



## Neueste Erkenntnisse zur Biologie des Echten Mehltaus (*Podosphaera macularis*) am Hopfen und..

Dipl.Ing. Stefan Schlagenhauser

Hopfenforschungszentrum Hüll – Christian Albrecht Universität Kiel



## Gliederung:

### I. Biologie

1. Überwinterung und Erstinfektion
2. Gefährdungspotential als neuer Begriff
3. Einfluss der Witterung auf die Sporulation und Infektion
4. Neuzuwachs und Schutz durch Pflanzenschutzmittel

### II. und..



- **Mycelüberwinterung**



- **Kleistothecien**



**Im Versuch noch keine Infektion  
mit Ascosporen gelungen**

# Sporenverbreitung durch Mycelüberwinterung

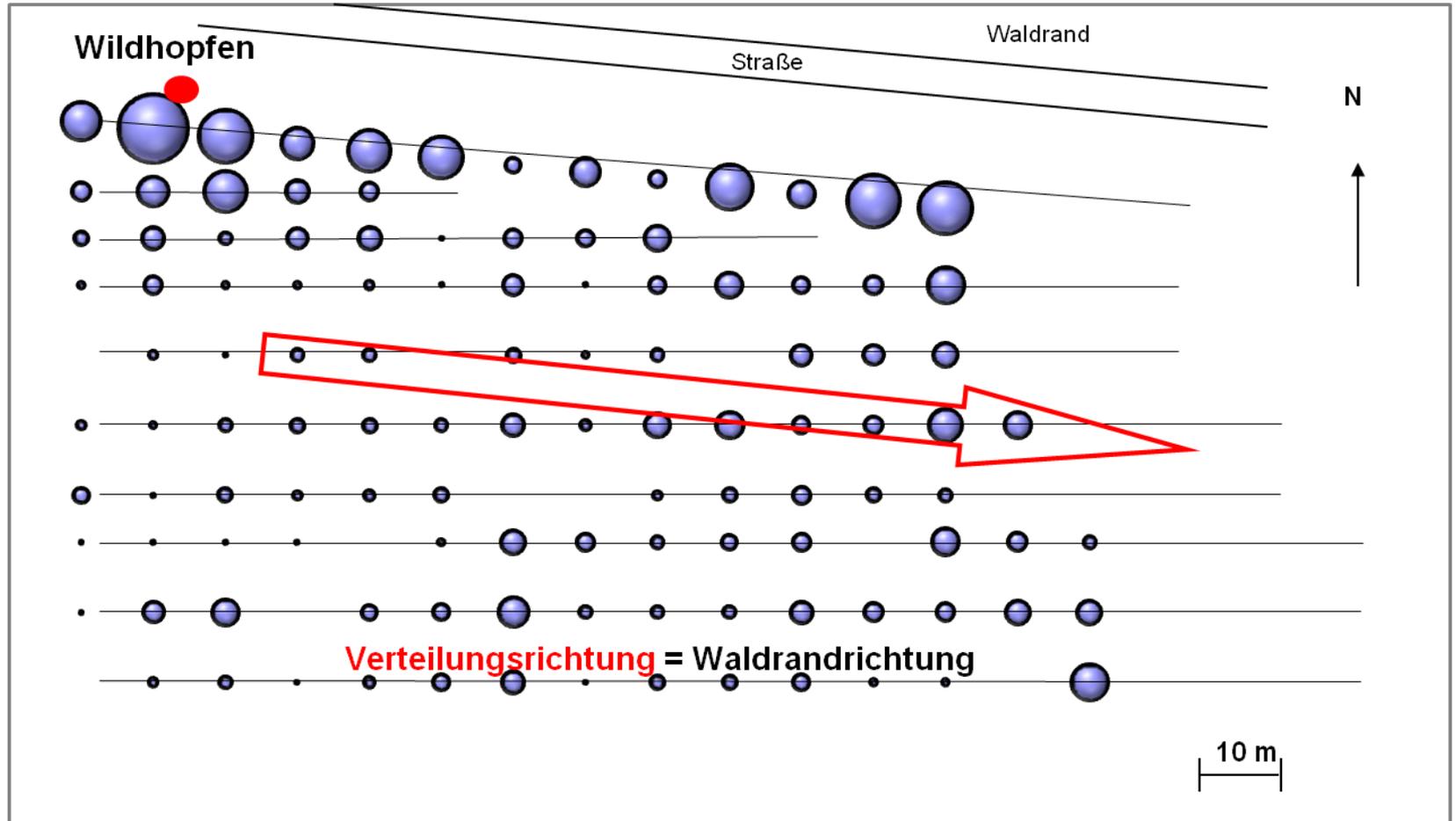


**..oder gleicher Effekt durch Wildhopfen**

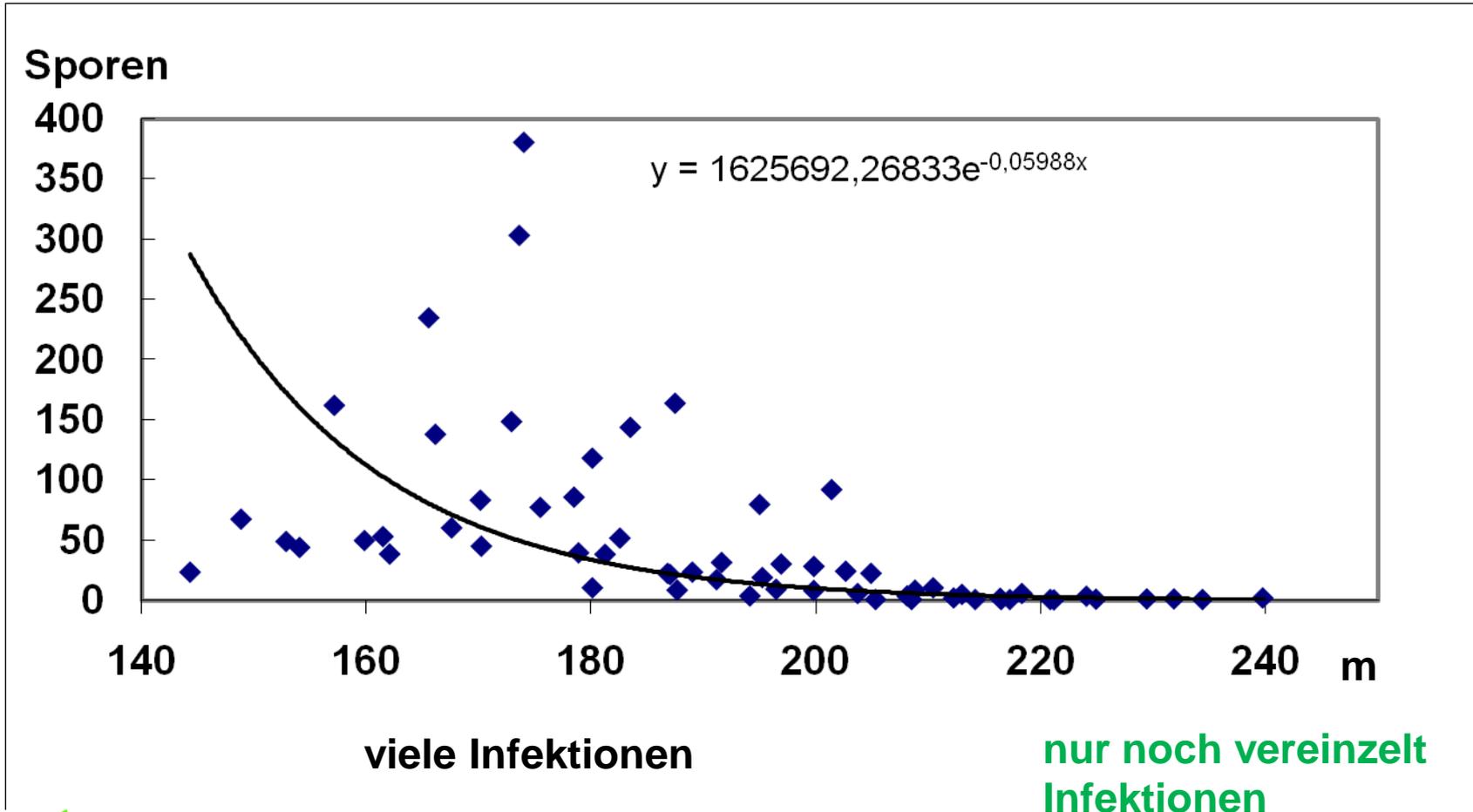
# Beispiel Sporenverteilung durch Wildhopfen



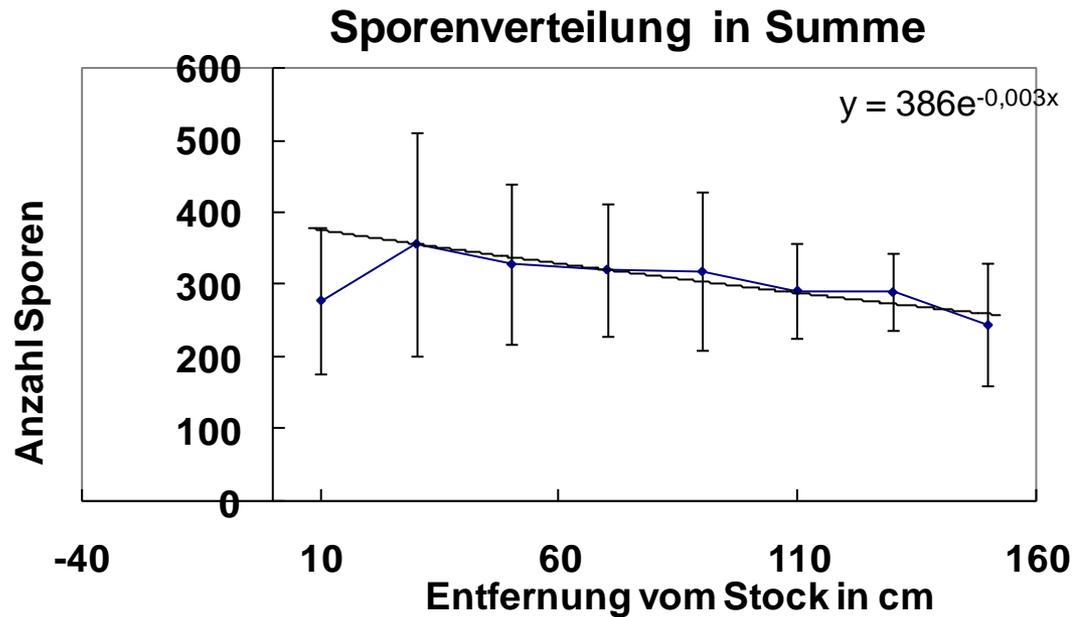
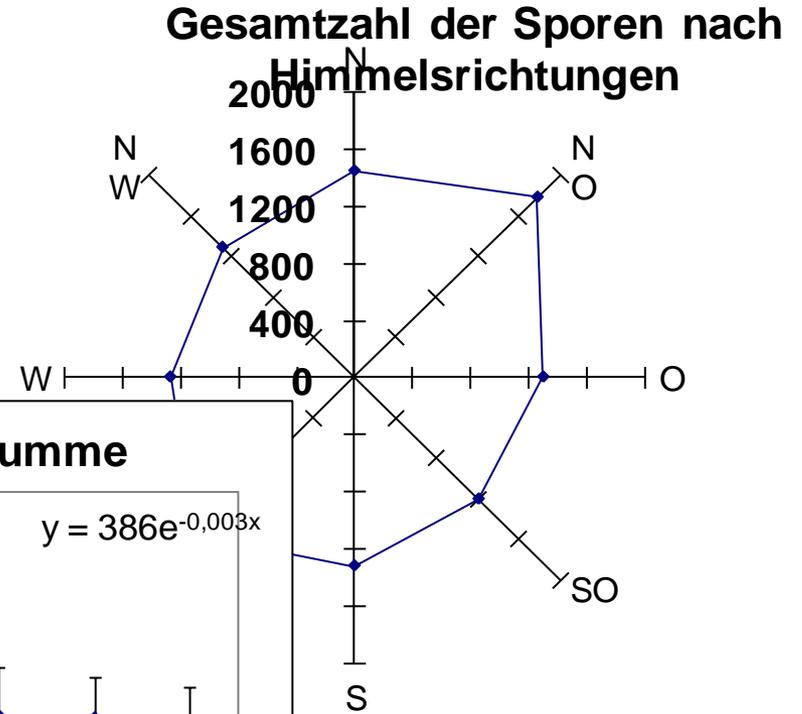
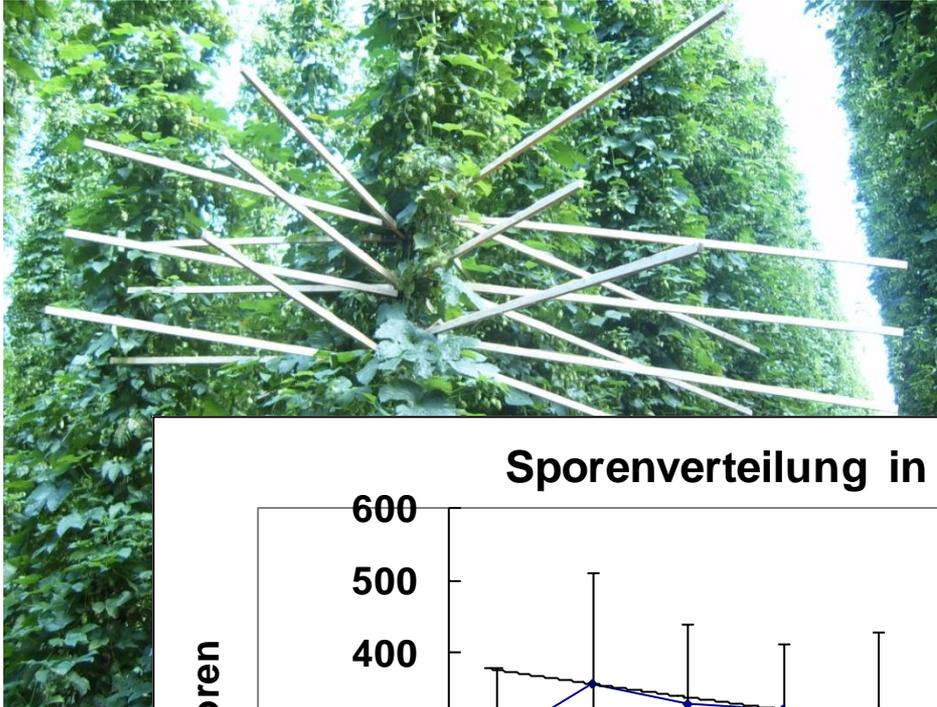
## Pustelverteilung am 3.6.07



# Sporenverbreitung in Abhängigkeit von der Infektionsstärke - in Windrichtung bis Blüte -



# Sporenverteilung im Sommer



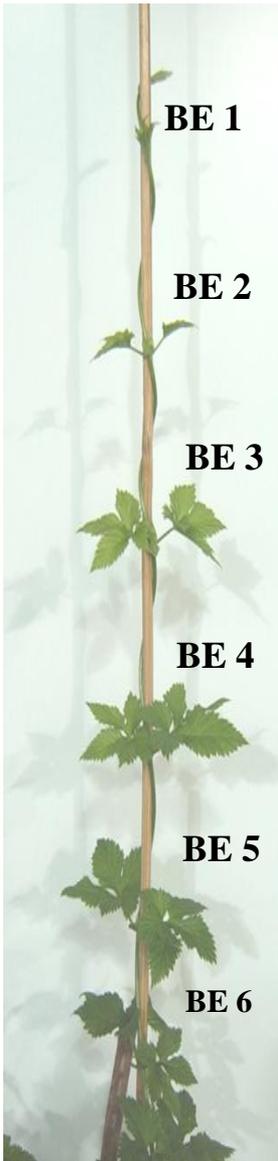
# 1. Zusammenfassung: Überwinterung und Sporenverbreitung

---

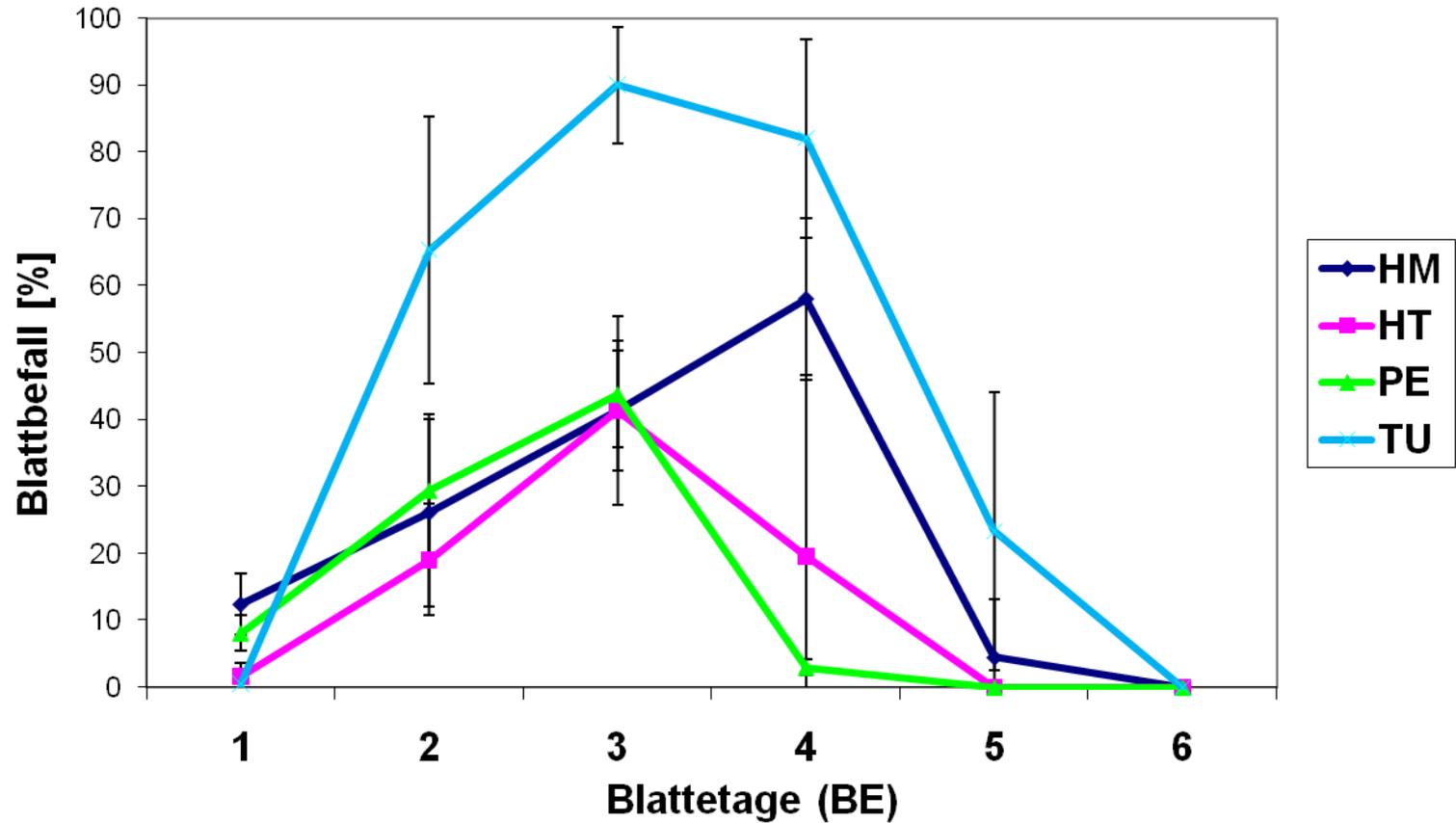
- **Neuinfektion mit Ascosporen noch nicht gelungen**
- **Überwinterung als Mycel**
  - nicht geschnittener Hopfen
  - Wildhopfen
    - = sichere Quelle für Erstinfektionen
  - weitere Quellen ??
- **Sporenverteilung**
  - Frühjahr bis Bildung von Seitenästen: bis 250 m
  - bei voller Bestandentwicklung : nur noch im Bestand bis zur nächsten Reihe und Randwirkung zum Nachbarbestand
- **Großflächige Frühinfektionen 1997, 1999, 2001 und 2002**

**Konsequenz:** viele Probleme sind „hausgemacht“.

# Welche Pflanzenorgane werden infiziert ?



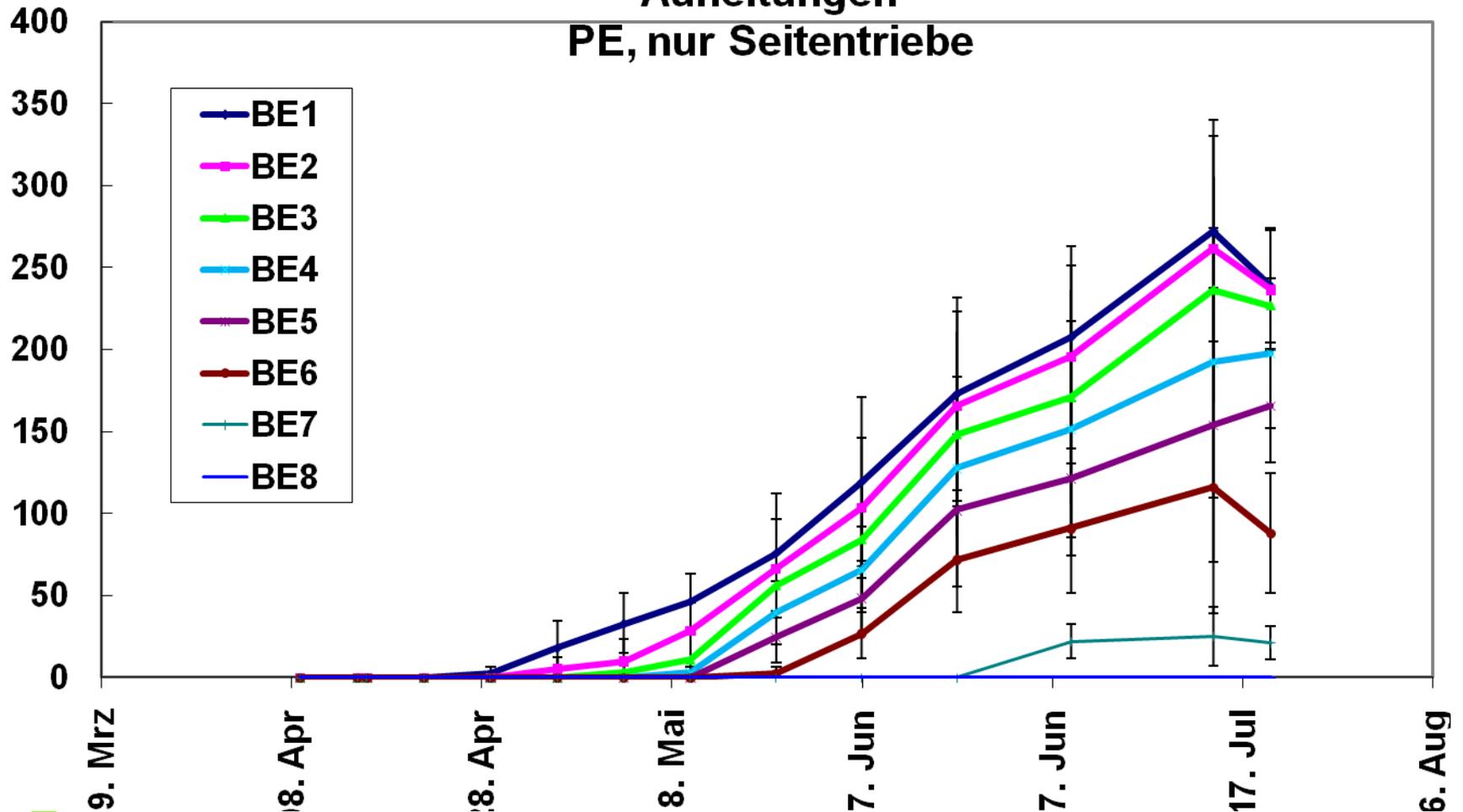
## Altersresistenz im Haupttrieb am 18.4.07 Inokulation



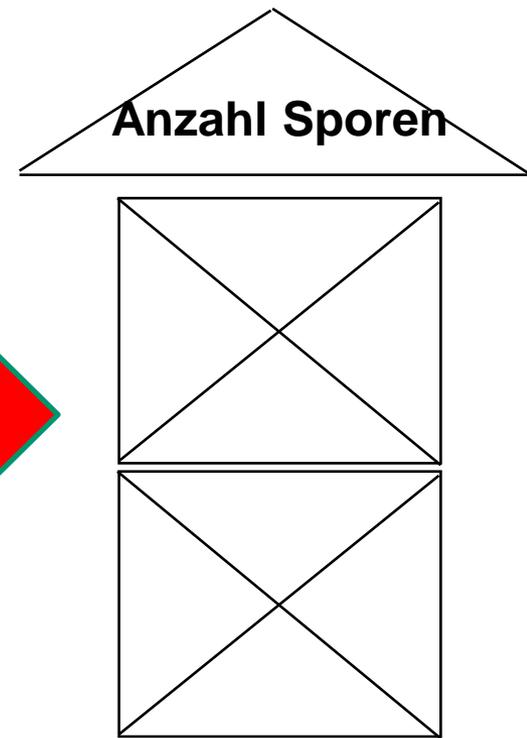
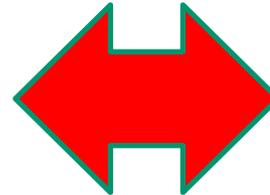
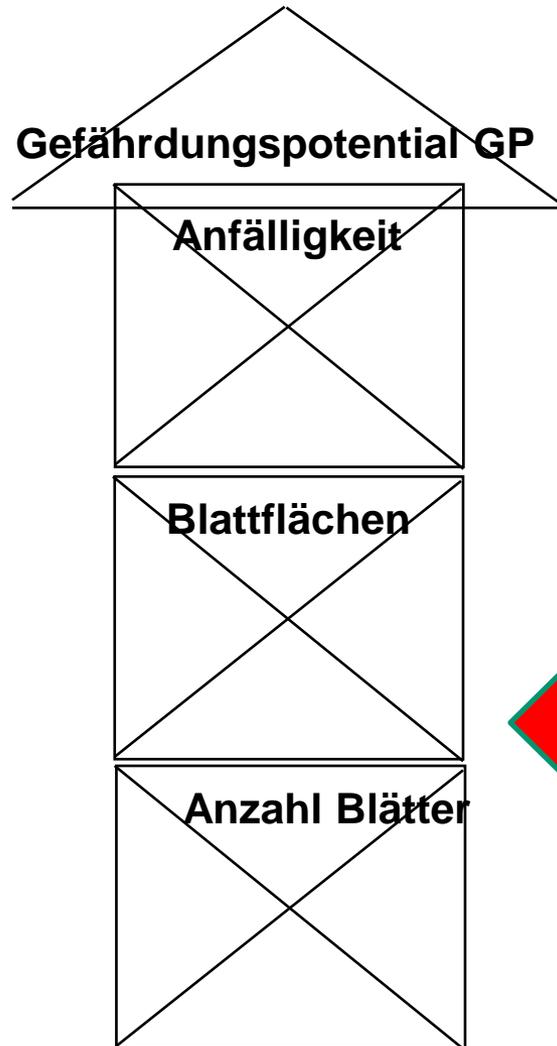
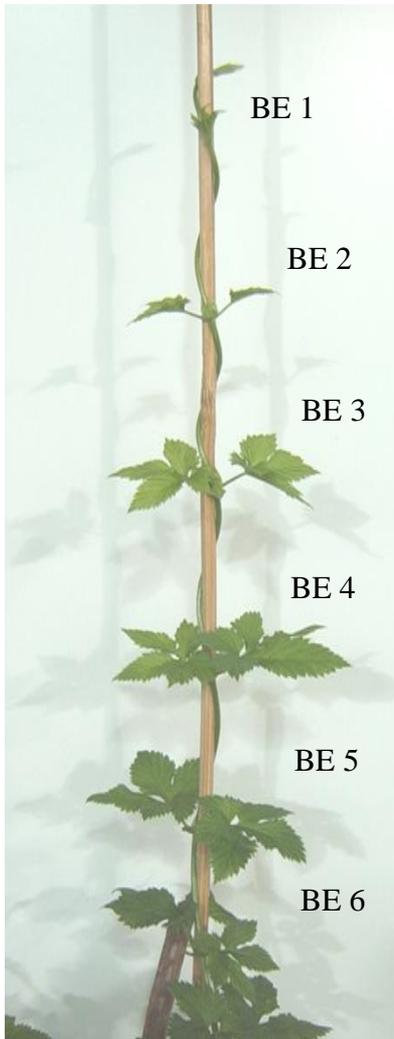
# Anzahl Blätter an Seitentrieben



**Anzahl Blätter verschiedener BE eines Stockes mit 2  
Aufleitungen  
PE, nur Seitentriebe**

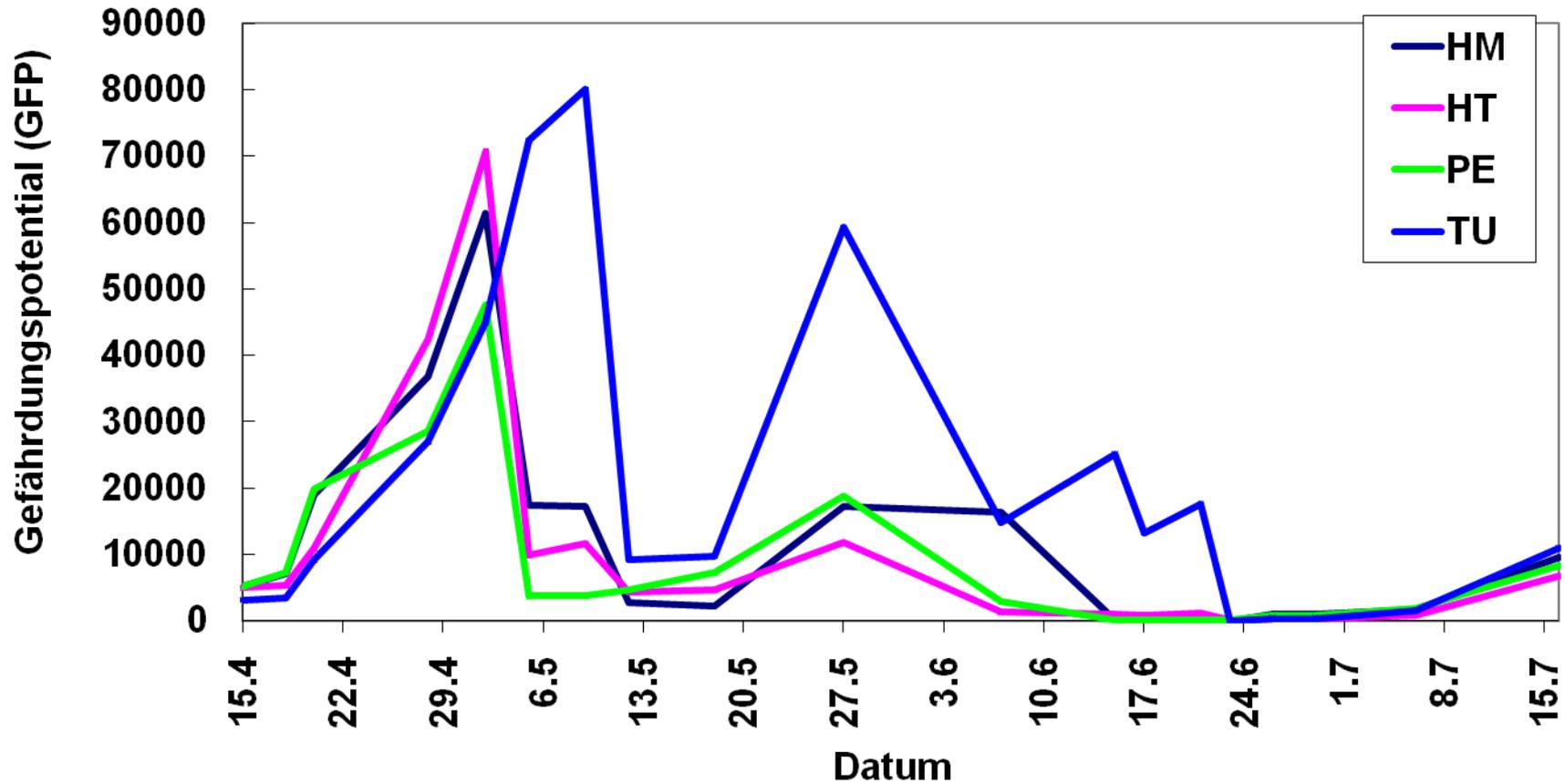


# Definition „Gefährdungspotential“ (GP)

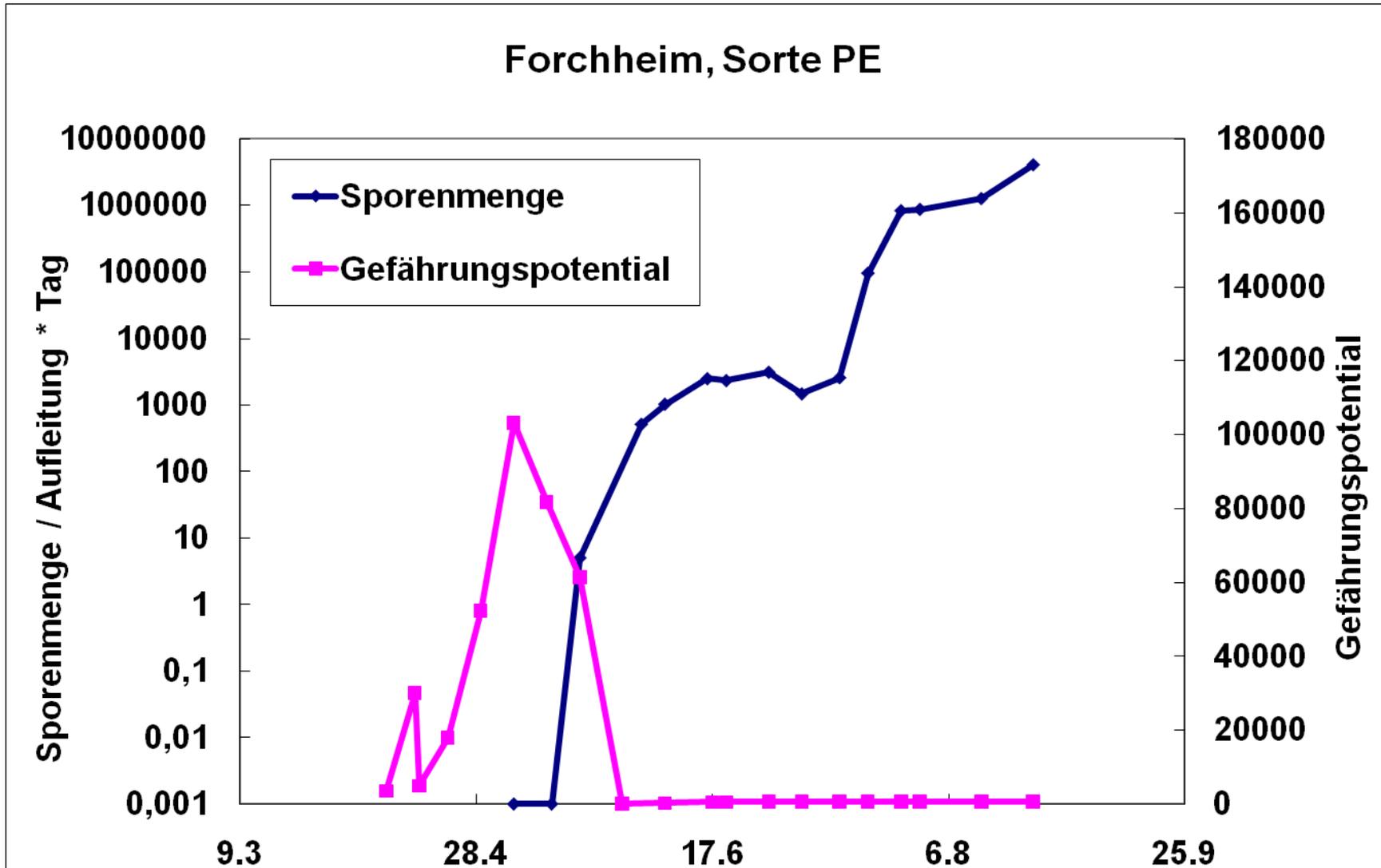




## Sortenvergleich



# Zusammenspiel: Gefährdungspotential - Sporenmenge



## 2. Zusammenfassung: Gefährdungspotential - Sporenmenge



- Infektionen nur an der 2. – 4. Blattetage; dann Altersresistenz  
**aber:** immer neue Blattetagen  
Blüten  
Doldenausbildung
- Ab Austrieb bis Mitte Juni höchste Anfälligkeit  
ab 2. Juni – Dekade im Versuch keine Blattinfektionen mehr möglich
- Bis Mitte Mai wenig Sporenproduktion  
**aber:** jede einzelne Spore führt zu Infektionen  
( wenn die Witterung passt)

## 2. Zusammenfassung: Gefährdungspotential - Sporenmenge

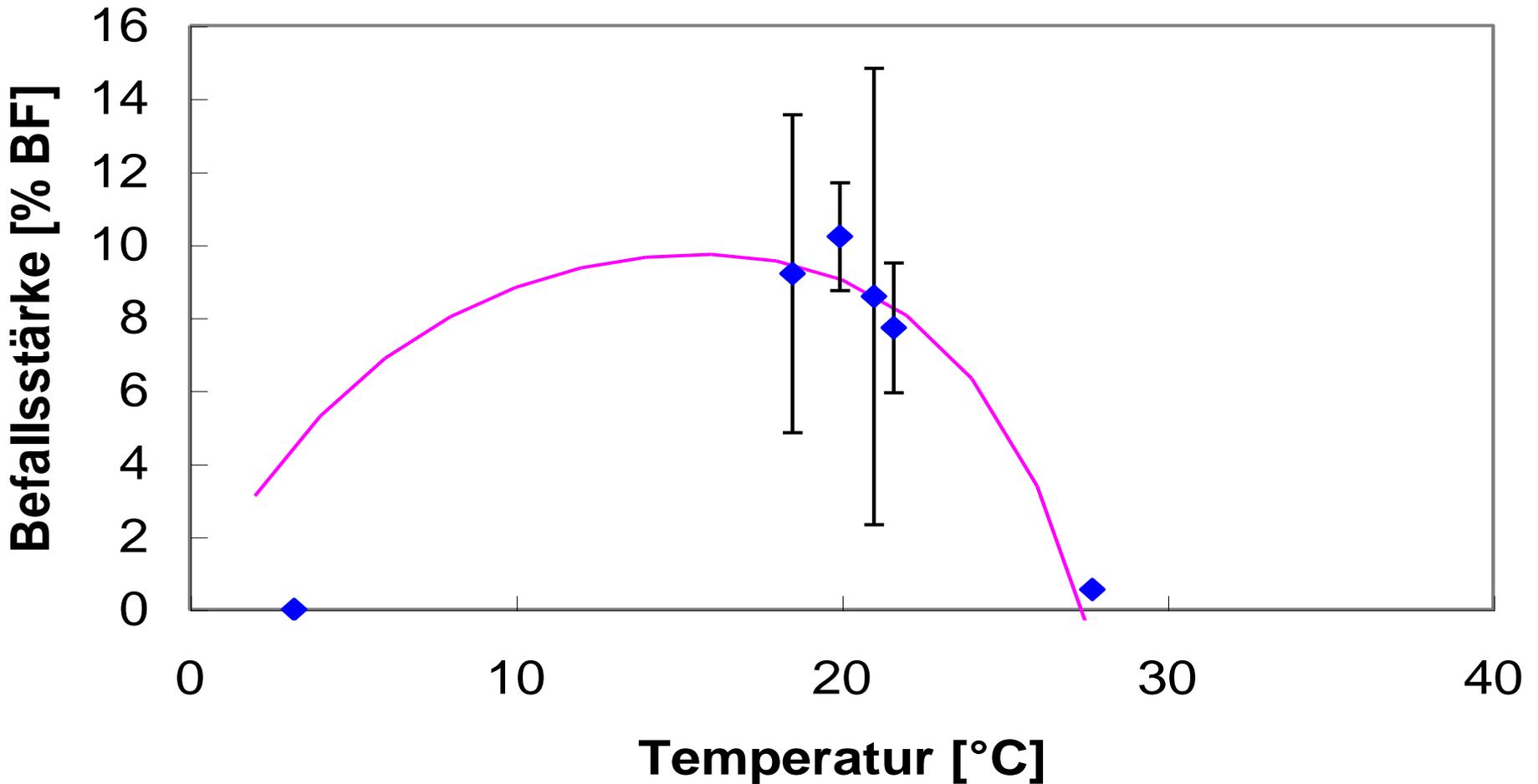


- Infektionen nur an der 2. – 4. Blattetage; dann Altersresistenz  
**aber:** immer neue Blattetagen
  - Blüten
  - Doldenausbildung
- Ab Austrieb bis Mitte Juni höchste Anfälligkeit  
ab 2. Juni – Dekate im Versuch keine Blattinfektionen mehr möglich
- Bis Mitte Mai wenig Sporenproduktion  
**aber:** jede einzelne Spore führt zu Infektionen  
( wenn die Witterung passt)
- Ab Juni Massenbildung von Sporen
  - wenig werden überleben
  - Neuinfektionen vermutlich nur noch innerhalb des Bestandes  
bzw. im Randbereich zum Nachbargarten
- Anfang September steigt das Gefährdungspotential (vermutlich) wieder an
  - Spätmehltaubefall

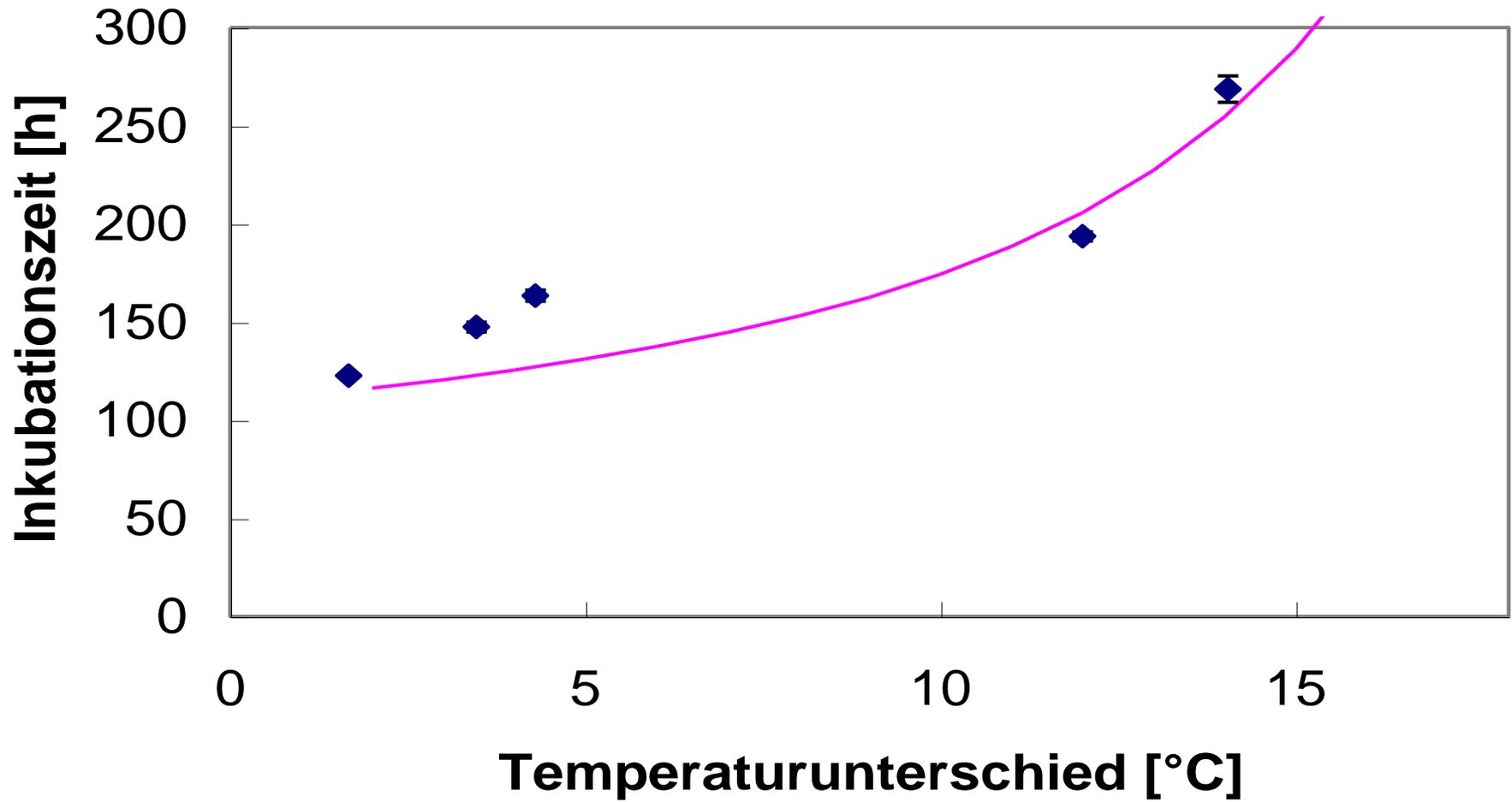
# Witterung und Infektion



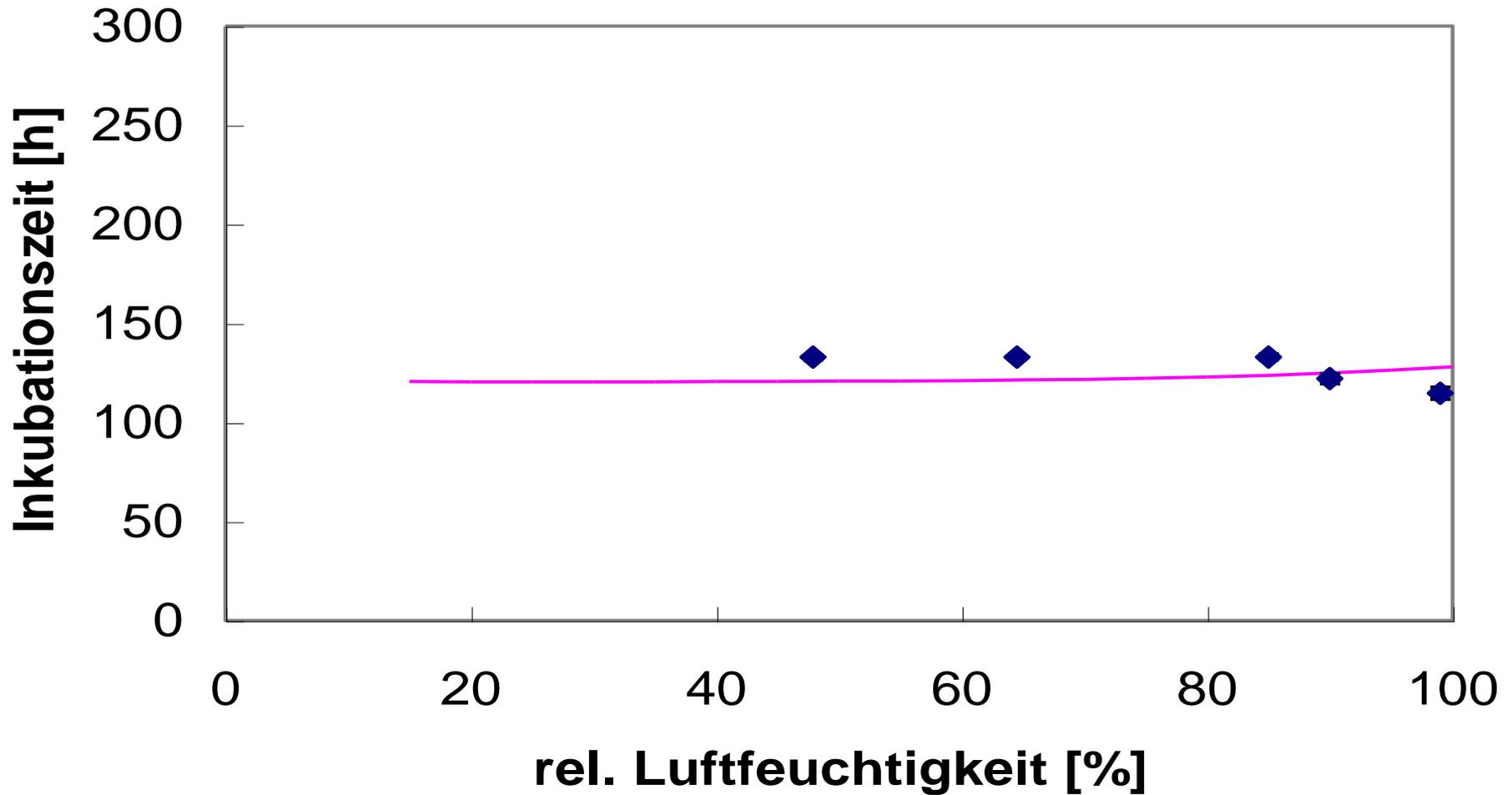
# Abhängigkeit der Befallsstärke von der Temperatur



# Abhängigkeit der Inkubationszeit vom Tag-Nacht-Unterschied (Temp.)



# Abhängigkeit der Inkubationszeit von der rel. Luftfeuchtigkeit



### 3. Zusammenfassung: Einfluss von Witterungsfaktoren



<b>sehr wichtig</b>	<b>weniger wichtig</b>	<b>ohne Bedeutung</b>
<b>Temperatur</b>	<b>Blattnässedauer</b>	<b>Rel. Luftfeuchte</b>
<b>Lichtmenge</b>	<b>Windgeschwindigkeit</b>	<b>Tageslänge</b>
<b>Tag-Nacht Differenz bei der Temperatur</b>	<b>Regenintensität</b>	<b>Tau</b>

# Anfälligkeit neu zugewachsener Blätter nach Pflanzenschutz im Freiland

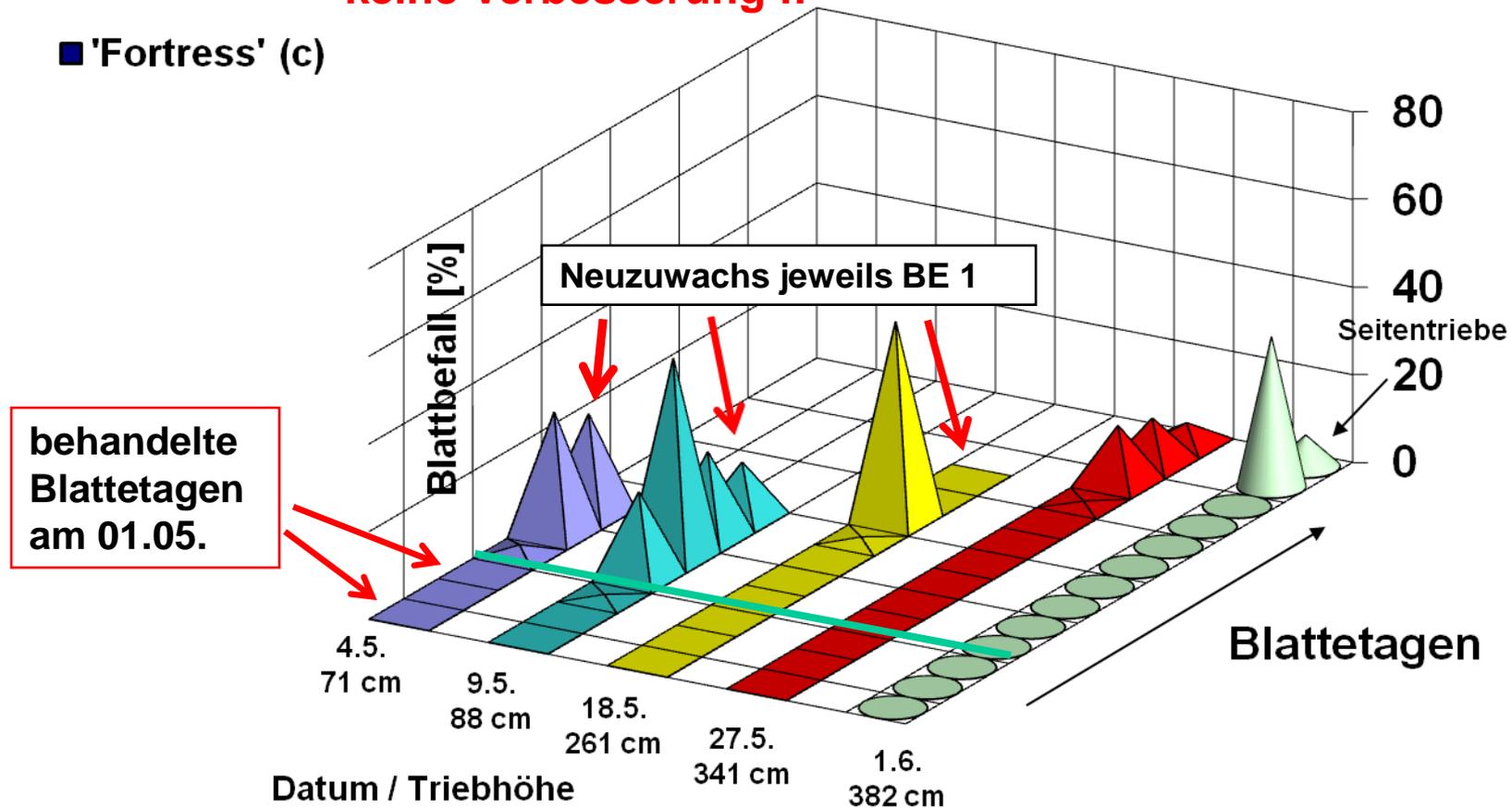


- künstliche Infektion behandelter und unbehandelter Blattetagen -

■ Quinoxifen

■ 'Fortress' (c)

**Auch bei anderen Wirkstoffen und 5-facher Konzentration - keine Verbesserung !!**





- **Neuzuwachs nach einer Spritzbehandlung ist nicht geschützt vor Neuinfektionen;**  
**unabhängig von der Wahl der derzeit zugelassenen Produkte**

**Konsequenzen:** Spritzungen abseits von Infektionszeiträumen sind ohne Wirkung !!!

**Aufgabe eines Prognosemodells :**

**Finden der Zeiträume in denen Sporen zu Neuinfektionen führen können.**



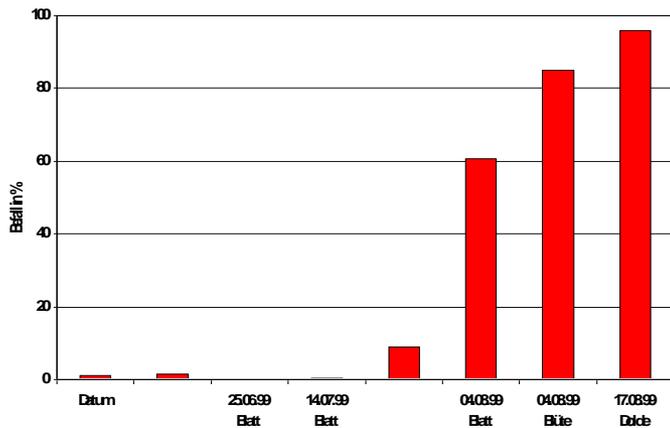
## **... und Erarbeitung eines Prognosemodells zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Hopfen**

**Bernhard Engelhard  
Stefan Schlagenhauser**

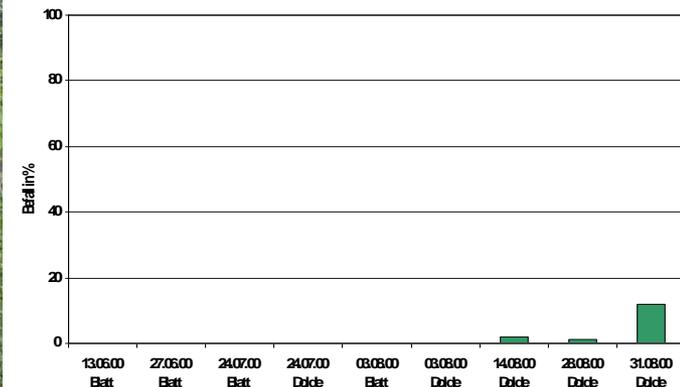
**Hopfenforschungszentrum Hüll**

# Versuchstandort Hofen, Hallertau

## Mehltaubefall 1999 in %



## Mehltaubefall 2000 in %



# Vorgaben für Auslösung eines Spritzaufrufes 2005



nach dem vorläufigen Prognosemodell zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Hopfen

## Temperatur

6.00 - 20.00 Uhr  $\varnothing > 10 \text{ }^\circ\text{C}$

21.00 - 5.00 Uhr  $\varnothing > 10 \text{ }^\circ\text{C}$

## Sonnenscheinintensität

6.00 - 20.00 Uhr  $\Sigma < 4.000 \text{ Wh/m}^2$

## Niederschlag

6.00 - 20.00 Uhr  $\Sigma > 1 \text{ mm oder}$   
 $> 5 \text{ mm in Nacht vorher}$

21.00 - 5.00 Uhr  $\Sigma > 0,1 \text{ mm oder}$   
 $> 1 \text{ mm am Tag vorher}$

Spritzaufruf, wenn zusammenhängend „fünf“ Tagesabschnitte

# Detaillierte Witterungsdaten in Zeiträumen mit wahrscheinlicher Infektion für Echten Mehltau im Hopfen



Datum	Zeit	C (min-max)		mm	Wh/m <sup>2</sup>	Wind m/sec
20.05.99	9 -20	15,8	13,0 –18,6	1,4 ( 3 Std.)	2260,9 (max 620)	0,1-0,5 (10 Std.)
	21 - 8	12,0	10,9 –12,4	2,6 (12 Std.)		0,4-1,7 (12 Std.)
21.05.99	9 -20	12,8	12,1 –13,2	17,5 (10Std)	247 (max 45)	0,7-2,4 (12 Std.)
	21 - 8	11,5	11,4 – 12,7	23,6 (5 Std.)		0,5-0,8 (7 Std.)
22.05.99	9 -20	12,5	11,7 – 13,3	1,5 (6 Std.)	943,0 (max 157)	0,1-0,8 (8 Std.)
	21 - 8	11,5	9,3 – 11,7	7,2 (6 Std.)		0,1-0,4 (6 Std.)

**Luftfeuchtigkeit:** nachts 99 %; tags 90 – 99 %, am 20.05. bis 14 unter 80%

# Vorläufiges „Mehltauproggnose-Modell“ für Hopfen Zusammenfassende Auswertung für die Hallertau -1997-



	Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin
01. Mai	Befall	01. Jun.	Befall	01. Jul.	Befall	01. Aug.	Befall
02. Mai	in %	02. Jun.	in %	02. Jul.	in %	02. Aug.	in %
03. Mai		03. Jun.		03. Jul.		03. Aug.	
04. Mai		04. Jun.		04. Jul.	0,5	04. Aug.	
05. Mai		05. Jun.		05. Jul.		05. Aug.	
06. Mai		06. Jun.		06. Jul.		06. Aug.	
07. Mai		07. Jun.		07. Jul.		07. Aug.	
08. Mai		08. Jun.		08. Jul.		08. Aug.	
09. Mai		09. Jun.		09. Jul.		09. Aug.	
10. Mai		10. Jun.		10. Jul.		10. Aug.	
11. Mai		11. Jun.		11. Jul.		11. Aug.	31
12. Mai		12. Jun.		12. Jul.		12. Aug.	
13. Mai		13. Jun.		13. Jul.		13. Aug.	
14. Mai		14. Jun.		14. Jul.		14. Aug.	
15. Mai		15. Jun.		15. Jul.		15. Aug.	
16. Mai		16. Jun.		16. Jul.	0,7	16. Aug.	
17. Mai		17. Jun.		17. Jul.		17. Aug.	
18. Mai		18. Jun.		18. Jul.		18. Aug.	
19. Mai		19. Jun.		19. Jul.		19. Aug.	
20. Mai		20. Jun.	0,1	20. Jul.		20. Aug.	
21. Mai		21. Jun.		21. Jul.		21. Aug.	
22. Mai		22. Jun.		22. Jul.		22. Aug.	
23. Mai		23. Jun.		23. Jul.		23. Aug.	
24. Mai		24. Jun.		24. Jul.		24. Aug.	
25. Mai		25. Jun.		25. Jul.		25. Aug.	92%
26. Mai		26. Jun.		26. Jul.		26. Aug.	
27. Mai		27. Jun.		27. Jul.		27. Aug.	
28. Mai		28. Jun.		28. Jul.	0,7	28. Aug.	
29. Mai		29. Jun.		29. Jul.		29. Aug.	
30. Mai		30. Jun.		30. Jul.		30. Aug.	
31. Mai				31. Jul.		31. Aug.	

- In Praxis war erstmals starker Mehltaubefall und Spätmehltaubefall aufgetreten
- Das Modell hat (nachträglich berechnet) 3 Spritzaufrufe aus-gelöst
- Mit 3 Spritzungen konnte der Befall im Versuch von 97 % auf 1,7 % vermindert werden
- Die Spritztermine waren (zufällig) 4 – 6 Tage nach den Aufrufen !

Mehr Erfolg kann man sich nicht wünschen !

# Vorläufiges „Mehltauprognose-Modell“ für Hopfen Zusammenfassende Auswertung für die Hallertau -1999-



	Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin		Spritz- aufruf -termin
01. Mai	Befall	01. Jun.	Befall	01. Jul.	Befall	01. Aug.	Befall
02. Mai	in %	02. Jun.	in %	02. Jul.	in %	02. Aug.	in %
03. Mai		03. Jun.		03. Jul.		03. Aug.	
04. Mai		04. Jun.		04. Jul.		04. Aug.	9
05. Mai		05. Jun.		05. Jul.		05. Aug.	
06. Mai		06. Jun.		06. Jul.		06. Aug.	
07. Mai		07. Jun.		07. Jul.		07. Aug.	
08. Mai		08. Jun.		08. Jul.		08. Aug.	
09. Mai		09. Jun.		09. Jul.		09. Aug.	
10. Mai		10. Jun.		10. Jul.		10. Aug.	
11. Mai		11. Jun.		11. Jul.		11. Aug.	
12. Mai		12. Jun.		12. Jul.		12. Aug.	
13. Mai		13. Jun.		13. Jul.		13. Aug.	
14. Mai		14. Jun.		14. Jul.	1,6	14. Aug.	
15. Mai		15. Jun.		15. Jul.		15. Aug.	
16. Mai		16. Jun.		16. Jul.		16. Aug.	
17. Mai		17. Jun.		17. Jul.		17. Aug.	61
18. Mai		18. Jun.		18. Jul.		18. Aug.	
19. Mai		19. Jun.		19. Jul.		19. Aug.	
20. Mai		20. Jun.		20. Jul.		20. Aug.	
21. Mai		21. Jun.		21. Jul.		21. Aug.	
22. Mai		22. Jun.		22. Jul.		22. Aug.	
23. Mai		23. Jun.		23. Jul.		23. Aug.	
24. Mai		24. Jun.		24. Jul.		24. Aug.	
25. Mai		25. Jun.	1,1	25. Jul.		25. Aug.	85
26. Mai		26. Jun.		26. Jul.		26. Aug.	
27. Mai	!!!	27. Jun.		27. Jul.		27. Aug.	
28. Mai		28. Jun.		28. Jul.		28. Aug.	
29. Mai		29. Jun.		29. Jul.		29. Aug.	
30. Mai		30. Jun.		30. Jul.		30. Aug.	
31. Mai		31. Jun.		31. Jul.		31. Aug.	

- In Praxis bereits um den 20. Mai, im Versuch am 27. Mai erste Pusteln
- Bisher stärkster Mehltau in der Hallertau
- Trotz 4 Spritzungen, **100% Befall !**
- Das „Fünfer-Modell“ hat am 12. und 22. Mai richtig angesprochen und die Erstinfektion angezeigt
- Auch die Hauptinfektion im Juli wurde richtig erkannt
- Die Spritzungen im Versuch lagen weit entfernt von den Aufrufen

Das „Fünfer-Modell“ hätte (nachträglich) in diesem extremen Jahr zu richtigen Spritzempfehlungen geführt

# Freilandversuche zur Überprüfung der Prognosemodelle (1)



Jahr	Beteiligung am Praxistest	Praxisversuche mit „Null-Parzelle“	Anzahl Spritzaufrufe	Bemerkungen
2003	36 Betriebe	-	0	kein Mehltau
2004	28 Betriebe	8	3	
2005	35 Betriebe	8	3	
2006	43 Betriebe	8	2	

**Dank an die Betriebsleiter für den Mut mitzumachen**

**In Versuchspartzen mit Spritzung nach Prognose-Aufruf musste von 2003 bis 2008 noch keine Entschädigung bezahlt werden.**

# Freilandversuche zur Überprüfung der Prognosemodelle (2)

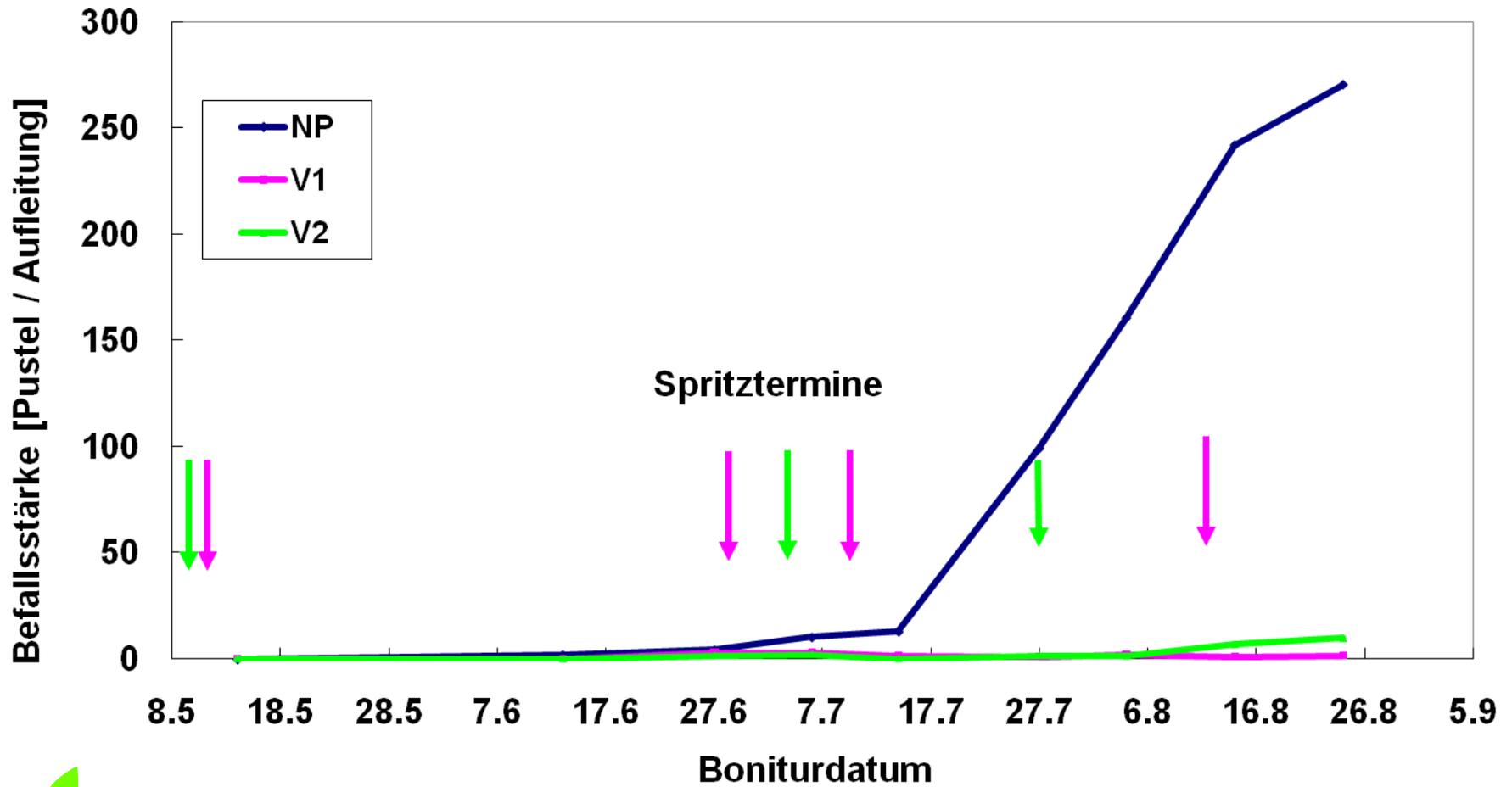


Jahr	Beteiligung am Praxistest	Praxisversuche mit „Null-Parzelle“	Versuchsvarianten	Sorten/Aufrufe
2007	36 Betriebe	11 (5x HM, 2x TU, 2x PE, 2x HT)	V1 = „vorl. Modell“ V2 = „vorl. Modell“ 3-5 Tage spät.	HM/TU = 4 Aufr. PE/HT = 2 Aufr.
2008				
2009				

# Standort 2007 mit dem stärksten Mehлтаubefall



## Befallsstärke Reitersberg TU (alle Parzellen)



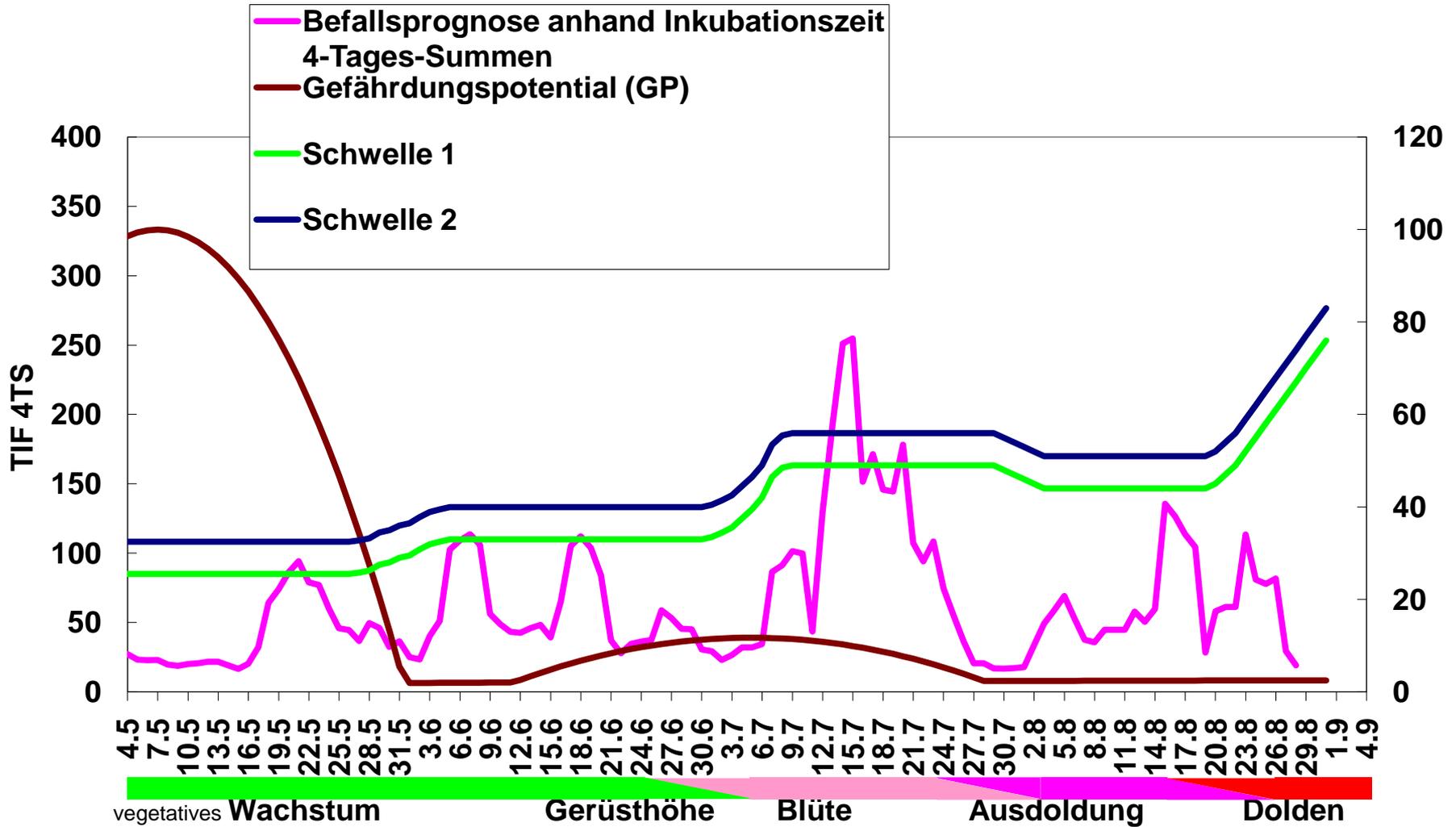
# Freilandversuche zur Überprüfung der Prognosemodelle (2)



Jahr	Beteiligung am Praxistest	Praxisversuche mit „Null-Parzelle“	Versuchsvarianten	Sorten/Aufrufe
2007	36 Betriebe	11 (5x HM, 2x TU, 2x PE, 2x HT)	V1 = „5er-Modell“ V2 = „6er-Modell“	HM/TU = 4 Aufr. PE/HT = 3 Aufr.
2008	30 Betriebe	11 (wie 2007)	V1 = neu V2 = letzte Spritz. Mitte Juni V3 = vorläufig. M.	alle 2 Aufrufe alle 2 Aufrufe alle 2 Aufrufe

V1 und V3 jeweils mit Bekämpfungsschwellen für anfällige und weniger anfällige Sorten

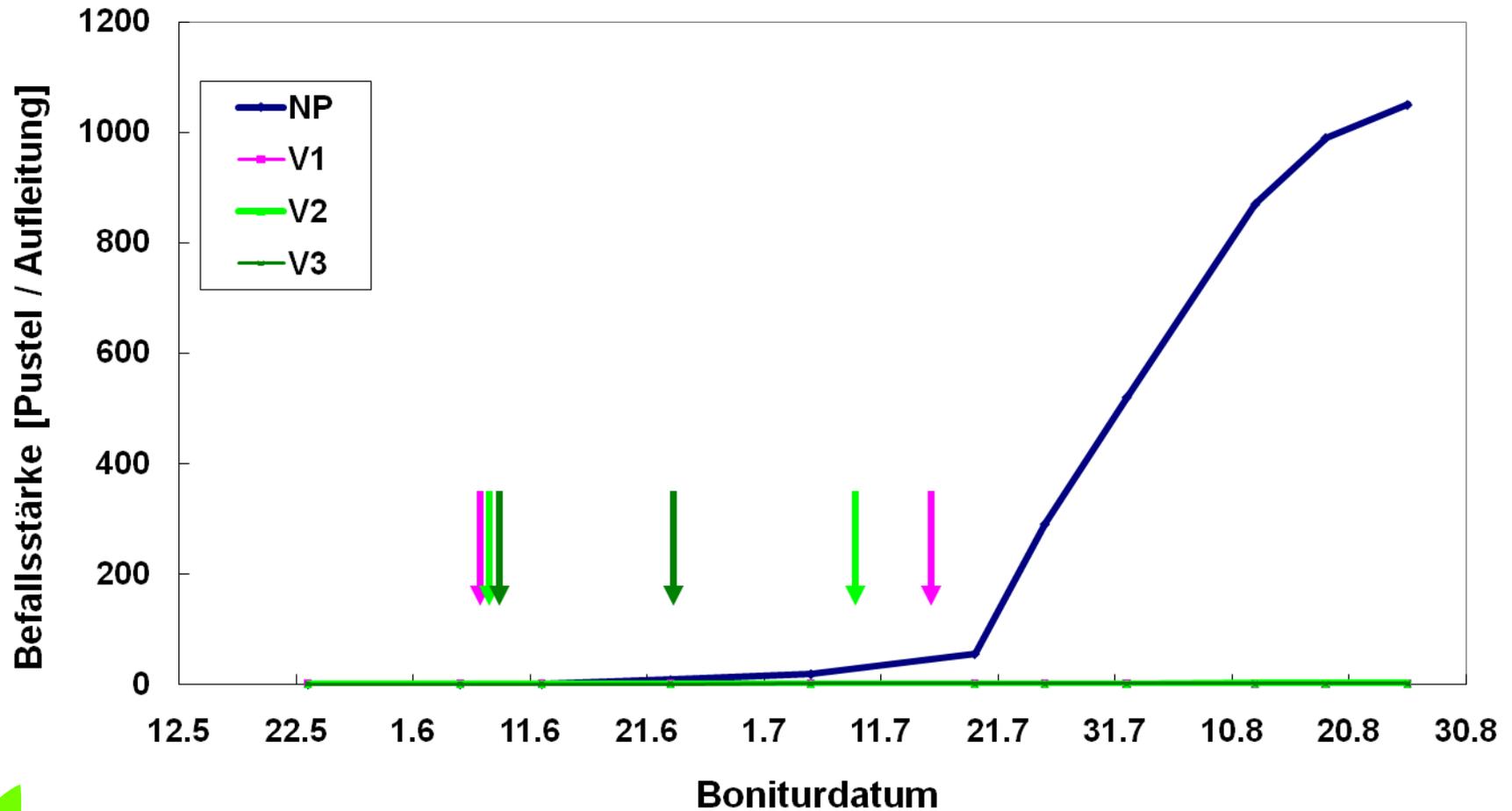
# Witterungsgestützte Befallsprognose 2008



# Standort 2008 mit dem stärksten Mehлтаubefall



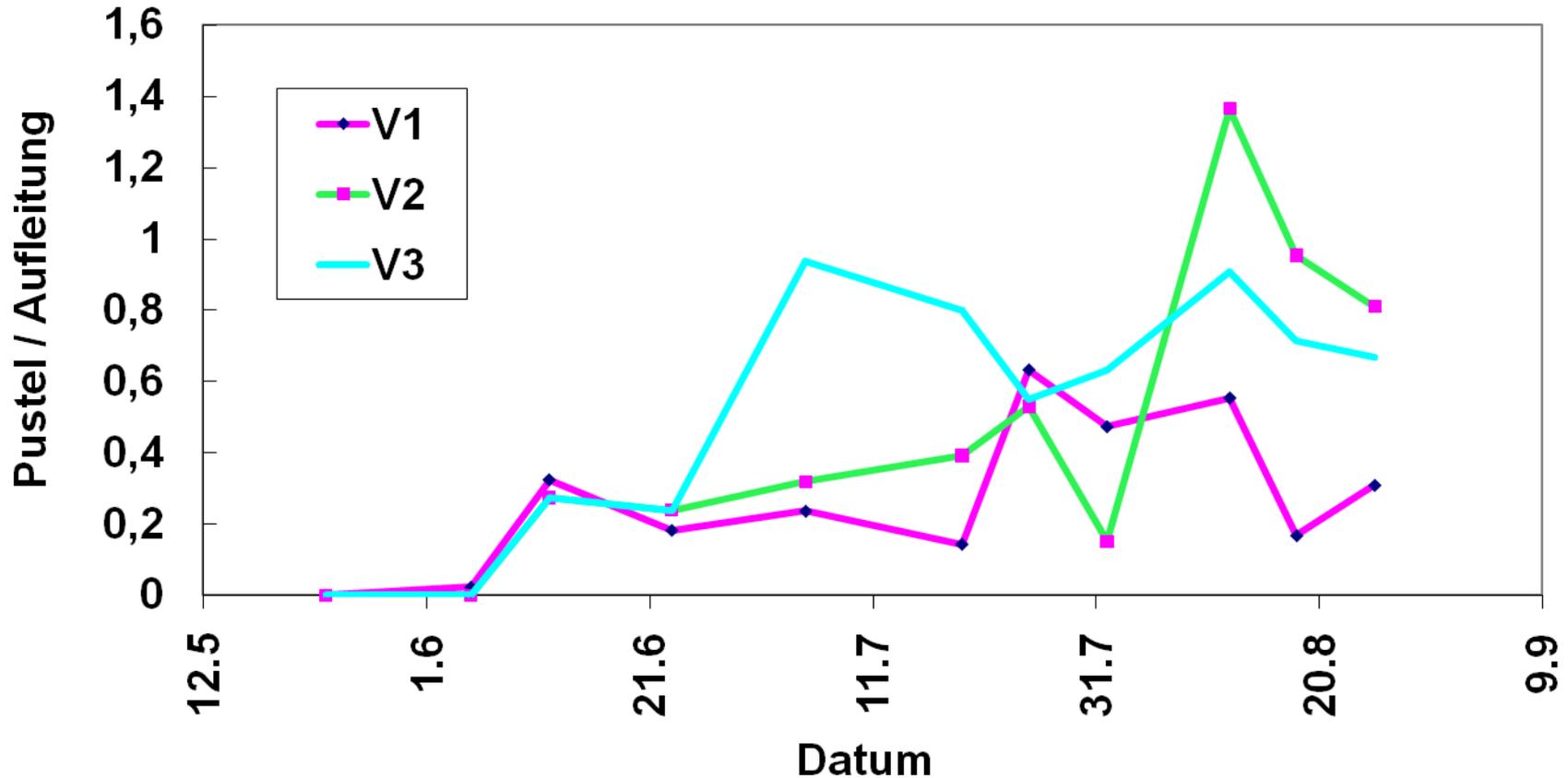
## Befallsstärke Reitersberg TU (alle Parzellen)



# Standort 2008 mit dem stärksten Befall



## Reitersberg Parzellenvergleich



# Freilandversuche zur Überprüfung der Prognosemodelle (3)



Jahr	Beteiligung am Praxistest	Praxisversuche mit „Null-Parzelle“	Versuchsvarianten	Sorten/Aufrufe
2007	36 Betriebe	11 (5x HM, 2x TU, 2x PE, 2x HT)	V1 = „5er-Modell“ V2 = „6er-Modell“	HM/TU = 4 Aufr. PE/HT = 3 Aufr.
2008	30 Betriebe	11 (wie 2007)	V1 = neu V2 = letzte Spritz. Mitte Juni V3 = vorläufig. M.	alle 2 Aufrufe alle 2 Aufrufe alle 2 Aufrufe
2009	Allgemeine Prognose über Ringfax	11 (wie 2007)	V1 = neu V2 = „Spielwiese“ V3 = vorläufig. M.	

V1 und V3 jeweils mit Bekämpfungsschwellen für anfällige und weniger anfällige Sorten



- Die bisher empirisch erarbeiteten Daten für ein „vorläufiges Mehltau – Prognosemodell“ wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes (finanziert über die BLE durch das BMELV ) nach wissenschaftlichen Methoden überarbeitet
- Die Daten wurden zu einer „**witterungsgestützten Befallsprognose**“ verrechnet; erstmals für die Vegetation 2008
- Die ausgelösten Spritzaufrufe nach dem
  - „vorläufigen Prognosemodell „ und der
  - „witterungsgestützten Befallprognose“stimmen sehr gut überein.
- In Praxisversuchen wird das „vorläufige Prognosemodell“ seit 2003 und das „witterungsgestützte Befallsmodell“ seit 2008 getestet
- Rückwirkende Berechnungen an sieben agrarmeteorologischen Meßstationen in der Hallertau bestätigen den Zusammenhang zwischen Spritzaufrufen nach Modell und dem Mehltauvorkommen in Praxis



- Von größter Bedeutung ist die Bekämpfung der Erstinfektion
  
- **2009 werden**
  - die Modelle weiter in Praxisversuchen (Vergleich mit unbehandelten Parzellen) geprüft und
  - gleichzeitig werden  
„Empfehlungen zur Mehltaubekämpfung in Praxisbeständen“ über Ringfax herausgegeben.
  
- Es würde sich lohnen, wenigsten einen Teilbereich eines Hopfengartens nach diesen Empfehlungen gegen Mehltau zu behandeln