

Aktueller Stand der Welkeforschung

Einleitung

- Über molekulare und phytopathologische Tests wurde der Nachweis geführt, dass seit 2005 im Anbaugebiet Hallertau hochvirulente Verticillium-Stämme auftreten, die das gesamte gegenwärtige Sortenspektrum befallen könnten
- Es gibt keine kurativen Bekämpfungsmaßnahmen gegen Verticillium-Welke (für alle Pflanzen, einschließlich dem Hopfen)
- Insbesondere für Monokulturen ohne möglichen Fruchtwechsel ist die Aussicht auf eine baldige Entwarnung gering
- Historie aus Hopfenbauländern-England, Deutschland und Slowenien haben gezeigt, dass eine Verticillium-Bedrohung länger mit jährlichen Schwankungen der Intensität andauern kann (Witterungsbedingt)

Einleitung-Welke-Symptome

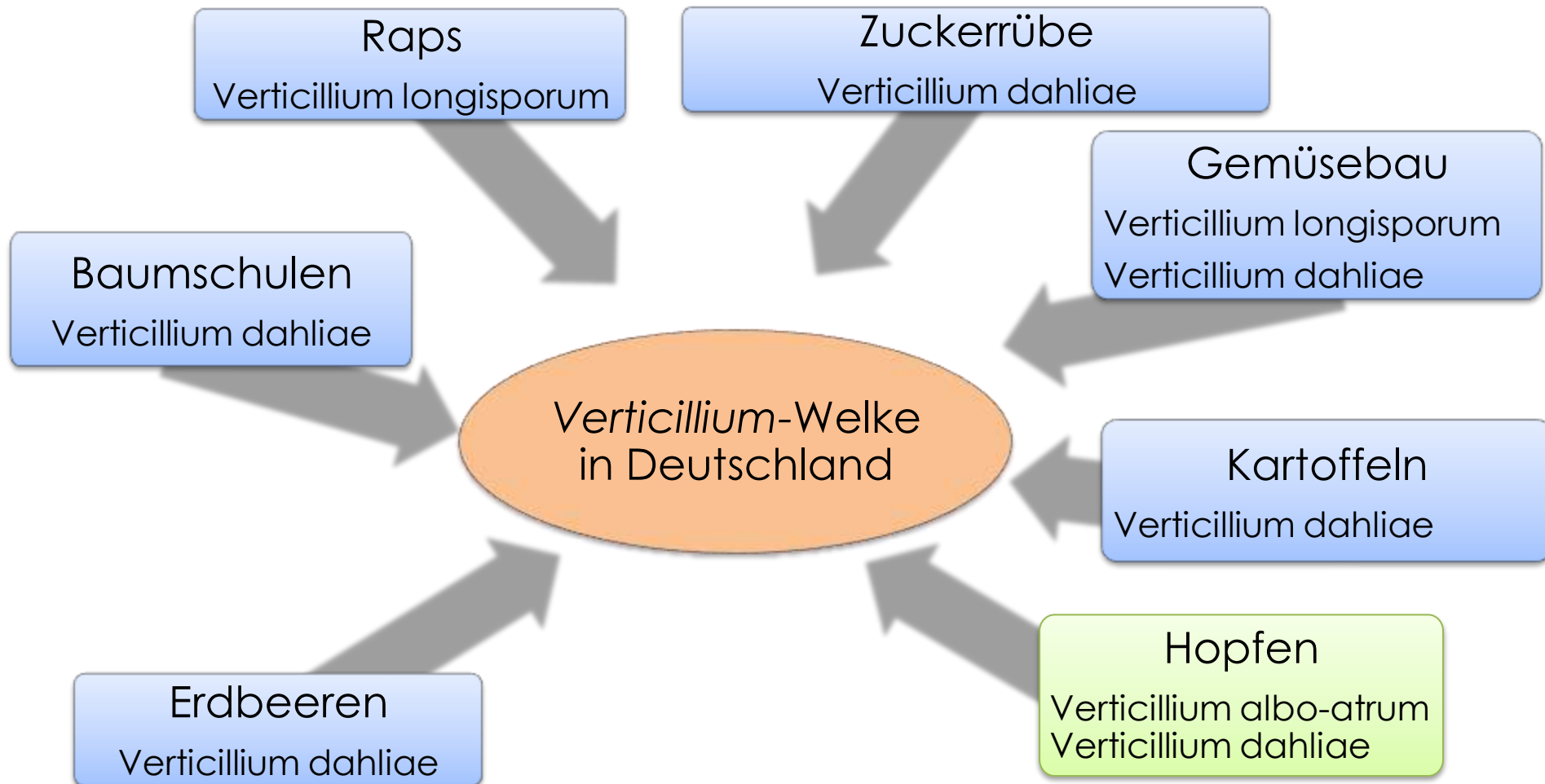


Gesunde Rebe



Braune Verfärbung der
Leitungsbahnen von
erkrankten Hopfen

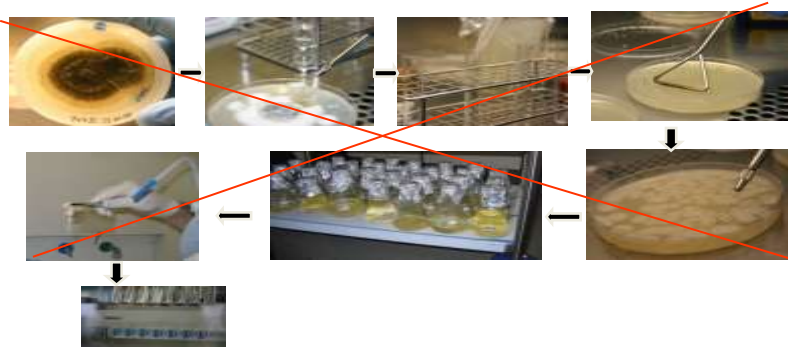
Einleitung: Verticillium-Wirtspflanzenarten in Deutschland



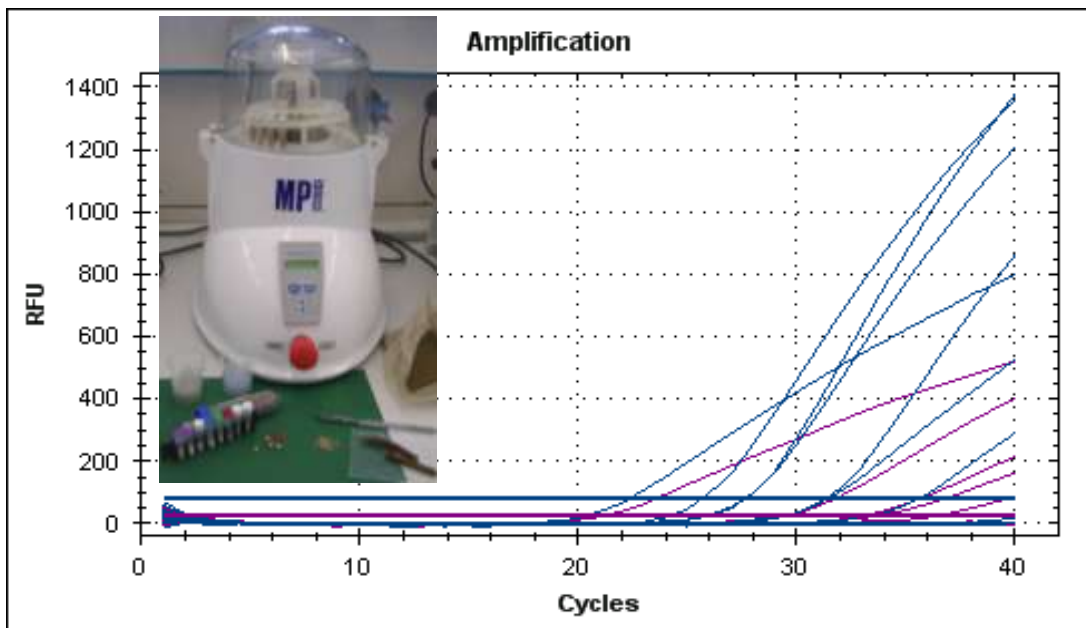
Forschungsbereich- Molekularer "in-planta" Test

Erfolgreiche Etablierung eines molekularen Tests zum direkten Nachweis von *Verticillium* und zur Differenzierung zwischen *V. albo-atrum* und *V. dahliae* ohne langwierige Pilzanzucht

Maurer KA, Radišek S, Berg G, Seefelder S (2013): Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method. *J Plant Dis Prot* 120:105-114



Multiplex real-time PCR zum gleichzeitigen Nachweis von *V. albo-atrum* (blaue Linien) und *V. dahliae* (violette Linien)



Forschungsbereich- Molekularer “in-planta“ Test

➤ **Validierung der Methode in der Praxis:**

Test von 325 Mutterpflanzen aus 23 Sorten
eines Vermehrungsbetriebes

Ergebnis: Alle 325 Proben waren negativ



➤ **Untersuchung Hopfenforschungszentrum Hüll:**

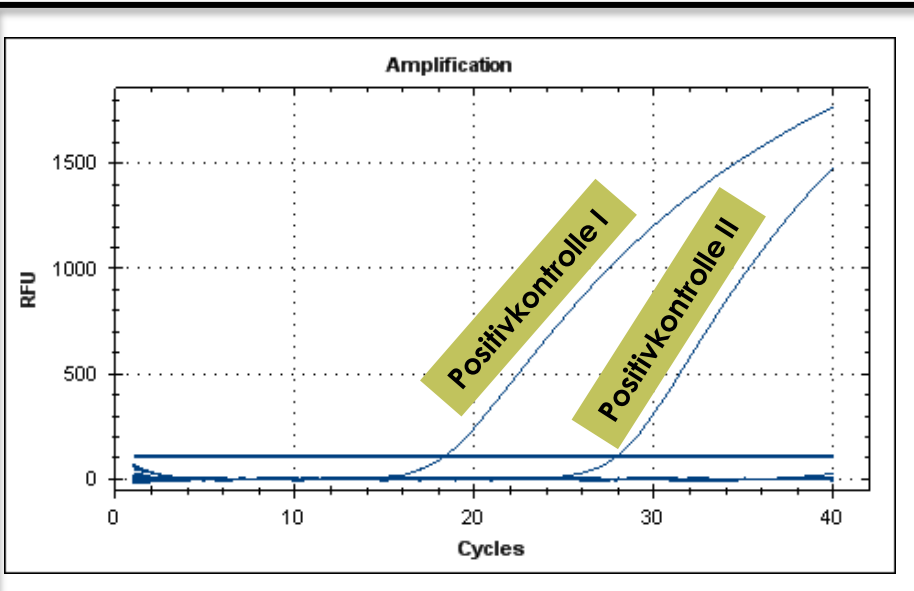
Von 58 untersuchten Zuchtstämmen war nur eine einzige positiv

In allen Untersuchungen: DNA-Isolation wurde 2x wiederholt (A + B-Probe) und zwei PCR Wiederholungen je Isolation

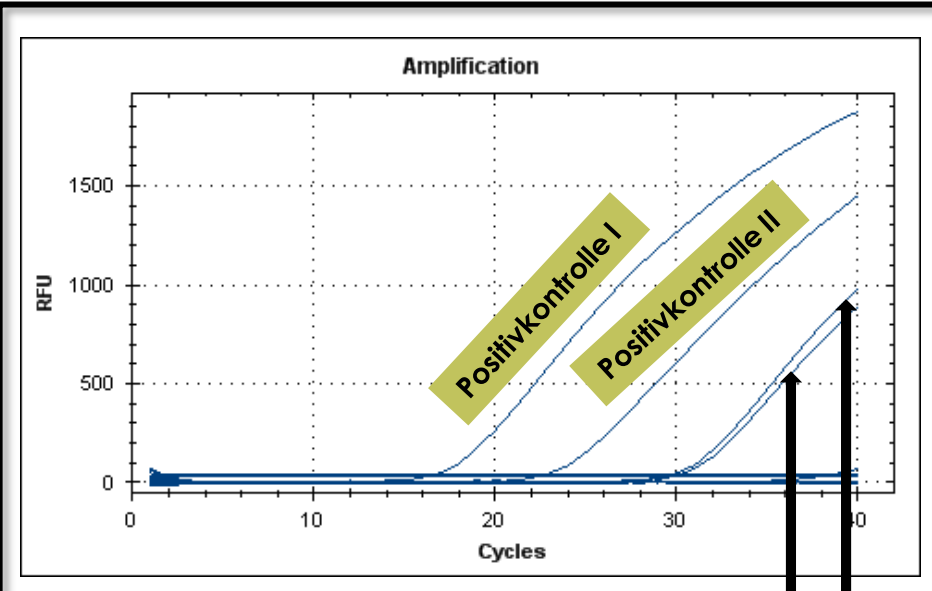
Forschungsbereich- Molekularer "in-planta" Test

Positivkontrolle I = (DNA aus reinem *Verticillium*-Myzel)

Positivkontrolle II = (In planta DNA einer infizierten Hopfenrebe)



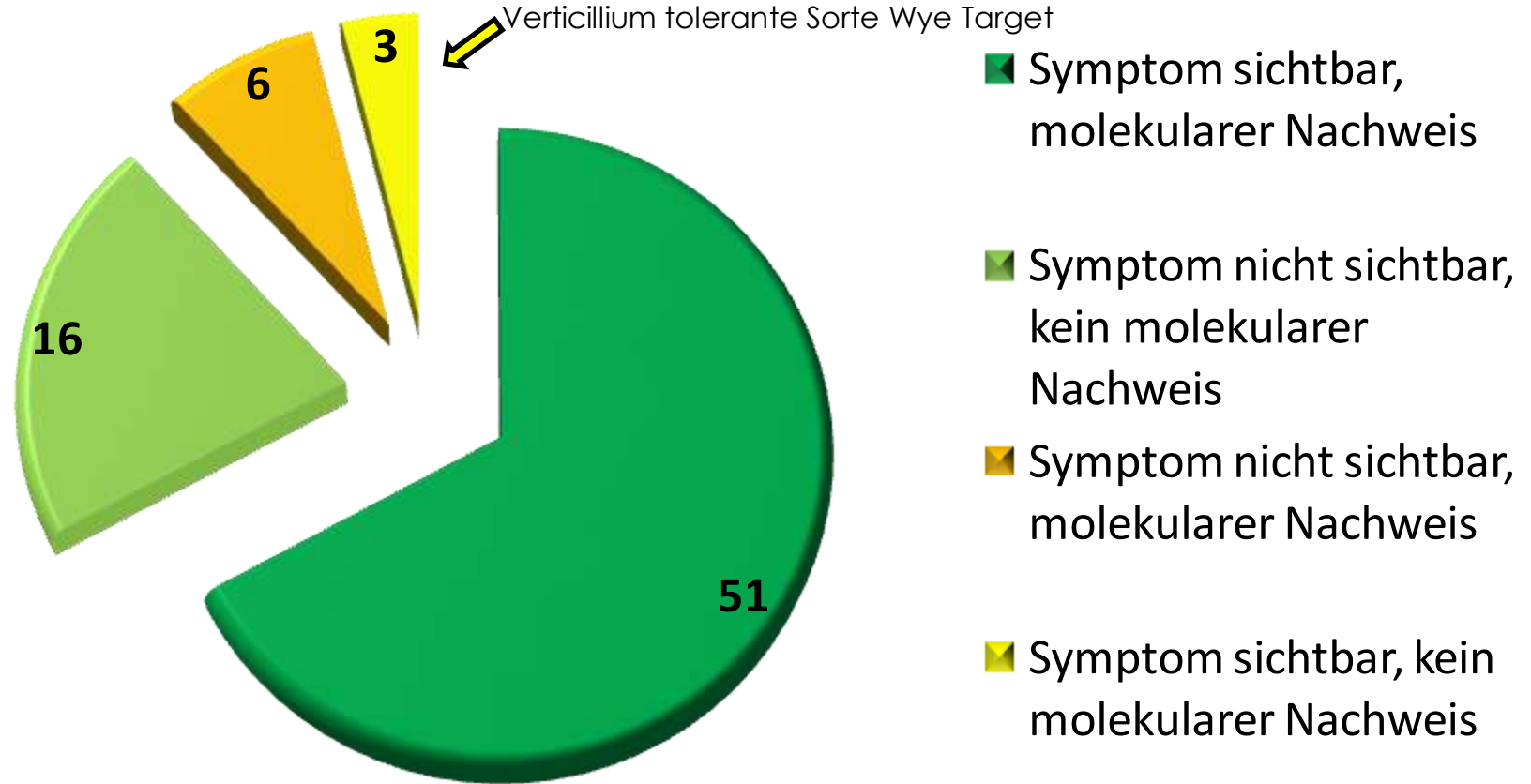
382 x



1 x **Positive Probe (A+B)**

Forschungsbereich- Untersuchung von Stichproben

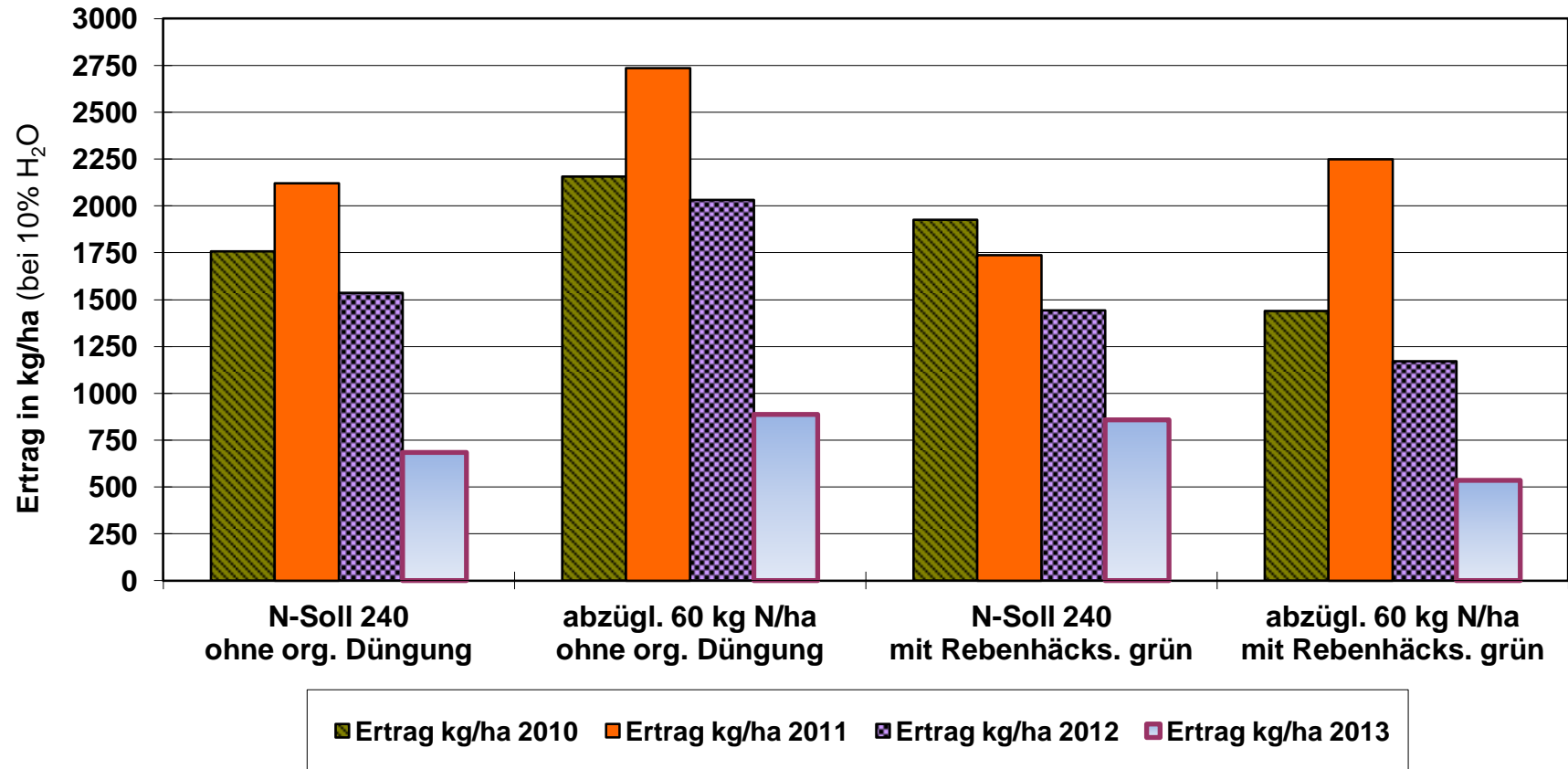
54 Pflanzen mit Welke-Symptomen und 22 ohne Symptome



In Vorbereitung: K. Maurer, G. Berg, S. Seefelder Artikel in Zeitschrift Gesunde Pflanzen
„Untersuchungen zur Verticillium-Welke im Hopfenanbaugebiet Hallertau“

Variation mineralische und organische Düngung Gebrontshausen an Sorte Saphir

Grafik: E. Niedermeier



In Vorbereitung: Bachelorarbeit zu diesem Thema inkl. Auswertungen der Bonituren

Rückblick- Einfluss Stickstoff

Auszug: Prof. Zattler, Versuchsbericht Hüll 1970

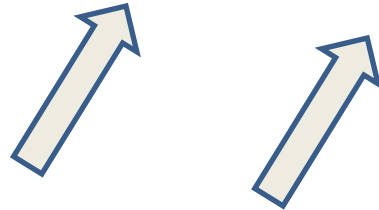
Befall durch *Verticillium albo-atrum* in Abhängigkeit vom N-Angebot bei den Sorten Hallertauer mfr (hochanfällig), Hüller Bitterer (damals tolerant) und Northern Brewer (damals tolerant)

Bei einer Steigerung von 30% verdoppelt sich die Anfälligkeit von den toleranten Sorten und bei 100% verdreifacht sich diese

„Bei weiterem N-Angebot verdreifacht sich beim Northern Brewer die Erkrankungsquote, wobei sich diese Sorte dann nur noch geringfügig vom Hallertauer mfr. in der Anfälligkeit unterscheidet“

Bioantagonisten /Biological control agents

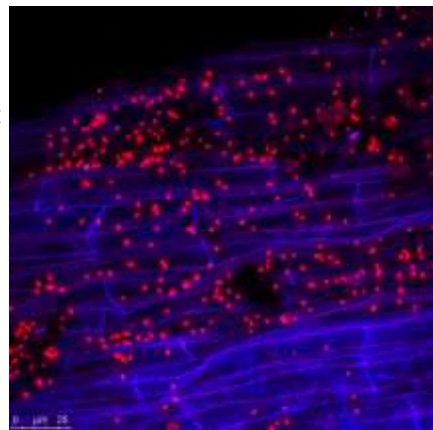
(BCAs) sind Mikroorganismen (Bakterien, Pilze), die das Pflanzenwachstum positiv beeinflussen und Pathogene reduzieren können.



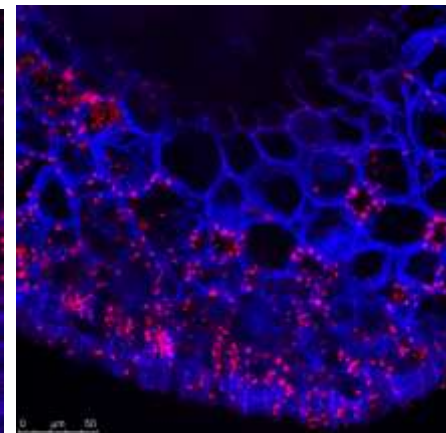
Forschungsbereich- Bioantagonisten

Die Kolonisierung von Bioantagonisten an Hopfenwurzeln konnte über eine Reisolierung und mikroskopische Untersuchungen erfolgreich nachgewiesen werden.

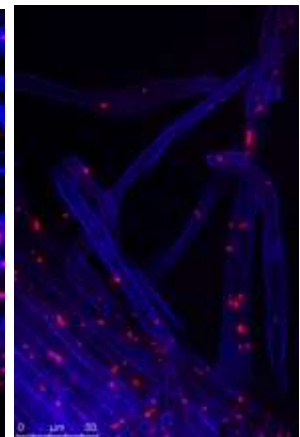
Maurer KA, Zachow C, Seefelder S, Berg G (2013): Initial steps towards biocontrol in hops: Successful colonization and plant growth promotion by four bacterial biocontrol agents. *Agronomy* 3:583–594



Rhizosphäre



Endorhiza



Wurzelhärchen

Forschungsbereich- Bioantagonisten

Behandlung von 900 Hopfenfechsern mit Bioantagonisten durch Tauchbehandlung (15 min , $10^8 \text{ CFU-bacteria/ml}$)

-*Bacillus amyloliquefaciens*

-*Stenotrophomonas rhizophila*

-*Serratia plymuthica* (2 verschiedene Stämme)

-*Pseudomonas poae*

-*Burkholderia terricola*

-Mykorrhiza-Präparat



Forschungsbereich- Bioantagonisten

Feldversuch mit den Sorten *Hallertauer Tradition* und *Hersbrucker pure* (je 450 Pflanzen)

Faktor A = Behandlung (1-9)

● 9	2	5	6	7	2
8	4	3	1	6	5
7	1	8	4	● 9	3
6	3	2	● 9	8	1
5	6	1	3	4	7
4	● 9	7	2	5	8
3	8	● 9	5	1	4
2	5	4	7	3	6
1	7	6	8	2	● 9
1	2	2	1	2	1
1.		2.		3.	


Faktor B = Pflanzzeit
 1 = Herbst 2 = Frühjahr
 Wiederholung


Ergebnis des 1. Versuchsjahres: Keine Effekte der Faktoren



Forschungsbereich- Verticillium-Toleranz-Screening

Rand Wye Target 5 Stöcke							
11-12/1	9 2002/182/00 1	18 2002/186/75 0	27 84/008/024	36 93/010/036	45 2000/118/71 6	54 2006/075/02 5	11-12/1
10-11/1	8 H 18/097/006	17 2002/186/73 9	26 83/030/040	35 93/010/034 (Neptun)	44 2000/109/72 8	53 2003/067/06 2	10-11/1
9-10/1	7 First Gold	16 2002/186/73 8	25 83/030/025	34 89/002/025	43 2000/109/72 7	52 2003/067/04 4	9-10/1
8-9/1	6 Zeus	15 2002/186/73 7	24 83/030/008	33 99/093/702	42 98/097/738	51 2003/067/02 0	8-9/1
7-8/1	5 Herkules	14 2002/186/04 7	23 82/023/004	32 96/099/008	41 97/025/007	50 2003/067/00 5	7-8/1
6-7/1	4 Hallertauer Mercur	13 2002/186/03 8	22 81/008/034	31 96/099/001	40 96/030/041	49 2003/067/00 2	6-7/1
5-6/1	3 Hallertauer Taurus	12 2002/186/03 3	21 80/015/010	30 96/098/070	39 96/008/014	48 2002/050/75 0	5-6/1
4-5/1	2 Hallertauer Magnum	11 2002/186/02 0	20 2006/269/00 2	29 95/088/730	38 96/001/024	47 2002/047/01 1	4-5/1
3-4/1	1 Northern Brewer	10 2002/185/00 4	19 2006/268/00 1	28 95/086/749	37 93/010/063	46 2001/101/70 4	3-4/1
2-3/1	Rand Wye Target Rand 8 Stöcke						2-3/1

 3-4 welke Pflanzen von insgesamt 8 pro Parzelle

 1-2 welke Pflanzen von insgesamt 8 pro Parzelle

Schwierigkeiten von *Verticillium* - Test im Feld: extreme Jahreseffekte
In der Symptomausprägung!

Forschungsbereich- Verticillium-Toleranz-Screening

Bonitur 2012

Rand Wye Target 5 Stöcke							11-12/1
11-12/1	9 2002/182/001	18 2002/186/750	27 84/008/024	36 93/010/036	45 2000/118/716	54 2006/075/025	11-12/1
10-11/1	8 H 18/097/006	17 2002/186/739	26 83/030/040	35 93/010/034 (Neptun)	44 2000/109/728	53 2003/067/062	10-11/1
9-10/1	7 First Gold	16 2002/186/738	25 83/030/025	34 89/002/025	43 2000/109/727	52 2003/067/044	9-10/1
8-9/1	6 Zeus	15 2002/186/737	24 83/030/008	33 99/093/702	42 98/097/738	51 2003/067/020	8-9/1
7-8/1	5 Herkules	14 2002/186/047	23 82/023/004	32 96/099/008	41 97/025/007	50 2003/067/005	7-8/1
6-7/1	4 Hallertauer Merkur	13 2002/186/038	22 81/008/034	31 96/099/001	40 96/030/041	49 2003/067/002	6-7/1
5-6/1	3 Hallertauer Taurus	12 2002/186/033	21 80/015/010	30 96/098/070	39 96/008/014	48 2002/050/750	5-6/1
4-5/1	2 Hallertauer Magnum	11 2002/186/020	20 2006/269/002	29 95/088/730	38 96/001/024	47 2002/047/011	4-5/1
3-4/1	1 Northern Brewer	10 2002/185/004	19 2006/268/001	28 95/086/749	37 93/010/063	46 2001/101/704	3-4/1
2-3/1	Rand Wye Target Rand 8 Stöcke						2-3/1

Bonitur 2013

Rand Wye Target 5 Stöcke							11-12/1
11-12/1	9 2002/182/001	18 2002/186/750	27 84/008/024	36 93/010/036	45 2000/118/716	54 2006/075/025	11-12/1
10-11/1	8 H 18/097/006	17 2002/186/739	26 83/030/040	35 93/010/034 (Neptun)	44 2000/109/728	53 2003/067/062	10-11/1
9-10/1	7 First Gold	16 2002/186/738	25 83/030/025	34 89/002/025	43 2000/109/727	52 2003/067/044	9-10/1
8-9/1	6 Zeus	15 2002/186/737	24 83/030/008	33 99/093/702	42 98/097/738	51 2003/067/020	8-9/1
7-8/1	5 Herkules	14 2002/186/047	23 82/023/004	32 96/099/008	41 97/025/007	50 2003/067/005	7-8/1
6-7/1	4 Hallertauer Merkur	13 2002/186/038	22 81/008/034	31 96/099/001	40 96/030/041	49 2003/067/002	6-7/1
5-6/1	3 Hallertauer Taurus	12 2002/186/033	21 80/015/010	30 96/098/070	39 96/008/014	48 2002/050/750	5-6/1
4-5/1	2 Hallertauer Magnum	11 2002/186/020	20 2006/269/002	29 95/088/730	38 96/001/024	47 2002/047/011	4-5/1
3-4/1	1 Northern Brewer	10 2002/185/004	19 2006/268/001	28 95/086/749	37 93/010/063	46 2001/101/704	3-4/1
2-3/1	Rand Wye Target Rand 8 Stöcke						2-3/1

Lösungsvorschlag zu einer zuverlässigeren Selektion

Wiederaufbau eines praxistauglichen
Verticillium-Testsystems: „Schattenhalle“

Auch in Slowenien unter Dr. Radisek ein fester Bestandteil im
Selektionsprozess von *Verticillium* tolerantem Zuchtmaterial



Erklärungsmodell- Verticillium und Bodentemperatur

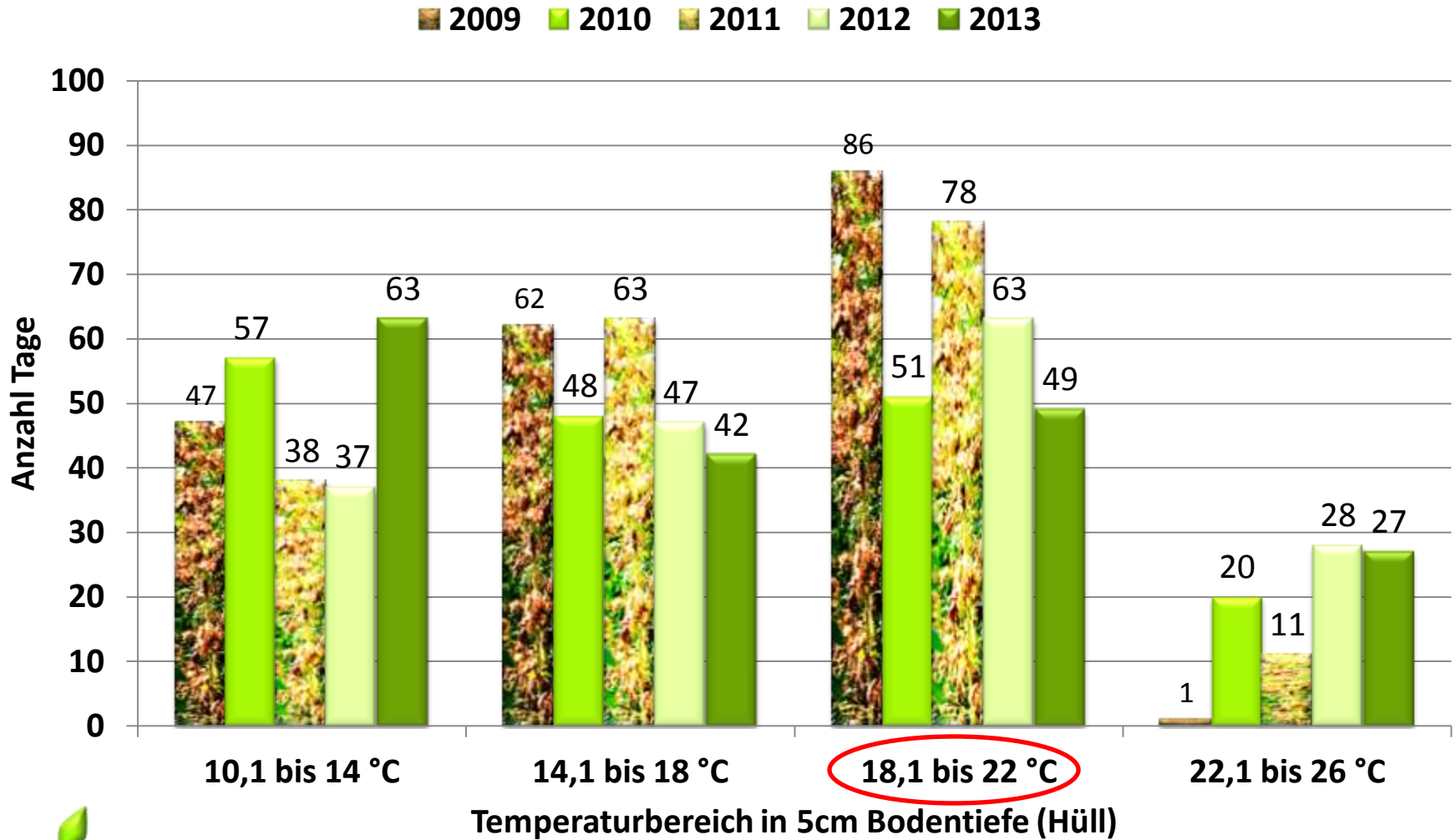
Mögliche Erklärung des geringen Welkebefalls 2013

— TS005 - 2009 — TS005 - 2013
— 7 Periode gleit. Mittelw. (TS005 - 2009) — 7 Periode gleit. Mittelw. (TS005 - 2013)



Erklärungsmodell- Verticillium und Bodentemperatur

Mögliche Erklärung des geringen Welkebefalls 2013



**Vielen Dank an Katja Maurer
Petra Hager
Erich Niedermeier
Dr. Sebastjan Radisek'
Prof. Gabi Berg Uni Graz**

Vielen Dank für die Finanzierung dieser praxisnahen Forschung

Erzeugergemeinschaft HVG



Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !