

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 135

Oktober 1969



**Die Anfälligkeit verschiedener Gramineen gegen
Cercospora herpotrichoides Fron im Hinblick
auf die Fruchtfolgezusammenhänge bei der
Halmbruchkrankheit des Weizens**

Von

Dr. Peter Hartz

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten,
Kiel-Kitzeberg

Berlin 1969

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstr. 44-47 (Westberlin)

Inhaltsübersicht

I. Allgemeiner Teil	5
1. Geschichtlicher Überblick	5
2. Problemstellung	5
3. Arbeitsmaterial	6
4. Befallsauswertung	7
II. Experimenteller Teil	8
1. Befallsermittlung an verschiedenen Gramineen nach Sprühinfektion	8
2. Befallsermittlung an verschiedenen Gramineen nach Infektion durch Stop- pelaufgabe	13
3. Untersuchungen über den Einfluß äußerer Bedingungen auf den <i>Cercospora-</i> <i>rellae</i> -Befall an verschiedenen Gramineen	15
4. Untersuchungen zur Übertragung von <i>C. herpotrichoides</i> durch verschiedene Gramineenstoppeln	16
5. Ermittlung des Sporulationsvermögens von <i>C. herpotrichoides</i> an verschie- denen Gramineenstoppeln	19
6. Untersuchungen über die Bedeutung des „Infektionsdruckes“ von <i>C. her-</i> <i>potrichoides</i> für den Befall an verschiedenen Gramineen	30
III. Diskussion der Ergebnisse	34
IV. Zusammenfassung	35
V. Summary	36
VI. Literaturverzeichnis	39

I. Allgemeiner Teil

1. Geschichtlicher Überblick

Der Pilz *Cercosporrella herpotrichoides* Fron wurde im Jahre 1922 von Fron entdeckt und beschrieben. Als Erreger der Halmbruchkrankheit beim Getreide wurde er aber erst wesentlich später erkannt. Noch in den 20er Jahren bezeichnen Foex und Rosella einen Pilz, den sie von fußkranken Pflanzen isolierten, als „Champignon X“. Bis 1931 blieb es eine reine Vermutung, daß dieser „Pilz X“ mit *C. herpotrichoides* identisch sei.

Die Identifizierung des „Champignon X“ als *C. herpotrichoides* glückte erst 1931, dann aber auch von mehreren Autoren etwa zur gleichen Zeit (Moritz u. Bockmann 1933, Schaffnit 1933). Der Grund dafür, daß der Pilz so lange unerkannt blieb, liegt darin, daß er unter Laborbedingungen und auf gewöhnlichen Nährböden nur sehr schwer zum Fruchten zu bringen ist. In der Folgezeit — nachdem bekannt geworden war, daß niedrige Temperaturen die Sporulation begünstigen, beziehungsweise überhaupt erst ermöglichen — stellte es sich heraus, daß *C. herpotrichoides* imstande ist, sogar ungeheuer große Mengen von Konidien zu bilden (Bockmann 1936; Bruehl u. Nelson 1964; Chang, E-Wa Pang u. Tyler 1964; Cox u. Cook 1962; Macer 1961; Ponchet 1959; Salt 1953).

Mit Hilfe der Konidien sind von zahlreichen Autoren künstliche Infektionen mit Erfolg durchgeführt worden. Sie erbrachten vor allem Klarheit über den Wirtspflanzenkreis des Pilzes. Wir wissen heute, daß die Halmfrüchte Weizen, Gerste und Roggen anfällig sind, während die Blattfrüchte¹⁾ nicht befallen werden. Aus diesem Grund treten Schäden durch die Halmbruchkrankheit immer dann auf, wenn anfällige Getreidearten in enger Folge auf dem gleichen Feld wiederkehren, ohne daß durch Blattfrüchte ein genügend langes Anbauintervall geschaffen wird. Für die zuerstgenannten ist dabei zu bemerken, daß der Weizen die weitaus empfindlichste Halmfrucht ist, und daß die Schäden am stärksten sind, wenn in einer engen Getreidefolge der Weizen den Hauptanteil an der Getreidefläche einnimmt (Bockmann 1939, 1951, 1952, 1962, 1964; Boehncke 1966; Boguslawski u. Debruck 1966; Dickens 1964; Diercks 1962; Dolling u. Batts 1960; Glynn 1957, 1959; Großmann u. Fuchs 1959; Kämpf 1966; Lange-de la Camp 1960, 1964, 1966 b; Pedersen u. Jørgensen 1964; Rademacher 1954; Salt 1959; Schönbrunner 1956; Storey 1947; Zogg 1959).

2. Problemstellung

Die praktischen Erfahrungen über den Einfluß der Fruchtfolge auf das Auftreten der Halmbruchkrankheit sind insofern einheitlich, als die anfälligen Getreidearten Weizen, Gerste und Roggen an einem kurzfristig nachgebauten Weizen fast regelmäßig stärkere Schäden verursachen, wenn nicht bestimmte Kulturmaßnahmen angewendet werden, welche den Befall zurückhalten, beispielsweise Spät-

¹⁾ Im landwirtschaftlichen Sprachgebrauch werden die Getreidearten als Halmfrüchte und alle Kulturen, die keine Gramineen sind, als Blattfrüchte bezeichnet. Diese Ausdrucksweise wird hier beibehalten.

saat bei Winterweizen (Bockmann 1936, 1952, 1962 b; Foex u. Rossella 1933; Weigert u. Weizel 1933/1934). Die nichtanfälligen Blattfrüchte vermindern diese Gefahr aber von vornherein, weil sie dem Pilz keine Gelegenheit geben, sich zu vermehren. Die Bodenverseuchung wird dabei um so mehr zurückgedrängt, je länger die Einschaltung der Blattfrüchte andauert. Es müssen zwei Jahre als Mindestzeit angesehen werden, wenigstens im Hinblick auf praktische Belange. Besser ist es noch, wenn drei Jahre lang keine anfälligen Kulturen angebaut werden (Bockmann 1952).

In diesem Zusammenhang ist es eine praktisch sehr bedeutungsvolle Frage, wie der Hafer und andere Gramineen als Weizenvorfrüchte zu bewerten sind. Nach Fruchtfolgeerhebungen von Bockmann (1962 b), die sich über mehr als zehn Jahre erstreckten, sind sie mit den Blattfrüchten auf eine Stufe zu stellen. Das bedeutet, daß *Avena sativa* und andere Gramineen das Auftreten der Halmbruchkrankheit am Weizen nicht begünstigen (Bockmann u. Knoth 1965; Rademacher 1954).

Zu dieser Feststellung steht aber im Widerspruch, daß von verschiedenen Autoren, sowohl bei Hafer als auch bei mehreren anderen Gramineen, eine gewisse Anfälligkeit gegen *C. herpotrichoides* nachgewiesen worden ist (Bockmann 1933, 1962 b; Cunningham 1965; Diercks 1962; Lange-de la Camp 1957, 1966 a; Sprague 1934, 1937). Da diese Ergebnisse ebenso wenig in Zweifel gezogen werden können wie die vorgenannten gegenteiligen Erfahrungen aus praktischen Fruchtfolgen, müssen außer der reinen Anfälligkeit der Vorfrüchte noch andere epidemiologische Faktoren für die Übertragung der Krankheit auf die Nachfrucht mitbestimmend sein. Diesen Zusammenhängen nachzugehen, war die Hauptaufgabe der vorliegenden Arbeit.

3. Arbeitsmaterial und Untersuchungsmethoden

a) Versuchspflanzen

Als Bezugspflanze diente in allen Fällen der Weizen (*Triticum aestivum*), der dafür bekannt ist, daß er nicht nur zu den gegen *C. herpotrichoides* anfälligen Getreidearten zählt, sondern auch die weitaus empfindlichste Halmfrucht ist.

Als zweite Versuchsfrucht diente der Hafer (*Avena sativa*). Er ist in bezug auf Anfälligkeit gegen *C. herpotrichoides*, beziehungsweise in bezug auf die Ansteckung eines nachfolgenden Weizens, einstweilen noch eine umstrittene Getreideart.

Aus der Gruppe der Nutzgräser wurden folgende Arten berücksichtigt:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| a) <i>Dactylis glomerata</i> L. | Deutsches Weidelgras |
| b) <i>Lolium perenne</i> L. | Italienisches Raygras |
| c) <i>Lolium multiflorum</i> | Wiesen-Rispengras |
| d) <i>Poa pratensis</i> L. | Knaulgras |

Aus der Gruppe der Ungräser waren es folgende:

- | | |
|----------------------------------------|------------------------|
| a) <i>Agropyron repens</i> (L.) P. B. | Quecke |
| b) <i>Apera spica venti</i> (L.) P. B. | Windhalm |
| c) <i>Avena fatua</i> L. | Flughafener |
| d) <i>Poa annua</i> L. | Einjähriges Rispengras |
| e) <i>Alopecurus myosuroides</i> Huds | Ackerfuchsschwanz |

Die genannten Pflanzenarten wurden entweder im Gewächshaus, in der Vegetationshalle oder im Freien ausgesät. Es fand stets nichtsterilisierter Versuchsboden Verwendung.

b) Infektionsmethoden

Die bevorzugte Infektionsmethode bei *C. herpotrichoides* bestand in dem Versprühen von Konidienaufschwemmungen an die auf Anfälligkeit zu prüfenden Pflanzen. Bei Versuchen, die im Freien standen, wurden auch befallene Stoppelreste verwendet, die auf die Bodenoberfläche ausgelegt wurden. Hier blieb es dem Regen überlassen, für die Verbreitung der Sporen zu sorgen. Die Anwendung der einen oder anderen Infektionsmethode richtete sich nach der jeweiligen Fragestellung. Wenn die Anfälligkeit der verschiedenen Pflanzenarten zu prüfen war, wurde die zuerst genannte Methode bevorzugt. Wenn aber der Einfluß auf den Befall eines nachgebauten Weizens festgestellt werden sollte, wurde ausschließlich mit Stoppelaufgabe gearbeitet.

4. Befallsauswertung

Die Auswertung des Befalls mit *C. herpotrichoides* erfolgte nach der Ausprägtheit des Schadbildes an den Blattscheiden und unteren Halminternodien. Die infizierten Pflanzen wurden zunächst nach „gesund“ und „krank“ getrennt gezählt. Bei den zuletzt genannten wurde dann zusätzlich noch zwischen „schwach befallen“ und „schwer befallen“ unterschieden, so daß die Gesamtauswertung ein Zahlenverhältnis von

„schwer befallen (+ +)
 schwach befallen (+)
 und nicht befallen (—)“

ergab. Aus der prozentualen Verteilung der ausgewerteten Pflanzen auf diese drei Gruppen ließ sich ein einziger Befallswert errechnen. Dafür haben Fuchs und Großmann (1960) sowie Bockmann (1963) folgende Möglichkeiten vorgeschlagen:

Befallsindex nach Fuchs und Großmann (1960):

Die schwerkranken Pflanzen werden doppelt, die schwachkranken einfach gewertet. Die Summe wird durch 100 geteilt.

Befallswert in ‰ nach Bockmann (1963):

Die schwachkranken Pflanzen werden zur Hälfte den gesunden und zur Hälfte den schwerkranken hinzugerechnet. Die zweite Summe, auf 100 Pflanzen umgerechnet, stellt den Befallswert in ‰ dar.

Um bei der Befallsbonitur noch geringere Unterschiede erfassen zu können, wurde in unseren Untersuchungen häufig an Stelle einer dreistufigen eine sechsstufige Befallsauswertung angewendet. Die Skala reicht dann von 0–5 und war wie folgt aufgebaut:

Befallsgrad:

- 0: Halm zeigt keine Krankheitssymptome, ist völlig gesund.
- 1: Halm zeigt leichte Bräunungen, die aber nicht immer eindeutig auf *Cercospora*-Befall beruhen.
- 2: Halm zeigt kleine, aber deutliche Augenflecke, die eindeutig *Cercospora* als Ursache haben.
- 3: Bräunungen und Augenflecke treten gehäuft am Halm auf und bedecken den halben Halmumfang.
- 4: Bräunungen und Augenflecken bedecken fast den gesamten Halm (Basis). Dieser ist aber noch nicht ganz vermorscht, sondern steht noch aufrecht.
- 5: Gesamter Halmumfang ist von Bräunungen und Augenflecken bedeckt. Halm ist vermorscht und meist schon umgeknickt.

II. Experimenteller Teil

1. Befallsermittlung an verschiedenen Gramineen nach Sprühinfektionen.

Die Anfälligkeit von Weizen, Hafer und verschiedenen Nutz- und Ungräsern wurde 1964 und 1965 in drei Gewächshausversuchen geprüft. Die Versuchsdaten und -ergebnisse sind in der Tab. 1 enthalten.

Tab. 1. *Cercospora*-Befall in % an 12 Gramineen in 4 Versuchen (Gewächshaus)

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Aussaat:	2. 3. 1964	11. 2. 1965	20. 4. 1965	11. 11. 1964
Infektion:	1. 4. 1964	11. 3. 1965	10. 5. 1965	17. 12. 1964
Befallsauswertung:	21. 5. 1964	28. 4. 1965	7. 8. 1965	10. 4. 1965
Weizen	88,0	73,0	48,3	—
Hafer	10,0	45,0	23,1	—
<i>Agropyron repens</i>	3,0	17,0	6,3	36,0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	8,0	'	'	'
<i>Apera spica venti</i>	24,0	7,0	22,0	35,5
<i>Avena fatua</i>	'	64,3	10,5	73,7
<i>Bromus inermis</i>	4,0	8,0	15,2	2,8
<i>Dactylis glomerata</i>	26,0	2,0	5,0	14,1
<i>Lolium multiflorum</i>	'	8,0	4,8	37,5
<i>Lolium perenne</i>	6,0	14,0	10,0	31,0
<i>Poa annua</i>	0,0	2,0	5,0	7,6
<i>Poa pratensis</i>	28,0	25,0	0,6	30,0

' = kein Ausgang

In den Gewächshausversuchen wurde an sämtlichen geprüften Gramineen Befall erzielt. Der Weizen war aber in allen Fällen am stärksten erkrankt. Bei den übrigen Pflanzenarten war der Befall geringer.

In Versuch 4 der Tab. 1 hatten die „rispenbildenden“ Gramineen einen deutlich niedrigeren Befallsgrad als die „ährenbildenden“. Indessen machen die beiden Ungräser *A. spica venti* und *A. fatua* eine Ausnahme. Die möglichen Gründe werden später erörtert (s. S. 15–16). Sonst aber dürfte es nicht weiter überraschend sein, wenn solche Gräser stärker von *C. herpotrichoides* befallen werden, die dem Weizen phylogenetisch näherstehen und weniger stark solche, die dem Hafer als einer weniger anfälligen Getreideart verwandt sind. In weiteren Versuchen wurden zwei „ährentragende“ Gramineen, Weizen und *Lolium perenne* und zwei „rispentragende“ Hafer und *Poa pratensis* für sich auf Anfälligkeit geprüft. Die Ergebnisse enthält Tab. 2.

Tab. 2. *Cercospora*-Befall in % an 4 Gramineen in 4 Versuchen (Vegetationshalle)

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Aussaat:	14. 5. 1964	14. 5. 1964	25. 4. 1964	25. 4. 1964
Infektion:	29. 5. 1964	29. 5. 1964	19. 5. 1964	19. 5. 1964
Befallsauswertung	15. 7. 1964	15. 7. 1964	20. 7. 1964	20. 7. 1964
Weizen	46,0	58,2	81,3	91,9
Hafer	8,2	23,6	39,5	69,6
<i>Lolium perenne</i>	5,0	25,3	16,4	40,0
<i>Poa pratensis</i>	0,0	0,0	0,0	6,9

Aus den Versuchsergebnissen geht zunächst wieder hervor, daß der Weizen im Krankheitsgrad eindeutig an erster Stelle steht, daß die übrigen Pflanzenarten aber auch anfällig sind, wobei der Hafer in 2 Fällen und *L. perenne* in einem Fall einen relativ hohen Befallswert erreichten.

Die Wirkung der Sprühinfektion am Weizen ist in Abb. 1 bis 4 dargestellt. Sie besteht in einer starken Vergilbung der Pflanzen im Jugendstadium (Abb. 1), beziehungsweise im Auftreten des krankhaften Halmbruchs nach dem Ährenschieben (Abb. 2). Derartige Infektionswirkungen konnten bei den anderen Pflanzen in keinem Falle erzeugt werden. Abb. 3 zeigt einen geöffneten Halm vom Weizen, in dem sich Myzel von *C. herpotrichoides* befindet. Auf der linken Seite ist eine Einsenkung im Halmgewebe deutlich zu erkennen, die später zum Halmbruch führt. Abb. 5 zeigt eine mikroskopische Aufnahme von der Blattscheide aus der unteren Halmpartie des Weizens. Die Verfärbung wurde durch den Befall von *C. herpotrichoides* hervorgerufen.



Abb. 1: *Cercospora*-Befall an jungen Weizenpflanzen durch Sprühinfektion
Links: Infektion, rechts: Kontrolle

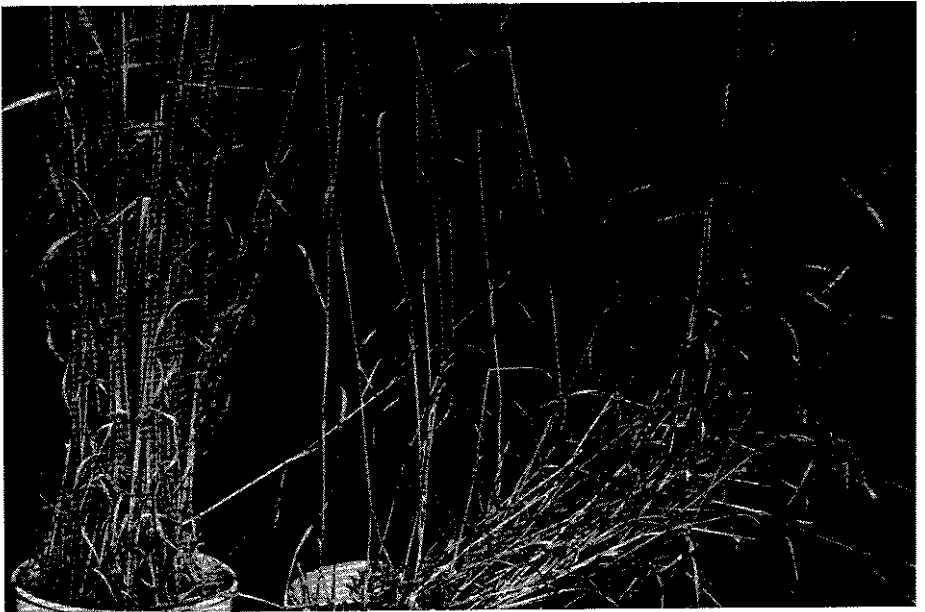


Abb. 2: *Cercospora*-Befall an Weizen zur Zeit der Reife (Sprühinfektion)
Links: Kontrolle, rechts: Infektion mit Halmbruch.

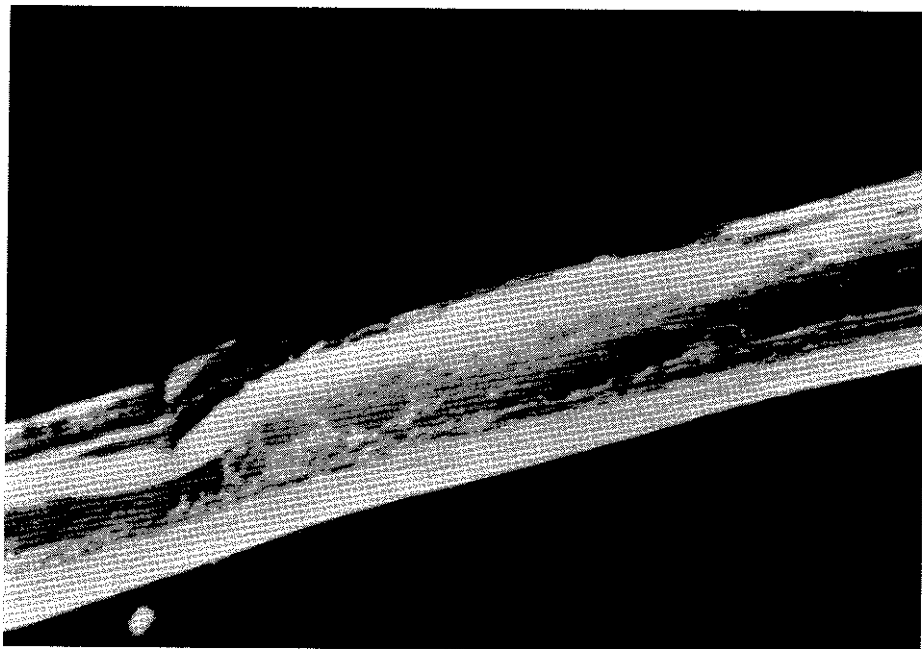


Abb. 3: Weizen
befallener Halm (Längsschnitt) mit Myzel von *C. herpotrichoides*



Abb. 4: Weizen
Querschnitt durch die Blattscheide; Verfärbung durch *C. herpotrichoides*-Infektion

Ein letzter Versuch zur Ermittlung der Anfälligkeit des Weizens, des Hafers und anderer Gramineen kam im Freiland zur Durchführung. Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Tab. 3. *Cercospora*-Befall in % an 4 Gramineen in einem Versuch mit 6 Wiederholungen (Freiland)

Aussaat:	27. 4. 1964
Infektion:	21. 5. 1964
Befallsauswertung:	3. 9. 1964
Weizen	70,3
Hafer	12,7
<i>Lolium perenne</i>	11,3
<i>Poa pratensis</i>	2,3

Das Ergebnis dieses Versuches zeigt wiederum, daß Weizen mit seinem Befallswert weitaus an erster Stelle steht, daß aber auch Hafer, *L. perenne* und *P. pratensis* anfällig sind. Indessen sind in diesem ersten Freilandversuch die Unterschiede zum Weizen so hoch wie in keinem der Versuche zuvor. Es muß auf Grund dessen angenommen werden, daß zwischen Anfälligkeit einer Pflanzenart schlechthin und dem Befall unterschieden werden muß, der unter den gegebenen Verhältnissen tatsächlich zustandekommt. Dieser Unterschied wird später (s. S. 17) bei den praktischen Fruchtfolgezusammenhängen noch besprochen werden. Hier soll vorerst nur festgestellt werden, daß im Freiland die Infektionsbedingungen für *C. herpotrichoides* offenbar nicht so günstig sind wie in Gefäßen, in denen die Feuchtigkeit besser reguliert und vor allem hoch genug gehalten werden kann.

Es dürfte abschließend von Interesse sein, einmal die Befallswerte aus sämtlichen Versuchen mit Sprühinfektionen nebeneinander zu stellen. Das erfolgt in Tab. 4.

Tab. 4. *Cercospora*-Befall in % an 4 Gramineen in 8 Versuchen

	Gewächshaus (3 Versuche)			Vegetationshalle (4 Versuche)				Freiland (1 Versuch)
Weizen	88,0	73,0	48,3	46,0	58,2	81,3	91,9	70,3
Hafer	10,0	45,0	23,1	8,2	23,6	39,5	69,6	12,7
<i>Lolium perenne</i>	6,0	14,0	10,0	5,0	25,3	16,4	40,4	11,3
<i>Poa pratensis</i>	28,0	25,0	0,6	0,0	0,0	0,0	6,9	2,3

Die Zusammenstellung der Tab. 4 bringt sehr anschaulich zum Ausdruck, daß trotz starker Schwankungen der Befallsprozente unter den verschiedenen Versuchsbedingungen der Weizen sich doch als diejenige Pflanze herauschält, die am stärksten gegen *C. herpotrichoides* anfällig ist.

2. Befallsermittlung an verschiedenen Gramineen nach Infektion durch Stoppelauflage.

Bisher wurde die *Cercospora*-Anfälligkeit von Weizen, Hafer und anderen Gräsern ausschließlich mit Hilfe von Sporensuspensionen des Erregers geprüft. In den folgenden Versuchen fanden befallene Stoppeln Verwendung, die auf die Bodenoberfläche gelegt wurden, wobei es dem Regen überlassen blieb, die Konidien an die jungen Pflanzen heranzutragen. Die Ergebnisse der ersten 4 Versuche sind in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5. *Cercospora*-Befall an 10 Gramineen in 4 Versuchen
(1 und 2 in der Vegetationshalle, 3 und 4 im Freiland)

	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3		Versuch 4	
Aussaat:	14. 10. 64		8. 12. 65		8. 12. 65		21. 10. 64	
Infektion:	14. 10. 64		6. 4. 66		6. 4. 66		21. 10. 64	
Auswertung:	14. 8. 65		10. 8. 66		10. 8. 66		15. 7. 65	
	Serie		Serie		Serie			
	a	b	a	b	a	b		
Weizen	33,0	64,0	78,5	100,0	85,0	90,0	56,4	
Hafer	—	—	47,0	96,0	32,5	58,0	—	
<i>Apera spica venti</i>	32,0	62,0	63,0	87,0	43,0	82,0	32,9	
<i>Avena sativa</i>	15,0	31,0	59,0	72,0	40,0	65,0	9,1	
<i>Lolium multiflorum</i>	17,0	26,0	73,0	88,0	24,0	33,0	10,1	
<i>Bromus inermis</i>	15,0	29,0	31,0	64,0	37,0	75,0	6,5	
<i>Lolium perenne</i>	26,0	46,0	31,0	61,0	24,0	33,0	21,6	
<i>Agropyron repens</i>	9,0	18,0	15,0	30,0	40,0	67,0	15,3	
<i>Poa pratensis</i>	10,0	20,0	18,0	19,0	14,0	18,0	12,0	
<i>Poa annua</i>	4,0	12,0	3,0	9,0	0,0	12,0	5,7	
<i>Dactylis glomerata</i>	2,0	3,0	2,0	3,0	—	—	3,0	

Sämtliche Versuche der Tab. 5 stimmen darin überein, daß der Weizen mit seinem Befallswert an der Spitze steht. *A. spica venti* zeigt den nächst höheren Befall. Von da ab liegen die Befallswerte z. T. wesentlich niedriger und stimmen daher in der Tendenz mit den Ergebnissen des vorangegangenen Abschnittes (1) überein.

Für eine *Cercospora*-Infektion mit befallenen Pflanzenresten wurde ein Nebenversuch in Blumentöpfen angelegt, in welchem infizierte Quecken Verwendung fanden. Außer bei Weizen und Hafer wurde zusätzlich Weizen mit hineingesät, um erkennen zu können, ob die Voraussetzungen für eine Infektion überall günstig waren. Versuchsdaten und -ergebnisse enthält Tab. 6. Die in Klammern angeführten Befallswerte beziehen sich auf den miteingesäten Weizen.

Tab. 6. *Cercospora*-Befall in % an 9 Gramineen (Vegetationshalle)

Aussaat:	2. 4. 1964	
Infektion:	2. 4. 1964	
Befallsauswertung:	31. 6. 1964	
Weizen	52,5	Befall am
Hafer	10,0	mitausgesäten Weizen
<i>Avena fatua</i>	14,8	(54,3)
<i>Apera spica venti</i>	10,0	(34,4)
<i>Agropyron repens</i>	0,0	(38,4)
<i>Dactylis glomerata</i>	0,0	(69,4)
<i>Lolium multiflorum</i>	0,0	(67,4)
<i>Lolium perenne</i>	0,0	(63,1)
<i>Poa pratensis</i>	0,0	(48,8)

Nach den in Tab. 6 angeführten Ergebnissen wurde Weizen wiederum am stärksten befallen. Hafer, *A. spica venti* und *A. fatua* waren nur schwach krank, alle übrigen Gräser jedoch vollkommen gesund. Dabei waren die Infektionsbedingungen überall gleich, wie das aus den relativ hohen Befallswerten am mit-ingesäten Weizen zu erkennen ist. So gibt dieser Versuch einen deutlichen Hinweis darauf, daß Infektionen durch Queckenstopplern zum mindesten an Hafer und Gräsern keinen so starken Befall hervorrufen wie Weizenstopplern, wahrscheinlich aber auch schon nicht an Weizen, der in den anderen Versuchen mit Weizenstopplerauflage meistens höheren Befall zeigte.

Es dürfte auch hier wieder von Interesse sein, einmal die Befallswerte — durch Stoppelaufgabe verursacht — von Weizen, Hafer, *L. perenne* und *P. pratensis* in einer Gesamtübersicht nebeneinanderzustellen, und sie mit denjenigen aus Tabelle 4 (S. 12) zu vergleichen, die mit einer Sporeninfection erreicht wurden. Das erfolgt in Tab. 7.

Tab. 7. Durchschnittlicher *Cercospora*-Befall in % an:

	Weizen	Hafer	<i>Lolium perenne</i>	<i>Poa pratensis</i>
Befall durch Sprühinfektion verursacht	66,7	31,0	15,8	8,2
Befall durch Stoppelaufgabe verursacht	69,8	37,6	30,3	13,9

Die Endergebnisse aus allen Versuchen zeigen die übereinstimmende Tendenz, daß die Anfälligkeit der untersuchten Pflanzenarten gegen *C. herpotrichoides* Fron von Weizen über Hafer und *Lolium perenne* nach *Poa pratensis* abnimmt.

3. Untersuchungen über den Einfluß äußerer Bedingungen auf den *Cercospora*-Befall an verschiedenen Gramineen.

An die bisherigen Untersuchungsergebnisse schließen sich mehrere Fragen an, die eine gesonderte Besprechung erfordern. Zunächst bleibt zu klären, weswegen Hafer und die verschiedenen Gräser, obwohl sie eine geringere Anfälligkeit zeigen als Weizen, oftmals an dessen Befallswert sehr nahe herankommen. Von ganz entscheidender Bedeutung ist hierbei zweifellos die Versuchsdauer. Der Befall mit *C. herpotrichoides* beginnt bereits, wenn die Pflanzen eben aufgelaufen sind. Er schreitet von den Blattscheiden aus nach innen fort und erreicht erst sein Ende, wenn die Halme umbrechen (Halmbruch). In der Zwischenzeit aber, in der der Pilz die Blattscheiden durchwächst, können günstige äußere Bedingungen das Schadbild innerhalb kürzester Zeit wesentlich verstärken. Zahlenmäßige Unterlagen für diese Zusammenhänge finden sich in Tab. 8, in der Ergebnisse von Versuchen mit verschieden langer Dauer einander gegenübergestellt sind. Es handelt sich um:

- a) 2 Versuche mit je 2 Serien in Mitscherlichgefäßen
und
- b) 2 Versuche mit je 1 Serie im Freiland.

Tab. 8. *Cercospora*-Befall in %
an 4 Gramineen in Abhängigkeit von der Versuchsdauer

Versuch		Gefäße		Freiland	
		62 Tage	242 Tage	128 Tage	242 Tage
Weizen	1	46,0 %	78,5 %	70,3 %	90,0 %
	2	58,2 %	100,0 %		
Hafer	1	8,2 %	59,0 %		
	2	23,6 %	72,0 %	12,7 %	65,0 %
<i>Lolium perenne</i>	1	5,0 %	31,0 %		
	2	25,3 %	61,0 %	11,3 %	33,0 %
<i>Poa pratensis</i>	1	0,0 %	18,0 %		
	2	6,9 %	19,0 %	2,3 %	18,0 %

Sowohl im Gewächshaus als auch im Freien hat sich die längere Versuchsdauer nicht nur in einem höheren Befall ausgewirkt, sondern die weniger anfälligen Gramineen sind auch dem Weizen in ihrem Befallswert wesentlich näher gekommen. Wahrscheinlich spielt hierbei auch die Halm bildung eine Rolle mit, die ebenfalls von der Versuchsdauer abhängig ist. Auf jeden Fall sind die Befalls-symptome auf den Halmen deutlicher ausgeprägt als auf den Blattscheiden. Das könnte auch ein Grund dafür sein, daß die Ungräser *A. spica venti* und *A. fatua* häufig einen sehr hohen Befall aufweisen; bei ihnen handelt es sich ja um ein-jährige Gramineen, die sehr schnell einen Halm bilden.

Eine weitere Ursache für den verhältnismäßig hohen Krankheitsgrad einzelner Gräser kann ihre unterschiedliche Keimdichte sein. Es konnte immer wieder beobachtet werden, daß bei hoher Keimdichte der Befall stärker ausgeprägt war als bei niedriger. Um auch hierfür zahlenmäßig Unterlagen zu bringen, sind in Tab. 9 verschiedene Versuche einander gegenübergestellt, in denen die ausgesäten Pflanzen eine unterschiedliche Keimdichte hatten.

Tab. 9. *Cercospora*-Befall in % an 4 Gramineen in Abhängigkeit von der Keimdichte (Freilandversuche)

(+ = dünn, ++ = mittel, +++ = dick)
a = Versuchsdauer: 242 Tage, b = Versuchsdauer: 290 Tage

	Keimdichte	Befall in %
Weizen	a = +++	90,0
	b = +	56,4
Hafer	a = +++	65,0
	b = +	9,1
<i>Lolium perenne</i>	a = +++	33,0
	b = ++	21,6
<i>Poa pratensis</i>	a = +++	18,0
	b = ++	12,0

In der b-Serie der Tab. 9 ist der befallsmindernde Einfluß geringer Keimdichte deutlich zu erkennen. Beim Weizen und Hafer sind größere Unterschiede vorhanden als bei *L. perenne* und *Poa pratensis*, weil hier die Differenz in der Keimdichte größer war. Es kann also die hohe Keimdichte ebenfalls dazu beigetragen haben, daß in verschiedenen Versuchen die Befallswerte für die Gräser sehr nahe an diejenigen des Weizens herankamen.

Im ganzen haben die Infektionsversuche an Weizen, Hafer und anderen Gramineen ergeben, daß es kein absolut feststehendes Maß für die unterschiedliche Anfälligkeit gibt, sondern daß diese durch äußere Einflüsse oft erheblich verschoben wird. Die Grundtendenz aber bleibt erhalten, daß der Weizen wesentlich anfälliger gegen *C. herpotrichoides* ist als Hafer und die übrigen Gramineen.

4. Untersuchung zur Übertragung des Erregers der Halmbruchkrankheit (*C. herpotrichoides*) von verschiedenen Gramineen auf nachgebauten Weizen

In den Versuchen des vorangegangenen Abschnittes ging es um die Frage, ob außer Weizen auch Hafer und andere Gramineen gegen *C. herpotrichoides* anfällig sind. Mit der weiteren Frage, ob dieser Befall auch einen Einfluß auf den Grad der Erkrankung an einem nachgebauten Weizen ausübt, wenden sich die Untersuchungen den praktisch wichtigen Fruchtfolgezusammenhängen zu.

Es ist bekannt, daß Weizen regelmäßig einen starken *Cercospora*-Befall auslöst, wenn kurzfristig Weizen nachgebaut wird. Ob das auch für Hafer und Gräser zutrifft, ist aber noch nicht hinreichend geklärt. Die folgenden Versuche beschäftigen sich daher mit der Frage, ob und in welchem Ausmaß die Halmbruchkrankheit durch Stoppeln dieser Gramineen auf einen nachfolgenden Weizen übertragen werden kann. Zum Vergleich wurden jeweils auch Weizenstoppeln als Infektionsmaterial verwendet. Die Ergebnisse der ersten 3 Versuche sind in Tab. 10 zusammengestellt. Jeder Versuch enthält 2 Serien, von denen in a) eine Auflage mit schwach befallenen und in b) eine solche mit stark befallenen Stoppeln vorgenommen wurde.

Tab. 10. Befallswerte am Weizen in % bei Gramineenstoppelaufgabe (Vegetationshalle)

	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
Aussaat:	21. 10. 1963		14. 10. 1964		7. 12. 1965	
Infektion:	21. 10. 1963		14. 10. 1964		7. 4. 1966	
Befallsauswertung:	15. 7. 1964		8. 9. 1965		10. 8. 1966	
Stoppelaufgabe	Befall an <i>T. aestivum</i>					
	Serie a	Serie b	Serie a	Serie b	Serie a	Serie b
Weizen	36,0	56,3	74,2	91,7	43,1	76,5
Hafer	3,6	32,5	62,9	70,4	20,3	36,4
<i>Lolium multiflorum</i>	5,7	42,6	44,9	75,8	20,7	55,1
<i>Apera spica venti</i>	—	—	66,3	84,9	42,0	60,3
<i>Lolium perenne</i>	—	—	44,3	54,0	33,6	48,2
<i>Poa pratensis</i>	—	—	32,3	65,1	13,5	18,5
<i>Agropyron repens</i>	4,3	14,7	38,0	41,3	16,7	32,6
<i>Avena fatua</i>	—	—	—	—	8,8	38,5
<i>Bromus inermis</i>	—	—	35,8	40,5	19,9	27,7
<i>Alopecurus myosuroides</i>	4,5	16,2	—	—	—	—
<i>Poa annua</i>	—	—	32,7	40,0	7,8	15,9
<i>Dactylis glomerata</i>	2,8	5,7	31,6	38,2	2,3	17,4

Die Versuchsergebnisse der Tab. 10 zeigen, daß Weizenstoppeln als Auflagematerial den stärksten Befall am nachgebauten Weizen ergaben. Hafer und die übrigen Gramineen hatten eine durchweg schwächere Infektion zur Folge. In den „b-Serien“ waren die Befallswerte höher als in den „a-Serien“. Indessen blieb die Tendenz bezüglich der Infektionswirkung die gleiche.

In drei weiteren Versuchen wurde mit 6 verschiedenen Gramineenstoppeln infiziert. Die Versuchsdaten und -ergebnisse enthält Tab. 11.

Tab. 11. Befallswerte am Weizen in % bei 6 verschiedenen Gramineenstoppelauflagen

	Versuch 1 (Veg.Halle)	Versuch 2 (Veg.Halle)	Versuch 3 (Veg.Halle)		
Aussaat:	16. 4. 1964	13. 10. 1964	27. 10. 1964		
Infektion:	16. 4. 1964	13. 10. 1964	27. 10. 1964		
Befallsauswertung:	18. 7. 1964	12. 9. 1965	20. 9. 1965		
Stoppelauflage	Befall an <i>T. aestivum</i>				
		Serie a	Serie b	Serie a	Serie b
Weizen	50,8	87,7	97,0	27,8	67,4
Hafer	4,9	53,1	82,0	18,2	57,8
<i>Lolium perenne</i>	—	20,4	61,4	26,7	52,9
<i>Poa pratensis</i>	—	10,2	41,2	19,0	51,7
<i>Agropyron repens</i>	36,4	—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	16,5	—	—	—	—

Die Versuchsergebnisse der Tab. 11 stimmen mit denjenigen der Tab. 10 weitgehend überein, so daß sich eine nähere Besprechung erübrigt. Von besonderem Interesse war jedoch in Versuch 2 (Serie a) das Auftreten des krankhaften Halmbruches als Folgeerscheinung des *Cercospora*-Befalls. In Abb. 5 ist dieser Versuch dargestellt. In je 3 hintereinander stehenden Gefäßpaaren (das hintere Gefäß ist verdeckt) sind — von rechts nach links — folgende Stoppelauflagen verwendet worden:

1. *T. aestivum*
2. *A. sativa*
3. *Lolium perenne*
4. *Poa pratensis*

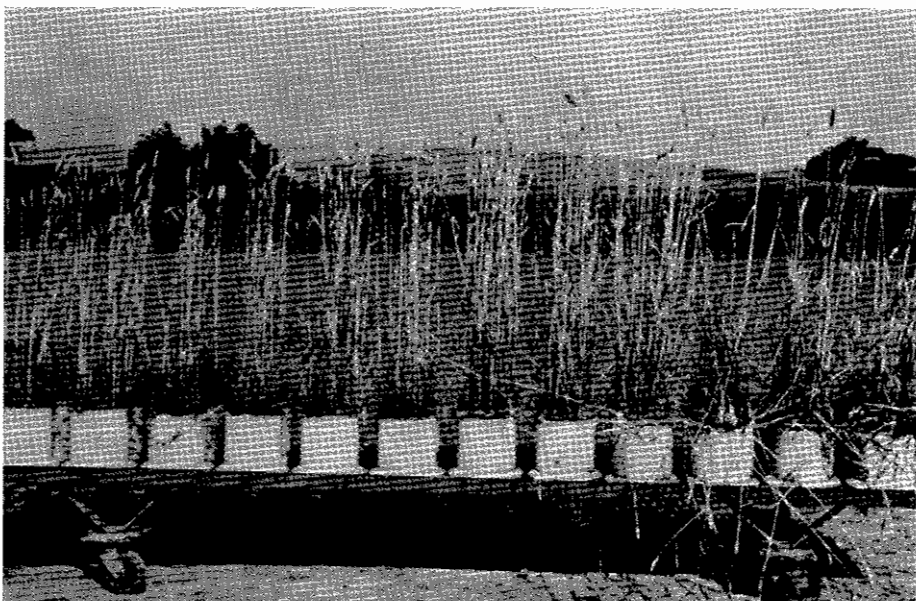


Abb. 5: Winterweizen mit verschiedener Gramineenstoppelauflage (Erläuterung s. Text)

Der krankhafte Halmbruch ist nur in den Gefäßen mit Weizenstoppelaufgabe zustande gekommen, nicht aber in den Gefäßen mit anderen Auflagen. Auch hieraus geht hervor, daß der Weizen als Überträger der Krankheit weitaus die größte Bedeutung besitzt. Wenn bei Haferstoppelaufgabe kein Halmbruch auftrat, obwohl ein Befall von 53 % (Serie a) und 82 % (Serie b) vorlag, so ist das nur so zu erklären, daß entweder die Halmvermorschung noch nicht so weit fortgeschritten war, wie es nach dem äußeren Schadbild angenommen werden mußte, oder andere Faktoren im Spiele waren, die an dem vielfältigen Ursachenkomplex von Lagererscheinungen beim Getreide schlechthin beteiligt sind. Im ganzen aber ist die scharfe Grenze in der Lagerung zwischen Weizenstoppelaufgabe einerseits und der Aufgabe der übrigen Gramineen andererseits ein sehr instruktiver Hinweis darauf, daß Hafer- und andere Gräserstopfeln, selbst wenn sie den Krankheitserreger übertragen, keine so große Bedeutung für das Zustandekommen des Halmbruches besitzen wie befallene Weizenstopfeln; denn unter den Verhältnissen der Ackerfruchtfolgen ist es nicht der *Cercospora*-Befall schlechthin, der Ertragsschäden verursacht, sondern das Ausmaß der Lagerung, welches unter dem Einfluß dieses Befalls tatsächlich zustandekommt.

Eine gesonderte Besprechung erfordert noch der Versuch 3 in Tab. 11. Er wurde als „Vorfruchtversuch“ in Horstsaat angelegt, wobei zunächst verschiedene Gramineen zur Aussaat gelangten, die künstlich mit einer *Cercospora*-Suspension infiziert wurden. Nach der Ernte wurden die einzelnen Horste umgegraben und dienten als Saatbett für einen einheitlichen Nachbau von Winterweizen. Die Stoppelaufgaben wurden wiederum nach schwach befallen (Serie a) und schwer befallen (Serie b) getrennt. Die Ergebnisse zeigen, daß die künstlich durchgeführte *Cercospora*-Infektion eindeutig nachgewirkt hatte, indem in Serie b ein weitaus stärkerer Befall erzielt wurde als in Serie a. Wenn aber die Befallswerte am Weizen mit der Stoppelaufgabe Weizen nicht viel höher waren als diejenigen mit den anderen Stoppelaufgaben, so muß dazu erwähnt werden, daß in dem Nachbau von Weizen nach Weizen stärkerer Befall durch *Ophiobolus graminis* Sacc. auftrat, der den *Cercospora*-Befall überdeckte. Sonst hätte hier wahrscheinlich der *Cercospora*-Befall wesentlich höher bewertet werden müssen. Im ganzen aber bestätigt auch dieser Versuch, daß der Weizen für die Übertragung der Fußkrankheiten eine größere Bedeutung besitzt als der Hafer und die übrigen Gramineen.

5. Ermittlung des Sporulationsvermögens von *C. herpotrichoides* an verschiedenen Gramineenstopfeln

Die Übertragung der Halmbruchkrankheit von Vorfrucht auf Nachfrucht erfolgt über die Konidien des Erregers. Diese werden am Dauermyzel gebildet, welches auf befallenem Halmgewebe als punktförmige Auflage (Plectenchym) erkennbar ist (s. Abb. 6 und 7).

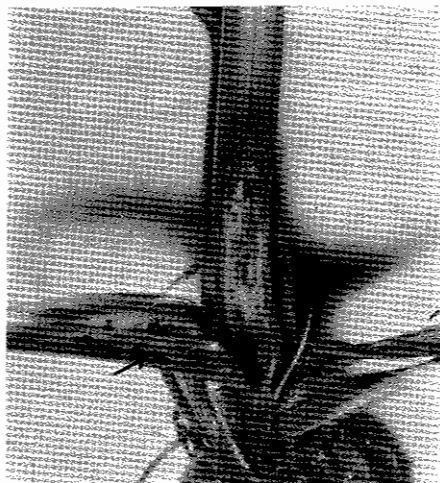


Abb. 6: Plectenhyum von *C. herpotrichoides* an der Blattscheide und an der Halmbasis von Weizen



Abb. 7: Konidien von *C. herpotrichoides* am Dauermyzel

Für die Beurteilung der Zusammenhänge zwischen dem Befall an den Vorfrüchten Weizen, Hafer und weiteren Gramineen und denjenigen an nachgebaumtem Weizen mußte die Sporulation an den Stoppelresten der genannten Pflanzenarten besonders eingehend untersucht werden. Das erfolgte über Sporenzählungen nach folgender Arbeitsmethode: Aus Infektionsversuchen mit *C. herpotrichoides* an Weizen, Hafer und anderen Gramineen wurden Stoppeln gesammelt, die — auf 1–2 cm zerschnitten — zu je 2 g in kleinen Taschen aus Plastikgeflecht untergebracht wurden (Abb. 8).

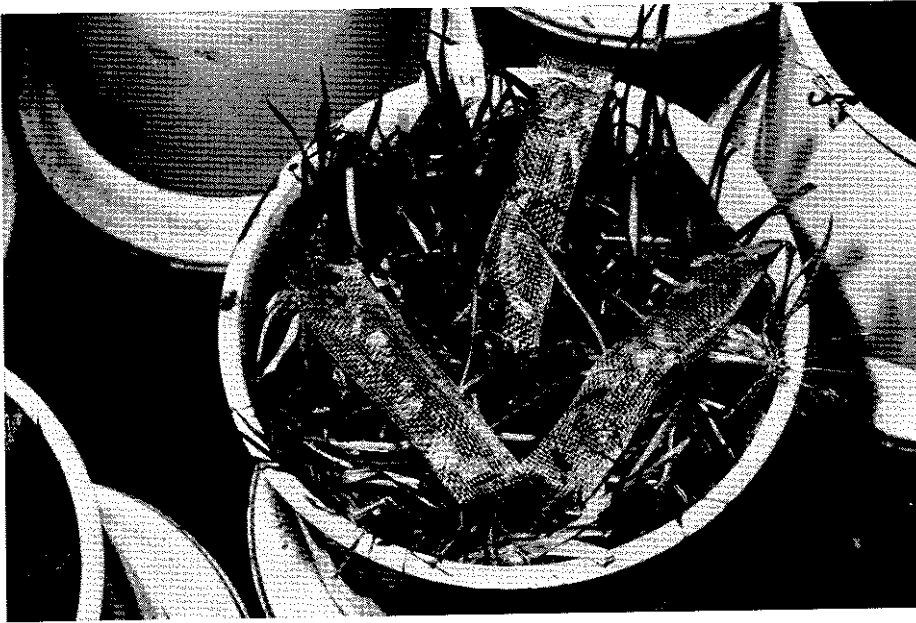


Abb. 8: Gramineenstoppeln in Taschen aus Plastikgeflecht zur Prüfung der Sporulation.

Die Untersuchungen begannen damit, daß zunächst die Stoppelreste gründlich abgespült wurden, so daß sich keine Konidien mehr auf ihnen befanden. Sodann wurde das Material ins Freiland gebracht und dabei auf Gefäße gelegt, in denen der zu infizierende Weizen angebaut war. Die Kontrolle auf Sporulation fand in Abständen von drei bis acht Wochen nach folgendem Verfahren statt:

1. Absprühen der Halmteile mit Hilfe eines Handsprüngerätes.
2. Auffangen des Sprühwassers (Suspension) mit Hilfe eines Trichters. Die ersten 5 cm von jeder Probe wurden als Stammsuspension zur Auszählung verwendet.
3. Sporenzählungen in Zählkammern nach Nageotte, Jessen und Thoma.

Die ersten Untersuchungen erstreckten sich auf die Ermittlung der Sporulation an Weizen, Hafer und einigen weiteren Gramineen, die sämtlich mit *C. herpotrichoides* infiziert worden waren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tab. 12 zusammengestellt.

Tab. 12. *Cercospora*-Befall in % an 10 Gramineen und Sporulationsmessungen an deren Stoppelresten

Auflage	Befall in % am Auflagematerial	Sporulation an der Auflage	Relation der Sporulation für <i>T. aestivum</i> = 100
Weizen	48,5	164 300	100
Hafer	27,3	13 600	8
<i>Lolium perenne</i>	41,0	6 900	4
<i>Apera spica venti</i>	47,0	25 800	15
<i>Bromus inermis</i>	23,0	7 400	4
<i>Lolium multiflorum</i>	21,5	17 800	10
<i>Poa pratensis</i>	15,0	3 900	2
<i>Agropyron repens</i>	13,5	10 000	6
<i>Poa annua</i>	8,0	10 300	6
<i>Dactyls glomerata</i>	2,5	8 100	4

Die Ergebnisse der Tab. 12 beziehen sich auf die „Gesamtsporulation“ von *C. herpotrichoides* an Weizen und Hafer und verschiedenen Gräsern über insgesamt 59 Wochen. Die Zahlenwerte stellen die durchschnittliche Sporenmenge jeder einzelnen von insgesamt 14 Zählungen dar. Es geht aus den Werten hervor, daß die Konidienproduktion am Weizen wesentlich höher liegt als am Hafer und an den anderen Gramineen. Schon dieses Ergebnis kann dahingehend gedeutet werden, daß zwar grundsätzlich eine Übertragung von *C. herpotrichoides* durch sämtliche untersuchten Gramineen möglich ist, weil überall Sporen gebildet werden, daß aber der Weizen als Infektionsquelle die weitaus größte Bedeutung besitzt. Sehr eindeutig geht das auch aus den Relativzahlen hervor, nach denen einer Sporulation bei Weizen = 100 eine solche bei den anderen Gramineen von nur 15 und weniger gegenüber steht. Wenn letztere nicht einmal $\frac{1}{6}$ der Sporenmenge vom Weizen produzieren, dann unterliegt es keinem Zweifel, daß sie die Krankheit auch nicht in dem Maße auf einen nachgebauten Weizen übertragen können wie der Weizen selber.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis aus diesem Versuch ist, daß zwischen der vorher ermittelten Befallsstärke des Infektionsmaterials und dem Ausmaß der späteren Konidienbildung an ihm offenbar keinerlei Beziehung besteht. Bei Weizen, *A. spica venti* und *L. perenne* als den drei am stärksten befallenen Gramineen steht einem Befallsverhältnis von 48,5 : 47,0 : 41,0 ein Sporulationsverhältnis von 100 : 15 : 4 gegenüber. Es kann daraus die Folgerung gezogen werden, daß die Stärke des Befalls an der Vorfrucht kein

Maß ist für die Vermehrung von *C. herpotrichoides* und dementsprechend auch kein Maßstab für die Ansteckung eines nachgebauten Weizens.

Tab. 13. Vergleich der Sporulation an Weizen-, Hafer- und Gräserstoppeln im November und Dezember

Pflanze	Befall in %	Sporulation 11.—15. 11.	Sporulation 3.—4. 12.	Sporulation 22.—23. 12.
Weizen	47	151 000	35 600	13 600
<i>Apera spica venti</i>	47	148 000	6 700	6 700
Weizen	27	236 000	2 620 000	775 000
Hafer	27	85 000	19 000	4 400
<i>Bromus inermis</i>	23	10 000	12 500	740
<i>Triticum aestivum</i>	10	12 000	15 000	48 000
<i>Poa pratensis</i>	15	740	0	1 480
<i>Triticum aestivum</i>	5	16 000	3 000	36 000
<i>Dactylis glomerata</i>	3	3 600	4 000	740

Ein ähnliches Ergebnis brachte die Gegenüberstellung der Sporenzahlen an Stoppelmateriale von Weizen, Hafer und verschiedenen Gräsern, welche ungefähr die gleiche Befallsstärke hatten. Wie Tab. 13 zeigt, war die Konidienbildung am Weizen immer am größten, wobei besonders zu bemerken ist, daß in drei von vier Fällen die Sporulation zunahm. Dasselbe trat auch in einigen Fällen bei den Gräsern auf, jedoch erreichte die Zunahme in keinem Falle diejenige des Weizens. Es kann somit festgestellt werden, daß, wenn überhaupt eine Zunahme der Sporulation beim Hafer und den übrigen Gramineen zu beobachten ist, sie bedeutend unter derjenigen des Weizens bleibt.

Weitere wichtige Feststellungen über die Sporulation von *C. herpotrichoides* an verschiedenen Gramineenstoppeln wurden hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Konidienbildung getroffen. Die jeweiligen Sporenzahlen finden sich in der Tab. 14. Weizen liegt in der Sporulation weit über sämtlichen anderen Gramineen. Schon im Herbst des ersten Untersuchungsjahres wurde an dessen Stoppeln eine hohe Anfangssporulation (11. 11. 1964) gemessen. Ein zweites Maximum liegt im Frühjahr (21. 4. bzw. 20. 5. 1965). Ein drittes im darauffolgenden Herbst (4. 12. 1965). Bei den verschiedenen Gräsern ist eine Anfangssporulation im ersten Herbst nur in einigen Fällen angedeutet, meistens aber überhaupt nicht vorhanden. Da aber der Winterweizen meistens schon im Herbst befallen wird, und eine Herbstinfektion wesentlich wirksamer ist als eine Frühjahrsinfektion, liegt auch hier eine Erklärung dafür vor, daß befallene Weizenstoppeln für die Ansteckung eines nachfolgenden Weizens wesentlich gefährlicher sind als Stoppeln von Hafer und anderen Gräsern. Im Frühjahr des zweiten Jahres zeigen alle Gramineen übereinstimmend ein Maximum in der Sporenproduktion. Da aber auch hier Hafer und die anderen Gramineen weit hinter Weizen zurückbleiben, ist die Gefahr einer Übertragung von *C. herpotrichoides* von vornherein wesentlich ge-

Tab. 14. Sporulation von *C. herpeticoides* an Stoppeln von Weizen,
Hafer und verschiedenen Gräsern

Sporulationsmessungen am Auflagematerial innerhalb von 59 Wochen

Auflage	11.11.64	4.12.64	22.12.64	15. 1.65	7.2.65	23.3.65	20.3.65	21.4.65	20.5.65	23.6.65	13.7.65	1.9.65	12.10.65	3.12.65
Weizen	998 233	90 298	21 455	15 937	17 280	3 267	423	173 850	344 000	197 240	57 683	159 000	164 567	93 500
Hafer	84 840	19 260	4 443	1 191	980	567	190	3 733	63 333	41 567	21 567	2 967	800	14 283
<i>Agropyron repens</i>	2 960	2 220	3 707	820	123	450	150	50 900	62 417	35 900	42 350	9 467	850	1 033
<i>Apera spica venti</i>	147 526	6 670	6 672	1 770	513	517	293	86 033	75 500	36 350	53 050	11 150	54 583	3 718
<i>Bromus inermis</i>	10 373	12 587	740	1 250	500	1 150	263	13 400	39 550	21 100	8 433	10 733	300	417
<i>Dactylis glomerata</i>	3 627	4 033	740	757	670	1 000	150	30 817	28 367	65 700	16 783	16 467	550	517
<i>Lolium perenne</i> <i>Lolium</i>	8 887	5 920	5 930	757	950	967	233	4 600	69 767	16 333	16 050	2 973	750	683
<i>multiflorum</i>	23 553	56 297	8 158	243	880	750	200	45 217	145 833	79 183	26 817	8 367	517	883
<i>Poa pratensis</i>	740	0	1 480	637	780	1 660	233	400	5 100	41 300	18 867	6 833	583	1 067
<i>Poa annua</i>	740	0	5 180	433	550	953	100	533	12 633	79 300	67 987	8 567	567	34 173

ringer. Wenn schließlich im darauffolgenden Herbst nur der Weizen ein erneutes Maximum in der Sporenproduktion zeigt, die übrigen Gräser aber nicht oder nur andeutungsweise, dann ist der letzte Beweis dafür erbracht, daß die Verseuchung mit *C. herpotrichoides* nur durch Weizen besonders gefördert wird, nicht aber durch Hafer und die übrigen Gramineen.

Für Weizen, Hafer und *Apera spica venti* ist dieses Ergebnis in den Abb. 9, 10 und 11 in Form eines Diagrammes noch einmal übersichtlich dargestellt. Auf der Ordinate wurde jeweils die Konidienmenge, auf der Abszisse die Meßdaten festgehalten. Die Werte hierfür sind der Tab. 14 entnommen. Außerdem wurden die Meßdaten eines Thermohygrographen mit in die Diagramme eingezeichnet. Abschließend kann aus den bisherigen Ergebnissen geschlossen werden, daß Weizen einerseits sowie Hafer und verschiedene Gräser andererseits sich sowohl in dem Ausmaß der Sporenproduktion als auch in deren zeitlichen Verteilung eindeutig voneinander unterscheiden. Wenn man davon ausgeht, daß die Verseuchung

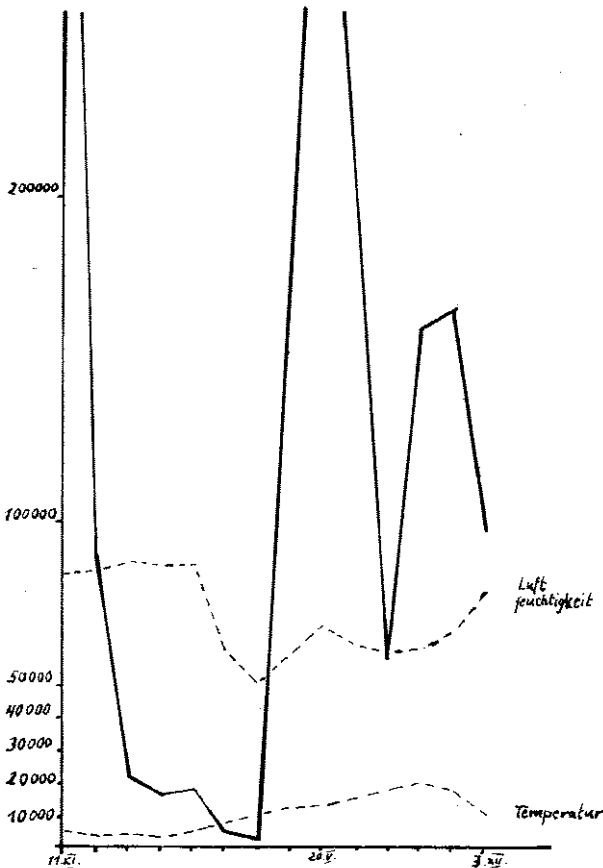


Abb. 9: Sporulationskurve von *C. herpotrichoides* an Weizenstoppeln in Verbindung mit den Aufzeichnungen des Thermohygrographen

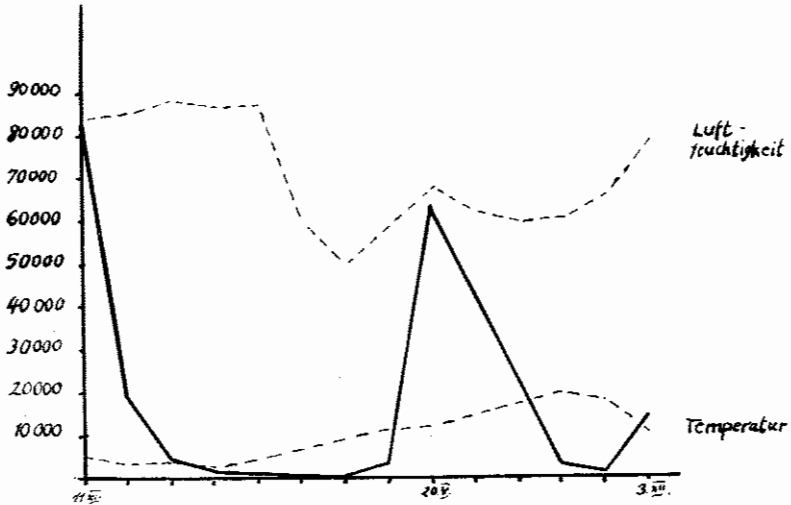


Abb. 10: Sporulationskurve von *C. herpotrichoides* an Haferstoppeln in Verbindung mit den Aufzeichnungen des Thermohygrographen

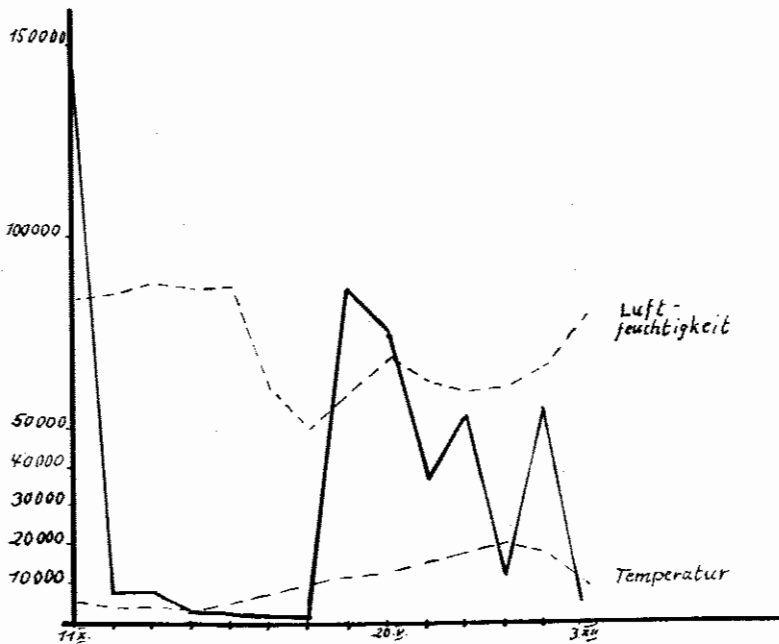


Abb. 11: Sporulationskurve von *C. herpotrichoides* an Windhalmstoppeln in Verbindung mit den Aufzeichnungen des Thermohygrographen

mit dem Erreger ausschlaggebend ist für den Befall des nachfolgenden Weizens, dann muß dem Weizen eine wesentlich größere Bedeutung zugeschrieben werden als dem Hafer und den verschiedenen Gräsern. Es kommt hinzu, daß ein Befall am Weizen im Herbst weitaus gefährlicher ist als ein solcher im Frühjahr, und daß daher die zeitliche Verteilung der Sporulation (Herbstmaximum) nur bei Weizen zusätzlich noch den oben genannten Unterschied in der Ansteckungsmöglichkeit verstärkt. Es kann daher im ganzen die Folgerung gezogen werden, daß es kein Widerspruch zu sein braucht, wenn Hafer und verschiedene Gräser praktisch gesunde Vorfrüchte für Weizen sind, obwohl sie selber eine gewisse Anfälligkeit gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit besitzen.

Im Rahmen der Untersuchungen über die Sporulation von *C. herpotrichoides* an befallenen Stoppelmateriale wurde der Weizen besonders eingehend bearbeitet. Nachdem in den Infektionsversuchen mit Stoppelaufgabe (Abschn. II, 2) mehrfach festgestellt worden war, daß der Befall am nachgebauten Weizen in der Regel dann höher war, wenn stärker befallenes Infektionsmateriale verwendet wurde, kamen zunächst Pflanzenteile mit verschieden hohem Befall zur Untersuchung. Die Ergebnisse enthält Tab. 15.

Tab. 15. Sporulation von *Cercospora herpotrichoides* an verschieden stark befallenen Weizenstopplern aus Auflagemateriale

Befall in Weizen	Sporulation 15. 11.	Relativwerte	Sporulation 9. 12.	Relativwerte	Sporulation 23. 12.	Relativwerte
93 %	1 560 000	100,0	46 900	100,0	15 600	100,0
92 %	406 000	26,1	110 000	234,0	17 800	114,1
83 %	475 000	24,1	15 600	33,3	3 600	23,1
47 %	152 000	9,1	35 600	75,9	4 400	28,2
39 %	344 000	22,2	291 000	631,3	516 000	333,1
34 %	62 500	4,1	328 000	699,0	15 600	100,0
27 %	236 000	15,1	2 620 000	5 580,0	775 000	497,0

Wie Tab. 15 zeigt, ergab sich eine deutliche Parallele in dem Sinne, daß der Pilz bei 83–93 % Befall anfangs wesentlich stärker gefruchtet hatte als bei geringerer Erkrankung. Im Verlaufe der weiteren Untersuchung, d. h. zu späteren Terminen (9. 12. 1964 bzw. 23. 12. 1964), verschob sich jedoch das Bild sehr wesentlich. Es wurde gerade im niedrigen Befallsbereich eine bedeutende Zunahme der Konidienzahlen festgestellt, wobei sich sogar das Materiale mit dem allerschwächsten Befall durch die höchsten Konidienzahlen auszeichnete.

Die Abnahme der Sporulation von stark befallenen Stoppelmateriale sowie deren Zunahme auf schwach befallenen scheint in der Erschöpfung des Nährsubstrates (Halmteile) ihren Grund zu haben. Bei starkem Befall ist anzunehmen, daß das Myzel dem Gewebe schon zu Lebzeiten wichtige Nährstoffe entzieht, die dann bei der Sporulation im Herbst, besonders im Spätherbst, fehlen. Bei schwach befallenen Stoppelmateriale scheint das nicht der Fall zu sein; hier kommt das weniger

erschöpfte Nährsubstrat einer länger anhaltenden und verstärkten Sporulation zugute. Eine Bestätigung für diese Annahme brachte auch die Untersuchung von Sommerweizenstopplern, die ebenfalls unterschiedlich stark von *C. herpotrichoides* befallen waren (s. Tab. 16).

Tab. 16. Sporulation von *C. herpotrichoides* an verschieden stark befallenen Weizenstopplern als Auflagematerial

Befall am Auflagematerial (Sommerweizen)	Sporulation 15. 11.	Relativ- werte	Sporulation 9. 12.	Relativ- werte	Sporulation 23. 12.	Relativ- werte
90,8	599 000	100,0	286 000	100,0	36 000	100,0
50,8	1 730 000	288,8	494 000	172,7	125 000	348,9
36,4	1 126 000	188,0	881 000	308,0	147 000	408,0
16,5	1 098 000	183,3	776 000	271,3	99 000	275,0

Aus der Tab. 16 geht zunächst hervor, daß bei einem Befall von 90,8 % die Sporulation schon beim ersten Untersuchungstermin geringer war als bei den niedrigeren Befallswerten. Wahrscheinlich hatte hier das Maximum schon früher gelegen. Zusätzlich aber geht aus der Tab. 16 hervor, insbesondere aus den Relativzahlen, daß die weniger stark befallenen Stopplern vom 15. 11. über den 5. 12. bis zum 23. 12. gegenüber dem stark befallenen Weizen ihre Sporulation noch steigerten.

Die Erschöpfung des Stoppelmateriale läßt sich auch noch auf andere Weise zahlenmäßig zum Ausdruck bringen: Setzt man in Tab. 16 die Sporulation am 15. 11. für alle Befallsstufen = 100, so ergeben sich für die Sporulation am 9. 12. bzw. 23. 12. die in Tab. 17 enthaltenen Relativzahlen.

Tab. 17. Relativwerte der Sporulation von *C. herpotrichoides* an verschieden stark befallenen Weizenstopplern (s. Tab. 16), Sporulation am 15. 11. = 100 gesetzt

Befall in % der Auflage	Relative 15. 11.	Sporulation 9. 12.	am 23. 12.
90,8	100	48	6
50,8	100	29	7
36,4	100	79	13
16,5	100	71	9

Bei den beiden niedrigsten Befallsstufen liegt die Sporulation am 9. 12. noch relativ höher als bei den beiden hohen Befallsstufen. Am 23. 12. haben sich die Werte angeglichen.

Es bleibt in diesem Zusammenhang die Frage zu untersuchen, ob auch bei einem unterschiedlichen Befall am Hafer und verschiedenen Gräsern etwas Ähnliches festzustellen ist wie beim Weizen, d. h. ob auch bei ihnen mit einem schwächeren Befall die Sporulation zunimmt. Zu diesem Zweck sind in Tab. 18 für Weizen, Hafer und *L. perenne* die Sporulationswerte bei höherem bzw. niedrigerem Befall angegeben.

Tab. 18. Sporulation von *C. herpotrichoides* an verschieden stark befallenen Gramineenstoppeln

Befall in % an der Auflage	Sporulation am:		
	15. 11.	9. 12.	23. 12.
Weizen			
26,8	236 000	2 620 000	765 000
84,1	688 000	93 700	15 600
Hafer			
39,5	46 800	130 200	20 800
69,6	238 100	146 100	57 900
<i>Lolium perenne</i>			
23,6	32 600	48 900	29 600
40,4	317 600	21 500	156 200

Dieses Ergebnis zeigt, daß Hafer und die Gräser sich im Hinblick auf die Konidienproduktion von *C. herpotrichoides* ganz anders verhalten als Weizen. Wenn auch keine genauere Erklärung dafür gegeben werden kann, so ist doch anzunehmen, daß die stoffliche Zusammensetzung der Nährsubstrate (Halmteile) für den Pilz sich in irgendeiner Weise auf die Sporulation auswirkt.

In den bisherigen Untersuchungen wurde die aufschlußreiche Feststellung gemacht, daß schwach befallenes Stoppelmateriale nach und nach mehr Sporen produziert als stark befallenes. Es ergibt sich daraus zwangsläufig die Frage, wie es um den Befall eines nachgebauten Weizens bestellt ist, der mit diesem unterschiedlich befallenen Material infiziert wird. Eine Antwort hierauf geben die Versuchsergebnisse der Tab. 19.

Tab. 19. *Cercospora*-Befall in % am nachgebauten Weizen, verursacht durch Weizenstoppeln bekannten Befallsgrades

	Befall am Vorfruchtweizen in %	Befall am Nachfruchtweizen in %
Veg.-Halle	83,9	55,2
Veg.-Halle	42,8	57,6
Veg.-Halle	20,4	57,5
Gewächshaus	5,5	51,7

Aus den Ergebnissen aller vier Versuche geht hervor, daß die Befallsunterschiede des Infektionsmaterials am nachgebauten Weizen nicht zur Auswirkung kommen. Wenn somit im ganzen festgestellt werden kann, daß die Stärke des Befalls an der Vorfruchtstoppel für das Ausmaß der Krankheit am nachgebauten Weizen keine entscheidende Rolle spielt, so ergibt sich hier eine bemerkenswerte Parallele zum Auftreten der Halmbruchkrankheit im Rahmen der Fruchtfolge. Wenn ein Weizen im ersten Jahr nur einen sehr schwachen Befall zeigt, so wird ein nachgebauter Weizen meistens schon außerordentlich stark von der Halmbruchkrankheit befallen. Der Grund dafür kann nur darin liegen, daß ein schwacher Befall am „Vorfruchtweizen“ schon ausreicht, um große Konidienmengen zu produzieren und den „Nachfruchtweizen“ stärker zu infizieren. Es wurden Kurven gezeichnet, die den Sporulationsrhythmus an Weizen-, Hafer- und Gräserstopplern über einen Zeitraum von 56 Wochen darstellen.

Der Sporulationsrhythmus von *C. herpotrichoides* bei Weizen, Hafer und Windhalm ist in den Abb. 9–11 kurvenmäßig dargestellt. Die erheblich stärkere Sporulation an Weizen ist deutlich erkennbar. Von den Außenfaktoren hat höchstens die Luftfeuchtigkeit einen fördernden Einfluß ausgeübt, wenngleich auch dieser nicht überall deutlich zum Ausdruck kommt.

6. Untersuchungen über die Bedeutung des „Infektionsdruckes“ von *C. herpotrichoides* für den Befall an verschiedenen Gramineen

Für pilzliche Erkrankungen von Pflanzen ganz allgemein ist nicht nur die Anwesenheit des Erregers Voraussetzung, sondern es ist auch eine bestimmte Infektionsdichte (Konidienmenge) erforderlich, um ein ausgeprägtes Krankheitsbild zu erzeugen (G ä u m a n n 1946). Da die Untersuchungen des vorausgegangenen Abschnittes ergeben hatten, daß *C. herpotrichoides* sowohl an Weizenstopplern als auch an Hafer- und Gräserstopplern Konidien zu bilden vermag, daß aber die Stärke der Sporulation an den zuletzt genannten wesentlich schwächer ist als an Weizen, ergibt sich zwangsläufig die Frage, welche Infektionsdichte bei diesem Pilz erforderlich ist, um an einem nachgebauten Weizen ein wirklich epidemisches Auftreten der Halmbruchkrankheit zu erzeugen. Daß überall eine Übertragung der Krankheit grundsätzlich stattfinden kann, ergibt sich aus der Anwesenheit der Konidien schlechthin. Aber erst, wenn es zu einer stärkeren Schädigung des nachfolgenden Weizens kommt, kann im Sinne der Fruchtfolge von einer gefährlichen Vorfrucht gesprochen werden, während Vorfrüchte, die keine Epidemie am nachfolgenden Weizen auslösen, praktisch als gesunde Vorfrüchte anzusehen sind.

Die Vorarbeiten für die Infektionsversuche am Weizen mit verschiedener Infektionsdichte bestanden in der Herstellung von Konidienaufschwemmungen mit gestaffelter Konzentration. Die höchste Konidienmenge lag bei 2 Millionen, die niedrigste bei 20 Konidien pro ccm Wasser. Es wurden fünf Verdünnungsstufen hergestellt.

Die Infektionsversuche wurden alle im Gewächshaus in Blumentöpfen durchgeführt. Die Daten und Ergebnisse der ersten vier Versuche enthält Tab. 20.

Tab. 20. *Cercospora*-Befall an Weizen nach Sprühinfektionen
mit verschiedener Konidiendichte

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Aussaat:	11. 11. 1964	31. 3. 1965	7. 4. 1966	7. 4. 1966
Infektion:	10. 12. 1964	20. 4. 1965	23. 4. 1966	23. 4. 1966
Auswertung:	15. 2. 1965	6. 6. 1965	10. 6. 1966	10. 6. 1966
Sporenkonzentration in 1 ccm Wasser	Befall in %	Befall in %	Befall in %	Befall in %
$2 \cdot 10^6$	84	84	—	—
$2 \cdot 10^5$	63	69	—	—
$2 \cdot 10^4$	56	56	55	55
$2 \cdot 10^3$	31	25	30	30
$2 \cdot 10^2$	28	—	24	27
$2 \cdot 10^1$	25	—	20	24
Kontrolle	0	0	6	6

Aus den Ergebnissen dieser 4 Versuche geht hervor, daß der Befall am Weizen mit abnehmender Konidiendichte zurückgeht. Er ist sogar recht gleichmäßig abgestuft. Auffällig ist der besonders starke Befallsrückgang im Bereich zwischen $2 \cdot 10^4$ und $2 \cdot 10^3$ Konidien je ccm Suspension. Da sich die Befallsabnahme in allen Versuchen wiederholte, kann angenommen werden, daß zwischen diesen Konzentrationen eine „Befallsschwelle“ liegt. Diese Feststellung ist besonders für die Durchführung von künstlichen Feldinfektionen wichtig, bei denen mindestens ein Befallsgrad von 50 % erreicht werden muß, wenn von einem Erfolg gesprochen werden soll. Wünschenswert ist sogar ein noch höherer Befall, um den für die Schädigung der Krankheit wichtigen krankhaften Halmbruch zu bekommen. Hier aber scheinen 3–4 Millionen Konidien je ccm ausreichend zu sein.

Außer am Weizen wurden Infektionsversuche mit verschiedener Konidiendichte auch am Hafer und verschiedenen anderen Gramineen vorgenommen. Weizen wurde dabei zum Vergleich wieder mit herangezogen. Infiziert wurden: Weizen, Hafer, *Apera spica venti*, *Avena fatua*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum*, *Poa pratensis*, *Alopecurus myosuroides*. Die Ergebnisse sind in Tab. 21 zusammengestellt.

Tab. 21. *Cercospora*-Befall in % an verschiedenen Gramineen
nach Sprühinfektion mit unterschiedlicher Konidiendichte

Pflanze	Kontrolle	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$
Weizen	3,8	25,0	26,0	68,9	84,0
Hafer	0,7	1,0	2,7	42,0	60,7
<i>Apera spica venti</i>	0,0	0,0	0,0	16,0	50,7
<i>Avena fatua</i>	0,0	0,0	0,7	2,4	10,0
<i>Bromus inermis</i>	0,0	1,4	1,6	1,7	5,0
<i>Dactylis glomerata</i>	0,0	0,0	1,3	4,0	4,7
<i>Poa pratensis</i>	0,0	0,7	0,7	2,7	5,7
<i>Alopecurus myosuroides</i>	0,7	1,3	13,3	21,3	32,7

Versuchsdaten :

Aussaart: 31. 3. 1966

Infektion: 20. 4. 1966

Auswertung: 6. 6. 1966

In diesem Versuch ist wiederum bei allen Gramineen ein Befallsrückgang mit abnehmender Konidiendichte eingetreten. Bemerkenswert ist zunächst, daß beim Weizen mit einer Konidienmenge von $2 \cdot 10^4$ je ccm Suspension diesmal nur ein Befall von 26 % erzielt wurde, im Gegensatz zu den in Tab. 20, Vers. 3 u. 4, erhaltenen Versuchsergebnissen, in denen der Befallswert 55 % betrug.

Trotz dieser Verschiebung beim Weizen ist darüber hinaus aber erkennbar, daß die Infektionsschwelle beim Hafer und den verschiedenen Gräsern bei einer noch höheren Konidienkonzentration zu liegen scheint. Eine Befallszunahme tritt bei ihnen erst nach einer Infektion ab $2 \cdot 10^5$ Konidien auf; ein Zeichen, daß sie auch in dieser Hinsicht anders zu beurteilen sind als der Weizen. Wenn bei ihm die Infektionsschwelle eher erreicht wird als bei den übrigen Gramineen, so ist das wiederum ein Beweis dafür, daß Weizen gegen *C. herpotrichoides* anfälliger ist.

Um die ermittelten Zusammenhänge zwischen Konidiendichte an Weizen, Hafer und den übrigen Gräserstoppeln in Beziehung zu bringen zum Befall an einem nachgebauten Weizen, wurde eine Grenze bei $2 \cdot 10^4$ Konidien je ccm angenommen, zumal sich in vier Versuchsserien (Tab. 20) gezeigt hatte, daß nur diese und höhere Konzentrationen einen starken Befall (mehr als 50 %) hervorzurufen vermögen. Da insgesamt je 136 Konidienzählungen an den oben genannten Pflanzen durchgeführt wurden, konnte berechnet werden, in wieviel Fällen starker Befall zustande gekommen wäre, wenn die betreffenden Stoppelreste für die Infektion eines nachgebauten Weizens verwendet worden wären. Die Berechnung findet sich in Tab. 22. Der Vollständigkeit halber sind die Gegenwerte mit aufgeführt, d. h. diejenigen Fälle, die nur zu einem schwachen Befall am nachgebauten Weizen geführt hätten.

Tab. 22. % Zahl der Fälle mit Konidiendichte

	über $2 \cdot 10^4$	unter $2 \cdot 10^4$
Weizen	57	43
Hafer	13	87
<i>Agropyron repens</i>	12	88
<i>Apera spica venti</i>	23	77
<i>Bromus inermis</i>	10	90
<i>Dactylis glomerata</i>	9	91
<i>Lolium perenne</i>	7	93
<i>Lolium multiflorum</i>	15	85
<i>Poa pratensis</i>	3	97
<i>Poa annua</i>	10	90

Aus der Tab. 22 geht als wesentlichstes Ergebnis hervor, daß die untersuchten Stoppeln vom Weizen in 57 % von 136 Proben einen stärkeren Befall am Weizen hätten hervorrufen können, weil der Konidienbesatz oberhalb der „Infektions-

schwelle“ lag. Beim Hafer und den übrigen Gramineen wurde dieser Prozentsatz lange nicht erreicht. Bei *A. spica venti* wäre der Sporenbefall nur noch in 23 % von 136 Stoppelpflanzen ausreichend gewesen, um stärkeren Befall zu erzeugen. Von da ab nehmen die Werte sogar über 15 % bei *L. multiflorum* bis auf 3 % bei *P. pratensis* ab. Selbst wenn eingeräumt wird, daß grundsätzlich alle Gramineen als Überträger von *C. herpotrichoides* in Betracht kommen, so zeigen doch die gewonnenen Zahlenwerte, daß meistens die für einen stärkeren Befall und vor allem für das Auftreten des krankhaften Halmbruches notwendigen Sporenmengen nur von Weizenstopfeln produziert werden. Es kann daher auch aus dieser Sicht heraus die Folgerung gezogen werden, daß es kein Widerspruch zu sein braucht, wenn Hafer und verschiedene Gramineen eine gewisse Anfälligkeit gegen *C. herpotrichoides* besitzen, und dennoch in der praktischen Fruchtfolge gesunde Vorfrüchte für den Weizen darstellen.

Ähnliche, ebenfalls mehr theoretische Betrachtungen lassen sich an die in Tab. 21 enthaltenen Versuchsergebnisse knüpfen, die sich auf Sporendichte und Befall am Hafer und verschiedenen Gräsern im Vergleich zum Weizen beziehen. Es konnte auch hier ein Befallswert errechnet werden, wie er möglicherweise zustande gekommen wäre, wenn die betreffenden Gramineen einer Infektion von den eigenen Stopfeln her ausgesetzt gewesen wären. Hierbei sind Herbst- und Frühjahrssporulation getrennt berücksichtigt. Die Ergebnisse finden sich in Tab. 23.

Tab. 23. *Cercospora*-Befall an einigen Gramineen im Vergleich zu dem Befall nach Infektion mit entsprechender Konidiendichte

Pflanze	% Befall an Stopfeln	Sporulation (Konidien/ ccm) Herbst- zählung	Sporulation Aus Tabelle 21 er- (Konidien/ ccm) Frühjahr- zählung	rechener Befalls- wert in %	
				Herbst	Frühjahr
Weizen	80	370 000	235 000	73	71
Hafer	27	36 000	36 000	13	13
<i>Apera spica venti</i>	47	53 800	66 000	5	6
<i>Bromus inermis</i>	23	7 700	24 700	2	2
<i>Dactylis glomerata</i>	3	2 800	41 600	0	2

Aus Tab. 23 geht zunächst hervor, daß der Befall am Weizen bei der festgesetzten Konidiendichte vom Stoppelmateriale nur unwesentlich geringer gewesen wäre als der Befall am Ausgangsmateriale. Bei den übrigen aufgeführten Gräsern nimmt der Befall aber um ein Mehrfaches ab. Diese Feststellung dürfte für die fruchtfolgemäßigen Zusammenhänge bei der Halmbruchkrankheit außerordentlich wichtig sein.

Wenn nach einem stark befallenen Weizen wieder Weizen angebaut wird, dann nimmt die Krankheit nur unwesentlich ab. Das entspricht durchaus den praktischen Erfahrungen. Wenn aber Hafer von der Vorfrucht her stärkeren Befall aufweist, dann geht dieser — sofern noch einmal Hafer nachgebaut wird — um die Hälfte zurück. Bei *A. spica venti* liegen die Verhältnisse noch krasser. Wenn bei diesem Ungras ein starker Anfangsbefall vorliegt, dann geht bei einer Aussamung im zweiten Jahr der Befall ganz wesentlich zurück. Bei *B. inermis* und *D. glome-*

rata als perennierenden Gräsern ist eine ganz ähnliche Tendenz festzustellen. Auch hier geht der Anfangsbefall um ein Vielfaches zurück. Gerade diese Zusammenhänge deuten darauf hin, daß sich beim Anbau mehrjähriger Gräser die Tendenz zu einer Befallsabnahme zeigt, die wiederum für einen kurzfristigen Weizenanbau von größter Bedeutung ist. Dieser kann höchstens nur schwachen Befall zeigen.

III. Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde zunächst die Anfälligkeit verschiedener Gramineen gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit, *Cercospora herpotrichoides* Fron geprüft. Anschließend wurde deren Bedeutung für die Übertragung des Erregers auf einen nachfolgenden Weizen untersucht. Bei den Gramineen handelte es sich um: *Agropyron repens*, *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica venti*, *Avena fatua*, *Avena sativa*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*. Als Vergleichspflanze diente *Triticum aestivum*, der Weizen.

Wenn Hafer und verschiedene andere Gramineen gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit eine gewisse Anfälligkeit besitzen, und der Pilz an Stoppelresten von ihnen auch Konidien zu bilden vermag, so ist die Möglichkeit der Infektion eines nachgebauten Weizens grundsätzlich nicht von der Hand zu weisen. Auf jeden Fall kann sich der Pilz an ihnen halten, wenn ein Anbau anfälliger Getreidearten längere Zeit unterbleibt (Überhälter). Indessen rufen diese Pflanzenarten offenbar keine stärkere Bodenverseuchung hervor, als sie für den epidemischen Befall eines nachgebauten Weizens notwendig ist. Dazu ist der Anbau einer anfälligen Halmfrucht erforderlich. Es ist somit erklärlich, daß ein nach Hafer oder anderen Gramineen angebaute Weizen in der Regel gesund bleibt. Doch muß hier vor einem möglichen Trugschluß gewarnt werden. Wenn die Vorfrucht eine anfällige Halmfrucht war, können auch nach Hafer und anderen Gramineen stärkere Schadfälle eintreten. Diese gehen aber dann auf die Vorfrucht zurück und nicht auf die unmittelbaren Vorfrüchte Hafer bzw. andere Gräser.

Die oben gezogene Schlußfolgerung läßt sich durch folgendes Ergebnis erhärten: Hafer und andere Gramineen besitzen nicht nur eine geringe Anfälligkeit gegen *C. herpotrichoides*, sondern ermöglichen auch keine so starke Sporulation. Sie fördern daher auch die Verbreitung des Pilzes und die Ansteckung des nachgebauten Weizens nicht in dem Maße wie eine anfällige Getreideart. Hierbei spielt offenbar zusätzlich die Tatsache eine Rolle, daß die Sporulation des Pilzes an Stoppeln von Hafer und anderen Gramineen ihr Maximum erst im Frühjahr erreicht. Eine Frühjahrsinfektion am Weizen ist aber bei weitem nicht so wirksam wie eine Herbstinfektion. Schließlich scheint es nicht unwichtig zu sein, daß für einen stärkeren Befall offenbar auch ein sehr hoher Infektionsdruck nötig ist, der von Hafer und anderen Gramineenstoppeln nicht immer erreicht wird.

Aus allen diesen Zusammenhängen kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß Hafer und die hier untersuchten Nutz- und Ungräser in der praktischen Fruchtfolge als gesunde Weizenvorfrüchte gewertet werden können, auch wenn sie gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit eine gewisse Anfälligkeit besitzen.

IV. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

Außer Weizen sind auch Hafer und einige weitere Gramineen gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit *Cercospora herpotrichoides* Fron anfällig (Tabelle 1). Die untersuchten Gramineen waren: *Agropyron repens*, *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica venti*, *Avena fatua*, *Avena sativa*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa pratensis*. Als Vergleichspflanze diente *Triticum aestivum*, der Weizen. Der Weizen zeigte eindeutig den stärksten Befall. Seine Befallswerte wurden in keinem Falle vom Hafer und den übrigen Gramineen erreicht (Tab. 1—7).

Auch die Fähigkeit von *C. herpotrichoides*, an befallenen Stoppeln Konidien zu bilden, ist am Weizen stärker ausgeprägt als am Hafer und weiteren Gramineen (Tab. 13). Die Stärke der Konidienbildung an Hafer und den übrigen geprüften Gramineen steht in keiner Beziehung zur Stärke des Befalls. Die Befallswerte sind höher als die Sporulationswerte verglichen mit der Bezugspflanze Weizen (Tab. 12).

Beim Weizen selber ergab sich die überraschende Feststellung, daß auch bei ihm die Sporulationswerte mit der Befallsstärke nicht immer parallel gehen (Tab. 13).

Es wurde durch die Konidienzählung nachgewiesen, daß schwach befallene Weizenstoppeln nach einiger Zeit mehr Konidien zu produzieren vermögen als stark befallene. Wahrscheinlich hängt das mit dem Grad der Erschöpfung des vom Pilzmyzel durchwucherten Gewebes zusammen (Tab. 14). An gleich stark befallenen Stoppeln vom Weizen einerseits sowie Hafer und den übrigen Gramineen andererseits konnte nachgewiesen werden, daß am Weizen wesentlich mehr Konidien gebildet worden waren als an den übrigen untersuchten Pflanzen (Tab. 13). Auf Grund dieses Ergebnisses kann vermutet werden, daß Weizen ein wesentlich besseres Nährsubstrat für *C. herpotrichoides* darstellt als Hafer und andere Gramineen.

Im „Sporulationsrhythmus“ von *C. herpotrichoides*, d. h. in der zeitlichen Verteilung der Konidienbildung, besteht insofern ein grundlegender Unterschied, als Weizenstoppeln im Herbst und im Frühjahr ein Maximum in der Konidienproduktion zeigen, Hafer und die übrigen Gräserstoppeln aber nur im Frühjahr. Das Maximum ist auch im Frühjahr beim Weizen höher als bei anderen Gramineen (Tab. 14). Dieser Befund läßt sich mit dem Befall am nachgebauten Weizen gut in Einklang bringen: Der Weizen wird am stärksten befallen, wenn er bereits im Herbst infiziert wird; eine Frühjahrsinfektion ist bei weitem nicht so wirksam. Hier liegt ein Grund mehr dafür vor, daß Hafer und andere Gramineen nicht so „gefährlich“ sind wie der Weizen (Tab. 8).

Ein letztes nicht unwesentliches Ergebnis besteht darin, daß für ein epidemisches Auftreten von *C. herpotrichoides* offenbar ein sehr hoher Infektionsdruck erforderlich ist. Eine deutliche Grenze liegt bereits bei $2 \cdot 10^5$ Konidien / ccm. Bei $2 \cdot 10^4$ Konidien / ccm nimmt der Befall sogar erheblich ab (Tab. 20).

Es kann auf Grund der schwächeren Sporulation von *C. herpotrichoides* an Hafer- und Gräserstoppeln vermutet werden, daß die Infektionsschwelle hier meistens nicht erreicht wird (Tab. 21).

Es zeigte sich an Hand von 136 Einzelzählungen bei der Untersuchung der Konidienproduktion an verschiedenen Gramineenstopfeln, daß in 57 % aller Fälle die Konidienmenge, die am Weizen gefunden wurde, ausgereicht hätte, um an einem nachgebauten Weizen einen Befall von über 50 % hervorzurufen. Bei den anderen Gramineen hätte diese Befallshöhe in 23 % der Fälle nur von *A. spica venti* erreicht werden können. Bei den übrigen Gräsern lag die Zahl der Fälle zwischen 15 % (*L. multiflorum*) und 3 % (*P. pratensis*) (Tab. 22).

V. Summary

The results of this work are as follows: Beside *Triticum aestivum* also *Avena sativa* and some further grasses and cereals are liable to the germ of eyespot footrot, *Cercospora herpotrichoides* Fron. *Triticum aestivum* was taken with most strongly in all cases.

The ability of *C. herpotrichoides* to produce conidia on affected straw was marked better on *T. aestivum* than on *A. sativa* and some other grasses.

By counting the conidia it could be proved that wheat straw which is only a little affected produces more conidia after some time than strongly affected one.

With equally strong affected straw of *T. aestivum*, *A. sativa* and all the other grasses it could be proved that more conidia had been developed on *T. aestivum* than on the other investigated plants. Therefore it can be presumed that *T. aestivum* is a better fertile soil for *C. herpotrichoides* than *A. sativa* and many other grasses.

The „rhythm of sporulation“, which has been observed in my experiments, showed that *C. herpotrichoides* has in the conidial production on wheat straw a maximum in autumn and spring whereas *A. sativa* and all the other grasses have their maximum in spring only.

Wheat is being most strongly affected if it is infected already in autumn; a spring infection is not nearly so effective. This is another reason why *A. sativa* and the other grasses are not so „dangerous“ than *T. aestivum*. A high pressure of infection is necessary, if *C. herpotrichoides* is to occur epidemically. A clear limit lies with $2 \cdot 10^5$ conidia / ccm. With $2 \cdot 10^4$ conidia / ccm wheat is considerably less affected. With *A. sativa* and the other grasses the „sill of infection“, i. e. the degree of infection which is necessary to affect wheat, is generally not attained. In 57 % of all investigations the quantity of spores, which was found on *T. aestivum*, would have sufficed to affect more than 50 % of all the wheat that follows diseased crops. In 23 % of all cases the height of affection could have been reached only by *A. spica venti*, in 15 % by *L. multiflorum* and in 3 % by *P. pratensis*.

V. Literatur

- Bockmann, H., Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten gegen die Halmbruchkrankheit des Getreides. — Ztschr. Pflanzenzüchtung 32. 1933, 361—372.
- , Der gegenwärtige Stand der Forschung über die Fußkrankheiten des Getreides. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., 16. 1936, 57—58.
- , Möglichkeiten zur Verhütung der Halmbruchkrankheit bei Getreide. — Ztschr. Pflanzenbau 15. 1939, 403—430.

- , Die Aufgaben des Pflanzenschutzes bei der Gestaltung von Fruchtfolgen in landwirtschaftlichen Betrieben. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 3, 1951, 11—13.
- , Neuere Beobachtungen über Zusammenhänge zwischen Fruchtfolge und Fußkrankheiten bei Weizen und Erbsen. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 4, 1952, 76—77.
- , Fruchtfolge und Fußkrankheitsgefahr beim Weizen mit besonderer Berücksichtigung des Anbaues von Grassamen und grashaltigen Feldfutterkulturen sowie der Stickstoffdüngung. — Praxis u. Forschung 14, 1962, 27—29.
- , Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektion sowie deren Neben- und Nachwirkungen. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 10, 1962, 153—156.
- , Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 15, 1963, 33—37.
- , Maßnahmen zur Verringerung der Lagerschäden. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 16, 1964, 97—105.
- Bockmann, H., u. Knoth, K. E., Zur Ertragsbildung von Sommerweizen nach verschiedenen Vorfrüchten unter besonderer Berücksichtigung der Schäden durch Fußkrankheiten. — Ztschr. Pfl.krankh. 72, 1965, 385—398.
- Boehncke, F. H., Grenzen des Getreideanteils in Fruchtfolgen. — Mitt. Deutsch. Landw.Ges. 81, 1966, 1629—1630.
- Boguslawski, E. v., und Debruck, J., Wieweit vereinfachte Fruchtfolgen? — Mitt. Deutsch. Landw.Ges. 81, 1966, 275—279.
- Bruehl, G., und Nelson, W. L., Technique for massinoculation of winter wheat in the field with *Cercospora herpotrichoides*. — Plant Dis. Rep. 48, 1964, 863.
- Chang, E-Wa Pang, und Tyler, J., Sporulation by *Cercospora herpotrichoides* on artificial media. — Phytopathology 54, 1964, 729—735.
- Cox, J., und Cook, L. J., Survival of *Cercospora herpotrichoides* on naturally infected straws of wheat and barley. — Plant Pathology 11, 1962, 65—66.
- Cunningham, P. M., *Cercospora herpotrichoides* Fr on gramineous hosts in Ireland. — Nature, London, 207, 1965, 1414—1415.
- Dickens, L. E., Eyespot footrot of winter wheat caused by *Cercospora herpotrichoides*. — Cornell Univ. agric. exper. stat. 1964.
- Diercks, R., Pflanzenkrankheiten und Schädlinge durch gefährliche Fruchtfolgen und ihre Abwehr. — Bayer. Landw. Jahrb. 39, 1962, 131—155.
- Dolling, D. A., und Batts, Effects of previous cropping on eyespot and take all in four varieties of winter wheat. — Plant Pathology 9, 1960, 115—118.
- Foex, E., und Rosella, E., Quelques observations sur le pitin des céréales. — Rev. path. végét. Ent. agric. 20, 1933, 172—187.
- Fuchs, W., und Großmann, F., Kalkstickstoffversuche zu halmbrechkrankem Weizen. — Agrochimica 4, 1960, 216—235.
- Glynnne, M., Eyespot and take-all of wheat and barley. — Agric. Rev. 1957, 10—15.
- , Effect of previous wheat crops, seed-rate and nitrogen on eyespot, take-all, weeds and yields of two varieties of winter wheat: field experiment 1954—1956. — Ann. appl. Biol. 47, 1959, 187—199.

- Großmann, F., und Fuchs, H. W., Kalkstickstoffdüngung und Halmbruchkrankheit des Winterweizens. — Mitt. Deutsch. Landw.Ges. 74. 1959, 1345—1351.
- Kämpf, R., Wie weit vereinfachte Fruchtfolgen? — Mitt. Deutsch. Landw.Ges. 81 1966, 182.
- Lange-de la Camp, M., Probleme der Erforschung pilzlicher Getreidekrankheiten. — Ztschr. Pilzkunde 23. 1957, 124—128.
- , Die durch *Cercospora herpotrichoides* FRON hervorgerufenen Schäden. — Albrecht-Thaer-Archiv 2. 1960, 91—119.
- , Die Halmbruchkrankheit und andere Fußkrankheiten des Getreides. — Deutsche Landwirtschaft 15. 1964, 293—297.
- , Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* FRON, dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Weizens. II. Aggressivität des Erregers. — Phytopath. Ztschr. 56. 1966, 155—190.
- , Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* FRON, dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. III. Art und Ausmaß des Schadens. — Bekämpfungsmöglichkeiten. — Phytopath. Ztschr. 56. 1966, 363—392.
- Macer, R. C. F., Saprophytic colonization of wheat straw by *Cercospora herpotrichoides* FRON and other fungi. Ann. appl. Biol. 49. 1961, 152—164.
- Moritz, O., und Bockmann, H., Einleitende Studien über *Cercospora herpotrichoides* FRON. — Angew. Bot. 16. 1933, 409—419.
- Pedersen, H., und Jørgensen, J., Knoekkefodsygens og goldfodsygens afheanighed af soedskifte og andre dyrkningsfaktorer. — Tidsskr. Planteavl 3. 1964, 369 bis 416.
- Ponchet, J., La maladie du pietin-verse des céréales: *Cercospora herpotrichoides* FRON. Importance, agronomique, biologie, épiphytologie. — Ann. Epiphyt. 10. 1959, 45—98.
- Rademacher, B., Was bedeutet die Weiterentwicklung der Anbautechnik im Acker- und Pflanzenbau für den Pflanzenschutz? — Ztschr. Pfl.krankh. 61. 1954, 17.
- Salt, G. A., A field experiment on wheat infected with eyespot. — Ann. appl. Biol. 40. 1953, 326—335.
- , Eyespot on wheat in ley-arable rotation. Experiments at Rothamsted, 1952—1958. — Plant Pathology 8. 1959, 59—61.
- Schaffnit, E., *Cercospora herpotrichoides* FRON als Ursache der Halmbruchkrankheit des Getreides. — Phytopath. Ztschr. 5. 1933, 493—503.
- Schönbrunner, J., Starkes Auftreten von Fußkrankheiten bei Wintergetreide als Auswirkung einseitiger Fruchtfolgen. — Pflanzenarzt 9. 1956, 83—84.
- Sprague, R., The association of *Cercospora herpotrichoides* with *Festuca* consociation. — Phytopathology 24. 1934, 669—676.
- , Undescribed species of *Cercospora herpotrichoides* with the *Festuca* consociation. — Mycologia 29. 1937, 199—206.
- Storey, J. F., Observation take-all, and eyespot diseases of wheat in Yorkshire. — Ann. appl. Biol. 34. 1947, 546—550.
- Weigert, J., und Weizel, J., Über das Auftreten der Fußkrankheiten bei Getreide, vor allem bei Winterweizen, unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Vorfrüchte. — Prakt. Blätter Pflanzenb. Pflanzensch. 11. 1933/34, 249 bis 261.
- Zogg, H., Fruchtwechsel und biologische Bodenentseuchung. — Pflanzenarzt 12. 1959, 17—20.