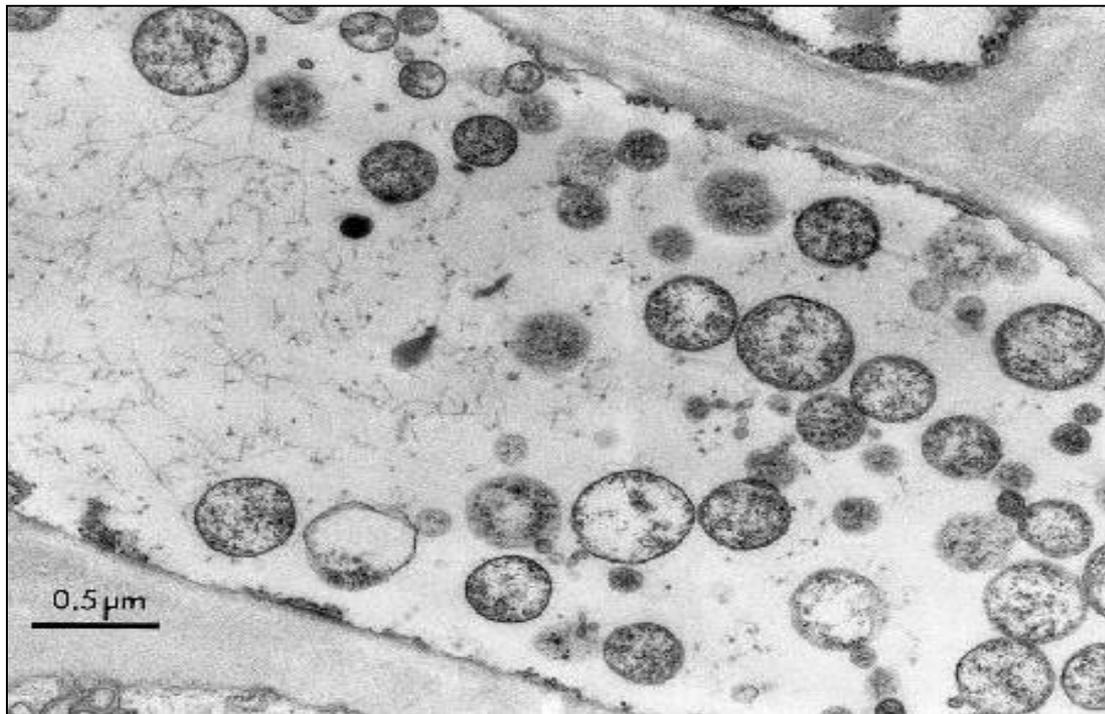
# Schadwirkung der Apfeltriebsucht

- Ertragsminderung bis 40%
- Minderung des mittleren Fruchtgewichts bis 50%
- Schlechte Ausfärbung der Früchte
- Schlechte Geschmacksqualität



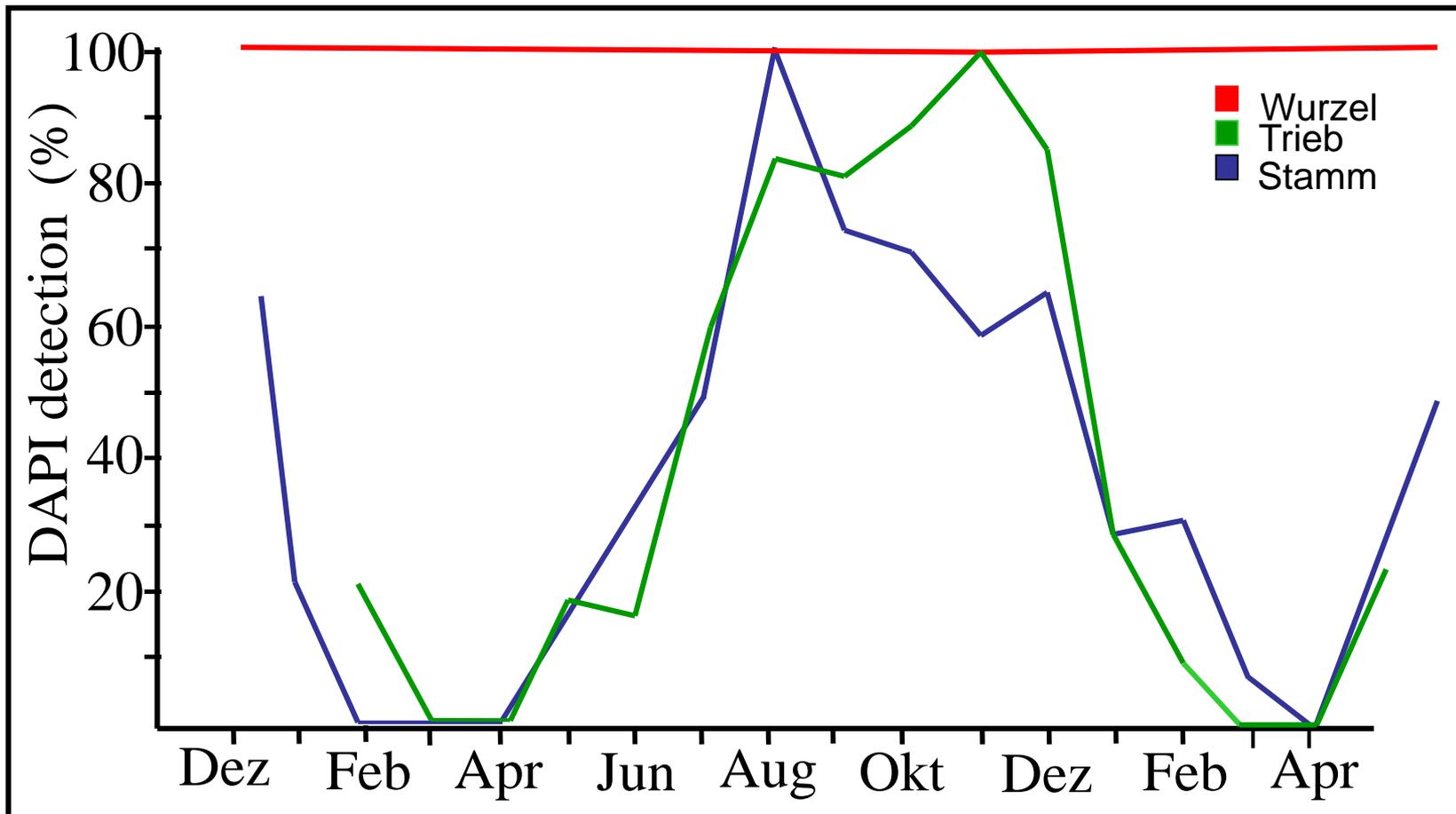
## Apfeltriebsucht Phytoplasma

- Zellwandloses Bakterium '*Candidatus* Phytoplasma mali'
- Nahe verwandt mit den Erregern von Birnenverfall und Europäischer Steinobstvergilbung



Phytoplasmen  
in Siebröhre

# Besiedlungsverhalten ermöglicht Bekämpfung durch resistente Unterlagen



# Schlechte Resistenz herkömmlicher Unterlagen

Unterlage	Besiedlung	Symptome
M 2	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 4	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 7	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 9	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 11	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M13	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 16	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 26	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
M 27	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
MM 104	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
MM 111	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
B 9	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung
P 22	hoch	Kleinfrüchtigkeit, Wachsminderung

## Nachweis resistenter Unterlagen

- Zahlreiche Wild- und Zierformen des Apfels geprüft
- Keine überzeugende Resistenz gefunden
- Viele Arten waren deutlich empfindlicher als die Kulturform *Malus domestica*
- Gute Resistenz in Nachkommen von schwedischen Kreuzungen der apomiktischen Art *M. sieboldii* mit Sorten der Kulturform (Züchter E. J. Oldén)

(Apomiktische Arten haben muttergleiche Nachkommen)

### Merkmale der AP-Resistenz

- Kein Auftreten von Kleinfrüchtigkeit und anderen spezifischen Symptomen
- Geringe Besiedlungsdichte in Wurzel
- Krone bleibt meist befallsfrei
- Nach längerer Standzeit Erreger oft nicht mehr nachweisbar

# Apfeltriebsucht resistente Unterlage D2212

- *M. domestica* cv Laxton's Superb x *M. sieboldii*
  - hohe AT-Resistenz aufweisend
  - verträglich mit allen Apfelsorten
  - Wuchsstärke vergleichbar mit A 2 oder M 25
  - Unterlage geeignet für Reiserschnittbäume im Container (Vorstufe) und im Freiland (Basisstufe)
  - Empfindlichkeit gegenüber latenten Apfelviren noch nicht endgültig geklärt (M. Petruschke, LTZ KA-Augustenberg)
  - Vermehrung (Baumschulen Oberdorla)
  - bislang ca. 1500 Unterlagen in der Praxis
- 
- **Seit 2018 im Handel (Sortenschutz vor Erteilung, Antrag durch JKI)**

## Züchtungsprogramm in Zusammenarbeit mit Fondazione Edmund Mach (S. Michele) und AIPlanta (Neustadt) seit 2001

- ca. 40 Kreuzungskombinationen durchgeführt
- ca. 9.000 Nachkommen erhalten
- ca. 7.000 Sämlinge getestet durch Pfropfinokulation
- Gute Vererbung der Resistenz nur in wenigen Kombinationen
  
- **Züchtungsprogramm: 1. und 2. Züchtungsgeneration**

# Stand des Züchtungsprojekts

## 1. Züchtungsgeneration

- 12 Genotypen für in vitro-Vermehrung und Versuchsanbau ausgewählt
- Prüfung in einem Bundessortenversuch zu triebsuchtresistenten Unterlagen (9 teilnehmende Versuchsanstalten)
  - LVWO Weinsberg (Dr. Rueß)
  - ESTEBURG Obstbauzentrum Jork
  - FH Osnabrück
  - LfULG Sachsen Dresden Pillnitz
  - DLR RP Klein-Altendorf
  - FH Geisenheim
  - KOB Bavendorf
  - LTZ Augustenberg
  - Laimburg, Land- und forstwirtschaftliches Versuchszentrum

# Bundesversuch zu triebsuchtresistenten Unterlagen

## Zeitplan:

### 2014

- Meristemvermehrung (Dr. Jarasch (AIPlanta), Dr. Schneider (JKI))
- Weitervermehrung durch Baumschule Oberdorla (Dr. Dembny)
- Virustestung (LTZ Augustenberg)

### 2016

- Aufschulung im Freiland (Baumschule Oberdorla)
- Sommerokulation mit Gala Schniga® Vf-Material (Laimburg)

**2018** Auslieferung und Pflanzung

**2019** Anwachsyear

**2020-26** 6 Versuchsjahre

# Stand des Züchtungsprojekts

## 2. Züchtungsgeneration

- Abschließende Unterlagenprüfungen (2017/2018):
  - Aussichtsreiche Genotypen in den noch in Prüfung befindlichen Kreuzungsnachkommen
  
- in vitro-Vermehrung selektierter Unterlagen (2017-2019) (AIPlanta, Dr. Jarauschk)
  
- Planung eines Vorversuchs mit selektierten Unterlagen durch die LVWO Weinsberg (Dr. Rueß)
  
- Vorhaben einer Schaupflanzung (JKI, Pillnitz) von Genotypen unterschiedlicher Wuchsstärke (im Vgl. zu herkömmlichen Unterlagen)

# 1. und 2. Züchtungsgeneration mit Genotypen unterschiedlicher Wuchsstärke und Ertragspotential

## diverse Einsatzgebiete triebsuchtresistenter Unterlagen

### → schwachwachsende Genotypen (vgl. M9):

v.a. Genotypen der 2. Züchtungsgeneration

- Tafelobsterwerbsanbau

### → mittelstark wachsenden oder starkwüchsigen Genotypen (vgl. M11/M25):

v.a. Genotypen der 1. Züchtungsgeneration und D2212 im

- Anbau von Säulenäpfeln (Privatgärten)
- Verwertungsanbau
- Streuobstanbau

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial  
und hochsensitive Labordiagnostik

(AG Jelkmann, W.)

Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

**Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien**

(AG Gross, J.)

Feuerbrandbekämpfung

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

(AG Kollar, A.)

Asiatische Marmorierete Baumwanze (*Halymorpha halys*)

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

# Phytoplasmosen im Obstbau



Birnenverfall

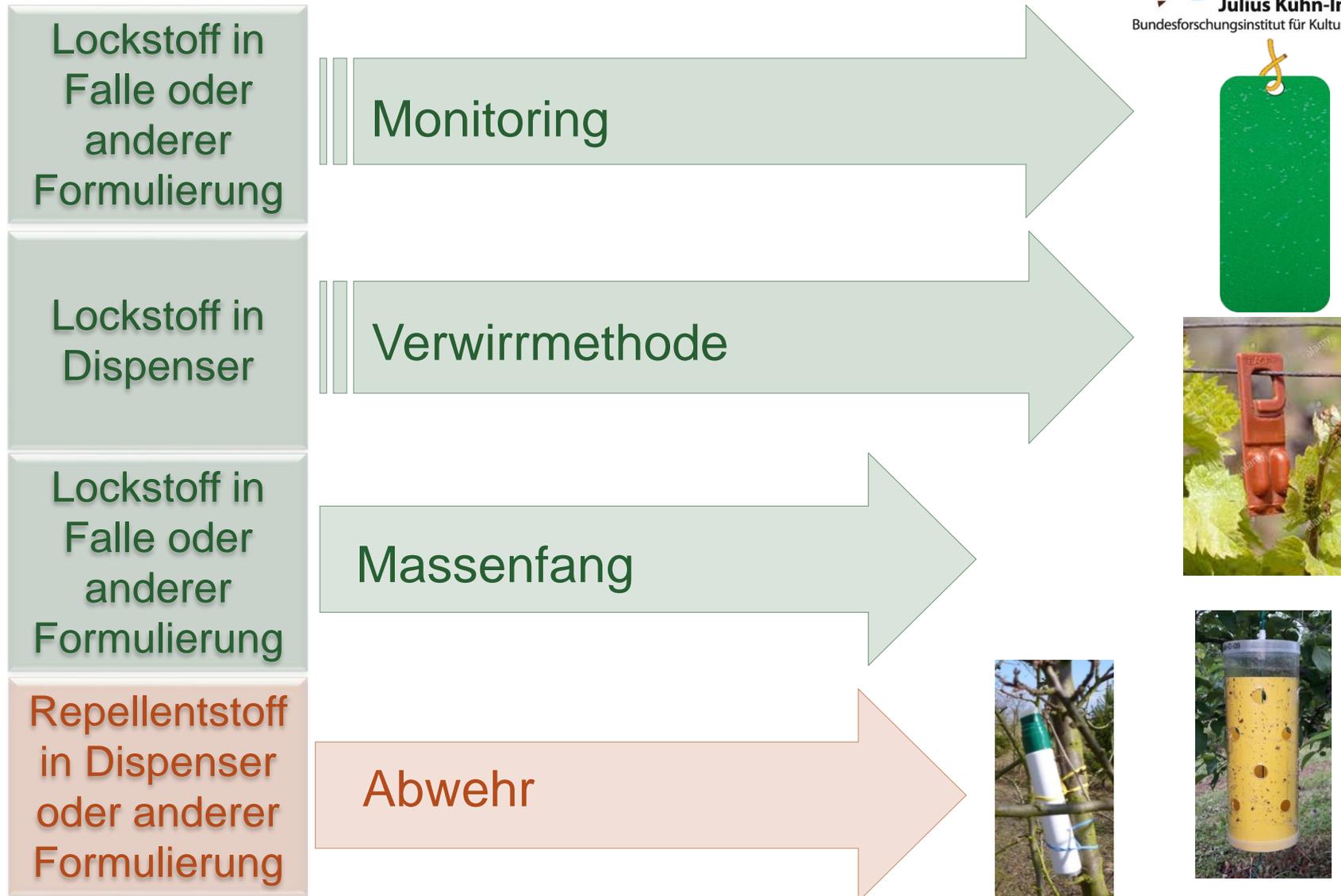


Apfeltriebsucht



Europäische  
Steinobstvergilbung (ESFY)

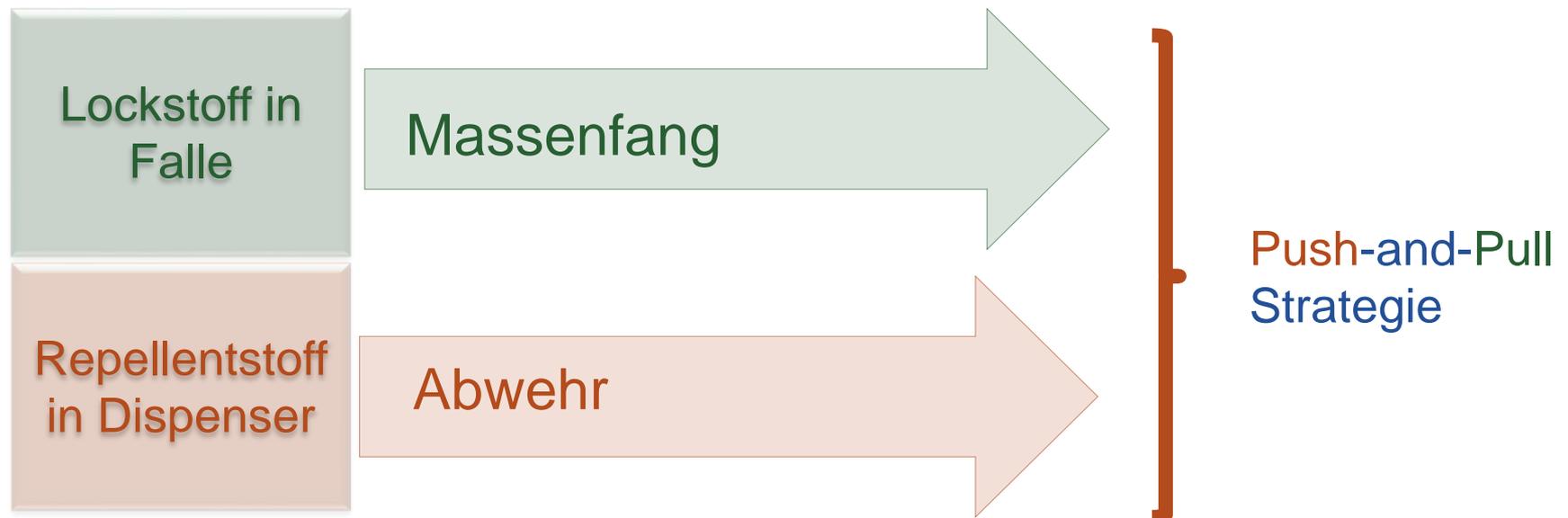
# Anwendung von Infochemikalien im Pflanzenschutz



# Direkte Bekämpfung von Phytoplasmen-Vektoren mit Push-and-Pull-Strategien

## Angewandte Technologien:

- Repellentstoff-Dispenser und Lockstofffalle
- Mikroverkapselte Infochemikalien
- Nanotechnologie



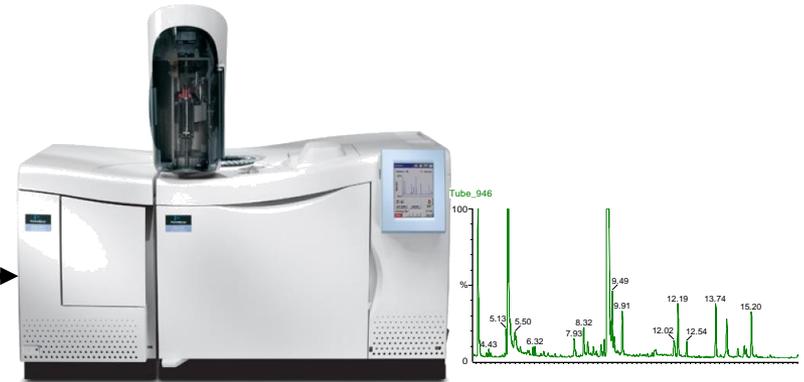
# Duftstoffsammlung, chemische Analyse und Verhaltenstests stehen am Anfang, um geeignete Infochemikalien (Lockstoffe, Repellentstoffe) zu identifizieren



Duftstoffsammlung  
auf Thermodesorption  
Tubes (Tenax TA)



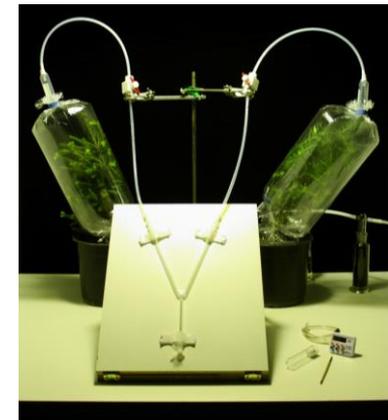
Thermodesorption



Gaschromatographie gekoppelt  
mit Massenspektrometrie

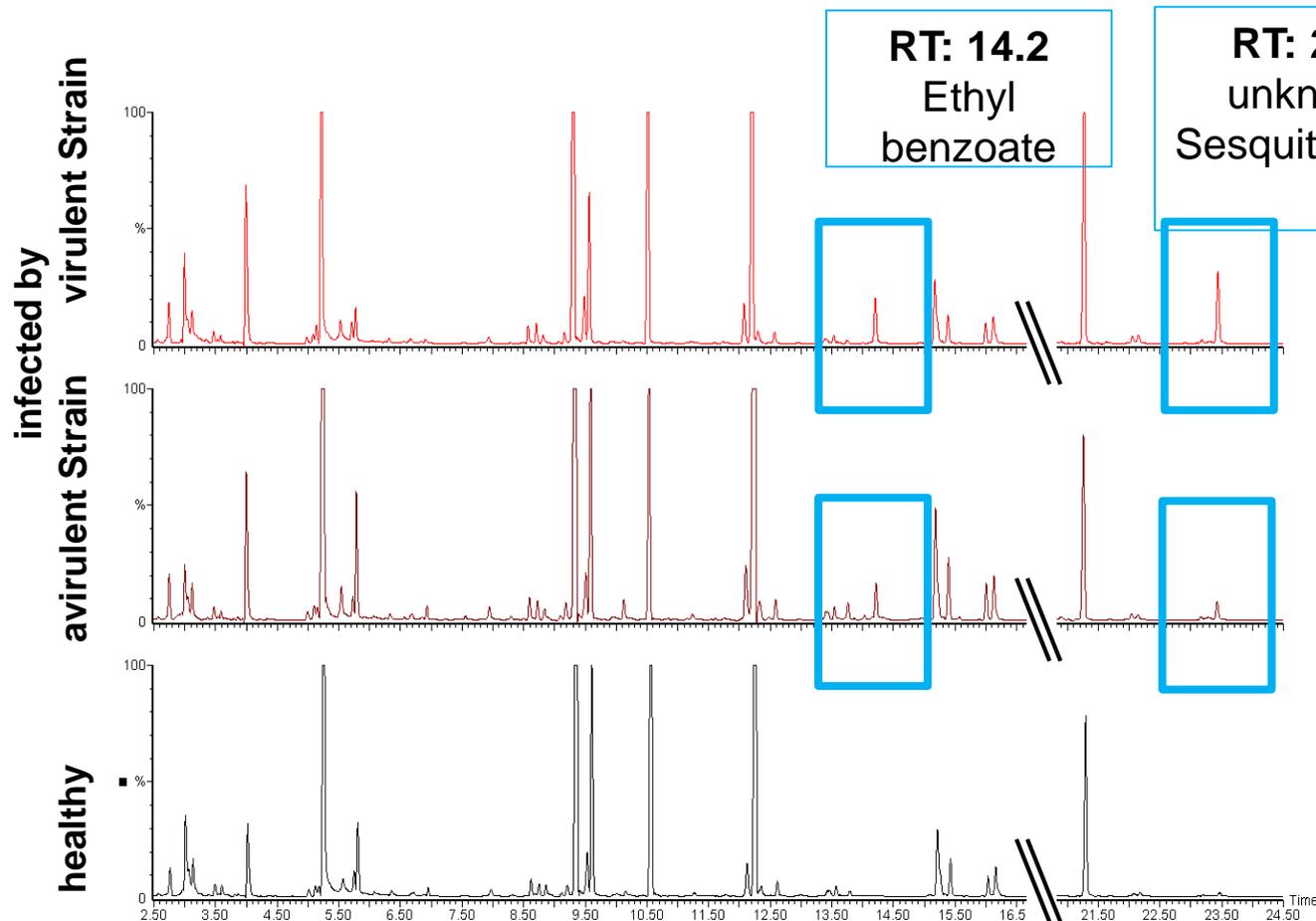


Verhaltens-  
Biotests

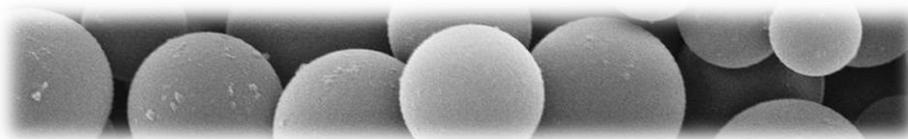


# Chemische Analyse des Luftraums (Headspace) um Tabakpflanzen, die mit verschiedenen Stämmen des Apfeltriebsucht Phytoplasmas infiziert wurden:

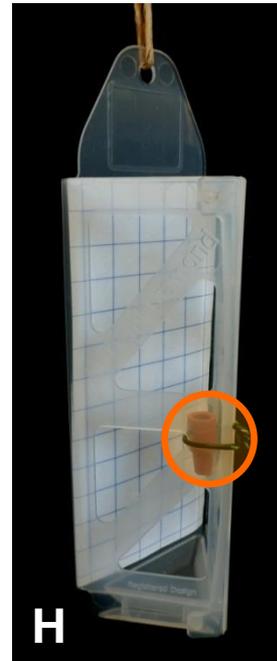
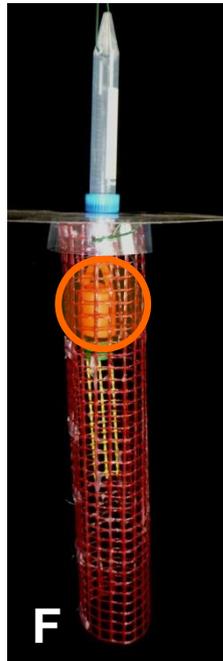
## Neue Attraktantien für den Pflanzenschutz



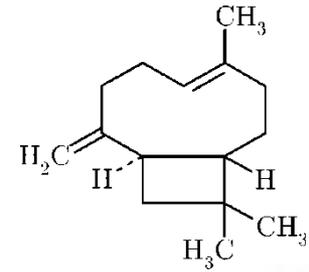
# Entwicklung von effektiven Dispensern zur Duftstoffabgabe (Attraktantien und Repellentien)



# Entwicklung von selektiven und effektiven Lockstofffallen



## Beta-Caryophyllen




  
 INSECT SERVICES
   

  
 Projektträger Bundesanstalt
   
 für Landwirtschaft und Ernährung

**DFG**


  
**ZIM**
  
 Zentrales
   
 Innovationsprogramm
   
 Mittelstand

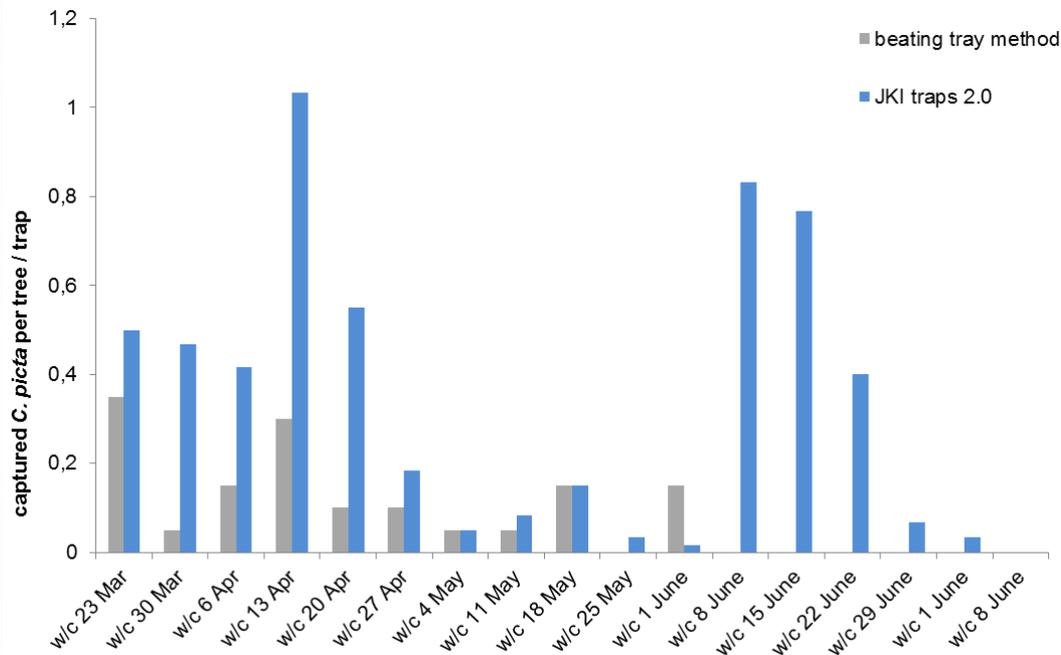

  
 Bundesministerium
   
 für Wirtschaft
   
 und Technologie

# Verbessertes Schädlingsmonitoring (sensitiver und genauer) mit neuentwickelten Lockstofffallen

## JKI Lockstofffalle mit Farbfolie



Foto: J. Gross



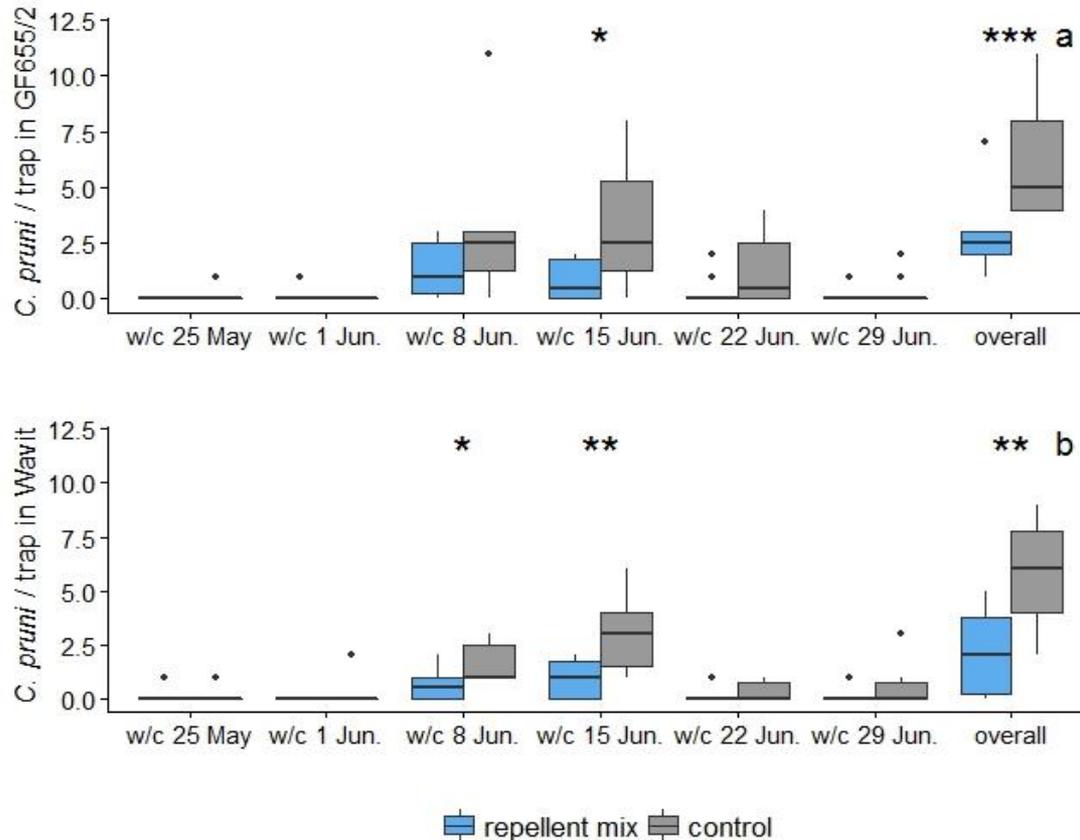
## Herkömmliche Klopfmethode



Foto: J. Gross

**92 %** (335 Blattflöhe/Baum/Woche) aller in der Saison 2015 gefangenen Blattflöhe wurden mit der neu entwickelten JKI-Lockstofffalle gefangen. Nur **8 %** (29 Blattflöhe/Baum/Woche) wurden mit der klassischen Klopfmethode gefangen. Die Falle wurde als Gebrauchsmuster registriert und wird von der IS Insect Services GmbH (Berlin) vermarktet.

# Applikation einer Repellentstoffmischung im Freiland: Steinobstbau (Pfirsich) in Neustadt



Repellentstoffdispenser

Box-Whisker plots with median as lines, dots indicate outliers, interquartile ranges are represented by boxes and whiskers extend to 5% and 95% percentile. Significant differences are marked with asterisks (Mann-Whitney-U test, \* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$ , \*\*\* $P < 0,001$ )

Die über die Dispenser abgegebenen Repellentstoffe reduzierten die Anzahl der Vektorinsekten (*Cacopsylla pruni*) auf Steinobstunterlagen (oben: GF655/2; unten: Wavit) signifikant.

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial  
und hochsensitive Labordiagnostik

(AG Jelkmann, W.)

Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien

(AG Gross, J.)

**Feuerbrandbekämpfung**

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

(AG Kollar, A.)

Asiatische Marmorierete Baumwanze (*Halymorpha halys*)

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenbergr

# Feuerbrand (*Erwinia amylovora*)



- Gram-negatives Bakterium mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung an Kernobst (Apfel, Birne, Quitte)
- Bekämpfung der Primärinfektion auf frisch geöffneten Blüten
- Bekämpfung witterungsabhängig nur bei Infektionsgefahr

# In Deutschland zur Feuerbrandbekämpfung registrierte Pflanzenschutzmittel

- Regalis (Wuchshemmer):
  - Anwendung nach Hagelschäden in Befallsanlagen
  - wirkt sekundär gegen Triebinfektionen
  - bietet keinen Schutz vor Blüteninfektionen
- Serenade Max (*Bacillus subtilis*)
  - Antagonist mit mittlerer Wirkung (Marktverfügbarkeit?)
- Blossom Protect (Hefepräparat)
  - mittlerer bis guter Wirkungsgrad gegen Blüteninfektionen
  - besserer Wirkungsgrad bei häufigerer Anwendung
  - bei häufigerer Anwendung auf einigen Sorten Berostungsgefahr
  - unverträglich mit einigen Mitteln zur Schorfbehandlung
- Cuprozin progress (Kupferpräparat)
  - Berostungsproblematik, Kupferminimierung

## In Deutschland über Notfallzulassung (Artikel 53 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009) verfügbar

### ➤ LMA (Kaliumaluminiumsulphat)

- guter Wirkungsgrad in Exaktversuchen
- Antrag auf Wirkstoffgenehmigung läuft
- erste Praxiserfahrungen aber noch kein Praxisjahr mit sehr starkem Befallsdruck
- hohe Aufwandmenge (10kg/ha m Kronenhöhe) und schlechte Wasserlöslichkeit erfordern gute Logistik

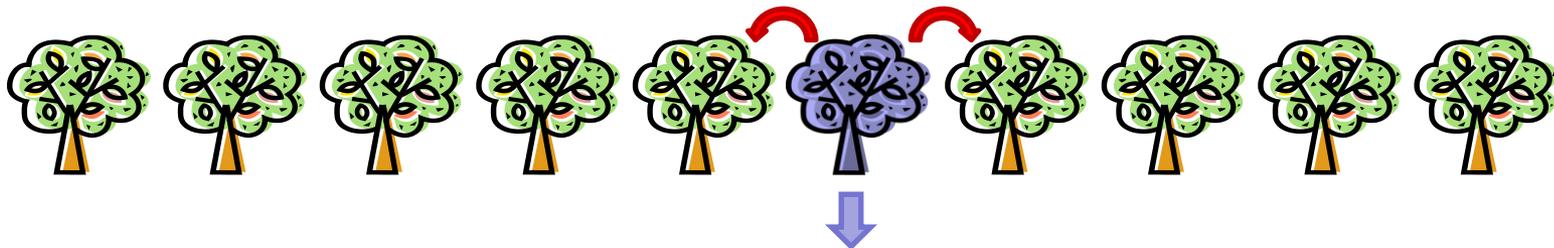
# Feuerbrandversuche in Kirschgartshausen



# Jährlicher Bekämpfungsversuch (gem. EPPO PP 1/166(3)) gemeinsam mit dem Landratsamt Karlsruhe und dem LTZ Augustenberg

Je Prüfmittel:

4 Parzellen mit jeweils 10 Bäumen in einer Behandlungsvariante



ein Baum je Parzelle wird künstlich inokuliert ( $10^8$  cfu/ml)



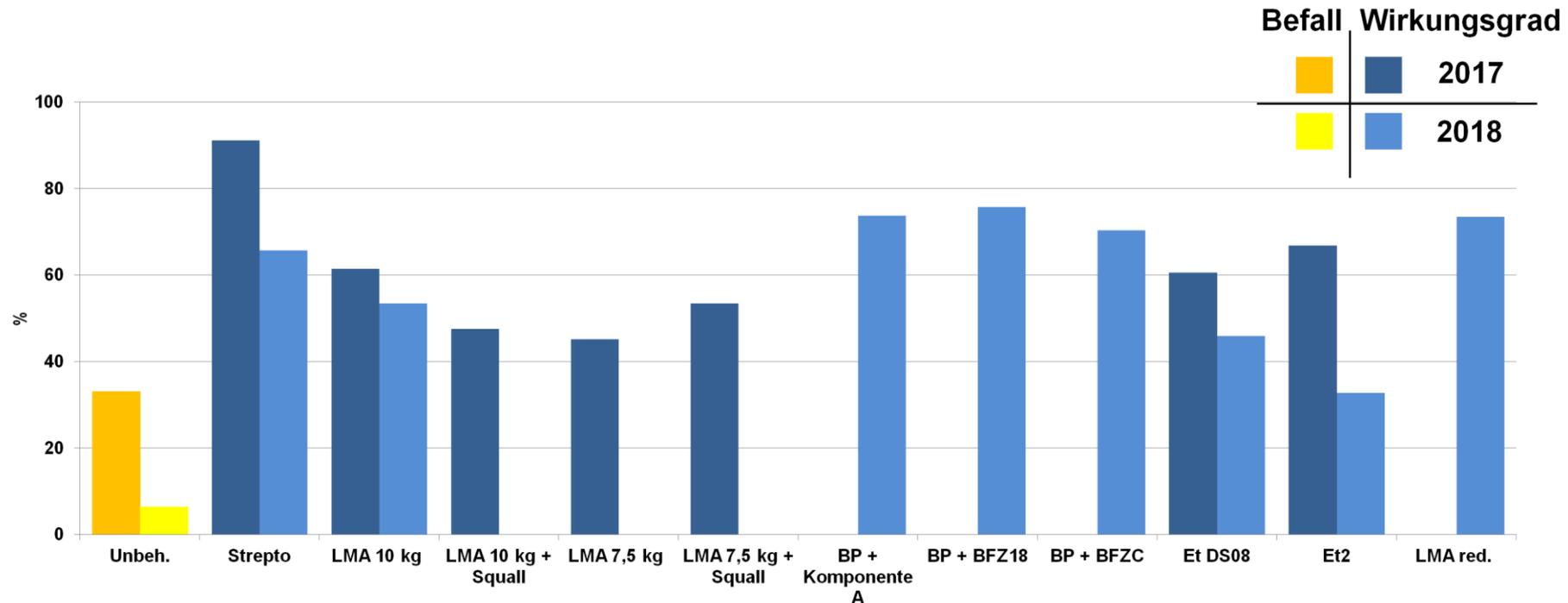
über natürliche Vektoren breitet sich von dort der Sekundärbefall aus

→ es wird ein definierter Infektionsdruck erzeugt

## In den vergangenen Jahren wurden getestet:

- Desinfektionsmittel (Beispiel Radikalbildner)
  - Probleme mit Wirkdauer, teils phytotoxisch
  
- Säuren/Laugen (Beispiel organische Säuren)
  - Probleme mit Wirkdauer
  
- Induktion der Pflanzenabwehr (Beispiel Algenextrakte)
  - kein guter Nachweis im Versuchsaufbau
  
- Antagonisten (Beispiel *Erwinia tasmaniensis*)
  - starke Schwankungen im erzielten Wirkungsgrad

# Versuchsergebnisse 2017/2018:



**BP:** Blossom Protect (+ Puffer)  
**Et:** *E. tasmaniensis*

**LMA red. = LMA mit reduzierter Wasseraufwandmenge und anderer Spritztechnik ausgebracht**

# Sortenprüfung gemeinsam mit JKI Institut für Züchtungsforschung an Obst:

➤ Ausgangsfrage:



VS



# Gezielte Inokulation und anschließende Bonitur einzelner Blütenbüschel:

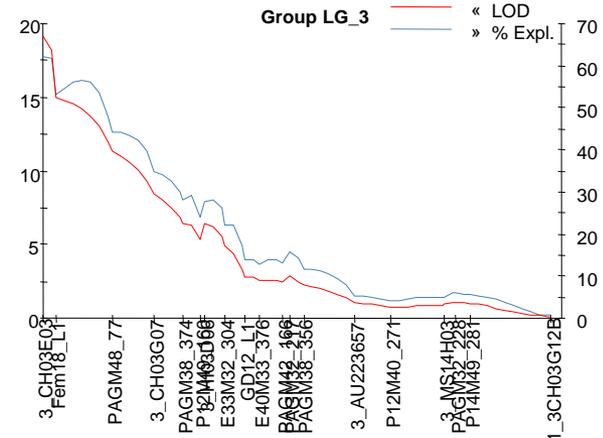
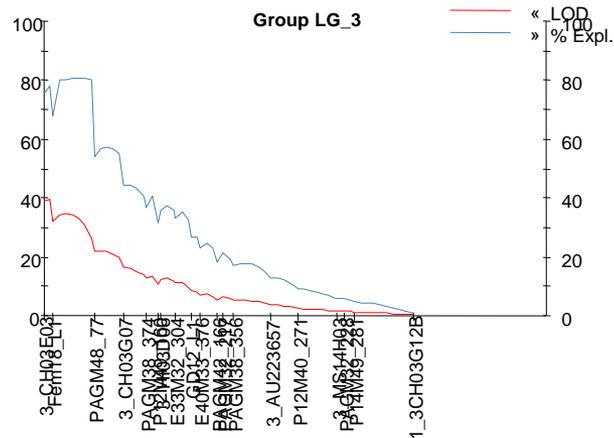


# QTL mapping auf Basis von zwei Datensätzen

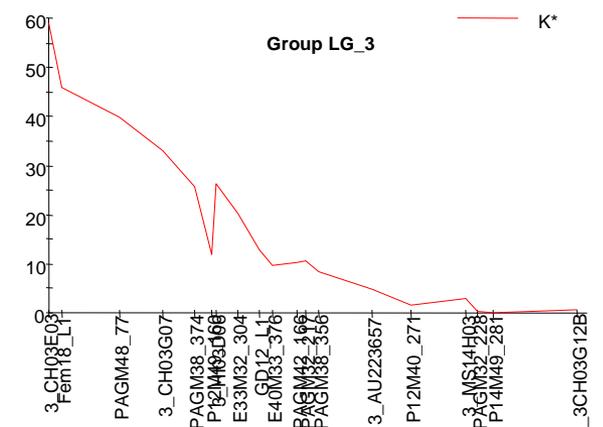
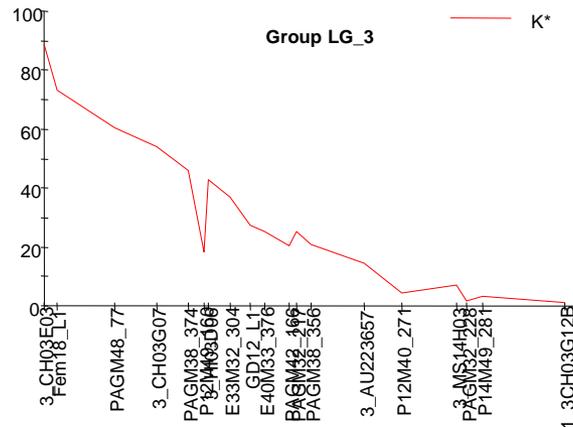
## Triebinfektion (Gewächshaus)

## Blüteninfektion (Freiland)

### Intervalmapping



### Kruskal-Wallis



# Zusammenfassung Feuerbrandbekämpfung

- Die zur Zeit verfügbaren Mittel zur Feuerbrandbekämpfung weisen einen mittleren bis guten Wirkungsgrad auf
- Es sind auch für den Ökologischen Anbau Präparate verfügbar
- Mit Blick auf eine nachhaltige Feuerbrandbekämpfung werden weitere, leicht anzuwendende Mittel benötigt
- Der Anbau Feuerbrand-resistenter Sorten ist ein wichtiger Bestandteil einer langfristigen Feuerbrandbekämpfung
- Neben der Verfügbarkeit robuster und resistenter Sorten muß allerdings auch die Marktakzeptanz für diese Sorten weiter verbessert werden

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial  
und hochsensitive Labordiagnostik

(AG Jelkmann, W.)

Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien

(AG Gross, J.)

Feuerbrandbekämpfung

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

**Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub**

(AG Kollar, A.)

Asiatische Marmorierete Baumwanze (*Halymorpha halys*)

(AG \*Zimmermann, O)

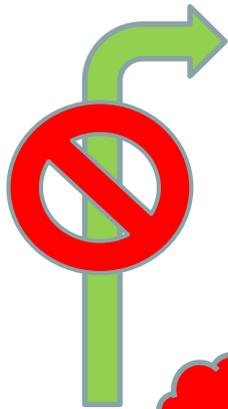
\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

# Ein Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub“

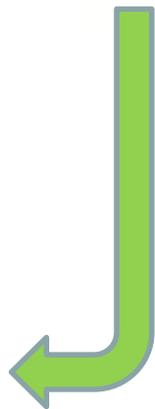


# Strategie: **offensive** Bekämpfung

Ascosporenfreisetzung:  
Primärinfektionen  
Frühjahr



Sommerkreislauf  
Sekundärinfektionen  
**defensive** Bekämpfung

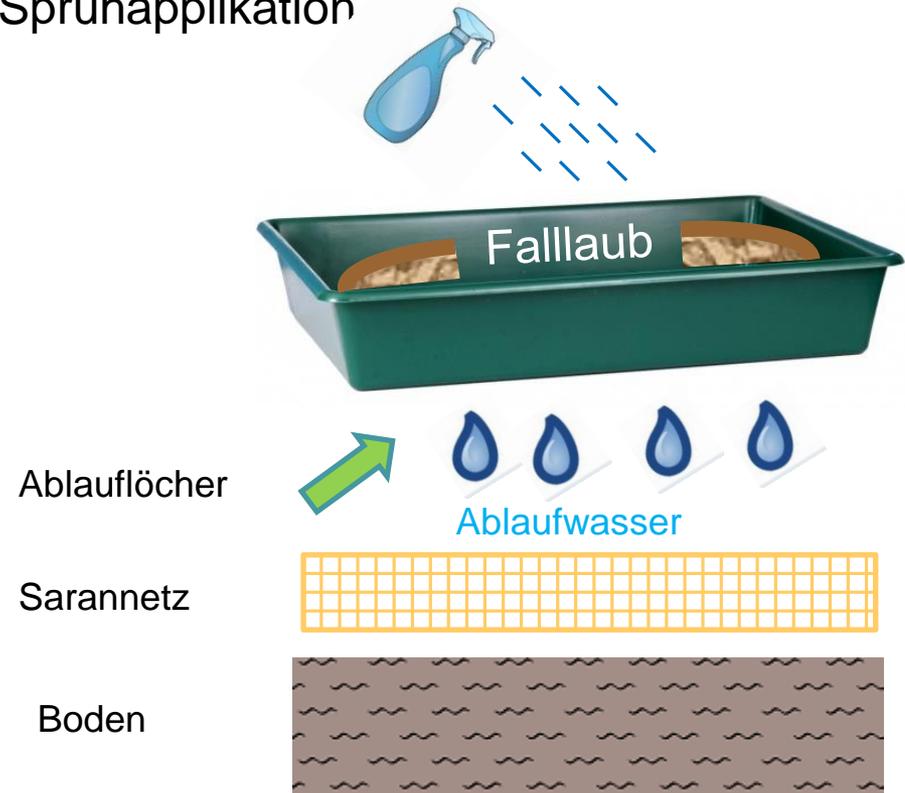


Laubfall im  
Herbst

# Versuchsfeldmethoden/-aufbau



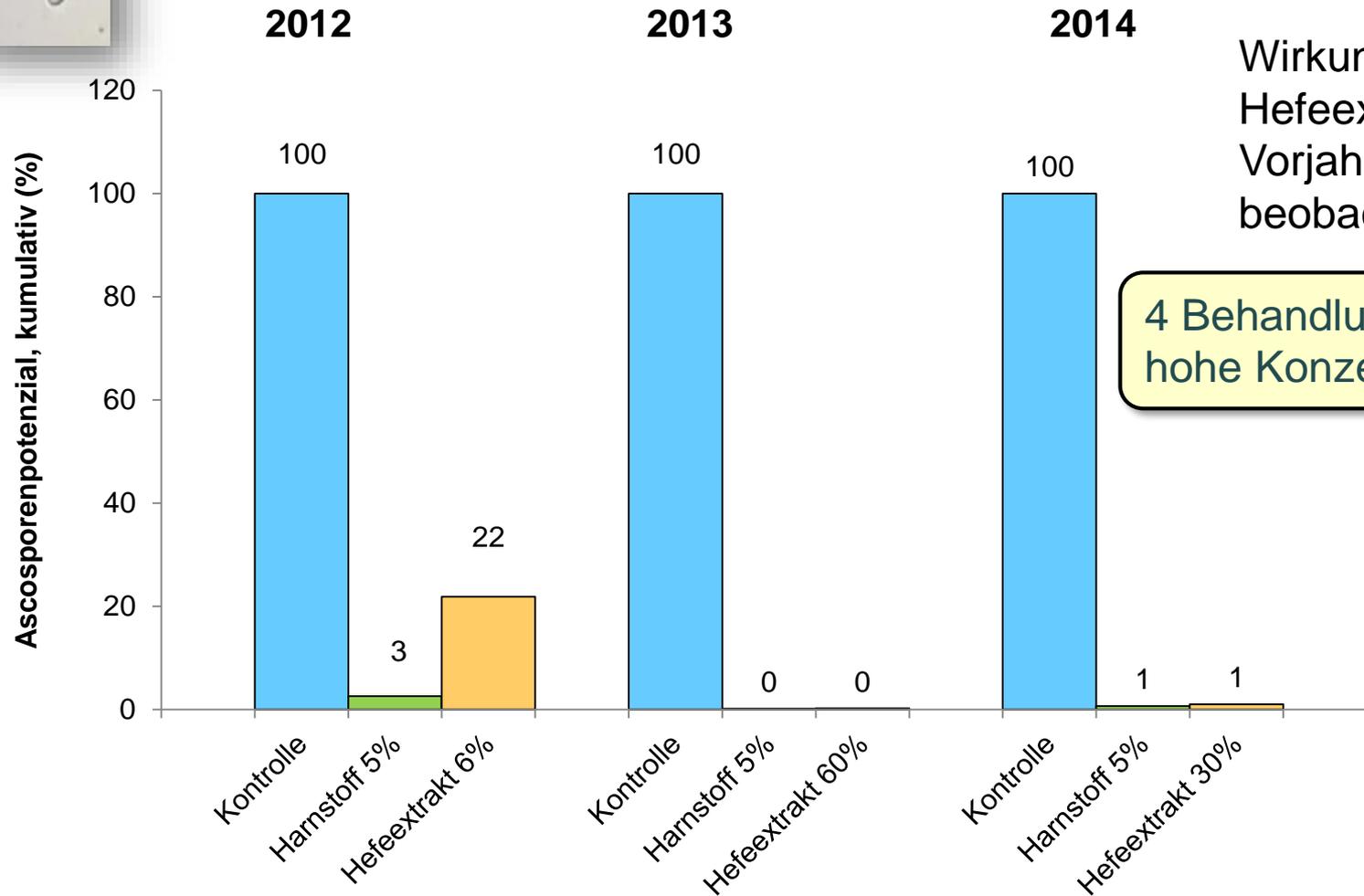
Sprühapplikation



→ Zur Bestimmung des Ascosporenpotentials



# Ascosporenpotenzial

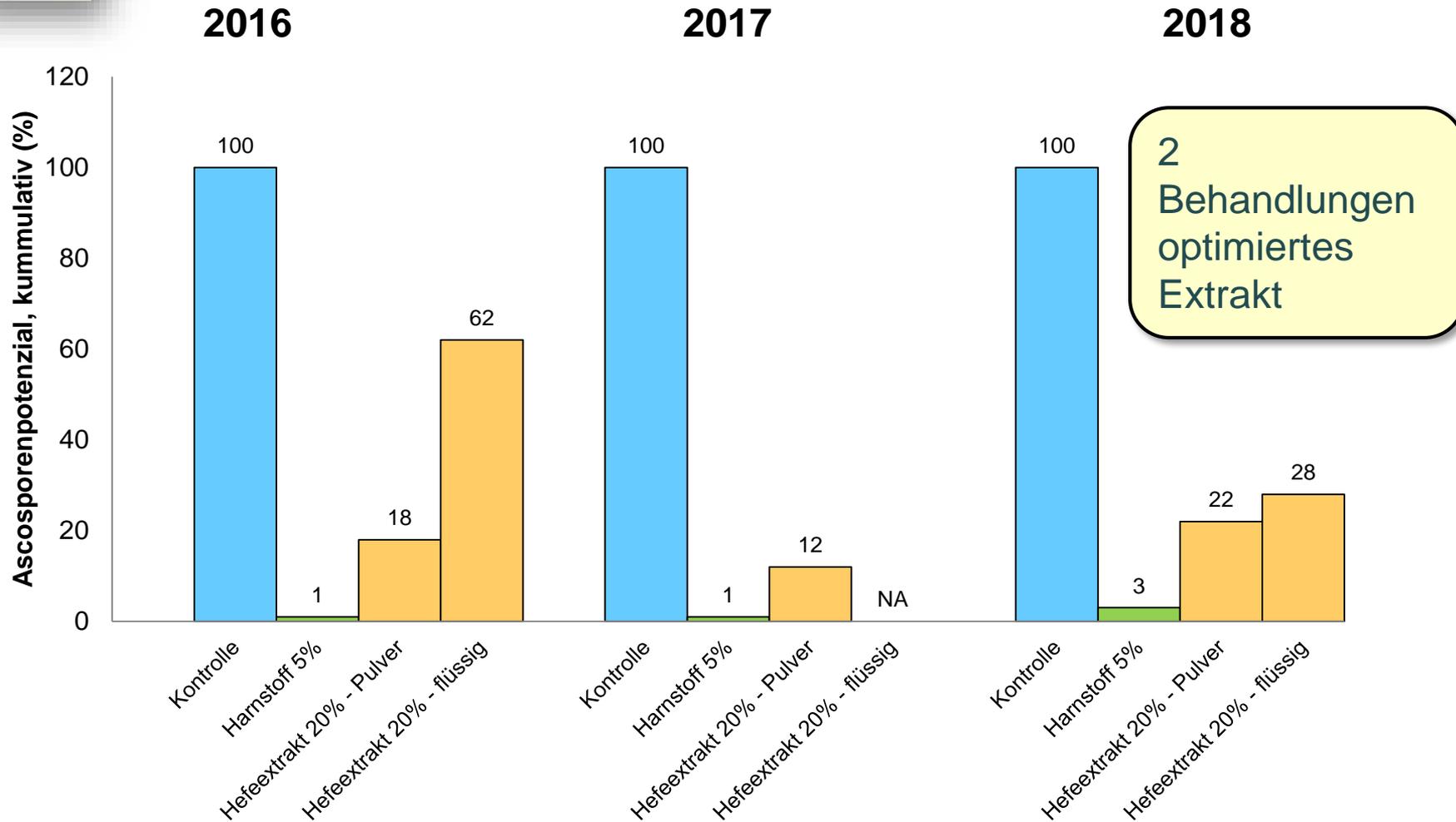


Wirkung des Hefeextraktes in Vorjahren beobachtet

4 Behandlungen hohe Konzentration



# Ascosporenpotenzial



# Blattabbau ohne Bodenkontakt

06.03.14



Kontrolle



Hefeextrakt LEIBER 30%

**Kontrolle**

9.01.18



23.01.18



06.02.18



27.03.18



**Hefeextrakt  
20%**



**Harnstoff  
5%**



Blatt-  
abbau  
mit  
Boden-  
kontakt



# Optimierung des Hefeextrakts aktueller Stand 2018

## Wirkung

- Hemmung des Ascosporenpotenzials
- Förderung des Laubabbaus
- Testung der Hefeextrakte abgeschlossen, Auswahl ist auf ein Extrakt festgelegt

## Praktische Anwendung

- Darreichungsform ist erarbeitet. Dem Anwender steht wahlweise ein Flüssig-oder Pulverpräparat zur Verfügung (Fa Leiber)
- Dosierung, Anwendung (Anzahl, Zeitpunkt) erarbeitet
- Präparate können erworben werden. Die Fa. kümmert sich derzeit noch um Zulassungsfragen

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze



Pflanzengesundheit - virusfreies zertifiziertes Anbaumaterial  
und hochsensitive Labordiagnostik

(AG Jelkmann, W.)

Apfeltriebsucht – Entwicklung resistenter Unterlagen

(AG Seemüller, E., Schneider, B., Zikeli, K., Jelkmann, W.)

Vektoren von Phytoplasmen – Bekämpfung mit Infochemikalien

(AG Gross, J.)

Feuerbrandbekämpfung

(AG Wensing, A., Peil, A., \*Fried, A., \*Moltmann, E., Jelkmann, W.)

Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

(AG Kollar, A.)

**Asiatische Marmorierte Baumwanze (*Halymorpha halys*)**

(AG \*Zimmermann, O)

\*LTZ Karlsruhe/Augustenberg

# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

- 2004 bei Zürich-Seefeld  
2004 Liechtenstein (Erstnachweis Europa)  
10/2011 in Konstanz (Erstnachweis Dtl.)
- Herkunft Ostasien (**Pflanzenimport, Kisten**)
- in den USA seit 1996
- extrem breites Wirtsspektrum
- Schadpotential sehr groß (Beispiel USA)
- Schäden an Obst und Gemüse in Europa nehmen zu
- Populationsaufbau in Grünflächen im urbanen Bereich
- sammelt sich zum Überwintern in Gebäuden
- „getarnt“ durch Verwechslung mit harmlosen Arten



# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*



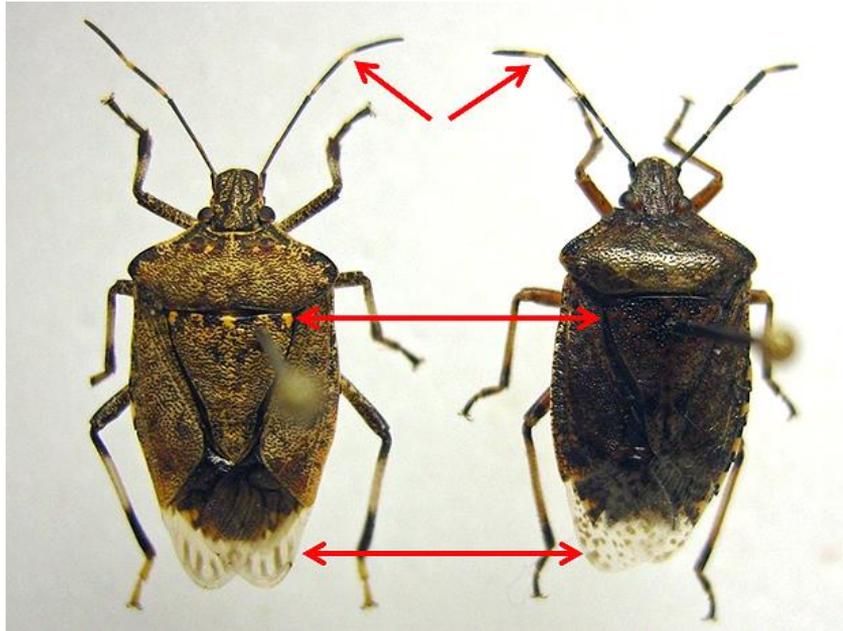
ca. 28 Eier / Gelege



**Phänologie: 5 Nymphen-Stadien, 1 Generation / Jahr**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
überwinternde Adulte												
Generation des Vorjahres					Eiablagen		Nymphen		Adulte		Adulte aggregieren	
				1 Generation pro Jahr								
										überwinternde Adulte		





*Halyomorpha halys*

*Rhapsigaster nebulosa*  
Graue Gartenwanze

Bestimmungsmerkmale:  
Unterscheidung der  
Asiatischen Marmorierten  
Baumwanze und der  
Grauen Gartenwanze

### Merkmale von *Halyomorpha halys* :

- Antennenglieder weiß „im Knick“ (anstatt „nach Knick“)
- bis zu 5 helle Flecke auf dem Rücken (anstatt keine)
- transparenter Flügelteil mit Streifen (anstatt Punkten)

# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

Auftreten in Europa:  
mindestens 5 unabhängige Einschleppungen  
(Zürich, Paris, Budapest,...)

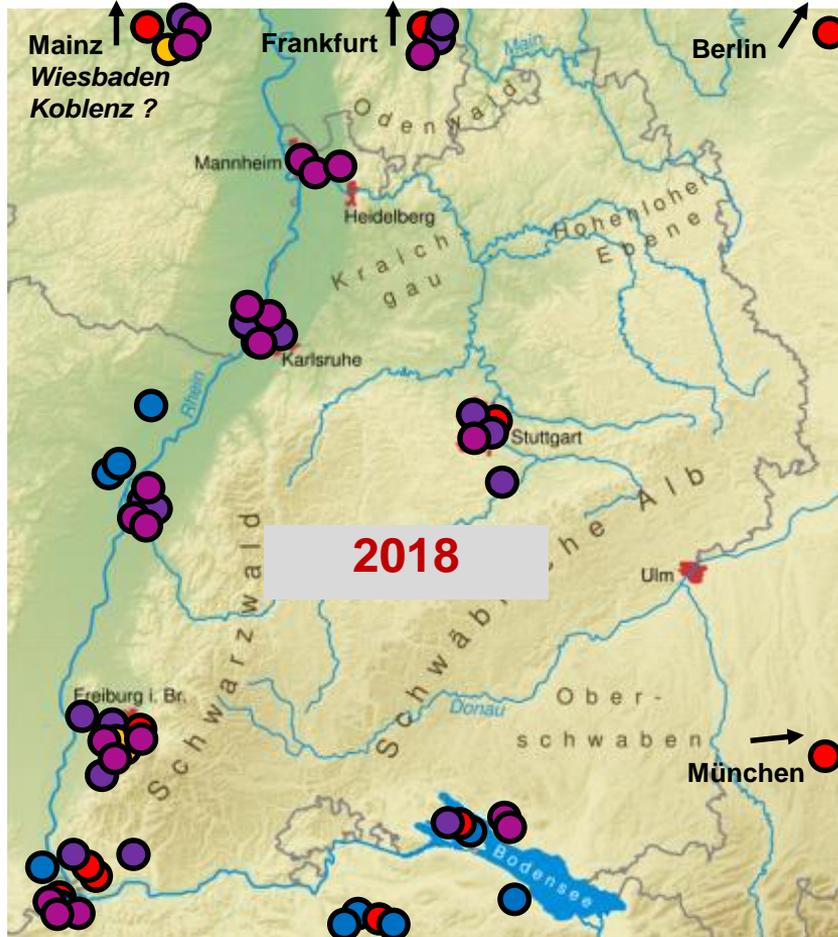


Verbreitungskarte im Internet: [www.halyomorphahalys.ch](http://www.halyomorphahalys.ch) T. Haye, CABI, ergänzt

Stand 12/2016

# Aktuelle Verbreitung in Baden-Württemberg und im Grenzgebiet

erste Funde in Dtl. 2011 (Konstanz, Bremerhaven), Stand Okt. 2018



blau = vor 2015  
orange = 2015  
rot = 2016  
lila = 2017



Befallene Grünanlage in Basel

**Lörrach 2015:**  
**Befall in Gemüse**

**Konstanz 2017: erster Nachweis in Apfel, Pfirsich, Kirsche**  
**Reichenau 2017: Paprika**

## Nahrungsspektrum (saugen an Blättern und Früchten)

**Fruchtgewächse:** *Citrus* spp., Ebenholz (*Diospyros* spp., Ebenaceae), **Apfel (*Malus domestica*)**, Maulbeere (*Morus* spp.), Aprikose (*Prunus armeniaca*), **Kirsche (*P. avium*)**, Zwetschge (*P. domestica*), **Pfirsich (*P. persica*)**, Birne (*Pyrus communis*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Wein (*Vitis vinifera*), Gemeiner Hasel (*Corylus avellana*) ...

**Ackerbaukulturen:** Spargel (*Asparagus*), **Soja (*Glycine max*)**, Bohne (*Phaseolus vulgaris*), Mais (*Zea mays*) ...

**Forst und Zierpflanzen:** *Abelia*, **Acer**, **Buddleia davidii**, *Cryptomeria*, *Cupressus*, *Hibiscus*, *Lonicera*, *Paulownia tomentosa*, *Rosa rugosa*, *Salix*, *Ilex*, **Cotoneaster**, **Robinia**, **Prunus laurocerasus** (Kirschlorbeer) ...

**Gemüse:** **Paprika (*Capsicum*)**, **Tomate (*Solanum lycopersicum*)**, Zucchini (*Cucurbita pepo*) ...

**= > 300 Pflanzenarten !    rot = in Dtl. bereits nachgewiesen**

# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

**Schweiz: bis zu 100% Schaden an Birnen im Kanton Zürich**



Fotos © David Szalatnay / Strickhof

# Asiatische Marmorierete Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

2017 erstes Auftreten im Erwerbsobstbau in Deutschland  
in Pfirsich, Apfel, ... (Raum Konstanz)



# 2018 deutliche Zunahme der Funde im Stadtgrün Überlingen, Freiburg, Offenburg, Karlsruhe, Mainz, u.a. : an Mahonie, Götterbaum, Schnurbaum, Robinie, ...



# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

### Fallenmonitoring zur Kontrolle auf Befallsfreiheit

Beköderung mit „Dual-Lure“ lockt mit Aggregationspheromonen  
(Fa. Trécé)

Die Fallen reduzieren anfänglichen Befall,  
damit ist keine langfristige Bekämpfung möglich



Rescue-Trap  
(Fa. Serbios)



Fischer-Falle  
(Fa. Andermatt)

### Bekämpfung

**Wirksamste Insektizide:** Pyrethroide, Phosphorsaureester, Carbamate,  
Neonicotinoide.... **nicht nachhaltig, Gefahr der Resistenzbildung**

**Attract & Kill:** Anlockung mit Pheromonen zu insektizidbehandelten  
Fangbäumen am Rand der Obstanlage erfolgversprechend

Fruchtdüfte helfen bei Anlockung und Verweildauer (Forschung JKI)

↪ Optimierung des Verfahrens durch Einbindung von Fruchtdüften

# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

- heimische Schlupfwespen nach mehrjährigen Versuchen wirkungslos (CABI)
- es gibt geeignete Schlupfwespen in Asien (*Anastatus*, *Trissolcus*)
- in den USA wird geprüft natürliche Gegenspieler aus Asien zu etablieren
- es liegen zwei natürliche Funde von *Trissolcus japonicus* in den USA vor
- möglicherweise ist die Art weiter verbreitet als angenommen
- angesichts des zu erwartenden Schadens sollte jede Bekämpfungsoption geprüft werden, inkl. der mehrjährigen Freisetzung geeigneter natürlicher Gegenspieler

Ziel: dauerhafte Etablierung als zusätzlichem Mortalitätsfaktor



# Asiatische Marmorierte Baumwanze

## *Halyomorpha halys*

Das LTZ-Merkblatt zur Marmorierten Baumwanze :  
<http://www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Ueber+uns/invaprotect>

HINWEISE ZUR PFLANZENGESUNDHEIT

### Marmorierte Baumwanze

*Halyomorpha halys*



Marmorierte Baumwanze: links adultes Tier, rechts Eigelege und verschiedene Nymphenstadien

Fotos: O. Zimmerman, LTZ

### Ausbreitung in Deutschland

Die Marmorierte Baumwanze *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (engl. brown marmorated stink bug, BMSB) breitet sich in Deutschland immer stärker aus. In Bremerhaven (2007) konnte sie nach einem Fund in Transportkisten aus den USA unmittelbar wieder entfernt werden, 2012 wurde sie in Konstanz am Bodensee beobachtet. Etwa 2004 wurde sie aus dem Ursprungsland China nach Zürich in die Schweiz eingeschleppt. Inzwischen liegen mindestens fünf genetisch unterscheidbare Einschlepp-



pungen nach Europa vor, u. a. Zürich, Basel, Straßburg, Paris und weite Teile Osteuropas, z. B. Budapest. Die Marmorierte Baumwanze wurde bereits 1996 in die USA eingeschleppt und hat sich dort zu einem der bedeutendsten Schadorganismen an Obstfrüchten, aber auch an Gemüse oder Ackerfrüchten wie Soja entwickelt. Sie ist kein Quarantäneorganismus, da eine Ausrottung nicht mehr möglich ist.

Ein wirtschaftlicher Schaden an Früchten wurde inzwischen in Italien und vereinzelt in der Schweiz festgestellt. Schäden an Gemüse traten 2015 in Lörrach und 2017 auf der Reichenau auf. Sie wurde 2017 an Kirschen im Hausgartenbereich und im Erwerbsanbau von Pfirsichen bei Konstanz nachgewiesen. Am Bodensee trat sie 2017 erstmals in Apfelanlagen auf.

Die Marmorierte Baumwanze ist im Südwesten Deutsch-

pflanzenschutz-  
insekten@ltz.bwl.de

Meldung von Funden  
per Fotos

# Problemfelder Pflanzenschutz im Apfelanbau - moderne Forschungsansätze

## Prämissen für die Forschung im Pflanzenschutz

- ✓ **Klimawandel**
- ✓ **Anforderungen aus Pflanzengesundheit – invasive Arten / neue Problemfelder (u.a. auch Schwerpunkt KEF)**
- ✓ **Veränderte Produktionsformen**
- ✓ **Gesellschaftliche Entwicklungen**
- ✓ **Reduktion des chem. Pflanzenschutzes**
- ✓ **Züchtung**
- ✓ **Neue Technologien (NGS; Analytik/chem. Ökologie; Digitalisierung)**
- ✓ **Gesunde Nahrungsmittel**
- ✓ **Leistungsfähiger Obstbau**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

