



Science For A Better Life



Strategien zur Minimierung des Resistenzrisikos bei Spritzfolgen im Weinbau

Fachforum Weinbau, Dresden-Pillnitz, 15. Juni 2017

Dr. Torsten Griebel, Beratung Sonderkulturen

Pflanzenschutzmittel, Einflussfaktoren auf Einsatz und Wirkung



- **Umweltauflagen**
- **NW - Auflagen**
- **NT - Auflagen**
- **Raubmilbenschonung**
- **Applikationstechnik**
- **Dosierung**
- **Produktwahl**
- **Kurativ - protektiv**
- **Single- / Multisite - Inhibitor**
- **Resistenzgefährdung**
- **Einsatzhäufigkeit**
- **Wetter**



PFLANZENSCHUTZ – MANAGEMENT

Ziel: Resistenzvermeidung



⇒ Wechsel von Pflanzenschutzmitteln mit *unterschiedlichen Wirkstoffen* und deren Positionierung nach ihren *biologischen Stärken* in Abhängigkeit der *Schaderreger*, der *Witterung* und des *Wachstums*.

Resistenz



Definition:

Fähigkeit eines Schaderregers sich auch in Gegenwart von Pflanzenschutzwirkstoffen zu entwickeln, gegen die er vorher sensibel war.

- Resistente Biotypen entstehen aufgrund natürlicher Veränderungen im Erbgut (Mutation, Rekombination)
→ natürlicher Vorgang
- Resistente Biotypen sind Bestandteil der Population bereits vor Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder entstehen spontan durch diverse Umwelteinflüsse (z.B. UV-Strahlung)
- Selektion der resistenten Biotypen erfolgt durch wiederholte Anwendung und kann zu Minderwirkungen führen
- *Resistenzen entstehen nicht durch Anwendung von Pflanzenschutzmitteln; Pflanzenschutzmittel wirken nicht mutagen*



Definitionen

Sensitivität:

- Empfindlichkeit eines Erregers gegenüber einem Wirkstoff

Resistenz:

- Stabile und vererbare reduzierte Sensitivität eines Erregers gegenüber einem Wirkstoff

Kreuz-Resistenz:

- Resistenz gegenüber mehreren Wirkstoffen mit gleichem Wirkmechanismus

Multiple Resistenz:

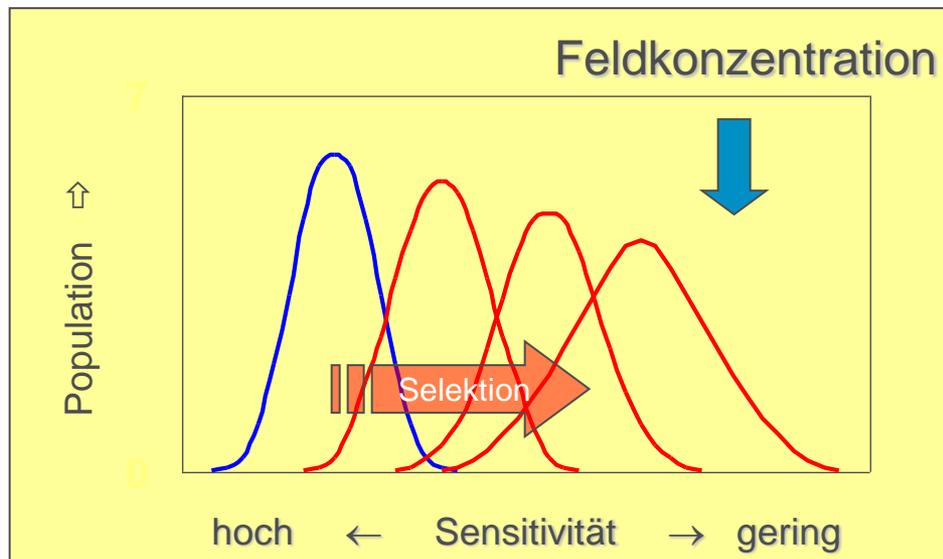
- Resistenz gegenüber mehreren Wirkstoffen mit unterschiedlichen Wirkmechanismen



Arten der Resistenz:

➔ **Shifting** (kontinuierliche Selektion)

= **Quantitative Resistenz**



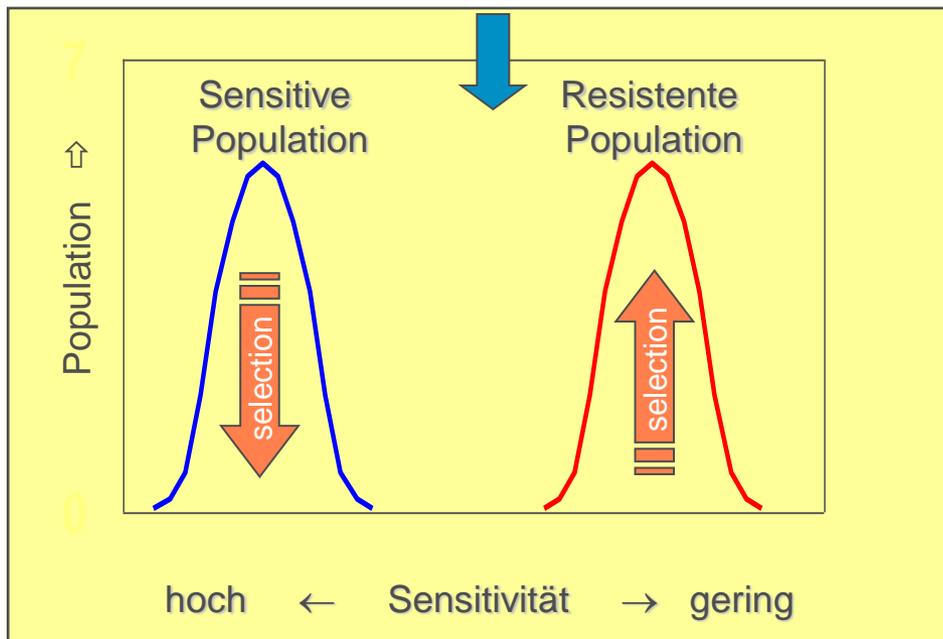
- Mutationen mehrerer Gene
- Kontinuierlicher aber langsamer Sensitivitätsverlust
- Mit geringerer Sensitivität ist meistens die Fitness vermindert.
- Back-Shifting möglich, wenn der Selektionsdruck sinkt
- Langsamer Wirkungsverlust
- Bsp.: Amine, Azole

Arten der Resistenz:

➔ **Disruptive Resistenz** (Schlagartige Resistenz)

= **Qualitative Resistenz**

Feldkonzentration



- Mutation eines einzelnen Gens
- reicht aus, um die Sensitivität signifikant zu verringern
- Fitness von resistenten Stämmen geht zumeist nicht signifikant zurück.
- Plötzlicher Wirkungsverlust
- Bsp.: G143A Mutation – Resistenz gegen Strobilurine

Resistenzmechanismen

- Veränderung des biochemischen Wirkortes
(Target site mutation)
- Bildung eines alternativen Metabolismusweges
(Bypass of target site)
- Metabolisierung des Fungizides
(Enhanced metabolism)
- Einschluss/Sekretion des Fungizides
(Enhanced efflux)





Sonderkulturen sind besonders gefährdet

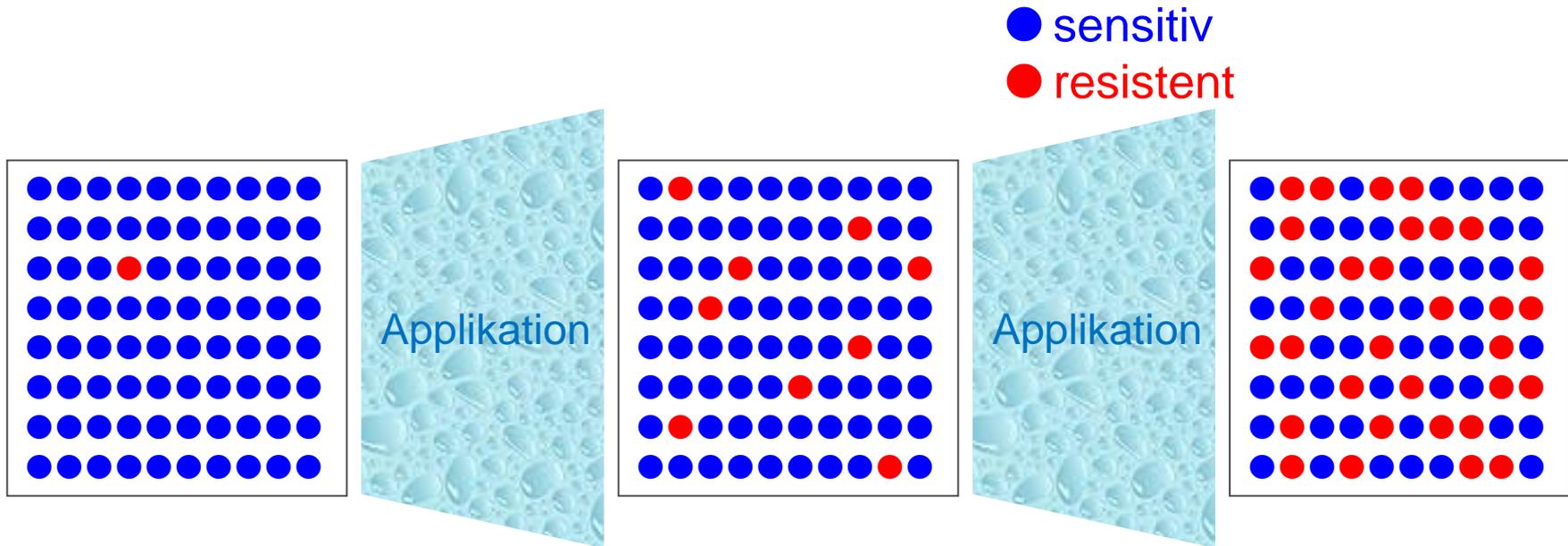
- Fehlende oder enge Fruchtfolgen
- Besonders hoher Krankheits- und Schädlingsdruck in Dauerkulturen
- Intensive Programme nötig ⇒ hoher Selektionsdruck!
- Kulturen mit wenig verfügbaren Wirkungsmechanismen bes. gefährdet
- Nachlieferung neuer Wirkungsmechanismen zunehmend schwieriger
- Neue Wirkstoffe in der Regel „Single Site-Inhibitoren“
- Kaum neue Multi Sites durch erhöhte Zulassungsanforderungen

Risiko der Resistenzbildung



Benzimidazole Dicarboximide Phenylamide Strobilurine	Hoch (3)	3	6	9
SDHI (Mittel - Hoch) Anilinopyrimidine DMI	Mittel (2)	2	4	6
Kontaktmittel Kupfer Phthalimide Schwefel	Gering (0,5)	0,5	1	1,5
		Gering (1)	Mittel (2)	Hoch (3)
Fungizide Risiko Risiko Krankheiten		Roste Samenbürtige Krankheiten	Septoria- Arten Alternaria	Apfelschorf Botrytis- Arten Falscher und Echter Mehltau

Mehrfache Applikation mit einem Wirkstoff = Selektion



**Applikationen mit einer Wirkstoffgruppe
fördern Resistenzentwicklung !**

Welchen Einfluss hat die Fungizidwahl auf die Resistenzentwicklung?



Hohes Risiko

• Spezifischer Wirkmechanismus

- Häufige und wiederholte Anwendung einer Wirkstoffgruppe in der Spritzfolge
=> Starker Selektionsdruck
- Kurative und eradikative Behandlungen
- Beispiele:
 - Botrytizide
 - Strobilurine
 - Tiefenwirk. Oomycetenfungizide
 - spezifische Mehltaufungizide

„Single-Sites“

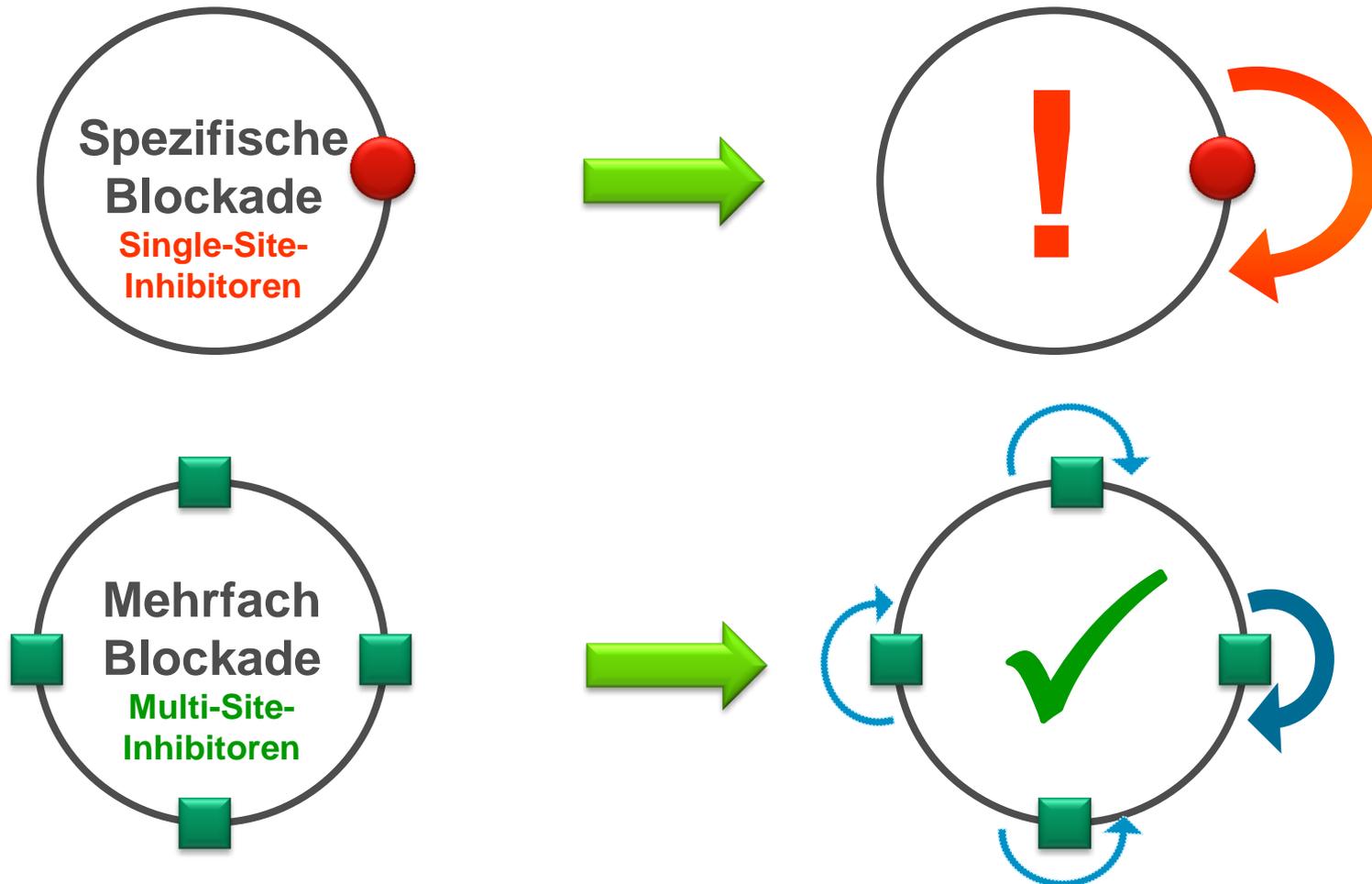
Geringes Risiko

• Unspezifischer Wirkmechanismus

- Seltener Einsatz u. alternierende Anwendung mit anderen Gruppen innerhalb der Spritzfolge
- Vorbeugende Behandlungen
- Beispielsweise Kontaktmittel:
 - Captan & Folpet
 - Dithianon
 - Mancozeb
 - Kupfer
 - Netzschwefel

„Multi-Sites“

Wirkung auf den Zielorganismus



Industrie und Beratung setzen Erkenntnisse um



Resistenzen in verschiedenen Wirkstoffgruppen nachgewiesen

- Einschränkung der Anwendungshäufigkeit
- Wirkstoffgruppenwechsel
- Vielzahl der Wirkstoffgruppen jährlich nutzen



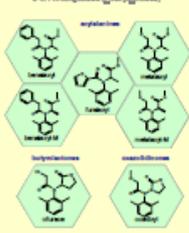
→ **Nachhaltiger Pflanzenschutz**

Mode of Action of Fungicides

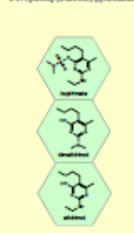
FRAC classification on mode of action 2016 (www.frac.info)

A: Nucleic Acid Synthesis

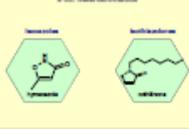
A1: RNA polymerase I



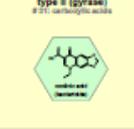
A2: adenosin-deaminase



A3: DNA / RNA synthesis (prop.)

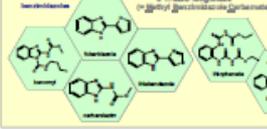


A4: DNA topoisomerase type II (gyrase)

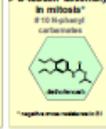


B: Cytoskeleton and motor proteins

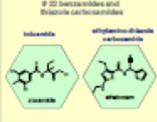
B1: >S-tubulin assembly in mitosis



B2: >S-tubulin assembly in mitosis*



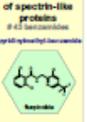
B3: >S-tubulin assembly in mitosis



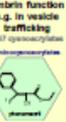
B4: cell division (prop.)



B5: delocalisation of spectrin-like proteins

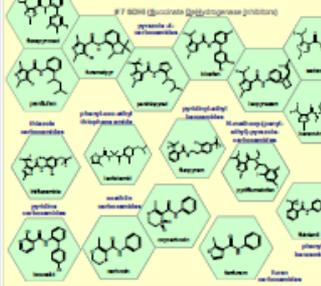


B6: actinomyosin/ fibrin function e.g. in vesicle trafficking

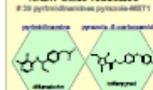


C: Respiration

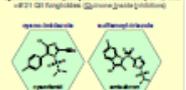
C1: Inhibition of complex I: succinate dehydrogenase



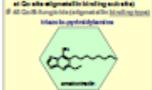
C1: Inhibition of complex I



C4: Inhibition of complex III



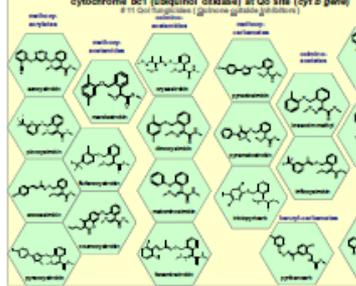
C5: Inhibition of complex III



C6: Inhibitors of oxidative phosphorylation, ATP synthase



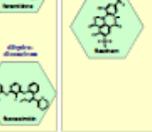
C2: Inhibition of complex II: cytochrome bc1 (ubiquinol oxidase) at Qo site (cyt b gene)



C7: ATP production (prop.)

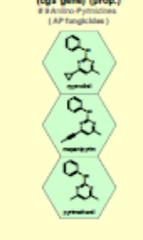


C8: uncouplers of oxidative phosphorylation

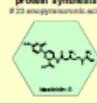


D: Amino Acid and Protein Synthesis

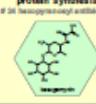
D1: methionine biosynthesis (opa gene) (prop.)



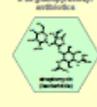
D2: protein synthesis



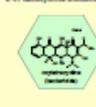
D3: protein synthesis



D4: protein synthesis



D5: protein synthesis

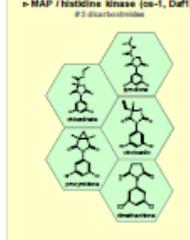


E: Signal Transduction

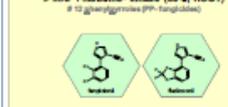
E1: Signal transduction (mechanism unknown)



E3: Osmotic signal transduction - MAP / histidine kinase (os-1, Duf1)

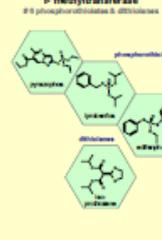


E2: Osmotic signal transduction - MAP / histidine kinase (os-2, HOG1)



F: Lipid Synthesis and Membrane Integrity

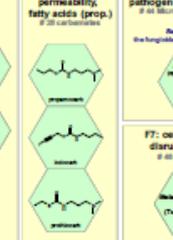
F2: phospholipid biosynthesis - methyltransferase



F3: lipid peroxidation (prop.)



F4: cell membrane permeability, fatty acids (prop.)



F6: microbial disruptors of pathogen cell membranes

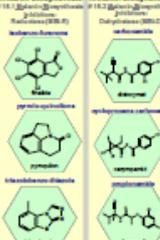


F7: cell membrane disruption (prop.)

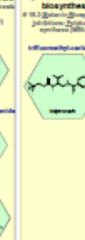


I: Melanin Synthesis in Cell Wall

I1: reductase in melanin biosynthesis



I2: dehydrase in melanin biosynthesis

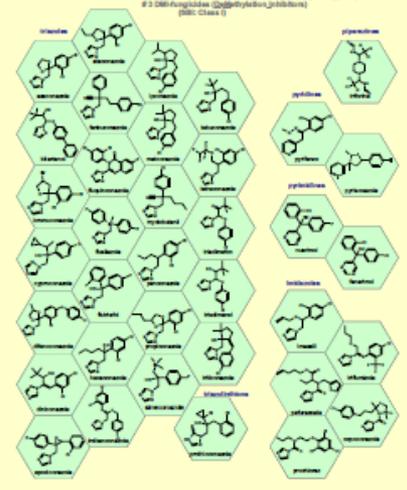


I3: polyketide synthase in melanin biosynthesis



G: Sterol Biosynthesis in membranes

G1: C14-demethylase in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)



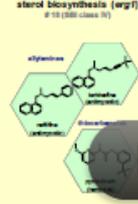
G2: Δ¹⁴-Reductase and Δ⁷-Δ⁸-isomerase in sterol biosynthesis (erg2, erg 24)



G3: Keto reductase in C4-de-methylation (erg7)

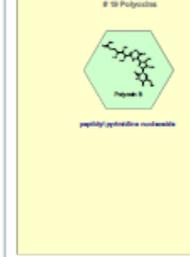


G4: Squalene epoxidase in sterol biosynthesis (erg7)

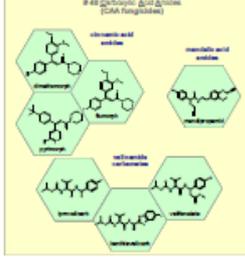


H: Cell Wall Biosynthesis

H4: chitin synthase

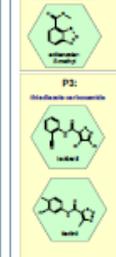


H5: cellulose synthase

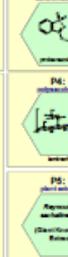


P: Host Plant Defence Induction

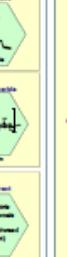
P1: salicylic pathway



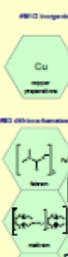
P2:



P3:



P4:



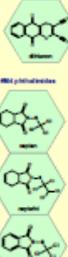
P5:



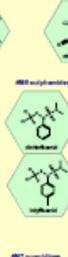
P6:



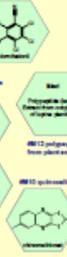
P7:



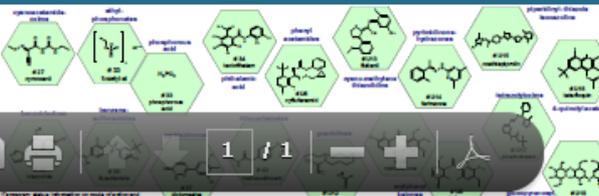
P8:



P9:



Unknown Mode of Action



NC : Not Classified



Legend:

C: Respiration

- C1: Inhibition of complex I
- C2: Inhibition of complex II
- C3: Inhibition of complex III
- C4: Inhibition of complex III
- C5: Inhibition of complex III
- C6: Inhibitors of oxidative phosphorylation, ATP synthase
- C7: ATP production (prop.)
- C8: uncouplers of oxidative phosphorylation

FRAC code list 2016, Auszug SDHI-Gruppe



TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL GROUP	COMMON NAME	COMMENTS	FRAC CODE
C1: complex I NADH Oxido-reductase	pyrimidinamines	Pyrimidinamines	diflumetorim	Resistance not known.	39
	pyrazole-MET1	pyrazole-5-carboxamides	tolfenpyrad		
C2: complex II: succinate-dehydrogenase	SDHI (Succinate dehydrogenase inhibitors)	phenyl-benzamides	benodanil flutolanil mepronil	Resistance known for several fungal species in field populations and lab mutants. Target site mutations in sdh gene, e.g. H/Y (or H/L) at 257, 267, 272 or P225L, dependent on fungal species. Resistance management required. Medium to high risk. See FRAC SDHI Guidelines for resistance management.	7
		phenyl-oxo-ethyl thiophene amide	isofetamid		
		pyridinyl-ethyl-benzamides	fluopyram		
		furan- carboxamides	fenfuram		
		oxathiin-carboxamides	carboxin oxycarboxin		
		thiazole-carboxamides	thifluzamide		
		pyrazole-4-carboxamides	benzovindiflupyr bixafen fluxapyroxad furametpyr isopyrazam penflufen penthioopyrad sedaxane		
N-methoxy-(phenyl-ethyl)-pyrazole-carboxamides	pydiflumetofen				

SDHI Guidelines – Grapes

(Auszüge aus FRAC)



- Max. 3 Anwendungen pro Jahr, solo oder in Mischungen
- Solo-Anwendungen nur in striktem Wechsel mit anderen Wirkstoffgruppen
- In Mischungen max. 2 Anwendungen nacheinander
- SDHI's vorbeugend einsetzen
- Gegen Botrytis nur 1 Anwendung/Saison

Fungizidempfehlung (Feb. 2017)

DLR Rheinpfalz



Indikation	RM Klasse ¹⁾	Anwendungen	
		Vorblüte (ES 01-60)	Nachblüte (ES 61-81)
Peronospora, Phomopsis, Roter Brenner			
Aktuan ²⁾	I	max. 3	
Delan WG 700	I	max. 8	
Dynali ²⁾	I	insgesamt max. 2 Anw. (gegen alle Schaderreger)	
Equation Pro ^{2) 3)}	I	insgesamt max. 3 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe, Strobilurine insgesamt max. 2 Anwendungen (gegen alle Schaderreger)	
Gruppe Strobilurine:			
Flint ³⁾	I		
Enervin ⁴⁾	II	insgesamt max. 2 (gegen alle Schaderreger)	
Orvego ⁴⁾	II		
Folpan 80 WDG / 500 SC	I	max. 8	
Forum Star ⁴⁾	I		
Forum Gold ⁴⁾	I		
Melody Combi	II	insgesamt max. 3 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe; jedoch für Orvego maximal 2 Anwendungen	
Orvego ⁴⁾	II		
Vincare ⁴⁾	II		
Vinostar ⁴⁾	I		
Polyram WG ²⁾	II	insgesamt max. 3 (gegen alle Schaderreger)	
Mildicut ⁴⁾	II	insgesamt max. 4 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe, jedoch Sanvino max. 3 Anwendungen	
Sanvino ⁴⁾	II		
Funguran progress ^{2) 4)}	I		
Cueva Wein-Pilzfrei ^{2) 4)}	II	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe (inklusive Oidium), siehe auch Zusatzbestimmungen	
Cuprozin progress ^{2) 4)}	I		
Cuproxat ^{2) 4)}	II		
Dithane NeoTec ²⁾	II		
Electis ⁴⁾	II	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe	
Manfil75 WG ⁴⁾	II		
Manfil 80 WP ⁴⁾	II		
Tridex DG ³⁾	II		
Fantic F	I	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe, Ridomil GC oder Ridomil Gold MZ max. 1 Anwendung nur bis abgehende Blüte	
Ridomil Gold Combi ⁴⁾	I		
Ridomil Gold MZ ⁴⁾	II		
Profler ⁴⁾	I	max. 1 Anw. gegen alle Schaderreger, nur bis ES73	
Veriphos ⁴⁾	II	max. 5	
Oidium			
Netzschwefel ²⁾	II	bevorzugt zum Austrieb und in der Vorblüte	
Gruppe Azole:			
Systhane 20 EW	I	insgesamt max. 4 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe, (gegen alle Schaderreger), Galileo max. 2 Anwendungen bis ES69, Custodia max. 1 Anwendung	
Topas	I		
Galileo	II		
Custodia	II		
Dynali	I	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe	
Vegas	I	(gegen alle Schaderreger)	

Indikation	RM Klasse ¹⁾	Anwendungen	
		Vorblüte (ES 01-60)	Nachblüte (ES 61-81)
Oidium (Fortsetzung)			
Luna Experience ⁴⁾	II	max. 1 Anw. gegen alle Schaderreger, nur bis ES73	
Talendo / Talius	I	insgesamt max. 3 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe, Talendo Extra max. 2 Anwendungen	
Talendo Extra	II		
Vento power	I		
Gruppe Strobilurine:			
Collis ⁴⁾	I	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe gegen alle Schaderreger, aber nur 1 x gegen Oidium	
Custodia	I		
Flint	I		
Vivando	I	max. 3	
Cueva Wein-Pilzfrei ²⁾	II	insgesamt max. 2 aus dieser Mittelgruppe (gegen alle Schaderreger)	
Kumar	III	insgesamt max. 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe	
Vitisan	III		
Botrytis (Spezialbotrytizide)			
Botector	I	keine	max. 3 Anwendungen
Cantus ⁴⁾	I	keine	max. 1 Anwendung
Teldor	I	keine	insgesamt max. 1 Anw. aus dieser Mittelgruppe
Prolectus	I	keine	
Switch	I	keine	insgesamt max. 1 Anw. aus dieser Mittelgruppe
Scala	I	keine	
Pyrus	I	keine	
Schwarzfäule			
Gruppe Azole:			
Systhane 20 EW	I	insgesamt maximal 4 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe gegen alle Schaderreger	
Topas	I		
Gruppe Strobilurine:			
Flint	I	insgesamt maximal 2 Anwendungen aus dieser Mittelgruppe gegen alle Schaderreger	
Dynali	I	insgesamt maximal 2 gegen alle Schaderreger	
Enervin	II	insgesamt maximal 2 gegen alle Schaderreger	
Luna Experience ⁴⁾	II	maximal 1 Anw. gegen alle Schaderreger nur bis ES73	
Polyram WG ²⁾	II	insgesamt maximal 3 gegen alle Schaderreger	

Gegen die Schwarzfäule ist darüber hinaus im Rahmen der Spritzfolgen gegen Peronospora, Phomopsis, Roter Brenner und Oidium die Zusatzwirkung der Mittel aus der Gruppe der Azole (Custodia, Galileo), der Strobilurine (Collis, Custodia, Discus / Strobly WG) und der Dithiocarbamate (Dithane NeoTec, Electis und Penncozeb / Tridex DG) zu nutzen.

²⁾ Raubmilbensschädigung: I = nicht schädigend, II = schwach schädigend, III = schädigend

³⁾ alle im Weinbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff

⁴⁾ keine Zulassung gegen Peronospora

⁴⁾ keine Zulassung gegen Phomopsis und Roter Brenner

³⁾ zur Vermeidung von Resistenz sollten die Cymoxanil-haltigen Mittel Aktuan und Equation Pro insgesamt nicht mehr als 3 Mal ausgebracht werden

⁴⁾ zur Vermeidung von Resistenz sollten die Boscalid- und Fluopyram-haltigen Mittel Cantus, Collis und Luna Experience insgesamt nicht mehr als 3 Mal ausgebracht werden (gleicher Wirkmechanismus)

²⁾ keine Zulassung gegen Peronospora und Phomopsis

⁴⁾ keine Zulassung gegen Phomopsis

Fungizide mit spezifischen Wirkungsmechanismen wechseln



Oidium- und Peronospora:

⇒ **Maximal 2 (-3) x je Wirkstoffgruppe pro Saison**

⇒ **permanenter Wirkstoffgruppenwechsel**

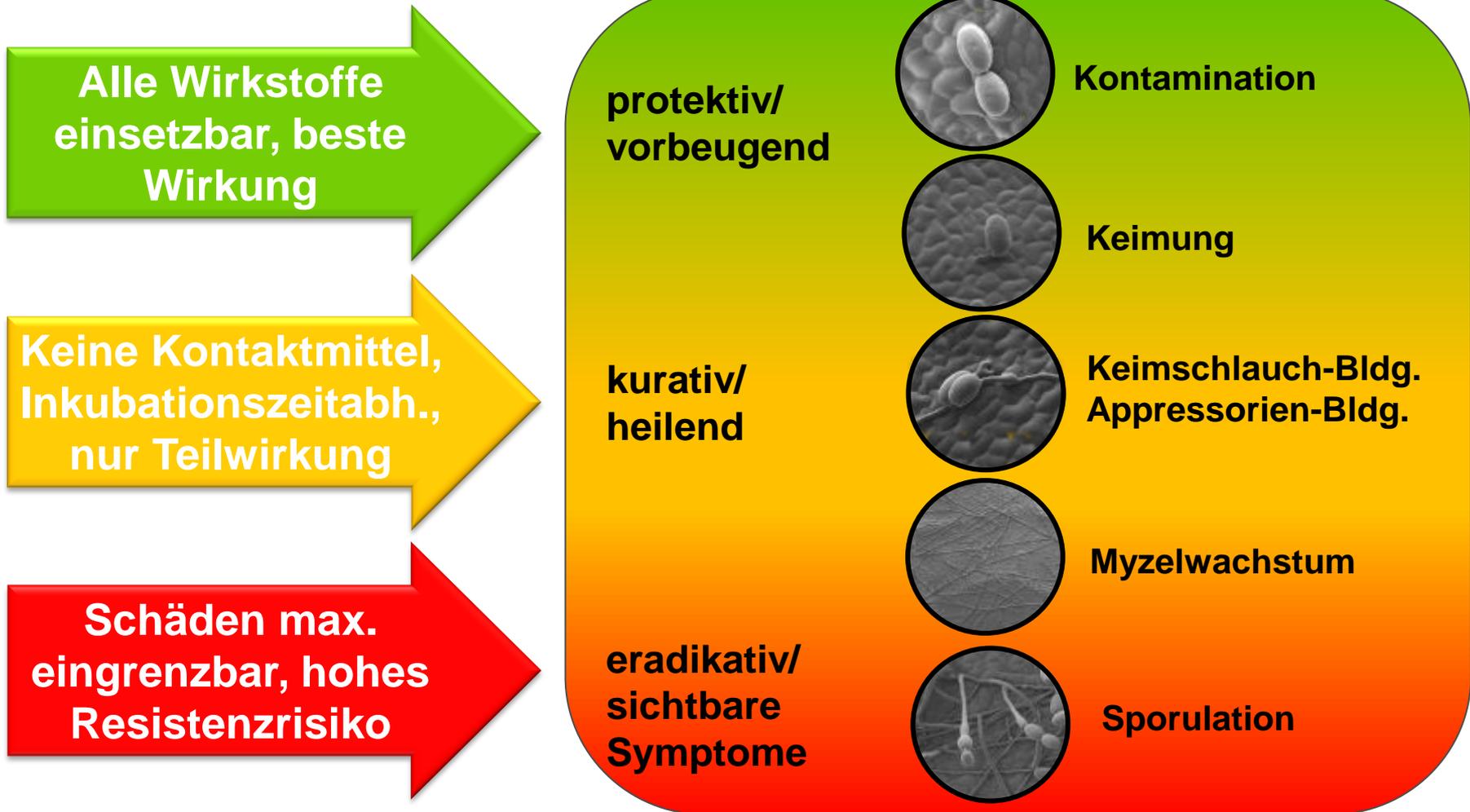


Botrytis:

⇒ **Maximal 1 x je Wirkstoffgruppe pro Saison**



Fungizide richtig einsetzen



Peronospora-Fungizide

(mit spezifischen Wirkmechanismen)



Kategorie	Produkt	Wirkstoffe	Wirkstoffgruppe / X-Resistenz
A B	Equation Pro	Famoxadone + Cymoxanil	QoI + Azetamide
B	Aktuan	Cymoxanil + Dithianon	Azetamide
C	Melody Combi	Iprovalicarb + Folpet	CAA
C	Vincare	Benthiavalicarb + Folpet	CAA
C	Forum Gold	Dimethomorph + Dithianon	CAA
C	Vinostar	Dimethomorph + Folpet	CAA
C S	Orvego	Dimethomorph + Initium	CAA Pyrimidylamine
D	Ridomil Gold Combi	Metalaxyl M + Folpet	Phenylamide
D	Ridomil Gold MZ	Metalaxyl M + Mancozeb	Phenylamide
D	Fantic F	Benalaxyl + Folpet	Phenylamide
E	Electis	Zoxamide + Mancozeb	Benzamide
F	Mildicut	Cyazofamid	Qil
F	Sanvino	Amisulbrom + Folpet	Qil
P Q	Profiler	Fluopicolide + Fosetyl-AL	Acylpicolide + Ethylphosphonate
Q	Veriphos	K-Phosphonat	Phosphonate
S	Enervin	Initium + Metiram	Pyrimidylamine

Oidium - Fungizide

(mit spezifischen Wirkmechanismen)



Kategorie	Produkt	Wirkstoffe	Wirkstoffgruppe / X-Resistenz
A/G	Custodia	Azoxystrobin + Tebuconazol	QoI + DMI
A	Discus	Kresoxim-methyl	QoI
A	Flint	Trifloxystrobin	QoI
A/L	Collis	Kresoxim-methyl + Boscalid	QoI + SDHI
L/G	Luna Experience	Fluopyram + Tebuconazol	SDHI + DMI
G	Sythane 20 EW	Myclobutanil	DMI
G	Topas	Penconazol	DMI
J/G	Vento Power	Quinoxifen + Myclobutanil	Azanaphthalene + DMI
J	Talendo	Proquinazid	Azanaphthalene
J/G	Talendo Extra	Proquinazid + Tetraconazol	Azanaphthalene + DMI
R/G	Dynali	Cyflufenamid + Difenoconazol	Amidoxidime + DMI
K	Vivando	Metrafenone	Benzophenone
K	Kusabi	Pyriofenone	Benzoylpyridine

Botrytis - Fungizide

(mit spezifischen Wirkmechanismen)



Kategorie	Produkt	Wirkstoffe	Wirkstoffgruppe
L	Cantus	Boscalid	SDHI
M	Scala	Pyrimethanil	Anilinopyrimidine
M	Pyrus	Pyrimethanil	Anilinopyrimidine
M N	Switch	Cyprodinil + Fludioxonil	Anilinopyrimidine + Phenylpyrrole
O	Teldor	Fenhexamid	Hydroxyanilide
O	Prolectus	Fenpyrazamine	Amino-pyrazolinone

Was können wir zur Vorbeugung von Resistenzen tun ?



Maßnahmen im präventiven Resistenzmanagement



- Optimaler Bekämpfungstermin des Schaderregers
- Keine Unterdosierung
- Wirkstoffgruppenwechsel in der Spritzfolge vornehmen
- Begrenzung der Anzahl der Anwendungen
- Keine TM mit kreuzresistenten Wirkstoffgruppen
- Früherkennung (Monitoring)
- Angepasste Wasseraufwandmenge entsprechend d. Pflanzenentwicklung (Applikationstechnik)

Resistenzmanagement optimierte Rebschutz-Strategien



Resistenzmanagement von höchster Bedeutung !!



- Resistenzgefahr ist allgegenwärtig, Beispiel: Oidium-Strobilurine
- Pflanzenschutzqualität nur mit permanentem Wirkstoffgruppenwechsel zu erhalten
- Wirkstoffgruppen max. 2 x pro Saison einsetzen
- Zahl neuer Wirkstoffgruppen in Zukunft stark eingeschränkt
- Produkte protektiv am sichersten wirksam
- ‚Single – Sites‘ unverzichtbarer Bestandteil
- **Nachhaltiger PSM-Einsatz**

➔ **Wirkstoffgruppenwechsel!**

= hochwertiger Pflanzenschutz





Science For A Better Life



Viel Erfolg im Rebschutz 2017 !

