



Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostabwehr im Weinbau



Baden, 21.11.2012

Peter Schwappach
Sachgebiet Rebschutz und Rebphysiologie
Bayerische Landesanstalt für Weinbau
und Gartenbau, Veitshöchheim



Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Forschung und Bildung



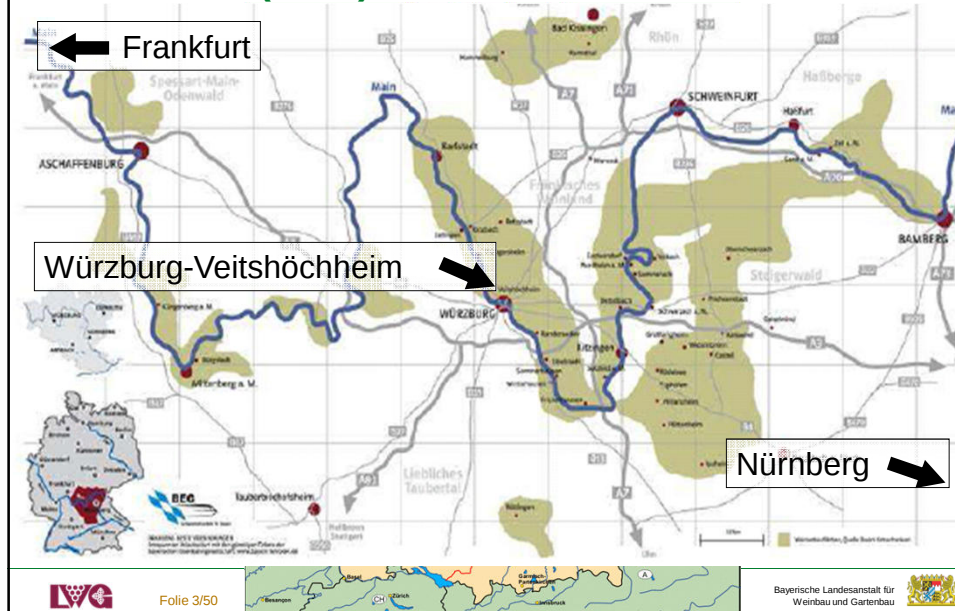
Beratung und Recht

in Veitshöchheim

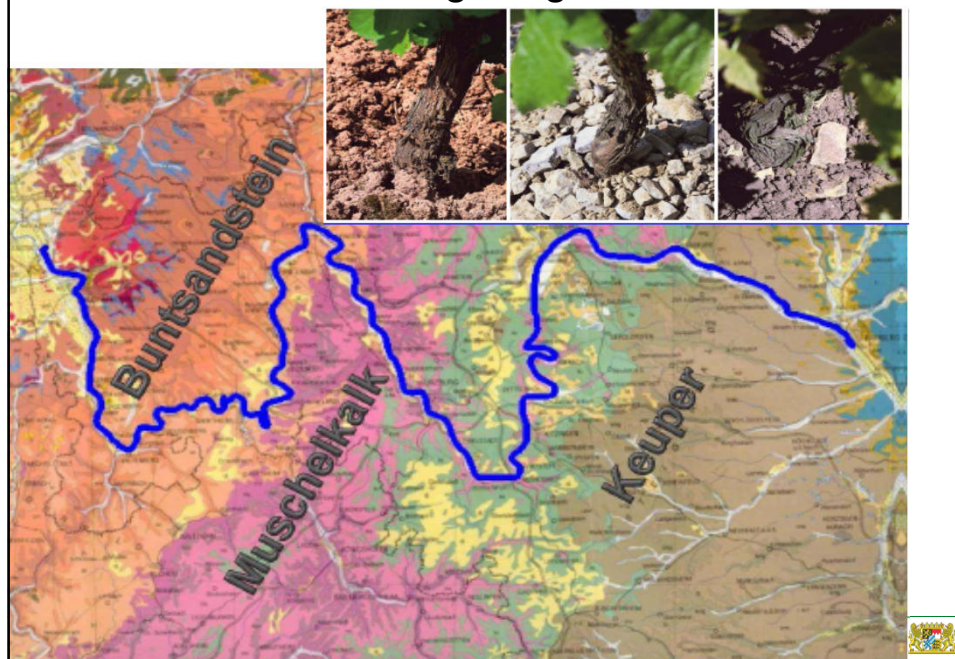
Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) – im Herzen Frankens



Weinbau in Franken – geologische Formationen



Meister- und Technikerschule



Durch die räumliche Nähe und personelle Verflechtung mit der LWG besteht eine enge Verbindung zwischen Forschung und Lehre. Der Schulbesuch ist kostenlos. Die Schule nimmt auch ausländische Bewerber auf.



- Fachrichtungen:
- Gartenbau
 - Garten- und Landschaftsbau
 - Weinbau und Kellerwirtschaft
- Vorbereitung auf Meister- und Technikerprüfung
- Fortbildung zu Staatl. geprüften Wirtschaftlern
 - Studierendenwohnheim mit 132 Zimmern und
 - Mensa auf dem Schulgelände



Folie 5/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau



Weinbau und Önologie



- Dienstleister für den fränkischen Weinbau
- angewandte Forschung für eine nachhaltige, umweltschonende Erzeugung qualitativ hochwertiger Trauben und Weine.

Unser Angebot umfasst:

- Förderung des umweltgerechten und ökologischen Weinbaus
- Prüfung neuer und Optimierung bestehender Anbausysteme
- Maßnahmen zur Förderung der Traubenqualität
- Informationssysteme für die Winzerschaft, z.B. Fränkisches RebschutzInformationssystem (FRIS)
- Untersuchung/Erprobung moderner Technologien in der Kellerwirtschaft für die Praxis



Folie 6/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Möglichkeiten der Spätfrostabwehr

- klassische Maßnahmen
- Frostversicherung
- Prüfung neuer Maßnahmen im Rahmen eines Forschungsprojektes
 - wassersparende Beregnung
 - Vernebelung
 - Beheizen
 - Luftverwirbelung durch
 - Hubschrauber
 - Windmaschinen
 - SIS-Gerät
 - „Frostschutz“mittel: physiologische Prävention



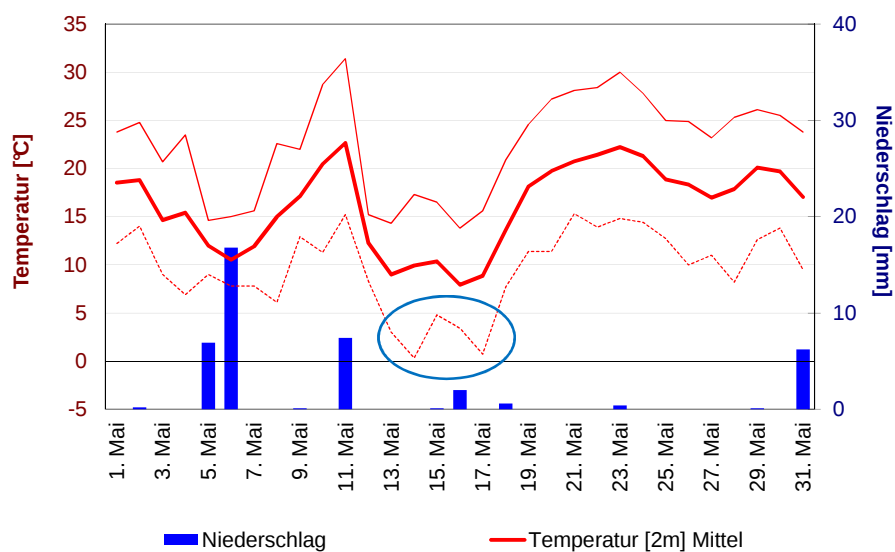
Folie 7/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Wetterdaten Mai 2012
Veitshöchheim Wölflein



Folie 8/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



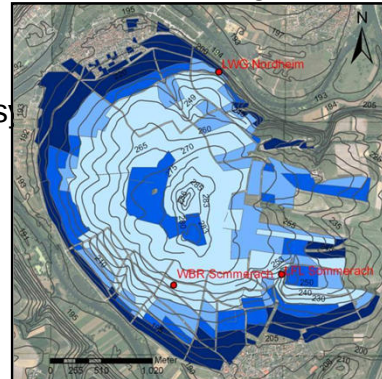
Frostbekämpfung

klassische Vorsorgemaßnahmen

Grundsätzliche Vorsorgemaßnahmen:

- Standortwahl: die 3 Top-Kriterien für Neuanlagen
- Lage, Lage, Lage!
- ⇒ Infos zu Lagenklassifikation
- ⇒ Sachverständigenausschuss
- ⇒ Sortenwahl

Frostgefahrenzone	
	Sehr selten
	in einem Menschenalter 2-3 Mal
	im Jahrzehnt höchstens 1-2 Mal
	häufig
	Höhe ü.M.



Folie 9/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

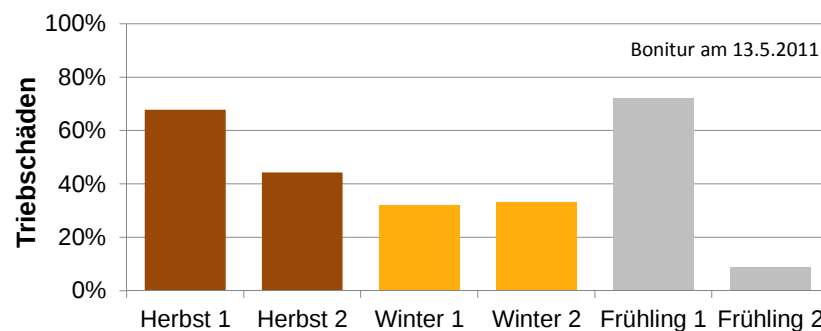
klassische Vorsorgemaßnahmen

- später **Rebschnitt**

Frostschäden vom 4. Mai 2011

Wirkung unterschiedlicher Schnittzeitpunkte

Perle / Himmelstadter Kelter



Folie 10/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

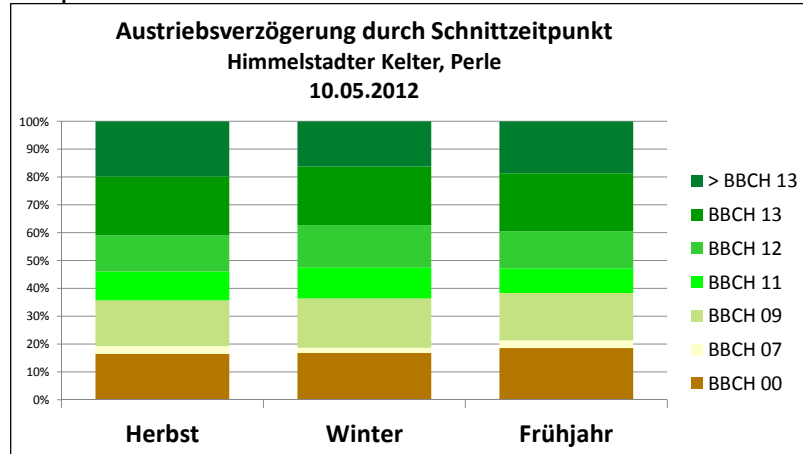
Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

klassische Vorsorgemaßnahmen

➤ später Rebschnitt



Folie 11/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

klassische Vorsorgemaßnahmen

➤ später Rebschnitt

➤ Frostrute stehen lassen:

Ausfallwahrscheinlichkeit der Knospen wird verringert
(siehe Minimalschnitt)



Frostbekämpfung

klassische Vorsorgemaßnahmen

- später Rebschnitt
- Frostrute stehen lassen
- **Begrünung** kurz halten
Temperatur in 1,5 m
liegt ohne Begrünung
0,9°C höher als mit Begrünung (Leyden and Rohrbaugh, 1963)
- nach Herbizideinsatz liegt Bodentemperatur 0,25-0,5 °C
höher als nach Mulchen oder Offenhalten des Bodens
(Donaldson et al., 1993)



Bild: Oberhofer, DLR Neustadt



Folie 13/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

klassische Vorsorgemaßnahmen

- später Rebschnitt
- Frostrute stehen lassen
- Begrünung kurz halten
- **keine Bodenbearbeitung** im Frühjahr bzw.
nach Bearbeitung Kapillare im Oberboden brechen
Bodenbearbeitung vergrößert Oberfläche
⇒ Boden kühlt schneller aus



Folie 14/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

mechanische Vorsorgemaßnahmen

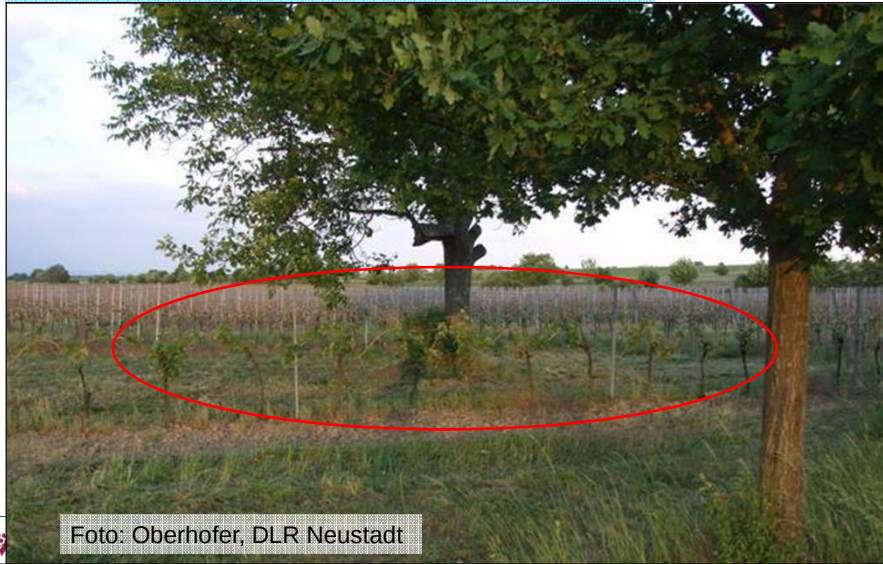


Foto: Oberhofer, DLR Neustadt

Frostbekämpfung

mechanische Vorsorgemaßnahmen

- Frostschutz durch Schattenbäume
bieten Schutz vor absinkender Kaltluft
schützen Pflanzen darunter mit langwelliger Strahlung
- Kalifornien: Dattelpalmen über Zitronen
Alabama: Kiefern über Mandarinen (Powell and Himelrick, 2000)
Brasilien: Mimosen über Kaffeesträuchern (Baggio et al. 1997)
- wurde auch 2011 im Weinberg beobachtet
⇒ Weinbergsbaum des Jahres 2013: **Zeder?**



Frostbekämpfung

vorbeugende Beregnung

- **Beregnung an warmen Tagen im Winter:**
 - vor Knospenaufbruch bei Temperaturen über 6°C bei Äpfeln und Kirschen
 - verzögert Austrieb und Blüte um 15 bzw. 17 Tage (Anderson et al. 1973)
- **Vorwegberegnung des Bodens:**
 - feuchter Boden speichert Wärme besser als trockener
 - 30% mehr Wärmespeicherung von durchfeuchtetem Boden (Burckhardt, 1956)
 - Schutz bis -3,4°C bei Frühkartoffeln und Buschtomaten (Witte, 1959)



Folie 17/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Frostberegnung



(C) Garrett Rahm 2007





Frostbekämpfung

Frostberegnung

- Erstarrungswärme wird frei bei Änderung des Aggregatzustands von flüssig (Wasser) zu fest (Eis)
- bietet Schutz bis ca. -6°C (Witte, 1959; Perrot, 1998)
- schützt bei **Strahlungs- und Windfrost**
- Wasserbedarf
 - bei **Ganzflächenberegnung:** $20\text{-}40 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{h}$
 $= 200\text{-}400 \text{ m}^3/\text{Nacht}$ (Witte, 1959)
 - bei **Streifenberegnung:** $\text{ca. } 10 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{h}$
 $= 20\text{-}100 \text{ m}^3/\text{Nacht}$ (Netafim, 2012)
- nötiger Wasservorrat: $\text{ca. } 3 \text{ Nächte} \cdot 10 \text{ Std.}$
 $= 300 \text{ m}^3/\text{ha}$ bzw. $1.200 \text{ m}^3/\text{ha}$

Frostbekämpfung

Vernebeln/Räuchern



Frostbekämpfung

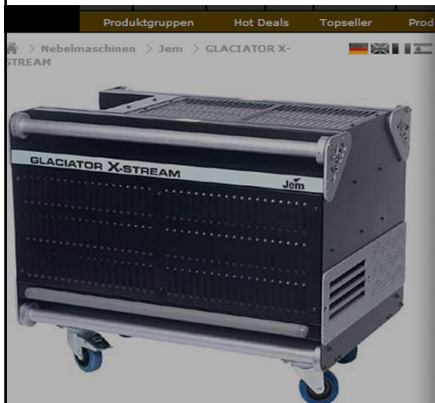
Vernebeln/Räuchern



Frostbekämpfung

5. Vernebeln/Räuchern

- Rauch absorbiert keine langw
- Stoffe müssen ungefährlich s
- **Alternative: Disco-Nebel!?**



Frostbekämpfung

5. Vernebeln/Räuchern

- | | |
|---|------------|
| ➤ Investition Nebelmaschine | 10.000 € |
| reicht für ca. 1 ha (Stadion) | |
| ➤ AfA Nebelmaschine (20 Jahre) | 500 € |
| Lohnkosten für Anwendung (15 € x 10h x 4) | 600 € |
| Energiekosten + Fluid/Trockeneis | 500 € |
| | <hr/> |
| | 1.600 €/ha |



Nebelerzeugung in Aprikosen, NZ (Ireland, 1984)

Frostbekämpfung

Vernebeln/Räuchern



Folie 25/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Vernebeln/Räuchern

➤ Versuch Himmelstadter Kelter, April 2012



Folie 26/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen

Propanheizung in Franken (1970)



Folie 27/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen: Frostschutzkerzen



Folie 28/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen: Frostschutzkerzen



Folie 29/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



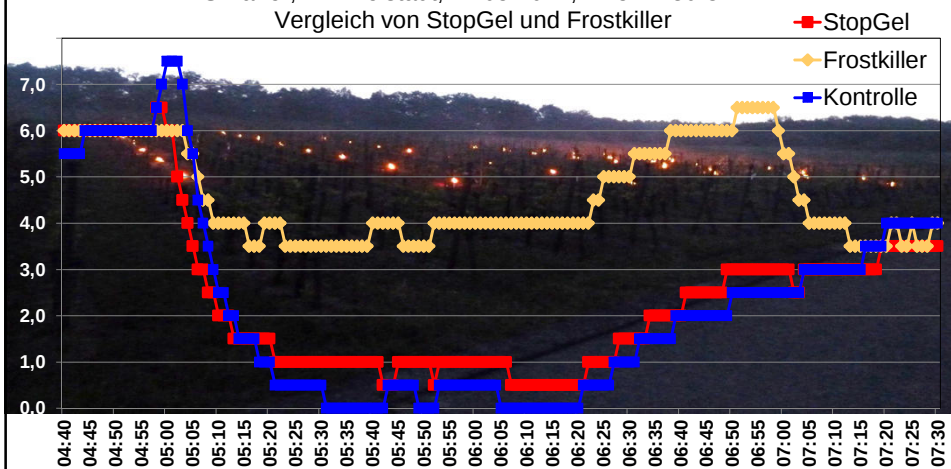
Frostbekämpfung

Beheizen: Frostschutzkerzen

Wirkung von Frostschutzkerzen zur Spätfrostabwehr

Silvaner, Himmelstadt, 17.05.2012, 4:45 - 7:30 Uhr

Vergleich von StopGel und Frostkiller



Folie 30/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen: Frostbuster

- wirkt **auch bei Windfrost**
- Temperaturanhebung senkt Taupunkt auf der Pflanze, weniger Eiskristalle können sich bilden
- positive Erfahrungen im Obstbau
- Kombination mit Luftumwälzung steigert Effektivität
- nur großflächiger Einsatz sinnvoll (ca. 4 - 5 ha) max. 8 ha möglich
- alle 10 Minuten an der gleichen Stelle wärmen
- hohe Energiekosten, nachhaltig?
- Anschaffungskosten: 20.000 € netto



Folie 31/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen

Heizdraht



Folie 32/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Beheizen

Heizdraht



1. TWIN - Heizleiter. Hin- und Rückleiter werden parallel geführt und sind aus 7-drähtiger Widerstandslitze gefertigt.
2. Primärisolierung PTFE (Teflon®)
3. zusätzliche, vielfach überlappende Polyester-Isolierung
4. Schutzleiter - sehr dichtes, verzinktes Kupfergeflecht
5. robuster Außenmantel aus PVC

mittl. Gescheinsschaden (%) nach Heizdrahteinsatz

Sauvignon Blanc, Australien

(Lamb, 2008)

Kontrolle	41.3	a
gering beheizt	28.2	b
mittel beheizt	16.5	c
stark beheizt	13.1	c



Frostbekämpfung

6. Beheizen

Heizdraht

- Draht mit hohem Widerstand wird um niedergezogene Ruten gewickelt
- Kabelbedarf ca. 5.000 m/ha (= 12.000 €/ha)
- Frostschutz bis -6°C, positive Erfahrungen in Australien
- Wirkung: Wärmeleitung über Holz und Saftstrom
- Schutz auch nach Austrieb bis 40 cm Trieblänge!
- variabel einsetzbar, kleinflächiger Einsatz möglich
- geringer logistischer Aufwand in der Frostnacht
- Draht muss jährlich neu an Boglebe befestigt werden
- Schäden durch Rebschnitt und Handlese möglich



Frostbekämpfung

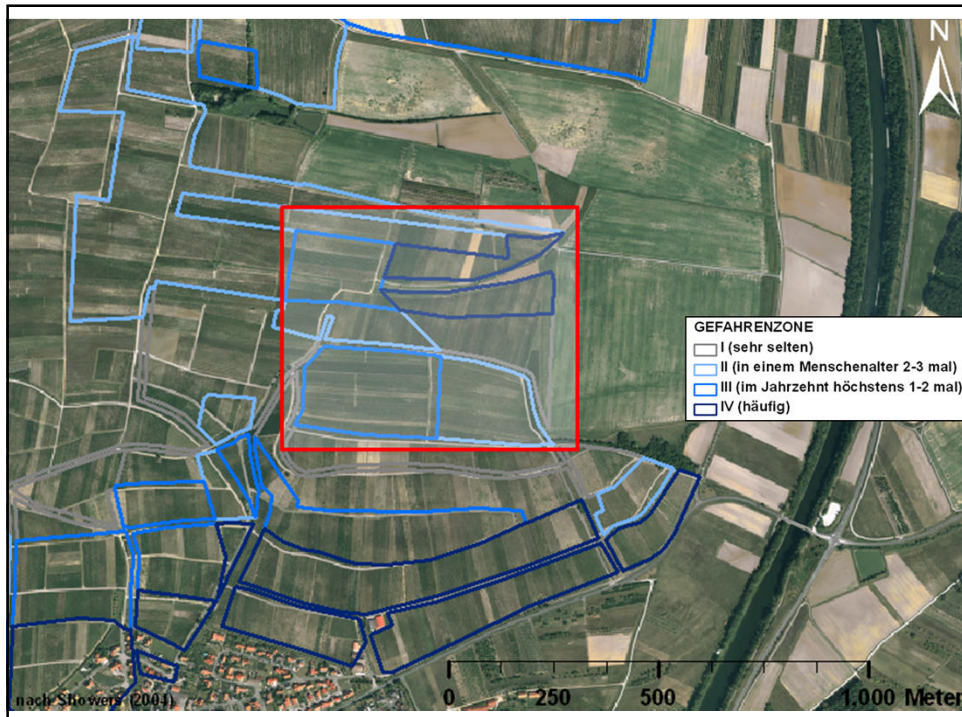
Luftumwälzung: Hubschrauber

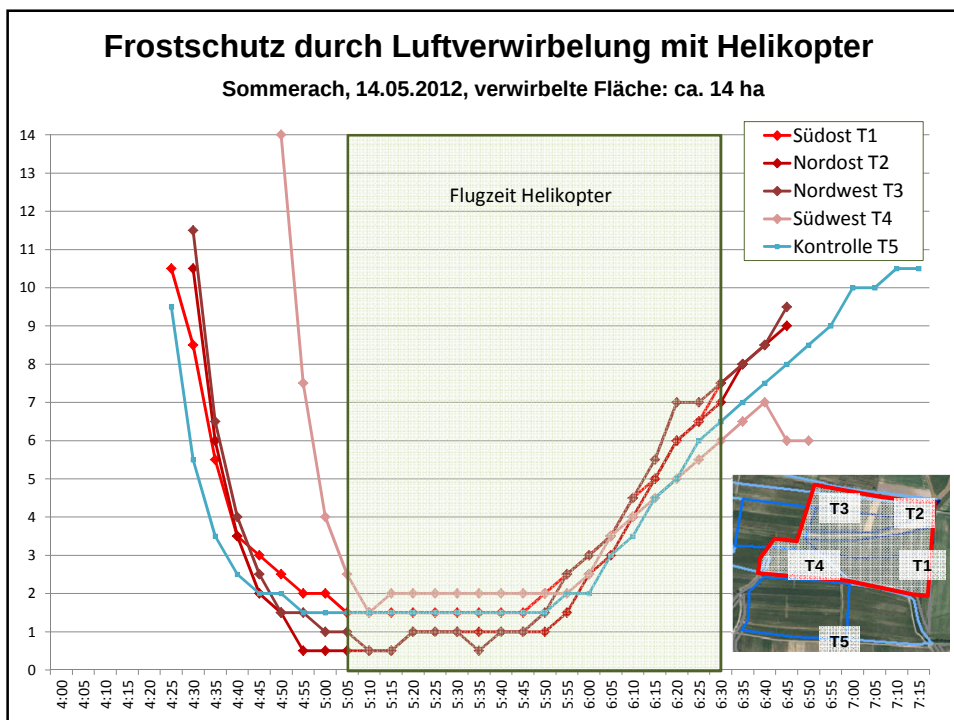
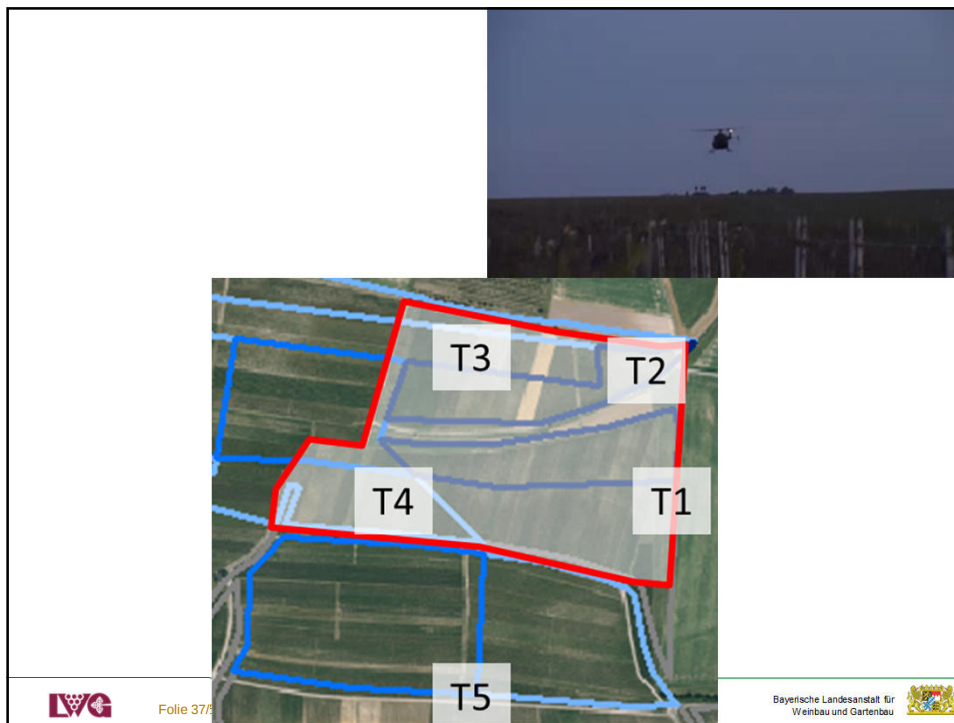


Folie 35/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau





Frostbekämpfung

Luftumwälzung: Hubschrauber

- effektiv vor allem bei **Strahlungsfrost**
- Verwirbelung nur in **größeren Einheiten** sinnvoll, ein Helikopter deckt **30-50 ha** ab
- Akzeptanz bei Anwohnern ist nötig (Geräusch, Licht)
- keine Fixkosten, keine Investition nötig
z.T. Bereitstellungskosten fällig (500 €/Nacht)
- Betriebskosten: 1.500 €/h
- Kosten 2012 (Bundeswehr): ca. 4.000 € für 1 Nacht
- Kosten pro Hektar: ca. 280 €/ha



Folie 39/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Luftumwälzung: Windmaschinen



Frostbekämpfung

Luftumwälzung: Windmaschinen



- mobile Maschine
- Fläche: ± 4 ha
- Masthöhe: 6 m
- hoher Leistungsbedarf
220 PS
- hohe Lärmbelastung
→ 110 dB A
- Abstand 900 m zu Bebauung
- Kosten: ca. 38.000 US-\$



Folie 41/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Luftumwälzung: SIS-Technik



selective inverted sink
(Guargo Ferro, Uruguay 1997)



ppach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Luftumwälzung: SIS-Technik



Folie 43/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Luftumwälzung: SIS-Technik



Folie 44/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Luftumwälzung

- effektiv vor allem bei **Strahlungsfrost**
- in anderen Weinbauländern erfolgreich eingesetzt
- **Verwirbelung nur in größeren Einheiten sinnvoll**
(Windmaschine ab 3 ha, SIS ab 1 ha)
- mittlere bzw. geringe Geräuschemissionen (Windrad/SIS)
- automatisierbar
- Kombination mit Heizern steigert Effektivität
- Genehmigungspflicht ab 10 m Bauhöhe
- nicht jeder Standort geeignet
- laufende Kosten für Betrieb (Flüssiggas, Diesel, Strom)
- **hohe Investitionskosten (10.000 - 20.000 €)**



Folie 45/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

Exkurs: Supercooling/Unterkühlen

- Gefrierpunkt Wasser $\neq$ Schmelzpunkt von Eis (0 °C)
- Eis-Nukleation: Eiskristall-Embryonen wachsen zu Eiskristallen
- homogene Eis-Nukleation in reinem Wasser: -40 °C
- kritischer Keimradius von Eiskristall-Embryonen:
 - 40 °C: 70 Moleküle
 - 20 °C: ca. 200 Moleküle
 - 5 °C: 50.000 Moleküle
- heterogene Eisnukleation: Partikel im Wasser wirken stabilisierend auf Kristall-Embryonen (z.B. Schneekanone)
 - ⇒ Kristallbildung beginnt bei höheren Temperaturen



Folie 46/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

Kristallisationskeime vermeiden

- INA-Bakterien: Ice nucleation active Bakterien lösen Bildung von Eiskristallen auf Pflanzenoberfläche aus (Lindow, 1983)
- Eiskristalle wachsen von dort in die Pflanze ein (Spaltöffnungen, Interzellularraum) und zerstören Gewebe
- Pseudomonas syringae, P. fluorescens, Erwinia herbicola
- Bekämpfung der INA-Bakterien schützt Pflanze vor Frost
- durch Fungizide, z.B. Kupfer
- NINA-Bakterien verdrängen INA-Bakt. durch Konkurrenz; Mandelbäume bis -3°C damit geschützt (Lindow & Connell, 1984)



Folie 47/50

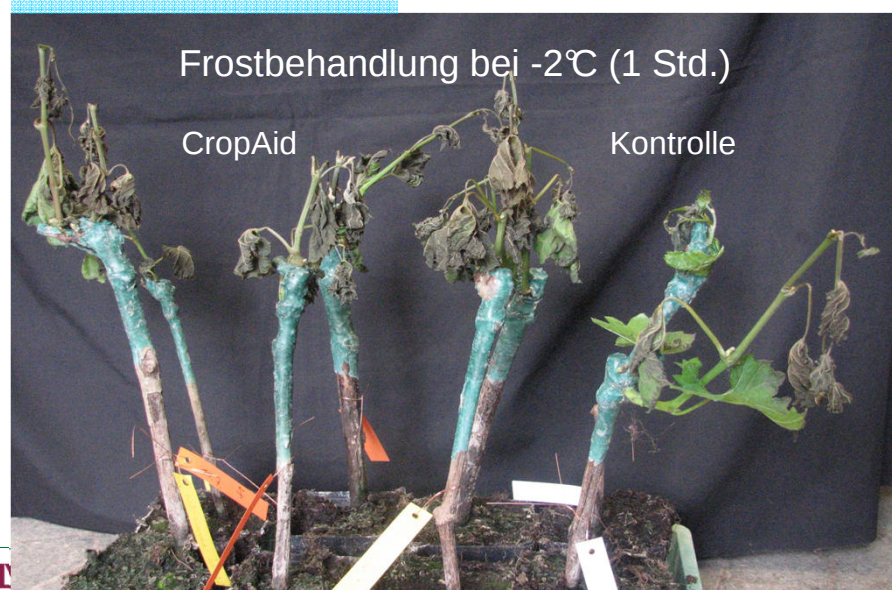
Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

8. Frostschutzmittel



Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

- CropAid 0,5%
- Prüfmittel (Manna) 6%
- 2 Behandlungstermine: 12.05.2012 / 16.05.2012
- keine Frostschäden in der Folgezeit aufgetreten
- Phythotox-Reaktionen (Deformationen / Blattaufhellungen)



für Weinbau ungeeignet!



Folie 49/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

Chemischer Frostschutz

- Harnstoff und Na-Karbonat schützen Mandeln bis zu 10 Tage (Lindow & Connel, 1984)
- Ethylen steigert Knospenhärte, verzögert Blüte (4-7 Tage) bei Pfirsich und Kirschen nach Anwendung im Herbst (Powell and Himelrick, 2000)
- Gibberelline verzögern Austrieb von Reben bei Anwendung an warmen Tagen im Winter um 16-27 Tage (Nigond, 1960)
- Sojaöl auf geschlossene Knospen verzögert Austrieb verschiedener Rebsorten 2 bis 19 Tage (Dami, 2007)
- Öl auf „Edelweiss“ im Winter verzögert Knospenaufbruch um 2-12 Tage (Qrunfleh, 2010)



Folie 50/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

Chemischer Frostschutz

- Versuch: Ölbehandlung bei Müller-Thurgau und Silvaner
Termin der Ausbringung: 23.03.2012

- Micula (2%)
- Micula (10%)
- Dash (10%)
- Mero (10%)



Folie 51/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



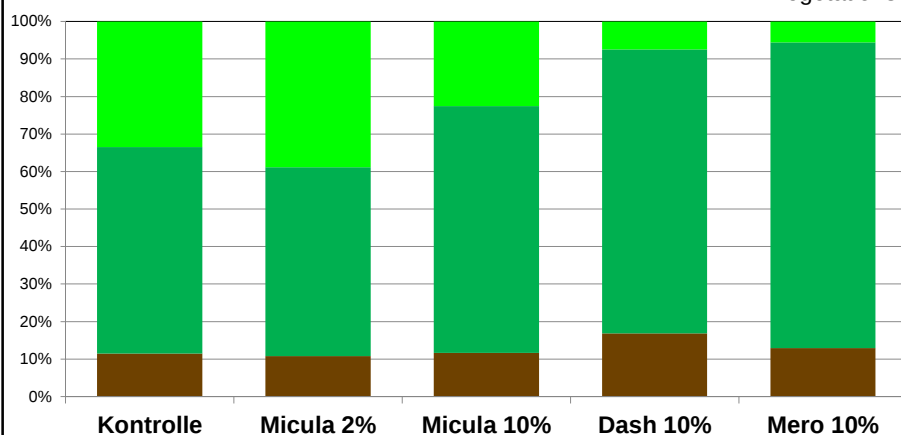
Frostbekämpfung

Frostschutzmittel

Ölbehandlung Müller-Thurgau, Himmelstadt

Applikation: 23.03.2012, Bonitur: 02.05.2012

- Blattstadium
- Knospenstadium
- Vegetationsruhe

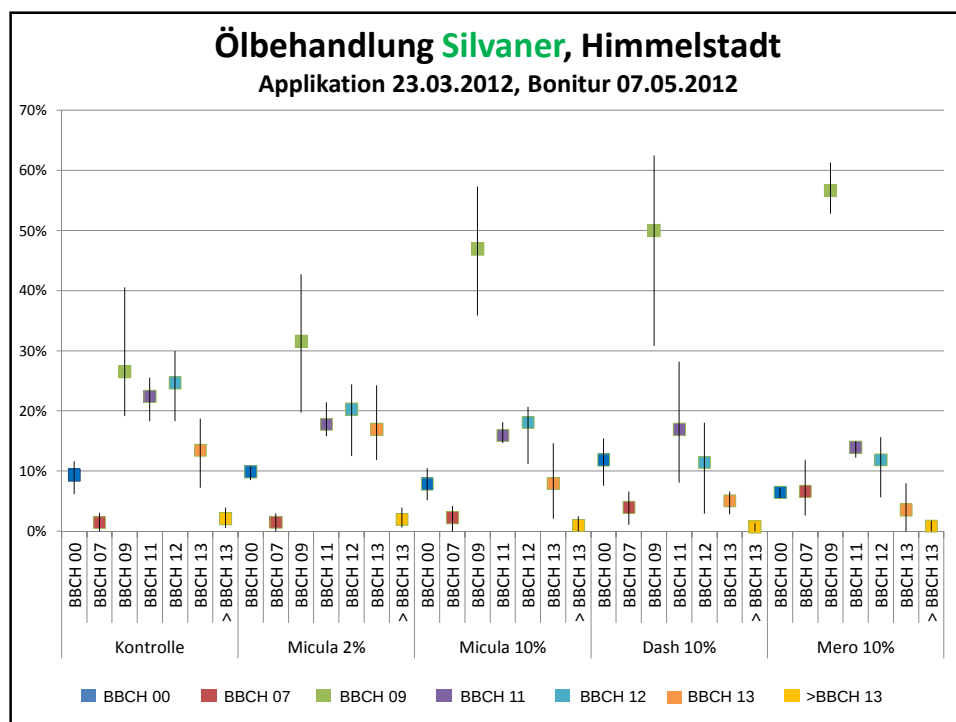
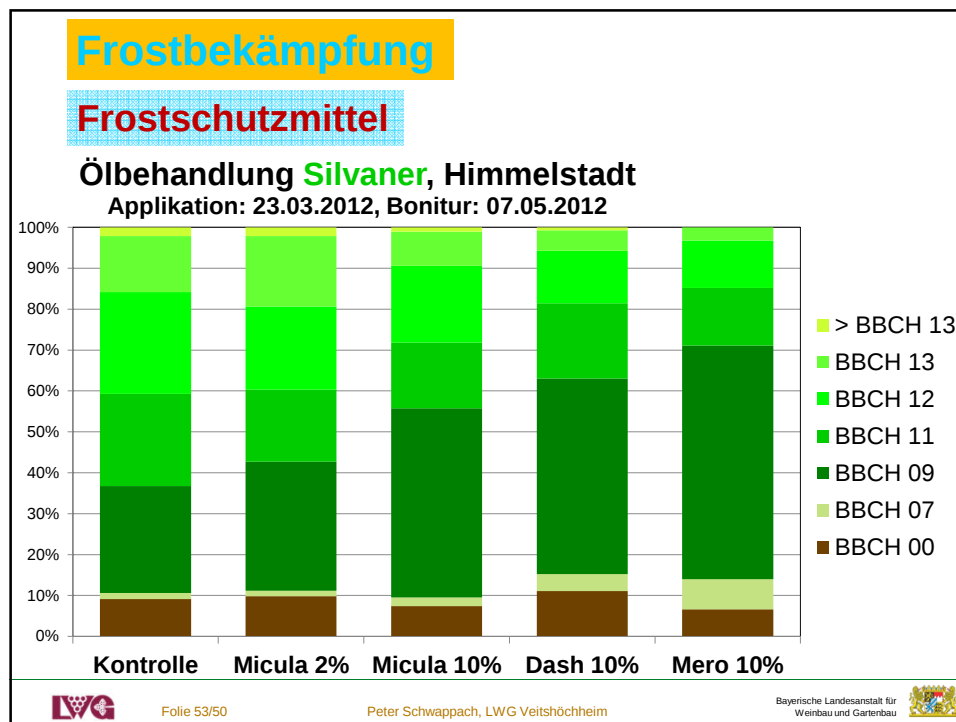


Folie 52/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau





Frostbekämpfung

Fazit

- Vorsorge gegen Spätfröste ist notwendig und sinnvoll
- verursacht zusätzliche Kosten und/oder Aufwand
- **Ziele des Forschungsvorhabens an der LWG:**
 - Welche Verfahren sind für Franken geeignet?
 - Welche Kosten entstehen tatsächlich?
 - Wie hoch ist der Arbeitsaufwand dafür?
- **Geprüft werden:**
 - wassersparende Beregnung
 - Luftumwälzung (Windmaschine, SIS-Technik)
 - Hubschrauber
 - Vernebeln (✓)
 - Heizdraht
 - Frostschutzmittel



Folie 55/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Frostvorsorge

Fazit

- Frostversicherung ist in Österreich durch Private Public Partnership wirtschaftlich sinnvoll



Folie 56/50

Peter Schwappach, LWG Veitshöchheim

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau





Frostbekämpfung

altbewährt und nachhaltig

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

traditionelle Dreifach-Nutzung: Wein + Weide + Seide
(Museumsweinberg in Baver, Veneto (Italien))