



Mit dem biologischen Zusatzstoff 2H13 die Wirkung von Fungiziden im Kartoffel-, Obst- und Weinbau verbessern

Stefan Kunz

Christina Wörz, Christina Donat



e-nema
Gesellschaft für Biotechnologie und
biologischen Pflanzenschutz mbH
Klausdorfer Str. 28-36,
24223 Schwentinental, Germany

T +49 (0) 4307 8295-158

c.woerz@e-nema.de
www.e-nema.de

Entwicklung von 2H13 über Forschungsprojekte

▪ 2013-2016: Biotechnoomy

- Screening von Mikroorganismen auf Wirkung gegen Oomyceten
 - ⇒ *Meyerozyma guilliermondii* Stamm 2H13 (Hefe)
 - ⇒ *Lysobacter enzymogenes* JKI-BI6432 (Bakterium)

▪ 2016-2019: EMKUREDÖL

- „Einsatz von Mikroorganismen zur Kupferreduktion bei der Bekämpfung von Kraut- und Knollenfäule in Kartoffeln und von falschen Mehлтаupilzen in Wein und Gurke im ökologischen Anbau“
- Entwicklung von *M. guilliermondii* 2H13 als Zusatzstoff

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

ptble

Projekträger Bundesanstalt
für Landwirtschaft und Ernährung

sponsored by



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Monika Schwarz



Frederic Bartoli



Sonja Weißhaupt



Armin Weiß



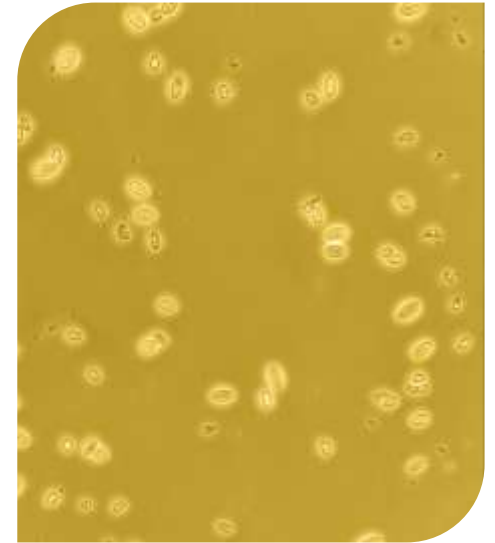
Maurice Schild



Sarah Hornig-Schwabe

Meyerozyma guilliermondii

- Ascomycet mit hefeähnlichem Wachstum
- Risikogruppe 1
- Erstbeschreiber: Castellani 1912 (*Endomyces guilliermondii*)
- Synonyme: *Candida guilliermondii*, *Pichia guilliermondii*
- Vorkommen ubiquitär:
 - Im Boden (Nakayan et al. 2013)
 - In Meerwasser (Savini et al. 2011)
 - Als Teil der humanen Mikroflora (Desnos-Ollivier et al. 2008), vor allem der Haut
 - Auf Pflanzenoberflächen (Li et al. 2010),
 - Weintrauben (Kasfi et al., 2018)
 - Äpfeln und Birnen (Pelliccia et al 2011)
 - tropischen Früchten (de Lima et al. 2013)
 - Zitrusfrüchten (Droby et al. 1999)
 - Als Endophyt z.B. von Orangen (Gai et al. 2009)



Meyerozyma guilliermondii – Wirkmechanismen (Literatur)

- **Lytische Enzyme** (*Botrytis* an Tomaten (Saligkarias et al. 2002), *P. expansum* und *B. cinerea* an Äpfeln (Wisniewski et al. 1991))
- **Konkurrenz um Raum und Nährstoffe** (*P. expansum* und *B. cinerea* an Äpfeln (Zhang et al. 2011), *Rhizopus nigricans* an Tomaten (Zhao et al. 2008))
- **Resistenzinduktion** (*P. expansum* und *B. cinerea* an Äpfeln (Zhang et al. 2011), *Rhizopus nigricans* an Tomaten (Zhao et al. 2008))
- **Wachstumsfördernd** (Mais (Malusà, Pinzari et al. 2016), Kohl und Tomate (Sripontan, Tan et al. 2014) Chilli (Basha and Ramanujam 2015))



Figure 1. (Colour online) Seedling growth promotion effect of *P. guilliermondii* in chilli var. Byadgi dabbi after four weeks of seed treatment.

Zusatzstoff 2H13 (*Meyerozyma guilliermondii*)

Was ist 2H13?

- Granulierte Zellen des Hefestammes 2H13 der Art *Meyerozyma guilliermondii* (lebende Zellen)
- In Deutschland und Österreich zugelassener Zusatzstoff (BVL und FiBL)
- 2H13 eignet sich als Zusatz zu zugelassenen kupfer- und schwefelhaltigen Fungiziden sowie zu fungiziden Single-Site-Inhibitoren

Anwendung:

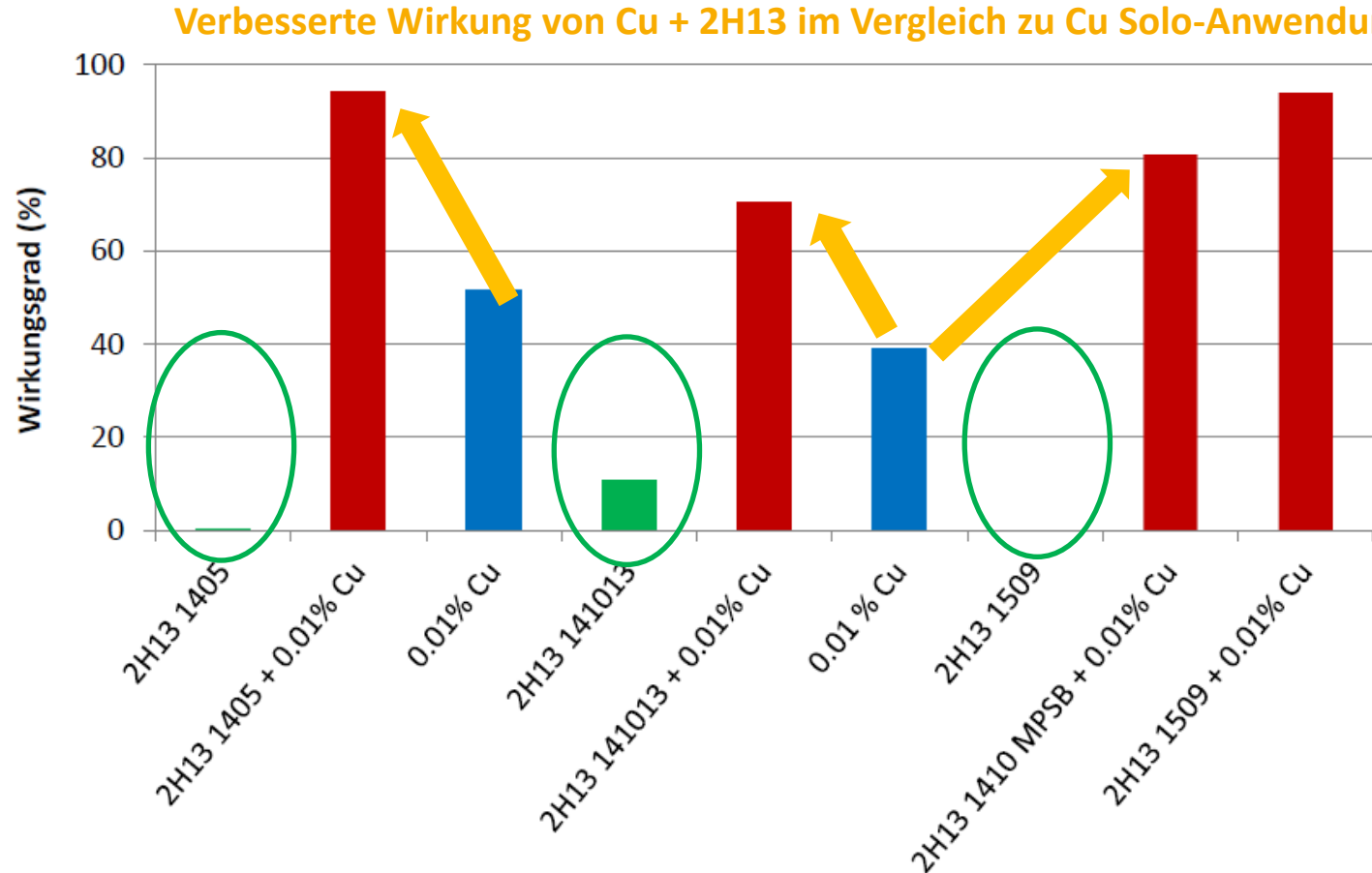
- In Ackerbau, Obst-, Wein-, Gemüse- und Zierpflanzenbau
- Dosierung: 0,05% der Spritzbrühe (0,5g/L)
- Empfehlungen zur Mischbarkeit beachten



Einsatz von 2H13 mit Kupfer gegen *Pseudoperonospora cubensis* an Gurken



- Versuche des JKI, Institut für Biologischen Pflanzenschutz



Keine ausreichende Wirkung von 2H13 in der Solo-Anwendung

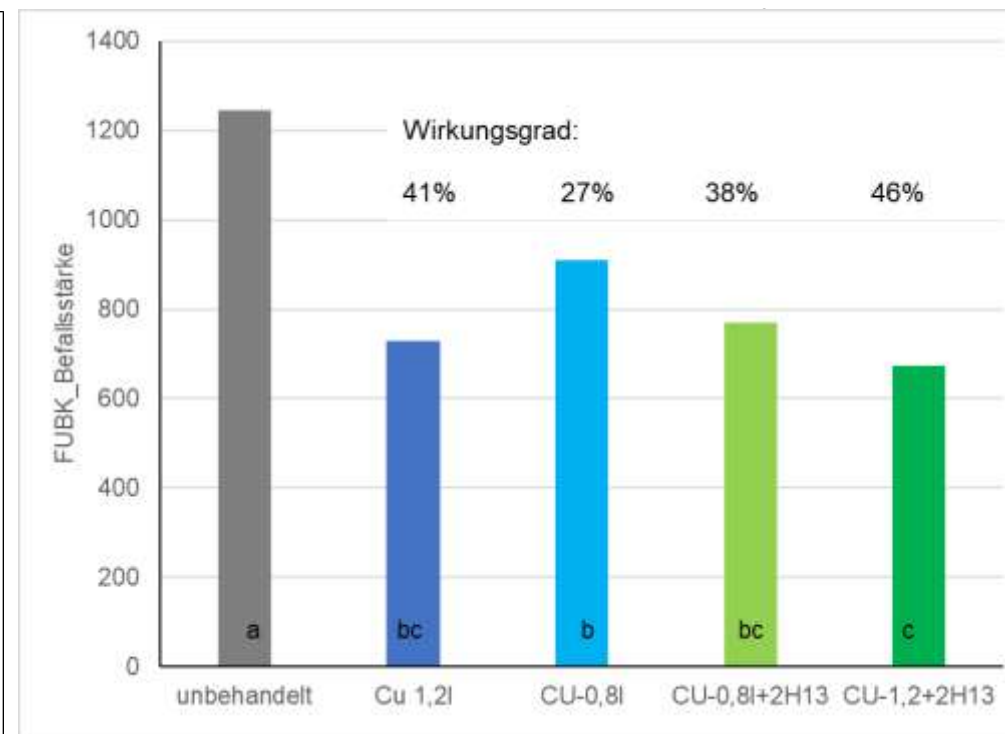
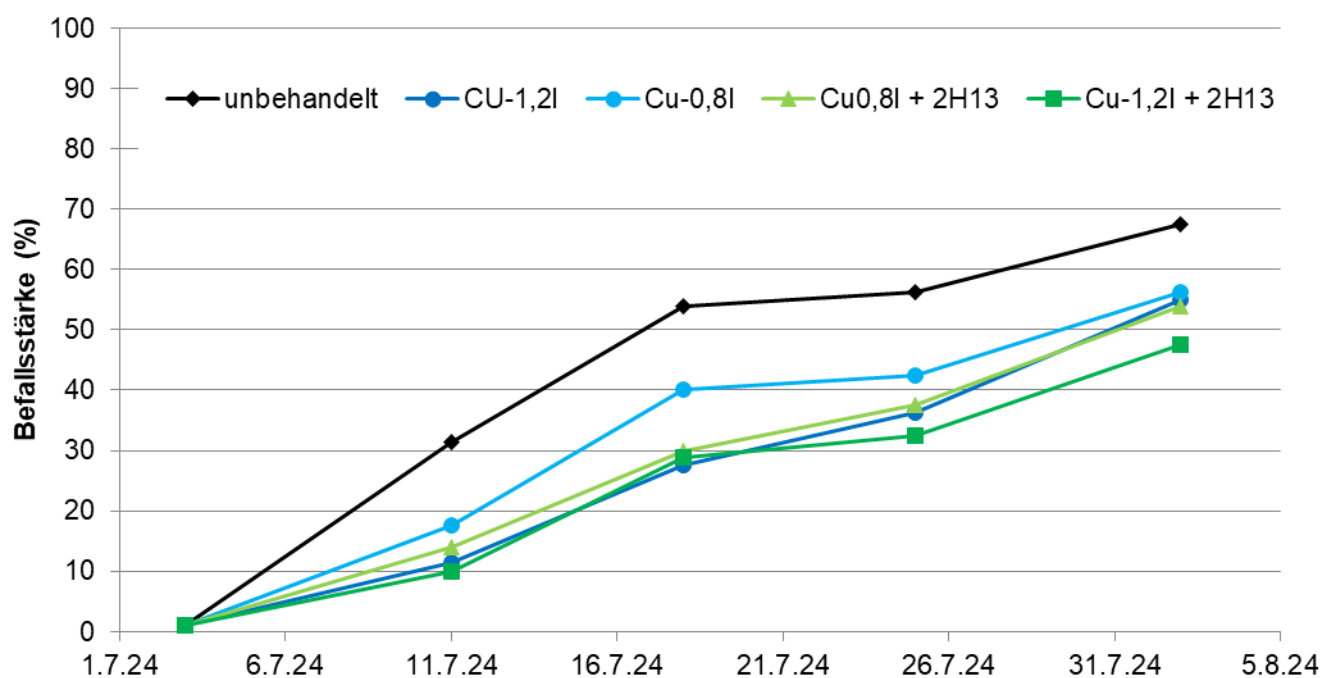
=> Zusatzstoff

Cu= Cuprozin® progress
2H13: verschiedene Produktionschargen

Formulierung: gefriergetrocknet in MPS (Magermilchpulver + Saccharose)
2H13 1410 MPSB gefriergetrocknet in MPS + BP-Buffer

Einsatz von 2H13 in Kartoffeln gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

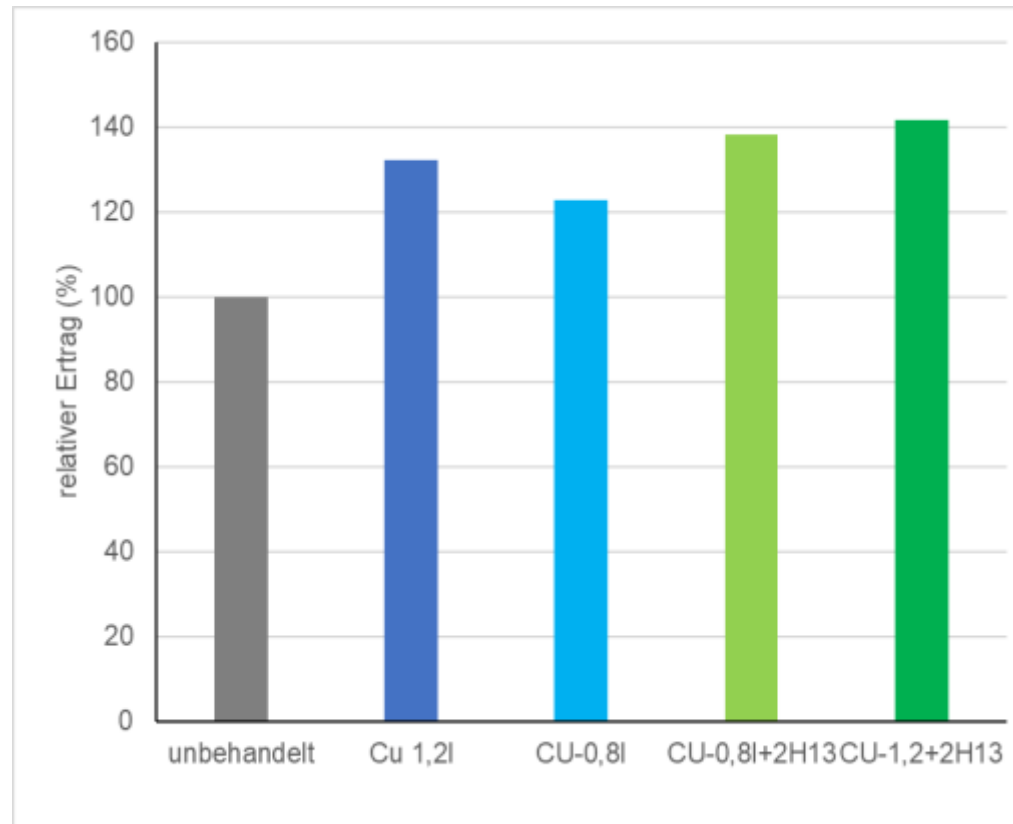
- Freilandversuch in Mühlhausen 2024 (Feldversuche Martin)
- Versuchsbehandlungen: 20.06.24; 28.6.24; 5.7.24; danach Coversprays
- Cu: Cuprozin progress



Quelle: S. Kunz, 2024 aus Versuchsbericht Feldversuche Martin

Einsatz von 2H13 in Kartoffeln gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

- Freilandversuch in Mühlhausen 2024 (Feldversuche Martin)
- Versuchsbehandlungen: 20.06.24; 28.6.24; 5.7.24; danach Coversprays
- Cu: Cuprozin progress



2H13 erhöhte die Erntemenge im Vergleich zur entsprechenden Kupfervariante

Quelle: S. Kunz, 2024 aus Versuchsbericht Feldversuche Martin

Einsatz von 2H13 in Kartoffeln gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

- Freilandversuch in Nenzingen 2025 (Feldversuche Martin)

- 06.08.2025

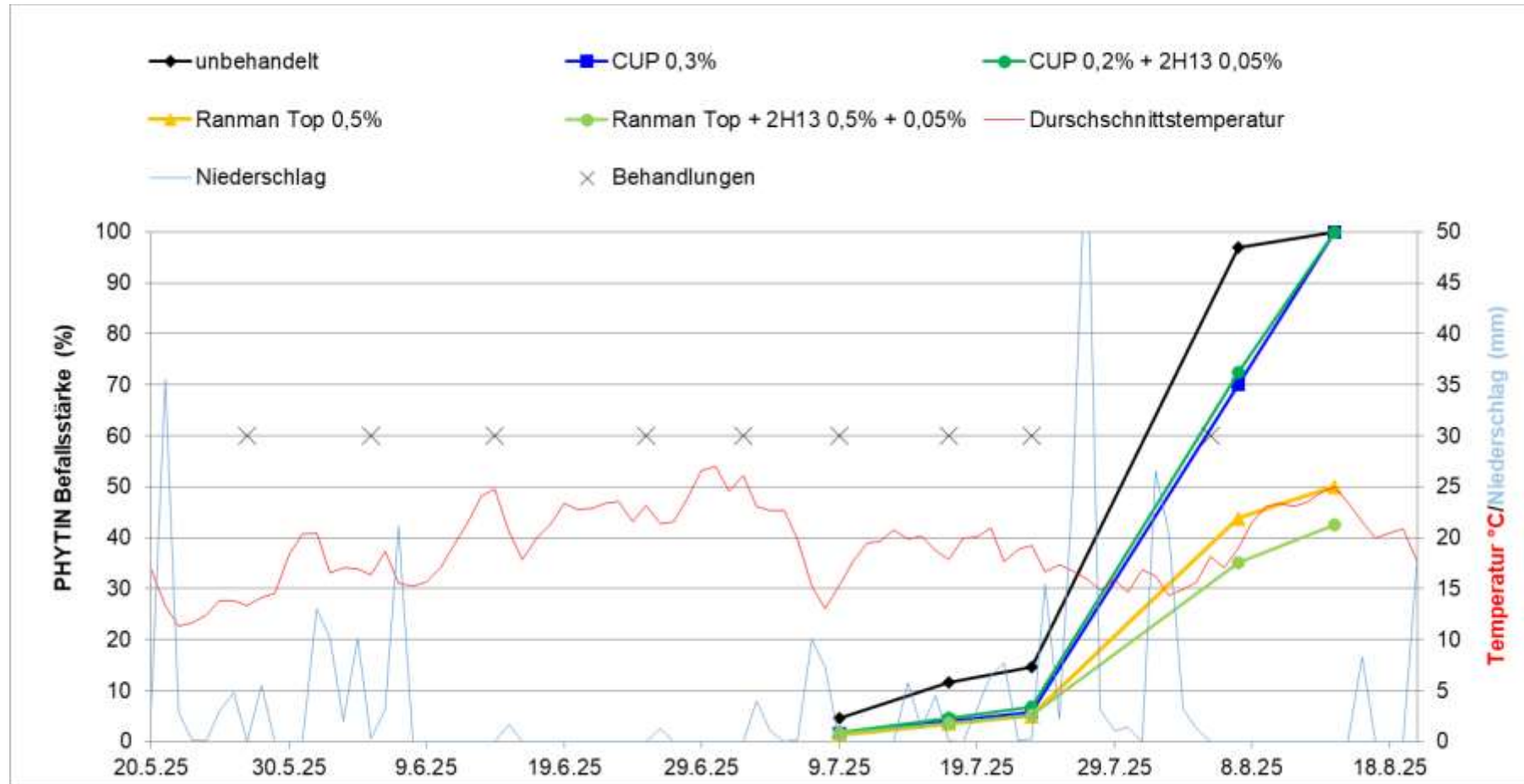


- 13.08.2025



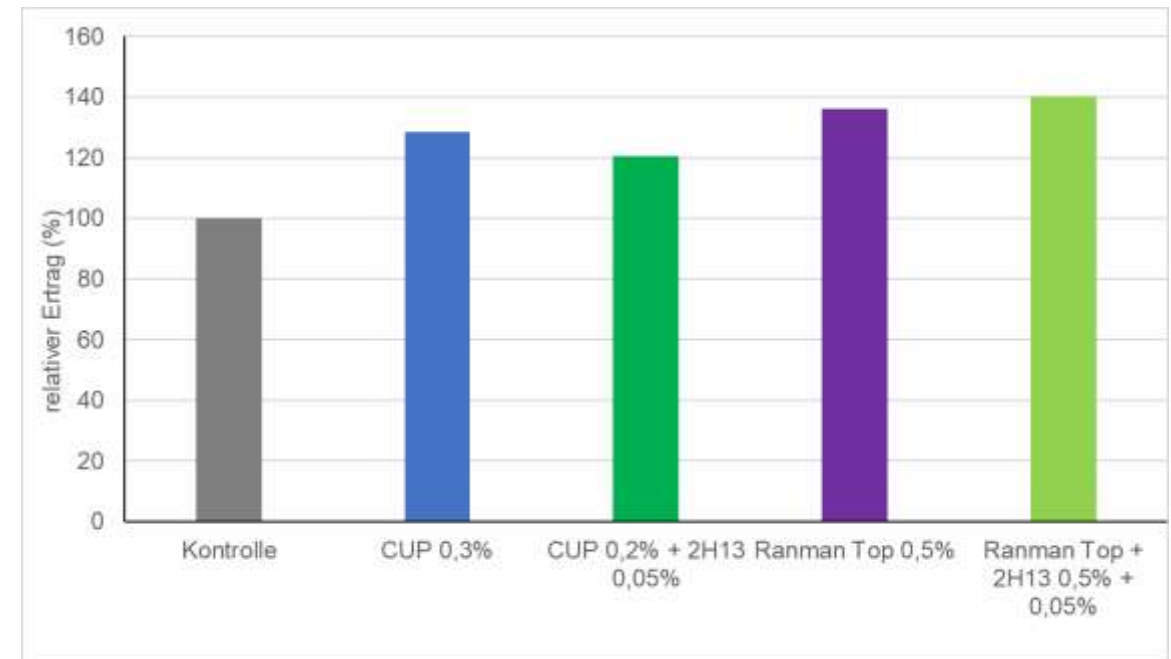
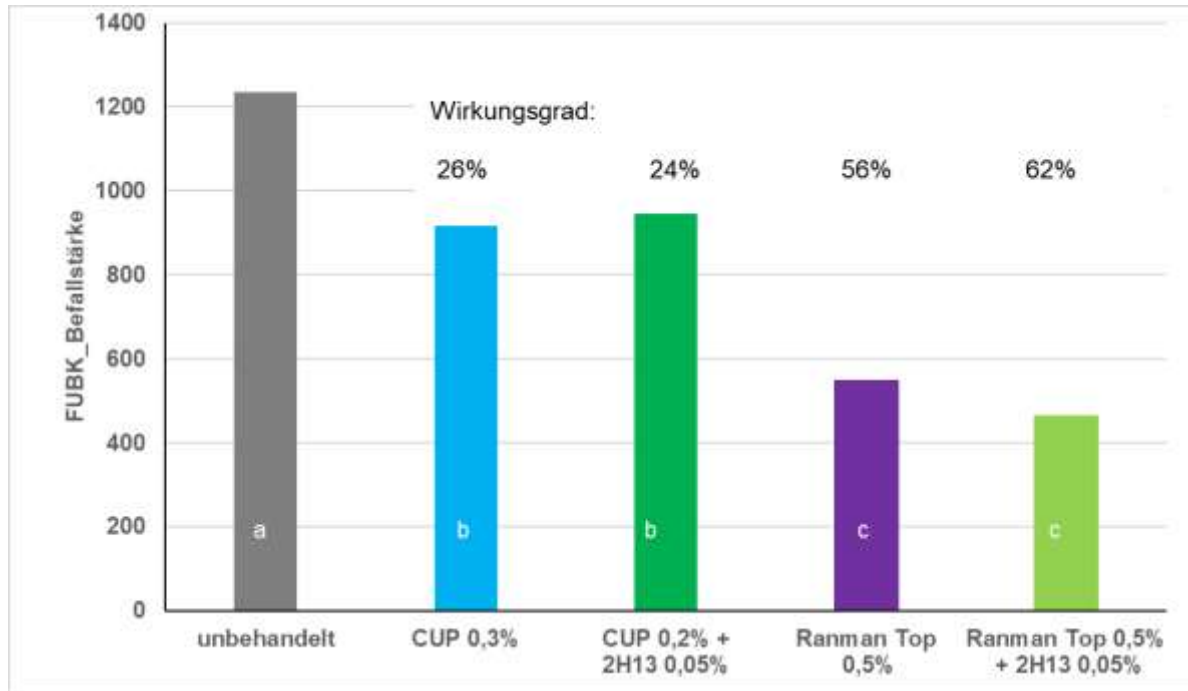
Einsatz von 2H13 in Kartoffeln gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

- Freilandversuch in Nenzingen 2025 (Feldversuche Martin)
- CUP=Cuprozin progress (Kupferhydroxid)
- Ranman Top (Cyazofamid)



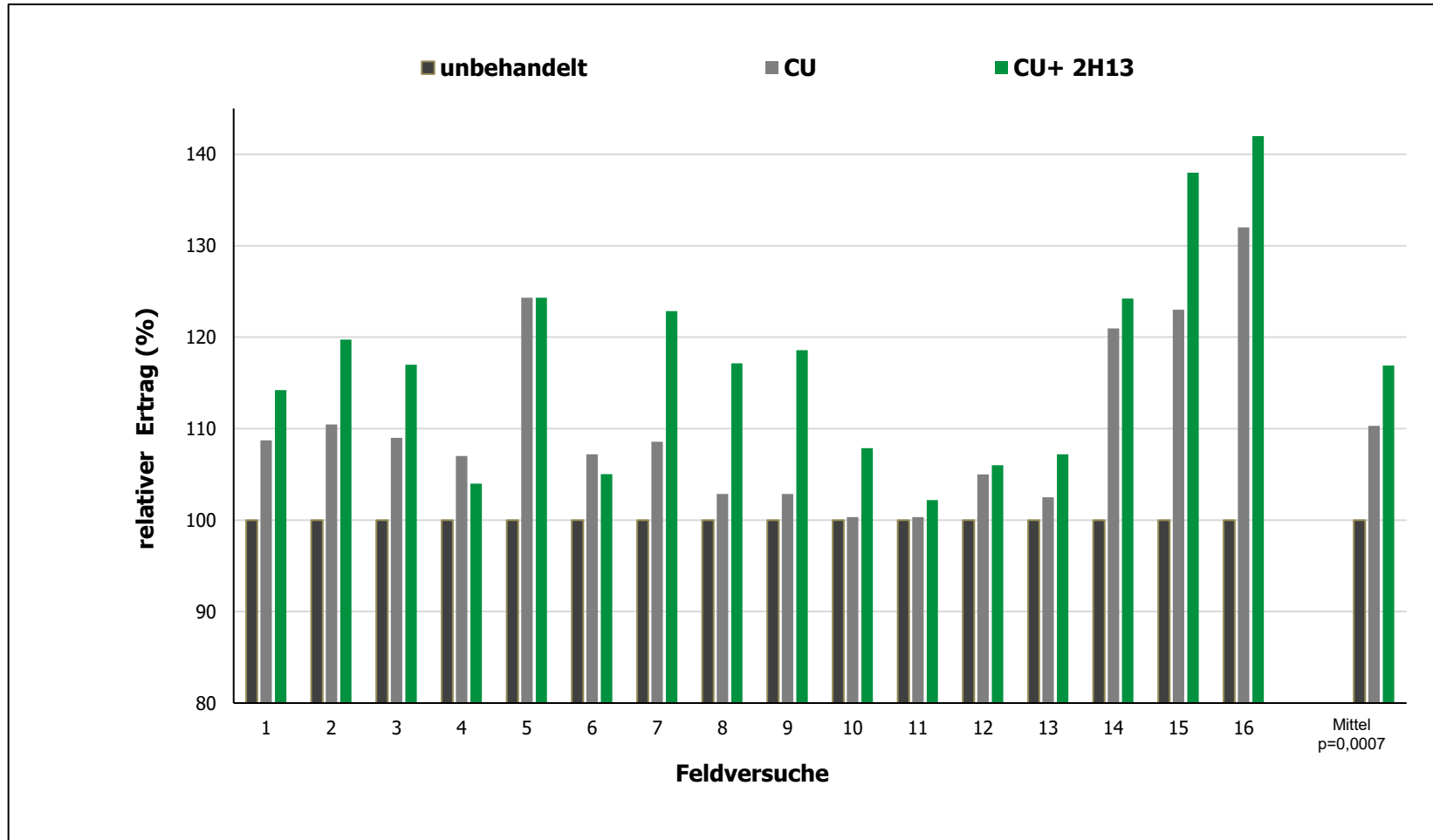
Einsatz von 2H13 in Kartoffeln gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

- Freilandversuch in Nenzingen 2025 (Feldversuche Martin)



2H13 - Kartoffelfreilandversuche 2017-2024

- Metaanalyse Erntemengen



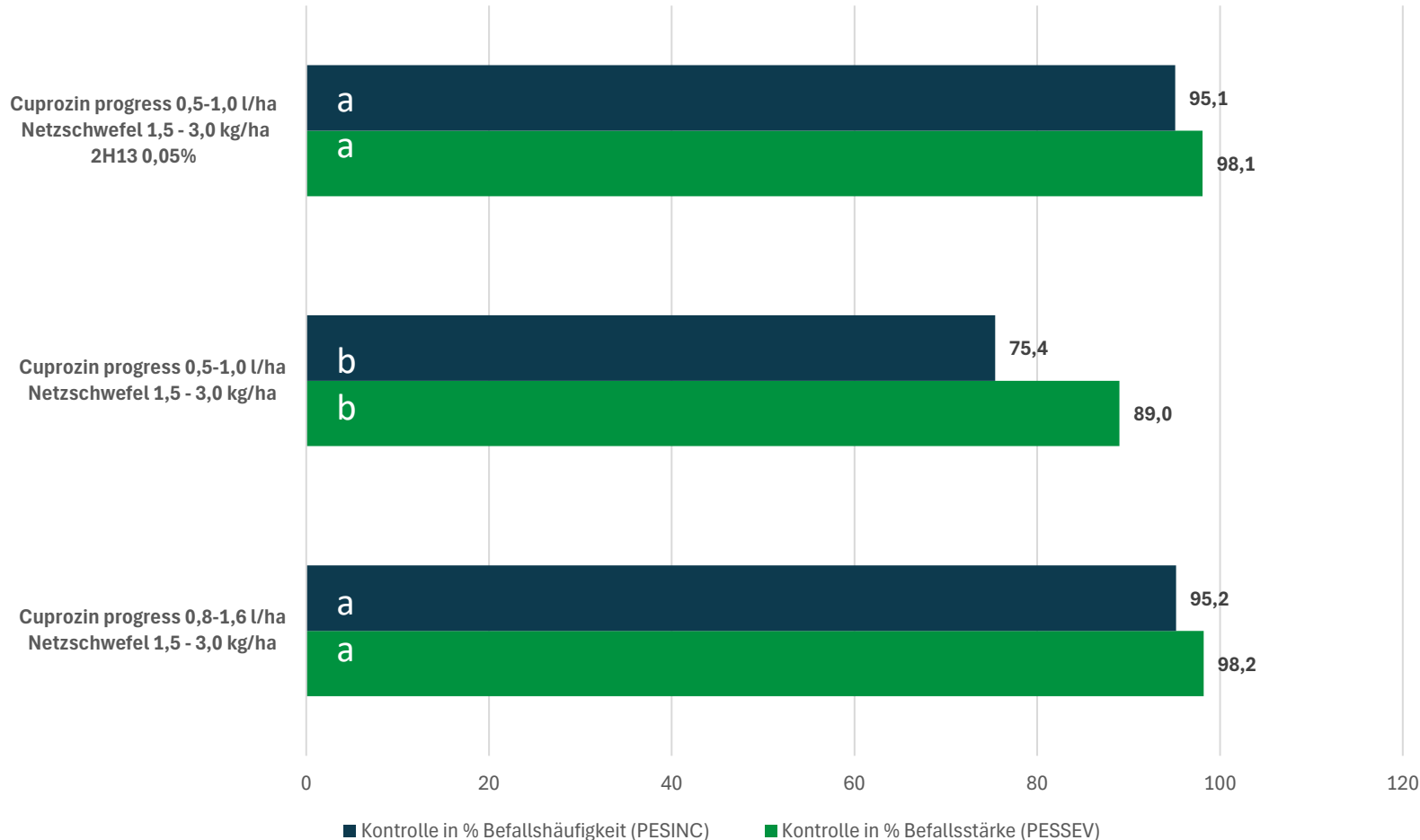
Signifikanter Mehrertrag durch die Zugabe von 2H13 zu Kupfer

Freilandversuch Wein 2025 gegen Flaschen Mehltau (*P. viticola*) - Traubenbefall

- AT-Pöllau; Weissburgunder; 11 Behandlungen; Bonitur am 22.07.25



Wirksamkeit auf Weintrauben

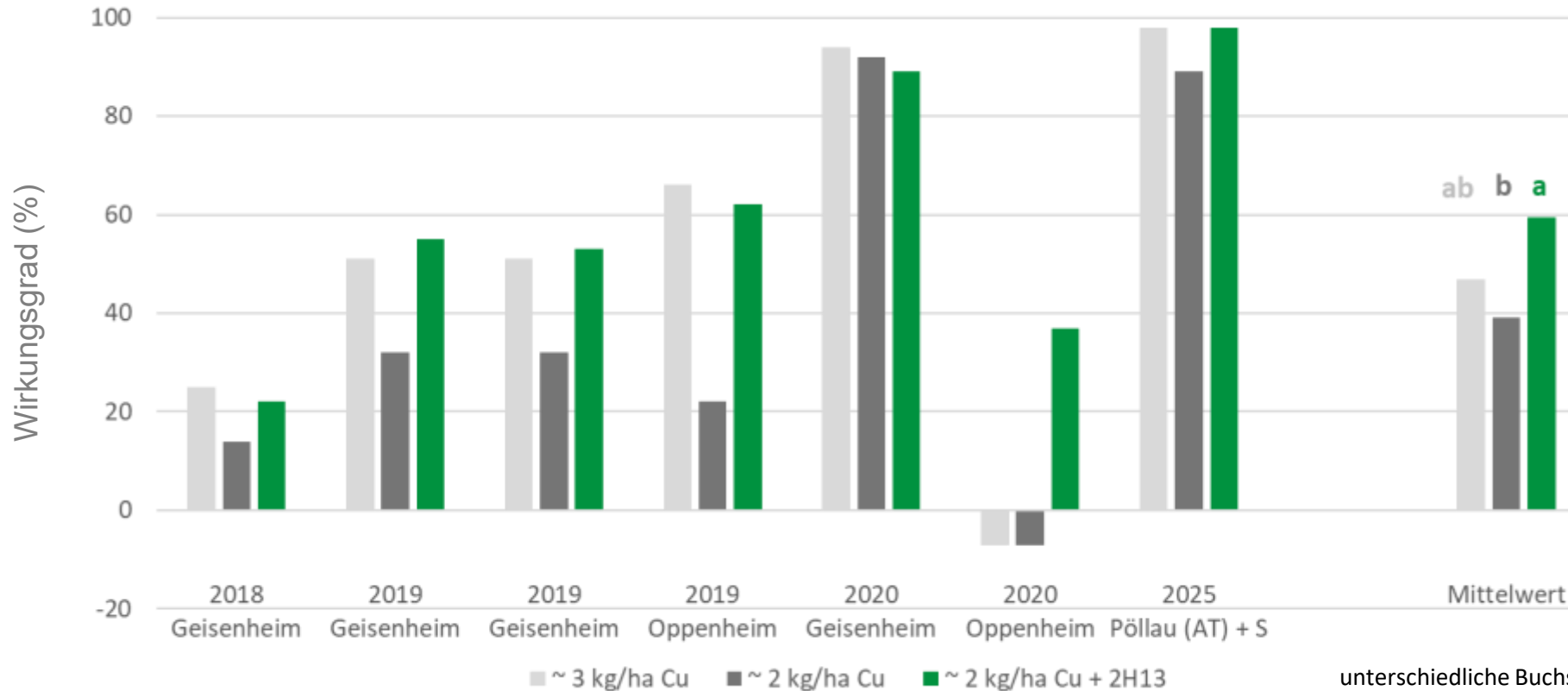


2H13 verbessert die Wirkung der reduzierten Kupfermenge + Netzschwefel signifikant auf das Niveau der vollen Kupfermenge + Netzschwefel

Quelle: Hiebler Agricultural Engineering Service, AT

Freilandversuche Wein 2018 – 2025 Metaanalyse

- Bekämpfung von Flaschen Mehltau (*P. viticola*) - Traubenbefall

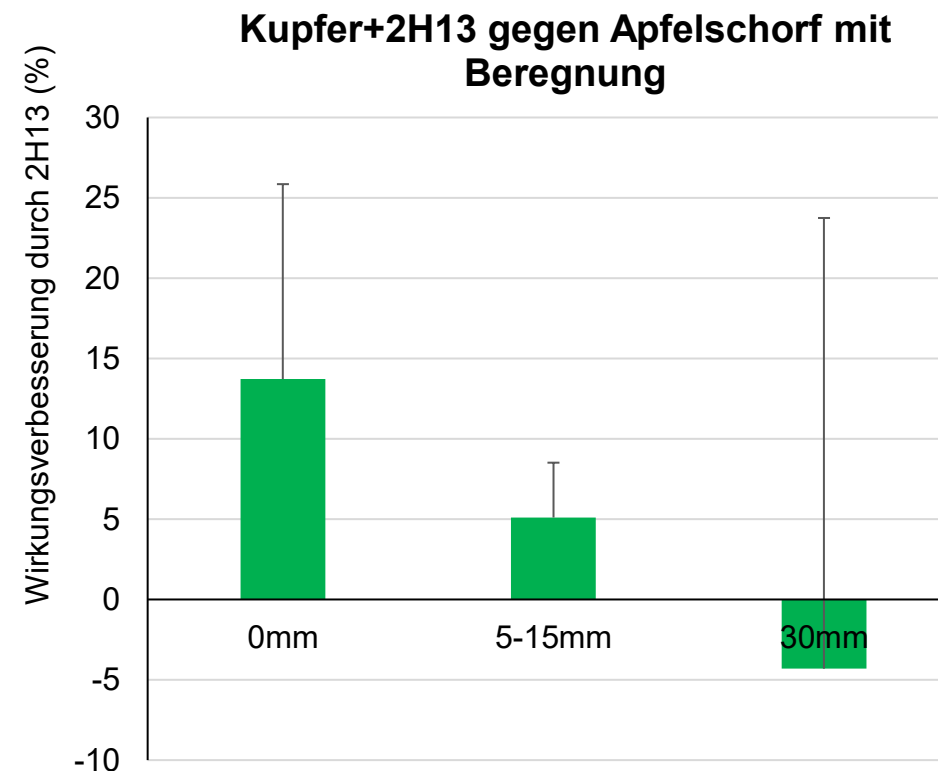
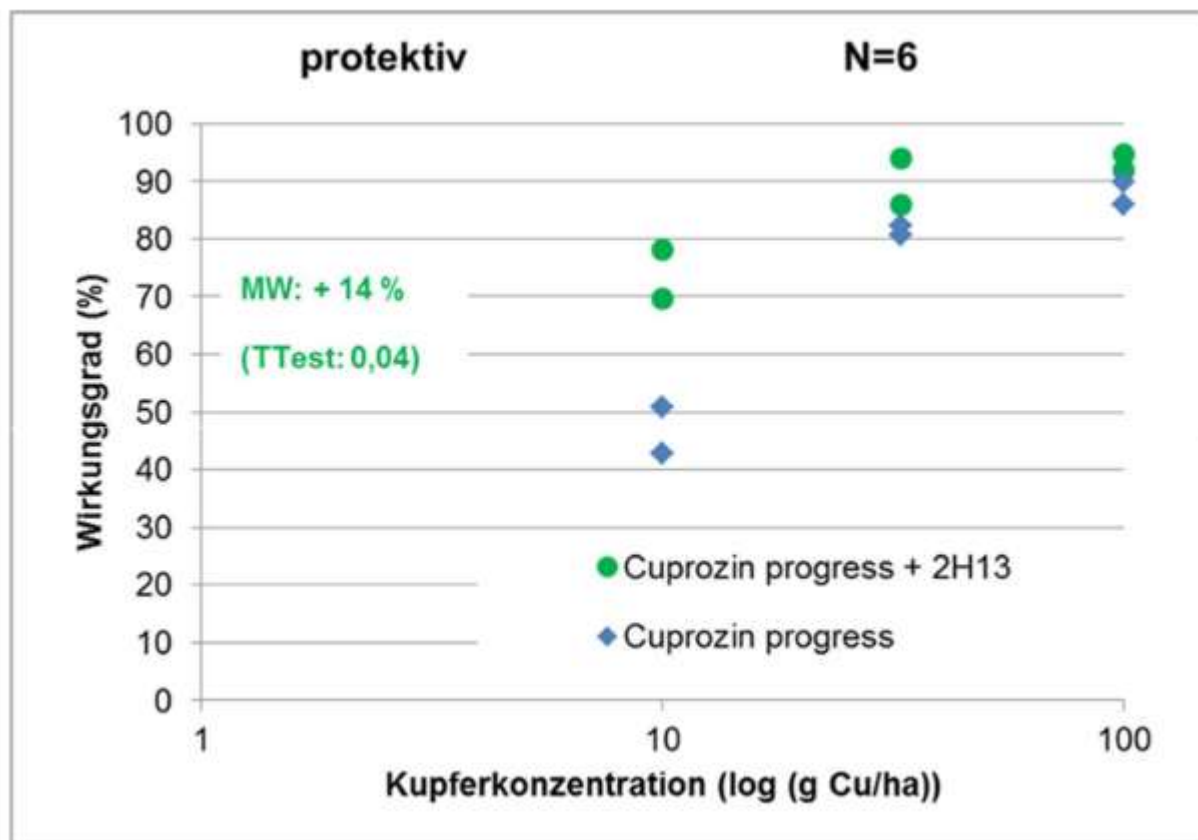


Signifikante Verbesserung der Wirkung der reduzierten Kupfermenge durch 2H13

unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede im gepaarten Tukey's Multiple Comparison Test (p<0,05)

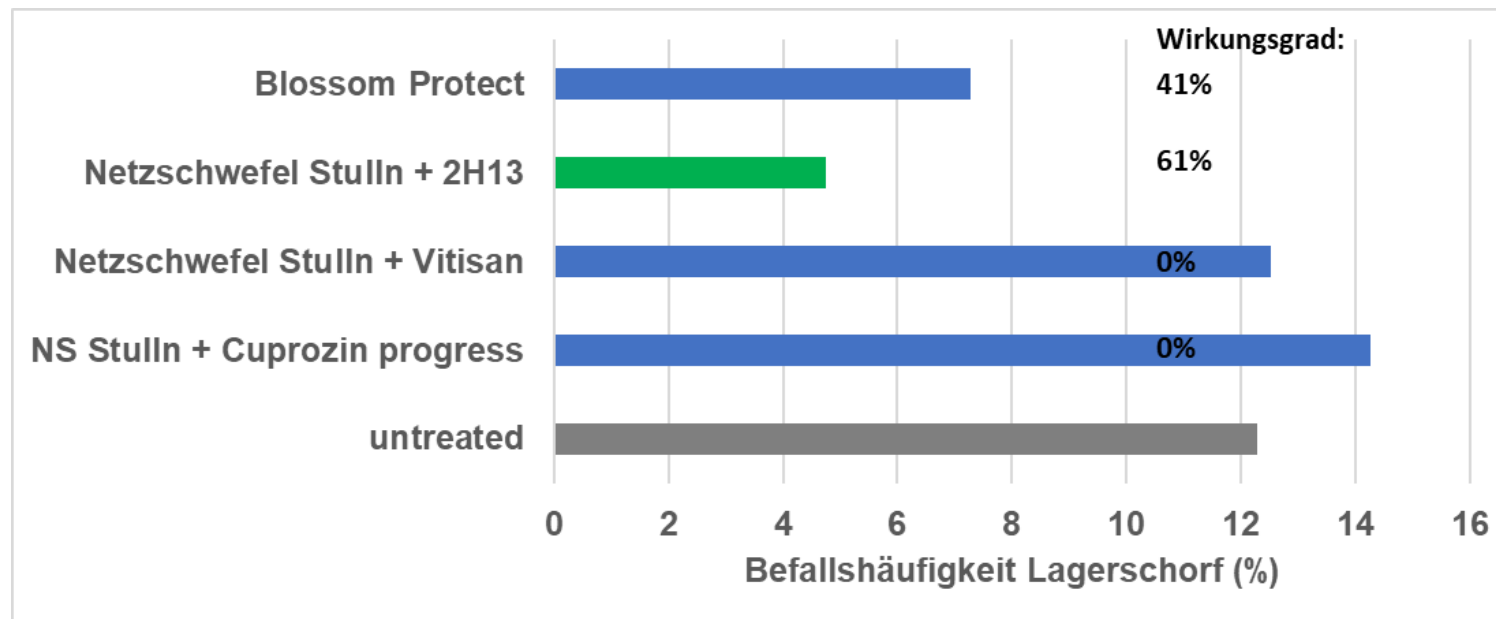
Wirkungsverbesserung von Kupfer gegen Apfelschorf (*Venturia inaequalis*)

- Gewächshausversuche an Topfpflanzen mit künstlicher Inokulation



Freilandversuch – Lagerschorf (*Venturia inaequalis*)

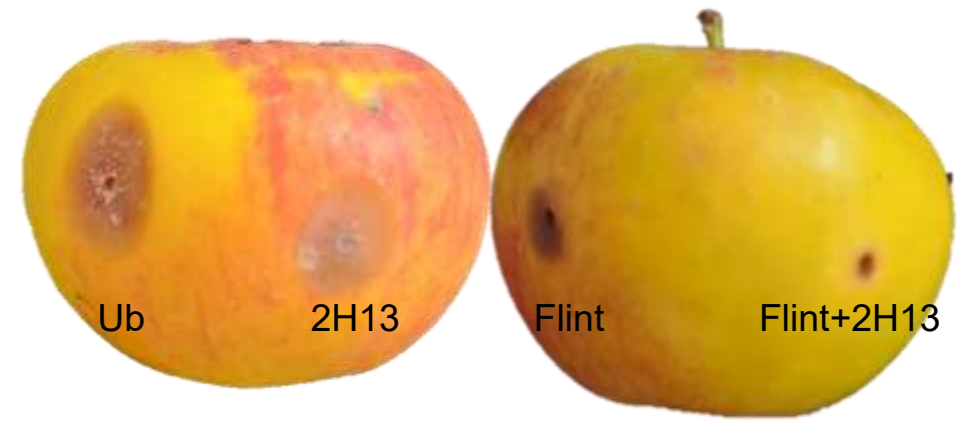
- DLR Rheinpfalz, 2021
- Apfelsorte Braeburn
- 6 Behandlungen vor der Ernte
- 2H13: 0,25 kg/ha und mKH



**Kombination aus
Netzschwefel + 2H13
hatte die beste Wirkung**

Quelle: Zimmer et. al, 2025, https://orgprints.org/id/eprint/54706/1/Abschlussbericht%20gesamt_Teil%201.pdf

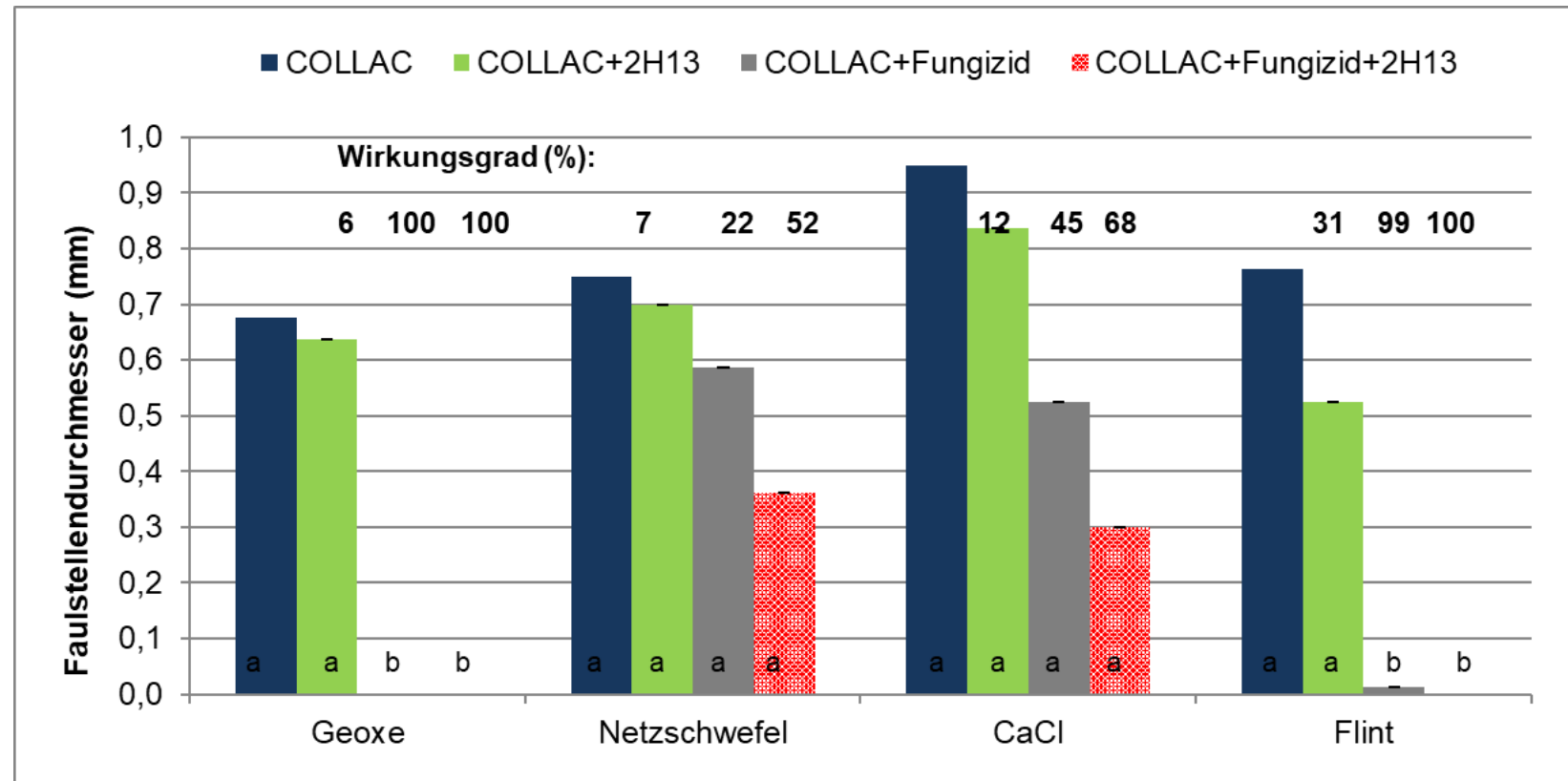
Glomerella acutatum (COLLAC) in Apfelwunden



Durch die Zugabe von 2H13 zu Netzschwefel, CaCl oder Flint wird dessen Wirkung jeweils verbessert

Äpfel 11 Tage nach der Inokulation mit *Glomerella acutata* bei 20°C

0,03% Geoxe
0,25% Netzschwefel Stulln
0,5% Calciumchlorid
0,01% Flint
0,05% 2H13



Botrytis sp. in Apfelwunden

Signifikante Verbesserung der Wirkung von Geoxe durch die Zugabe von 2H13

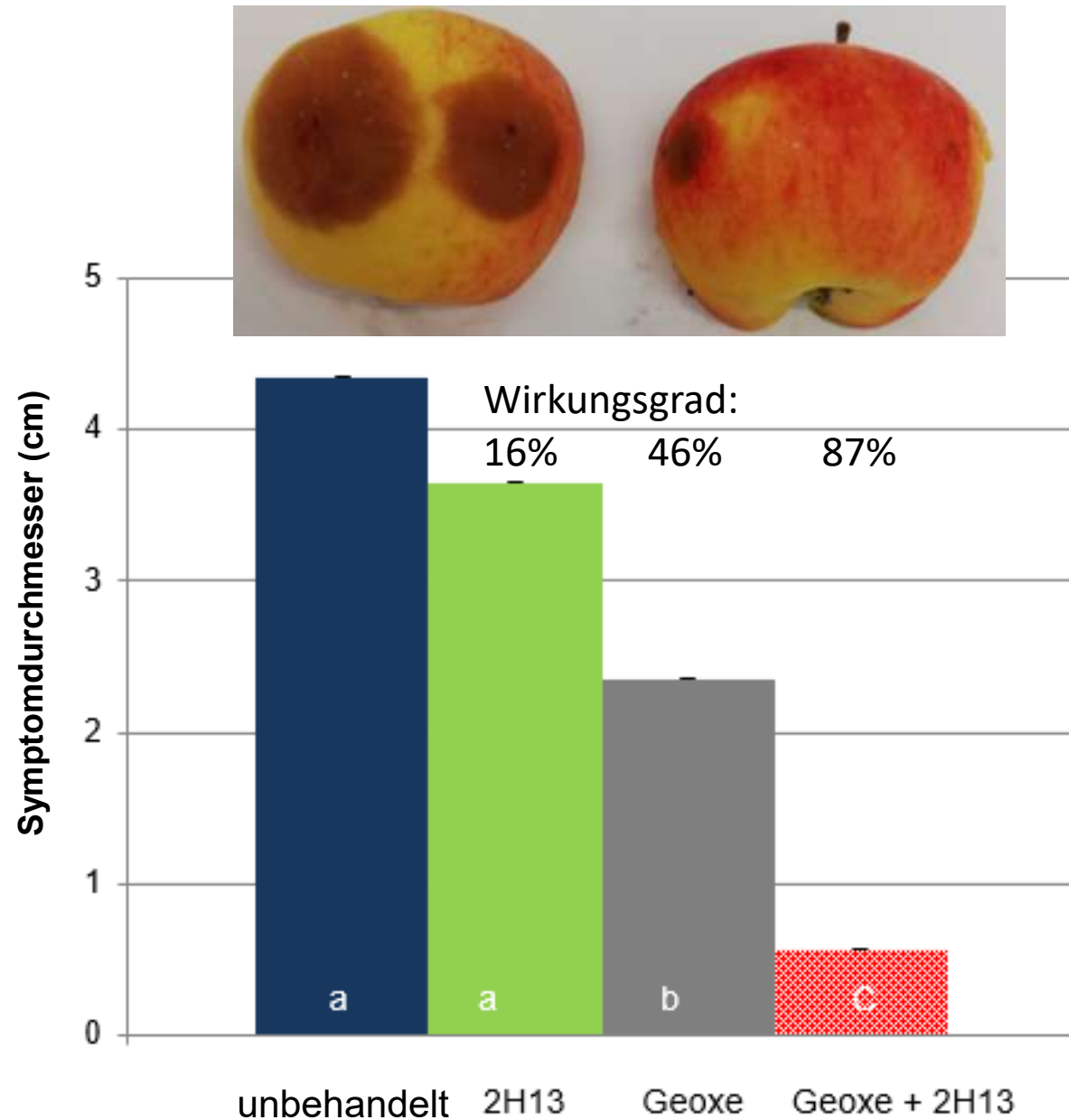
Äpfel 6 Tage nach der Inokulation mit *Botrytis sp*
20°C
Stamm Bc73 ist multiresistent gegen Fungizide

0,03% Geoxe (Fludioxonil)
0,06% 2H13 (*Meyerozyma guilliermondii*)

Resistenzmechanismus:
Energieintensive Effluxpumpen

2H13: Nahrungskonkurrent

=> weniger Energie für Efflux von Geoxe
und Wiederherstellung der Wirkung



Fazit

- Zugabe von 2H13 zu Cuprozin progress verbesserte dessen Wirkung gegen
 - *Pseudoperonospora cubensis* an Gurken
 - *Plasmopara viticola* an Weinreben
 - *Pseudoperonospora humuli* an Hopfen
 - *Phytophthora infestans* an Tomaten und Kartoffeln
 - *Alternaria solani* an Kartoffeln
 - *Venturia inaequalis* an Apfel
- Zugabe von 2H13 zu Netzschwefel verbesserte dessen Wirkung gegen
 - Lagerschorf am Apfel (*Venturia inaequalis*)
 - Lagerfäulen am Apfel (z.B. *Neofabraea perennans*, *Colletotrichum acutatum*, *Monilia fructigena*)
- Zugabe von 2H13 zu Geoxe oder Flint verbesserte deren Wirkung
 - Lagerfäulen am Apfel (*Neofabraea alba*, *Neofabraea perennans*, *Botrytis cinerea*, *C. acutatum*)
- Zugabe von 2H13 zu chemischen Botrytiziden verringerte die Entwicklung von Fungizidresistenzen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Rückfragen an:



Christina Wörz

Sales-Manager

e-nema

Gesellschaft für Biotechnologie und

biologischen Pflanzenschutz mbH

T +49 (0) 4307 8295-158

c.woerz@e-nema.de

www.e-nema.de



www.bio-protect.de



Stefan Kunz

Bio-Protect Gesellschaft für

Phytopathologie mbH

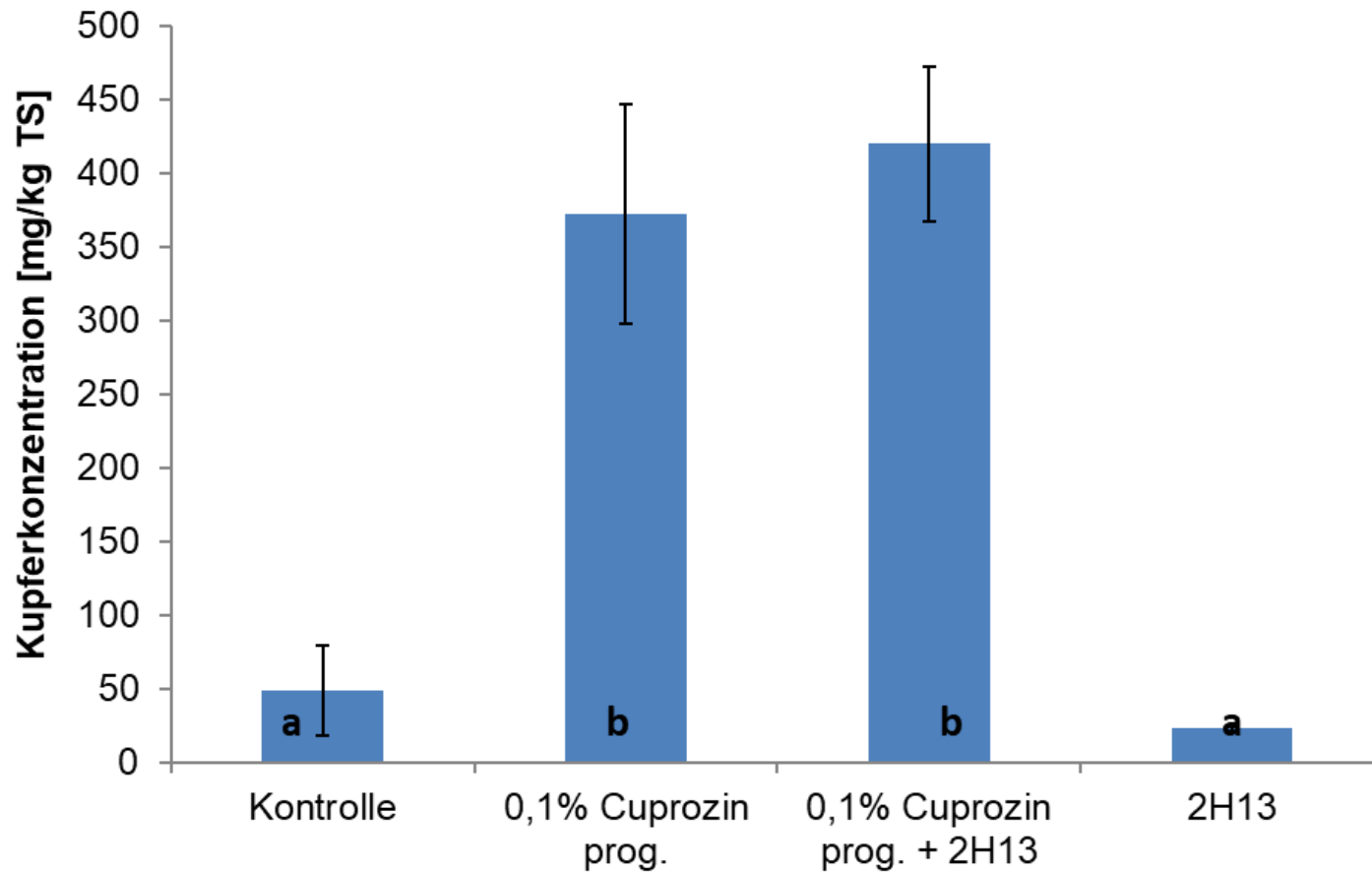
D-78467 Konstanz

kunz@bio-protect.de.



2H13 - Wirkmechanismus

- Analyse der Kupfermenge in behandelten Kartoffelblättern (Mittelwert aus zwei Versuchen)



Verbesserung der
Kupferanlagerung am
Blatt durch 2H13

Mischbarkeitsliste- Ökopräparate

[Mischbarkeitsliste 2H13.xlsx](#)

Mischbar:

Cuproxtat

Cuprozin progress

Cuprozin progress + Vitisan

Flowbrix

Kocide Opti

Netzschwefel Stulln

MycoSin

Nicht mischbar:

Curatio

Airone WG

Kocide 2000

Iperion

Scuobi

Verzögerung der Entwicklung von Fungizidresistenzen in *Botrytis* durch 2H13

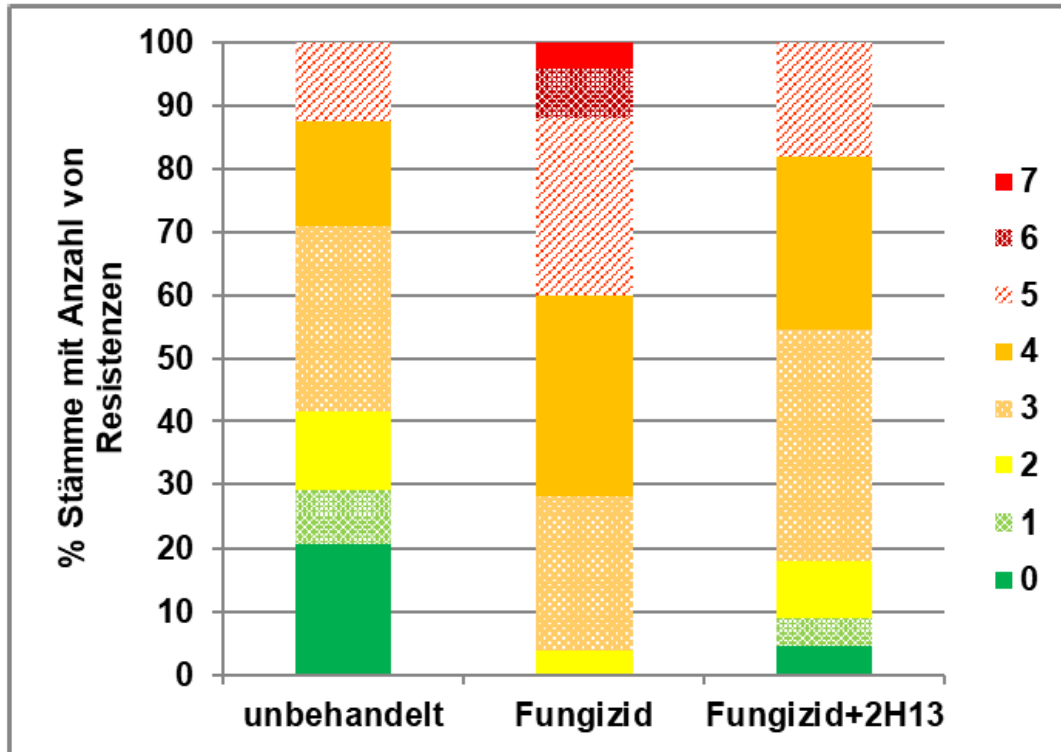


Abbildung 1: Verteilung der Stämme nach Anzahl von enthaltenen Resistenzen in den Versuchsvarianten

Fungizidstrategie: Score-Switch-Switch

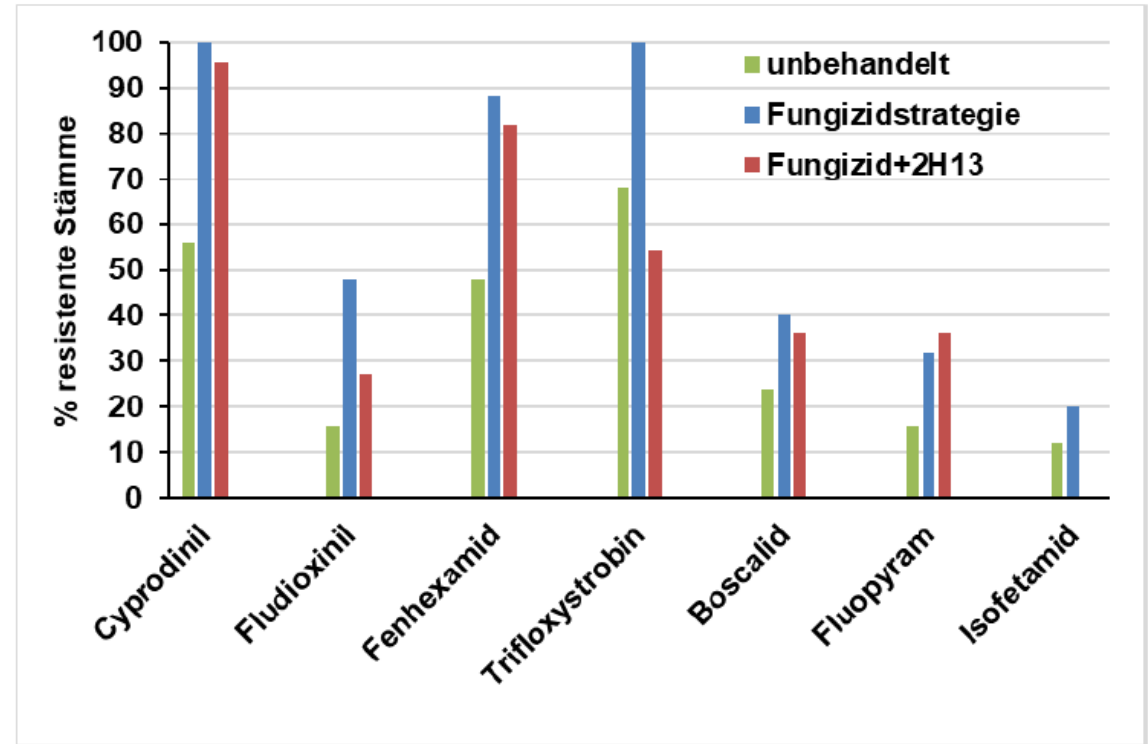


Abbildung 2: Anteil resistenter Isolate gegen den jeweiligen Wirkstoff in den Versuchsvarianten.

Der Zusatz von 2H13 zu den Fungiziden hat die Selektion von resistenten und multiresistenten Stämmen verzögert.

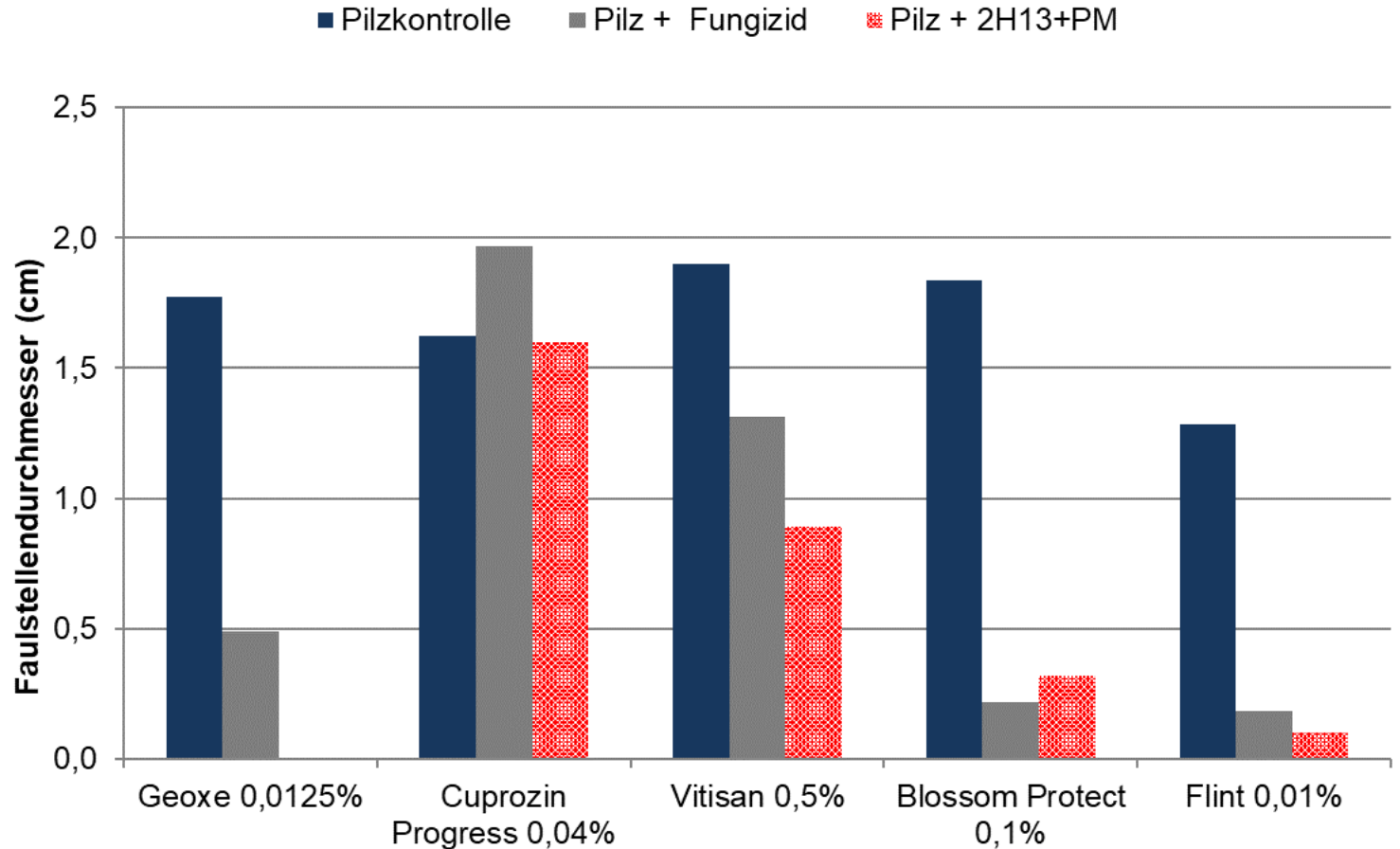
Quelle: Stefan Kunz, 2024. Versuch Landratsamt Karlsruhe, Herr Fried

Neofabraea alba (Gloeosporium) in Apfelwunden

Apfel (Topaz) 6 Wochen nach der Inokulation mit *Neofabraea alba*

2000 Konidien/Wunde
20°C.

0,06 % 2H13



WG (%)	72	100	0	1	31	58	88	83	92	94		
P<0,05	A	B	B	A	A	A	A	B	B	A	B	B

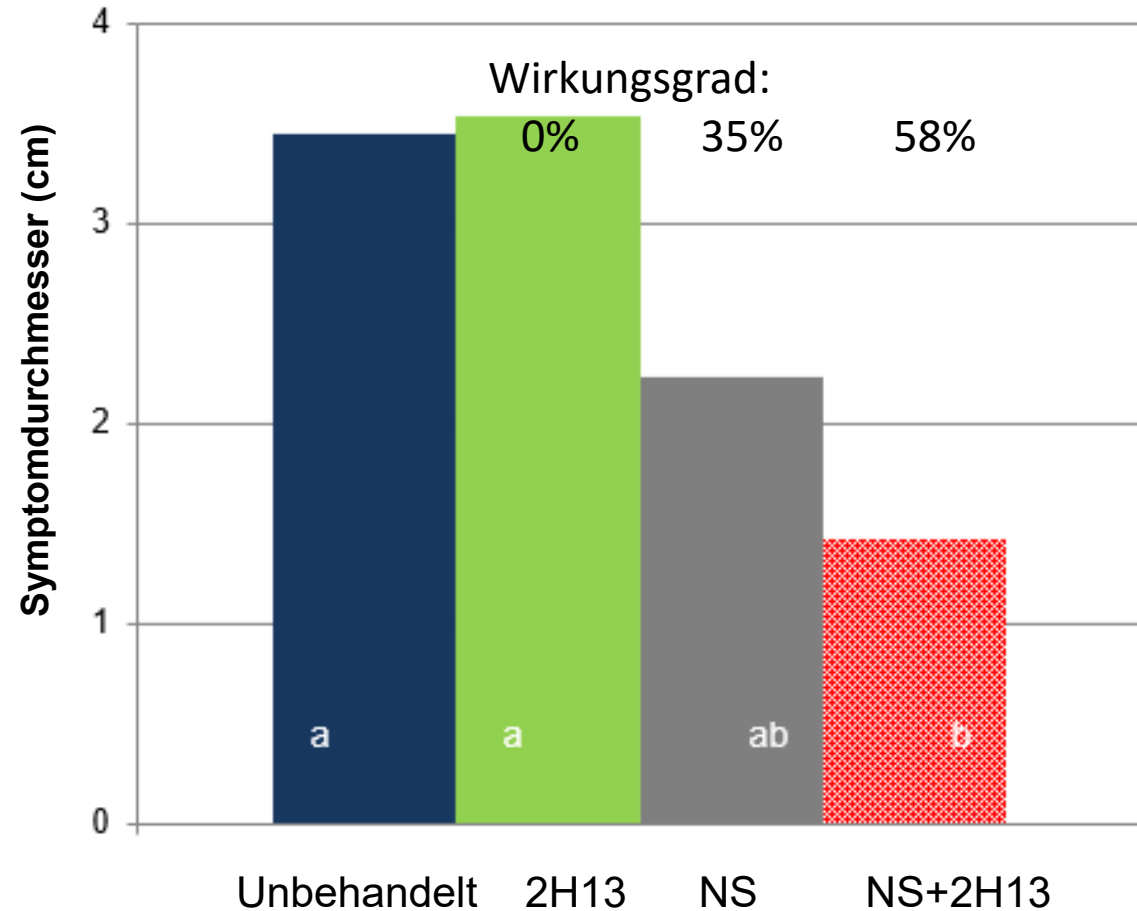
Monilia fructigena in Apfelwunden



Durch die Zugabe von 2H13 zu Netzschwefel wird dessen Wirkung signifikant zur Kontrolle

Äpfel 5 Tage nach der Inokulation mit *Monilia fructigena* bei 20°C

NS = 0,25% Netzschwefel Stulln
0,06 % 2H13



Einsatz von 2H13 mit Kupfer gegen *Pseudoperonospora cubensis* an Gurken

- Versuche des JKI, Institut für Biologischen Pflanzenschutz



Gurkenblätter mit unterschiedlicher Behandlung

Metaanalyse	Anzahl der Versuche	Befallsstärke	
		Mittelwert Wirkungsgrad (%)	<i>p</i> (Test)
0,03% Cuprozin progress	10	58	0.0086
0,03% Cuprozin progress + 2H13	10	71	
0,01% Cuprozin progress	15	53	0.002
0,01% Cuprozin progress + 2H13	15	74	

13% höhere Wirksamkeit

21% höhere Wirksamkeit

Zusatzstoff 2H13 (*Meyerozyma guilliermondii*)

Was ist 2H13?

- Granulierte Zellen des Hefestammes 2H13 der Art *Meyerozyma guilliermondii* (lebende Zellen)
- In Deutschland und Österreich zugelassener Zusatzstoff (BVL und FiBL)
- 2H13 eignet sich als Zusatz zu zugelassenen kupfer- und schwefelhaltigen Fungiziden sowie zu fungiziden Single-Site-Inhibitoren

Wie funktioniert 2H13?

- Verbessert die Wirksamkeit von **Kupfer** beim Einsatz gegen Oomyceten (Kraut- und Knollenfäule an Kartoffeln, Rebenperonospora etc.)
- Verbessert die Wirksamkeit von **Schwefel** gegen Lagerschorf und Lagerfäule bei Äpfeln.
- Verbesserung des Sprühverhaltens und Anlagerung von **Fungiziden** → höhere biologische Wirksamkeit

Anwendung in:

- Ackerbau, Obst-, Wein-, Gemüse- und Zierpflanzenbau





Cuprozin Progress reduziert + 2H13
6x 200g Reinkupfer



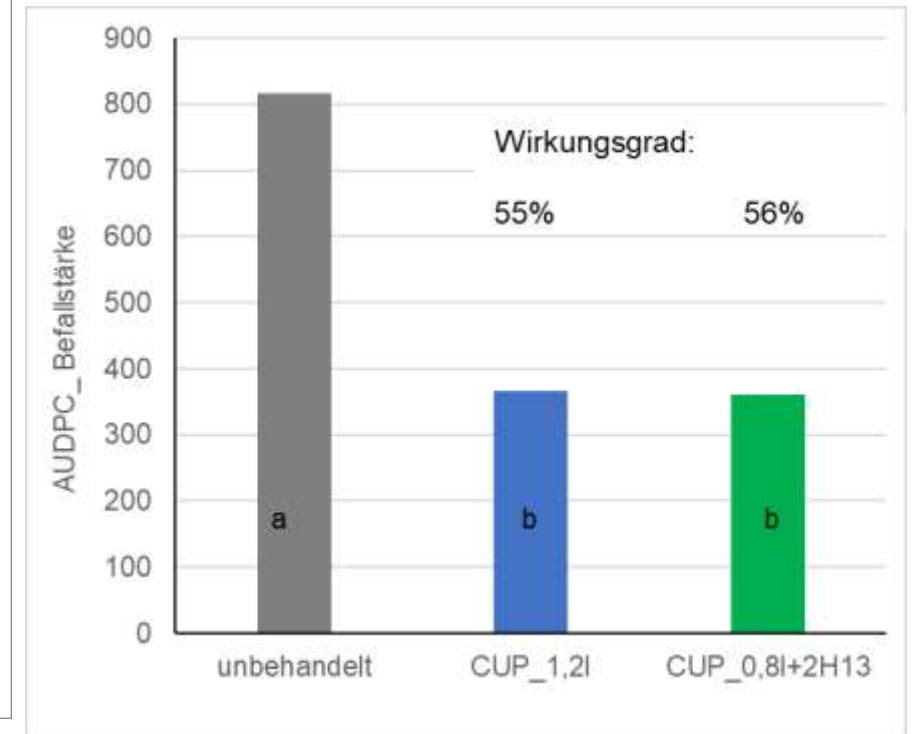
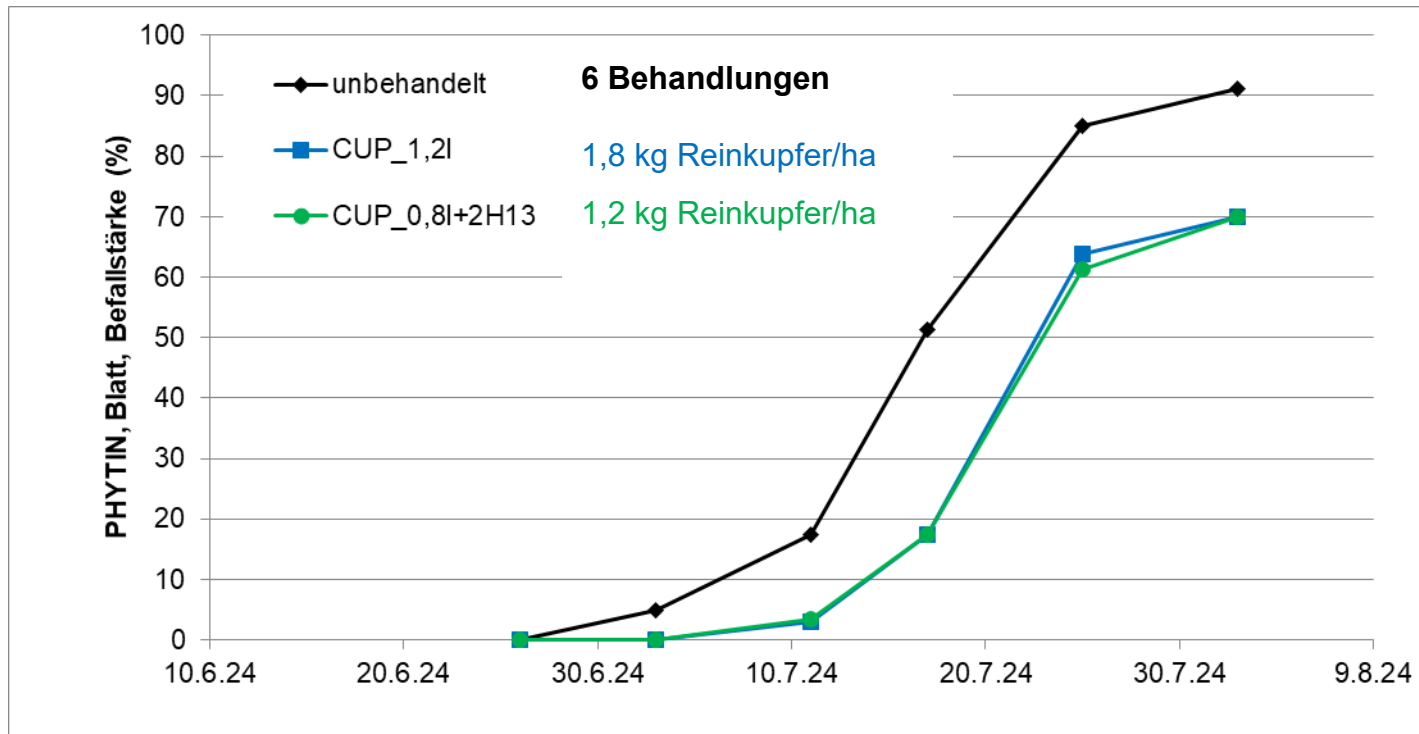
Cuprozin Progress Standard
6 x 300 g Reinkupfer



Unbehandelte Kontrolle

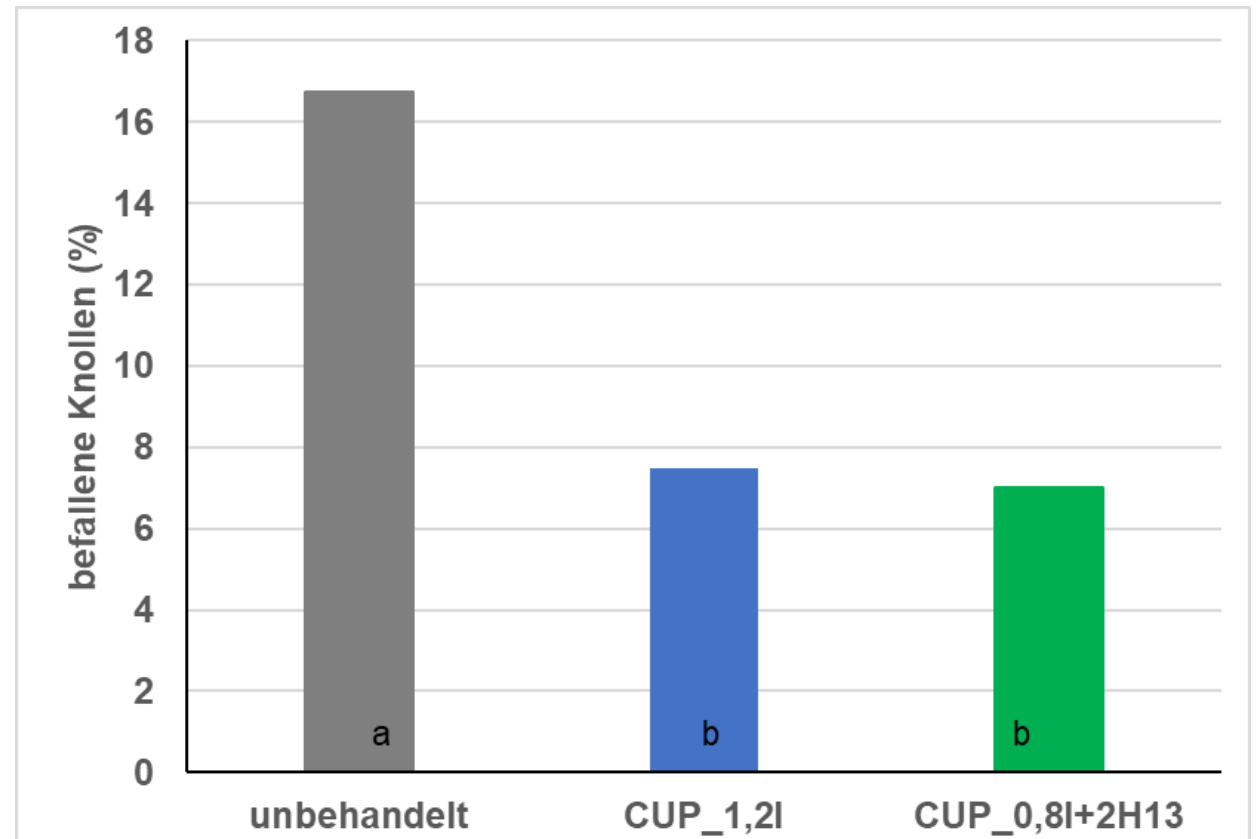
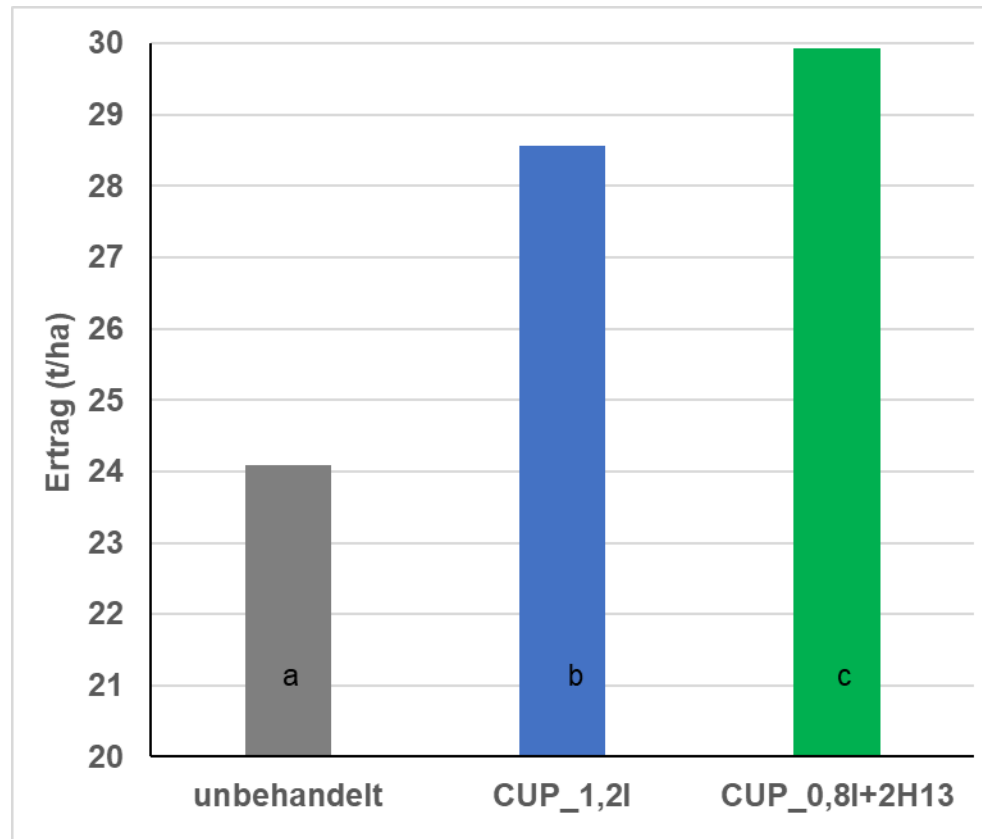
Einsatz von 2H13 in Kartoffeln - Freilandversuch SGS, Emstek 2024

Durch die Zugabe von 2H13 zu Cuprozin Progress – gleiche Wirkung gegen *Phytophthora infestans* wie mit voller Aufwandmenge Kupfer



Einsatz von 2H13 in Kartoffeln - Freilandversuch SGS, Emstek 2024

Durch die Zugabe von 2H13 zu Cuprozin Progress – gleiche Wirkung gegen Phytophthora infestans wie mit voller Aufwandmenge Kupfer und signifikanter Mehrertrag!



2H13 – Weitere Einsatzmöglichkeiten

Gurke

- Bekämpfung von Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora cubensis*) eine verbesserte Wirkung des Kupfers unter Hinzugabe von 2H13 (Klimakammerversuche)

Weintrauben

- Bekämpfung von Falschem Mehltau (*Plasmopara viticola*)
- 2/3 der Kupfermenge können bei Zugabe von 2H13 eingespart werden,
- Effekt an Trauben signifikant

Apfel

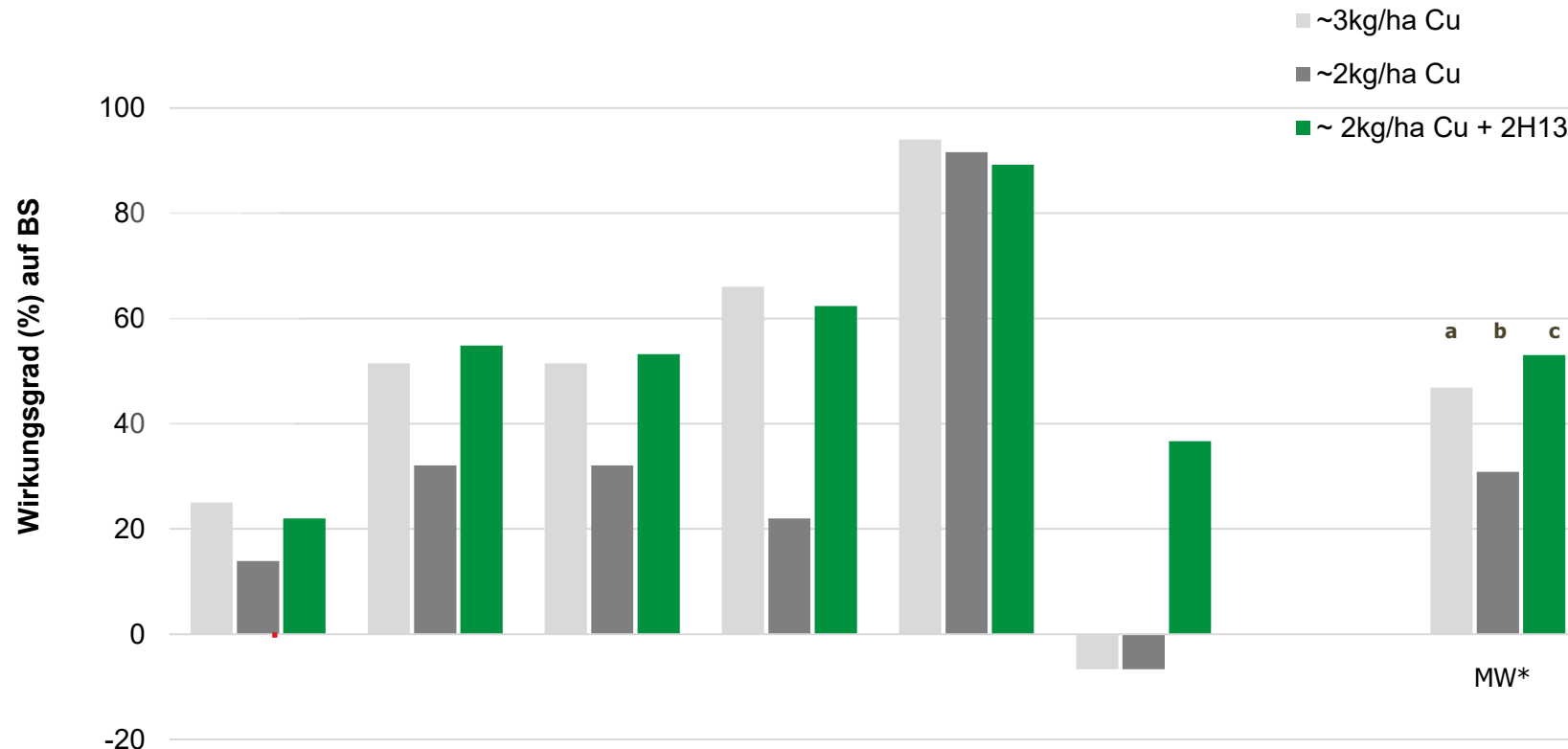
- Bekämpfung von Lagerschorf und Lagerfäule
(2H13 unterstützt die Wirkung der eingesetzten Mittel wie Netzschwefel oder Geoxe oder Flint)

Beeren

- Bekämpfung von Grauschimmel (*Botrytis cinerea*)
- Verhinderung/Verzögerung der Resistenzbildung gegen single-site Fungizide

2H13 – Weitere Einsatzmöglichkeiten Weintrauben

Bekämpfung Flascher Mehltau (*P. viticola*) Traubenbefall – Freilandversuche 2018 – 2020 (Metaanalyse)



Bekämpfung von Falschem Mehltau (*Plasmopara viticola*) mit 2H13 + Kupfer

Der Effekt von 2H13 an **Trauben** **signifikant** An den **Blättern** der Weinrebe wird durch 2H13 eine **Wirkverbesserung von 7%** erreicht

Problem:
2H13 überlebt gleichzeitige Mischung mit Kupfer und Schwefel nicht

*unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede im gepaarten Tukey's Multiple Comparison Test ($p < 0,05$)

Säulen von li. nach re.: Geisenheim (2018 n=8); Geisenheim (2019 n=8); Geisenheim (2019 n=9); Oppenheim (2019 n=10); Geisenheim (2020 n=9); Oppenheim (2020 n=10)

2H13 – Weitere Einsatzmöglichkeiten

Versuche in 2024

Erdbeeren

2H13 zu Fungiziden gegen *Botrytis cinerea* –

Verbesserte Wirkung der Fungizide

Resistenzbildung gegen die Fungizide verlangsamt

Die chemischen Fungizide bleiben länger wirksam durch die Zugabe von 2H13.



2H13 – Zusammenfassung

Schlussfolgerung und Perspektiven:

- Zahlreiche Versuche auf dem Feld, in Klimakammern und im Labor zeigen, dass 2H13 **Kupfer einsparen** kann, ohne an Wirksamkeit zu verlieren.
- Die **Wirksamkeit von Schwefel** gegen viele Lagerkrankheiten wird durch den Zusatz von 2H13 **erhöht**.
- Ergebnisse zum Einsatz von **Fungiziden** gegen z. B. resistente Botrytis-Stämme zeigen eine **Verlangsamung der Resistenzentwicklung** oder eine stärkere Wirkung von Fungiziden, gegen die bereits eine Resistenz besteht.
- Weitere Versuche in anderen Kulturen (Hopfen, Gurken etc.) sind notwendig

Anwendung

- 2H13 wird mit einer Aufwandmenge von 0,05% (0,5 g/l) angewendet
- Mischungs- und Spritzprobe machen (Mischbarkeitstabelle beachten)
- Wassertemperatur unter 35°C
- Während des Ausbringens rühren
- Mindestens aber unmittelbar nach Beendigung der Arbeiten Spritztank, Leitungen und Düsen mit Wasser durchspülen.

[Mischbarkeitsliste 2H13.xlsx](#)

Mischbar:

Cuproxat

Cuprozin progress

Cuprozin progress + Vitisan

Flowbrix

Kocide Opti

Netzschwefel Stulln

MycoSin

Nicht mischbar:

Cuprozin progress + Netzschwefel Stulln

Curatio

Airone WG

Kocide 2000

Iperion

Scuobi

Lagerung und Haltbarkeit

- Kühl, trocken und frostfrei lagern
- Keinen Temperaturen über 40 °C aussetzen und vor Sonneneinstrahlung schützen
- Bei Lagerung < 8°C mindestens 30 Monate haltbar

Verpackung

- Verschweißte Alubeutel mit 1kg Füllgewicht
(Zukünftiger Alubeutel wird kleiner als auf dem Bild)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Christina Wörz

Sales-Manager

e-nema

Gesellschaft für Biotechnologie und
biologischen Pflanzenschutz mbH

Klausdorfer Str. 28-36,
24223 Schwentinental, Germany

T +49 (0) 4307 8295-158

c.woerz@e-nema.de

www.e-nema.de

Kontakt:

Stefan Kunz

Bio-Protect GmbH

kunz@bio-protect.de

www.bio-protect.de