

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



**100 Jahre Pflanzenschutzforschung  
Krankheiten und Schädlinge an Getreide**

**100 Years Research in Plant Protection  
Diseases and Pests of Cereals**

Zusammengestellt von

**Dr. Bärbel Schöber-Butin**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland,  
Braunschweig

Heft 337

Berlin 1998

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

Parey Buchverlag Berlin  
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3191-5

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**100 Jahre Pflanzenschutzforschung =**

One hundred years research and plant protection

Krankheiten und Schädlinge an Getreide / zsgest. von Bärbel Schöber-Butin

– Berlin: Parey, [in Komm.], 1998.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 337)

ISBN 3-8263-3191-5

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1998 Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Klingauf, F.	Vorwort 5
Bartels, G.	Einleitung 7
Heimbach, U.	100 Jahre Forschung über Schadinsekten im Getreidebau in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 9
Mielke, H.	Nichtparasitäre Krankheiten des Getreides 28
Huth, W.	30 Jahre Untersuchungen an Gräserviren an der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig 44
Flath, K.	Zur Geschichte der Getreidemehltau- Forschung 80
Bartels, G.	Gelb- und Braunrost an Weizen — For- schungen in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 102
Sachs, E.	Bedeutungswandel von Krankheiten der Gerste — dargestellt am Beispiel der Helminthosporiosen und der Rhyngo- sporium-Blattfleckenkrankheit 129
Mielke, H.	Zur Geschichte verschiedener Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten des Getreides 142

# 100 Years Research in Plant Protection

## Diseases and Pests of Cereals

<b>Content</b>		<b>Page</b>
Klingauf, F.	Preface	5
Bartels, G.	Introduction	7
Heimbach, U.	100 years of research on pest insects of cereals in the history of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Summary: p. 19	9
Mielke, H.	Non-parasitic diseases of cereals. Summary: p. 41	28
Huth, W.	30 years investigations on graminaceous viruses at the Federal Research Centre in Braunschweig. Summary: p. 74	44
Flath, K.	History of research in powdery mildew Summary: p. 96	80
Bartels, G.	Yellow rust and brown rust on wheat — research in the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Summary: p. 120	102
Sachs, E.	The changes of importance of diseases with regard to barley stripe net blotch and scald. Summary: p. 138	129
Mielke, H.	The history of various root, leaf and ear diseases of cereals. Summary: p.216	142

## Vorwort

Am 28. Januar 1998 begeht die *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* (BBA) die einhundertste Wiederkehr ihres Gründungstages. Sie entstand zunächst als *Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft* am Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin. Das vorliegende Heft der „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“ ist Teil einer Sonderserie von Titeln, die anlässlich des 100jährigen Bestehens der BBA herausgebracht werden.

Dabei wenden die einzelnen Beiträge ihren Blick nicht nur in die Vergangenheit, um die vielfältig geleisteten Aufgaben und Erfolge oder die wechselvolle Geschichte der Biologischen Bundesanstalt aufzuzeigen, vielmehr sollen aus dem Selbstverständnis der BBA-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter heraus, die sich seit nunmehr 100 Jahren für die Land- und Forstwirtschaft einsetzen, auch Probleme des Pflanzenschutzes der Gegenwart angesprochen und Prognosen für die Zukunft gewagt werden. In gebotener Kürze werden die oft komplexen Zusammenhänge im phytosanitären Geschehen und die Suche nach Lösungsansätzen für eine „gesunde Pflanze“ aus der Sicht einzelner Fachrichtungen behandelt.

Für die Aktivitäten der BBA zum Pflanzenschutz sind – mit zwei Ausnahmen – heute noch die gleichen Zielrichtungen gültig, wie sie in der Gründungsdenkschrift von 1898 niedergelegt wurden. Es waren insbesondere:

1. Erforschung der Lebensbedingungen und Bekämpfung der tierischen und pflanzlichen Schädlinge der Kulturpflanzen;
2. Studium der Nützlinge aus dem Tier- und Pflanzenreich;
3. Studium der für die Landwirtschaft im allgemeinen nützlichen und schädlichen Mikroorganismen;
4. Beschäftigung mit den durch anorganische Einflüsse, z. B. durch Rauch- und Hüttengase, hervorgerufenen Schädigungen der Land- und Forstkulturen;
5. Forschungen auf den Gebieten der Bienezüchtung und der Fischzüchtung;
6. Sammlung, Sichtung und Veröffentlichung statistischen Materials über das Auftreten der wichtigsten Pflanzenkrankheiten im In- und Ausland; Sammlung der internationalen Literatur und Erstellung eines „referierenden Organs“;
7. Veröffentlichung gemeinverständlicher Schriften und Flugblätter betreffend die wichtigsten Pflanzenkrankheiten, Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und praktischer Landwirtschaft mit alljährlich abzuhaltenden Konferenzen;
8. endlich könnten auch die deutschen Schutzgebiete in den Bereich der Tätigkeit eingeschlossen und Sachverständige, welche später an Ort und Stelle weiter zu arbeiten hätten, ausgebildet werden.

Die Punkte 5 und 8 verloren schon früh ihre Gültigkeit. An deren Stelle trat aber um so mehr die Zusammenarbeit der *Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* mit dem *Deutschen Pflanzenschutzdienst*. Auch Aktivitäten zu tropischen und subtropischen Pflanzenschutzproblemen wurden mit neuen Fragestellungen fortgesetzt.

Die „*Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*“, die bereits seit dem Jahre 1906 als Veröffentlichungsorgan zur Verfügung stehen, sollen auch nun wieder für die Jubiläumsbeiträge genutzt werden. Sind sie doch ein Spiegelbild der 1898 gegründeten Forschungsanstalt. Bereits zum 75jährigen Bestehen der BBA erschien in dieser Reihe eine kurze Chronik ihrer Geschichte. Für die Wahl der „*Mitteilungen*“ zur Veröffentlichung der BBA-Jubiläumsbeiträge gibt bereits ein Vorwort zum Heft 1 vom Mai 1906 eine zukunftssträchtige Deutung. Dort heißt es:

„ ... (Die Mitteilungen) werden in zwanglosen, fortlaufend nummerierten Heften erscheinen, die einzeln zu einem billigen Preise käuflich sind, und werden in allgemeinverständlicher Form über die Ergebnisse aller von der Anstalt durchgeführten Untersuchungen, gelegentlich aber auch über besonders wichtig erscheinende, dort noch nicht bearbeitete Fragen berichten.“

In dem zitierten Sinne sollen die vorliegenden Jubiläumsbeiträge in den „*Mitteilungen*“ helfen, bestehende Informationslücken zu schließen. Als Präsident der BBA wünsche ich hierzu viel Erfolg.

Braunschweig, den 28. Januar 1998

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Klingauf', written in a cursive style.

Prof. Dr. F. Klingauf

## Einleitung

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Bundesrepublik Deutschland umfaßt derzeit 17,2 Millionen Hektar, davon entfallen 11,8 Millionen Hektar auf Ackerfläche. Der Getreideanteil an der Ackerfläche beträgt 57 %. Futterpflanzen nehmen 16 %, Ölfrüchte 8 % und Hackfrüchte 5 % ein. 1996 wurden 1,1 Millionen Hektar bzw. 9 % im Rahmen der Stilllegungsverpflichtung der Agrarreform aus der Produktion ausgegliedert.

Ausgelöst in erster Linie durch ökonomische Sachzwänge in der Landwirtschaft stieg in den zurückliegenden Jahren der Weizenanteil an der Getreidefläche ständig an und lag 1996 bundesweit bei rund 39 %, gefolgt von der Gerste mit 33 %, dem Roggen mit 12 %, Hafer mit 7 % und Körnermais mit 4 %. Auf sonstige Getreidekulturen wie z.B. Triticale entfielen 8 %.

Schon allein der Anbauumfang des Getreides an der landwirtschaftlichen Nutzfläche zeigt dessen wirtschaftliche Bedeutung für die deutsche Landwirtschaft.

Wie bei kaum einer anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanze hat sich der biologisch-technische Fortschritt in den zurückliegenden 100 Jahren so deutlich in der Steigerung der Hektarerträge niedergeschlagen wie gerade beim Getreide. So stiegen allein seit 1950 die Getreideerträge bis 1996 um 163 %. Die vergleichbaren Zahlen lauten für Silomais 38 %, Kartoffeln 82 %, Zuckerrüben 56 % und Ölfrüchte um 54 %.

Dies beachtlichen Produktionssteigerungen, die insbesondere seit den 60er Jahren eintraten, sind nicht zuletzt auf die Fortschritte in der Getreidezüchtung zurückzuführen. Dennoch wurden über Jahrzehnte die Ertragserwartungen im Getreidebau trotz Verbesserungen in der Anbautechnik, der Düngung und der Bestandesführung häufig über Nacht durch das Auftreten von Krankheits- und Schaderregerepidemien zunichte gemacht. Erst mit Einsatz der gezielten Züchtung auf Resistenz, insbesondere gegen Krankheiten, konnte das genetisch fixierte Ertragspotential weitgehend ausgeschöpft und stabilisiert werden. Ein ganz wesentlicher Fortschritt in der Ertrags- und Qualitätssicherung trat jedoch mit Einführung systemischer Fungizide im Getreidebau in den 80er Jahren ein.

Nicht zuletzt dank der Forschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft auf dem Gebiet der Schad- und Krankheitserreger im Getreide stehen heute Verfahren zur Verfügung, die gezielt, an biologischen und ökonomischen Kriterien orientiert, eingesetzt werden können, um Schäden an Getreide unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten.

Ziel aller Aktivitäten auf dem Gebiet der Getreideforschung in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft war und ist es, Grundlagen zu erarbeiten, die die Entwicklung biologisch sinnvoller, ökologisch vertretbarer und ökonomisch notwendiger Verfahren zur Bekämpfung tierischer und pilzlicher Schaderreger im Getreidebau ermöglichen und eine Einführung in die Praxis erlauben.

Über einige wichtige Schwerpunkte dieser Arbeiten in den verschiedenen Instituten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft soll in diesem Heft berichtet werden.

Gerhard Bartels



# 100 Jahre Forschung über Schadinsekten im Getreidebau in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Udo Heimbach

## Einleitung

Schädlinge im Getreidebau standen schon früh im Interesse der landwirtschaftlichen Forschung, da zum einen die Getreideanbaufläche schon immer bedeutend war und zum anderen das Getreide für die menschliche Ernährung von großer Bedeutung ist. In dieser Arbeit soll ein Abriss der Forschung über Insekten als Schädlinge im Getreidebau gegeben werden, publiziert seit dem Ende des letzten Jahrhunderts von Mitarbeitern des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Biologische Abtheilung für Land- und Forstwirtschaft, bis hin zur heutigen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Die zitierte Literatur stellt also nur einen kleinen Ausschnitt aus der gesamten Literatur zu diesem Thema dar. Es werden hier nur Schadinsekten an Getreide ohne den Mais und den Vorratsschutz berücksichtigt. Die Aphiden wurden stärker als andere Schadinsekten des Getreides berücksichtigt. Eine frühe und umfassende Arbeit über die Schädlinge an Wiesengräsern, die hier sonst nicht berücksichtigt sind, stammt von KAUFMANN (1925). Auf Arbeiten aus den ehemaligen Kolonien wie z.B. die von BUSSE (1904) über Hirse soll nicht weiter eingegangen werden. Auch eine komplette Auflistung sämtlicher Veröffentlichungen, die von den Mitarbeitern seit 1898 publiziert wurden und die schädliche Insekten an Getreide zum Thema haben, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Für die Zeit nach dem zweiten Weltkrieg wurden nur die in den westdeutschen Institutionen erstellten Arbeiten verwandt.

Im Laufe der letzten hundert Jahre hat sich der Getreideanbau stark verändert. Das Sommergetreide, insbesondere die Hafer- und Roggenanbaufläche, sind zurückgegangen. Wintergetreide, insbesondere Winterweizen, hat zugenommen. Dies ging einher mit einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion in allen Bereichen. Eine Veränderung des Spektrums und der Bedeutung an Schadinsekten ist daher zu erwarten. Wenn beispielhaft Jahresberichte zum Schadaufreten von Insekten im Getreideanbau der Jahre 1920 - 1925 herausgegriffen werden (SACHTLEBEN 1922; WILKE 1926a, 1926b), so

zeigt sich, daß vor allem Schadfliegen wie Fritfliege, Brachfliege, Gelbe Halmfliege und Thysanopteren als wichtige Schädlinge aufgeführt werden. Weniger häufig oder nur regional von Bedeutung werden Eulen- und Wicklerraupen, Weizengallmücken, Gartenhaarmücke, Hessenfliege, Sattelmücke, Blattminierfliegen, Halmwespen, Getreidehähnchen und Getreidelaukäfer genannt. Blattläuse, die heute an erster Stelle in der Bedeutung stehen, werden nur am Rande als schädlich eingestuft. SCHNAUER (1929) gibt einen umfassenden Überblick über etwa 30 Jahre Schadaufreten der Brach- und Getreidehalmfliege sowie von Zwergzikaden im Getreide. Zikaden wurden in der Forschung der BBA nicht mehr aufgegriffen.

Eine chemische Bekämpfung der Getreideschädlinge war vor dem zweiten Weltkrieg unerheblich. Im ersten Flugblatt zu erprobten Mitteln werden für Getreide relevante Schädlinge nur solche allgemein gegen Aphiden und Thysanopteren wirksame genannt (SCHWARTZ 1909). Auch später (TRAPPMANN 1940) tauchen chemische Mittel nur gegen Zikaden, den Getreidelaukäfer und allgemein gegen Erdruppen auf. Gegen die meisten Getreideschädlinge werden ackerbauliche Maßnahmen empfohlen.

Wichtige Standardwerke über Insekten als Schädlinge im Getreide, die noch heute von Bedeutung sind, entstanden im Laufe der Jahre. Dazu gehören neben den Ausarbeitungen der verschiedenen Ausgaben des SORAUER (siehe unten) auch die Bücher zur Diagnose (BUHL et al. 1975) und zur Prognose von Schadinsekten (BUHL und SCHÜTTE 1971).

## **Biologie der Schädlinge und ihre landwirtschaftliche Bedeutung im Getreidebau**

### Forschung zu Aphiden

Obwohl Blattläuse im Getreide bis in die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts nur eine geringe Bedeutung als Schädlinge hatten, begann die Forschung besonders durch BÖRNER an der Außenstelle in Naumburg schon sehr früh und intensiv. Die Notwendigkeit zur Erforschung der Biologie zeigt sich z.B. daran, daß FRANK (1899) die Bodenbearbeitung nach der Ernte empfiehlt, um u.a. überwinterte Blattläuse und Thysanopteren an den Stoppeln zu dezimieren. BÖRNER (1914) beschreibt den Wirtswechsel der Art *Macrosiphum cereale*, wobei er aber wohl Tiere der heutigen Art *Sitobion fragariae* mit

Wirtswechsel zwischen Gramineen und *Rubus* untersuchte. Im Handbuch der Pflanzenkrankheiten von SORAUER erstellte er den Teil über Blattläuse (BÖRNER 1913) und tritt auch noch nach seinem Tod als Erstautor in der fünften Auflage auf (BÖRNER und HEINZE 1957). Schon früh wird eine Liste wirtswechselnder Arten erstellt (BÖRNER und BLUNCK 1916), die den fortschreitenden Erkenntnisstand zur Biologie aufzeigt und auch Möglichkeiten für Prognosen eröffnet. Im ersten Flugblatt der Reichsanstalt über Blattläuse (SCHWARTZ 1912) wird im Getreide nur die Faulbaumblattlaus (die heutige Haferblattlaus *Rhopalosiphum padi*) als bedeutend erwähnt. In der sechsten Auflage des Flugblattes (BÖRNER 1938) werden mit heutiger Benennung die Arten *R. padi*, *Metopolophium dirhodum* und *Sitobion fragariae* genannt. In seiner letzten großen zusammenfassenden Arbeit über die Blattläuse Europas (BÖRNER 1952) wird die heutige *Sitobion fragariae* unter dem Namen *Sitobium avenae* aufgeführt und die heutige *Sitobion avenae* mit dem Namen *Sitobium granarium* genannt, wie es auch noch bei BÖRNER und HEINZE (1957) zu finden ist. Erst Jahre später wurde die Auffassung von HILLE RIS LAMBERS akzeptiert und *Aphis granarium* (KIRBY 1798) als Synonym zu *Aphis avenae* (FABRICIUS 1775) gewertet. HEINZE (1951) führt die Untersuchungen über Blattläuse mit einem neuen Flugblatt und breiteren systematischen Arbeiten (HEINZE 1963) weiter. STEFFAN (1973) beschreibt das Wirtswechselverhalten der Getreideblattläuse. Ein neuerer Bestimmungsschlüssel für Blattläuse an Getreide wurde von THIEME und HEIMBACH (1992) erstellt.

Durch die größer werdende Bedeutung der Getreideblattläuse als Schädlinge bedingt, wird an der Außenstelle in Kiel-Kitzeberg intensiver über das Vorkommen der Blattläuse (BASEDOW 1976) und die Möglichkeit einer integrierten Bekämpfung gearbeitet (BASEDOW 1975a, 1980a). In groß angelegten Versuchen wird eine Schadenschwelle erarbeitet (BASEDOW et al. 1983a, 1989). Auch andere Bereiche des Integrierten Pflanzenschutzes wie Sortenresistenz (BASEDOW et al. 1983b; BASEDOW 1985; THIEME und HEIMBACH 1996) oder genetische Bekämpfung (STEFFAN 1972) wurden aufgegriffen. In Darmstadt (Institut für biologische Schädlingsbekämpfung) arbeitet BODE (1977, 1980a, 1980b) über die Populationsdynamik von Getreideaphiden. Durch die Integrierung der Wissenschaftler in Kleinmachnow arbeiten auch dort Angehörige der BBA über die integrierte Bekämpfung (FREIER 1993; HOLZ et al. 1994) und über Simulationsmodelle bei Blattläusen (FREIER et al. 1996).

Schon sehr früh wird die Bedeutung der natürlichen Gegenspieler von Blattläusen erkannt. BÖKER (1906) stellt eine hohe Fraßleistung von Marienkäferlarven fest. SCHWARTZ (1912) beschreibt als wichtige Gegenspieler der Blattläuse Marienkäfer, Schwebfliegen, Chrysopiden und Parasitoide. Er schränkt die Wirksamkeit dieser Antagonisten allerdings ein: „Weder diese Raubinsekten noch gewisse Schlupfwespen ... vermögen jedoch der ungeheuren Vermehrungsfähigkeit der Blattläuse in einem dem Menschen erwünschten Maße entgegenzuwirken.“ BÖRNER listet in seinem Flugblatt von 1931 neben den oben genannten Antagonisten noch räuberische Gallmückenlarven, Grabwespen, Ohrwürmer, Raub- und Blumenwanzen, Vögel und parasitische Pilze auf. Die Forschung an Coccinelliden bleibt dauerhaft interessant. So arbeiten SCHILDER und SCHILDER (1925), später BASEDOW (1982) und in einer neueren Abhandlung aus Kleinmachnow TRILTSCHE et al. (1996) über diese Tiergruppe. Auch epigäische Raubarthropoden finden das Interesse der Forscher (BASEDOW et al. 1976b, 1984; VOLKMAR et al. 1994).

Es entstehen Arbeiten zur Schonung und Förderung von Nutzorganismen. Bedingt durch den Mißbrauch des Organophosphorsäureesters E 605 im Getreidebau wegen angeblich fungizider Wirkung, die von BASEDOW und MIELKE (1975) widerlegt wurde, wird auch auf die negativen Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel hingewiesen. Unerwünschte Auswirkungen auf nützliche Antagonisten der Getreideaphiden werden an verschiedenen Instituten der BBA bearbeitet; in Kiel-Kitzeberg ist es vor allem BASEDOW (1975b, 1987; BASEDOW et al. 1976a), in Darmstadt ZIMMERMANN (1978; ZIMMERMANN und BASEDOW 1980) und in Braunschweig HEIMBACH (1988, 1991; WEHLING und HEIMBACH 1991). Hier wurden auch direkte Wirkungen eines Fungizides auf Getreideaphiden aufgezeigt (HEIMBACH 1990).

In Darmstadt werden Versuche zur Förderung der Gegenspieler der Getreideblattläuse durch Ackerschonstreifen durchgeführt (WELLING 1988; STORCK-WEYHER-MÜLLER und WELLING 1991).

### Forschung zu Schaddipteren

Dipteren waren, wie eingangs erwähnt schon immer wichtige Schädlinge im Getreidebau. Dies gilt nach wie vor, wenn auch heutzutage in geringerem Maße für die Frit- und Brachfliege. Über die **Brachfliege**, früher Getreideblumenfliege, schreibt schon FRANK

(1900b). BÖRNER (1906) und wenig später RÖRIG (1911) arbeiten zur Biologie und Bedeutung dieser Art. Von RÖRIG (1910) wird in einem Flugblatt auf Biologie, Schaden und Bekämpfung der Brach- und Fritfliege eingegangen. BREMER (1931) führt weitere Arbeiten mit der Brachfliege durch und SCHNAUER (1929) gibt einen Überblick über ihr langjähriges Schadauftreten im Deutschen Reich. BREMER (1929) gibt Hinweise zur Methode epidemiologischer Untersuchungen für drei wichtige Dipterenarten im Getreidebau, neben der Brachfliege auch für die Frit- und Hessenfliege. BUHL (1963) schreibt zur Bedeutung der Fruchtfolge für die sechs wichtigsten Dipterenarten, darunter auch die Brachfliege. Nach dem zweiten Weltkrieg wird am Institut in Kiel-Kitzeberg sehr intensiv zur Prognose und Bekämpfung der Brachfliege gearbeitet (BUHL und SOL 1963a, 1963b, 1964, 1967; SOL 1963, 1964, 1971). BUHL und SOL (1968) erstellen eine Richtlinie zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln gegen die Brachfliege. SOL (1973) weist in einer kleineren Arbeit auf das Problem der genauen Bestimmung der Tiere hin und in Erhebungen zur Brachfliege noch sechs andere Fliegenarten aus drei Gattungen nach.

Abb.1 Brachfliege (aus BÖRNER 1906)

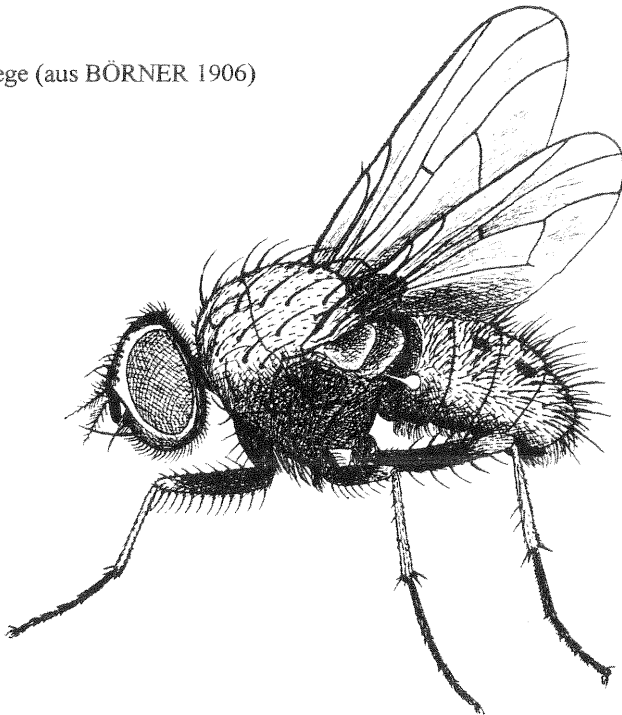


Abb. 14. Männchen der Getreideblumenfliege, vergrößert. Länge vom Kopf bis zur Flügelspitze 8 mm.

**Kaiserliches Gesundheitsamt.**  
**Biologische Abtheilung für Land- und Forstwirthschaft.**  
**Flugblatt Nr. 9. Juli 1901.**

---

**Die Fritfliege.**

Von  
Regierungsrath Dr. Rörig.

Das in diesem Jahre überaus häufige Vorkommen der Fritfliege in den Getreidesaaten und der dadurch verursachte bedeutende Ausfall an der Ernte lenkt von Neuem die Aufmerksamkeit der Landwirthe auf diesen Schädling, dessen Aussehen und Lebensweise immer noch nicht weit genug bekannt ist.

**Beschreibung.**

Die Fritfliegen, unter welchem Namen die 2 bei uns schädlichen, im Wesentlichen nur durch die Größe verschiedenen Arten *Oscinis Frit* und *O. pusilla* bekannt sind, sind kleine, nur wenige Millimeter messende Fliegen von schwärzlicher Farbe, welche man zu den verschiedenen Jahreszeiten bald einzeln, bald zahlreich auf den Blättern des Sommer- und Wintergetreides bemerken kann. Aus den von ihnen abgelegten winzig kleinen Eiern schlüpfen Larven aus, welche erwachsen etwa 3—4 mm lang sind. Dieselben haben walzenförmige Gestalt mit spitzem Kopfende und 2 kleinen warzenartigen Erhebungen am letzten Leibesringe, in welche die Athemorgane münden. Ihre Farbe ist hell gelblich glänzend. Sie machen im Laufe ihrer Entwicklung mehrere Häutungen durch und werden schließlich nach Beendigung ihres Wachstums zu sogenannten Lösschenpuppen, d. h. Puppen, deren Umhüllung aus der letzten Larvenhaut besteht. Diese Puppenhülle ist zuerst hellgelblich, wird dann hellbraun und kurz vor dem Ausschlüpfen der Fliege dunkelbraun; da sie durchsichtig ist, kann man im Innern die Fliegenpuppe ruhen sehen.

**Lebensweise.**

Die Fritfliegen haben 3 Generationen im Jahr, und zwar eine Winter-, eine Frühjahrs- und eine Sommergeneration. Im August bis zum Anfang des September erscheint die Fliege und legt ihre Eier an die Winterfaat (Roggen, Weizen und Wintergerste), aber auch an verschiedene Gräser ab. Die daraus entstehenden Larven bohren sich alsbald in das Innere der Pflanze und zerstören die Triebanlage durch Befressen des Herzblattes, welches in Folge dessen an der Fraßstelle bald faulig degenerirt, in seiner ganzen Ausdehnung gelb wird, abstirbt und sich ohne Anwendung von Gewalt aus den umhüllenden, noch grünen Blättern herausziehen läßt. Die Larven sind der Mehrzahl nach bis zum Januar erwachsen, ruhen nun etwa bis zum März, verpuppen sich mit Eintritt wärmerer Witterung und liefern Ende April oder Anfang bis Mitte Mai — je nach der Temperatur jener Wochen — die Fliege, welche nun ihre Eier an die

---

Verlagsbuchhandlung Paul Parey — **Berlin** — Verlagsbuchhandlung Julius Springer.

---

Einzelpreis 5 Pf. (bei direktem Bezuge vom Verleger sind 3 Pf. für Porto beizufügen).  
100 Exemplare 4 M. — 500 Exemplare 15 M.

Bestellungen sind zu richten an die Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Die **Fritfliege** ist nach wie vor von Bedeutung als Schaddiptere im Getreidebau. Trotzdem wurde sie nur relativ wenig in den Institutionen der BBA bearbeitet. Über sie wird von RÖRIG schon 1901 die erste Auflage eines Flugblattes aufgelegt, in dem er darauf hinweist, daß sich hinter dieser Fliege nicht nur eine Art verbirgt. Zur Schadensregulierung wird eine nicht zu frühe Saat im Herbst empfohlen. RIGGERT und KÖRTING beschäftigen sich am Institut in Kiel-Kitzeberg intensiver mit der Biologie der Fritfliege (KÖRTING 1931, RIGGERT 1931, 1935a, 1935b). Später werden Arbeiten in Dahlem von MAYER und SANDERS durchgeführt (MAYER 1961, 1969; SANDERS 1964).

Die **Gelbe Weizenhalmfliege** gehört zu den Dipteren, die früher zu den wichtigen Schädlingen im Getreide gezählt wurden, die unter heutigen Anbaubedingungen aber weniger häufig auftritt. Literatur liegt daher nur aus der ersten Hälfte des Jahrhunderts vor. FRANK (1900a) beschreibt einen fördernden Einfluß von Chilesalpeter auf diese Art, während MUNKELT (1926) in einer kurzen Beschreibung des Schadbildes und der Biologie eine Befallsreduzierung durch Düngung fand. Späte Saat im Herbst und frühe im Frühjahr wirken dem Schaden entgegen. So war in dem starken Befallsjahr 1925 vor allem spät gedrillter Sommerweizen befallen (BLUNCK und MUNKELT 1926). SCHNAUER (1929) beschreibt das langjährige Schadaufreten dieser Art im Deutschen Reich.

Gegen Befall durch die **Weizenhalmwespe**, einer Fliege, empfiehlt FRANK (1899) das Pflügen, „weil sie in dem untersten Halmende, welches als Stoppel zurückbleibt, ihr Winterlager hat, aus welchem sie im nächsten Frühjahr aufersteht“. Sonst wurden keine Literaturnachweise zu dieser Art gefunden.

Die **Hessenfliege** wurde aus den Vereinigten Staaten nach Europa eingeschleppt. WILKE (1924a) beschreibt ein sonst ungewöhnliches größeres Schadaufreten dieser Art im Wintergetreide. BUHL (1957) geht in einer ausführlicheren Arbeit auf die Determination, die Biologie und das Vorkommen der Art ein. Dabei kann er auf alte Aufzeichnungen aus den dreißiger Jahren aus dem Institut in Kiel-Kitzeberg zurückgreifen. Sonst liegen keine größeren Arbeiten zu dieser Art aus der BBA vor.

**Weizengallmücken** hatten beginnend mit KLEE (1932) eine besondere Bedeutung in der Forschung der BRA und BBA, obwohl sie nur in wenigen Jahren zu bedeutenden Schäden führen. Bedingt durch größere Schäden werden Versuche auf Fehmarn durchgeführt (KLEE und RADEMACHER 1935). Nach dem Krieg wurden die Arbeiten in Kiel-Kitzeberg (WAEDE 1955; SPEYER und WAEDE 1956a, 1956b; SPEYER 1957) weitergeführt. Zwei Jahre später entsteht ein Flugblatt zu den Gallmücken (WAEDE 1958). Besonders intensiv arbeitet BASEDOW in Kiel-Kitzeberg über die Gallmücken. Er gibt Hinweise zur Differenzierung der beiden Arten (BASEDOW 1971), zur Biologie und Prognose (BASEDOW 1972, 1977a, 1977c, 1980b; BASEDOW und GILLICH 1982; BASEDOW und SCHÜTTE 1973, 1982) und zur Sortenanfälligkeit (BASEDOW 1977b). BUHL und TIETZE (1969) beschreiben den Einfluß des Fraßes der Gallmücken auf die Backqualität von Weizen, was einen zusätzlichen Schaden zu den direkten Ernteausfällen darstellt. Auch STEINER (1954) weist neben der Biologie und dem Schadauftreten auf die verringerte Backqualität hin.

Eine andere schädliche Gallmücke ist die **Sattelmücke**, von der keine älteren Berichte aus der Reichsanstalt vorliegen. Bedingt durch ein größeres Schadauftreten widmet sich SCHÜTTE (1963, 1964b) dieser Art und stellt auch Untersuchungen zur Sortenanfälligkeit verschiedener Gramineen an (SCHÜTTE 1964a). Gemeinsam mit BUHL erarbeitet er eine grundsätzliche Strategie zur Anlage von Insektizidversuchen am Beispiel der Sattelmücke (SCHÜTTE und BUHL 1968). Später berichten BECKER (1969) über die Befallsverteilung der Sattelmücke in einem Weizenfeld und BASEDOW (1986) über die Abundanzdynamik dieser Mücke.

#### Andere Schadtiere

Erstaunlicherweise hat es kaum bedeutende Veröffentlichungen zu **Getreidehähnchen** oder dem **Getreidelaufkäfer** in den Institutionen der BBA in den vergangenen hundert Jahren gegeben, obwohl vor allem der Getreidelaufkäfer besonders in den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts regional ein nicht unbedeutender Schädling war (SACHTLEBEN 1922; WILKE 1926a, 1926b). Beide Schädlinge wurden auch nicht eines Flugblattes für würdig erachtet. Einzig WILKE (1924b) schreibt ausführlich zur



Biologie des Getreidelaufkäfers. Diese Schädlinge sind nur in den umfassenden Arbeiten zum SORAUER und bei BUHL et al. (1975) sowie BUHL und SCHÜTTE (1971) enthalten.

Als schädliche **Lepidopterenlarven** wird von BÖRNER (1905) die „*Kornmade*“, die heutige Roggeneule, an Roggen beschrieben, der BÖRNER ein größeres Schadpotential als der Getreidehalmfliege zurechnet. Nach dem zweiten Weltkrieg werden am Darmstädter Institut Erhebungen zu Getreidewicklern durchgeführt (BATHON und GLAS 1983, GLAS 1985), die sporadisch zu Schäden führen können. Sonst finden die schädlichen Lepidopteren kein spezielles Forschungsinteresse.

Abb. 3: Raupe der Kornmade (aus BÖRNER 1906)

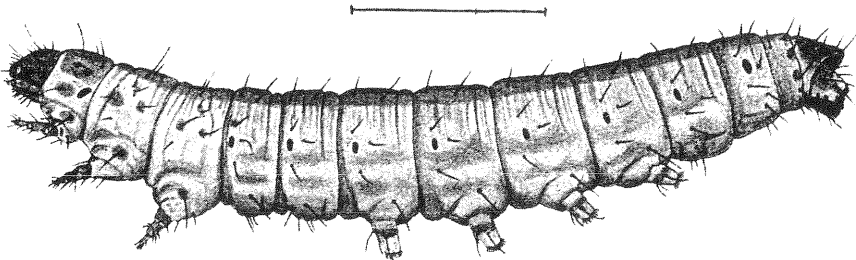


Fig. 3.

Erwachsene Kornmade, Seitenansicht; die natürliche Größe gibt der obere Strich an.

TISCHLER (1937, 1938, 1939) beschreibt die Artenzusammensetzung, Biologie und das Schadpotential vieler an Getreide vorkommenden **Wanzenarten**, von denen aber nur einige auch zu meßbaren Schäden führen können. Zur gleichen Zeit werden Untersuchungen von KUNIKE (1937) und von NITSCHKE und MAYER (1937) durchgeführt.

**Thysanopteren** wurden in der ersten Hälfte des Jahrhunderts zu den wichtigsten Getreideschädlingen gerechnet, die zur Weißährigkeit, d.h. zu tauben Ähren, führen. Dieser Insektengruppe wird erst in neuerer Zeit wieder Beachtung als Getreideschädling geschenkt. FRANK (1899) empfiehlt das Pflügen, um so das Winterlager der Thripse in den Stopeln zu zerstören. KORFF (1921) ruft zu Einsendungen von Probenmaterial auf, um zu genaueren Kenntnissen zu gelangen. 1925 erscheint im SORAUER das Kapitel über die Thysanopteren von BLUNCK. Etwas später widmet sich KÖRTING (1928,

1931, 1993, 1937) sehr intensiv der Forschung zu den schädlichen Arten, ihrem Vorkommen und ihrer Biologie.

### **Schlußbetrachtung**

Auch 100 Jahre Forschung haben weder dazu geführt, daß wir alle wichtigen biologischen Kenntnisse über die Schadinsekten am Getreide gewonnen haben, noch daß alle Probleme mit Schadinsekten gelöst wurden. Gerade aber die integrierte Bekämpfung von Schadinsekten benötigt genaue Kenntnisse über die Biologie der Arten, insbesondere in ihrer Beziehung zum Agrarökosystem. Beim Betrachten der in dieser Arbeit erstellten Literaturliste fällt auf, daß es immer weniger Wissenschaftler in der BBA gibt, die sich längerfristig und eingehend einem Schadtier oder einer Schadtiergruppe zuwenden können. Die Forschung wird von der Vergabe von Drittmitteln gelenkt, die nur relativ kurzfristig aktuelle Probleme aufgreifen können.

Häufig ist die chemische Bekämpfung der Schädlinge die einfachste und schnellste Art, der Probleme Herr zu werden, obwohl diese nach der Definition des Integrierten Pflanzenschutzes erst die letzte Wahl sein sollte. Die Worte von SCHLUMBERGER (1947) zum 50 jährigen Jubiläum sind gerade jetzt wieder im Angesicht größerer Sparmaßnahmen und überhand nehmender administrativer Tätigkeiten von großer Bedeutung:

*„Wenn heute zeitbedingt die praktisch gerichteten Arbeiten, im besonderen die unmittelbare Bekämpfung der Schädlinge und Krankheiten durch Einsatz wirksamer Pflanzenschutzmittel, im Vordergrund stehen, so sind wir uns doch darüber vollkommen klar, daß ohne Grundlagenforschung die praktische Bekämpfung ihre feste Basis verliert, die Wirksamkeit der empfohlenen Maßnahmen unsicher wird und das Vertrauen der Praxis zur phytopathologischen Forschung zum Schaden unseres Deutschen und gesamten internationalen Kulturpflanzenbaues aufs schwerste erschüttert wird.“*

# 100 years of research on pest insects of cereals in the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry

## Summary

The last hundred years of research on pest insects of cereal crops carried out by scientists of the German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry and some former institutions is presented in this paper. The articles were written in the different institutions located in Kiel-Kitzeberg, Berlin, Braunschweig, Darmstadt, Kleinmachnow and Naumburg. Nearly all groups of pest insects of cereals were analysed. Most work was done on some Diptera (*Contarinia tritici*, *Sitodiplosis mosellana* and *Phorbia coarctata*), Thysanoptera and Aphidina. Little emphasis was given to pest species of the Coleoptera and Lepidoptera and some of the Diptera. The analysis of the given literature shows, that further research is necessary for the integrated control of pest insects.

## Literatur

- BASEDOW, TH., 1971: Zur morphologischen Unterscheidung der beiden Weizengallmückenarten *Contarinia tritici* (Kirby, 1798) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) in Norddeutschland im Sommer 1970. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **23**, 129-133.
- BASEDOW, TH., 1972: Über Zusammenhänge zwischen Phänologie und Wirtspflanzen bei den Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin). Zeitschrift für angewandte Entomologie **71**, 359-367.
- BASEDOW, TH., 1975a: Eine zeitsparende Methode zur zahlenmäßigen Erfassung von Blattläusen (Homoptera, Aphididae) an Weizenähren. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **48**, 8-10.
- BASEDOW, TH., 1975b: Die Wirkung eines synthetischen Insektenwachstumsregulators auf zwei Getreideblattlausarten. (Homoptera, Aphididae) und auf zwei Blattlausräuber (Coleoptera, Coccinellidae). Laborversuche. Mitteilung aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **163**, 65-71.
- BASEDOW, TH., 1976: Über das Auftreten der Getreideblattlausarten (Homoptera: Aphididae) in norddeutschen Weizenanbaugebieten (1974/75). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **49**, 9-14.

- BASEDOW, TH., 1977a: Über den Flug der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) in Beziehung zur Windrichtung und zu Weizenfeldern. Zeitschrift für angewandte Entomologie **83**, 173-183.
- BASEDOW, TH., 1977b: Die Anfälligkeit verschiedener Sommerweizensorten gegenüber Befall durch die beiden Weizengallmückenarten (Dipt., Cecidomyiidae). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz **50**, 129-131.
- BASEDOW, TH., 1977c: Der Einfluß von Temperatur und Niederschlägen auf Diapause und Phänologie der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Dipt., Cecidomyiidae). Zoologisches Jahrbuch, Abteilung Systematik, Ökologie, Geographie, Tiere **104**, 302-326.
- BASEDOW, TH., 1980a: Studies on the ecology and control of cereal aphids (Homoptera, Aphididae) in Northern Germany. WPRS Bulletin **III/4**, 67-84.
- BASEDOW, TH., 1980b: Untersuchungen zur Prognose des Auftretens der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Dipt., Cecidomyiidae). I. Die kritischen Larvenzahlen im Boden. Zeitschrift für angewandte Entomologie **90**, 292-299.
- BASEDOW, TH., 1982: Untersuchungen zur Populationsdynamik des Siebenpunktmarkkäfers *Coccinella septempunctata* L. auf Getreidefeldern in Schleswig-Holstein von 1976 bis 1979. Zeitschrift für angewandte Entomologie **94**, 66-82.
- BASEDOW, TH., 1984: Die natürlichen Feinde der Getreideblattläuse (Homoptera: Aphididae) und ihre Bedeutung im Rahmen der Bekämpfungsentscheidung bei Winterweizen. Gesunde Pflanzen **36**, 100-104.
- BASEDOW, TH., 1985: Ergebnisse vierjähriger Untersuchungen zur Anfälligkeit verschiedener Winterweizensorten gegenüber der Großen Getreideblattlaus, *Macrosiphum avenae* F. (Homoptera: Aphididae). Gesunde Pflanzen **37**, 252-256.
- BASEDOW, TH., 1986: Die Abundanzdynamik der Sattelmücke, *Haplodiplosis marginata* (von Roser) (Dipt., Cecidomyiidae), bei Fruchtwechsel, bei wiederholtem und bei permanentem Anbau von Weizen. Zeitschrift für angewandte Entomologie **102**, 11-19.
- BASEDOW, TH., 1987: Der Einfluß gesteigerter Bewirtschaftungsintensität im Getreidebau auf die Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **235**, 1-123.
- BASEDOW, TH., C. BAUERS und G. LAUENSTEIN, 1983a: Zur Bekämpfungsschwelle der Getreideblattläuse an Winterweizen (vorläufige Mitteilung). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **35**, 141-142.
- BASEDOW, TH., C. BAUERS und G. LAUENSTEIN, 1989: Ergebnisse vierjähriger Untersuchungen zur gezielten Bekämpfung der Getreideblattläuse (Homoptera, Aphididae) im intensiven Winterweizenanbau: optimaler Termin und Bekämpfungsschwellen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **254**, 1-63.
- BASEDOW, TH., A. BORG und F. SCHERNEY, 1976a: Auswirkungen von Insektizidbehandlungen auf die epigäischen Raubarthropoden in Getreidefeldern, insbesondere die Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). Entomologia experimentalis et applicata **19**, 37-51.

- BASEDOW, TH., A. BORG, R. DECLERCQ, W. NIJVELDT und F. SCHERNEY, 1976b: Untersuchungen zum Vorkommen der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) auf europäischen Getreidefeldern. *Entomophaga* **21**, 59-72.
- BASEDOW, TH. und H. GILLICH, 1982: Untersuchungen zur Prognose des Auftretens der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Dipt., Cecidomyiidae). II. Faktoren, die ein Schadauftreten der Mücken verhindern können. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzen- und Umweltschutz* **55**, 84-89.
- BASEDOW, TH. und H. MIELKE, 1977: Aspekte der Parathion-Anwendung in Weizenfeldern. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **29**, 65-69.
- BASEDOW, TH., I. ROSEMBAUM-KURTH und G. LAUENSTEIN, 1983b: Freilanduntersuchungen zur Anfälligkeit verschiedener Haferarten gegenüber den Getreideblattläusen (Homoptera, Aphididae). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **35**, 76-77.
- BASEDOW, TH. und F. SCHÜTTE, 1973: Neue Untersuchungen über Eiablage, wirtschaftliche Schadensschwelle und Bekämpfung der Weizengallmücken (Dipt., Cecidomyiidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* **73**, 238-251.
- BASEDOW, TH. und F. SCHÜTTE, 1982: Die Populationsdynamik der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Dipt. Cecidomyiidae) in zwei norddeutschen Weizenanbaugebieten von 1969 bis 1976. *Zoologisches Jahrbuch, Abteilung Systematik, Ökologie, Geographie, Tiere* **109**, 33-82.
- BATHON, H. und M. GLAS, 1983: Zur Verbreitung des Getreidewicklers, *Cnephasia pumicana* Zeller (Lepidoptera: Tortricidae) in der Bundesrepublik Deutschland. Erste Ergebnisse einer Pheromonfallen-Erhebung von 1982. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **35**, 81-86.
- BECKER, H., 1969: Die Befallsverteilung der Sattelmücke auf einem Weizenfeld. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **21**, 84-85.
- BLUNCK, H., 1925: Thysanopteren (Physopoden), Fransenflügler, Blasenfüße. In: SORAUER: *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* **5**, 84-92, 112-134.
- BLUNCK, H. und W. MUNKELT, 1926: Massenaufreten der gelben Halmfliege in Schleswig-Holstein. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **6**, 27-28.
- BODE, E., 1977: Beobachtungen zum Auftreten von *Sipha (Rungsia) agropyrella* H.R.L. (Homoptera: Aphidina) an Getreide. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **29**, 185.
- BODE, E., 1980a: Untersuchungen zum Auftreten der Haferblattlaus *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) an ihrem Winterwirt *Prunus padus* L. I. Biologie der Haferblattlaus *Rhopalosiphum padi* (L.) am Winterwirt. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **89**, 363-377.
- BODE, E., 1980b: Aphids in winter wheat: Abundance and limiting factors from 1976 to 1979. *WPRS Bulletin* **III/4**, 49-57.
- BÖKER, P., 1906: Nutzen der *Coccinella*-Larven. *Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft* **5**, 282.

- BÖRNER, C., 1905: *Hadena secalis* (L.) als Roggenschädling. Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft **5**, 90-97.
- BÖRNER, C., 1906: Zur Biologie der Getreideblumenfliege. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft **4**, 60-63.
- BÖRNER, C., 1913: Aphidoiden: Aphididen, Blattläuse. In: SORAUER, Handbuch für Pflanzenkrankheiten **3**, 654-683.
- BÖRNER, C., 1914: Blattlausstudien. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft **15**, 21-25
- BÖRNER, C., 1931: Lebensgeschichte und Bekämpfung der Blattläuse. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **51**, vierte Auflage, 1-4.
- BÖRNER, C., 1938: Blattläuse und ihre Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **51**, sechste Auflage, 1-7.
- BÖRNER, C., 1952: Europae centralis Aphides Die Blattläuse Mitteleuropas. Mitteilungen der Thüringischen Botanischen Gesellschaft, Beiheft **3**, 1-488
- BÖRNER, C. und H. BLUNCK, 1916: Beiträge zur Kenntnis der wandernden Blattläuse Deutschlands. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft **16**, 25-42.
- BÖRNER, C. und K. HEINZE, 1957: Aphidina-Aphidoidea Blattläuse, plantlice (aphids), pucerons (aphides). In: SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten **5**, 2. Teil, 5. Auflage, 1-402.
- BREMER, H., 1929: Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen von Getreidefliegen-Kalamitäten. Anzeiger für Schädlingkunde **5**, 70-73.
- BREMER, H., 1931: Beitrag zur Epidemiologie der Brachfliegenschäden (*Hylemyia coarctata* Fall.). Zeitschrift für angewandte Entomologie **18**, 354-360.
- BUHL, C., 1957: Beobachtungen über das Vorkommen der echten „Hessenfliege“ *Mayetiola destructor* (Say) in Norddeutschland. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **64**, 271-286.
- BUHL, C., 1963: Dipteren als Getreideschädlinge unter Berücksichtigung der Fruchtfolge. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **108**, 158-162.
- BUHL, C. und F. SCHÜTTE, 1971: Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 364 S.
- BUHL, C. und R. SOL, 1963a: Ein Beitrag zur Frage der Bekämpfung der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **15**, 68-70.
- BUHL, C. und R. SOL, 1963b: Neue Ergebnisse über den Flug der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.) anhand von Farb- und Fangschalenversuchen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **70**, 407-412.
- BUHL, C. und R. SOL, 1964: Die Eiablage der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.) unter Berücksichtigung der Fruchtfolge. Zeitschrift für angewandte Entomologie **54**, 193-195.

- BUHL, C. und R. SOL, 1967: Beitrag zur Frage der Beziehungen zwischen Vorrucht und Befall durch die Brachfliege, *Phorbia coarctata* Fall. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 74, 521-527.
- BUHL, C. und R. SOL, 1968: Richtlinien für die Prüfung von Mitteln gegen die Brachfliege. Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin.
- BUHL, C. und U. TIETZE, 1969: Beeinflussung des Saatgutwertes und der Backqualität von Roggen und Weizen durch einen Befall mit der orangeroten Weizengallmücke (*Sitodiplosis mosellana* Géhin). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 21, 41-45.
- BUHL, C., H. WEIDNER und H. ZOGG, 1975: Krankheiten und Schädlinge an Getreide und Mais. Ein Bestimmungsbuch. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 431 S.
- BUSSE, W., 1904: Untersuchungen über die Krankheiten der Sorghum-Hirse. Arbeiten aus der Biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte 4, 319-426.
- FRANK, A. B., 1899: Die Reinigung der Felder von den Pflanzenüberresten nach der Ernte als wichtiges Schutzmittel gegen Pflanzenschädlinge. Kaiserliches Gesundheitsamt, Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. 2, 1-3.
- FRANK, A. B., 1900a: Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilesalpeter-Düngung. Arbeiten aus der Biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte 1, 115-125.
- FRANK, A. B., 1900b: Beschädigungen des Wintergetreides durch die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.). Arbeiten aus der Biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte 1, 265-267.
- FREIER, B., 1993: Nutzenschwellen für Schädlingsfeinde in Agrar-Ökosystemen - eine neue Kategorie von Schwellenwerten und Entscheidungshilfen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 45, 123-126.
- FREIER, B., TRILTSCH, H. und D. ROSSBERG, 1996: GTLAUS - A model of wheat-cereal aphid-predator interaction and its use in complex agroecological studies. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 103, 543-554.
- GLAS, M., 1985: Zweiter Beitrag zur Verbreitung von Ährenwickler, *Cnephasia longana* (Haworth) und Getreidewickler, *C. pumicana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnis einer Pheromonfallenerhebung von 1983. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 37, 21-27.
- HEIMBACH, U., 1988: Nebenwirkungen einiger Fungizide auf Insekten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 40, 180-183.
- HEIMBACH, U., 1990: Side effects of the fungicide pyrazophos on the aphid *Sitobion avenae*. - Proceedings of a meeting of the EC-Expert's Group, Catania, Italy, 7 to 9 November 1988, (Ed.: Cavalloro) „Euraphid“ network: Trapping and aphid prognosis, 285-292.
- HEIMBACH, U., 1991: Effects of some insecticides on aphids and beneficial arthropods in winter wheat. IOBC/WPRS Bulletin XIV/4, 131-139.

- HEINZE, K., 1951: Wirtschaftlich wichtige Blattläuse und ihre Bekämpfung. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. C 11, 1-12.
- HEINZE, K., 1963: Fauna von Deutschland (Brohmer) Teil III, Aphidoidea, Blattläuse. 9. Auflage Quelle & Meyer, Heidelberg, 209-223.
- HOLZ, F., WETZEL, TH. und FREIER, B., 1994: 3 - 5 Blattläuse pro Ähre im Winterweizen - eine neue Bekämpfungsschwelle? Gesunde Pflanzen **46**, 8-12.
- KAUFMANN, O., 1925: Die Weißährickeit der Wiesengräser und ihre Bekämpfung. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **13**, 497-568.
- KLEE, H., 1932: Die Bekämpfung der Weizengallmücke mittels Bodenbearbeitung und Düngung. Ernährung der Pflanze **28**, 323-324.
- KLEE, H. und B. RADEMACHER, 1935: Der Stand der Weizengallmückenbekämpfung nach Untersuchungen in Schleswig-Holstein. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **15**, 3-6.
- KORFF, 1921: Schädigungen an Roggenähren, sog. Kornfraß. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **1**, 12-13.
- KÖRTING, A., 1928: Zur Kenntnis der Überwinterung einiger an Gräsern lebender Thysanopteren. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **8**, 13-15.
- KÖRTING, A., 1931: Beobachtungen über die Fluggewohnheiten der Fritfliege und einiger Getreidethysanopteren. Zeitschrift für angewandte Entomologie **18**, 154-160.
- KÖRTING, A., 1933: Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung von *Haplothrips aculeatus* F. Zeitschrift für angewandte Entomologie **16**, 452-512.
- KÖRTING, A., 1937: Über die phytopathogene Bedeutung von Getreidethysanopteren. Eine Erwiderung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **47**, 102-110.
- KUNIKE, G., 1937: Wanzen an Getreide. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **17**, 1-4.
- MAYER, K., 1961: Untersuchungen über das Wahlverfahren der Fritfliege (*Oscinella frit* L.) beim Anflug von Kulturpflanzen im Feldversuch mit der Fangschalenmethode. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **106**, 1-47.
- MAYER, K., 1969: Untersuchungen über die Populationsfluktuationen von *Oscinella frit* L. Deutsche Entomologische Zeitschrift, Neue Folge **16**, 115-126.
- MUNKELT, W., 1926: Die gelbe Halmfliege (*Chlorops pumilionis* Bjerk.). Anzeiger für Schädlingskunde **2**, 44-45.
- NITSCHKE, B. und R. MAYER, 1937: Untersuchungen über Blattwanzen als Getreideschädlinge. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **17**, 13-16.
- RIGGERT, E., 1931: Über die Flughöhe der Fritfliege. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 26-27.
- RIGGERT, E., 1935a: Untersuchungen über die Parasiten der Fritfliege. Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem **2**, 1-23.



- RIGGERT, E., 1935b: Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten von *Oscinella frit* L. und ihrer Jugendstadien. Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem **2**, 101-130 und 145-156.
- RÖRIG, G., 1901: Die Fritfliege. Kaiserliches Gesundheitsamt. Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **9**, 1-4.
- RÖRIG, G., 1910: Die Fritfliegen und die Getreideblumenfliege. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **9**, 1-4.
- RÖRIG, G., 1911: Die Sommergeneration der Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata*). Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Heft **11**, 32-34.
- SACHTLEBEN, H., 1922: Tierische Schädlinge. In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Heft **23**, 51-55.
- SANDERS, W., 1964: Das Verhalten von *Oscinella frit* L. bei der Eiablage an Attrappen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **71**, 170-177.
- SCHILDER, A. und M. SCHILDER, 1928: Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **16**, 213-282.
- SCHLUMBERGER, O., 1947: 1898 - 1948, ein halbes Jahrhundert deutsche Pflanzenschutzforschung. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst, Neue Folge **1**, 133-134.
- SCHNAUER, W., 1929: Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. Zeitschrift für angewandte Entomologie **15**, 565-627.
- SCHÜTTE, F., 1963: Über die Bedeutung der Quecke (*Agropyron repens* [L.] P.B.) in einem Befallsherd der Sattelmücke (*Haplodiplosis equestris* Wagner). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **15**, 65-68.
- SCHÜTTE, F., 1964a: Zur Anfälligkeit einiger Getreide- und Gräserarten gegen *Haplodiplosis equestris* (Wagner). Anzeiger für Schädlingskunde **37**, 129-132.
- SCHÜTTE, F., 1964b: Zum Wirtspflanzenkreis und zur Vagilität der Sattelmücke (*Haplodiplosis equestris* Wagner). Zeitschrift für angewandte Entomologie **54**, 196-201.
- SCHÜTTE, F. und C. BUHL, 1968: Grundsätzliches zur Anlage von Insektizid-Testen im Freiland bei Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen dargestellt am Beispiel der Sattelmücke (*Haplodiplosis equestris* Wagner). Zeitschrift für angewandte Entomologie **62**, 287-293.
- SCHWARTZ, M., 1909: Erprobte Mittel gegen Tierische Schädlinge. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **46**, 1-4.
- SCHWARTZ, M., 1912: Blattläuse. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **51**, 1-4.

- SOL, R., 1963: Neuere Erkenntnisse über Eiablage und biotische Begrenzungsfaktoren bei der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.). Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **108**, 163-166.
- SOL, R., 1964: Zum Einfluß des Lichtes bei der Eiablage der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **71**, 177-179.
- SOL, R., 1971: Beitrag zur Frage der Eiablage der Brachfliege (*Phorbia coarctata* Fall.) auf Kulturflächen, künstlicher Brache und im Laboratorium sowie ihres Fluges im Freien. Zeitschrift für angewandte Entomologie **67**, 397-411.
- SOL, R., 1973: Zur Diagnose einiger wenig bekannter Fliegenarten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **151**, 233-234.
- SPEYER, W., 1957: Die Eiablage der Weizengallmücken, *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **64**, 534-540.
- SPEYER, W. und M. WAEDE, 1956a: Feinde und Parasiten der Weizengallmücken. Anzeiger für Schädlingskunde **29**, 185-191.
- SPEYER, W. und M. WAEDE, 1956b: Eine Methode zur Vorhersage des Weizengallmückenfluges. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **8**, 113-121.
- STEFFAN, A. W., 1972: Möglichkeiten genetischer Bekämpfung von Blattläusen (Homoptera: Aphidina). Zeitschrift für angewandte Entomologie **70**, 267-277.
- STEFFAN, A. W., 1973: Zum Wirtswechsel-Verhalten von Getreide-Blattläusen und daraus abzuleitenden Maßnahmen für ihre Bekämpfung. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **151**, 231-232.
- STEINER, P., 1954: Erneutes Auftreten der Weizengallmücke. Gesunde Pflanzen **6**, 193-198.
- STORCK-WEYHERMÜLLER, S. und M. WELLING, 1991: Regulationsmöglichkeiten von Schad- und Nutzarthropoden im Winterweizen durch Ackerschonstreifen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **273**, 1-86.
- THIEME, TH. und HEIMBACH, U., 1992: Bildschlüssel zur Bestimmung von Blattläusen im Getreide. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **44**, 201-208.
- THIEME, TH. und HEIMBACH, U., 1996: Development and reproductive potential of cereal aphids (Homoptera, Aphididae) on winter wheat cultivars. IOBC/WPRS Bulletin **19** (3), 1-8.
- TISCHLER, W., 1937: Untersuchungen über Wanzen an Getreide. Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem **4**, 193-231.
- TISCHLER, W., 1938: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden I. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere **34**, 317-366.

- TISCHLER, W., 1939: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden II. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere **35**, 251-287.
- TRAPPMANN, W., 1940: Erprobte Mittel gegen Tierische Schädlinge. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. **165/169**, 20. veränderte Auflage von Nr. 46, 1-40.
- TRILTSCH, H., B. FREIER und M. MÖWES, 1996: Marienkäfer (Coleoptera, Coccinellidae) als Nützlinge in agrarischen Ökosystemen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **323**, 1-96.
- VOLKMAR, CH., S. BOTHE, TH. KREUTER, M. LÜBKE-AL HUSSEIN, L. RICHTER, U. HEIMBACH und TH. WETZEL, 1994: Epigäische Raubarthropoden in Winterweizenbeständen Mitteldeutschlands und ihre Beziehung zu Blattläusen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **299**, 1-134.
- WAEDE, M., 1955: Bemerkungen zum Auftreten der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin im südlichen Niedersachsen, 1954. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **7**, 49-54.
- WAEDE, M., 1958: Die Weizengallmücken. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt **82**, 1-8.
- WEHLING, A. und HEIMBACH, U., 1991: Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Spinnen (Araneae) am Beispiel einiger Insektizide. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **43**, 37-38.
- WELLING, M. (Hrsg.), 1988: Auswirkungen von Ackerschonstreifen. Beiträge vom Symposium: „Ackerschonstreifen - positive Auswirkungen für die Landwirtschaft?“. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **247**, 1-175.
- WILKE, S., 1924a: Gallmücken an Luzerne und Getreide. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst **4**, 54.
- WILKE, S., 1924b: Über Lebensdauer und Fortpflanzung des Getreidelaufkäfers, *Zabrus tenebrioides* Goeze. Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie **19**, 257-261.
- WILKE, S., 1926a: Tierische Schädlinge. In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1921. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **29**, 139-147.
- WILKE, S., 1926b: Tierische Schädlinge. In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Jahren 1922-1924. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **30**, 61-70, 205-208, 299-304.
- ZIMMERMANN, G., 1978: Laborversuche über den Einfluß systemischer Fungizide auf Verpilzung und Konidienbildung durch aphidenpathogene Entomophthoraceen (Zygomycetes) bei Getreideblattläusen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **85**, 513-524.
- ZIMMERMANN, G. und TH. BASEDOW, 1980: Freilanduntersuchungen zum Einfluß von Fungiziden auf die durch Entomophthoraceen (Zygomycetes) verursachte Mortalität bei Getreideblattläusen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **87**, 65-72.

# Nichtparasitäre Krankheiten des Getreides

Horst Mielke

## Einleitung

Im Getreidebau gibt es eine Vielzahl von nichtparasitären Krankheiten, die überwiegend durch Witterungseinflüsse, Ernährungsstörungen sowie durch falschgehandhabte Düngungen und falsche Anwendung von Herbiziden hervorgerufen werden können (s. Tabellen). Bei jedem Auftreten von nichtparasitären Krankheiten im Getreidebau ist mit Ertragseinbußen zu rechnen. In der damaligen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hatte man die wirtschaftliche Bedeutung der nichtparasitären Krankheiten erkannt, so daß sich Mitarbeiter dieser Krankheiten widmeten und u.a. auch Bekämpfungsmaßnahmen erarbeiteten.

## Witterungseinflüsse

In einem besonderen Kapitel „Wunden“ wurde von BUHL (1968) im Sorauer: „Handbuch der Pflanzenkrankheiten“ besonders auf Witterungseinflüsse, wie z.B. auf Hagel, Wind, Sturm, Regen, Schnee und Frost, als Verursacher von nichtparasitären Krankheiten eingegangen.

Nach Ausgang des Winters ist häufig zu beobachten, daß junge Winterweizen- oder Wintergerstensaaten mehr oder weniger ausgewintert bzw. abgestorben sind. Als Ursache dieser Erscheinungen können die verschiedensten Einwirkungen in Frage kommen (s. Tabelle 1), wie z.B. die genetisch-bedingte Frostempfindlichkeit der Weizen- und Gerstensorten; Frostschäden auf leichten und anmoorigen Böden; Kahlfröste nach feuchter Witterung; plötzlich einsetzender Frost im Frühjahr; Erstickung unter Schnee und Ausfaulen bei stauender Nässe. Vielfach ist die Auswinterung des Weizens und der Gerste eine Kombination von o.a. Vorgängen. Die Gefahr des Erstickens unter dichter Schneedecke tritt vor allem bei frühgesäten Wintergersten und -weizen (mit viel Blatt-

masse) auf. Das Absterben der jungen Pflanzen beruht im wesentlichen auf Erfrieren, Verdursten und Zerreißen der Pflanzen. Durch Wahl eines geeigneten Standortes, geordnete Fruchtfolgen, Sortenwechsel und optimale Aussaatzeiten ließe sich die Auswirkung des Winters mindern oder gar verhindern (MIELKE 1984, 1987).

Hagel nahm bei früheren Arbeiten der damaligen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft eine besondere Stellung ein. Da das Ausmaß der Hagelschäden schwer zu beurteilen war, haben SCHLUMBERGER (1930, 1942) und später BUHL (1968) Hilfssbücher bzw. Fachartikel für Hagelabschätzungen herausgebracht.

Das Getreide mit seinen dünnen Halmen und Blättern bietet den Hagelkörnern eine geringere Angriffsfläche als solche Kulturpflanzen mit größeren Blättern (z.B. Zuckerrüben). Nach stärkerem Hagel sind auch am Getreide außer Anschläge auch Knickungen, Brüche, Halmverdrehungen, Zersplitterungen, Abschläge und Kornauschläge zu finden. Beim Getreide kann der Hagel auch derart hart auftreten, daß ein Totalverlust des betreffenden Bestandes nicht auszuschließen ist.

Bei einem sehr starken Hagelschlag ist eine Schadensbegrenzung kaum möglich. Als letzte Konsequenz ist ein Umbrechen der betreffenden Getreidefrucht unumgänglich. In besonderen Fällen ist es nach dem Umbruch noch möglich, reife Marktfrüchte, wie z.B. Hafer, Gerste, Mais oder Kartoffeln, anzubauen. Zum Schutz vor wirtschaftlichen Folgen eines Hagelwetters sollte doch in der Praxis immer eine Hagelversicherung abgeschlossen werden. (BUHL 1968).

**Tabelle 1: Nichtparasitäre Krankheiten an Getreide durch Witterungseinflüsse**

Getreideart	Witterungseinfluß	Schadsymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Weizen Gerste	Nässe	Vergilbung bis zum Ausfaulen von Jungpflanzen. Zuerst Vergilben der Blattspitzen, später ganzer Pflanzen	Herbst Frühjahr	langanhaltende Niederschläge, N-Mangel, stauende Nässe bei festgefahretem Boden, schlechte Bodenstruktur, nicht intaktes Dränagesystem	Dränage in Ordnung halten
Weizen Gerste	Frost	weiße bis gelbliche Blattspitzen, Vergilben bis Absterben der ganzen Pflanze	Winter Frühjahr	Anbau von frostempfindlichen Sorten, langanhaltende Schneedecke, fehlender Bodenschluß, Spätfröste in anmoorigen Senken (Frostlöcher)	Anbau von winterfesten Sorten, Saat auf abgesetzten Böden, Walzen
Weizen Gerste Roggen	Spätfröste	weiß-gelbliche Flecken ohne Übergang partielle Taubährigkeit, taube Ähren	Frühjahr	Zufuhr von Wasser und Nährstoffen unterbunden; späte Fröste in knickreichen Gebieten, anmoorigen Böden	rechtzeitige Düngung im Frühjahr anwalzen
Weizen Gerste	Windschäden, Salzschäden	Ausbleichen der Blattspitzen und -ränder	Herbst Frühjahr	an der Nordseeküste stets dem Wind ausgesetzt, hoher Salzgehalt der Luft	Windschutzhecken (Knicks) anlegen, Anbau nicht empfindlicher Sorten

<b>Getreideart</b>	<b>Witterungseinfluß</b>	<b>Schadsymptome</b>	<b>Vegetationszeit</b>	<b>Ursache des Schadens</b>	<b>Bekämpfung</b>
Weizen Gerste	Wassermangel, Trockenheit	Notreife zuerst Vergilben der älteren Blätter	Sommer	Unterbindung der Wasser- und Nährstoffzufuhr durch Trockenheit	Übermäßige Lockerung der Böden vermeiden, Beregnung
Weizen Gerste Roggen	Hagel	weißliche graue Flecke, Knickungen, Halmverdrehungen, Zersplitterung, Brüche, Weißfedrigkeit, Schartigkeit, Hängenbleiben der Ähren, Kornausschläge, Totalverlust des Bestandes	Sommer	Hagelwetter	Schutz vor wirtschaftlichen Folgen, eine Hagelversicherung abschließen, zweckentsprechende Düngung, die zur Regeneration führen kann
Gerste	Luftverunreinigung durch Säuren	Ausbleiben der Blätter mit unterschiedlicher Intensität	während der ganzen Vegetationszeit	verunreinigte Luft durch Säuren	Reinhalten der Luft durch Filteranlagen
Gerste	Lichtmangel	Blattspitzen bleiben etwas kleiner und bleichen aus, sie haben später ein gelbliches Aussehen	Herbst Frühjahr	Lichtmangel infolge ungenügender Sonneneinstrahlung	
Gerste	übermäßige Belichtung	Vergilben der Pflanzen	Vorsommer	bei übermäßiger Belichtung Pflanzenverhärtung und Zersetzung des Chlorophylls	

## Nährstoffstörungen

Im Abschnitt „Die nichtparasitären Krankheiten“ zweiter Teil „Ernährungsstörungen“ des Handbuches für Pflanzenkrankheiten gaben KLOKE (1969), KORONOWSKI (1969) und LEH (1969) von den Nährstoffen N, P, K, Ca, Mg, S, Bor, Cu, Mn, Fe, Zn, Mo sowie von Elementen mit unzureichend geklärter Nährstoffwirkung einen weitgehenden Überblick über deren Bedeutung in der Pflanze, über Mangelsymptome, über die Düngung und deren auslösende Toxizität der Kulturpflanzenarten u.a. auch bei Getreide (Tabelle 2).

Beim Weizen und bei der Gerste sind Mn-, Cu- und Mg-Mangelercheinungen nicht so deutlich wie diejenigen des Hafers zu erkennen; häufig werden sie für Schadbilder von pilzlichen oder virösen Erkrankungen gehalten. Auch wenn Mangelkrankheiten des Weizens sich nicht gleich offen zeigen, so kann damit gerechnet werden, daß bereits Ertragsanlagen in Mitleidenschaft gezogen sind. Durch spätere Gegenmaßnahmen lassen sich diese Ertragsschäden vermutlich nicht mehr ganz beheben. Rechtzeitige Mn- und Mg-Düngungen vermögen nicht nur Chlorophyll- bzw. Assimilationsflächenschwund zu verhindern; sie bewirken auch einen gewissen Schutz gegen verschiedene Blattkrankheiten des Weizens (z.B. gegen *Septoria nodorum* und *Septoria tritici*).

Beim K-Mangel verliert der Weizen ebenfalls seine Widerstandskraft gegen Pilzbefall und gegen tierische Schädlinge. Die direkten Wirkungen der K-Düngung können vielseitig sein: Neben der Wasserhaushaltsregulierung, Erhöhung der Dürre- und Frostresistenz, Beteiligung an der Bildung organischer Stoffe in der Pflanze (Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette) bietet die K-Düngung auch einen weitgehenden Schutz vor Lager und tierischen Schädlingen.

Beim Weizen führt N-Mangel im Frühjahr zur verminderten Bestandesentwicklung und damit bereits zu Ertragsausfällen. Durch eine sogenannte „N-Nachdüngung“ kann dieser Schaden nicht mehr behoben werden. N-Mangel während der Sommermonate läßt die Blätter der Weizenpflanzen von unten her absterben und führt zu einem frühzeitigen Abschluß der Pflanzenentwicklung zur Notreife.



**Tabelle 2: Nichtparasitäre Krankheiten an Getreide durch Nährstoffmangel und Überdüngung**

Getreideart	Nichtparasitäre Krankheiten	Schadsymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Weizen	N-Mangel	zuerst Aufhellung der Blätter, dann vergilben sie, Notreife	Herbst Frühjahr Sommer	mangelnde N-Versorgung im Herbst bei Strohdüngung, nach langanhaltenden Niederschlägen im Herbst und Frühjahr, Gaeumannomyces-Befall	N-Düngung (Bodendüngung, Blattdüngung) in Teilgaben
⊗ Gerste	N-Mangel (bei Futtergerste)	zuerst werden die älteren Blätter hellgrün, später vergilben sie, Notreife	Herbst Frühjahr Sommer	mangelnde N-Versorgung im Herbst, bei Strohdüngung fehlende N-Gaben, Strohmatten im Boden, Zusammenschläge beim Pflügen, zu dichte Saat auf dem Vorgewende; durch Witterungseinflüsse kann die N-Anschluß-Düngung zu spät zur Wirkung kommen.	N-Düngung im Herbst Bodendüngung, Blattdüngung, Beregnung
Weizen	N-Überdüngung	Vergilben und Verbrennen der Pflanzen	Herbst Frühjahr	zu hohe Kalkstickstoffgaben. Kalkstickstoffdüngung bei Taubildung	geteilte Kalkstickstoffdüngung bei trockener Witterung
Roggen Weizen		Lager	Frühjahr	zu hohe N-Gaben im Frühjahr	N min. gerechte Teilgaben

Getreideart	Nichtparasitäre Krankheiten	Schadsymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Weizen	K <sub>2</sub> O-Mangel	Blätter vergilben von den Blattspitzen und Blatträndern zum Blattgrund, sie sterben vorzeitig ab, Lagergefahr	Vorsommer Sommer	fehlende Grunddüngung, Anbau von lageranfälligen Sorten, Blattlausbefall	Grunddüngung, geringere Saatstärke, standfeste Sorten
Gerste		Weißfleckigkeit zwischen den Blattadern, zuerst gelblich verblichene Flecke auf den Blattspreiten, Lagergefahr	Vorsommer	fortschreitender Kalimangel	Kalidüngung, standfeste Sorten anbauen, geringere Saatstärke
Weizen	P-Mangel	gelbliche bis bräunliche Blätter	Herbst Frühjahr	fehlende Grunddüngung	Grunddüngung
Gerste		gelbliches Aussehen der Blätter, kümmerlicher Wuchs	Vorsommer	Phosphormangel	Grunddüngung
Weizen	Ca-Mangel	Blätter zuerst an der Spitze gelb	Herbst Frühjahr Vorsommer	fehlende Kalkdüngung	Kalkdüngung

Getreideart	Nichtparasitäre Krankheiten	Schadssymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Gerste		dünnere, schlechter Wuchs, Drehung der Blätter, schlechte Stockung	Frühjahr	Gerste ist die säureempfindlichste Getreideart, mangelnde Kalkversorgung	Kalkdüngung, keine Überdüngung, Bevorzugung alkalischer Mineraldünger Be-
Weizen	Mg-Mangel	Marmorierung der Blätter, junge Pflanzen vergilben, verstärkter Septoria-Befall	Herbst Frühjahr Vorsommer	fehlende Mg-Düngung	Mg-Düngung (Magnesiumsulfat)
Gerste		perlschnurartige Aufhellungen der Blätter	Frühjahr Vorsommer	auf kalkarmen Böden	Düngung mit magnesiumhaltigem Kalkdünger, Blattdünger
Weizen	Mn-Mangel	Dörrflecken, auch bei Weizen gelbliche, fensterartige Flecke ohne Übergang, später gelbe bis bräunliche Flecke	Vorsommer	Mangel an verfügbarem Mangan auf Sandböden und anmoorigen Böden, zu starke Entwässerung	übermäßige Lockerung des Bodens vermeiden, Regulierung des Wasserhaushaltes im Boden keine Überkalkung, Bodenüngung; Blattdüngung (Spritzbehandlung)

Getreideart	Nichtparasitäre Krankheiten	Schadsymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Gerste		Spitzen der Gerstenblätter leicht chlorotisch, später auf den vergilbten Flächen scharf abgesetzte rotbraune bis schwarze Flecke	Frühjahr	auf leichteren Böden Überkalkung	
Hafer	Mn-Mangel Dörrfleckenkrankheit	<u>Dörrfleckenkrankheit</u> Flecken grau bis braungrün, Pflanzen bleiben im Wuchs zurück, Flecke werden größer und verdörren, Blätter knicken, Rispen sind flüssig	Mai/Juni	Ernährungsstörungen auf Hoch- und Niedermoor, anmoorigen und humosen Sandboden, starke Kalkgaben, Mangel an verfügbarem Mangan	Düngung mit Mangansulfat, Auswahl geeigneter Sorten, Düngung mit physiologischen Düngemitteln
Weizen	Cu-Mangel	weiße strichförmige Flecke über die ganze Blattfläche	Frühjahr Vorsommer	Kupfermangel auf humosem Boden Trockenheit	Regulierung des Wasserhaushaltes im Boden, Bodendüngung, Blattdüngung
Gerste		Weißspitzigkeit, junge Blätter haben gewellte Ränder	Frühjahr	Festlegung durch zu hohe Kalkgaben, Kupfermangel und Trockenheit	Bodendüngung, Blattdüngung, Regelung des Wasserhaushaltes im Boden

<b>Getreideart</b>	<b>Nichtparasitäre Krankheiten</b>	<b>Schadsymptome</b>	<b>Vegetationszeit</b>	<b>Ursache des Schadens</b>	<b>Bekämpfung</b>
Hafer	Cu-Mangel Urbar- machungs- krankheit	nesterweises Aufhellen der Blätter, ihre Spitzen verfärben sich weiß, Blatt- spitzen vertrocknen, schlechte Kornaus- bildung	Mai/Juni	Kultivierung ehemaliger Heideböden, anmooriger Sand, lockere Bodenstruktur und trockene Witterung, Mangel an Kupfer	Düngung mit Kupfersulfat, vorsichtige Kalkgaben, aus- reichender Kalidüngung, Wahl der Früchte: Sommerroggen und Schwarzhafener anbauen, Wasserverluste vermeiden
Weizen	Fe-Mangel	Chlorophyll- störungen auf Fahnenblättern (sortenbedingt), die direkt den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind	Sommer	Sortenempfindlichkeit, starke Sonneneinstrahlung, Fe-Mangel	Fe-Düngung, Blattdüngung
Gerste		streifige Aufhellungen	Vorsommer	starke kalkhaltige Böden oder saure Heide- und Moorböden	Fe-Düngung, Bodendüngung, Blattdüngung
Hafer	Flissig- keit	Weißspig- keit, Kümmer- ährchen	Juli	Nährstoffmangel infolge Wassermangels, N-Mangel, N-Überschuß, Mangel an Licht und Wärme, mangelnde Durchlüftung des Bodens	kein Haferanbau auf leichten und trockenen Böden, Erhal- tung der Bodenfeuchtigkeit, Unkrautbekämpfung, frühe Aussaatzzeit, richtige Sortenwahl

**Tabelle 3: Nichtparasitäre Krankheiten an Getreide durch Herbizide und Düngung**

Getreideart	Einfluß durch	Schadsymptome	Vegetationszeit	Ursache des Schadens	Bekämpfung
Gerste	Frost/Herbizid-anwendung	vorübergehende schmutzig weiße bis gelbliche Blattflecke oder ganze Pflanzen	Frühjahr	Einsatz von Ätzmitteln bei Frost oder bei überraschenden Nachfrösten	Anwendung von sog. „milden“ Herbiziden, spätere Herbizid-anwendung
Weizen	Wachsstoff	Ährendeformationen Verkrüppelung der Ähren	Vorsommer	späte Wachsstoffherbizid-spritzungen	frühere Wachsstoff-herbizidaus-bringung
Roggen	Isoproturon	Blattaufhellungen, Ährendeformationen	Frühjahr	zu späte Anwendung, Nachfröste	frühere Anwendung
Weizen	Harnstoff	Verbrennung der Fahnenblätter	Vorsommer Sommer	Applikation bei warmer, trockener, sonniger Witterung	bei bedeckter Witterung Harnstoff-applikation

Winter- und Sommergerste weisen, wenn sie unter Witterungseinflüssen, Standortproblemen und Mangelerscheinungen leiden, eine Vielzahl von Vergilbungserscheinungen, Wuchsstörungen und Ährendeformationen auf (s. Tabelle 2). Im Frühjahr leidet häufig die zu dick gesäte Wintergerste an N-, Wasser- und Ca-Mangel, dies äußert sich in Vergilbungen der Gerstenblätter (RADEMACHER 1935). Wenn sich durch Witterungseinflüsse (Trockenheit) zur Zeit der Blütenbildung Nährstoffstörungen einstellen, dann können diese Erscheinungen bei der Gerste zur Weißspitzigkeit bzw. Taubährigkeit führen (PRILLWITZ 1964). Bei ungenügender P-Ernährung nimmt die Gerste eine purpurrote Färbung an. Demgegenüber wirkt sich eine P-Überdüngung bei der Gerste so aus, daß an den älteren Blättern, ohne vorher Chlorosen zu bilden, rotbraune Sprekungen auftreten.

Bor-Mangel an Gramineen ist nur bei der Gerste bekannt. Die Mangelsymptome äußern sich während des Ährenschiebens in kurzen Ähren mit kürzeren Grannen; die Ähren bleiben lange grün und Körner bilden sich nur vereinzelt aus. Die Gerste reagiert auch auf Bor-Überschuß; hierbei bilden sich zunächst zahlreiche braune, stecknadelgroße Flecke an den Rändern und Spitzen der älteren Blätter, die sich später zu größeren, länglichen Flecken zusammenschließen. Sekundär kann sich bei diesen Gerstenpflanzen Ascochyta-Befall einstellen.

Eine der bekanntesten und gefährlichsten Mangelerscheinungen ist die Dörrfleckenkrankheit beim Hafer. Bereits zu Beginn der 20er Jahre wies SCHERPE (1921) darauf hin, daß Hafer auf humosen, feinsandigen Geestböden in der Gegend von Heide in Schleswig-Holstein durch Dörrfleckenkrankheit gefährdet sei. Spätere umfassende Untersuchungen von RADEMACHER (1935a) zeigen, daß die Dörrfleckenkrankheit beim Hafer weitaus am häufigsten auf Hochmoore, Niedermoores, anmoorigen, schwarzen humosen Sandböden anzutreffen war. Auffällig sind bei dieser Krankheit die gelbbraunen Flecken im unteren Teil der älteren Blätter, die dann umknicken und bei zunächst grün bleibender Spitze vertrocknen. Schlechte Rispenbildung und Lagerschwäche sind weitere Schadbilder der Dörrfleckenkrankheit. Von den Getreidearten leidet der Hafer am stärksten. Die Ursache dieser Krankheit ist Mangel an verfügbarem Mangan im Boden. Durch Mangansulfat-Düngung und -Spritzung sowie durch Vermeidung jeder Überkalkung und

durch den Anbau von Schwarzhafer wird die Dörrfleckenkrankheit gemindert oder gar verhindert.

Infolge einsetzender und fortdauernder Kultivierungen großer Moor- und Heidegebiete in Nord- und Ostdeutschland in den 20er und 30er Jahren litt der Hafer unter Kupfermangel (Urbarmachungskrankheit); dies äußerte sich in weißen Blattspitzen und -rändern, so daß die betreffenden Haferfelder einen weißen Schimmer aufweisen (Weißseuche). In schweren Fällen bleiben die Rispen taub; die Pflanzen bestockten sich ständig. Durch Kupfersulfat-Düngungen, Einhaltung der Wasserversorgung, Vermeidung einer Überkalkung und durch Anbau von Schwarzhafer ließe sich die Urbarmachungskrankheit vermeiden (RADEMACHER 1931a, 1931b, 1932, 1935b; BORTELS 1941).

Eine weitere Mangelkrankheit ist die Flissigkeit des Hafers; sie tritt vor allem dann auf, wenn die Haferpflanzen während der Rispenbildung ungünstigen Wachstumsbedingungen ausgesetzt sind. Erkrankte Pflanzen weisen sehr schwach ausgebildete Ährchen im unteren Teil der Rispen auf. Als Ursache der Flissigkeit spielt Wassermangel die wesentlichste Rolle. N-Mangel und N im Überschuß sowie Lichtmangel, Wärmeentzug, mangelnde Durchlüftung des Bodens und Hagelschlag verstärken die Flissigkeit des Hafers. Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit, eine ordnungsgemäße Kalidüngung, Früh Saat, mittlere Saatmengen und Anbau des Schwarzhafers würden die Flissigkeit einschränken (RADEMACHER 1933).

### **Zusammenfassung**

Im Getreidebau gibt es eine Vielzahl von nichtparasitären Krankheiten, die überwiegend durch Witterungseinflüsse, Ernährungsstörungen, falsche Düngung u.a. hervorgerufen werden können. In der damaligen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft sowie in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hatte man die wirtschaftliche Bedeutung der nichtparasitären Krankheiten erkannt, so daß sich Mitarbeiter dieser Krankheiten widmeten und u.a. auch Bekämpfungsmaßnahmen erarbeiteten.



Es sind zunächst die nichtparasitären Krankheiten aufgeführt, die durch Witterungseinflüsse an Getreide verursacht wurden (Tabelle 1). Hierbei wurde näher auf die Schäden eingegangen, die durch Hagel, Wind, Sturm, Regen und Frost hervorgerufen worden sind. Weiterhin wurden die nichtparasitären Krankheiten des Getreides aufgelistet, die durch Nährstoffmangel vorkommen können (Tabelle 2). Auf die Dörrfleckenkrankheit, Flissigkeit und Urbarmachungskrankheit, die Ende der 20er und Anfang der 30er Jahre sehr intensiv bearbeitet worden sind, wurde näher eingegangen. Nicht unerwähnt sollen einige nichtparasitäre Krankheiten bleiben, die durch falsche Herbizidmaßnahmen verursacht werden können (Tabelle 3).

### **Non parasitic diseases of cereals**

#### **Summary**

When growing corn, there are a number of non parasitic diseases which can be caused mainly by adverse weather conditions, malnutrition, wrong fertilization, etc. Very early the influence of these non parasitic diseases was recognized by scientists in the Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft so that research in this field was started to also elaborate new controlling strategies.

The non parasitic diseases are listed in table 1, caused by adverse weather conditions. In this table the damages are specified into hail, wind, storm, rain and frost.

Another non parasitic diseases of the cereals can be caused by nutritive substances which is listed in table 2. Gray speck disease, cultivation disease, and Flissigkeit disease, which were intensively worked on during the late 20th and early 30th, are described in more detail. There are also some non parasitic diseases mentioned which were caused by adverse applications of herbicides (table 3).

## Literatur

- BORTELS, H., 1941: Die Bedeutung der Spurenelemente für Entstehung und Verhütung von Pflanzenkrankheiten. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 10, 69-72.
- BUHL, C., 1968: „Wunden“. In Sorauer: Die nichtparasitären Krankheiten. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Paul Parey, Berlin und Hamburg, B. 1, 3. Lieferung, 1-96.
- KLOKE, A., 1969: „Nichtparasitäre Krankheiten“. 2. Teil Ernährungsstörungen. In Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Paul Parey-Verlag Berlin und Hamburg I. Bd. 7. Auflage, 2. Lieferung, 1-57.
- KORONOWSKI, P. 1969: „Nichtparasitäre Krankheiten“. 2. Teil Ernährungsstörungen. In Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Paul Parey-Berlag Berlin und Hamburg I. Bd. 7. Auflage, 2. Lieferung 62-163, 170-205, 211-239, 333-347.
- LEH, H.O., 1969: „Nichtparasitäre Krankheiten“. 2. Teil Ernährungsstörungen. In Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Paul Parey-Verlag Berlin und Hamburg I. Bd. 7. Auflage, 2. Lieferung 289-324, 350-371, 380-398.
- MIELKE, H., 1984: Übersicht über verschiedene Vergilbungserscheinungen der Gerste. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **36**, 135-139.
- MIELKE, H., 1987: Übersicht über verschiedene Vergilbungserscheinungen des Weizens. Gesunde Pflanzen **39**, 4, 136-145.
- PRILLWITZ, H.G., 1964: Die Weißährigkeit oder Spitzentaubheit bei Weizen und Gerste. Angewandte Botanik **XXXVIII**, 4, 138-157.
- RADEMACHER, B., 1931a: Erfahrungen über das Auftreten und Verhütung der Urbarmachungskrankheit (Weißseuche) in Schleswig-Holstein. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **11**, 2, 10-13.
- RADEMACHER, B., 1931b: Versuche zur Bekämpfung und Verhütung der Weißseuche (Urbarmachungskrankheit) in Schleswig-Holstein. Landwirtschaftliches Wochenblatt für die Provinz Schleswig-Holstein **52**, 990-992.
- RADEMACHER, B., 1933a: Die Flissigkeit (Weißährigkeit) des Hafers. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt 124, 1-4.
- RADEMACHER, B., 1933b: Weitere Untersuchungen über die Flissigkeit beim Hafer und deren Abhängigkeit von der Herkunft des Saatgutes. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt **20**, 587-602.
- RADEMACHER, B., 1935a: Die Dörrfleckenkrankheit. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt 135, 1-4.
- RADEMACHER, B., 1935b: Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit). Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt 137, 1-5.
- RADEMACHER, B., 1935c: Über das Vergilben der Wintergerste. Wochenblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein **12**, 407-408.

SCHERPE, ,1921: Untersuchungen über die Ursache der Dörrfleckigkeit des Hafers. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **21**, 112-115.

SCHLUMBERGER, O., 1930: Hilfsbuch für die Hagelabschätzung. Pareys Taschenat-  
lant 9. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg 1-48.

SCHLUMBERGER, O., 1942: Untersuchungen über den Einfluß auf Entwicklung und Ertrag von Kulturpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **63**, 23-24 und **65**, 19.

# 30 Jahre Untersuchungen an Gräserviren an der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig

Winfried Huth

## Einleitung

Noch bis in die 70er Jahre wurden in Deutschland Viren als unbedeutende Krankheitserreger des Getreides angesehen und deshalb kaum beachtet. Einen seinerzeit bekannten Getreidezüchter, K. von ROSENSTIEL, Zuchtleiter der Nordsaat Saatzuchtgesellschaft, nach seiner Meinung über die Viren bei Getreide befragt, antwortete sinngemäß, daß ihre Existenz wohl bekannt sei, man mit ihnen aber leben müsse. Weil die Beschäftigung mit Viruskrankheiten der Gräser und des Getreides an der Biologischen Bundesanstalt begann nicht zuletzt auch deshalb, weil ihre ökonomische Bedeutung nicht eingeschätzt werden konnte, erst in den 60er Jahren und damit im Vergleich zu Virosen anderer Kulturen sehr spät. Entsprechend haben die Gräserviren an der Biologischen Bundesanstalt auch keine weit zurückreichende Geschichte.

Viren der Gräser und des Getreides sind keine "jungen" Krankheitserreger. Sie werden schon vor ihrer Entdeckung auch in Deutschland einen Anteil an Minderungen der Getreideerträge gehabt haben. Neben dem tatsächlich meist nur sporadischen Auftreten waren die oft wenig spektakulären Symptome, die Gramineenviren an den befallenen Pflanzen verursachen, Gründe für die geringe Einschätzung ihrer Bedeutung. Rote oder gelbe Blattverfärbungen sind nicht immer ein Merkmal für Virose, sie können auch andere, nicht virusbedingte Ursachen haben, wie diverse Umweltfaktoren oder Nährstoffmangel. Deshalb wurde bis in die 70er Jahre die Haferröte vielfach auf Phosphormangel zurückgeführt, obwohl B. RADEMACHER schon 1958 die mindestens seit den 20er Jahren (RADEMACHER 1932) auch in Deutschland verbreitet vorkommende Rotblättrigkeit des Hafers, als Virose des barley yellow dwarf virus (BYDV) beschrieben hatte (RADEMACHER und SCHWARZ 1958). Verzweigungen, ein häufiges Symptom virusbefallener Pflanzen, werden selbst heute noch wegen des ohnehin individuell unterschiedlichen Wachstums der Gräser oft nicht als Krankheitsmerkmal wahrgenommen,

zumal solcherart reagierende Gräser von gesunden, wüchsigeren Pflanzen leicht überwachsen werden.

Daß Viren, insbesondere die Viren bei Getreide letztlich erst in jüngster Vergangenheit mehr Beachtung fanden, hat mehrere Gründe. Im wesentlichen werden die aufgrund züchterischen Fortschrittes gestiegenen Ertragsleistungen der Getreide innerhalb der zurückliegenden 30 Jahre dazu beigetragen haben. Während unter ohnehin niedriger Ertragsleistung der Pflanzen virusbedingte Verluste bei durchschnittlichem Befall kaum ins Gewicht fielen, machen sie sich bei den modernen Hochleistungssorten um so deutlicher bemerkbar- eine Tendenz, die sich heute in den Entwicklungsländern wiederholt. Zum anderen aber waren es das massive, teilweise epidemische Auftreten der Gelbmosaikviren Ende der 70er und die Epidemie der Gelbverzweigungsviren Ende 80er Jahre, die ökonomisch bedeutsame Ertragsverluste zur Folge hatten, welche die Aufmerksamkeit auf Viren als Krankheitserreger des Getreides lenkten.

Noch bevor an der BBA Arbeiten über Gramineenviren aufgegriffen wurden, reichen die ersten Untersuchungen in Deutschland von G. OHMANN-KREUZBERG in Halle / Gatersleben (1961) und K. SCHUHMANN in Leipzig und später in Jena bis in das Jahr 1961 zurück (1962). Bemerkenswert ist, daß zunächst weniger die Viren bei Getreide sondern, wie in anderen Ländern auch, vornehmlich Viren der Gräser im Vordergrund standen. Cocksfoot streak virus (CfSV) und ryegrass mosaic virus (RMV) waren die ersten Viren, die näher beschrieben wurden, und G. OHMANN-KREUZBERG war die erste in Deutschland, die die biologischen Eigenschaften eines "Getreidevirus", des barley stripe mosaic virus (BSMV), zu charakterisieren suchte, eines Virus, welches sie in Pflanzen des in der Genbank Gatersleben eingelagerten Saatgutes fand, das in den Getreidekulturen in Deutschland aber bis heute noch nicht aufgefunden wurde. Als durch Samen übertragener Krankheitserreger ist BSMV das einzige Quarantänevirus des Getreides in Europa. Die immunogenen Eigenschaften des Virus ermöglichten Beimischungen von weniger als 1% infizierter Körner im Saatgut mit ELISA zu erfassen (HUTH 1988b).

Mit den ersten Veröffentlichungen wird bereits die Schwierigkeit deutlich, Viruskrankheiten der Gräser visuell zu diagnostizieren. Den Gräsern, die Getreidearten sind gleichermaßen mit eingeschlossen, bleibt wegen der überwiegend schmalen Blätter wenig Möglichkeit zur Bildung differenter Symptome. Neben vollständiger Verfärbung der

Blätter sind Punkte, Strichel oder Streifen die häufigsten Reaktionen, die durch verschiedene Viren hervorgerufen werden. Es ist deswegen nicht verwunderlich, wenn in den 60er Jahren bei noch eingeschränkten Diagnosemöglichkeiten ein brome mosaic virus (BrMV)-Isolat von *Lolium perenne* als RMV fehldiagnostiziert wurde (PROLL und RICHTER 1965). Aber auch noch in den 80er Jahren wurde ein brome streak mosaic virus (BrSMV)-Isolat von Weizen als wheat streak mosaic virus (WSMV, RABENSTEIN et al. 1982) beschrieben und wegen großer Ähnlichkeit der Symptome und trotz verbesserter Diagnosemöglichkeiten wurden selbst noch in den 90er Jahren wheat dwarf virus (WDV)-Infektionen bei Gerste auf BYDV-Befall zurückgeführt.

### **Besuch aus Amerika**

Anfänge der Beschäftigung mit Gräserviren bei der BBA gehen auf die Zeit Anfang der 60er Jahre zurück, einer Zeit, in der in anderen europäischen Ländern, so in England, vor allem aber in den U.S.A., die ökonomische Bedeutung auch der Getreideviren bereits erkannt worden war. Auf ein möglicherweise häufigeres Vorkommen von Getreideviren auch in Deutschland machte erstmals der kanadische Virologe J. T. SLYKHUIS während eines Besuches in Braunschweig aufmerksam. Auf einer von der FAO finanzierten Weltreise besuchte er auch das damalige Institut für landwirtschaftliche Virusforschung, dessen Leiter zu jener Zeit O. BODE war. Auf einer Rundfahrt in die Umgebung Braunschweigs fand er eine für die begleitenden deutschen Wissenschaftler erstaunlich große Zahl virusverdächtiger Gräser und Getreide. Das Ergebnis seiner weltweit gemachten Beobachtungen hat er in einer Publikation (1961) zusammengefaßt, in der auch seine Beobachtungen während des Deutschlandbesuches nachzuschlagen sind.

Aus dem Besuch erwuchs der Plan, die Gräser- und Getreideviren an der BBA als neuen Arbeitszweig aufzunehmen. Er wurde erstmals in dem Jahresbericht der BBA für das Jahr 1962 dokumentiert, und im Jahre 1963 übernahm A. PAWLICK die Bearbeitung dieses Virusgruppe. Auf den Erfahrungen in den USA aufbauend, führte J. VÖLK die ersten Versuche zur Übertragung des BYDV durch, einen Virus, von dem bereits zu jener Zeit bekannt war, daß mehrere Stämme existieren (W. ROCHOW, 1961). Die Aktivitäten von A. PAWLICK kamen wegen seines frühen Todes, nicht über die Erstellung einer Literatursammlung sowie einer Auflistung bis dahin bekannter Viren hinaus. Die vakant gewordene Stelle wurde dann im Juni 1965 von dem Autor dieses Beitrages be-

setzt. Bis zur Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten im Jahre 1989 war die BBA die einzige Stelle in der Bundesrepublik Deutschlands, an der speziell über Gramineenviren gearbeitet wurde. Entsprechend wurde versucht, möglichst viele Aspekte in das Forschungsprogramm aufzunehmen, wobei zunächst die Notwendigkeit bestand, einen Überblick über das Vorkommen von Viren der Gräser und des Getreides zu bekommen, deren Epidemiologie zu untersuchen, Diagnosemöglichkeiten und Grundlagen für ein Resistenzscreening zu erarbeiten. Die während dieser Arbeiten in Deutschland nachgewiesenen Gramineenviren sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt, darunter eine Reihe von Viren, die zu Beginn der Untersuchungen noch unbekannt waren. Nicht von allen dort aufgelisteten Viren ist ihr Vorkommen in Deutschland auch in der Literatur dokumentiert sondern wird hier erstmalig erwähnt.

## **Der Anfang**

Die meisten Gramineenviren haben ein breites Wirtspflanzenspektrum. Sie befallen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, gleichermaßen wildwachsende Gräser und Getreide, sodaß einerseits spezifische Getreide- bzw. Gräserviren sehr selten sind und andererseits aber nur wenige der verbreitet vorkommenden, Gräser infizierenden Viren zugleich häufige und ökonomisch bedeutsame Pathogene des Getreides sind. Ursachen dafür sind, wie in späteren Untersuchungen nachgewiesen wurde, vornehmlich zahlreiche, die Virusepidemiologie beeinflussenden Faktoren. Um einen Überblick über das Vorkommen von Gramineenviren zu erlangen, konzentrierten sich die Arbeiten zunächst auf das Sammeln von Pflanzenproben, die im Verdacht standen, von Viren befallen zu sein. Einer schnellen Identifizierung der Viren stand der Mangel geeigneter Diagnoseverfahren gegenüber. Antiseren waren zu jener Zeit nur gegen wenige Viren vorhanden, sodaß zunächst nur anhand elektronenoptischer Untersuchungen durch J. BRANDES eine grobe Zuordnung der Viruspartikeln möglich war und ihre verwandtschaftliche Stellung erst anhand langwieriger, arbeitsaufwendiger Bestimmungen des Wirtspflanzenkreises durch Abreiben von Rohextrakten aus virusinfizierten Pflanzen oder durch Versuche, sie mit mutmaßlichen Vektoren auf andere Pflanzen zu übertragen. Der Verdünnungsendpunkt sowie der thermale Inaktivierungspunkt gehörten damals noch zu den wesentlichsten Kriterien einer Viruscharakterisierung.

## Gramineenviren in Deutschland

<b>1. durch Aphiden übertragene Viren</b>	barley yellow dwarf virus-PAV barley yellow dwarf virus-MAV	<i>Rh. padi, S. avenae</i> <i>S. avenae</i>
<b>a) persistent übertragene Luteoviren</b>	barley yellow dwarf virus-RPV barley yellow dwarf virus-RMV	<i>Rh. padi</i> <i>Rh. maidis</i>
<b>b) nicht persistent übertragene Potyviren</b>	maize dwarf mosaic virus sugarcane mosaic virus cocksfoot streak virus	<i>Rh. maidis, padi, M. persicae</i> <i>Rh. maidis, padi, M. persicae</i> <i>M. dirhodum</i>
<b>2. durch Zikaden übertragene Geminiviren</b>	wheat dwarf virus	<i>Psammotettix alienus</i>
<b>3. durch Zikaden übertragene Fijiviren</b>	oat sterile dwarf virus Lolium enation virus Arrhenatherum blue dwarf virus maize rough dwarf virus	<i>Javesella pellucida</i>  <i>Javesella striatellus</i>
<b>4. durch Zikaden übertragene Tenuiviren</b>	(wheat leaf fleck) noch nicht gesichert	
<b>5. durch Zikaden übertragene Cytorhabdoviren</b>	Festuca leaf streak virus	
<b>6. durch Milben übertragene Potyviren</b>	brome streak mosaic virus wheat streak mosaic virus Agropyron mosaic virus ryegrass mosaic virus Spartina mottle virus	<i>Aceria tulipae</i> <i>Aceria tulipae</i> <i>Abacarus hystrix</i> <i>Abacarus hystrix</i>
<b>7. durch Pilze übertragene Potyviren</b>	barley yellow mosaic virus barley yellow mosaic virus - 2 barley mild mosaic virus wheat yellow mosaic virus	<i>Polymyxa graminis</i> <i>Polymyxa graminis</i> <i>Polymyxa graminis</i> <i>Polymyxa graminis</i>
<b>8. durch Pilze übertragene Furoviren</b>	soil-borne wheat mosaic virus	<i>Polymyxa graminis</i>
<b>9. durch Nematoden übertragene Tobraviren</b>	tobacco rattle virus	<i>Trichodorus, Paratrichodorus</i>
<b>10 durch Käfer übertragene Viren (?Sobemoviren?)</b>	Cynosurus mottle virus cocksfoot mottle virus cocksfoot mild mosaic virus Molinia streak virus	<i>Oulema melanopa, lichenis</i> <i>Oulema melanopa, cyanellas</i>
<b>11. Bromoviren</b>	brome mosaic virus	
<b>12. Potexviren</b>	Lolium latent virus	
<b>13. Hordeiviren</b>	barley stripe mosaic virus*	Samen- und pollenbürtig
<b>14. Partitiviren</b>	nicht näher charakterisierte Isolate aus verschiedenen Gräsern	

\* in Deutschland bisher nur in Genbanken eingelagertem Saatgut nachgewiesen

Die ersten Tests bestätigten lediglich das Vorkommen bisher bekannter Viren, wie BYDV, RMV und CfSV, wobei eine sichere Zuordnung nicht immer gewährleistet war. Die Untersuchungen führten aber auch schon zur Entdeckung eines isometrischen Virus,



welches aus Pflanzen von *Dactylis glomerata* vom Versuchsfeld der BBA isoliert wurde, das aber keinem bis dahin beschriebenen Virus zuzuordnen war. Als das Virus schließlich als cocksfoot mild mosaic virus (CMMV) beschrieben wurde (HUTH 1968), erschien eine Veröffentlichung von CATHERALL (1970) über ein etwa zur gleichen Zeit in England entdecktes Virus, das nach der Wirtspflanze, *Phleum pratense*, aus der es erstmalig isoliert wurde, *Phleum mottle virus* genannt wurde. Daß beide Viren lediglich verschiedene Isolate des gleichen Virus sind, ergaben spätere vergleichenden Untersuchungen in Braunschweig (PAUL und HUTH 1970; PAUL et al. 1974) und Wales (CATHERALL and CHAMBERLAIN 1975).



Abb. 1: Teilnehmer der 4. Konferenz über Viruskrankheiten der Gramineen in Europa 1984 in Braunschweig. Zu jener Zeit war die Zahl der an Gramineenviren interessierten Wissenschaftler noch überschaubar.

## Gräserzuchtgärten - el dorado für Gräserviren

Die ökonomische Bedeutung der Gramineenviren in Deutschland wurde bemerkenswerterweise zunächst in den Zuchtbetrieben für Futter- und Rasengräser erkannt. Während einer "Züchterfahrt" nach Aberystwyth in Wales, die von der Arbeitsgemeinschaft Futterpflanzen der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft (DLG) organisiert worden war, wurden die Teilnehmer erstmals mit Viruskrankheiten der Gräser konfrontiert. Dort, in Aberystwyth, waren zu jener Zeit von P. L. CATHERALL die größten Erfahrungen mit und über Gräserviren in Europa gesammelt worden. Über Frau GERTA ZIEGENBEIN, Hess. Lehr- und Forschungsanstalt vom Eichhof bei Bad Hersfeld, und E. LÜTGE-ENTRUP, Deutsche Saatveredelung in Lippstadt, kam dann Ende der 60er Jahre der erste Kontakt zu den Gräserzüchtern zustande. Nachdem sich diese in der DLG zusammengeschlossene Arbeitsgruppe während eines Besuches in Braunschweig über den damaligen Kenntnisstand informiert hatte, entwickelte sich eine andauernde, wissenschaftlich erfolgreiche aber, wie später noch zu belegen sein wird, aus zu hoch gesteckten Zielen den Erwartungen der Züchter nicht immer gerecht werdende Zusammenarbeit.

Besonders ergiebige Quellen virusinfizierter Gräser waren die Zuchtgärten. Dort reichernten sich Viren in den durch Klonvermehrung über viele Jahre erhaltenen Zuchtsorten als auch infolge natürlicher Ausbreitung besonders stark an und kam der infolge Virusbefalles sogenannte Abbau der Leistungsfähigkeit der Pflanzen besonders zum Ausdruck. Während der ersten Rundfahrten zu verschiedenen Zuchtbetrieben in Deutschland wurde neben CfSV, RMV und BYDV besonders häufig auch das kürzlich entdeckte CMMV vornehmlich als Pathogen von Pflanzen von *Festuca pratensis* aufgefunden. Daß es sich um ein weit verbreitetes Gräservirus handelte, wurde durch Nachweise in anderen europäischen Ländern bestätigt: Bromes stem leaf mottle virus (BSLMV), Holcus transitory mottle virus (HTMV) oder cocksfoot mottle and necrosis virus (CMNV) sind Namen verschiedener Isolate des CMMV in England und Frankreich.

Arrhenatherum blue dwarf virus (ABDV) und Lolium enation virus (LEV; HUTH 1975; LESEMANN und HUTH 1975), zwei Gräser befallende Isolate - vielleicht aber auch nur Stämme des oat sterile dwarf virus (OSDV), und cocksfoot mottle virus (CfMV) sind weitere, immer wieder in Zuchtbetrieben zu Ertragsschäden führende, kaum zu eliminierende Krankheitserreger, die, weil von gesunden Gräsern überwachsen und verdrängt,

nur gelegentlich auch im Grünland auffällig werden. Dazu gehört auch das Cynosurus mottle virus (CyMV), das nur noch zweimal außerhalb eines Zuchtbetriebes in der Nähe von Kassel als Pathogen von Pflanzen von *Agropyron repens* und in einer heute nicht mehr zu benennenden Region "in der Nähe der Nordsee" - so eine Protokollnotiz - aufgefunden wurde. In Deutschland wurde CyMV aber erstmals in einem Zuchtbetrieb durch Vergilbungen in einer *Cynosurus cristatus*-Rasenfläche auffällig: im Frühjahr noch kleine Nester vergilbter Pflanzen vergrößerten sich im Verlaufe des Jahres kontinuierlich in Richtung der Maht und erfaßten schließlich den größten Teil der Rasenfläche (HUTH and PAUL 1977).

### **Zufälle als Helfer bei der Entdeckung neuer Viren**

Nicht immer war, wie das Beispiel CMMV zeigt, die Entdeckung neuer Viren das Ergebnis eines systematischen Screenings. So wurde das Molinia streak virus (MSV, HUTH et al. 1974) während einer Wanderung im Harz, beim Blaubeerenpflücken im Acker-Bruchberg-Hochmoor entdeckt. Dort, unweit Stieglitzecke, fiel eine Pflanze von *Molinia coerulea* durch eine hellere Färbung und virusspezifische Strichelsymptome auf den Blättern auf. Die Epidemiologie dieses für landwirtschaftliche Kulturen unbedeutenden Virus ist von besonderem Interesse, zumal nur noch eine zweite Pflanze in der Nähe des vom ersten Fundort entfernt gelegenen Torfhaushochmoores bisher mit diesem Virus infiziert entdeckt wurde und das nächste verwandte Virus, das Panicum mosaic virus (PaMV), bisher ausschließlich in Amerika vorkommt. An beiden Fundorten im Harz wurden auch in den späteren Jahren keine weiteren mit MSV infizierten Pflanzen gefunden.

Ebenfalls während einer Harzwanderung wurde in unmittelbarer Nähe des Parkplatzes am Oderteich ein besonders aggressives Isolat des RMV in *Calamagrostis* spp. entdeckt. Dieses bei Hafer einerseits das Halmwachstum extrem hemmende andererseits die Bestockung fördernde Virus war in dem perennierenden Gras dort noch nach 10 Jahren an derselben Stelle vorhanden. Und es war ein Sonntagsspaziergang im Elm bei Braunschweig, an dem das erste und bisher einzige Mal in Deutschland eine mit Festuca leaf streak virus infizierte Pflanze von *Festuca gigantea* gefunden wurde.

Nur zufällig wurde während einer Urlaubsreise in Frankreich in den Dentelles de Montmirail ein Virus von *Lolium perenne* entdeckt, das noch auf seine Identifizierung wartet.

Gelbliche Flecke sind ein allerdings seltenes Merkmal der Virose. Sie erscheinen jedoch nicht auf den jüngsten, sondern abweichend von der für Virose üblichen Symptomentwicklung erst auf älteren Blättern, die daraufhin bald absterben. Ebenfalls während eines Urlaubes auf der Insel Baltrum entdeckte D.-E. LESEMANN das *Spartina mottle virus* (SpMV), für das bis dahin nur ein Fundort in England bekannt war.

Außergewöhnlich verlief die Entdeckung des *Lolium latent virus* (LLV; HUTH und LESEMANN 1994a; HUTH et al. 1995a). Dieses Virus wurde erstmals in Pflanzen von *Lolium perenne* bemerkt, die bereits seit mehreren Jahren im Gewächshaus zur Erhaltung von RMV kultiviert worden waren. Als auf dieses Virus zu vergleichenden Untersuchungen zurückgegriffen wurde, fielen im Pflanzenrohextrakt Partikeln mit einer von der des RMV abweichenden Struktur auf. Anders als für das MSV ergaben die folgenden Untersuchungen, daß das LLV eine noch nicht abschätzbare größere Bedeutung als BYDV im Grünland haben kann. Etwa die Hälfte der Pflanzen von *Lolium perenne* in den Zuchtgärten der meisten Zuchtbetriebe war zugleich mit RMV und LLV infiziert. Insbesondere in diesen von beiden Viren befallenen Pflanzen mindert es die Trockenmasseerträge um bis zu 60%. Bemerkenswert ist, daß dieses nicht unbedeutende Virus erst nach inzwischen 30jähriger Beschäftigung mit Gramineenviren entdeckt wurde. Der Nachweis dieses Virus läßt das Vorkommen weiterer, noch unbekannter Viren vermuten.

### **Getreideviren gewinnen an Beachtung**

Von allen bisher genannten Viren war das BYDV in allen Regionen als Pathogen der Gräser vorhanden. Der Anteil mit ihm infizierter Gräser lag regional unterschiedlich und abhängig vom Alter der Grünflächen, Wiesen, Weiden oder Feldränder, zwischen 0 und 80%. Es stellte damit eine permanente Gefahr für den Getreideanbau da, auf die immer wieder hingewiesen wurde (HUTH 1969). Trotzdem blieb es als Pathogen des Getreides überwiegend unbeachtet obwohl beispielsweise rotblättrige Haferpflanzen mit unterschiedlicher Häufigkeit in den Feldern nicht zu übersehen waren.

Es war dann schließlich ein ganz anderes Virus, welches die Bedeutung der Viren für den Getreideanbau offenbarte. Seit Anfang der 70er Jahre wurde sowohl auf den Feldern in der Umgebung von Sunstedt bei Königslutter als auch im Haarstranggebiet und darüber hinaus im Köln-Bonner-Raum eine Krankheit der Gerste beobachtet, die in nesterweisen Vergilbungen in den Schlägen in Erscheinung trat. Mangelnde Winterhärte, Bodenver-

dichtung oder Nährstoffmangel waren anfängliche Versuche einer Erklärung der Ursachen dieser als "Sunstedter Krankheit", gelegentlich auch "B1 (Bundesstraße 1) Krankheit" (H. THIEDE, Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchungen und Bienenkunde, Münster) genannten Erscheinung. Diesen Vermutungen widersprachen vor allem Beobachtungen, daß die Nester in den folgenden Jahren, sooft Gerste angebaut wurde, nicht nur immer nur an denselben Stellen des Feldes sondern darüber hinaus vergrößert erschienen, bis schließlich alle Pflanzen des Schlages von der Vergilbung erfaßt wurden.



Abb. 2: In den 80er Jahren waren die bodenbürtigen Gelbmosaikviren der Gerste eines der größten Probleme im Getreidebau. Auf vollständig verseuchten Böden wurden Ertragsverluste nur noch durch Anbau von Sorten mit Immunität gegenüber den Viren vermieden. Die unterschiedlichen Reaktionen der Pflanzen von anfälligen Sorten (Links und Mitte) im Vergleich zu einer nichtanfälligen, immunen Sorte (Rechts) auf einem vollständig mit Gelbmosaikviren verseuchtem Feld gibt der hier abgebildete Versuch wieder.

Untersuchungen an diversen Untersuchungsämtern führten zu keinen plausiblen Ergebnissen. Bis im März 1977 F. RUDERT, Ringleiter im Raum Helmstedt/Königslutter, Mitarbeiter der BBA zu einer Bauernversammlung nach Sunstedt einlud. F. RUDERT, der die jährlich zunehmende Vergilbung auf einem Schlag von einem Fenster seines Hauses aus unmittelbar verfolgen konnte, widmete sich seit Anfang der 70er Jahre mit besonderem Engagement dieser Krankheit. "Auf den Mond könnt ihr fliegen", war eine

Stimme in der Versammlung im Hinterzimmer der Gaststätte Theuerkauf, "aber uns Bauern laßt ihr im Stich".

Ein von den Landwirten in breiten Streifen angelegter "Sortenversuch" an dem zum Elm orientierten Hang veranschaulichte eindringlich das Problem, das zur Besorgnis der Landwirte Anlaß gab, nämlich den totalen Befall aller Pflanzen der meisten Gerstensorten. Nur wenige Sorten, 'Birgit', 'Ogra', 'Barbo', waren darunter, deren Pflanzen durch ihre normal grüne Farbe sich von den anderen, gelbgrün verfärbten Pflanzen unterschieden. Bereits am nächsten Morgen konnte den Landwirten und dem Pflanzenschutzdienst die Ursache der Krankheit mitgeteilt werden: elektronenoptische Untersuchungen im Labor von D.-E. LESEMANN ließen keinen Zweifel mehr an Viren als Erreger der Krankheit aufkommen. Es war dann eine Frage der Zeit bis die Partikeln als Gelbmosaikviren, barley yellow mosaic virus (BaYMV), identifiziert waren (HUTH und LESEMANN 1978). Die Bodenbürtigkeit der Krankheit ließ sich unschwer aus den Beschreibungen der Landwirte ableiten und ein daraufhin aus Japan von YASUO SAITO, Yatabe Ibaraki, erbetenes Antiserum brachte letzte Klarheit. Lediglich eine Beobachtung warf eine neue Frage auf, die zunächst unbeantwortet blieb: nicht alle Partikeln ließen sich mit dem Antiserum dekorieren (HUTH et al. 1984). Obwohl morphologisch nicht unterscheidbar, waren die einen, die nichtdekorierbaren Viruspartikeln mechanisch leicht auf andere Gerstepflanzen zu übertragen, nicht oder nur sehr gelegentlich die anderen. Letztlich ergaben die Analysen, daß BaYMV in Deutschland überwiegend mit einem zweiten Virus vergesellschaftet vorkommt, welches trotz vieler gemeinsamer Eigenschaften, von den Blattsymptomen bis hin zur Partikelstruktur, die es auf den befallenen Pflanzen verursacht, serologisch nicht mit dem BaYMV verwandt war (HUTH 1989). Die vielen mit BaYMV übereinstimmenden Eigenschaften des "neuen" Virus erschwerten dann auch die Namensgebung. Nach eingehender Diskussion, in die auch B. HARRISON und M. A. MAYO, Dundee, einbezogen waren, wurde es schließlich wegen durchschnittlich schwächerer Symptome auf Pflanzen einiger Gerstesorten als barley mild mosaic virus (BaMMV) beschrieben (HUTH und ADAMS 1990).

Bald nach der Entdeckung der Gelbmosaikviren durchgeführte Untersuchungen offenbarten die schon zu jener Zeit in weiten Teilen Niedersachsens und Nordrhein-Westfalens weite Verbreitung der Gelbmosaikviren, von denen stellenweise bereits große Flächen vollständig verseucht waren. 1980 wurden sie dann auch in England, Frankreich und

Belgien, später auch in Italien und in osteuropäischen Ländern gefunden. Gegenwärtig erstreckt sich ihre Ausbreitung in Deutschland auf etwa die Hälfte, nach anderen Angaben sogar auf zwei Drittel der Ackerfläche (HUTH 1988a). Durch die besonderen Ansprüche des Vektors, *Polymyxa graminis*, an schwere Böden scheint sich eine weitere Ausbreitung in noch nicht verseuchte Regionen etwas zu verlangsamen.

### **Aktive Forschungsförderung durch private Zuchtbetriebe**

Das Vorkommen bodenbürtiger Viren und die Aussicht ihrer zunehmenden Ausbreitung löste gleichermaßen bei dem Pflanzenschutzdienst, den Landwirten und den Getreidezüchtern aber auch der Pflanzenschutzmittelindustrie Diskussionen über Gegenmaßnahmen aus. Insbesondere erweckten die Ertragsverluste, die bei vollständiger Verseuchung der Schläge abhängig von den Sorten bei etwa der Hälfte des erwarteten Ertrages lagen, sowie die Erkenntnis, daß die Krankheit auch durch Einsatz von Pflanzenschutzmitteln - Bodenentseuchungsmittel wurden diskutiert - weder direkt noch indirekt bekämpfbar ist, bei den Landwirten Befürchtungen über das Ende des Gersteanbaues.

Die Krankheit erschien deshalb auch den in der "Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchter" (GFP) zusammengeschlossenen Zuchtbetrieben so wichtig, daß zu ihrer Erforschung bereits in der Anfangsphase drei Forschungsprojekte gefördert wurden: Ein Projekt hatte Arbeiten zur Charakterisierung der Viren, die Erstellung von Antiseren, die Entwicklung von Diagnoseverfahren sowie die Selektion von Resistenzquellen in Braunschweig zum Inhalt, das andere Projekt befaßte sich mit dem Fragenkomplex zur Vektorübertragung und wurde in Göttingen von G. ZERLICK betreut, während im dritten Forschungsvorhaben die Genetik der Resistenz als Grundlage zur Erstellung resistenter Sorten im Vordergrund stand und das von W. FRIEDT zusammen mit Bärbel FOROUGH-WEHR in dem zu jener Zeit noch zur Biologischen Bundesanstalt gehörenden Institut für Resistenzgenetik in Grünbach bei Freising bearbeitet wurde.

Es war eine fruchtbare Zusammenarbeit, mit der die Grundlagen zur Sicherung der Gersteerträge auf total virusverseuchten Böden geschaffen wurde. Eine wesentliche Erkenntnis war, daß abweichend von den bisher bekannten Resistenzformen die Gelbmoosaikviren in den Pflanzen einiger Sorten, 'Birgit', 'Barbo' und 'Ogra', nicht vermehrt wur-

den, diese Pflanzen gegenüber den Viren "immun" waren, und diese Immunität auch vererbbar war. Mit der Züchtung immuner Sorten zeichnete sich eine Lösung des Problems mit den Gelbmosaikviren ab. Der Nachweis der monogenischen Vererbbarkeit der Immunität durch die Grünbacher Gruppe löste allerdings große Skepsis bei den Züchtern aus, die erst durch die praktischen Erfahrungen während des Anbaus dieser Sorten von der hohen Stabilität der Immunität überzeugt wurden.

Zur Durchführung der Versuche war die auf Vermittlung von F. RUDERT zustande gekommene Bereitstellung von Ackerfläche durch die Landwirte in Sunstedt besonders hilfreich, die ihrerseits aus existentiellern Interesse den Fortgang der Arbeiten verfolgten. Bei der Suche nach weiteren Resistenzquellen wurden auf einem vollständig verseuchten Feld bei Sunstedt aus ca. 2 000 Gerstesorten von den Genbanken der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode, der USDA in Beltsville, USA, der Stiftung für Pflanzenzüchtung in Wageningen, Niederlande, und aus der Sammlung der Bayerischen Landesanstalt in Freising-Weihenstephan 262 Sorten mit Immunität selektiert (HUTH 1988a). Gleichzeitig erbrachte der Test aber auch noch ein weiteres interessantes Ergebnis: aus genealogischen Vergleichen ließ sich die Abstammung derjenigen deutschen Sorten, die gegenüber den Mosaikviren immun waren, von der dalmatinischen Landsorte 'Ragusa' ableiten (HUTH 1985). Einige dieser Sorten wurden später zur Analyse der Genetik der Immunität von den Arbeitsgruppen W. FRIEDT, F. ORDON, R. GÖTZ in Giessen sowie BÄRBEL FOROUGH-WEHR und A. GRANER in Grünbach verwendet. Die grundlegenden Arbeiten zur Genetik dort sollen auch an dieser Stelle besonders hervorgehoben werden.

### **Ein drittes Gelbmosaikvirus**

Im Frühjahr 1989 fielen in zwei voneinander entfernt gelegenen Regionen, nämlich auf Flächen des Klostersgutes Riechenberg bei Goslar und auf den Versuchsflächen bei Bad Salzuflen, erstmalig in Feldern BaYMV/BaMMV-immuner Gerstesorten Nester von Pflanzen mit Gelbmosaiksymptomen auf, auf die W. GARBURG vom Pflanzenschutzamt Braunschweig und H. BLÜML von der Saatzucht Dippe aufmerksam machten. Bemerkenswert ist, daß zur gleichen Zeit Pflanzen der immunen Sorte 'Torrent' aus Vergilbungsnestern in Feldern bei Gloucester in England zur Untersuchung nach Braunschweig kamen (HUTH 1989a). Die Zahl der Fundorte in Deutschland erhöhte sich bereits im



daraufliegenden Jahr drastisch. Die Nester traten vornehmlich auf Feldern auf, auf denen wegen der vollständigen Verseuchung durch BaYMV/BaMMV bereits seit mehreren Jahren ausschließlich immune Gerstesorten angebaut worden waren. Die Reaktion des Virus mit einem BaYMV-Antiserum, legte den Verdacht einer Brechung der Immunität nahe und bestärkte zunächst die Skepsis gegenüber der Stabilität monogener Resistenz zumal alle Sorten mit der 'Ragusa'-Resistenz, einschließlich der Spendersorte 'Ragusa', von diesem Virus befallen wurden. Das spontane, gleichzeitige Auffinden dieses Virus an entfernten Standorten löste zugleich aber auch Spekulationen über seine Entstehung aus. Naheliegender ist, ohne jedoch den Beweis erbringen zu können, daß es sich nicht um ein beispielsweise durch Mutation "neu" entstandenes sondern um ein dort schon seit längerem vorkommendes Virus handelt, dessen Vermehrung in den virusanfälligen Pflanzen vermutlich wegen einer durch BaYMV/BaMMV-Infektion induzierten Präimmunität gehemmt wird. Erst mit dem Anbau BaYMV/BaMMV-immuner Sorten konnte es in den befallenen Pflanzen vermehrt und im Boden ausgebreitet werden. Wegen seiner nahen Verwandtschaft, die auch in der sehr ähnlichen, 96-99%igen Sequenzhomologie des Hüllproteins zum Ausdruck kommt (BENDIEK et al., 1993), kann dieses Virus lediglich als Stamm des BaYMV geführt werden und erhielt die Bezeichnung BaYMV-2. In den folgenden Jahren konzentrierte sich das Interesse auf die Selektion von Sorten mit Immunität gegenüber diesem BaYMV-2. Nach Anbau der oben erwähnten selektierten 262 BaYMV- und BaMMV-immunen Gerstesorten auf einem Praxis-schlag bei Schladen sowie auf Versuchsflächen der Saatzucht Dippe konnten 97 Sorten selektiert werden, die auch gegenüber BaYMV-2 immun sind (HUTH 1991). Eine dieser Sorten, die chinesische Landsorte 'Mokusekko-3' ('Bokusekiko 3 (H)'), die ein sehr breites Resistenzspektrum gegen alle zur Zeit bekannten BaYMV- und BaMMV-Isolate in Ostasien (KASHIWAZAKI et al., 1989) und in Europa besitzt, findet vornehmlich als Resistenzquelle von allen deutschen Züchtern Verwendung. Die erste Gerstesorte, die gegenüber allen drei Viren immun ist, wurde zunächst in England, dann 1996 auch in Deutschland vom Bundessortenamt Hannover zugelassen. Diese erhielt den Namen 'Tokyo', abgeleitet von der ostasiatischen Herkunft des Resistenzgens (Nickerson Pflanzenzucht).

Wegen der nahen Verwandtschaft sind BaYMV und BaYMV-2 serologisch nicht voneinander zu unterscheiden. Eine Diagnose war deshalb lange Zeit nur anhand differenzie-

render Wirtssorten möglich. Gegenwärtig laufen zusammen mit RENATE KOENIG erste erfolversprechende Versuche einer Diagnose mittels SSCP-Analyse.



Abb. 3: Mit dem tissue print immoassay wurde es möglich, einen wesentlichen Teil der für den Virusnachweis notwendigen Arbeiten auf das Feld zu verlegen.

### **BaYMV - ein resistenzbrechender Virusstamm?**

Die Ansicht, BaYMV-2 sei ein resistenzbrechender Virusstamm (BENDIEK 1983) war naheliegend und hielt sich beharrlich. Nach den richtungweisenden genetischen Analysen

in Grünbach und Giessen über die Immunität gegenüber den Gelbmosaikviren sowie aus den Beobachtungen über das Verhalten der Pflanzen auf virusverseuchten Feldern zeich-

nete sich ab, daß abweichend von anderen bekannten Formen der Widerstandsfähigkeit gegenüber Pathogenen die Immunität gegenüber den Gelbmosaikviren direkt gegen die Virusvermehrung gerichtet ist. Nach allen vorliegenden Ergebnissen reicht zur Stabilität der Immunität gegenüber den Gelbmosaikviren sogar nur ein Gen aus, das vermutlich die Virusvermehrung vollständig hemmt. Die Immunität als monogene, zudem stabile Resistenzform zu akzeptieren, bedeutete ein Umdenken in der Resistenzzüchtung.

Noch steht der Nachweis aus, daß die Immunität gegen die beiden Viren, BaYMV und BaMMV, auf verschiedenen Genen oder tatsächlich auf nur einem Gen, ym4, lokalisiert ist. Die Immunitätseigenschaft der Sorte 'Hiberna', die nur gegenüber BaMMV, nicht aber gegenüber BaYMV und BaYMV-2 anfällig ist, läßt die Existenz verschiedener Gene vermuten. Für diese Sorte müßte BaMMV als "resistenzbrechendes Virus" definiert werden. BaYMV-2 als "resistenzbrechendes Virus" zu bezeichnen ist deshalb irreführend. Der Befall der Sorten mit 'Ragusa'-resistenz durch BaYMV-2 veränderte nicht deren Stabilität gegenüber BaYMV/BaMMV. Wie die Spendersorte 'Ragusa' sind diese Sorten aber wegen des Fehlens eines entsprechenden Resistenzgens anfällig gegenüber BaYMV-2.

### **Bodenbürtige Weizenviren - ein Damoklesschwert**

Insbesondere von den deutschen Weizenzüchtern wird seit Anfang der 80er Jahre das Vorkommen und die Ausbreitung bodenbürtiger, Weizen infizierender Viren, wheat yellow mosaic virus (WYMV) und soil-borne-wheat mosaic virus (SBWMV), vornehmlich in der Loire-Region in Frankreich aufmerksam verfolgt. Eine befürchtete Ausdehnung der Befallsfläche nach Deutschland ist bisher jedoch ausgeblieben. Vermutlich sind es die niedrigeren Temperaturen zur Zeit des in Deutschland durchschnittlich späten Drilltermins des Weizens, die die Mobilität des Vektorpilzes und damit die Ausbreitung der Weizen infizierenden Viren einschränken.

Trotzdem kommen beide Viren auch in Deutschland vor. Sie befallen hier nicht Weizen sondern Pflanzen des durchschnittlich früher gedrillten Roggens. Bemerkenswert ist

auch, daß trotz der den Gelbmosaikviren der Gerste vergleichbaren epidemiologischen Eigenschaften WYMV und SBWMV nicht auf schweren sondern auf teilweise extrem leichten, sandigen Böden vorkommen. Zur BBA gelangten die ersten infizierten Roggenpflanzen 1989 über eine technische Assistentin, Mitarbeiterin im Virusinstitut. Die Pflanzen stammten von einem Feld in der Nähe von Glentorf bei Königslutter. Gerade noch rechtzeitig konnte die Assistentin von ihrem Vorhaben abgehalten werden, die Pflanzen nicht im eigenen Labor sondern in Verkenning der Erkrankung in einem anderen, nicht mit Viren befaßten Institut untersuchen zu lassen.

Als wenn die Zeit für die Entdeckung der Roggen-infizierenden "Weizenviren" "reif" gewesen wäre, wurden noch in demselben Jahr zerstreut in ganz Deutschland andere Fundorte bekannt, an denen sie überwiegend vergesellschaftet vorkamen. Aber obwohl Pflanzen von Weizen nach mechanischer Infektion beider Viren an den Virosen erkrankten, waren es immer nur Pflanzen von Roggen und von Triticale, die von ihnen natürlicherweise befallen waren. Auch innerhalb eines breiten Spektrums an Sorten und Linien der deutschen Weizenzüchter, das in einer spontanen Aktion auf einem Schlag bei Glentorf ausgesät worden war, wurden nur wenige Pflanzen von den Viren befallen. Spezifisch an Roggen angepaßte Biotypen von *Polymyxa graminis* wurden deshalb als Vektoren an diesen Standorten vermutet. Während eines über 5 Jahre laufenden, immer an derselben Stelle des Schlages angelegten Parzellenversuches mit jährlich je ca. 35 000 Pflanzen von Weizen auf einem Roggenstandort bei Glentorf erkrankten im zweiten Anbaujahr 8 Pflanzen, im fünften Jahr keine Pflanze an der Virose (HUTH und LESEMANN 1996b). Eine Adaptation des Vektorpilzes an eine andere Wirtspflanze hat während dieses Versuchszeitraumes offensichtlich nicht stattgefunden, sodaß ein Übergreifen der Viren auf Weizen zumindest kurzfristig kaum zu erwarten ist.

Nicht unerwähnt bleiben soll die Entdeckung des durch Nematoden übertragenen tobacco rattle virus als Pathogen des Roggens. Neben einem Fundort bei Haldensleben in Sachsen-Anhalt ist nur ein weiterer in der Nähe von Bergen in Niedersachsen für dieses üblicherweise Getreide nicht befallende Virus bisher bekannt geworden (HUTH und LESEMANN 1984).

## **BYDV - unerwartete Epidemien**

Von gelegentlich häufigerem Auftreten in einigen Regionen im Rheinland oder lokal in anderen Regionen in den Jahren 1977 und 1983 abgesehen, trat BYDV überwiegend selten in Erscheinung. Deswegen und weil sich in anderen, vornehmlich amerikanischen (z. B. W. F. ROCHOW, Purdue University, West Lafayette, Indiana) und englischen (R. T. PLUMB, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts.) Instituten die Arbeiten auf BYDV konzentrierten, standen Untersuchungen über dieses Virus in Deutschland nicht im Mittelpunkt. Die Arbeiten an BYDV erstreckten sich vornehmlich auf epidemiologische Fragen und auf das Vorkommen der Stämme des Virus auch in Deutschland. Neben dem häufigsten BYDV-Stamm, dem BYDV-PAV, wurden zunächst auch BYDV-MAV und -RPV als lokal häufigere Pathogene und erst verhältnismäßig spät obwohl ebenfalls vergleichsweise häufig vorkommend, erstmals in Europa, auch das BYDV-RMV entdeckt (HELMKE und HUTH 1996). Als "schwaches" Pathogen verursacht BYDV-RMV trotz seiner weiten Verbreitung keinen ökonomischen Schaden.

Weil unerwartet, wurden die Landwirte und der Pflanzenschutzdienst durch das epidemische Auftreten von BYDV im Jahre 1988 diesmal sogar noch stärker als durch die Gelbmosaikviren der Gerste aufgeschreckt (HUTH 1990). Ungewöhnlich war, daß die BYDV-Epidemie sich über zwei aufeinanderfolgende Jahre erstreckte. Aussagen des Autors auf Bauernversammlungen, daß keine permanente Gefahr durch dieses Virus abzuleiten wäre, wurden dadurch ad absurdum geführt. Ungewöhnlich war, daß insbesondere Weizen befallen wurde, dessen Pflanzen mit rotverfärbten Blättern auffielen und mit Ertragsverlusten von bis zu 70% auf den Befall reagierten. Für einige Landwirte bedeutete die Epidemie die Gefährdung ihrer Existenz. Mit der Androhung von Klagen auf Schadenersatz gegen Mitarbeiter der Pflanzenschutzämter wegen unterlassener Beratung spitzte sich die Lage dramatisch zu. Die sonst empfindlicher reagierende Gerste blieb dagegen überwiegend symptomlos und ohne nennenswerte Ertragseinbußen.

Entsprechend der geringen Erfahrungen mit dieser Virose in Deutschland waren auch die Kenntnisse über Faktoren, die Einfluß auf die Epidemiologie des BYDV haben und letztlich auch zu dieser Epidemie geführt haben, sehr gering. So waren auch die Folgen des bereits im April starken Aufkommens von Blattläusen nicht voraussehbar. Auch der Au-

tor dieses Beitrages hielt auf eine Anfrage vom Pflanzenschutzamt Hannover Insektizidbehandlungen zu diesem frühen Termin für nicht erforderlich. In Diskussionen über die Ursachen wurden dann auch fragwürdige Ansichten vertreten, wie solche, daß bevorzugt die langstrohigen Sorten befallen und kurzstrohige Sorten, wie die Sorte 'Sleypner', von den Blattläusen überflogen würden. Sie leiteten sich aus den Beobachtungen ab, daß Pflanzen der Sorte 'Sleypner' weniger stark und mit geringeren Ertragsschäden als andere Sorten, wie 'Kraka', auf den Virusbefall reagierten. Die Hilflosigkeit gegenüber der Krankheit kam auch in den bis zu sieben-, vielleicht sogar mehrmaligen Behandlungen der Felder mit Insektiziden während der Monate Mai bis Juni zum Ausdruck. Bemerkenswert war, daß entgegen allen Erwartungen mit diesen Spritzungen - es genügte eine zur "rechten Zeit" - sogar während eines fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums der Pflanzen tatsächlich eine Begrenzung der Ertragsminderung erreicht wurde.

In beiden Jahren der BYDV-Epidemien waren besonders die als "Kirchturmähren" oder als "schwarze Ähren" bezeichneten, an verlängerten Halmen aufrecht aus den Feldern herausragenden und von Schwärzepilzen befallenen Ähren des Weizens auffällig. Stellenweise war bis zu einem Drittel - nach anderen Angaben sogar zwei Drittel - der Ähren von "Schwärzepilzen" befallen. Eine Beziehung zwischen BYDV-Befall und den schwarzen Ähren war nicht zu übersehen, BYDV als alleinige Ursache zu sehen, unterstreicht ein weiteres Mal die Unkenntnis über die zweifelsohne komplexe Epidemiologie des Virus.

Die primäre Ursache des massiven Auftretens von Blattläusen war die milde Winterwitterung jener Jahre, die ein anholozyklisches Überdauern eines Teils der Blattläuse (*Sitobion avenae*) ermöglichte. Im Mai erstmals sichtbare Nester rotblättrigen Weizens waren ein Hinweis für eine sekundäre Ausbreitung von BYDV bereits im zeitigen Frühjahr. Weitgehend unbeachtet blieb aber, daß das Virus in größerem Umfang erst in den späten Frühjahrs- und Sommermonaten ausgebreitet wurde, während einer Zeit, in der BYDV keinen oder einen nur unbedeutenden Einfluß auf die Entwicklung und die Ertragsleistung der Pflanzen haben konnte.

Angesichts der durch BYDV induzierten Blattverfärbungen blieb in der Diskussion um die Ertragsverluste auch der sekundäre Befall der durch BYDV-Infektion

"geschwächten" Pflanzen durch andere Pathogene, so auch durch *Fusarium culmorum*, unbeachtet, der zur partiellen oder sogar vollständigen Taubährigkeit führte. Nicht BYDV selbst, sondern der Pilzbefall war die wesentliche Ursache der Ertragsverluste, wie in einem weiteren von der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung, GFP, geförderten Forschungsvorhaben bestätigt wurde (KOCH und HUTH 1997). Die Ergebnisse aus den Versuchen unterstreichen auch die Beobachtungen jener Jahre, in denen insbesondere die während fortgeschrittener Entwicklung von BYDV befallenen Pflanzen die geringsten Erträge erbrachten. Die komplexen Zusammenhänge zwischen BYDV-Befall sowie sekundärer *Fusarium*-Infektion und dem Befall durch Schwärzepilze konnten in dem Forschungsprojekt jedoch nicht aufgeklärt werden. Die Angst vor einer erneuten BYDV-Epidemie war geblieben. Bemerkenswerterweise aber steht in der Öffentlichkeit immer noch der Befall des Weizens im Mittelpunkt der Befürchtungen, nicht die empfindlicher reagierende und wegen des früheren Drilltermins im Herbst eher gefährdete Gerste. Außer Acht gelassen wird auch, daß nicht nur der Winterweizen, sondern auch das Sommergetreide in den Jahren der Epidemie mit Ertragsverlusten reagierte und ein Herbstbefall also zumindest für diese Kultur ausgeschlossen werden muß. Diese komplexen Zusammenhänge, die zwischen BYDV-Befall und sekundärem Pilzbefall sowie zu den besonderen, die Abreife des Weizens verzögernden Witterungsbedingungen in jenen Jahren verständlich zu machen, bereitet noch immer Probleme bei der Beratung. Auch wenn die Angst vor einem BYDV-Befall des Weizens besteht, konzentrieren sich die Insektizidspritzungen im Herbst auf die Gerste. Nach der Epidemie Ende der 80er Jahre trat BYDV noch zweimal massiv auf, 1990 in Südwestdeutschland und 1996 auf der Querfurter Platte.

### **Maisviren**

Viren an Mais haben in Deutschland trotz des teilweise hohen Anteils infizierter Pflanzen innerhalb der Maisschläge bisher keine bedeutende Rolle gespielt. Sie wurden an der BBA deshalb immer mehr am Rande verfolgt. Der erste Anlaß, Maisviren in die Untersuchungen einzubeziehen, war das häufigere Auftreten einer als maize leaf fleck beschriebenen, vermutlich mit importierten Inzuchtlinien der INRA aus Frankreich eingeführten Krankheit in Südwestdeutschland Ende der 70er Jahre. Das Problem war so dringend, daß B. NESSLINGER vom Deutschen Maiskomitee e. V. im Jahre 1980 zu einer Dis-

kussion um diese Krankheit nach Speyer einlud. Die Frage nach der Ursache dieser zunächst in den Balkanstaaten beobachteten, vornehmlich auf Inzuchtlinien bestimmter Herkünfte erscheinenden Krankheit ist trotz etwa einjähriger Untersuchungen bis heute unbeantwortet geblieben.

Der erste Nachweis über von "Maisviren" in der damaligen Bundesrepublik Deutschland gelang schließlich im Jahre 1984 in Pflanzen, die aus den Versuchsanlagen des Bundesortenamtes in Haßloch stammten. Eine Zuordnung war aber erst im Jahre 1987 möglich, nachdem Antiseren gegen maize dwarf mosaic virus (MDMV), sugarcane mosaic virus (ScMV), Sorghum mosaic virus (SrMV) und Johnson grass mosaic virus (JMV) hergestellt worden waren. Die entsprechenden Antigene waren damals von R. E. FORD, Urbana, Illinois, M. TOSIC, Belgrad, Jugoslawien, und D. D. SHUKLA, Parkville, Australien, zur Verfügung gestellt worden (HUTH und LESEMANN 1991). Untersuchungen über das Vorkommen beider Viren in Deutschland brachten einmal mehr die Komplexität der Virusepidemiologie zum Ausdruck. Während in Deutschland vornehmlich ScMV vorzukommen schien, waren im Jahre 1992 die meisten der untersuchten, aus verschiedenen Regionen stammenden Maispflanzen mit MDMV infiziert (HUTH 1994). Ein Teil der Pflanzen war infolge Virusbefalles während fortgeschrittener Entwicklungsstadien auch latent infiziert. Das wurde auffällig, als ein Preßsaft, der aus Blättern symptomfreier Maispflanzen vom Versuchsfeld hergestellt worden war, zur "Absättigung" eines Antiserums gegen MDMV verwendet wurde. Die auf diese Weise gewonnene Suspension hatte danach ihre antigenen Eigenschaften verloren. Nachuntersuchungen ergaben schließlich, daß die symptomfreien Maispflanzen mit MDMV infiziert waren. Immer noch ungelöst ist die Frage nach den Überdauerungswirten beider Maisviren

Wegen des bisher überwiegend "späten" Virusbefalles reagierten die Maispflanzen überwiegend mit nur schwachen Symptomen und die meist geringe Zahl infizierter Pflanzen hatte nur unbedeutende Ertragsverluste zur Folge. Bisher wurden nachweislich nur im Jahre 1992 durch Viren verursachte Ertragsverluste bei Mais in Deutschland bekannt: ein vollständiger Befall vornehmlich durch MDMV führte auf insgesamt nur zwei, sogar voneinander entfernt gelegenen Inzuchtvermehrungsflächen im Kaiserstuhlgebiet zum totalen Ernteausfall - ein epidemiologisches Phänomen (HUTH 1994).



## Andere Viren als Forschungsobjekte

Auf die Schwierigkeiten, Viruserkrankungen anhand der Symptome zu diagnostizieren, ist bereits hingewiesen worden. Das wheat dwarf virus (WDV) ist als ein Beispiel dafür bereits erwähnt worden. Seit den 60er Jahren in Schweden und in der Tschechoslowakei bekannt und 1990 in Frankreich entdeckt, wurde sein Vorkommen auch in Deutschland vermutet. In Deutschland hat J. VACKE aus Prag das Virus ebenfalls 1990 in Sachsen entdeckt, ohne diese Entdeckung publik zu machen. Im Jahre 1992 wurden weitere Pflanzen auf den Versuchsfeldern eines Zuchtbetriebes in der Nähe von Hadmersleben aufgefunden und noch im selben Jahr in anderen Regionen in Sachsen-Anhalt und Sachsen (HUTH und SCHNEE 1993; HUTH und LESEMANN 1994b). Die Häufigkeit des Auftretens des WDV deutete darauf hin, daß es schon zuvor hier verbreitet vorgekommen sein muß, die durch ihn verursachte Krankheit aber mit einem Befall durch BYDV in Zusammenhang gebracht wurde. Möglicherweise war WDV sogar der Erreger einer 1983 in Sachsen epidemisch aufgetretenen Verzweigung der Gerste, für die kein Erreger nachgewiesen wurde (H. SCHNEE, Landesanstalt für Pflanzenschutz in Leipzig). Inzwischen heute ist WDV in den meisten Bundesländern aufgefunden worden, wobei die Zahl der von ihm befallenen Pflanzen stellenweise sogar größer war als die der mit BYDV infizierten Pflanzen. Ob WDV bei ähnlichen epidemiologischen Eigenschaften eine dem BYDV vergleichbare ökonomische Bedeutung erreichen wird, werden die kommenden Jahre offenbaren, wenn mehr Erfahrungen über das Virus vorliegen werden.

Gegenwärtige Arbeiten erstrecken sich auf Möglichkeiten einer Diagnose der Stämme des WDV. Aus noch unveröffentlichten Daten der Genomstruktur wurden in Zusammenarbeit mit U. COMMANDEUR geeignete Primer beschafft und die ersten Versuche einer Differenzierungsmittel PCR durchgeführt. Nach den Ergebnissen scheint der "Gerbestamm" der häufigere von beiden in Deutschland zu sein.

Von besonderem wissenschaftlichen Interesse erscheint die Epidemiologie der nichtpersistent durch Milben übertragenen Potyviren der Gräser. Wie für andere Fragen fehlte letztlich die Zeit, sich ausführlich auch diesem Komplex zu widmen. Während eines Besuches in Montpellier wurden von P. SIGNORET, E.N.S.A. - INRA, einige Blätter einer Gerstepflanze mit Virussympomen zur Untersuchung nach Braunschweig mitgegeben.

Nach dem üblichen Arbeitsablauf, elektronenmikroskopische Vermessung (D.-E. LESEMANN), Vektorübertragung (G. PROESELER, Aschersleben), Vermehrung, Virusisolierung, Herstellung eines Antiserums, wurde das Virus mit der Laborbezeichnung 11-Cal, das aus der Nähe von Castelnauudary in Frankreich stammte, mit anderen Potyviren der Gräser verglichen. Das Virus hatte keine serologische Beziehung zu verschiedenen Isolaten des wheat streak mosaic virus (WSMV) aus Rußland, Iran, Italien, U.S.A., wohl aber zu einem Isolat aus der ehemaligen DDR (RABENSTEIN et al. 1982), zu dem auch Übereinstimmungen in der Bildung spezifischer cytoplasmatischer Strukturen in den befallenen Pflanzen bestanden. Die Vermutung, daß es sich um ein noch unbekannteres Virus handeln könnte, zog bereits Überlegungen über eine Namensgebung nach sich. Wegen der Unsicherheit eine Zuordnung zu bereits bekannten Potyviren vielleicht doch übersehen zu haben, verzögerte sich aber eine Veröffentlichung der Befunde. Quasi im letzten Moment gelang dann doch die Identifizierung: das 11-Cal-Antiserum reagierte mit dem Brome streak mosaic virus-Isolat (BrSMV; MILICIC et al., 1980) aus Kroatien, von dem uns NADA PLECE, Zagreb, die letzten getrockneten Blattstückchen für die vergleichenden Untersuchungen zur Verfügung stellte (HUTH et al. 1996b).

Es schlossen sich Untersuchungen zur Klassifizierung der Isolate des BrSMV innerhalb der durch Milben übertragenen Potyviren an. Im Verlaufe elektronenmikroskopischer Untersuchungen zeichnete sich anhand von Dekorationstiter eine separate Stellung des BrSMV innerhalb der Gruppe der Rymoviren ab, das sich serologisch von WSMV aber auch von RMV und AgMV unterscheidet (LESEMANN und HUTH unveröffentlicht). Diese Ergebnisse fanden Bestätigung in der von WSMV verschiedenen Genomstruktur des BrSMV mit einer Sequenzhomologie in der Hüllproteinregion von nur 47% (GÖTZ et al. 1995).

Während eines Screenings wurde BrSMV in mehr als der Hälfte aller Pflanzen von *Hordeum murinum* in einem Ackerrandstreifen in der Umgebung Braunschweigs nachgewiesen. In demselben Ackerrandstreifen war die überwiegende Zahl der Pflanzen von *Agropyron repens* mit AgMV infiziert sowie zahlreiche Pflanzen von *Lolium perenne* von RMV befallen, jedoch, obwohl anfällig, keine der im angrenzenden Feld stehenden Weizenpflanzen von einem der drei Viren (HUTH et al. 1994). Zwei Jahre später, 1996, war keine der dort wachsenden Pflanzen von *Hordeum murinum* mit BrSMV infiziert. Diese Beobachtungen unterstreichen einmal mehr die Komplexität der Epidemiologie

von Viren (HUTH 1996b) insbesondere aber der durch Milben übertragenen Viren, die in Mitteleuropa bisher überwiegend in Wildgräsern oder in Ausfallgetreide und offenbar seltener, so BrSMV in Frankreich, in Praxisschlägen aufgefunden wurden.

Die Beschäftigung mit einem kuriosen Virus aus dem Iran soll nicht unerwähnt bleiben auch wenn es weder im Iran noch in Deutschland eine ökonomische Bedeutung hat: das Johnsongrass chlorotic stripe mosaic virus. K. IZADPANAHI, Shiraz, hat das im Iran nur an zwei, ca 300 km voneinander entfernten Stellen vorkommende Virus während eines einjährigen Aufenthaltes in Braunschweig charakterisiert (IZADPANAHI et al. 1993).

Auch mit dem brome mosaic virus haben wir uns beschäftigt, nicht weil es ein beachtenswertes Pathogen wäre, sondern weil sich die Partikeln eines Isolates aus Deutschland durch den Besitz einer fünften Nukleinsäure von denen des Typstammes unterscheiden (HUTH et al. 1992).

### **Resistenztests**

Einen Schwerpunkt der Arbeiten an dem Virusinstitut in Braunschweig bildeten Untersuchungen über Resistenzeigenschaften der Gräser und des Getreides. Die ersten Versuche reichen bis in die 70er Jahre zurück, in denen zunächst auch wieder Viren der Gräser im Mittelpunkt standen. Noch Ende der 70er Jahre wurden sie nach der Entdeckung der Gelbmosaikviren der Gerste auf Getreide ausgeweitet. Mit der Anerkennung der Widerstandsfähigkeit gegenüber den Gelbmosaikviren als Sortenmerkmal wurden dann Resistenztests für das Bundessortenamt im Rahmen der Wertprüfung und der Zulassung neuer Sorten durchgeführt. In der Folge der Untersuchungen wurden Systeme entwickelt, mit denen Resistenzeigenschaften der Getreidesorten mit hoher Zuverlässigkeit beurteilt werden konnten.

### **Virusresistenz bei Gräsern - ein anzustrebendes Ziel?**

Der Aktualität wegen und mangels einer zunächst vorhandenen Notwendigkeit, sich in Deutschland um Resistenzen des Getreides gegenüber Viren zu bemühen, konzentrierten sich die ersten Versuche auf die Frage nach der Selektion virusresistenter Gräser von *Lolium perenne*. Sie sind ein Beispiel für eine Irreleitung durch Veröffentlichung nicht

abgesicherter Untersuchungsergebnisse. Als die Versuche aufgegriffen wurden, bestand, wie teilweise auch heute noch, weder eine Übereinstimmung über die Definition der "Resistenz" noch über Methoden, die eine zuverlässige Aussage über die Resistenzeigenschaften von Sorten zuließen. Ermutigt durch Berichte aus England über erfolgreiche Selektionen von Pflanzen von *Lolium perenne* mit Resistenz gegenüber RMV (GIBSON and HEARD 1976) und BYDV (CATHERALL and WILKINS 1977), entstand die Idee, entsprechende Arbeiten an der BBA aufzugreifen. Sie fand reges Interesse bei den Züchtern, die schließlich mehrere Projekte über die GFP finanziell unterstützten.

Die aus England mitgeteilten Ergebnisse vermittelten den Eindruck einer stabilen Resistenz gegenüber RMV, die in geringen Zahlen befallener Pflanzen zum Ausdruck kam. Bereits die ersten Nachprüfungen der englischen Ergebnisse unter Verwendung des Saatgutes der in England selektierten Sorten ließen Zweifel an den Resistenzeigenschaften der Gräser aufkommen. Trotzdem wurden die Versuche unter Einbeziehung der englischen sogenannten resisteu feu Linien zusammen mit W. NITSCHKE, Max-Planck-Institut in Köln-Vogelsang fortgeführt, ohne daß eine Resistenz tatsächlich bestätigt werden konnte.

Ähnlich verlief ein weiteres Forschungsprojekt über Resistenz von *Lolium perenne* gegenüber BYDV. Ergebnisse aus Aberystwyth (CATHERALL und PARRY 1987) konnten nicht bestätigt werden. Weder eine Nichtanfälligkeit gegenüber BYDV wurde nachgewiesen noch waren Ertragssteigerungen nachweisbare Folgen des Virusbefalles.

Die Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben waren nicht nur aus der Sicht der Pflanzenzüchter enttäuschend. Sie trugen aber wesentlich zur Entwicklung der später angewandten Methoden zur Bestimmung der Virusresistenz der Getreide bei. Nachgewiesen wurde schließlich, daß einige Pflanzen von *Lolium perenne* eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Infektionsvorgang besitzen, indem sie "schwerer" als andere mit BYDV zu infizieren sind und daß diese Eigenschaft vererbbar ist. Trotzdem wurde als Fazit aus diesen Arbeiten die züchterische Nutzung dieser Eigenschaft bei *Lolium perenne* als Fremdbefruchter sehr in Frage gestellt (HUTH und ZÜCHNER 1996).

## Immunität gegenüber BaYMV/BaMMV - höchste Form der Resistenz

Die Ertragsausfälle durch BaYMV/BaMMV-Befall und die wegen der Bodenbürtigkeit voraussehbar zunehmende Ausbreitung beider Viren stellten einen künftigen Anbau von Wintergerste sehr infrage, wenn nicht Sorten mit Resistenzeigenschaften gefunden würden. Hinweise auf Resistenz gegenüber diesen beiden Viren ließen sich bereits aus den ersten Beobachtungen über das unterschiedliche Verhalten der Gerstesorten auf versuchten Böden ableiten. Wie bereits hervorgehoben, beruhte die Resistenz auf einer Nichtanfälligkeit der Pflanzen gegenüber diesen Viren. Diese als Immunität bezeichnete Resistenzform ermöglichte die Erstellung eines einfachen, zugleich zuverlässigen Systems zur Bestimmung der Resistenzeigenschaften im Rahmen der Wertprüfung für das Bundessortenamt.

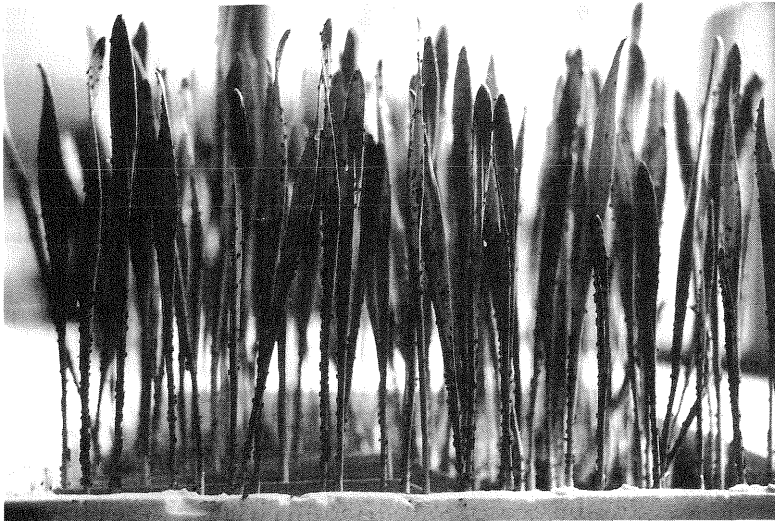


Abb. 4: Wegen des überwiegend geringen natürlichen Infektionsdruckes waren künstliche Infektionen der Pflanzen mit BYDV mittels Blattläusen erforderlich. Zur Gewährleistung der Infektion wurden die Pflanzen mit mindestens 5, in der Praxis üblicherweise mehr Blattläusen bei einer Saugzeit von 3 bis 4 Tagen besetzt

Nachdem mehrere Versuche, die Tests an mechanisch infizierten Pflanzen in Klimakammern durchzuführen, wegen der Instabilität der Viruspartikeln nicht zu den erwarteten Ergebnissen führten, wurden sie auf Versuchsflächen mit vollständig virusverseuchten

Böden verlegt. Dort erkrankten innerhalb anfälliger Sorten, genetische Homogenität vorausgesetzt, alle Pflanzen an der Virose, während die Pflanzen der immunen Sorten, z. B. mit der 'Ragusa'-resistenz auf denselben infizierten Böden virusfrei blieben. Die meist deutlichen Virussymptome ermöglichten eine einfache visuelle Bonitur, die nur gelegentlich in Zweifelsfällen eine serologische Überprüfung erforderlich machte.



Abb. 5: Prüfung der Resistenzeigenschaften von Wintergetreide. Je 12 zuvor mit BYDV infizierte und nichtinfizierte Pflanzen von ca 700 Sorten Gerste und Weizen werden in parallelen Reihen ausgepflanzt.

Bei einem vergleichsweise geringen Arbeitsaufwand ist die Testmethode zuverlässig. Während der zurückliegenden 17 Jahre waren nur zwei Versuche nicht auswertbar: ein-

mal waren während eines starken Regens alle Pflanzen weggeschwemmt und ein anderes Mal, 1996, wegen des Ausbleibens der Symptombildung infolge eines zu plötzlichen Überganges von winterlichen zu sommerlichen Temperaturen.

Die einfache Testmethode (HUTH 1997, in Vorbereitung) und der übersichtliche Erbgang waren Grundlage für die Züchtung neuer Gerstesorten mit Immunität gegenüber den Gelbmosaikviren. Innerhalb weniger Jahre nach der Entdeckung des Virus in Deutschland war die Erstellung immuner Sorten unter Verwendung des beschriebenen Selektionsverfahrens ein zentrales Zuchtziel in allen deutschen aber auch in vielen westeuropäischen Zuchtbetrieben (HUTH 1989b). Derzeit ist etwa ein Drittel der in Deutschland vom Bundessortenamt zugelassenen Gerstesorten gegenüber den Gelbmosaikviren immun, darunter die bereits erwähnte Sorte 'Tokyo', die zugleich gegenüber dem BaYMV-2 immun ist.

### **Resistenz gegenüber BYDV - "nur" eine Toleranz**

Schwieriger war die Erstellung einer Methode zur Bestimmung der Resistenz gegenüber BYDV. Gräser mit Immunität gegenüber diesem Virus sind bis heute nicht definitiv bekannt. BYDV-resistente Pflanzen sind virusanfällige Pflanzen, deren Resistenz nur in einer Toleranz gegenüber dem Pathogen zum Ausdruck kommt.

Die zur Bestimmung der Resistenzeigenschaft gegenüber BYDV verwendeten Methoden unterschieden sich grundlegend voneinander und die meisten der in der Literatur veröffentlichten Ergebnisse erscheinen insbesondere nach den Erfahrungen aus eigenen Versuchen unzuverlässig. Anzustreben war die Entwicklung eines standardisierten Testsystems, das zuverlässige Aussagen über die Resistenzeigenschaften der Sorten liefert. Grundlage dafür war ein von A. COMEAU (1984) vorgestelltes Verfahren, welches in Anlehnung noch heute u. a. bei der CIMMYT in Mexiko Anwendung findet. Bei der Anwendung dieses Verfahrens in Braunschweig wurden die Erfahrungen aus Versuchen zur Resistenzbestimmung bei *Lolium perenne* und vor allem aber bei Gerste mit BaYMV/BaMMV einbezogen, dadurch abgewandelt und dabei verbessert (HUTH 1996).

Homogenität der Pflanzen einer Sorte, ein Befall aller Pflanzen mit dem Virus, der Aufwuchs unter natürlichen Umweltverhältnissen und ein direkter Vergleich mit nichtinfizier-

ten Pflanzen dergleichen Sorten vorausgesetzt garantierten die Versuche zweifelsfreie Ergebnisse über die Toleranz der Sorten bzw. über Toleranzunterschiede zwischen den Sorten. Trotz des größeren Arbeitsaufwandes bei den notwendigerweise künstlichen Infektionen war im Herbst 1996 bei guter Versuchsvorbereitung die Infektion von ca 18 000 Pflanzen entsprechend ca 700 Sorten/Linien Wintergerste und Winterweizen möglich.

Mit den vorgelegten Versuchsergebnissen wurde das Interesse der Getreidezüchter an der Förderung eines Forschungsvorhabens geweckt. Die Förderung erfolgte sogar direkt - ein Novum - von einer Züchtermgemeinschaft ohne öffentliche Fördermittel. Begünstigt wurde diese Entscheidung insbesondere durch Ertragsverluste durch BYDV während der vorangegangenen Jahre in Frankreich. Aufbauend auf den Erfahrungen mit dem am Institut entwickelten Verfahren zur Resistenzbestimmung wurde ein Anschlußprojekt angeregt, in dem in Zusammenarbeit mit W. FRIEDT und F. ORDON von der Universität Giessen die Genetik der Toleranz gegenüber BYDV analysiert werden sollte. Die vorrangige Förderungswürdigkeit wurde zwar anerkannt, trotzdem verzögerte sich die endgültige Genehmigung des Projektes auch wegen Überlegungen, dem Braunschweiger Institut, in dem die größten Erfahrungen auf dem Gebiet der Resistenz gegenüber BYDV in Deutschland vorhanden sind und von dem die Initiative zu diesem Projekt ausging, die Arbeiten zu entziehen - auch das ist ein Teil der Geschichte der Gramineenviren an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

### **Ausblick**

Mehr als 30 Jahre Arbeiten über Gramineenviren haben einen umfassenden Einblick über diese Pathogene in Deutschland vermittelt. Sie konzentrierten sich auf Themen, die vornehmlich die praktische Landwirtschaft betreffen und leisteten einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung der Epidemiologie der Pflanzenviren, vor allem aber zur Ertragssicherung. Viele Hinweise auf Viruskrankheiten und wertvolle Anregungen kamen aus der Praxis, dem Pflanzenschutzdienst der Länder und den Pflanzenzuchtbetrieben, zu denen überwiegend enge Kontakte bestanden, und waren Anlaß, sich mit auftretenden Problemen auseinanderzusetzen.



Mehrere Viren wurden erstmals in Deutschland entdeckt und beschrieben, andere warten noch auf ihre Identifizierung. Unbekannt ist noch der Erreger einer sich in den vergangenen Jahren stärker ausbreitenden Weizenkrankheit, die vorläufig als Blattfleckung des Weizens bezeichnet wird. Es handelt sich um eine Krankheit, auf die Frau EVA FUCHS aus dem Institut für Ackerbau schon Ende der 60er Jahre aufmerksam gemacht hatte. Besondere Aufmerksamkeit erfährt die Krankheit wegen ihrer Samenbürtigkeit, die ihre stetige Ausbreitung seit den 60er Jahren erklärt (HUTH 1996a; HUTH und LESEMANN 1996a). Obwohl kürzlich in partiellen Reinigungen entdeckte tenuivirusartige Strukturen den Verdacht einer Virose erhärten, fehlt noch die abschließende Bestätigung.

Ein Ende der Arbeiten über Gräser- und Getreideviren am Institut zeichnet sich ab. Wenn die auf der Basis des gegenwärtigen Rahmenplanes für die Bundesforschungsanstalten vorgesehenen Sparmaßnahmen in den nächsten Jahren realisiert werden, woran kein Zweifel besteht, wird mit Ablauf des Jahres 2000 die Stelle des Sachbearbeiters nicht wieder neu besetzt werden.

## **30 years investigations on graminaceous viruses at the Federal Research Centre in Braunschweig**

### **Summary**

Whereas viruses from potatoes or legumes have been studied for much longer times at the Biological Research Centre (Biologische Bundesanstalt, BBA), the interest in the occurrence and importance of viruses infecting graminaceous hosts was awakened only in the late fifties during a visit of the Canadian virologist J. T. Slykhuis. Up to the reunification of both parts of Germany the BBA was the only centre in the former Federal Republic of Germany where these viruses were investigated. Therefore all agronomical aspects concerning these viruses such as their occurrence, their epidemiology, their economical importance and the resistance of plants to at least some of them, and in addition scientific aspects such as their morphological properties, their classification and the development of diagnostic methods had to be covered by our study programs.

During more than 30 years of research nearly 30 different viruses infecting graminaceous hosts were detected in Germany. Some of them had not been described before such as cocksfoot mild mosaic, Molinia streak, Lolium latent, and barley mild mosaic viruses. Most of the viruses from graminaceous hosts are widely spread, many of them are causing only minor symptoms predominantly on wild grasses. Some have been found only at rare occasions on a few plants, e.g. Festuca leaf streak or Molinia streak viruses. For a long time viruses were hardly noticed as cereal infecting pathogens and virus symptoms when they occurred on cereal plants were often suspected to be due to other reasons. This changed in 1978 when the soil-borne barley yellow mosaic and barley mild mosaic viruses (BaYMV and BaMMV) were identified as dangerous pathogens of barley and, especially, when nearly 10 years later, in 1988 and 1989, barley yellow dwarf virus (BYDV) epidemically occurred mainly in northern regions of Germany.

Since their first detection in Europe in 1978 in only 3 small areas the soil-borne viruses have spread continuously during the following years. Today already nearly two thirds of

the arable barley growing areas in Germany are infested by them. In contrast to viruses, which are transmitted by insects or mites the soil-borne viruses can survive in fields for probably 50 or more years due to the longlivity of the resting spores of their vector *Polymyxa graminis*. Consequently these viruses will be a permanent agricultural problem.

The BYDV epidemic at the end of the eighties revealed ones more the complexity of virus epidemiology and of the effects on plants after infection. Although high proportions of cereal plants became infected during the epidemical occurrence of BYDV, the yield reduction was predominantly caused by secondary infections due to *Fusarium culmorum*.

Comprehensive studies which were supported by private breeding companies lead to the selection of sources of resistance against these viruses as a basis for successful breeding of new immune cultivars. Barley cultivars were found which do not become infected by these soil-borne viruses. Using these gene pools in breeding stations cultivars were bred with a stable immunity against various soil-borne viruses. Today nearly half of the barley cultivars common in Germany are immune to both barley yellow mosaic virus 1 (BAYMV-1) and barley mild mosaic virus (BaMMV) and one of them, in addition, is immune to a third barley virus, BaYMV-2, which was first detected in 1989. These cultivars can be grown also on totally infested fields.

Recently could also select cultivars of wheat, barley and oats which are not immune but highly tolerant against BYDV. Using them as sources of resistance may help to reduce yield reductions caused by BYDV.

## Literatur

- BENDIEK, J., A. D. DAVIDSON, S. C. SCHULZE, J., SCHELL and H.-H. STEINBIB, 1993: Identification and classification of a resistance breaking strain of barley yellow mosaic virus. *Annals of applied Biology* **112**, 481-491.
- CATHERALL, P. L., 1970: Phleum mottle virus. *Plant Pathology* **19**, 101-103.

- CATHERALL, P. L. and Judith CHAMBERLAIN, 1975: Some new viruses of grasses and their relationship to Phleum mottle virus. *Plant Pathology* **24**, 217-220.
- CATHERALL, P. L. and A. L. PARRY, 1987: Effects of barley yellow dwarf virus on some varieties of Italian, hybrid and perennial ryegrass and their implication for grass breeders. *Plant Pathology* **36**, 148-153.
- CATHERALL, P. L. and P. W. WILKINS, 1977: Some problems and progress in breeding herbage grasses for virus resistance. *Annals of Phytopathology* **F9F**, 245-248.
- COMEAU, A., 1984: Aphid rearing and screening methods for resistance to barley yellow dwarf virus in cereals. In: P. A. BURNETT (ed.): Barley yellow dwarf. A proceedings of the Workshop December 6-8, 1983 CIMMYT Mexico. Seiten 60-71.
- GIBSON, R. W. and A. J. HEARD, 1976: Selection of perennial and Italian ryegrass plants resistant to ryegrass mosaic virus. *Annals of Applied Biology* **84**, 429-432.
- GÖTZ, R., W. HUTH and E. MAISS, 1995: Molecular analysis of the coat protein region of different viruses on Poaceae belonging to the *Potyviridae*. *Agronomie* **15**, 491-494.
- HELMKE, Christine und W. HUTH, 1996: Barley yellow dwarf virus - Nachweis und Vorkommen des RMV-Stammes in Deutschland. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **103**, 113-119.
- HUTH, W., 1968: Untersuchungen über ein neues Virus von *Dactylis glomerata*: cocksfoot mild mosaic virus. *Phytopathologische Zeitschrift* **62**, 300-303.
- HUTH, W., 1969: Stellt die viröse Gelbverzwergung der Gerste eine Gefahr für den deutschen Getreideanbau dar?. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **21**, 76-83.
- HUTH, W., 1975: Eine für die Bundesrepublik Deutschland neue Virose bei Weidelgräsern. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (Braunschweig)* **27**, 49-51.
- HUTH, W., 1985: Versuche zur Virusdiagnose und Resistenzträgererstellung in Gerste gegen barley yellow mosaic virus (BaYMV). *Vorträge für Pflanzenzüchtung* **9**, 107-120.
- HUTH, W., 1988a: Ein Jahrzehnt barley yellow mosaic virus in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **40**, 49-55.
- HUTH, W., 1988b: Einsatz von ELISA zum Nachweis von barley stripe mosaic virus in Gerstensamen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **40**, 128-132.
- HUTH, W., 1989a: Ein weiterer Stamm des barley yellow mosaic virus (BaYMV) gefunden. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **41**, 6-7.
- HUTH, W., 1989b: Management of yellow mosaic-inducing viruses on barley by selection of resistant cultivars. *Bulletin de la Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes* **19**, 547-553.

- HUTH, W., 1990: Barley yellow dwarf - ein permanentes Problem in der Bundesrepublik Deutschland? Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **42**, 33-39.
- HUTH, W., 1991: Verbreitung der Gelbmosaikviren BaYMV, BaMMV und BaYMV-2 und Screening von Gerstensorten auf Resistenz gegenüber BaYMV-2. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **43**, 233-237.
- HUTH, W., 1994: Maisvirosen - Tendenz zunehmend. Pflanzenschutzpraxis **2/1994**, 17-20.
- HUTH, W., 1996a: Gelbe Flecken im Weizen - Was sind die Ursachen? Top Agrar **8/96**, 54-55.
- HUTH, W., 1996b: Zur Epidemiologie der wichtigsten Getreide befallenden Viren in Mitteleuropa. 46. Züchertagung der Vereinigung österreichischer Pflanzzüchter in Gumpenstein 1995, S. 1-14.
- HUTH, W., 1996c: Möglichkeiten und Grenzen der Züchtung von Getreidesorten mit Resistenz gegenüber den Gelbverzwergungsviren. 46. Züchertagung der Vereinigung österreichischer Pflanzzüchter in Gumpenstein 1995, S. 31-42.
- HUTH, W. and M. J. ADAMS, 1990: BaYMV and BaYMV-M: two different viruses. Intervirology **31**, 38-42.
- HUTH, W. AN DERONG, E. BREYEL, and RENATE KOENIG, 1992: An isolate of brome mosaic virus specifically supports the replication of a defective form of its RNA 3. Journal of Phytopathology **135**, 57-62.
- HUTH, W., R. GÖTZ, D.-L. LESEMANN, E. MAISS, G. PROESELER, H.-J. VETTEN und P. SIGNORET, 1994: Brome streak mosaic virus - ein bisher übersehenes Virus des Getreides. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 216.
- HUTH, W. und D.-E. LESEMANN, 1978: Eine für die Bundesrepublik neue Virose bei Wintergerste. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **30**, 184-185.
- HUTH, W. und D.-E. LESEMANN, 1984: Vorkommen von tobacco rattle-Virus in Roggen (*Secale cereale*) in der Bundesrepublik Deutschland. Phytopathologische Zeitschrift **111**, 1-4.
- HUTH, W. and D.-E. LESEMANN, 1991: Detection of maize dwarf mosaic virus and sugarcane mosaic virus in the Federal Republic of Germany. Acta Phytopathologia and Entomologia Hungarica **28**, 125-130.
- HUTH, W. and D.-E. LESEMANN, 1994: Lolium latent virus - a new possible Potexvirus isolated from *Lolium* spp. ANPP - Fourth International Conference on Plant Diseases. Bordeaux, 6th, 7th and 8th December 1994. Seiten 1095-1099.
- HUTH, W. und D.-E. LESEMANN, 1994: Nachweis des wheat dwarf virus in Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **46**, 105-106.
- HUTH, W. und D.-E. LESEMANN, 1996a: Samenbürtige Blattfleckung des Weizens - eine Viruskrankheit? In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **321**, S. 258.

- HUTH, W. and D.-E. LESEMANN, 1996b: Fungus-transmitted soil-borne viruses on rye in Germany. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **103**, 120-124.
- HUTH, W., D.-E. LESEMANN, R. GÖTZ und H.-J. VETTEN, 1995a: Some properties of *Lolium latent virus*. *Agronomie* **15**, 508.
- HUTH, W., D.-L. LESEMANN, R. GÖTZ, H.-J. VETTEN, E. MAIB, G. PROESELER and P. SIGNORET, 1995b: Brome streak mosaic virus isolated from barley in south France. *Agronomie* **15**, 510.
- HUTH, W., D.-E. LESEMANN and PAUL, H.-L., 1984: Barley yellow mosaic virus: purification, electron microscopy, serology and other properties of two different types of the virus. *Phytopathologische Zeitschrift* **111**, 37-54.
- HUTH, W. and H.-L. PAUL, 1977: Two viruses isolated from *Cynosurus cristatus* compared with *Lolium mottle* and *cocksfoot mottle* viruses. *Ann Phytopathologie* **9**, 293-297.
- HUTH, W., H.-L. PAUL, Gertrud QUERFURT and D.-E. LESEMANN, 1974: *Molinia streak virus*: a virus with isometric particles from *Molinia coerulea*. *Intervirology* **2**, 345-351.
- HUTH, W. and H. SCHNEE, 1993: Verzweigung im Getreide - jetzt auch durch Zikaden. *Top Agrar* **10/1993**, 54-56.
- HUTH, W. und ZÜCHNER, S. 1996: Untersuchungen zur Anfälligkeit von Weidelgräsern (*Lolium perenne*) gegenüber dem Gelbverzweigungsvirus der Gerste (barley yellow dwarf virus). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **103**, 125-133.
- IZADPANAH, K., W. HUTH and D.-E. LESEMANN, 1993: Properties of Johnson-grass chlorotic stripe mosaic virus. *Journal of Phytopathology* **137**, 105-117.
- KASHIWAZAKI, S., K. OGAWA, T. USUGI, T. OMURA and T. TSICHIZAKI, 1989: Characterization of several strains of barley yellow mosaic virus. *Annals of the Phytopathological Society Japan* **55**, 16-25.
- KOCH, Nahid und W. HUTH, 1997: Interaction of barley yellow dwarf virus and *Fusarium culmorum* on winter wheat. *Journal of Phytopathology* (in press).
- LESEMANN, D.-E. und W. HUTH, 1975: Nachweis von Maize rough dwarf virus-ähnlichen Partikeln in Enationen von *Lolium*-Pflanzen. *Phytopathologische Zeitschrift* **82**, 246-253.
- MILICIC, D. M., M. KUJUNDAZIC, M. WRISCHER and B. PLAVSIC, 1980: A potyvirus isolated from *Bromus mollis*. *Acta Botanica Croatica* **39**, 27 - 32.
- OHMANN-KREUZBERG, G., 1961: Viruskrankheiten bei Getreide. *Deutsche Landwirtschaft* **12**, 28-29.
- PAUL, H.-L. und W. HUTH, 1970, Untersuchungen über das cocksfoot mild mosaic virus. II. Vergleich des cocksfoot mild mosaic virus, dem *Phleum mottle virus* und dem sowbane mosaic virus. *Phytopathologische Zeitschrift* **69**, 1-8.
- PAUL, H.-L., W. HUTH und Gertrud QUERFURT, 1974: Cocksfoot mild mosaic virus - *Phleum mottle virus*: A comparison. *Intervirology* **2**, 253-260.

- PROLL, E. und J. RICHTER, 1965: Nachweis der Verwandtschaft zwischen dem Bromemosaic virus und dem Weidelgrasmosaikvirus. *Naturwissenschaften* **52**, 145-146.
- RADEMACHER, B., 1932: Die Weißährigkeit des Hafers, ihre verschiedenen Ursachen und Formen. Zugleich ein Beitrag zur Systematik der Wasserbilanzstörungen. *Archiv für Pflanzenbau* **8**, 456 - 562.
- RADEMACHER, B. und SCHWARZ, R., 1958: Die Rotblättrigkeit oder Blattröte des Hafers - eine Viruskrankheit (*Hordeumvirus nanescens*). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* **65**, 641-650.
- RABENSTEIN, F., A. STANARIUS und G. PROESELER, 1982: Identifizierung des Weizenstrichelmosaik-Virus (wheat streak mosaic virus) an *Hordeum murinum* L. in der DDR. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz, Berlin* **18**, 301-318.
- ROCHOW, W. F., 1961: A strain of barley yellow dwarf virus transmitted by the corn leaf aphid. *Phytopathology* **51**, 809-810.
- SCHUMANN, K., 1962: Über Viruskrankheiten bei Futtergräsern in Deutschland. Schriftenreihe der Karl-Marx-Universität Leipzig: Fragen sozialistischer Landwirtschaft. Heft **8**, 127-132.
- SLYKHUIS, J. T., 1961: An international survey for virus diseases of grasses. *FAO Plant Protection Bulletin* **10**, 1-16.

# Zur Geschichte der Getreidemehltau-Forschung

Kerstin Flath

## Einleitung

Der Echte Mehltau, *Erysiphe graminis* DC. oder *Blumeria graminis* (DC.) Speer, war in Deutschland aufgrund seiner wirtschaftlichen Bedeutung bereits ab 1931 Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten (HONECKER 1931, 1937). Eine erhebliche Ausdehnung des Wintergerstenanbaus von rund 47000 ha im Jahr 1913 auf rund 246000 ha im Jahr 1932 (ANONYM 1920 bis 1933) brachte auch phytopathologische Probleme mit sich. HABEL (1930, 1931) und CALLSEN (1932, 1933) wiesen in Deutschland als erste auf die Gefahr der Rost- und Mehltauübertragung von Wintergerste auf benachbarte Sommergerste hin. Diese Gefahr wurde auch von den damaligen Mitarbeitern der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRA), PAPE und RADEMACHER (1933), erkannt, die erstmalig genaue Feststellungen über den Befall von Sommergerste in der Nachbarschaft von Wintergerste durch *Erysiphe graminis* DC. vornahmen. Dies leitete die in der BRA und ihren Folgeeinrichtungen durchgeführten Forschungen zum Getreidemehltau ein. Im folgenden wird über diese Forschungsarbeiten zur Biologie, Bekämpfung, Überwachung, Prognose und Modellierung des Getreidemehltaus sowie zur Prüfung der Resistenz von Getreidesorten gegenüber dem Erreger berichtet.

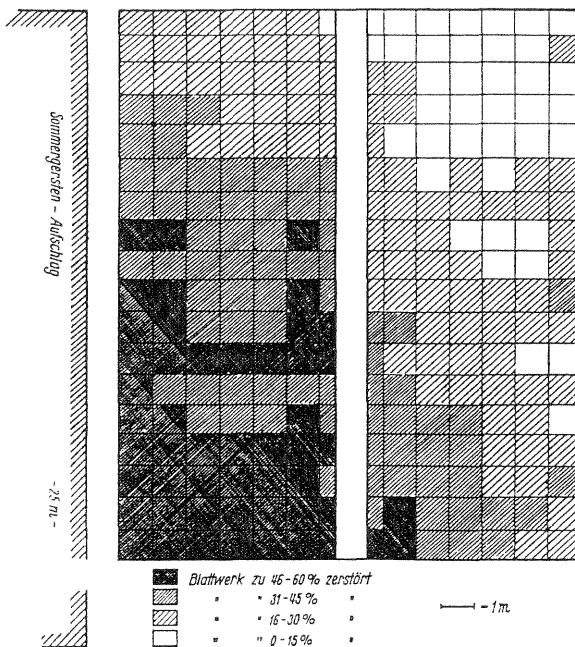
## Die Anfänge der Forschungsarbeiten zum Getreidemehltau

Untersuchungen von PAPE und RADEMACHER (1933) in Schleswig-Holstein führten in Übereinstimmung mit Praxisbeobachtungen zu dem Ergebnis, daß die Wintergerstenfelder Ausgangsherde für den frühzeitigen Mehltaubefall der Sommergerste darstellten. Das Jahr 1933 brachte eine wesentliche Erweiterung der Erfahrungen, über die PAPE und RADEMACHER (1934) berichteten. Ihren Untersuchungen zufolge setzte der Befall von Sommergerste in der Nähe von Wintergerste besonders früh und schlagartig ein. Da der Wind eine bedeutende Rolle bei der Verbreitung der Konidien spielt, waren die in der vorherrschenden Windrichtung von Wintergerste liegenden Sommergersten-



felder besonders gefährdet. Auch die Größe des Wintergerstenfeldes im Verhältnis zum Sommergerstenfeld spielte eine Rolle. Je größer das Wintergerstenfeld war, um so stärker und rascher erfolgte die Infektion der Sommergerste. Die Schäden des Frühbefalls der Sommergerste, die mit Hilfe von Gefäßversuchen festgestellt wurden, äußerten sich durch besonders geringen Korn- und Strohertrag, mangelnde Kornausbildung, stark hinausgezögerte Schoß- und Reifezeit, stärkere Neigung zum Lagern und ein vorzeitiges Absterben zahlreicher Pflanzen. Im Herbst kann auch eine Infektion der Wintergerste durch Sommergerstenpflanzen erfolgen, die aus Ausfallkörnern aufgelaufen sind. Ein solcher Fall wurde auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle der BRA in Kitzeberg untersucht. Eine 1000 m<sup>2</sup> große Sommergerstenparzelle wurde nach der Ernte sofort geschält. Das Ausfallkorn war stark aufgelaufen und stand noch, als die auf einer Nachbarparzelle bestellte Wintergerste auflief. Der Mehltau befiel, ausgehend vom Ausfallgetreide, nach und nach die Wintergerste. Ende Oktober wurde der Anteil des infolge Mehltaubefall abgestorbenen Blattwerkes festgestellt. Er schwankte zwischen 5 und 60 %. Näheres ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

Abb. 1: Übertragung des Mehltaus vom Sommergerstenauflauf auf benachbarte junge Wintergerste (PAPE und RADEMACHER 1934)



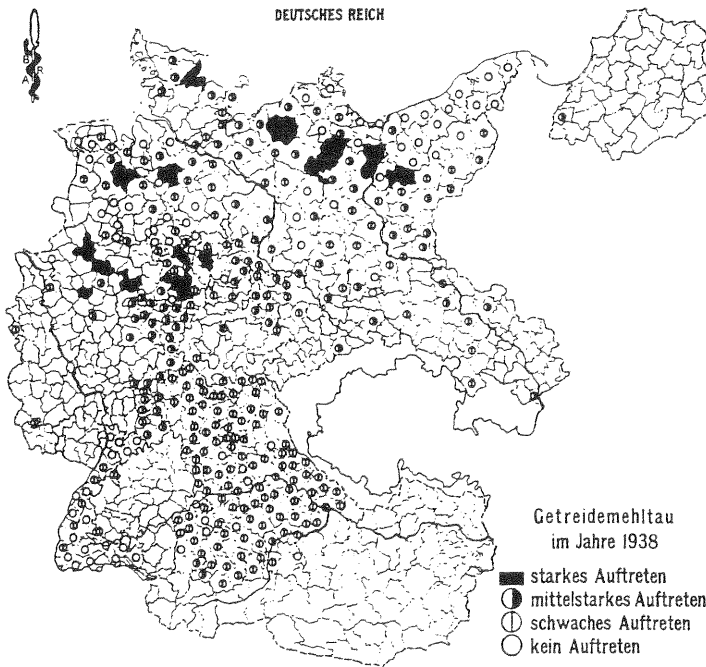
Schlußfolgernd aus den Feld- und Gefäßversuchen leiteten PAPE und RADEMACHER wichtige Forderungen für den Gerstenanbau ab:

- Benachbarter Anbau von Winter- und Sommergerste sollte nach Möglichkeit vermieden werden.
- Sommergerstenaufbau ist so zeitig unterzupflügen, daß er für benachbarte Wintergerste nicht zur Infektionsquelle werden kann.

Neben den bisher genannten Untersuchungen wurde 1932 ein Sortiment von 84 Sommergersten und 1934 ein Sortiment von 44 Wintergersten hinsichtlich ihrer Mehltauanfälligkeit in Feldversuchen getestet. Unter den Sommergerstensorten war keine mit befriedigender Mehltauwiderstandsfähigkeit zu finden. Dagegen zeigten sich zwei Wintergerstensorten als fast befallsfrei, was gewisse Aussichten für die Resistenzzüchtung eröffnete.

Nach diesen hoffnungsvollen Anfängen der Mehltauforschung und trotz der schon zur damaligen Zeit erkannten Tatsache, daß der Getreidemehltau besonders bei Befall junger Saaten erheblichen Schaden anrichten kann (BRAUN und RIEHM 1940) wurde das Auftreten der Krankheit in den Folgejahren lediglich erfaßt. Jährliche Berichte über die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen, die auf der Grundlage der Meldungen der Pflanzenschutzämter an den Beobachtungs- und Meldedienst der Biologischen Reichsanstalt erstellt wurden, gaben et al. Auskunft über die Verbreitung und die Stärke des Mehltaufauftretens (VOELKEL und KLEMM 1936, 1938, 1940, 1941; VOELKEL 1942). Zur besseren Übersicht wurden für die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge Verbreitungskarten erstellt (Abb. 2). Auch in den ab 1951 von HÄRLE veröffentlichten Berichten zum Krankheits- und Schädlingsauftreten in der Bundesrepublik Deutschland wird das in den einzelnen Jahren unterschiedlich starke Auftreten des Getreidemehltaus erwähnt (HÄRLE 1951, 1955).

Abb. 2: Verbreitung und Stärke des Getreidemehltaus im Jahre 1938  
(VOELKEL und KLEMM, 1938)



Im Frühjahr 1954 wurde die „Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei Getreide und Hülsenfrüchten“ unter Vorsitz des damaligen Präsidenten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig (BBA), Professor Dr. H. RICHTER, gegründet. Zu dieser Arbeitsgemeinschaft gehörte auch die von Hassenbrauk geleitete Arbeitsgruppe „Rost und Mehltau“. HASSENBRAUK (1956), der über eine Fachsitzung der Arbeitsgruppe berichtete, stellte mit Bedauern fest, daß sich „die dringend notwendige Prüfung der Spezialisierungsverhältnisse ... beim Mehltau wegen Personal- und Raummangels nicht bewerkstelligen läßt, ... was um so bedauerlicher ist, als die Einkreuzung von Mehltaresistenz keine Schwierigkeit bereitet und bereits zu erfreulichen Erfolgen geführt hat“. Auch in den Jahren 1960 und 1963, in denen die Arbeitsgruppe „Rost, Mehltau, Septoria“ erneut tagte, konnte „das Mehltauproblem leider nicht diskutiert werden“ da es in der damaligen BBA keinen Sachbearbeiter für dieses Thema gab (HASSENBRAUK 1960, 1963).

## **Wiederaufnahme der Mehлтаuforschung in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig**

BRAUN und RIEHM (1940) gingen noch davon aus, daß eine direkte Bekämpfung des Mehltaus nur in Zuchtgärten möglich ist, wo man „durch rechtzeitiges Bestäuben der Pflanzen mit Schwefelblüte der Ausbreitung des etwa aufgetretenen Mehltaus entgegenwirken“ kann. Im Feldanbau war jedoch „ein derartiges Verfahren nicht anwendbar, man mußte vielmehr hier versuchen, durch Vermeidung einseitiger Stickstoffdüngung und durch nicht zu dichte Aussaat dafür zu sorgen, daß die Entwicklungsbedingungen für den Pilz nicht zu günstig sind.“ In den 60er Jahren wurden jedoch von der Industrie systemisch wirkende Mehлтаufungizide entwickelt, die es ermöglichten, die Rentabilität der Mehлтаubekämpfung zu erhöhen. Das Mittel Ethirimol hatte et al. bei Getreide günstige Resultate gezeigt (BENT 1968), weshalb man sich ab 1969 wieder intensiver mit dem Echten Mehltau des Getreides beschäftigte. KRÜGER (1971) führte Feld- und Topfversuche zur Bekämpfung des Mehltaus an Sommergerste mit Ethirimol (Milstem) durch. Das Präparat war als Beizmittel in der empfohlenen Dosis von 6,25 g/kg Saat gut wirksam und zeigte selbst bei einer Menge von 4,37 g/kg Saat noch eine gute Wirkung. Überdosierungen brachten keine Wirkungssteigerung. Die gezielte Spritzung von Ethirimol zu Beginn der Krankheit führte zu deutlicher Befallsminde rung, und der Ertrag wurde signifikant oder zumindest in der Tendenz erhöht. Die Ertragshöhe war von der Befallsstärke abhängig.

Ende der 70er Jahre war ein verstärktes epidemisches Auftreten des Getreidemehltaus an allen Getreidearten zu beobachten. Als Ursachen dafür wurden von BARTELS (1979a, 1980) veränderte Produktionstechniken, wie zum Beispiel engere Getreidefruchtfolgen, höhere Aussaatmengen, dichtere Pflanzenbestände, erhöhte Stickstoffdüngung und großflächiger Anbau einheitlicher Sorten angegeben. Außerdem hatte das Auftreten neuer Pathotypen des Mehltaus zu dieser Entwicklung beigetragen (NOVER 1958, 1968).

Als die jungen Wintergerstenbestände in den Jahren 1976 und 1977 bereits im Herbst in einer zum damaligen Zeitpunkt nicht bekannten Stärke befallen wurden, stellte sich die Frage, inwieweit frühzeitiger Befall die Ertragsbildung beeinflussen kann.

Bekämpfungsmaßnahmen mit den Fungiziden Calixin und Bayleton führten in Abhängigkeit von der Befallsstärke in einigen Wintergersten-Freilandversuchen zu Mehrererträgen von bis zu 11%. Da eine Mehлтаubekämpfung im Frühjahr im Vergleich zur Herbstbehandlung höhere Erträge ergab, wurde die Herbstbehandlung in Wintergerstenbeständen von BARTELS (1979a) nur bei sehr starkem Befall und in geschwächten Beständen mit geringer Bestandesdichte vorgeschlagen.

Auch der Weizenmehltau trat in den 70er Jahren in zunehmendem Maße schädigend auf. BARTELS (1979b) führte in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst der Länder Untersuchungen zum Auftreten, zur wirtschaftlichen Bedeutung und gezielten Bekämpfung von Mehltau an Weizen durch. Die Versuche zeigten, daß durch eine frühe Fungizidapplikationen von 0,5 kg/ha Bayleton vor dem Ährenschieben des Weizens optimale Bekämpfungserfolge und Ertragssteigerungen von 12-15 % erzielt werden konnten.

Nachdem die Mehлтаubekämpfung im Gerstenanbau und in zunehmendem Maße auch im Weizenanbau zu einer „Routinemaßnahme“ geworden war, wurde auch die Notwendigkeit der Mehлтаubekämpfung im Hafer diskutiert, der im Jahr 1977 rund 15 % der Getreideanbaufläche einnahm. In zweijährigen Prüfungen wurde das zugelassene Hafer-sortiment an zwei Standorten auf Mehltauanfälligkeit geprüft (BARTELS 1980a). Die überwiegende Zahl der Sorten erwies sich als mehltauanfällig, im praktischen Anbau konnten jedoch Unterschiede in der Befallsstärke beobachtet werden. Eine Mehлтаubekämpfung im Hafer sollte nach BARTELS (1980a) nur in üppigen Beständen und besonders gefährdeten Lagen durchgeführt werden.

Die Bekämpfung des Gersten- und Weizenmehltaus durch Fungizide wurde zu einem problemlosen, häufig routinemäßig durchgeführten festen Bestandteil der Getreideproduktion (BARTELS 1985). Sinkende Erzeugerpreise und steigende Produktionskosten zwangen die Landwirte in der Bundesrepublik Deutschland jedoch seit Beginn der 70er Jahre zu Kostensenkungen bei gleichzeitiger Erzielung hoher Naturalerträge. Da der Fungizideinsatz einen erheblichen Kostenfaktor in der landwirtschaftlichen Produktion darstellt, wurde der Einfluß des Sortenverhaltens und der Stickstoffdüngung auf die Wirtschaftlichkeit der Krankheitsbekämpfung im Weizen untersucht

(BARTELS 1987). Versuche, die in den Vegetationsperioden 1985 und 1986 mit zehn verschiedenen Weizensorten, drei unterschiedlichen Stickstoffdüngungsintensitäten und vier bzw. fünf Fungizidbehandlungsvarianten durchgeführt wurden, kamen zu folgenden Ergebnissen:

- Eine Ährenbehandlung gegen Mehltau war in allen Versuchen ökonomisch sinnvoll.
- Die Mehrerträge schwankten in Abhängigkeit von der Höhe der N-Düngung und Anfälligkeit der Sorten.
- Die Wirtschaftlichkeit der Mehлтаubekämpfung auf dem Blatt wurde sowohl durch die N-Düngung als auch durch das Sortenverhalten stark beeinflusst: Bei verhaltener Stickstoffdüngung genügte bei allen Sorten ein einmaliger Fungizideinsatz, um optimale Deckungsbeiträge zu erzielen. Mit steigenden N-Gaben war bei mehltauanfälligen Sorten eine zweite Fungizidapplikation auf dem Blatt zur Nutzung des Ertragspotentials nötig.

Anfang der 80er Jahre traten speziell bei der Mehлтаubekämpfung im Weizen mit Bayleton und Desmel unbefriedigende Wirkungen auf. Als Ursache dafür kamen neben befallsfördernden Witterungsbedingungen und dem verstärkten Anbau mehltauanfälliger Weizensorten auch eine verminderte Sensibilität einzelner Mehltastämme gegenüber den eingesetzten Fungiziden in Frage. In Gewächshausversuchen wurden Stämme ermittelt, die z.B. gegenüber Bayleton weniger sensibel reagierten (BARTELS 1985). Diese Tatsache sowie die bereits erwähnten ökonomischen Sachzwänge erforderten ein Umdenken bei der Fungizidanwendung. Neben der Nutzung krankheitsvorbeugender Maßnahmen sollte der Einsatz von Fungiziden - soweit möglich - gezielt und nach dem Prinzip der Schadensschwellen vorgenommen werden. Vorausschauend schreibt BARTELS (1985) weiterhin: „Auf Prophylaxe ist weitgehend zu verzichten. Um einer weiteren Resistenzbildung bei Pilzkrankheiten vorzubeugen, ist bei der chemischen Krankheitsbekämpfung ein Wirkstoffwechsel vorzunehmen. ... Die Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes bedürfen in der Zukunft einer stärkeren Beachtung.“ Dabei wird neben der Züchtung resistenter Sorten die Entwicklung praxisreifer Schadensschwellen und Prognosen ein zentrales Problem des integrierten Pflanzenschutzes bleiben (BARTELS 1980b).

## **Forschungsarbeiten zum Getreidemehltau in der Biologischen Zentralanstalt in Kleinmachnow**

Der Übergang zu sogenannten „industriemäßigen Produktionsmethoden“ in der Landwirtschaft der ehemaligen DDR veränderte auch die Aufgaben des Pflanzenschutzes. Anfang der 70er Jahre wurde die Forschungskapazität der Biologischen Zentralanstalt (BZA) erheblich ausgebaut (LYR und MASURAT 1974). In diesem Zusammenhang erhielt die Kleinmachnower Forschungseinrichtung eine neue Zweigstelle in Eberswalde, die sich schwerpunktmäßig mit der Überwachung, Prognose und Modellierung im Pflanzenschutz befaßte. Das Anfang der 70er Jahre eingeführte Überwachungs- und Prognosesystem auf EDV-Basis für Schaderreger der landwirtschaftlichen Produktion (EBERT und SCHWÄHN 1980; EBERT et al., 1980) war eine wichtige Voraussetzung für den gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

In den 70er Jahren zeichneten sich auch in der ehemaligen DDR Möglichkeiten einer chemischen Bekämpfung des Getreidemehltaus ab. STEPHAN (1970) bemerkte dazu, daß die wirtschaftliche Bedeutung der Krankheit zum damaligen Zeitpunkt vielfach unterschätzt und der alljährlich zu beobachtende weitverbreitete Befall dem Einsatz von Fungiziden gute Erfolgchancen sichern würde.

Aus Untersuchungen zur Boniturmethodik beim Gerstenmehltau ergab sich die Möglichkeit, den Arbeitsaufwand in der Schaderreger- und Bestandesüberwachung zu verringern (STEPHAN, 1978). Es konnte nachgewiesen werden, daß die Relation zwischen der Befallsstärke der beiden Blattseiten so eng war, daß die Bonitur durch Beschränkung auf die Blattoberseite entscheidend vereinfacht werden konnte. Gleiches galt für die Beziehung zwischen dem Befall des 3. Blattes und dem gesamten Trieb. Die Weiterentwicklung der Methoden zur Überwachung und Bekämpfung des Mehltaus erforderte eingehende Kenntnisse über die Epidemiologie. Durch umfassende epidemiologische Arbeiten gelang es STEPHAN (1979a, 1980 und 1984), die für den Epidemieverlauf entscheidenden Einflußparameter in ihrer Wirkungsweise zu definieren. In dreijährigen Untersuchungen wurde die Konzentration von Getreidemehltaukonidien über Gerstenparzellen mit einer Sporenfalle gemessen (STEPHAN 1979a). Die Tageskurve des Sporenfluges hatte im Mittel zwischen 9 und 16 Uhr ihr Maximum und sank in der

Nacht sowie nach stärkeren Niederschlägen ab. Für den Verlauf des Sporenfluges bei Wintergerste während der Vegetationsperiode war ein steiler Anstieg von Mitte bis Ende Mai charakteristisch. Klimakammer- und Freilandversuche konnten die Abhängigkeit des Pustelwachstums, der Konidienbildung und der Inkubationszeit des Gerstenmehltaus von meteorologischen Faktoren aufklären (STEPHAN 1980). Die Sporulation zeigte zwischen 6 und 18 °C eine starke progressive Zunahme; zwischen 18 und 21 °C lag das Optimum und ab 24 °C ging die Intensität stark zurück. Siebenjährige Versuche in isolierten Sommer- und Wintergerstenparzellen gaben Aufschluß über die Abhängigkeit der Vermehrungsrate des Mehltaus von der mittleren Temperatur (STEPHAN 1984). Aus der Kenntnis der epidemiologischen Grundlagen des Getreidemehltaus leiteten STEPHAN (1979b) sowie STEPHAN und NEUHAUS (1983) Konsequenzen für die Überwachung und Bekämpfung der Krankheit ab. Damit wurden weitere entscheidende Voraussetzungen für einen gezielten Fungizideinsatz auf der Grundlage von Überwachung und Prognose geschaffen.

Da die Ende der 70er Jahre zur Verfügung stehenden systemischen Fungizide nicht ausreichten, wurde in der BZA in Zusammenarbeit mit dem VEB Berlin-Chemie das Mehltaufungizid bercema-Bitosen entwickelt. Das Präparat stellte eine spezielle Suspensionsformulierung des Wirkstoffs Carbendazim dar, der in den gebräuchlichen Formulierungen nur eine geringe Mehltauwirkung aufwies (NEUHAUS und RATTBA 1980). Bercema-bitosen erreichte jedoch nahezu die Wirkung von Calixin und konnte bei Einhaltung der Anwendungsparameter und entsprechendem Befallsdruck im Mittel Mehrerträge von etwa 10 % erreichen (NEUHAUS und MÜLLER 1981). Außerdem wurden beachtliche Wirkungen gegen Benzimidazol-resistente Erregerstämme festgestellt (MÜLLER und BURTH 1980).

Um Resistenzerscheinungen beim Einsatz von Mehltaufungiziden vorzubeugen, wurden weitere Präparate in die Pflanzenschutzmittelprüfung einbezogen. Für die Bekämpfung des Getreidemehltaus empfahlen NEUHAUS und ADAM (1988) den Einsatz von Triazolfungiziden (u. a. Bayleton flüssig, Tilt 250 EC und Impact) im Wechsel mit Falimorph (für Roggen und Gerste) bzw. einer Tankmischung von Falimorph und Tilt 250 EC (für Weizen).



Ende der 70er Jahre wurden Bekämpfungsrichtwerte für Schaderreger im Feldbau erarbeitet und in die Praxis überführt, die eine Wertung der Befallsverhältnisse und daraus abgeleitete objektive Bekämpfungsentscheidungen ermöglichten (EBERT et al. 1979). Auch für den Getreidemehltau wurden derartige Bekämpfungs- und Schadensschwellen berechnet (LUTZE und KLUGE 1989, KLUGE 1992), die auf umfangreichen Untersuchungen zu Befalls-Schadens-Relationen beruhten (BÄR 1977, GÜNTHER und GREIFENBERG 1988). GUTSCHE et al. (1987) stellten der landwirtschaftlichen Praxis ein computergestütztes Verfahren zur Prognose und Bekämpfungssteuerung des Weizen- und Gerstenmehltaus zur Verfügung, das als Hilfsmittel zur Epidemieüberwachung sowie für objektive, schlagspezifische Bekämpfungsentscheidungen genutzt werden konnte. Das Verfahren basierte auf den beiden Simulationsmodellen für den Weizen- und Gerstenmehltau „SIMERY (W)“ und „SIMERY (G)“ sowie auf Untersuchungen zu den ökologischen Ansprüchen des Weizenmehltaus (MÜLLER 1984), den oben erwähnten Befalls-Schadens-Relationen und Befallsanalysen, die mit den Daten der Schaderregerüberwachung durchgeführt wurden. Die Erprobung des Verfahrens in den Jahren 1986 bis 1988 ergab eine ausreichend genaue Darstellung der regionalen Mehлтаuentwicklung und nach KLUGE et al. (1989) erhöhte die Anwendung von schlagspezifischen Algorithmen zur Ermittlung der Bekämpfungsnotwendigkeit die Sicherheit, richtige Bekämpfungsentscheidungen zu treffen.

Auf der Grundlage der im Zeitraum 1976 bis 1990 erhobenen Daten der Schaderregerüberwachung untersuchte KLUGE (1990, 1991a, 1991b, 1993) den Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehлтаus an Winterweizen, Winter- und Sommergerste sowie Winterroggen. Die Datenanalyse erfolgte mit Hilfe eines dialogorientierten Auswertungssystems (ENZIAN et al., 1987). Die Quantifizierung der in Tabelle 1 zusammengestellten Faktoren ermöglicht eine prognostische Einschätzung der Mehлтаuentwicklung und kann auch in der heutigen landwirtschaftlichen Praxis als Baustein in Entscheidungshilfssystemen bzw. Expertensystemen genutzt werden (KLUGE, 1993).

Tab. 1: Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehltaus an Winterweizen, Winter- und Sommergerste sowie Winterroggen (KLUGE, 1990, 1991a, 1991b, 1993)

Faktor	Winterweizen	Wintergerste	Sommergerste	Winterroggen
<b>Standort</b>	<b>hemmend:</b> Standorte alluvialer Entstehung	<b>hemmend:</b> Standorte alluvialer Entstehung	<b>fördernd:</b> teilweise Löß <b>hemmend:</b> Standorte alluvialer Entstehung	<b>hemmend:</b> Standorte alluvialer Entstehung
<b>Schlaglage</b>	<b>fördernd:</b> geschützt <b>hemmend:</b> wasserbeeinflußt	<b>fördernd:</b> wasserbeeinflußt, geschützt	<b>fördernd:</b> geschützt	
<b>Vorfrucht</b>	<b>fördernd:</b> Hafer, Winterraps, Gemüse <b>hemmend:</b> Zuckerrüben, Winterroggen	<b>fördernd:</b> Hafer, Raps, Kartoffeln; nur auf Frühbefall: Leguminosen, Gemüse <b>hemmend:</b> Winter- und Sommergerste, Leguminosen (auf Spätbefall)	<b>fördernd:</b> Körnermais, Leguminosen	<b>fördernd:</b> Raps, Winterweizen <b>hemmend:</b> Roggen
<b>Aufgangstermin</b>	<b>fördernd:</b> bis 15.10. <b>hemmend:</b> nach 01.12.	<b>fördernd:</b> bis 30.09. <b>hemmend:</b> nach 01.10.		<b>fördernd:</b> bis 30.09. <b>hemmend:</b> spät
<b>Stickstoffdüngung</b>	<b>fördernd:</b> > 120 kg/ha (niederschlagsarme Jahre)	<b>fördernd:</b> > 140 kg/ha (nicht bei Lö- Standorten) <b>hemmend:</b> < 80 kg/ha, bei Lö-Standorten: > 140 kg/ha	<b>fördernd:</b> 60-100 kg/ha (vor allem Sandböden) <b>hemmend:</b> < 60 kg/ha	<b>fördernd:</b> > 120 kg/ha (in trockenen Frühjahren)
<b>Bestandesdichte</b>	<b>fördernd:</b> > 500 ährentragende Halme/m <sup>2</sup> <b>hemmend:</b> < 400 ährentragende Halme /m <sup>2</sup>	<b>hemmend:</b> < 400 ährentragende Halme/m <sup>2</sup>		<b>fördernd:</b> > 400 ährentragende Halme/m <sup>2</sup>

Ende der 80er Jahre wurde eine weitere Reduktion des Fungizideinsatzes auf der Grundlage von Untersuchungen zur differenzierten Beurteilung von Fungiziden gegen Weizen- und Gerstenmehltau möglich (JAHN 1990). Die Untersuchungen basierten auf der Überlegung, daß die empfohlenen Aufwandmengen so bemessen sind, daß auch unter ungünstigen Bedingungen eine hinreichende Wirksamkeit gegeben ist. Bei geringem Befallsdruck mußte demzufolge eine weitere Einsparung von Fungiziden möglich sein. Freilandversuche mit Bayleton flüssig (Triadimefon), Tilt 250 EC (Propiconazol) und Impact (Flutriafol), die in der zugelassenen und um 50 % reduzierten Aufwandmenge zur Mehлтаubekämpfung in Winterweizen eingesetzt wurden, konnten diese Hypothese bestätigen (BURTH et al. 1990). Dabei erwies sich die Sortenresistenz als geeignetes Kriterium für die Differenzierung der Aufwandmenge: Bei Sorten mit mittlerer Mehлтаuresistenz reichte die Behandlung mit einer um 50 % reduzierten Aufwandmenge für eine effektive Bekämpfung aus; bei Sorten mit geringer Resistenz jedoch nicht. Die Behandlung von Sorten mit hoher Mehлтаuresistenz führte bei geringem oder keinem Befall sogar zu Ertragsminderungen.

**Forschungsarbeiten in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig sowie in der BBA-Außenstelle Kleinmachnow, die eine weitere Reduzierung des Fungizideinsatzes ermöglichen**

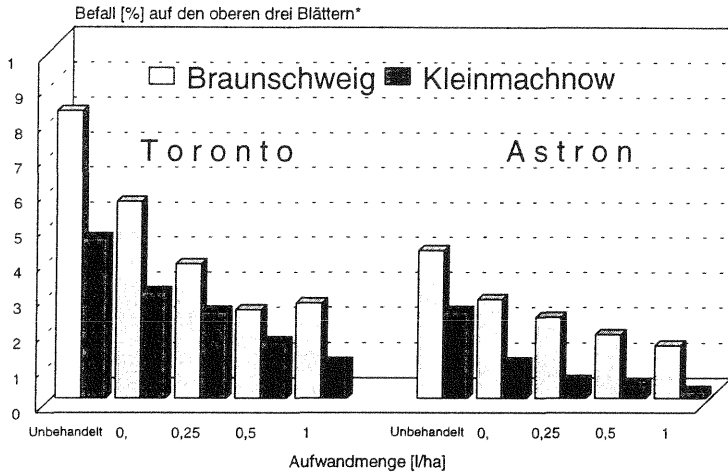
Nach der Wiedervereinigung Deutschlands wurde auf dem neuen BBA-Standort in Kleinmachnow et al. auch das Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz gegründet. Hier konnten die Arbeiten zur Prognose und Modellierung für landwirtschaftliche Schaderreger fortgeführt werden. Im Zeitraum von 1993 bis 1996 wurden in einem bundesweiten Modellvorhaben zehn Prognosemodelle und Entscheidungshilfen für Schaderreger im Acker-, Obst- und Gemüsebau als Programmpaket „PASO“ (Prognose agrarischer Schadorganismen) in die Pflanzenschutzpraxis eingeführt (KLEINHENZ et al. 1995). Das Projekt, dessen Leitung der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Mainz oblag, wurde in enger Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Betreuern aus dem Institut für Folgenabschätzung der BBA in Kleinmachnow durchgeführt. Ein Bestandteil des Programmpakets ist das bereits erwähnte Programm SIMERY, welches den Befallsverlauf des Echten Mehltaus an Winterweizen und Wintergerste unter Berücksichtigung epidemiologischer Faktoren

berechnet (GUTSCHE 1986, GUTSCHE et al. 1987; GUTSCHE und KLUGE 1988; ROSSBERG und KLUGE 1989). Zu diesen Faktoren gehören zum Beispiel der Einfluß von Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Pustelalter und Pflanzenwachstumsstadium auf die Mehltauentwicklung.

Mit der Einführung computergestützter Entscheidungshilfen sind die exakte Terminierung des Fungizideinsatzes und eine verringerte Anwendungshäufigkeit möglich, was mit positiven ökonomischen Effekten für den Landwirt verbunden ist. Außerdem ist eine Verringerung des Kontrollaufwandes für die Felderhebungen möglich, da der günstigste Zeitpunkt für die Bestandeskontrollen mit Hilfe des Prognoseverfahrens relativ genau festgelegt werden kann. Die Anwendung derartiger Prognosemodelle und Entscheidungshilfen in der landwirtschaftlichen Praxis bedeutet einen weiteren Fortschritt in Richtung eines gezielten und umweltschonenden Pflanzenschutzes.

Auch mehrjährige Feldversuche, die von JAHN et al. (1994) am 1991 gegründeten Institut für integrierten Pflanzenschutz in Kleinmachnow und in der BBA in Braunschweig durchgeführt wurden, zielten in diese Richtung. Drei unterschiedlich stark mehltauanfällige Winterweizensorten wurden mit jeweils drei Fungiziden in der zugelassenen Aufwandmenge  $n$  sowie in reduzierten Mengen von  $n/2$ ,  $n/4$  und teilweise  $n/10$  behandelt. Während die Sorte mit geringer Mehltauanfälligkeit in der Regel nicht behandelt werden mußte, zeigten sich bei Sorten mit mittlerer und höherer Anfälligkeit ('Astron' und 'Toronto'), die in Abb. 3 dargestellten Unterschiede in der Wirksamkeit der Fungizide in Abhängigkeit vom Befallsdruck. Die Ergebnisse bestätigten die Möglichkeit der Aufwandmengendifferenzierung in Abhängigkeit von der konkreten phytosanitären Situation.

Abb. 3: Einfluß von Sortenresistenz und standortbedingtem Infektionsdruck auf Mehltaubefall und Fungizidwirkung in Winterweizen (nach JAHN, unveröffentlicht)



Praxisorientierte Versuche zum Einsatz von Pflanzenextrakten als Resistenzinduktoren, die ebenfalls am Institut für integrierten Pflanzenschutz durchgeführt wurden, bieten eine weitere Möglichkeit, um die Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß zu beschränken und damit das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes umzusetzen (ELLNER und MÜLLER-RIEBAU, unveröff.). Hierbei kommt der Ausnutzung von natürlichen Begrenzungsfaktoren wie der induzierten Resistenz eine entscheidende Rolle zu. Die induzierte Resistenz umschreibt begrifflich die Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit einer Pflanze ohne Veränderung der genetischen Konstitution. Die Induktion unspezifischer Resistenzreaktionen in Pflanzen gegenüber phytopathogenen Schaderregern, die sowohl lokal als auch systemisch in Erscheinung treten kann, bietet zudem die Möglichkeit, auch bei immer größer werdenden Indikationslücken in Kulturarten mit begrenztem Anbauumfang oder geringem Marktanteil zu einer effektiven Methode des Pflanzenschutzes zu gelangen. Das Ziel der Arbeiten war deshalb die Entwicklung resistenzinduzierender Pflanzenstärkungsmittel. Dazu wurden verschiedene Pflanzenextrakte in der Wirt-Parasit-Beziehung Wintergerste - *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* auf ihre induzierende Wirksamkeit hin überprüft. Hierbei konnte in Gewächshausversuchen mit (aceton-)

wäßrigen Auszügen - unter Einhaltung eines Induktionsintervalls von 72 Stunden - eine induzierende Wirkung nachgewiesen und der Blattbefall der Primärblätter um durchschnittlich 35% reduziert werden. Darüber hinaus wurde durch den Zusatz der oberflächenaktiven Substanz Triton X-100 die Wirkungsstärke der Pflanzenextrakte auf bis zu 75% erhöht und die Wirkungssicherheit deutlich verbessert. Die induziert resistenten Pflanzen wiesen in einigen Versuchen neben einer geringeren Befallsdichte insbesondere kleinere Kolonien mit verminderter Sporulationsrate auf, was zu geringeren Sekundärinfektionen und einem späteren Erreichen des Bekämpfungsrichtwertes führt. Eine weitere Verbesserung von Wirkungsstärke und -sicherheit wurde durch eine Formulierung der Extrakte erreicht. Es konnte festgestellt werden, daß sich die untersuchten Pflanzenextrakte für einen Einsatz als Pflanzenstärkungsmittel in der landwirtschaftlichen Praxis eignen.

Seit 1991 werden die Mehltairesistenzgene deutscher Weizen- und Gerstensorten im Rahmen der Amtshilfe für das Bundessortenamt bestimmt. Zunächst war die Testung unterschiedlicher Methoden für die Anzucht, Inokulation und Bonitur von Keimpflanzen sowie für die Erhaltung der Mehltausolate notwendig (FLATH 1991). Zur Bestimmung der Mehltairesistenzgene und Genkombinationen erwies sich ein Blattsegmenttest als besonders geeignet, bei dem 3 cm lange Blattstücke der Primärblätter auf Benzimidazolagar gelegt und anschließend mit Hilfe eines Infektionsturmes mit Mehltaukonidien inokuliert werden. Die Inokulation erfolgt mit bis zu 30 definierten Mehltausolaten, die eine Bestimmung der bisher bekannten Resistenzgene und Genkombinationen erlauben. Neben dieser vorwiegend verwendeten rassenspezifischen (oder vertikalen) Mehltairesistenz wird seit einigen Jahren die partielle (oder rassenspezifische) Resistenz stärker züchterisch genutzt. Diese Resistenzform zeichnet sich im Vergleich zur rassenspezifischen Resistenz durch eine größere Dauerhaftigkeit aus und kann ein epidemisches Auftreten des Mehltaus verhindern. Für die Bestimmung der partiellen Resistenz wurde eine einheitliche Methodik erarbeitet, die sowohl die Planung und Durchführung der Feldversuche als auch die Datenerhebung und statistische Auswertung umfaßt. Desweiteren wurde ein einfach zu handhabendes PC-Programm „RESI“ entwickelt, welches die Anlagenplanung und exakte statistische Differenzierungen von Resistenzunterschieden zwischen den Prüfgliedern vornimmt (MOLL et al. 1996). Da die Bestimmung der partiellen Mehltairesistenz mit Hilfe von

Feldversuchen sehr zeitaufwendig und stark von den Umweltbedingungen abhängig ist, wurde untersucht, ob diese Resistenzform auch im Jungpflanzenstadium mittels eines leicht zu handhabenden Blattsegmenttestes bestimmt werden kann. Die Befallswerte der Blattsegmente des dritten gebildeten Blattes der untersuchten Weizenjungpflanzen korrelierten am besten mit den in den Jahren 1995 und 1996 durchgeführten Feldversuchen (FLATH und ANDERSCH 1996). Weizenpflanzen mit einem hohen Niveau an partieller Mehltaresistenz konnten in jedem Fall von Sorten, die keine partielle Resistenz enthielten, unterschieden werden; aber Sorten mit einem geringen Niveau an partieller Resistenz nicht in jedem Fall (FLATH 1996). In weiterführenden Versuchen soll geklärt werden, ob auch Weizensorten mit einem geringen Niveau an partieller Resistenz sicher erfaßt werden können und ob sich der Blattsegmenttest auch für Gerstensorten eignet.

### **Zusammenfassung**

Aufgrund seiner wirtschaftlichen Bedeutung war der Getreidemehltau in Deutschland bereits Anfang der 30er Jahre Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten. Nachdem anfänglich die biologischen und epidemiologischen Grundlagen des Erregers untersucht wurden, beschäftigte man sich später vor allem mit dessen gezielter Bekämpfung auf der Grundlage von Überwachungs- und Prognosemodellen. Untersuchungen zur situationsbezogenen Dosierung von Mehtaufungiziden unter besonderer Berücksichtigung der Sortenresistenz und praxisorientierte Versuche zum Einsatz von Pflanzenextrakten als Resistenzinduktoren für den Echten Mehltau bieten neue Möglichkeiten, um den Einsatz von Mehtaufungiziden auf das notwendige Maß zu beschränken. Die Anfang 1990 begonnenen Untersuchungen zur Bestimmung der Mehtauresistenzgene deutscher Weizen und Gerstensorten werden auch zukünftig fortgesetzt. Außerdem werden Möglichkeiten der Quantifizierung der seit einigen Jahren stärker züchterisch genutzten partiellen Mehltaresistenz erforscht.

## History of research in powdery mildew

### Summary

Because of its economic importance, powdery mildew has been investigated intensively since the beginning of the 1930's. Investigations on biological and epidemiological fundamentals of the pathogen were followed by research on control of powdery mildew on the basis of monitoring and prognosis models. Studies on situation-related dosage of mildew fungicides with special reference to cultivar resistance and experiments orientated towards a practical use of plant extracts to induce resistance mechanisms against powdery mildew offer new possibilities to reduce the use of mildew fungicides to the necessary extent. Investigations to identify powdery mildew resistance genes in German wheat and barley varieties will continue. In addition, possibilities to quantify partial resistance are investigated.

### Literatur

- ANONYM, 1920 bis 1933: Statistische Jahrbücher für das Deutsche Reich 1920-1933, Berlin 1920-1933.
- BARTELS, G., 1979a: Einfluß des Mehлтаubefalls (*Erysiphe graminis*) im Herbst auf Entwicklung und Ertrag bei Wintergerste. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **31**, 129-132.
- BARTELS, G., 1979b: Untersuchungen zum Auftreten, zur wirtschaftlichen Bedeutung und gezielten Bekämpfung von Mehltau an Weizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **191**, 175-176.
- BARTELS, G., 1980a: Zur Notwendigkeit der Mehлтаubekämpfung im Hafer. in: Pflanzenschutz im Getreide auf leichten Böden, Arbeiten der DLG **166**, 79-87.
- BARTELS, G., 1980b: Integrierte Bekämpfungsmaßnahmen gegen Blatt- und Ährenkrankheiten im Getreide. Bericht über die Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter im Rahmen der Vereinigung Österreichischer Pflanzenzüchter, Gumpenstein, 183-200.
- BARTELS, G., 1985: Krankheitsbekämpfung im Weizenbau unter veränderten Bedingungen. Gesunde Pflanzen **37**, 164-167.



- BARTELS, G., 1987: Zur Wirtschaftlichkeit der Krankheitsbekämpfung im Weizen bei differenzierter Stickstoffdüngung und unterschiedlich anfälligen Sorten. Gesunde Pflanzen **39**, 126-134.
- BENT, K.J., 1969: Fungizide in heutiger Sicht. Endeavour **28**, 129-134.
- BRAUN, D. und E. RIEHM, 1940: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Getreidemehltau. 45.
- BURTH, U., M. JAHN und L. ADAM 1990: Überlegungen zur situationsbezogenen Aufwandmenge bei Fungiziden. 6. Internationales Symposium Schaderreger des Getreides. Halle/Saale 5 bis 9. November 1990, Bericht zum Symposium, 313.
- CALLSEN, 1932: Welche Wintergerstensorte sollen wir anbauen? Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein **82**, 497.
- CALLSEN, 1933: Hafer- und Sommergerstenanbauversuche. Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 120.
- EBERT, W., I. FOCKE, B. FREIER, F. MENDE und T. WETZEL 1979: Möglichkeiten einer objektiven Bekämpfungsentscheidung bei Schaderregern im Feldbau mit Hilfe von Bekämpfungsrichtwerten. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **5**, 85-88.
- EBERT, W. und P. SCHWÄHN 1980: Ein operatives Überwachungs- und Prognose-system auf EDV-Basis für Schaderreger der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (2. Teil: Bestandesüberwachung). Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **16**, 413-421.
- EBERT, W., R. TROMMER und P. SCHWÄHN, 1980: Ein operatives Überwachungs- und Prognose-system auf EDV-Basis für Schaderreger der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (1. Teil: Schaderregerüberwachung). Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **16**, 119-134.
- ELLNER, F. und F. MÜLLER-RIEBAU: Praxisorientierte Versuche zum Einsatz von Pflanzenextrakten als Resistenzinduktoren. unveröffentlicht.
- ENZIAN, S., K. RÖDER und M. LENTZ, 1987: Softwarelösungen zum komplexen Überwachungs- und Prognose-system. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **41**, 13-16.
- FLATH, K. 1991: Bestimmung der Mehlauresistenzfaktoren deutscher Weizen- und Gerstensorten. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig, Jahresbericht 1991, G 16.
- FLATH, K. 1996: Bewertung der partiellen Resistenz gegenüber Echtem Mehltau (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal) mittels eines Blattsegmenttestes. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig, Jahresbericht 1996, 49.
- FLATH, K. und A. ANDERSCH 1996: Assesment of partial resistance to powdery mildew in German winter wheat varieties by a laboratory method. Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rusts & Powdery Mildews Conference 2-6 September 1996, Lunteren, The Netherlands, 226.

- GUTSCHE, V. 1986: Die Entwicklung und Nutzung von Schaderregermodellen in Forschung und Praxis des Pflanzenschutzes. Dissertation B, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.
- GUTSCHE, V., U. GROLL, E. KLUGE, G. GÜNTHER und M. OSCHMANN, 1987: Modellgestützte Verfahren der regionalen Prognose und schlagspezifischen Bekämpfungsentscheidung für den Weizen- und Gerstenmehltau sowie die Halmbruchkrankheit des Weizens. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **41**, 16-19.
- GUTSCHE, V. und E. KLUGE, 1988: Identität und Spezifik der Epidemiemodelle SIMERY (W) und SIMERY (G) für den Weizen- bzw. Gerstenmehltau. Tagungsberichte der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, **271**, 207-211
- GÜNTHER, G. und G. GREIFENBERG, 1988: Beziehungen zwischen Mehлтаubefall und Ertragsverlust bei Winterweizen und Wintergerste. Tagungsberichte der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR **271**, 177-179.
- HABEL, F., 1930: Krankheitsübertragung von Wintergerste auf Sommergerste? Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein **80**, 766.
- HABEL, F., 1931: Feldbegehung. Landwirtschaftliche Rundschau für Angeln, 379.
- HÄRLE, A., 1951: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen im Jahre 1949 im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3**, 105.
- HÄRLE, A., 1955: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Anbaujahr 1954. Beilage zum Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **7**, 9.
- HASSENBRAUK, K. , 1956: Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei Getreide und Hülsenfrüchten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **8**, 44.
- HASSENBRAUK, K. , 1960: Arbeitsgruppe „Rost, Mehltau, Septoria“ der Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei Getreide und Hülsenfrüchten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **12**, 142.
- HASSENBRAUK, K. , 1960: Arbeitstagung der Arbeitsgruppe „Rost, Mehltau, Septoria“ der Gießener Arbeitsgemeinschaft. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **15**, 143.
- HONECKER, L., 1931: Beiträge zum Mehлтаuprobem bei der Gerste mit besonderer Berücksichtigung der züchterischen Seite. Pflanzenbau **8**, 78-84.
- HONECKER, L., 1937: Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmehltaus (*Erysiphe graminis hordei* Marchal). Phytopathologische Zeitschrift **10**, 197-222.
- JAHN, M. 1990: Differenzierte Beurteilung der Wirkungen von Fungiziden gegen *Erysiphe graminis* DC. 6. Internationales Symposium Schaderreger des Getreides. Halle/Saale 5 bis 9. November 1990, Bericht zum Symposium, 525-526.

- JAHN, M., U. BURTH, C. GATTERMANN und G. BARTELS 1994: Untersuchungen zum Einsatz differenzierter Fungizidaufwandmengen in Winterweizen. 49 Deutsche Pflanzenschutztagung in Heidelberg 26.-29. September 1994, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 84.
- KLEINHENZ, B., E. JÖRG, E. KLUGE und D. ROSSBERG 1995: PASO-Rechnergestützte Entscheidungshilfen für den Pflanzenschutz. Gesunde Pflanzen **47**, 222-230
- KLUGE, E., 1990: Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehltaus an Winterweizen. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **26**, 541-550.
- KLUGE, E., 1991a: Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehltaus an Wintergerste. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **27**, 143-151.
- KLUGE, E., 1991b: Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehltaus an Sommergerste. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **27**, 369-375.
- KLUGE, E., 1992: Bekämpfungs- und Schadensschwellenwerte für Getreidemehltau (*Erysiphe graminis* DC). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **44**, 209-211
- KLUGE, E., 1993: Einfluß acker- und pflanzenbaulicher Faktoren auf die Entwicklung des Mehltaus an Winterroggen. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **28**, 431-437.
- KLUGE, E., V. GUTSCHE und G. GÜNTHER, 1989: Computergestütztes Verfahren zur Prognose und Bekämpfungssteuerung des Mehltaus an Winterweizen und Wintergerste (ERYPROG) - Ergebnisse der Erprobung 1986 bis 1988. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **43**, 161-165.
- KRÜGER, W., 1971: Bekämpfung und Beurteilung des Mehltaus (*Erysiphe graminis* DC.) bei der Sommergerste. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **23**, 8-14.
- LUTZE, G. und E. KLUGE, 1989: Bekämpfungsrichtwerte als Entscheidungshilfen zur gezielten Bekämpfung von Getreidekrankheiten. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **43**, 153-156.
- LYR, H. und G. MASURAT, 1974: 25 Jahre Pflanzenschutzforschung im Dienste unserer Republik. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutzdienst in der DDR **28**, 57-61.
- MOLL, E., U. WALTHER, K. FLATH, J. PROCHNOW und E. SACHS: Methodische Anleitung der Bewertung der partiellen Resistenz und die SAS-Anwendung RESI. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **12**, 1996, 1-60.
- MÜLLER, P., 1984: Untersuchungen zur Biologie und zur Bekämpfung des Weizenmehltaus (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal als Grundlage für die Modellierung des Epidemieverlaufs sowie die gezielte Anwendung von Fungiziden. Dissertation, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

- MÜLLER, P. und U. BURTH 1983: Benzimidazol-Tensid-Formulierungen mit Wirksamkeit bei Benomylresistenz. Symposiumsbericht „Systemische Fungizide und antifungale Verbindungen“, Reinhardsbrunn 1980, 315-319.
- NEUHAUS, W. und H. RATTBA 1980: Zur Anwendung von bercema-Bitosen gegen den Echten Mehltau in Gerste. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **34**, 91.
- NEUHAUS, W. und R. MÜLLER 1981: Neue Ergebnisse bei der Anwendung von bercema-Bitosen in Getreide. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **35**, 113-115.
- NEUHAUS, W. und L. ADAM 1988: Ergebnisse zum Einsatz neuer Fungizide im Getreidebau. Feldwirtschaft **29**, 118-121.
- NOVER, J., 1956: Sechsjährige Beobachtungen über die physiologische Spezialisierung des Echten Mehltaus (*Erysiphe graminis* D.C.) von Weizen und Gerste in Deutschland. Phytopathologische Zeitschrift **31**, 85-111.
- NOVER, J., 1968: Eine neue, für die Resistenzzüchtung bedeutungsvolle Rasse von *Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei* Marchal. Phytopathologische Zeitschrift **62**, 199-201.
- PAPE, H. und B. RADEMACHER, 1933: Findet die Übertragung des Mehltaus von Wintergerste auf Sommergerste allgemein statt? Deutsche Landwirtschaftliche Presse **60**, 281.
- PAPE, H. und B. RADEMACHER, 1933: Erfahrungen über Befall und Schaden durch den Getreidemehltau (*Erysiphe graminis* DC.) bei gleichzeitigem Anbau von Winter- und Sommergerste. Angewandte Botanik **16**, 225-250.
- ROSSBERG, D. und E. KLUGE, 1989: PC-Programm zur Überwachung und Bekämpfung von Mehltau an Wintergerste. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **43**, 37-39.
- STEPHAN, S. 1970: Getreidemehltau. Deutscher Pflanzenschutzkalender 1971, 38-39.
- STEPHAN, S. 1978: Grundlagen der Überwachungsmethodik für den Getreidemehltau (*Erysiphe graminis* DC.) an Gerste. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **14**, 163-175.
- STEPHAN, S. 1979a: Untersuchungen zum Sporenflug des Getreidemehltaus (*Erysiphe graminis* DC.). Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **15**, 113-124.
- STEPHAN, S. 1979b: Die Überwachung des Getreidemehltaus an Gerste. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **33**, 145-148.
- STEPHAN, S. 1980: Inkubation und Sporulation des Gerstenmehltaus (*Erysiphe graminis* DC.) in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **16**, 173-181.
- STEPHAN, S. 1984: Untersuchungen zum Epidemieverlauf des Gerstenmehltaus. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **20**, 39-52.
- STEPHAN, S. und W. NEUHAUS 1983: Epidemieverlauf von Mehltau an Wintergerste und Konsequenzen für Überwachung und Bekämpfung. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **37**, 197-199.

VOELKEL, H., 1942: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1941. Beilage zum Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **22**, 9.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1936: Die wichtigsten starken Schäden an Kulturpflanzen im Jahre 1935. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **16**, 18.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1938. Beilage zum Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **19**, 17.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1940: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1939. Beilage zum Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **20**, 9.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1941: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1940. Beilage zum Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 9.

# Gelb- und Braunrost an Weizen — Forschungen in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Gerhard Bartels

## Einleitung

Die Rostkrankheiten zählen in vielen Teilen Europas und der Welt zu den bedeutendsten Krankheiten des Getreides. Für uns wichtige Vertreter dieses Krankheitskomplexes sind der Gelbrost (*Puccinia striiformis* West.) an Weizen und Gerste, der Braunrost (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) an Weizen und Roggen und der Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.) an Gerste.

Auf Grund ihrer wirtschaftlichen Bedeutung hat die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft schon frühzeitig diese Krankheiten in ihr Forschungsprogramm aufgenommen. Dabei lag der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten beim Gelb- und Braunrost des Weizens.

Das Auftreten des Gelbrostes wird seit Ende des 18. Jahrhunderts beschrieben, die Ätiologie konnte Mitte des vorigen Jahrhunderts geklärt werden.

Aufgrund umfangreicher Literaturrecherchen (HASSEBRAUK 1965b) soll die Heimat des Gelbrostes in den Genzentren von Weizen und Gerste liegen. Er soll mit den Vorfahren unserer Getreidearten in die heutigen Verbreitungsgebiete eingewandert sein. Im Laufe der Jahrtausende können sich während der Evolution Formen entwickelt haben, die sich auf Gramineenarten spezialisierten. Denkbar ist jedoch auch, daß die ursprünglichen Wirtspflanzen Wildgräser gewesen sind, und daß der Gelbrost von diesen auf das Getreide übergegangen ist. Diese Annahme erscheint dadurch wahrscheinlich, als der Gelbrost sowohl in Nord- als auch Südamerika zunächst auf Wildgräsern gefunden wurde und erst später auf Weizen, Gerste und Roggen auftrat. HUMPHREY, HUNGERFORD and JOHNSON (1924) sind der Meinung, daß der Gelbrost aus Asien

nach Europa und anderen Kontinenten, mit Ausnahme von Australien, gewandert und von zahlreichen Wildgräsern auf das Getreide später übergegangen ist.

Die starke Abhängigkeit der Krankheit von Umweltbedingungen führt zu einem sehr unregelmäßigen Auftreten. Obwohl in vielen Klimaten nachgewiesen, bevorzugt der Gelbrost die feuchten und kühleren Küsten- und Mittelgebirgslagen. Ein umfassender Überblick über die geographische Verteilung der Krankheit findet sich bei HASSEBRAUK (1965b).

Der Braunrost ist ebenfalls in allen Weizen- und Roggenanbaugebieten verbreitet. Über ein epidemisches Auftreten wurde bereits in den 50er Jahren (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1983) aus Kanada und 1977 dann aus Mexiko berichtet. Wenn auch vergleichbare Katastrophen wie beim Gelbrost kaum oder selten eintraten, so wird dem Braunrost unter den Rosten die größte Bedeutung für das Getreide beigemessen.

### **Schadsymptome**

Bei *Puccinia striiformis* West., dem Gelbrost, erscheinen nach der Infektion der Pflanzen orange bis zitronengelb gefärbte Sporenlager (Uredolager) sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite des Blattes. Später sind sie ebenfalls auf den Blattscheiden, den Halmen und der Ähre zu finden. Die Weiterentwicklung der Sporenlager erfolgt in Längsrichtung des Blattes, so daß die für den Gelbrost charakteristischen 7 - 11 cm langen Streifen aus dichtstehenden Uredolagern oder chlorotischen Verfärbungen entstehen. Die parallel zu den Blattnerven angeordneten Streifen können später zusammenfließen und die gesamte Blattspreite bedecken. In der Folge schlitzten die Blätter auf und rollen sich ein.

Zur Infektion der Pflanzen benötigt der Gelbrost tropfbar flüssiges Wasser. Eine Benetzungsdauer der Blätter von minimal 3 Stunden sind Voraussetzung für einen Infektionserfolg, die optimale Dauer liegt bei 8 Stunden. Günstige Keimtemperaturen liegen im Bereich von 9 - 11° C, das Maximum bei 20 - 25° C, das Minimum wird bei 0° C erreicht. Bei optimalen Infektionsbedingungen kann der Infektionsvorgang bereits nach 3 Stunden abgeschlossen sein. Von der Infektion bis zum Auftreten erster Symptome an

der Pflanze vergehen etwa 11 Tage. Da die Inkubationszeit sehr temperaturabhängig ist, kann sie unter ungünstigen Bedingungen bis zu 60 Tagen dauern. Die Sporulationsdauer variiert von wenigen Tagen bis zu einigen Wochen. Innerhalb einer Vegetationsperiode können in unseren Klimaten bis zu 20 Sporengenerationen gebildet werden. Hitze und Trockenheit sind einer Gelbrostentwicklung abträglich. Die Übertragung des Erregers von Vegetationsperiode zu Vegetationsperiode erfolgt über Ausfallgetreide. Dabei führen feuchte Sommer fast regelmäßig zu einem hohen Infektionspotential und einer hohen Infektionsgefahr der jungen Saaten im Herbst. Die Ausbreitung der Krankheit über den Sporenflug kann gegebenenfalls auch über Distanzen von 1000 Kilometern und mehr erfolgen.

Das Schadbild des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) ist durch das vereinzelte Auftreten von ocker- bis rotbraunen Sporenlagern (Uredolagern), bevorzugt auf der Oberseite der Blätter, gekennzeichnet. Gelegentlich sind diese Sporenlager ringartig angeordnet. In späteren Entwicklungsstadien der Pflanze werden sie ebenfalls an Blattscheiden und Halmen sichtbar. Später bildet der Erreger blattunterseits, von der Epidermis bedeckt bleibende, schwarze, längliche Teleutolager.

Die Uredosporen benötigen zur Auskeimung ebenfalls tropfbar, flüssiges Wasser. Optimale Keimtemperaturen liegen beim Braunrost zwischen 10 - 28° C. Die Generationszeit beträgt unter günstigen Umweltbedingungen etwa 12 - 14 Tage. Die stärkste Sporenbildung tritt bei etwa 25° C auf. Infolge der hohen Temperaturtoleranz erfolgt die Überdauerung in den für den Erreger ungünstigen Entwicklungszeiten im Uredostadium. Ebenso wie beim Gelbrost ist das Ausfallgetreide zwischen den Vegetationsperioden ein ständiges Infektionsreservoir. Von diesem Ausfallgetreide können die jungen Saaten bereits im Herbst befallen werden, wobei sich der Erreger bis zum Frühjahr häufig im Mycelstadium erhält. Besteht diese Möglichkeit nicht, erfolgen Erstinfektionen im Frühjahr auch über große Distanzen durch den Zuflug von Uredosporen.

### **Spezialisierung**

Bereits zu Ende des 19. Jahrhunderts hatten Mykologen erkannt, daß unter den parasitischen Pilzen, insbesondere den Rostpilzen, Formen vorkamen, die sich morphologisch



nicht unterschieden, die aber biologisch durch ihren verschiedenen, mehr oder weniger scharf begrenzten Wirtsbereich zu trennen waren.

ERIKSSON (1894) führte die ersten Untersuchungen über die biologische Spezialisierung der Getreideroste durch. Er erkannte für den Gelbrost an Getreide *formae specialis*, die er wie folgt glaubte definieren zu können:

1. f. sp. *tritici* nur auf Weizen
2. f. sp. *secalis* nur auf Roggen
3. f. sp. *hordei* nur auf Gerste.

20 Jahre nach dieser Definition gelang STAKMAN and PIEMEISEL (1917) die Feststellung, daß die Getreideroste nicht nur in *formae specialis* sondern darüberhinaus in biologische Einheiten spezialisiert sind, die sich durch ihre unterschiedliche Virulenz für einzelne Getreidesorten trennen lassen. Die früher als Einheiten genannten „biologic forms“ werden noch heute als Rassen- oder Pathotypen bezeichnet.

Erst mit dem Nachweis einer weitreichenden Spezialisierung der Roste war eine Ausgangsbasis für eine spätere gezielte Resistenzzüchtung geschaffen worden. Planmäßige Untersuchungen zur Spezialisierung wurden beim Gelbrost 1929 begonnen. GASSNER und STRAIB (1929) vermuteten in dem 1927 überraschend starken Gelbrostjahr erstmals das Auftreten einer neuen Rasse des Gelbrostes auf dem bis dahin resistenten Weizen 'v. Rümkers früher Sommerdickopf'. Auch SCHEIBE (1929) hatte im gleichen Jahr auf einige Beobachtungen hingewiesen, die kaum Zweifel an einer unterschiedlichen Virulenz zweier Gelbrostherkünfte aus Dahlem und Gießen zuließen. GASSNER und STRAIB (1930a) konnten in der Biologischen Bundesanstalt dann erstmals experimentell zwei verschiedene Gelbrostrassen in Mitteldeutschland nachweisen. Damit war die physiologische Spezialisierung bei *Puccinia striiformis* endgültig dokumentiert worden. Der Nachweis der Spezialisierung und die Identifizierung von Virulenzen bzw. Rassen der Roste, insbesondere der Gelb- und Braunroste am Weizen, wurde später ein Schwerpunkt der Arbeiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. In zahlreichen Arbeiten legte HASSEBRAUK (1936, 1937, 1939a, 1939b, 1953a, 1954, 1955, 1957a, 1957b, 1959, 1960a, 1963, 1965a, 1967a, 1967b 1970,) die Erkenntnisse

seiner Untersuchungen zur Bedeutung der Spezialisierung der Getreideroste nieder. Auch GASSNER und STRAIB (1934a, 1934b, 1934c) und STRAIB (1935a, 1935b, 1936, 1937a, 1937b, 1937c, 1939a, 1939b) nahmen sich dieser Problematik in ihren Forschungen intensiv an.

Die klassische Methode, physiologische Rassen zu identifizieren, bestand und besteht darin, Primärblätter ausgewählter Testsorten mit Sporen der zu prüfenden Rostherkunft zu inokulieren und anhand der spezifischen Anfälligkeits- bzw. Abwehrreaktion die Herkunft einer bestimmten Rasse zuzuordnen. Den Testsorten kam damit eine besondere Bedeutung zu. Sie sollten nach PERSON (1959) folgende Bedingungen erfüllen:

- sie sollen extreme Befallstypen zeigen
- im Reaktionsverhalten möglichst nicht von der Umwelt beeinflusst sein
- möglichst nur ein Resistenzgen führen und
- im Keimlingsstadium dieselbe Reaktion zeigen wie als erwachsene Pflanze.

Während man es ursprünglich als vorteilhaft ansah, hat es sich doch im Laufe der langjährigen Untersuchungen als Nachteil erwiesen, daß sich das Infektionsbild auf Keimpflanzen der Testsorten nicht auf „befallen“ und „nicht befallen“ beschränkt, sondern daß sich - auch bei optimalen Infektionsbedingungen - noch zahlreiche Zwischenstufen beobachten lassen. Das Auftreten dieser intermediären Infektionstypen könnte insofern ein Vorzug sein, als hierdurch die Differenzierungsmöglichkeit, rein numerisch gesehen, erweitert wird. Die Zwischenstufen sind aber erfahrungsgemäß umweltlabiler als die extremen Typen. Ihre gegenseitige Abgrenzung ist überdies beim Gelbrost sehr viel unklarer und schwieriger als beispielsweise beim Schwarzrost und daher weitgehend subjektiv. Unter Verbesserung der von Hungerford und Owens gemachten Vorschläge definierten GASSNER und STRAIB (1929) sowie STRAIB (1929) die Infektionstypen für das Arbeiten mit Gelbrost wie folgt:

- i = immun. Blatt vollkommen gesund, auch keinerlei Verfärbungen.
- 0 = hoch resistent. Keine Pustelbildung, dagegen nekrotische Flecke und bisweilen Absterben des ganzen Blattes.
- I = sehr resistent. Wenige, sehr kleine Einzelpusteln mit meist ausgedehnten nekrotischen Flecken.

- II = mäßig resistent. Schwache Pustelbildung. Pusteln meist klein in stärkeren oder schwächeren nekrotischen Flecken.
- III = mäßig empfänglich. Mittlerer bis starker Pustelbesatz in chlorotisch-nekrotischen Verfärbungen des Blattes.
- IV = sehr empfänglich. Starker und gleichmäßiger über das Blatt verteilter Pustelausbruch mit höchstens schwacher Chlorose.

Die Beschreibung der Infektionstypen als wesentliche Grundlage für eine präzise Rasendiagnose wurde mehrfach, in erster Linie durch spätere Arbeiten von FUCHS (1960a, 1960b), verbessert. Das Verdienst, ein zuverlässiges Fundament für weitere Untersuchungen errichtet und weiterhin konsequent die Prüfung der physiologischen Spezialisierung beim Gelbrost über lange Jahre fortgesetzt und immer mehr verbessert zu haben, kommt GASSNER und STRAIB (1929), vor allem aber STRAIB (1929) zu. Sie klärten zunächst so gut wie möglich die diffizilen Infektionsbedingungen von *P. striiformis*, prüften weit über 1000 Weizensorten unter kontrollierten Gewächshausbedingungen wie im Feldbestand auf ihr Gelbrostverhalten (GASSNER und STRAIB 1929; STRAIB 1929) und ermittelten auf diese Weise die ersten einigermaßen brauchbaren Testsorten. Nachdem sie später nochmals einige Hundert Varietäten aus acht *Triticum*-Spezies mit 17 Gelbrostlinien geprüft hatten, stellten sie 1932 folgende neun *aestivum*-Sorten zu einem für längere Zeit gültigen und zunächst auch in vielen anderen Erdteilen verwendeten Standardsortiment zusammen:

- ‘Michigan Amber 29-1-1-1’, Winterweizen, = *Triticum aestivum* var. *milturum*. - Kontrollsorte.
- ‘Vilmorin Blé rouge d’Ecosse’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *milturum*.
- ‘Strubes Dickkopf’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *lutescens*.
- ‘Webster C.I. 3780’, Sommerweizen, = *T. aestivum* var. *ferrugineum*.
- ‘Holzapfels Frühweizen’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *lutescens*.
- ‘Vilmorin 23’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *lutescens*.
- ‘Heines Kolben’, Sommerweizen, = *T. aestivum* var. *lutescens*.
- ‘Carstens Dickkopf V’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *lutescens*.
- ‘Spaldings Prolific’, Winterweizen, = *T. aestivum* var. *milturum*.

Mit diesem Testsortiment konnten bald die ersten 14 Gelbrostrassen am Weizen identifiziert werden. In Deutschland traten bis 1932 die Rassen 2, 3, 4 und 5 auf. Ab 1933 wurden diese Rassen durch die bedeutende Rasse 7 zurückgedrängt.

Grundlegende Verbesserungen der Methodik der Rassenanalyse gehen auf die Arbeiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zurück (FUCHS 1960a, 1960b; HASSEBRAUK 1970). Nach diesen Vorarbeiten wurden dann in ganz Europa die Untersuchungen zur Rassenidentifikation intensiviert. 1956 fand auf Anregung des Nederlands-Graan-Centrum und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft die erste Europäische Gelbrostkonferenz statt. In der Folge dieser Konferenz wurden die Untersuchungen zur Rassenspezialisierung und zum Nachweis auf eine breitere Basis gestellt und auf alle westeuropäischen Staaten ausgedehnt.

Seit 1955 bestand in dem „Europäischen Gelbrost-Fangsortiment“ ein Instrument, das sowohl dem Sammeln und Erkennen der im großeuropäischen Raum auftretenden physiologischen Rassen des windverbreiteten Pilzes als auch der Ermittlung brauchbarer Resistenzeigenschaften des Wirtes und der internationalen Zusammenarbeit diene. Das Instituut voor Plantenkundig Onderzoek und das Nederlands Graan-Centrum in Wageningen (R. W. Stubbs und H. Vecht) organisierten Versand, Anbau, Beobachtung und Auswertung dieses aus rund 50 Sorten unterschiedlicher Anfälligkeit bestehende Gelbrost-Fangsortiment, das an etwa 150 Stellen in Europa, und in zunehmendem Maße in der ganzen Welt, angebaut wurde.

Die Rassenanalyse der Befallsproben wurde an Keimpflanzen im Gewächshaus am damaligen Institut für Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft von Frau Dr. EVA FUCHS durchgeführt. Neben der Erarbeitung eines umfassenden Rassenspiegels des Gelbrostes des Weizens für die Bundesrepublik Deutschland (FUCHS 1956, 1960a, 1960b, 1967a, 1967b, 1972a, 1972b) wurden ebenfalls Auftreten, Verbreitung und Bedeutung der physiologischen Rassen in vielen Ländern Europas, des Vorderen Orients, sowie des Nahen Ostens und der Vereinigten Staaten untersucht und analysiert (FUCHS 1963, 1970, 1973a, 1973b). In internationaler Zusammenarbeit mit weltweit renommierten Institutionen und Wissenschaftlern konnten in gemeinsamen Forschungsprojekten (ÜBELS and FUCHS 1965; STUBBS and FUCHS 1965; STUBBS,

VECHT und FUCHS 1966, 1967, 1968a, 1968b, 1970; HENDRIX and FUCHS 1970, 1973; MACKO and FUCHS 1970) entscheidende Erkenntnisse in der Rostforschung erarbeitet werden, dies auch im Hinblick auf eine gezielte Resistenzzüchtung (SHARP and FUCHS 1982). Insbesondere durch die Forschungen von Frau Dr. EVA FUCHS wurde die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu einem international bekannten und anerkannten Rostforschungszentrum.



Eva Fuchs

Weiterhin wurden ständig Weizen- und Gerstensorten auf ihre Eignung zur Differenzierung des Gelbrostbefalles (Testsorten) und auf allgemeine Gelbrostresistenz (Suchsorten) geprüft. Es war das Ziel, alle genetisch bedingten Resistenzfaktoren bei den Wirtspflanzen aufzudecken und sowohl für eine gültige Rassenbestimmung als auch für eine breite Resistenz bei Neuzüchtungen zu nutzen.

Die Ergebnisse dieser internationalen Arbeiten wurden in einem ersten Rechenschaftsbericht (FUCHS 1960a, 1960b) dargestellt. Voraussetzung für eine gezielte, gegen einzelne

Rassen gerichtete Resistenzzüchtung war das Vorhandensein definierter Pathotypen. Probleme bei der Rassenidentifikation ergaben sich weiterhin (HASSEBRAUK und RÖBBELEN 1974) aus der Zusammensetzung des Testsortimentes (JOHNSON et al. 1972). FUCHS (1965) unternahm dann weitere Versuche, durch Hinzunahme neuer „Stütz- und Fangsorten“ das Verfahren dem Niveau neuer Hochleistungssorten sowie den Veränderungen im Rassenspektrum anzupassen. Spätere Arbeiten hierzu führten FUCHS und HILLE (1973) durch. Heute besteht das Testsortiment aus einem „Europäischen Sortiment“ und einem „Weltsortiment“.

Über die Bedeutung und das Vorkommen einzelner spezieller Rassen bzw. Virulenzen berichten FUCHS 1965, 1967a, 1967b; STUBBS 1968 und STUBBS et al. 1970. Eine ausführliche Virulenzsituation neuerer Zeit geben v. KRÖCHER und BARTELS (1991).

<b>Testsortiment zur Rassenanalys bei Gelbrost</b>			
<b>Europa</b>		<b>Welt</b>	
<b>Testsorte</b>	<b>Resistenzgen</b>	<b>Testsorte</b>	<b>Resistenzgen</b>
Heines VII	Yr 2	<i>Triticum spelta album</i>	Yr 5
Spaldings Prolific		Clement	Yr 9
Carsten V		Suvon 92 x Omar	
Compair	Yr 8	Strubes Dickkopf	
Nord Despréz	Yr 3a, Yr 4a	Moro	Yr 10
Heines Peko	Yr 2, Yr 6	Vilmorin 23	Yr 3a, Yr 4a
Reichersberg 42	Yr 7	Heines Kolben	Yr 2, Yr 6
Hybrid 46	Yr 3b, Yr 4b	Lee	Yr 7
		Chinese 166	Yr 1

Zur Beschreibung physiologischer Rassen des Gelbrostes wurde 1972 in Zusammenarbeit mit Stubbs (Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen), Johnson (Plant Breeding Institute, Cambridge), Chamberlain (National Institute of Agricultural Botany, Cambridge) und Fuchs (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig) eine neue international gültige Nomenklatur beschlossen, die bis heute Gültigkeit hat und weltweit Anwendung findet.

Die ersten einschlägigen Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung der Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. u. Henn.) wurden von MAINS and JACKSON (1926) in den USA durchgeführt. Sie bauten ein Testsortiment aus den Weizensorten 'Malakof', 'Turkey 47', 'Norka', 'Mediterranean', 'Hussar', 'Demokrat', 'Webster' und den Zuchtstämmen 'Carina', 'Brevit', 'Loros' und 'Similis' auf. Mit diesen Testsorten konnten zunächst 12 verschiedene Braunrostrassen identifiziert werden.

Vergleichbare Tests mit europäischen Rostherkünften stellte erstmals SCHEIBE (1928) in der damaligen Biologischen Reichsanstalt an. Er differenzierte 11 weitere Rassen. Bei Untersuchungen über ihre geographische Verbreitung teilte er die gefundenen physiologischen Formen in westdeutsche bzw. westeuropäische und ostdeutsche bzw. osteuropäische Rassengruppen ein (SCHEIBE 1930).

Aufgrund nahezu gleicher Reaktionen der Sorten 'Norka' und 'Similis' mit 'Malakof' und 'Webster' wurden erstere 1932 aus dem Standardtestsortiment gestrichen (JOHNSTON and MAINS 1932). Für den Eingang in das internationale Register der Weizenbraunrostrassen wurden als Differentialsorten weiterhin nur noch 'Malakof', 'Carina', 'Brevit', 'Loros', 'Mediterranean', 'Webster', 'Hussar' und 'Demokrat' verwendet (JOHNSTON and LEVINE 1955; JOHNSTON and BROWDER 1966).

Auf die Labilität gegenüber Umwelteinflüssen, besonders der Sorten 'Brevit', 'Carina' und 'Hussar', weisen Untersuchungen von HASSEBRAUK (1939c) hin. Mit Blick auf die negativen Eigenschaften der drei obengenannten Testsorten schlug BASILE (1957) die Gruppierung der bislang gefundenen Rassen in „Unified Groups“ vor. Dabei wurden 'Brevit', 'Carina' und 'Hussar' als Testsorten nicht mehr berücksichtigt.

Eine entscheidende Wende, sowohl hinsichtlich der Art der Identifizierung physiologischer Rassen, als auch ihrer Kennzeichnung, brachte die Übertragung von FLOR's Gen-für-Gen-Hypothese auf die Verhältnisse des Weizenbraunrostes (DYCK and SAMBORSKI 1968). Nach FLOR (1955) steht bei monogen vererbter Resistenz jedem Resistenzgen im Wirt ein komplementäres Virulenzgen im Pathogen gegenüber. Eine genaue

Definition dieses Konzepts erbrachten PERSON et al. (1962): „*A gene-for-gene relationship exists when the presence of a gene in one population is contingent on the continued presence of a gene in other population, and where the interaction between the two genes leads to a single phenotypic expression by which the presence or absence of the relevant gene in either organism may be recognized.*“

Aufgrund dieser Erkenntnisse begann man, die Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung bei Weizenbraunrost auf genetischer Basis durchzuführen. Dies erforderte eine genaue Kenntnis der in den Wirtspflanzen vorhandenen Resistenzgene (DYCK und SAMBORSKI 1968).

Für die Kennzeichnung der seit dieser Zeit immer zahlreicher identifizierten Resistenzgene wurde das Symbol „Lr für“ leaf rust“ übernommen bzw. weitergeführt. Aus dem alten Standardsortiment entstammen die Gene Lr1, Lr2a, Lr2b, Lr2c, LrB, Lr3 sowie Lr11. Mittlerweile konnten mehr als 30 verschiedene Braunrost-Rassen identifiziert werden.

Als Ersatz für die bis dahin verwendeten Differentialsorten führte SAMBORSKI (1968) isogene Weizenlinien mit definierten Braunrostresistenzgenen ein. Über die Inokulation dieser isogenen Linien mit verschiedenen Braunrostisolaten kann sofort das Avirulenz- und Virulenzmuster bestimmt werden, durch welches eine Rasse gekennzeichnet ist. Umgekehrt ermöglicht eine nach Virulenzgenen genau definierte Rasse eine Erkennung der Resistenzgene in z. B. marktgängigen Weizensorten.

Nach grundlegenden Arbeiten zur Spezialisierung des Weizenbraunrostes durch HASSEBRAUK (1939a, 1940b, 1955, 1957a, 1957b, 1959, 1960a, 1960b, 1967a, 1967b) nahm v. KRÖCHER (1990) erneut in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft „Untersuchungen zum Rassenspektrum beim Weizenbraunrost“ auf. Ziel war es dabei, durch eine Virulenzanalyse auf der Erregerseite und eine Resistenzanalyse auf der Wirtseite Grundlagen für eine wirkungsvolle Resistenzzüchtung gegenüber Braunrost beim Weizen zu schaffen.



Virulenzanalysen zur Erfassung des Virulenzspektrums von Weizenbraunrost im Freiland wurden 1986, 1987 und 1988 mit insgesamt 408 *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*-Isolaten aus der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt.

Zur Differenzierung wurde hierfür ein Sortiment aus 29 nahezu isogenen Weizenlinien mit definierten Braunrostresistenz (Lr)-genen verwendet, die im Keimblattstadium mit Einpustel - Braunrostisolaten beimpft wurden. Die Beschaffung der Braunrostproben erfolgte zum einen über den Anbau eigener Fangsortimente, zum anderen über die Ein-sendung von Braunrostbefallsproben durch den amtlichen Pflanzenschutzdienst der Län-der und private Pflanzenzüchter.

Für die Resistenzgene Lr9, Lr19, Lr24 und Lr29 wies keines der geprüften Braunrostiso-late Virulenz auf. Die Resistenz von Lr1, Lr15, Lr25 und Lr28 konnten nur einzelne Isolate überwinden. Keinerlei Wirkung hatten die Braunrostresistenzgene LrB, Lr14b und Lr20. Als Strategie für eine zukünftige effiziente Resistenzzüchtung schlägt v. KRÖCHER (1990) deshalb folgendes vor:

1. Einsatz von Hauptgenen, für die nur eine geringe Virulenzfrequenz gefunden wurde, wie z. B. Lr3, Lr3bg, Lr14a, Lr17. Als Resistenzgrundlage für neue Weizensorten sollte jedoch aufgrund von Virulenzfrequenzen, die für die genannten Resistenzgene in einer Größenordnung zwischen 5% und 15% gefunden wurden, eine Kombination aus mehreren dieser Gene gewählt werden.
2. Erprobung des Lr13- Komplexes, der eine dauerhafte Resistenz verspricht.
3. Verstärkte Selektion bzw. Züchtung auf partiell resistente und „slow-rusting“- Sorten.
4. Die noch voll wirksamen Resistenzgene Lr9, Lr19, Lr24 und Lr29 sollten als Genre-serve zurückhaltend eingesetzt werden.

Die Kenntlichmachung der einzelnen Pathotypen erfolgte über die Erstellung der für sie spezifischen Virulenzschemata. Über diese Virulenzkombinationen kann direkt auf das Virulenzspektrum der jeweiligen Pilzpopulation geschlossen werden. Das Virulenz-

genspektrum der untersuchten Braunrostisolate zeichnete sich durch eine große Heterogenität aus: Insgesamt wurden 212 verschiedene Virulenzkombinationen identifiziert, wobei diese äußerst komplex waren. Einzelne Pathotypen hatten bis zu 18 verschiedene Virulenzgene in sich vereint. Eine Aussage über die Altersresistenzgene Lr12, Lr13, Lr22a, Lr22b und Lr34 kann nur insofern getroffen werden, als für jedes dieser Gene das komplementäre Virulenzgen in der bundesdeutschen Rostpopulation vorhanden ist. Qualitative Erhebungen konnten nicht gemacht werden. Das Resistenzgen Lr33, das sich normalerweise im Keimblattstadium exprimiert, scheint den Untersuchungsergebnissen zufolge eine rassenspezifische Altersresistenz auszuprägen.

Durch einen Vergleich der Reaktionsmuster von deutschen Winterweizensorten mit denen von Vergleichssorten und -linien mit definierten Braunrostresistenz(Lr)-genen wurde versucht, die Resistenzgene in eingetragenen Sorten zu bestimmen. Zur Untermauerung der Ergebnisse wurde die Abstammung der einzelnen Sorten mit einbezogen. Dabei wurden in folgenden Sorten die Resistenzgene Lr26, Lr14a und Lr13 identifiziert:

- Lr26 - 'Albrecht', 'Apollo', 'Arber', 'Disponent', 'Götz', 'Granada', 'Herzog',  
'Knirps', 'Kristall', 'Kronjuwel', 'Niklas', 'Sensor'
- Lr14a - 'Granada', 'Sensor'
- Lr13 - 'Adular', 'Albrecht', 'Apollo'

Das Altersresistenzgen Lr13, welches bei 25.5° C bereits im Keimblattstadium erkennbar wurde, sollte allerdings noch in weiteren Forschungsarbeiten durch die Überprüfung erwachsener Pflanzen bestätigt werden. Die überwiegend schwache Resistenz der restlichen Sorten konnte auf kein bestimmtes Gen zurückgeführt werden.

Keines der im Keimblattstadium erkennbaren Resistenzgene besitzten offenbar 28 der insgesamt 63 geprüften Winterweizensorten.

### **Bekämpfungsmaßnahmen**

Bevor Möglichkeiten der chemischen Bekämpfung der Rostkrankheiten aufgezeigt werden konnten, war neben acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen der Anbau resistenter Sorten die einzige Möglichkeit, dem Auftreten der Roste zu begegnen. In der natürlichen

Evolution der Getreidearten muß Resistenz gegen Gelbrost, lange bevor der Mensch davon wußte, wenigstens in Befallslagen schon ein bedeutsamer Auslesefaktor gewesen sein.

Eine bewußte züchterische Auslese auf gelbrostresistenten Weizen- und Gerstensorten wurde mit dem Aufkommen der Pflanzenzüchtung schon in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts begonnen (HASSEBRAUK und RÖBBELEN 1974). Die Züchtung speziell auf Gelbrostresistenz begann, wie allenthalben die Resistenzzüchtung, mit der Auslese resistenter Formen aus vorhandenen heterogenen Populationen mit anschließender Fixierung der gefundenen Resistenz im homozygoten Zustand. Auf diese Weise entstanden resistente Sorten als reine Linien.

In der Regel mußte der Auslese die Kreuzung folgen, um Ertrags- und Qualitätseigenschaften dieser neuen Formen zu verbessern. Durch Kreuzung konnten nun jedoch einzelne Resistenzgene in unterschiedlichen Sorten gleichzeitig eingelagert und damit in völlig unterschiedliche Anbauggebiete eingeführt werden. Das Extrem dieser neuen Dimension beschrieben FREY et al. (1973) mit „Ein Gen entscheidet über die Wirtsresistenz quer durch den ganzen Kontinent“. Die epidemiologischen Konsequenzen dieser Resistenzzüchtung ließen nicht lange auf sich warten. Daher wurde versucht, immer neue Resistenzgene zu finden und durch Einkreuzung nutzbar zu machen, um der Rassenbildung und Rassenauslese auf Seiten des Erregers zuvorzukommen. Ein ständiger Wettlauf zwischen Resistenz seitens der Wirtspflanzen und neuer Virulenz pathogener Rassen seitens des Schaderregers begann.

Bereits in einer umfassenden Darstellung der „Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen“ von ROEMER et al. (1938) war ein Kapitel der Resistenzzüchtung gegen Gelbrost bei Weizen und Gerste gewidmet. Die genetischen Grundlagen der Resistenz gegen Gelbrost sowie die Voraussetzungen der klassischen Resistenzzüchtung wurden bei HASSEBRAUK und RÖBBELEN (1974, 1975) dargestellt.

Bereits in den 30er Jahren wurde in Halle ein umfangreiches Züchtungsprogramm als Beispiel für eine klassische Rostresistenzzüchtung (BECKER 1933, 1942) aufgestellt. Der besondere Erfolg dieses Züchtungsprogrammes war nach v. ROSENSTIEL (1967)

die Tatsache, daß hierbei alle Maßnahmen zur Verbesserung der Gelbrostresistenz nicht isoliert betrachtet wurden, sondern von Anbeginn erstmals die praktischen Belange der Sortenzüchtung eingefügt wurden. Mit diesem Züchtungsprogramm begegnete man der Tatsache, daß bis dahin bei einem ständigen Ertragsfortschritt mit dem Einbau von Resistenzen zwar wenig anfällige Sorten geschaffen wurden, diese Resistenz aber ständig mit geringeren Erträgen der Sorten einherging.

Die ersten zusammenfassenden Aufstellungen über Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung gegen Gelbrost bei Weizen stammen von ROEMER (1942) und BECKER (1942, 1944). Sie wurden durch FUCHS (1951) und NOVER et al. (1963) ergänzt. In diesen Berichten finden sich bereits die wichtigsten Namen derjenigen Sorten bzw. Herkünfte, die das Resistenzbild bei Weizen in Europa und Deutschland z.T. über Jahrzehnte bestimmten, z.B. 'Chinese 165', 'Chinese 166', 'Ridit', 'Strubes Dickkopf', 'Carsten V', 'Heines Kolben', 'Thatcher', 'Gernot' oder 'Normandie'.

Wesentliche Aufgabe der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft war und ist es heute noch, das Resistenzverhalten der zugelassenen Sorten und der zur Zulassung durch das Bundessortenamt anstehenden Sorten hinsichtlich ihrer Resistenz gegenüber Gelbrost zu charakterisieren. Erste umfassende Darstellungen dieses Sortenverhaltens wurden von FUCHS (1965) gegeben. Weitere Berichte erschienen u.a. bei der Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzüchter 1980 in Gumpenstein (FUCHS 1980). Aktuelle, jährliche Ergebnisse werden vom Bundessortenamt auf der Grundlage der Resistenzprüfungen durch die Biologische Bundesanstalt in der „Beschreibenden Sortenliste“ veröffentlicht.

Nach wie vor kommt auch heute dem Anbau resistenter Sorten im Rahmen integrierter Bekämpfungsverfahren bei den Rosten eine hervorragende Bedeutung zu. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich aus dem mehr oder weniger großräumigen Anbau bestimmter Sorten sowohl quantitative wie auch qualitative Folgen für die Krankheitsentwicklung auch bei den Rosten ergeben können. Jede Sorte bedeutet epidemiologisch eine Gefahr, wenn sie so stark angebaut wird, daß sich das Gleichgewicht im gesamten Sortenangebot merklich zu ihren Gunsten verschiebt. Das gilt sowohl für Sorten, die auf 'vertikale' Re-

sistenz gegen die im Anbauggebiet bekannten Rassen gezüchtet sind, wie für Sorten, die normalerweise in gewissem Umfange 'horizontale' Resistenz erkennen lassen.

Der Anbau einer vertikal resistenten Sorte kann zunächst das Auftreten von Rostarten verhindern, ihr Anbau kann unter günstigen Umständen sogar für einige Jahre vollen Erfolg bringen. Mit der Zeit führt aber diese Sorte, je stärker sie angebaut wird, fast immer zu der Evolution oder Selektion einer für sie virulenten Rasse. Neben diesem qualitativen Einfluß auf das Rassenspektrum hat der verstärkte Anbau einer solchen Sorte, wenn ihre vertikale Resistenz erst einmal durchbrochen ist, logischerweise eine äußerst gravierende Wirkung auf die Massenentwicklung der neuen, anfangs nahezu konkurrenzlosen Gelbrostrasse.

Sorten mit horizontaler oder relativer Resistenz können zwar oft in einem gewissen Ausmaß infiziert werden, ihre Resistenz drückt aber meist die Befallsstärke wirkungsvoll herab (HERMANSEN 1967). Doch hat sich gezeigt, daß der Massenanbau auch solcher Sorten Gefahren mit sich bringt, wenn die übrigen Voraussetzungen eine epidemische Entwicklung der Krankheit begünstigen. In diesem Zusammenhang sei auf die Arbeiten von FUCHS und ULLRICH (1972) und HASSEBRAUK und RÖBBELEN (1974) hingewiesen, die sich mit der Definition der Resistenzbegriffe beschäftigen.

Sicherlich auch in Anbetracht der Erkenntnisse um die häufig zeitlich begrenzte Wirkung der Resistenz gegen insbesondere physiologisch spezialisierte Krankheitserreger sind Versuche, Rosterreger chemisch zu bekämpfen, nicht neu und gehen weit zurück. Seit der Jahrhundertwende sind mehr oder weniger umfassende Untersuchungen zu diesem Thema durchgeführt worden. Die wichtigste Literatur hierzu findet sich bei ROWELL (1968), DICKSON (1959) sowie HASSEBRAUK und RÖBBELEN (1975).

Zunächst führten verschiedene Autoren Bekämpfungsversuche mit organischen Verbindungen auf Kupfer- und Schwefelbasis durch. GASSNER und STRAIB (1930b) konnten mit Bordeauxbrühe Rostinfektionen an Weizen im Gewächshaus nahezu völlig unterbinden, wenn die Pflanzen bis fünf Stunden nach der Infektion behandelt wurden. Spätere Behandlungen führten zu weniger guten Erfolgen. Bekämpfungsmaßnahmen mit Schwefel zeigten nur dann eine Wirkung, wenn die Applikation vor Infektionsbeginn erfolgte.

Auch in der heutigen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft nahm man sich dieses Themas frühzeitig an (GASSNER und HASSEBRAUK 1931, 1936; HASSEBRAUK 1938a, 1938b, 1938c, 1940a, 1951, 1952a, 1952b, 1953b, 1956, 1960b). In Feldversuchen (GASSNER und STRAIB 1936) kam es jedoch zu Blattverbrennungen ohne eine befriedigende Bekämpfungswirkung auf den Rost. ERIKSSON und HENNING (1894, 1896) arbeiteten versuchsweise mit Lösungen 0,1 %iger Carbonsäure, 0,04 %igem Eisenchlorid, 0,2 %igem Schwefelkalium ohne den geringsten Bekämpfungserfolg zu erzielen. Gegen die Anwendung von Kupfersalzlösungen bestanden erheblich Bedenken, da dadurch der Futterwert des Stroh erheblich gemindert wurde.

Über eine rostmindernde Wirkung einer Kopfdüngung mit Kalkstickstoff berichten erstmals MÜLLER und MOLZ (1917). GASSNER und STRAIB (1930b) konnten während der Gelbrostepidemie des Jahres 1926 ebenfalls eine infektionsmindernde Wirkung des Kalkstickstoffes feststellen. Weitere Versuche wurden mit Fluorverbindungen, Bor und anderen Spurenelementen durchgeführt. Die Wirkung organischer Verbindungen wie z.B. Pikrinsäure, Acridin, Dithiocarbamate, Nickelsalz und Oxathin wurde ebenfalls getestet. Eine Zusammenstellung all dieser Bekämpfungs Bemühungen findet sich bei HASSEBRAUK und RÖBBELEN (1975). Über die Ertragsbeeinflussung des Weizens durch Gelbrost berichten HENDRIX und FUCHS (1973).

Eine erste erfolgreiche chemische Bekämpfung des Gelbrostes gelang nach LÖCHER und HAMPEL (1973) mit dem Wirkstoff Tridemorph, enthalten in dem Präparat Calixin.

Mit der Einführung und Zulassung systemischer Fungizide bot sich jedoch für die Praxis die Möglichkeit einer wirksamen und wirtschaftlichen chemischen Bekämpfung dieser Krankheit (BARTELS 1980a, 1980b). Alle bis dahin eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurden durch das Präparat Bayleton vor allem in der Nachhaltigkeit der Wirkung übertroffen. Ertragssteigerungen von 80 % bei Sommergerste nach Anwendung dieses Präparates konnte RESCHKE (1978) nachweisen. Bei den damals gelbrostanfälligen Winterweizensorten 'Kraka' und 'Saturn' traten nach Anwendung von Bayleton Mehrerträge von 11 bis 27 % auf (MAYKUHS und HOPPE 1975). Ähnliche Ergebnisse erzielten HARDISON (1975) bei der Bekämpfung von Gelbrost an *Poa pratensis*. Nach schwerem Gelbrostbefall des Weizens in Schleswig-Holstein 1973 zeigte sich erneut die wirt-

schaftliche Bedeutung dieser Krankheit (BARTELS 1983, 1985). In Bekämpfungsversuchen mit unterschiedlich gelbrostanfälligen Sorten (BARTELS 1980a, 1980b; FUCHS und BARTELS 1979) konnte die Möglichkeit der besonders vorteilhaften integrierten Bekämpfung durch Sortenwahl einerseits und Fungizideinsatz andererseits aufgezeigt werden. Durch dieses kombinierte Bekämpfungsverfahren konnten gelbrostbedingte Ertragsausfälle im Weizen von 16 bis 63 % verhindert werden. Hier zeigten sich erstmals Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung wichtiger Getreidekrankheiten (BARTELS 1986, 1987, 1993). Heute stehen zur Bekämpfung von Braun- und Gelbrost eine Vielzahl von hochwirksamen Fungiziden zur Verfügung (Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1997).

### **Zusammenfassung**

*Puccinia striiformis* und *Puccinia recondita* gehören zu den wirtschaftlich bedeutenden Erregern der Getreideroste.

Die heutige Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft begann bereits in den 20er Jahren mit intensiven Forschungsarbeiten auf dem Gebiet dieses wichtigen Krankheitserregerkomplexes. Insbesondere beim Gelb- und Braunrost des Weizens standen Fragen der Biologie und der Epidemiologie, aber insbesondere der Bekämpfung und der Spezialisierung der Erreger im Vordergrund der Untersuchungen. Ziel war es, durch eine umfassende Analyse des Virulenzspektrums des Erregers Voraussetzungen für eine gezielte Krankheitsresistenzzüchtung zu schaffen. Noch heute werden diese Arbeiten fortgesetzt und jährlich Resistenzprüfungen aller Weizensorten- und Zuchtstämme für das Bundessortenamt durchgeführt.

Bedeutende, international anerkannte Persönlichkeiten, die auf dem Gebiet der Getreiderostforschung in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft wirkten, waren die Wissenschaftler GASSNER, STRAIB, HASSEBRAUK und EVA FUCHS.

**Yellow rust and brown rust on wheat — research in the Federal Biological  
Research Centre for Agriculture and Forestry**

**Summary**

*Puccinia striiformis* and *Puccinia recondita* belong to the most important pathogens in cereals with high economic losses. Already in the twenties of this century the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry started to carry out intensive research about these both important pathogens. In particular for yellow rust and brown rust of wheat research was focused on the biology and the epidemiology but also on the control of the diseases and the specialisation of the pathogens. It was the aim to develop the base of resistance-screening strategies by comprehensive analysis of the spectrum of virulence of the pathogens. Today, these studies were still continued and every year screening of varieties in cooperation with the Federal office of plant varieties is carried out regarding the spectrum of virulence of the pathogens. Important researchers in the Federal Biological Research Centre on the area of diseases in cereals were the scientists GASSNER, STRAIB, HASSEBRAUK and EVA FUCHS.

**Literatur**

- BARTELS, G., 1980a: Rostkrankheiten - eine Gefahr für den Getreidebau. *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* **5**, 257-258.
- BARTELS, G., 1980b: Ertragsbeeinflussung durch Gelbrostbefall bei unterschiedlich anfälligen Weizensorten. *Gesunde Pflanzen* **32**, 77-80.
- BARTELS, G., 1983: Wichtige Getreidekrankheiten und ihre Bekämpfung im Norddeutschen Raum. *Gesunde Pflanzen* **11**, 312-321.
- BARTELS, G., 1985: Krankheitsbekämpfung im Weizenbau unter veränderten Bedingungen. *Gesunde Pflanzen* **37**, 164-171.
- BARTELS, GERHARD, 1986: Wirtschaftliche Auswirkungen eines unterschiedlich intensiven Pflanzenschutz- und Düngemittleinsatzes in der Pflanzenproduktion. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem* **232**, 107-109.



- BARTELS, G., 1987: Zur Wirtschaftlichkeit der Krankheitsbekämpfung in Weizen bei differenzierter Stickstoffdüngung und unterschiedlich anfälligen Sorten. Gesunde Pflanzen **39**, 126-134.
- BARTELS, G., 1993: Pflanzenschutz in Agrarökosystemen. BML-Schriftenreihe Reihe A: Angewandte Wissenschaft: Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel in Agrarökosystemen. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster **426**, 7-24.
- BASILE, R., 1957: A diagnostic key for the identification of physiologic races of *Puccinia rubigo-vera tritici* grouped to a unified numeration scheme. Plant Disease Reporter **41**, 508-511.
- BECKER, J., 1933: Zur Immunitätszüchtung des Weizens gegen *Puccinia glumarum* und *Puccinia triticiana*. Kühn-Archiv **38**, 239-305.
- BECKER, J., 1942: Ergebnisse und Erfahrungen bei der Resistenzzüchtung gelbrost-widerstandsfähiger Weizen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **24**, 539-568.
- BECKER, J., 1944: Arbeitsweise und Erfolge in der Weizenzüchtung an der Pflanzenzuchtstation der Universität Halle. Kühn-Archiv **60**, 369-401
- DICKSON, J. G., 1959: Chemical control of cereal rusts. Roting Review **25**, 486-513.
- DYCK, P. L. and D. J. SAMBORSKI, 1968: Genetics of resistance to leaf rust in the common wheat varieties Webster, Loros, Brevit, Carina, Malakoff and Centenario. Canadian Journal of Genetic Cytology **10**, 7-17.
- ERIKSSON, J. und E. HENNING, 1894: Die Hauptresultate einer neuen Untersuchung über die Getreiderosten. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **4**, 66-73, 140-142, 197-203, 257-262.
- ERIKSSON, J. und E. HENNING, 1896: Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur, sowie Maßregeln gegen dieselbe. Stockholm
- ERIKSSON, J., 1894: Über die Spezialisierung des Parasiten bei den Getreiderosten. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft **12**, 292-331.
- FLOR, H.H., 1955: Host-parasite interaction in flax rust. Phytopathology **45**, 680-685.
- FREY, K. F., F. A. BROWNING and M. D. SIMONS, 1973: Management of host resistance genes to control diseases. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **80**, 160-180.
- FUCHS, E. und G. BARTELS, 1979: Unterschiedliches Resistenzverhalten von Weizensorten gegenüber Gelbrost und die Auswirkung auf den Befall und Ertrag. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem **91**, 178-179.
- FUCHS, E. und M. HILLE, 1973: The behaviour of some yellow rust races on differential varieties under different environmental conditions. Proceedings Cereal Rusts Conference, 1968, 146-151.
- FUCHS, E., 1956: Der Stand der Rassenspezialisierung bei Gelbrost *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et. Henn. in Europa. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **8**, 87-93.

- FUCHS, E., 1960a: Physiologische Rassen bei Gelbrost (*Puccinia glumarum* [Schm.] Erikss. et Henn.) auf Weizen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **12**, 49-63.
- FUCHS, E., 1960b: Physiological races in yellow rust (*Puccinia glumarum* [Schm.] Erikss. et Henn.) of wheat. Technische Berichte No. 5 des Nederlands Graan-Centrum, 9-21.
- FUCHS, E., 1963: Physiologische Rassen des Weizen-Gelbrostes (*Puccinia striiformis*) in Europa und einigen Ländern des Vorderen Orients in den Jahren 1959-1962. Robigo **15**, 16-19.
- FUCHS, E., 1965: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizen-gelbrostes (*Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) in den Jahren 1959-1966 und über das Anfälligkeitsverhalten einiger Weizensorten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **17**, 161-176.
- FUCHS, E., 1967a: Vorläufige Mitteilung über das Auftreten einer neuen und gefährlichen Weizengelbrostrasse. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **19**, 77-78.
- FUCHS, E., 1967b: Das Auftreten und die Bearbeitung des Gelbrostes im Staate Washington (USA). Technische Berichte des Nederlands Graan-Centrum, **17**, Wagenin-gen, 85-91.
- FUCHS, E., 1970: Importance of wheat stripe rust in the Near East Proc. Third FAO/Rockefeller Foundation. FAO-Wheat Seminar Ankara, 232-238.
- FUCHS, E., 1972a: Questions of race differentiation work in cereal rusts. in: Bingham, R.T. Hoff, R.J. and McDonald, G.I. (Eds.) Biology of rust resistance in forest trees (Proc. NATO-IUFRO Adv. Study Inst. on Basic Biol. and International Aspects of Rust Reses. in USDA, Washington, Febr. 1972.
- FUCHS, E., 1972b: Some observation with different races of *Puccinia striiformis*. Proceedings of the European and Mediterranean Cereal Rusts Conference, Praha, 135-139.
- FUCHS, E., 1973a: Survey of Yellow Rust Races Found in Europe during the Years 1963-1967. Proceedings Cereal Rusts Conference Peiras, 1968, 74.
- FUCHS, E., 1973b: Das Auftreten der wichtigsten Getreidekrankheiten und -schädlinge in den Jahren 1959 bis 1969 in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **25**, 65-68.
- FUCHS, E., 1980 : Unterschiedliches Resistenzverhalten von Weizensorten gegenüber Gelbrost. Bericht über die Arbeitstagung 1980 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzucht-leiterin Gumpenstein v. 25. bis 27. November 1980
- FUCHS, W. H., 1951: Fortschritte der Resistenzzüchtung bei Getreide im letzten Jahr-zehnt. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **31**, 1-41.
- FUCHS, W. H. u. J. ULLRICH, 1972: Züchtung resistenter Kulturpflanzen . Berichte über Landwirtschaft **50**, 441-453.

- GASSNER, G. und K. HASSEBRAUK, 1931: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mineralsalznahrung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. Physiologische Zeitschrift **3**, 535.
- GASSNER, G. und K. HASSEBRAUK, 1936: Untersuchungen zur Frage der Getreiderostbekämpfung mit chemischen Mitteln. Phytopathologische Zeitschrift **9**, 427-454.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1929: Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten der Weizensorten gegen *Puccinia glumarum*. Phytopathologische Zeitschrift **1**, 215-317.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1930a: Über das Auftreten einer neuen Gelbrostform auf Weizen. Züchter **2**, 313-317.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1930b: Beitrag zur Frage der Getreiderostbekämpfung mit chemischen Mitteln. Phytopathologische Zeitschrift **2**, 361-376.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1934a: Experimentelle Untersuchungen zur Epidemiologie des Gelbrostes (*Puccinia glumarum* [Schm.] Erikss. et Henn.). Phytopathologische Zeitschrift **7**, 285-302.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1934c: Weitere Untersuchungen über biologische Rassen und über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm. Erikss. et Henn.). Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt **21**, 121-145.
- GASSNER, G., und W. STRAIB, 1934b: Untersuchungen über das Auftreten biologischer Rassen des Weizengelbrostes im Jahre 1932. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt **21**, 121-145.
- GASSNER, G. und W. STRAIB, 1936: Untersuchungen zur Bestimmung der Ernteverluste des Weizens durch Gelb- und Schwarzrostbefall, Phytopathologische Zeitschrift **9**, 479-505.
- HARDISON, J. R., 1975: Control of *Puccinia striiformis* by two new systemic Fungicides BAY MEB 6447 and BAS 31702 F. Plant Disease Reporter **59**, 652-655.
- HASSEBRAUK, K. 1936: Untersuchungen über die biologische Spezialisierung von *Puccinia graminis tritici* (Pers.) Erikss. u. Henn. in Deutschland und Südeuropa. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **22**, 65 - 70.
- HASSEBRAUK, K. 1937: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von *Puccinia triticina* Erikss. in Deutschland und einigen anderen europäischen Staaten während der Jahre 1934 und 1935 . Arbeiten an der Biologischen Reichsanstalt für Land - und Forst-wirtschaft **22**, 71 - 89.
- HASSEBRAUK, K. 1938a: Weitere Untersuchungen über Getreiderostbekämpfung mit chemischen Mitteln. Phytopathologische Zeitschrift **11**, 14 - 46.
- HASSEBRAUK, K. 1938b: Beiträge zur chemischen Bekämpfung von Rost auf Kulturpflanzen. Angewandte Botanik **20**, 366 - 373.
- HASSEBRAUK, K. 1938c: Beiträge zur chemischen Bekämpfung von Rost auf Kulturpflanzen. Forschung u. Fortschritt **14**, 368 - 369.
- HASSEBRAUK, K. 1939a: Zur physiologischen Spezialisierung des Weizenbraunrostes in Deutschland im Jahre 1938. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land - und Forstwirtschaft **23**, 31 - 35.

- HASSEBRAUK, K. 1939b: Mit Hilfe neuer Testsorten durchgeführte Untersuchungen über physiologische Spezialisierung von *Puccinia triticina* Erikss. Phytopathologische Zeitschrift **12**, 36 - 50.
- HASSEBRAUK, K. 1940a: Abschließende Untersuchungen über die feldmäßige Verwendungsmöglichkeit von p-Toluolsulfonamid als innertherapeutisch wirkendes Getreiderostbekämpfungsmittel. Phytopathologische Zeitschrift **12**, 509 - 510.
- HASSEBRAUK, K. 1940b: Zur Frage der Wirkung von Außenfaktoren auf verschiedene Stadien von Weizenbraunrostinfektionen. Phytopathologische Zeitung **12**, 490 - 508.
- HASSEBRAUK, K. 1951: Die Einwirkung neuzeitlicher Kontaktinsektizide auf die Braunrostanfälligkeit von Weizenpflanzen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3**, 161 - 164.
- HASSEBRAUK, K. 1952a: Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. II. Weitere Untersuchungen über die rosthemmende Wirkung. Phytopathologische Zeitschrift **18**, 453 - 460.
- HASSEBRAUK, K. 1952b: Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. III. Untersuchungen über den Wirkungsmechanismus von Sulfonamiden und Sulfonen. Phytopathologische Zeitschrift **19**, 56 - 78.
- HASSEBRAUK, K. 1953a: Die physiologische Spezialisierung des Winterbraunrostes *Puccinia triticina* Erikss. in der Deutschen Bundesrepublik während der Jahre 1950/51. Pflanzenzüchtung **32**, 132 - 136.
- HASSEBRAUK, K. 1953b: Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. IV. Anatomische Untersuchungen über den Infektionsverlauf mit Sulfonamid behandelter Getreidekeimpflanzen. Phytopathologische Zeitschrift **21**, 218 - 220.
- HASSEBRAUK, K. 1954: Zur physiologischen Spezialisierung von *Puccinia tritici* Erikss. in der Deutschen Bundesrepublik im Jahre 1952. Pflanzenzüchtung **33**, 354 - 356.
- HASSEBRAUK, K. 1955: Zur physiologischen Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia triticina* Erikss.) im Jahre 1953. Pflanzenzüchtung **34**, 441 - 442.
- HASSEBRAUK, K. und G. RÖBBELEN, 1974: Der Gelbrost, *Puccinia striiformis* West. III. Die Spezialisierung. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem **156**, 1-150.
- HASSEBRAUK, K. und G. RÖBBELEN, 1975: Der Gelbrost, *Puccinia striiformis* West. IV. Epidemiologie, Bekämpfungsmaßnahme. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem **164**, 1-183.
- HASSEBRAUK, K., 1939c: Untersuchungen über den Einfluß einiger Außenfaktoren auf das Anfälligkeitsverhalten der Standardsorten gegenüber verschiedenen physiologischen Rassen des Weizenbraunrostes. Phytopathologische Zeitschrift **12** (3), 233-276.
- HASSEBRAUK, K., 1956: Getreideroste - richtig erkennen, dann bekämpfen. Deutsche landwirtschaftliche Presse **79**, 182-183.
- HASSEBRAUK, K., 1957a: Die physiologische Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia triticina* Erikss.) in Deutschland im Jahre 1954. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **37**, 96-98.

- HASSEBRAUK, K., 1957b: Die physiologische Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia triticina* Erikss.) in Deutschland und einigen anderen westeuropäischen Staaten im Jahre 1956. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **9**, 182-183.
- HASSEBRAUK, K., 1959: Zur physiologischen Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob. *Puccinia triticina* Erikss.) in Deutschland und anderen europäischen Staaten im Jahre 1957. Kritische Bemerkungen zur Methodik der Rassenbestimmungen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **11**, 43-45.
- HASSEBRAUK, K., 1960a: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob., *Puccinia triticina* Erikss.) in Deutschland und einigen anderen europäischen Staaten im Jahre 1958. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **12**, 106-107.
- HASSEBRAUK, K., 1960b: Der Getreiderost - ein auch heute noch nicht bewältigtes Problem der Landwirtschaft. Landwirtschaftlich Umschau **14**, 436-438.
- HASSEBRAUK, K., 1963: Ein Beitrag zur Kenntnis der physiologischen Spezialisierung des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm., *Puccinia triticina* Erikss.) in Westeuropa und dem Mittelmeergebiet. Angewandte Botanik **37**, 162-170.
- HASSEBRAUK, K., 1965a: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizen- und Haferschwarzrostes (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* und f. sp. *avenae*) im Jahre 1963. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **17**, 33-36.
- HASSEBRAUK, K., 1965b: Nomenklatur, geographische Verbreitung und Wirtsbereich des Gelbrostes, *Puccinia striiformis* West. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem **116**, 1-75.
- HASSEBRAUK, K., 1967a: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizenschwarzrostes (*Puccinia graminis tritici*) in den Jahren 1965 und 1966. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **19**, 25-27.
- HASSEBRAUK, K., 1967b: Der Nachweis pathogen abweichender Biotypen in Weizenschwarzroststrassen und die sich daraus ergebenden Folgerungen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **19**, 60-62.
- HASSEBRAUK, K., 1970: Der Gelbrost *Puccinia striiformis* West. II. Befallbild, Morphologie und Biologie der Sporen, Infektion und weitere Entwicklung. Wirkungen auf die Wirtspflanze. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem **139**, 1-111.
- HENDRIX, J. W. and E. FUCHS, 1970: Influence of fall stripe rust infection on tillering and yield of wheat. Plant Disease Reporter **54**, 347-349.
- HENDRIX, J. W. and E. FUCHS, 1973: Influence of fall stripe rust infection on tillering and yield of wheat. Proceedings Cereal Rusts Conference, Oeiras, 8-9, 1968
- HOFFMANN, G.M. und H. SCHMUTTERER, 1983: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge in landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

- HUMPHREY, H.J., E.W. HUNGERFORD and A.G. JOHNSON, 1924: Stripe rust (*Puccinia glumarum*) of cereals and grasses in the United States. *Journal of Agricultural Research* **29**, 209-227.
- JOHNSON, R., STUBBS, R.W. and E. FUCHS, 1972: Nomenclature for physiological Races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. *Transaction British Mycological Society* **58**, 3, 475-480.
- JOHNSTON, C.O. and BROWDER, L.E., 1966: Seventh revision of the International Register of physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. *Plant Disease Reporter* **50** (10), 756-760.
- JOHNSTON, C.O. and LEVINE, M.N., 1955: Fifth revision of the International Register of physiologic races of *Puccinia rubigo-vera* (DC.) Wint. f. sp. *tritici* (Erikss.) Carleton = (*P. triticiana* Erikss.). *Plant Disease Reporter Suppl.* **233**, 105-120.
- JOHNSTON, C.O. and MAINS, E.B., 1932: Studies on physiologic specialization in *Puccinia triticina*. US-Department of Agriculture, Technical Bulletin **313**, 1-23.
- KRÖCHER, C. v. und G. BARTELS, 1991: Aktuelle Virulanzsituation bei Weizengelbrost (*Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **43**, 11, 245-249.
- KRÖCHER, C. v., 1990: Untersuchungen zum Rassenspektrum bei Weizenbraunrost (*Puccinia revordita* Rob. et Desm. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.). Dissertation, Göttingen
- LÖCHER, F. u. M. HAMPEL, 1973: Neue Fungizide zur Bekämpfung von Getreidekrankheiten. *Mitteilungen für den Landbau (BASF) Ludwigshafen* **3**, 146-165.
- MACKO, V. and E. FUCHS, 1970: Effect of Carbon Dioxide on Uredospore Germ Tubes of *Puccinia striiformis*. *Phytopathology* **60**, 1529-1530.
- MAINS, E. B. and H. S. JACKSON, 1926: Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticiana* Erikss.. *Phytopathology* **16**, 89-120.
- MAYKUHS, F. und HOPPE, H, 1976: Auftreten und Bekämpfung von Gelbrost (*P. striiformis*) an Weizen im Gebiet des Pflanzenschutzamtes Hannover 1975. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **28**, 40-42.
- MÜLLER, H. C. und E. MOLZ, 1917: Über das Auftreten des Gelbrostes (*Puccinia glumarum*) am Weizen in den Jahren 1914 und 1916. *Fühlings landwirtschaftliche Zeitschrift* **66**, 42-55.
- PERSON, C., 1959: Gene-for-gene relationships in most parasite systems. *Canadian Journal of Botany* **37**, 1101-1130.
- PERSON, C., SAMBORSKI, D. J. and D.R. ROHRINGER, 1962: The gene-for-gene concept. *Nature* **194**, 561-562.
- RESCHKE, M, 1978: Bringt der Gelbrost noch Probleme? *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft* **7**, 384-386.
- ROEMER, TH, W. H. FUCHS und K. ISENBECK, 1938: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen, Berlin 1938.

- ROEMER, TH., 1942: Ausgangsmaterial für die Resistenzzüchtung bei Getreide. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **24**, 304-332
- ROSENSTIEL, K.v., 1967: Gedanken zum Thema Resistenzzüchtung. Angewandte Botanik **41**, 100-108.
- ROWELL, J. B., 1968: Chemical Control of the cereals rusts. Annual Review of Phytopathology **6**, 243-262.
- SAMBORSKI, D. J., 1968: Leaf rust of wheat in Canada 1967. Canadian Plant Disease Survey **48** (1), 6-8.
- SCHEIBE, A., 1928: Studien zum Weizenbraunrost, *Puccinia triticiana* Erikss. I. Methoden und Ergebnisse bei der Bestimmung seiner physiologischen Formen/Biotypen. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **16**, 4, 575-608.
- SCHEIBE, A., 1929: Die Bedeutung der Spezialisierungsfrage bei den Getreiderostpilzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Züchter **1**, 165-171.
- SCHEIBE, A., 1930: Studien zum Weizenbraunrost, *Puccinia triticiana* Erikss. III. Über die geographische Verteilung der einzelnen physiologischen Formen und Formkreise in Deutschland und in seinen angrenzenden Gebieten. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **18**, 1, 56-82.
- SHARP, E. L. and E. FUCHS, 1982: Additive genes in wheat for resistance to stripe (yellow) rust (*Puccinia striiformis* Westend.). Crop Protection **1**, 1982 - 189.
- STAKMAN, E. L. and PIEMEISEL, F. J., 1917: Biologie forms of *Puccinia graminis* on cereals and grasses. Journal of Agricultural Research **10**, 429-495.
- STRAIB, W., 1929: Die Bewertung und Bedeutung künstlicher Rostinfektionsversuche für die Pflanzenzüchtung, mit besonderer Berichtigung des Gelbrostes. Züchter **1**, 217-223.
- STRAIB, W., 1935a: Auftreten und Verbreitung biologische Rassen des Gelbrostes (*Puccinia glumarum* [Schm.] Erikss. et Henn.) im Jahre 1934. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **21**, 435-466.
- STRAIB, W., 1935b: Über Gelbrostanfälligkeit und -resistenz der Gerstenarten. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **21**, 467-481.
- STRAIB, W., 1936: Auftreten und Verbreitung biologischer Rassen des Gelbrostes. Forschung und Fortschritt **12**, 149-150.
- STRAIB, W., 1937a: Untersuchungsergebnisse zur Frage der biologischen Spezialisierung des Gelbrostes (*Puccinia glumarum*) und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchtung. Züchter **9**, 118-129.
- STRAIB, W., 1937b: Untersuchungen über das Vorkommen physiologischer Rassen des Gelbrostes (*Puccinia glumarum*) in den Jahren 1935/36 und über die Aggressivität einiger neuer Formen auf Getreide und Gräsern. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **22**, 91-119.
- STRAIB, W., 1937c: Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenzwergrostes *Puccinia simplex* (Kcke.) Erikss. et Henn. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **22**, 43-63.

- STRAIB, W., 1939a: Untersuchungen zur Frage der Spezialisierung der Rostpilze. *Landwirtschaftliches Jahrbuch* **87**, 698-699.
- STRAIB, W., 1939b: Weitere Beiträge zur Frage der Spezialisierung von *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn.. *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **22**, 571-579.
- STUBBS, R. W., H. VECHT and E. FUCHS, 1968a: Report on the „Yellow Rust Trial Project „, in 1966. *Technische Berichte, Nederlands Graan-Centrum* **18**, Wageningen, 64 S.
- STUBBS, R. W. and E. FUCHS, 1965: Report on the „Yellow Rust Trials Project“ in 1963. *Nederland Graan-Center, Technische Berichte* **14**, 89 S.
- STUBBS, R. W., H. VECHT and E. FUCHS, 1966: Report on the „Yellow Rust Trials Project“ in 1964. Wageningen, 112 S.
- STUBBS, R. W., H. VECHT and E. FUCHS, 1967: Report on the „Yellow Rust Trial Projekt“ in 1965. *Technische Berichte, Nederlands Graan-Centrum* **16**, Wageningen, 54 S.
- STUBBS, R. W., H. VECHT and E. FUCHS, 1968b: Report on the „Yellow Rust Trials Project“ in 1967, *Technische Berichte, Nederlands Graan-Centrum* **19**, Wageningen, 66 S.
- STUBBS, R. W., H. VECHT and E. FUCHS, 1970: Report on the „Yellow Rust Trials Project“ in 1968. *Technische Berichte, Nederlands Graan-Centrum* **20**, Wageningen, 60 S.
- STUBBS, R.W., 1968: Differences in reaction to *Puccinia striiformis* between first and second leaves in wheat crosses. *Netherland Journal of Plant Pathology* **74**, 122-123.
- ÜBELS, E. and E. FUCHS, 1965: Report on the „Yellow rust trials project“ in 1962. *Sticht. Nederlands Graan-Centrum, Technische Berichte Nr.* **12**, 82 S.



# Bedeutungswandel von Krankheiten der Gerste — dargestellt am Beispiel der Helminthosporiosen und der Rhynchosporium - Blattfleckenkrankheit

Edelgard Sachs

## Einleitung

Die Darstellung der Geschichte dieser Krankheiten und deren Bearbeitung wird durch ihre wechselnden Bezeichnungen erschwert. Deshalb sollen eingangs die heute gültigen deutschen und wissenschaftlichen Namen der Erreger und deren frühere Bezeichnungen, die Synonyme, aufgeführt werden. Erwähnung finden nur die Helminthosporiosen an Getreide, die in Deutschland eine große wirtschaftliche Bedeutung erlangten.

- Streifenkrankheit der Gerste - *Drechslera graminea* (Rabenh. et Schlecht.) Shoemaker, Synonym: *Helminthosporium gramineum* Rabenh. et Schlecht.
- Netzfleckenkrankheit der Gerste - *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker, Synonym: *Helminthosporium teres* Sacc.; deutsche Synonyme: Blattfleckenkrankheit, Braunfleckigkeit.
- *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit - *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis; Synonyme: *Rhynchosporium graminicola* Fckl., *Marssonina secalis* (Oud.) Magn.

In dieser Abhandlung wird jeweils der im Originaltext genannte Name beibehalten.

## Streifenkrankheit der Gerste

Sprach man zu Anfang des Jahrhunderts in Deutschland über Blattkrankheiten der Gerste, so wurde an erster Stelle die Streifenkrankheit genannt. Sie war überhaupt eine der gefürchtetsten Krankheiten der Gerste. Ihr Erreger wird durch das Saatgut übertragen, infiziert im weiteren Verlauf die befallenen Pflanzen systemisch und führt an den Blättern zu Streifenchlorosen. Im fortgeschrittenen Stadium werden diese Streifen nekrotisch. Die befallenen Pflanzen bilden keine Ähren bzw. die Ähren bleiben überwiegend in den Blattscheiden stecken und sind taub. Das kann zu erheblichen Ertragsausfällen führen. So informierten bereits APPEL und GASSNER (1906) im Bericht über die Tätigkeit der

Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft (KBA) über ein starkes Auftreten der Streifenkrankheit der Gerste. RIEHM (1912, 1916, 1920, 1921, 1923, 1925) führte Beizversuche zur Bekämpfung von verschiedenen Getreidekrankheiten durch, wobei die Streifenkrankheit der Gerste im Vordergrund stand. Sein Bestreben war es, neben der Bekämpfung der Krankheiten auch eine zuverlässige Bewertung von Beizverfahren, Beizmitteln und Beizmaschinen vorzunehmen (TRAPPMANN 1952). Er kann deshalb wohl zu Recht als einer der Väter des Beizverfahrens sowie der Mittelprüfung bezeichnet werden (Abb.1). Somit ist die Geschichte der Streifenkrankheit eng verbunden mit der Geschichte der Beizung. Im Vorfeld dieser Arbeiten waren Untersuchungen zur Biologie des Erregers und insbesondere zur Art seines Angriffs auf die Wirtspflanze erfolgt. Diese Ergebnisse bildeten die wissenschaftliche Grundlage für die Beizung. Darüber hinaus fanden sie Eingang in einige phytopathologische Lehrbücher. Dazu gehörten „Die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung“ von RIEHM (1927) und „Getreidekrankheiten“ von APPEL (1931).



Abb. 1: Eduard Riehm



## Die Streifenkrankheit der Gerste

Von Direktor Dr. E. Niehm.



Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Auf Gerstenfeldern findet man häufig im Frühjahr Pflanzen, deren Blätter hellgefärbte Längsstreifen aufweisen. Nach kurzer Zeit werden diese Streifen gelb, das verfärbte Gewebe stirbt ab, und schließlich geht das Blatt, bisweilen auch die ganze Pflanze, zugrunde. In den meisten Fällen wird diese Krankheitserscheinung übersehen; bemerkt man sie doch, so denkt man wohl an Beschädigungen der Wurzeln durch Drahtwürmer oder andere Insektenlarven und mißt der Krankheit keine besondere Bedeutung bei, zumal sie sich nur an vereinzelt Pflanzen zeigt.

Deutlicher wird das Krankheitsbild kurz vor dem Schossen der Ähren. Von den dunkelgrünen Blättern heben sich gelb umrandete, braune Längsstreifen scharf ab. Man sieht diese Streifen zuerst auf den ältesten, später auch auf den jüngeren Blättern der erkrankten Pflanzen. Auf einem einzigen Blatt können vier oder auch noch mehr parallele Längsstreifen auftreten. (Abb. 1.) Die erkrankten Blätter sind am Grunde schlaff und hängen herab. Stirbt das verfärbte Gewebe ab, so zerschließen die Blätter vollständig und gehen zugrunde; meist sind auch die Blattscheiden braun gefärbt. Wegen der sehr ins Auge fallenden Längsstreifen auf den Blättern wird die Krankheit Streifenkrankheit genannt.

Alle Flugblätter und Merkblätter sind käuflich zu haben bei der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19, Postfachkonto Berlin Nr. 75, und den amtlichen Pflanzenschutzstellen. Einzelnnummer 10 Pfg., von 10 an 5, von 100 an 4, von 1000 an 3 Pfg., bei freier Zusendung; Berechnung nach Nummern, nicht nach Stückzahl. — Auf Einsendung von RM. 1,50 läßt sich werden neue Nummern und Auflagen laufend überandt. Ein Verzeichnis der erschienenen Flugblätter und Merkblätter sowie eine Probenummer können auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden. — Nachdruck unter Quellenangabe gestattet und erwünscht.

VOGT (1923) schloß die Lücken in der Kenntnis der Krankheitsübertragung, indem er die Saatgutübertragbarkeit nachwies. Er lieferte damit die wissenschaftliche Begründung der Bekämpfbarkeit der Streifenkrankheit mit Saatgutbeizen. WINKELMANN (1929) führte die Infektionsversuche mit dem Erreger der Streifenkrankheit weiter und stellte fest, daß es sich bei diesen Infektionen nicht um Blüten-Keimlingsinfektionen, sondern um Korn-Keimlingsinfektionen handelte. In Form eines Flugblattes (Abb. 2) mit zahlreichen Auflagen machte RIEHM (1925a, 1925b, 1927, 1929, 1936) die breite Öffentlichkeit mit Biologie, Schadwirkung und Bekämpfung der Streifenkrankheit der Gerste bekannt. Jede Neuauflage des Flugblattes zeigte deutlich den Erkenntnisfortschritt bezüglich der Beiztechnik und der Beizmittel. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen zur Sortenresistenz. Wurden anfangs größere Sortenunterschiede erwähnt, schrieb RIEHM in der Ausgabe von 1936, daß die Aussagen zur Sortenresistenz sehr widersprüchlich sind.

In der folgenden Zeit wird diese Krankheit der Gerste nicht weiter wissenschaftlich bearbeitet. Das Wesentliche war bekannt, und durch die Bereitstellung von Beizmitteln war eine wirksame Bekämpfung möglich. Trotzdem scheint die Durchsetzung der Getreidebeizung etwas problematisch gewesen zu sein. So schrieb BLUNCK (1933), daß es unter den Praktikern bisweilen Zweifel gab, ob das Beizverfahren tatsächlich wirtschaftlich sei. Dadurch kam es zum Rückgang des Beizmittel-Absatzes. BLUNCK führte an, daß bis zu diesem Zeitpunkt ca. 40-50 % des Saatgetreides einer Beizung unterzogen wurden. Bis 1935/36 erhöhte sich der Prozentsatz an gebeiztem Getreidesaatgut bereits auf 55,7 % (ANONYM 1937). Später gab es auch Versuche, das Saatgut mit nichtchemischen Verfahren zu behandeln. Dazu gehörten die Versuche von JOHANNES (1959), Ultraschall einzusetzen, die allerdings erfolglos blieben. Wesentlich bessere Ergebnisse lieferte die Elektronenbeizung. LINDNER et al. (1990) erreichten damit bei Wintergerste einen Wirkungsgrad von über 80 % gegenüber *Drechslera graminea*.

In Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst wurde durch die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRA) und ihre Folgeeinrichtungen das Auftreten der Schaderreger erfaßt und in deren Zeitschriften publiziert. Ab Mitte der zwanziger Jahre nahm darin die Streifenkrankheit der Gerste einen wichtigen Platz ein. So berichtete PAPE (1922) über einen sehr starken Befall. Deutlich ist in diesen Beiträ-

gen zu erkennen, daß sich mit dem Durchsetzen der Beizung das Auftreten der Krankheit nur noch auf ungebeizte Bestände beschränkte (PAPE 1930; VOELKEL und KLEMM 1936). Auch in den Publikationen zum Auftreten der Schaderreger der BBA von Berlin-Dahlem und Braunschweig und der Biologischen Zentralanstalt (BZA) von Kleinmachnow wurde über den Befall der Gerste mit der Streifenkrankheit weiterhin berichtet.

Das noch immer vereinzelt starke Auftreten (HÄRLE 1951; MASURAT und STEPHAN 1960) war vermutlich auf mangelhafte Beizung infolge der schwierigen wirtschaftlichen Lage zurückzuführen. Auch in der Gegenwart gibt es Beobachtungen, die zeigen, wie bedeutsam die Krankheit noch immer sein kann. So stellte NEUHAUS (mdl. Mitt.) zu Beginn der 90er Jahre einen sehr stark befallenen Wintergerstenbestand auf dem Marienhof bei Eberswalde fest. Dieser Betrieb, der bereits seit Jahrzehnten ökologisch wirtschaftet, verwendete ungebeiztes Saatgut aus eigenem Nachbau. Auch eigene Auszählungen an einem Sommergerstenfeld 1996 in der Eifel (unveröff.) ergaben 30 % befallene Halme. Bei dieser Befallsfläche handelte es sich zwar nur um einen kleinen Bestand, der im Nebenerwerb bewirtschaftet wurde, trotzdem zeigt das dennoch die potentielle Gefahr, die von der Streifenkrankheit der Gerste ausgehen kann. Abschließend sollte noch erwähnt werden, daß die Beizung die bisher einzige Möglichkeit der chemischen Bekämpfung der Krankheit ist. Da mit der Beizung eine ökonomische und auch durch aus umweltfreundliche Bekämpfungsmaßnahme zur Verfügung steht, wurde bisher auf die Resistenzzüchtung verzichtet.

### **Netzfleckenkrankheit**

Die Netzfleckenkrankheit ist überwiegend windbürtig, kann jedoch auch vom Saatgut ausgehen. Die namensgebende Netzzeichnung tritt jedoch nicht immer auf den Flecken auf, was die Erkennbarkeit der Krankheit wesentlich erschwert. Ertragsausfälle kommen durch die Verringerung der Assimilationsfläche und durch die Wirkung der vom Pilz gebildeten Toxine zustande. RIEHM (1920, 1925a, 1925b; 1927, 1929, 1936) beschrieb die Blattfleckenkrankheit als verwechselbar mit der Streifenkrankheit, hob aber hervor, daß diese Krankheit kaum von praktischer Bedeutung sei. Auch in den Berichten der BRA zum Krankheitsauftreten wurde die Fleckenkrankheit eher beiläufig, bzw. im Zusammenhang mit der Streifenkrankheit erwähnt. So schrieb PAPE (1922): „Sehr stark

traten die Streifen- und die Fleckenkrankheit der Gerste auf (*Helminthosporium gramineum*, *H. teres*), die sich von Jahr zu Jahr weiter ausbreiten. Beide Krankheiten werden nicht streng auseinander gehalten, so daß auf Grund der Meldungen nie mit Sicherheit zu sagen ist, ob die gefährliche Streifenkrankheit oder die weniger schädliche Fleckenkrankheit aufgetreten ist. Nicht selten wurden Schäden von 30 % ermittelt.“ Aus dem Jahr 1924 berichtete PAPE (1927) von stärkerem Auftreten der Braunfleckigkeit an Wintergerste, betonte jedoch, daß kein Schaden angerichtet wurde. Über einen längeren Zeitraum wurde die Krankheit dann kaum beachtet. Wissenschaftliches Interesse erweckte der Erreger der Netzfleckenkrankheit erst nach dem starken Auftreten in den deutschen Gerstenbeständen Ende der 70er bis Anfang der 80er Jahre. Diese Befallszunahme wird auf Intensivierungsmaßnahmen und Veränderungen der Produktionstechnik zurückgeführt. In der BBA sowie in der BZA fand die Krankheit lediglich Berücksichtigung in der Amtlichen Mittelprüfung (BARTELS et al. 1982; NEUHAUS und MORITZ 1986). NEUHAUS und MORITZ befaßten sich darüber hinaus mit der Bedeutung der Krankheit und den Auswirkungen des Befalls auf die Ertragsparameter. Sie ermittelten an einer stark anfälligen Sommergerstensorte durch zweimaligen Einsatz von Tilt 250 EC einen Ertragsanstieg von 21,7 % im Vergleich zur Kontrolle. Außerdem stellten sie fest, daß weder national noch international resistente Sorten in größerem Umfang im Anbau sind und daß deshalb eine gezielte Überwachung und Bekämpfung der Netzfleckenkrankheit erforderlich sei. Da besonders zur Beeinflussung der Ertragsbildungsprozesse und zur Physiologie der Schadwirkung von *Drechslera teres* wenig Informationen vorlagen, führte SEIDEL (1990) zu dieser Problematik grundlegende Untersuchungen durch. So wurde der Einfluß des Befalls auf die Aminosäurezusammensetzung beleuchtet (SEIDEL 1991), und es konnte auch gezeigt werden, daß entgegen bisherigen Meinungen die Stickstoffaufnahme der Gerste durch einen Befall mit *D. teres* nicht gehemmt ist und daß die reduzierte N-Menge in den Körnern zur Reife auf verschiedene andere Ursachen zurückzuführen ist (SEIDEL 1990, 1992a). Weiterhin erfolgten Ausführungen zu geographischer Verbreitung, Wirtspflanzenkreis, Taxonomie und Genetik (SEIDEL 1992b). Das Vorkommen von mehreren *Drechslera*-Arten auf der Gerste mit sehr variablen Symptombildern und die Unmöglichkeit, sie *in vitro* zu bestimmen, waren der Anlaß zu Untersuchungen zur Taxonomie der *Drechslera*-Arten von NIRENBERG et al. (1994). Mit Hilfe der RAPD-Analyse konnte geklärt werden, daß es sich offensichtlich bei *Drechslera tuberosa*, *D. hordei* und *D. teres* f. *maculata* um Synonyme handelt.

Seit 1992 erfolgt die Resistenzprüfung des deutschen Gerstensortiments gegenüber der Netzfleckenkrankheit durch die BBA in Amtshilfe für das Bundessortenamt. Es stellte sich heraus, daß sich für diesen Zweck Feldversuche am besten eignen, da sich bei einer Anzahl von Sorten die Resistenz der Jungpflanzen von denen der adulten Pflanzen unterscheidet (SACHS 1992) und die Jungpflanzenresistenz infolge der üblicherweise durchgeführten Beizung eine wesentlich geringere Bedeutung erlangt. Prüfung und Auswertung erfolgen nach einer methodischen Anleitung und dem entsprechendem Computerprogramm (MOLL et al. 1996). Nachteilig wirkt sich bei Feldprüfungen das Auftreten weiterer Blattflecken aus, was zu Verwechslungen führen kann. Daher wurden Arbeiten zur Symptomatologie aufgenommen, die zur Sicherheit der Boniturergebnisse beitragen sollen (OBST et al. 1995; SACHS 1995a; SACHS und KLAPPACH 1996). Bei den Resistenzuntersuchungen stellte sich heraus, daß im deutschen Gerstensortiment gegenüber der Netzfleckenkrankheit keine vollresistenten Sorten vorhanden sind, es existieren jedoch mehr oder weniger große Unterschiede im Grad der Anfälligkeit (SACHS 1995b). Um eine effektive Netzflecken-Resistenzzüchtung betreiben zu können, ist es erforderlich, die Schaderregerpopulation genau zu charakterisieren. Die zu diesem Zweck durchgeführte Virulenzanalyse von 54 Isolaten von *D. teres* aus ganz Deutschland auf einem Sortiment von 16 Differentialsorten ergab ein Spektrum von 29 Pathotypen, die allerdings auf Grund der überaus großen Variabilität des Pathogens nicht sehr klar voneinander unterscheidbar waren. Eine geographische Zuordnung dieser Pathotypen war nur teilweise möglich (KLAPPACH et al. 1996). Da die Netzfleckenkrankheit inzwischen zu den wichtigsten Gerstenkrankheiten zählt - 1996 war sie in Deutschland die wichtigste Blattkrankheit der Gerste (SACHS 1996) - ist die Forcierung der Resistenzzüchtung unbedingt erforderlich. Wenn auch zur chemischen Bekämpfung eine Anzahl gut wirksamer Beizmittel und Fungizide zur Verfügung steht (Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil I, 1996), so wäre die Bereitstellung von resistenten Sorten ein wichtiger Schritt in Richtung des integrierten Pflanzenschutzes.

### **Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit**

Bei der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit treten die charakteristischen Symptome vorwiegend auf den Blattspreiten und in den Blattachseln auf. Die anfangs wäßrigen

blaugrünen Flecke vertrocknen von der Mitte her, erscheinen später graubräunlich und weisen dann einen braunen Rand auf. Diese Flecke sind unregelmäßig geformt und können bei stärkerem Befall miteinander verschmelzen. Die Infektion geht von befallenen Pflanzenresten oder Körnern aus. Ertragsverluste entstehen durch Reduktion der assimilationsfähigen Blattmasse.

Die Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit machte einen ähnlichen Wandel in der wirtschaftlichen Bedeutung durch wie die Netzfleckenkrankheit. Zwar wird die Biologie des Erregers schon sehr genau von BARTELS (1928) beschrieben, ebenso die schädigende Wirkung, doch offensichtlich nahm man keine Notiz von der Gefahr, die von dem Pilz ausging. HAUPTFLEISCH (1929), der feststellte, daß Naßbeizen gegen *Marssonina graminicola* wirksam sind, vertrat die Meinung, daß die Krankheit keine wirtschaftliche Bedeutung erlangen wird. Mitunter wurde *Rhynchosporium secalis* auch nicht erkannt. STRAIB (1938) beschrieb die Krankheit beim Auftreten im Gewächshaus als eine nicht-parasitäre Blattkrankheit. Daß es sich dabei jedoch um *R. secalis* handelte, stellte später KAJI-WARA (1963) an Hand von Fotos fest. KAJIWARA erklärte das mit dem etwas anderen Erkrankungsbild im Gewächshaus und dem relativ späten Erscheinen von Konidien von *R. secalis* auf den Blättern. Im weiteren Verlauf bis zum Ende der 70er Jahre fand die Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit im Schrifttum der BBA kaum Erwähnung. Offensichtlich stieg der Befallsdruck durch die Krankheit derartig an, daß von der chemischen Industrie mehrere Fungizide zur Mittelprüfung angeboten wurden. Deshalb wurde 1979 eine spezielle Richtlinie zur Prüfung von Fungiziden gegen die *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit herausgegeben (BARTELS et al. 1979). Aber erst in den 80er Jahren wird der Bedeutung der Krankheit Rechnung getragen. PALTÍ und SCHOLZ (1982) werteten die Informationen des Pflanzenschutzes aus und versuchten, aus meteorologischen Daten Hinweise auf das zu erwartende Auftreten der Krankheit zu erhalten. MIELKE (1983, 1987) trug mit seinen Ausführungen zu Biologie, Schadensausmaß und Bekämpfung der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit dazu bei, daß die Krankheit auch in breiten Kreisen der Landwirte allgemein bekannt wurde. Seit 1992 erfolgen in der BBA die Arbeiten zur Resistenzprüfung an Gerste in Amtshilfe für das Bundessortenamt. Dabei erweist sich, ähnlich wie bei der Netzfleckenkrankheit, die Feldprüfung am aussagefähigsten. Es wurde festgestellt, daß es im deutschen Gerstensortiment bisher keine vollresistenten Sorten gibt. Besonders bei der Wintergerste konn-



ten jedoch schon eine Reihe von Sorten bereitgestellt werden, die bereits über eine relativ gute Resistenz verfügen (SACHS 1994). Im deutschen Roggensortiment gibt es hingegen kaum Unterschiede in der *Rhynchosporium*-Resistenz. Alle Sorten werden mehr oder weniger stark durch den Pathogen geschädigt. Die Erfassung quantitativer Resistenzunterschiede bei Wintergerste im Rahmen der Züchtung ist inzwischen mittels ELISA möglich (FOROUGH-WEHR et al. 1995, heute Bundesanstalt für Züchtungsforschung). Auch wenn gegenwärtig ein wirksames Beizmittel und bei späterem Befall die entsprechenden Fungizide zur Bekämpfung der Krankheit bereit stehen (Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil I., 1996), sind wie bei der Netzfleckenkrankheit als umweltfreundliche Alternative weitere Anstrengungen von Seiten der Züchter erforderlich, um die *Rhynchosporium*-Resistenz von Gerste zu erhöhen. Bei Roggen sollte mit der Resistenzzüchtung begonnen werden.

### **Zusammenfassung**

Die Bedeutung der Streifenkrankheit der Gerste veränderte sich in diesem Jahrhundert von einer der wichtigsten Krankheiten zu einer Krankheit, die man in den Gerstebeständen kaum mehr findet. Das konnte dank konsequenten Beizens erreicht werden. Bei der Netzfleckenkrankheit und der *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit verlief die Entwicklung genau umgekehrt. Von unbeachteten Krankheiten avancierten sie zu den wichtigsten Blattkrankheiten der Gerste und bei *Rhynchosporium* auch des Roggens. Diese Entwicklungen spiegeln sich sehr deutlich im Schrifttum der BBA und deren Vorgängerinnen wieder. Das Resistenzniveau gegenüber der Netzfleckenkrankheit und *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit ist in den deutschen Gersten- bzw. Roggensorten relativ niedrig. Deshalb sollte die Resistenzzüchtung gegenüber diesen Krankheiten forciert werden.

## The changes of importance of diseases with regard to barley stripe, net blotch and scald

### Summary

The change of importance of diseases in Germany will be shown on the basis of publications of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry and its predecessors. The barley stripe (*Drechslera graminea*) was in former time one of the most important diseases of barley, but in present time the barley stripe does't have any importance as a result of seed treatment. Concerning net blotch (*Drechslera teres*) and scald (*Rhynchosporium secalis*) the trend is contrary. At the beginning of the century little attention had been paid to them. The level of resistance with regard to net blotch and scald in the German assortments of barley and rye respectively is moderate. For that reason the resistance breeding against these diseases should be forced.

### Literatur

- ANONYM, 1937: Die Verwendung von gebeiztem Saatgut 1935/36. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 17, 24-25.
- ANONYM, 1996: Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil I, Ackerbau - Wiesen und Weiden - Hopfenbau - Nichtkurland. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundesrepublik Deutschland, 44, 15-87
- APPEL, O., 1931: Getreidekrankheiten. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
- APPEL, O. und GASSNER, G., 1907: Bericht über die Tätigkeit der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1906. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 4, 14.
- APPEL, O. und RIEHM, E., 1913: Zur Bekämpfung der Streifenkrankheit der Gerste. Bericht über die Tätigkeit der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1912. In: Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 14, 9-10.
- BARTELS, F., 1928: Studien über *Marssonina graminicola*. Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich 5, 73-114.

- BARTELS, G., BAUERS, C., BEER, E., DUTZMANN, S., EHLE, H., 1979: Richtlinien für die Prüfung von Fungiziden gegen *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis an Getreide. Richtlinien für die Amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 4-5.1.9, 1-6.
- BARTELS, G., BAUERS, C., BEER, E., DUTZMANN, S., EHLE, H., 1982: Beizmittel gegen Getreidekrankheiten. Richtlinien für die Amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 4-5.1.9, 1-7.
- BLUNCK, H., 1933: Die Bekämpfung der Getreideschädlinge und -krankheiten. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft v. 15. April, 306-308.
- FOROGHI-WEHR, B., LIND, V., ZÜCHNER, S., RABENSTEIN, F., 1995: Different Assessment Techniques of Leaf Blotch (*Rhynchosporium secalis* [Oud.] Davis) in Winter Barley after Artificial Inoculation. Journal of Phytopathology 143, 553-559.
- HÄRLE, A., 1951: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen 1950. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 3, 149.
- HAUPTFLEISCH, K., 1929: Über den Einfluß von Saatbeizmitteln auf das Auftreten von *Marssonina graminicola* an Gerste. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 9, 27-28.
- JOHANNES, H., 1959: Die Behandlung von Gerstensaatgut mit Ultraschall zur Bekämpfung des Flugbrandes und der Streifenkrankheit. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 11, 33.
- KAJIWARA, T., 1963: *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis (*Marssonina secalis* Oud.) auf Gerstenkeimpflanzen im Gewächshaus. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 15, 56-57.
- KLAPPACH, K., SACHS, E., FEHRMANN, H., 1996: Virulenzspektrum des Erregers der Netzfleckenkrankheit der Gerste, *Drechslera teres* f. *teres* Sacc. (Shoem.), in Deutschland. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 321, 302
- LINDNER, K., BURTH, U., JAHN, M., MÜLLER, P., MOTTE, G., SCHOLZE, F., GABER, K., 1990: Die Wirkung der Elektronenbeizung auf ausgewählte samenbürtige Schaderreger und die Getreidepflanze. 6. Internationales Symposium Schaderreger des Getreides, Jubiläumsveranstaltung 100 Jahre Pflanzenschutzamt Halle Teil II, 341-342.
- MASURAT, G. und S. STEPHAN, 1960: Das Auftreten der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge 1958 und 1959 im Bereich der DDR. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 14, 154.
- MIELKE, H., 1983: Blattfleckenkrankheit der Gerste und des Roggens. Bauernblatt/Landpost vom 2. Juni, 45-46.
- MIELKE, H., 1987: *Rhynchosporium* - Blattfleckenkrankheit der Gerste und des Roggens. Informationen zum Integrierten Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 39, 89-90.
- MOLL, E., WALTHER, U., FLATH, K., PROCHNOW, J., SACHS, E., 1996: Methodische Anleitung zur Bewertung der partiellen Resistenz und die SAS-Anwendung RESI. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 12, 1-60.

- NEUHAUS, W. und MORITZ, D., 1986: Ergebnisse zur Bekämpfung der Netzfleckenkrankheit (*Pyrenophora teres* Drechsler) in Sommergerste. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **40**, 84 - 87.
- NIRENBERG, H. I., SCHÜLER, K., HERING, O., DEML, G., 1994: RAPD-Analysen von an Gerste vorkommenden *Drechslera*-Arten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 178.
- OBST, A., SACHS, E., GEBHARD, CH., APPEL, J., BEER, E., HABEKUSS, A., KIEWNICK, L., ZIMMERMANN, H., 1995: Die häufigsten Blattflecken der Gerste. Pflanzenschutz-Praxis **2**, 21-28.
- PALTI, J. und SCHOLZ, M., 1982: Zum Zeitpunkt verstärkten Auftretens der *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis* [Oudem.] J. J. Davis) auf Getreide in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **34**, 1-2.
- PAPE, H., 1922: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **23**, 49.
- PAPE, H., 1927: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1922-1924. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **30**, 295.
- PAPE, H., 1930: Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **40**, 58-75.
- RIEHM, E., 1916: Prüfung von Beizmitteln zur Bekämpfung einiger Getreidekrankheiten. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft **16**, 8-9.
- RIEHM, E., 1920: Über die Helminthosporien der Gerste. Bericht über die Tätigkeit der Biologischen Reichsanstalt für Land und Forstwirtschaft. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **16**, 43-45.
- RIEHM, E., 1921: Versuche zur Bekämpfung von Getreidekrankheiten. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **21**, 44-45.
- RIEHM, E., 1925a, 1925b; 1927, 1929, 1936: Die Streifenkrankheit der Gerste. Flugblatt Nr. **68** (2.-6. Auflage) aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 4 S.
- RIEHM, E., 1927: Die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Verlag Paul Parey.
- SACHS, E., 1992: Entwicklung von Methoden der Resistenzprüfung gegenüber der Netzfleckenkrankheit und der *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit an der Gerste und erste Ergebnisse der Resistenzprüfung gegen diese Krankheiten. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Jahresbericht, 34-35.
- SACHS, E., 1994: Untersuchungen zur Resistenz von Gerste gegenüber der Netzfleckenkrankheit, verursacht durch *Drechslera teres* (Hauptfruchtform *Pyrenophora teres*) und der *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit, verursacht durch *Rhynchosporium secalis*. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Jahresbericht, 57.

- SACHS, E., 1995: Netzflecken nicht auf die leichte Schulter nehmen. Bauernzeitung **40**, 22-23.
- SACHS, E., 1995: Untersuchungen zur Resistenz von Gerste gegenüber der Netzfleckenkrankheit, verursacht durch *Drechslera teres* (Hauptfruchtform *Pyrenophora teres*) und der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit, verursacht durch *Rhynchosporium secalis*. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Jahresbericht, 61.
- SACHS, E., 1996: Untersuchungen zur Resistenz von Gerste gegenüber der Netzfleckenkrankheit, verursacht durch *Drechslera teres* (Hauptfruchtform *Pyrenophora teres*) und Untersuchungen zur Resistenz von Gerste und Roggen gegenüber der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit, verursacht durch *Rhynchosporium secalis*. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Jahresbericht, 50.
- SACHS, E. und K. KLAPPACH, 1996: Netzflecken sicher erkennen. DLG-Mitteilungen **12**, 37-39.
- SEIDEL, P., 1990: Zu den Grundlagen der Schadwirkung von *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. - dem Erreger der Netzfleckenkrankheit - im N-Stoffwechsel der Sommergerste. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **266**, 175.
- SEIDEL, P., 1991: Veränderungen der Aminosäurezusammensetzung von Gerstenblättern nach Inokulation mit *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **27**, 377-381.
- SEIDEL, P., 1992: Die Wirkung von *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker auf die Stickstoffaufnahme und -verteilung in Sommergerste. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **99**, 29-38.
- SEIDEL, P., 1992: Geographische Verbreitung, Wirtspflanzenkreis, Taxonomie und Genetik von *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker, der Erreger der Netzfleckenkrankheit der Gerste. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz **28**, 29-38.
- STRAIB, W., 1938: Über eine nichtparasitäre Blattkrankheit an Keimpflanzen der Gerste. Phytopathologische Zeitschrift **11**, 319-329.
- TRAPPMANN, W., 1952: Präsident Dr. RIEHM 70 Jahre. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4**, S. 17-18.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1936: Die wichtigsten starken Schäden an Kulturpflanzen 1935. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **16**, 17.
- VOGT, E., 1923: Ein Beitrag zur Kenntnis von *Helminthosporium gramineum* Rbh.. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft **11**, 387-397.
- WINKELMANN, A., 1929: Infektionsversuche mit *Helminthosporium gramineum*. Angewandte Botanik **11**, 120-126.

# Zur Geschichte verschiedener Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten des Getreides

Horst Mielke

## Einleitung

Auf Grund des verstärkten Getreidebaues haben Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten der Halmfrüchte von der Jahrhundertwende an bis zur heutigen Zeit wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Verheerende Ertragsausfälle wurden im Getreidebau durch Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten verursacht. Um die Erträge des Getreides zu sichern, und somit die Ernährung des Menschen zu gewährleisten, war es das Ziel der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft (KBA) und der späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRA), in erster Linie die Schäden im Getreidebau zu mindern. Hierbei galt es, neben der Klärung der Biologie vornehmlich Maßnahmen zur Bekämpfung der Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten zu erarbeiten. Diese grundlegenden Untersuchungen haben dazu beigetragen, daß zunächst die wichtigsten Fuß- und Ährenkrankheitsprobleme erkannt und bearbeitet wurden. Neue Erkenntnisse hinsichtlich der Fruchtfolgemaßnahmen und der Bekämpfung der Brandkrankheiten sind seitens der KBA und der späteren BRA der Landwirtschaft schnellstens zugänglich gemacht worden.

Arbeiten zu einem ausreichenden Schutz der Halmfrüchte vor Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten sowie zur Ertrags- und Qualitätssteigerung des Erntegutes wurden in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) fortgesetzt bzw. sind bis zur heutigen Zeit geblieben. In den 70er Jahren und später wurde mit den Untersuchungen der Weizenblattdürren begonnen. Die Entwicklungen der Infektionsmethoden verschiedener Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten für Gewächshaus- und Freilandversuche führten zu Resistenzprüfungen in Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt (BSA) und verschiedenen privaten Getreidezuchtbetrieben. Arbeiten über Ertrags- und Schadensanalysen mittels künstlicher Inokulationen der Erreger der Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten, die als Grundlagen für die Ermittlung der Schadwirkung verschiede-

ner Krankheiten und für die Durchführung von Fungizidtests galten, erwiesen sich nützlich für die Erstellung von Richtlinien zur Prüfung von Fungiziden im Getreide.

Bei der Fülle von Erkenntnissen und bei dem Umfang des angefallenen Materials über pilzliche Schaderreger des Getreidebaues, war es nicht möglich, alle Arbeiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft vollständig aufzulisten und zu beschreiben. Es konnte nur ein Teil der Arbeiten über verschiedene Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten im Getreide aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft aufgeführt und erläutert werden.

## **Halmbruchkrankheit**

### Bedeutung

Zu den wirtschaftlich wichtigsten Fußkrankheiten des Getreides zählte bzw. gehört heute noch die Halmbruchkrankheit, die durch den Pilz *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton (syn. *Cercospora herpotrichoides* Fron) hervorgerufen wird. Die Halmbruchkrankheit ist neben der Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] var. *tritici* Walker) die gefährlichste Fruchtfolgekrankheit des Getreides. Die stärksten Schäden durch *P. herpotrichoides* entstehen bei Winterweizen, weniger bei Wintergerste, Winterroggen und Sommerweizen. Hafer bleibt weitgehend von dieser Krankheit verschont. Auf Grund seiner weiträumigen Verbreitung hat der Erreger der Halmbruchkrankheit eine besondere Bedeutung; die Halmbruchkrankheit ist überhaupt eine der am häufigsten bearbeiteten Fußkrankheiten des Getreides.

Bereits Ende der 20er und Anfang der 30er Jahre als die Fußkrankheiten auf Grund des zunehmenden Weizenanbaues in erheblichem Maß in Erscheinung traten, widmeten sich Wissenschaftler der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft an der Zweigstelle Kiel-Kitzeberg der Halmbruchkrankheit (BLUNCK 1928, 1933; MORITZ 1933; MORITZ und BOCKMANN 1933; BOCKMANN 1934a, 1934 b).

MORITZ und BOCKMANN (1933) isolierten erstmalig den Erreger der Halmbruchkrankheit in Deutschland. Um die Halmbruchkrankheit in Grenzen zu halten, wurden große Anstrengungen hinsichtlich der Untersuchungen über die Biologie, das Vorkommen, die Schädigung des Erregers sowie über Möglichkeiten der Verhütung und Be-

kämpfung dieser Fußkrankheit gemacht (MORITZ 1932, 1933; MORITZ und BOCKMANN 1933; BOCKMANN 1934a, 1934b, 1935b, 1936a).

Nach dem Kriege wurden im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht und Futterpflanzenkrankheiten und im späteren Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der BBA Fruchtfolgeuntersuchungen im Hinblick auf phytosanitäre Maßnahmen gegenüber der Halmbruchkrankheit - bis Mitte der 70er Jahre - durchgeführt, während die Arbeiten über Biologie und Bekämpfung des Erregers sowie Resistenzprüfungen gegen die Halmbruchkrankheit im gleichen Institut - bis Mitte der 90er Jahre - fortgesetzt wurden.

### Erreger

Seit 1986 wissen wir, daß der Erreger *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton ein Ascomycet ist (WALLWORK 1987). Welche epidemiologische Bedeutung die perfekte Form des Erregers für seine Verbreitung und für seine Schadwirkung im Getreidebau hat, ist noch nicht geklärt. In unseren Breiten wird der imperfekten Form von *P. herpotrichoides* nach wie vor eine große Bedeutung eingeräumt.

Bei dem Erreger *P. herpotrichoides* scheint ein gewisser Grad einer Spezialisierung vorzuliegen; denn LANGE-DE LA CAMP (1966) gelang es, zwischen Erregerisolaten zwei Wuchstypen, einen Roggen- (R-Typ) und einen Weizen (W-)Typ herauszufinden. NIRENBERG (1981)- aus dem Institut für Mikrobiologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft - gliedert *P. herpotrichoides*-Isolate auf Grund morphologischer Merkmale in zwei Arten und Varietäten.

Bei Untersuchungen zur Charakterisierung von *P. herpotrichoides*-Isolaten konnte FRITZEMEIER (1995) feststellen, daß *herpotrichoides*-Isolate (W-Typen) ein schnelleres Wachstum zeigten als *acuformis*-Isolate (R-Typ).

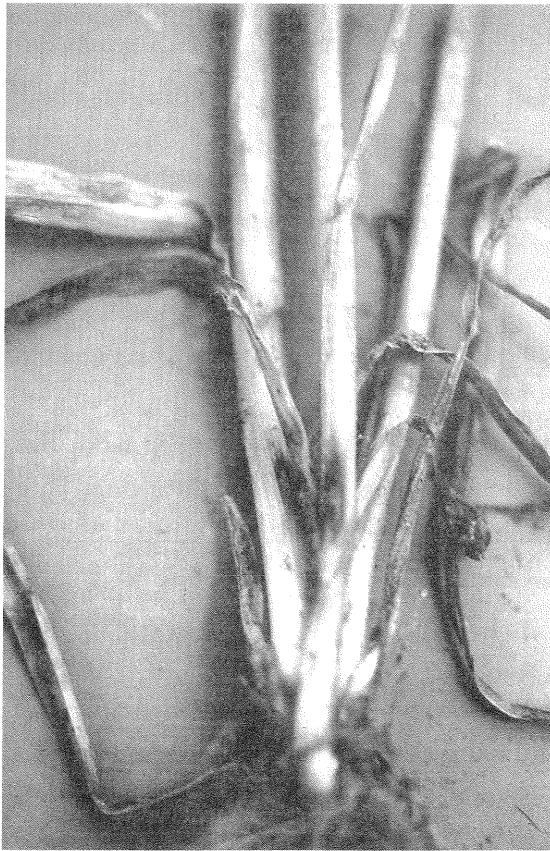
Wie MORITZ und BOCKMANN (1933) feststellten, ist *P. herpotrichoides* in der Lage, ungeheure Mengen Konidien an befallenen Getreidestoppeln zu bilden, die durch Regen zur Verbreitung und zur Infektion der Wirtspflanzen beitragen. An überaus stark befallenen Stoppeln ist nach HARTZ (1969) und MIELKE (1970) die Sporulation geringer als bei mittel- bis hoch befallenen; eine verstärkte Sporulation konnte an Stoppeln von CCC-behandelten Weizenschlägen festgestellt werden (MIELKE 1975). Die Sporulation des Erregers *P. herpotrichoides* erreicht nach HARTZ (1969) an Weizen im Herbst und im Frühjahr ihr Maximum. Zur Sporulation benötigt der Pilz Licht im Tages/Nachtwechsel



und feuchtkühle Witterungsverhältnisse im Temperaturbereich von 5 bis 10 °C (BOCKMANN 1951a).

Der Befall mit *P. herpotrichoides* kann bereits im Herbst an jungen Weizen- und Gerstentpflanzen festgestellt werden, sobald sie aufgelaufen und mit Sporen des Pilzes in Berührung gekommen sind. An der Basis junger Pflanzen sind zunächst Vergilbungen, gelbe Zonen, später im Frühjahr Verbräunungen zu erkennen. Bei mildem, regnerischem Wetter können an befallenen Blattscheiden neue Konidien gebildet werden, die die Verseuchung des Weizenbestandes erhöhen (BOCKMANN 1936a). Der Erreger *P. herpotrichoides* ist auch in der Lage, für längere Zeit im Boden an verseuchten Stoppeln sporulations- und infektionsfähig zu bleiben, solange die Ernterückstände noch nicht vollständig verrottet sind (BOCKMANN 1936b).

Abb. 1: Weizen mit *Pseudocercospora*-Befall



In späteren Entwicklungsstadien, wenn der Pilz in den Hohlraum des Halmes vordringt, entstehen die bekannten Augenflecke mit unscharf braunem Rand, deren Mitte mit schwarzen, sklerotienartigen Punkten (Stromata) versehen sind. Gegen Ende der Vegetationszeit bleichen die Augenflecke und Verbräunungen aus; in diesem Entwicklungsstadium hat der Erreger bereits weißgraues bis mausgraues Myzel im Halminneren gebildet.

### Schaden

Untersuchungen zur Schadwirkung des Erregers der Halmbruchkrankheit wurden von BOCKMANN (1936a, 1963b) und später von MIELKE (1970, 1995) nach künstlichen Inokulationen vorgenommen:

Von den Getreidearten wurde Winterweizen am stärksten durch die Halmbruchkrankheit befallen und geschädigt. Das Ausmaß des Schadens kann über 30 % einer möglichen Ernte betragen. Die Ertragsverluste waren auf folgende Schadwirkungen des Erregers zurückzuführen:

1. Abtötung ganzer Pflanzen in den Wintermonaten und später von Nebentrieben (Frühschaden durch Bestandesauslichtungen)
2. Behinderung des Wasser- und Nährstofftransportes durch Primärbefall an den unteren Pflanzenteilen (Notreife, Kümmerkernbildung, Minderung der Kornzahl je Ähre)
3. Völlige Vermorschung der Halmbasis (Spätschaden durch Halmbruch, Kümmerkornbildung, Minderung der Kornzahl je Ähre, Erschwerung der Ernte und zusätzlicher Befall von Ährenkrankheiten).

### Vorkommen

Die Halmbruchkrankheit tritt dort am häufigsten auf, wo Halmfrüchte wie Weizen, Gerste und Roggen in Fruchtfolgen vorherrschen. Außerdem sind zahlreiche Gräser und Ungräser (Quecke, Windhalm, Ackerfuchsschwanz u.a.) Wirtspflanzen für den Erreger

der Halmbruchkrankheit (MORITZ 1933; BOCKMANN 1935a, 1936a, 1949, 1951a, 1965, 1970, 1976; HARTZ 1969; MIELKE 1970, 1979, 1995).

Das Ausmaß des Befalls mit *P. herpotrichoides* hängt weitgehend von Umweltfaktoren ab. Milde feucht-kühle Frühjahrsmonate, längere Perioden mit feuchtkühler Witterung im Vorsommer und in den Sommermonaten beeinflussen günstig die Entwicklung des Erregers (BOCKMANN 1936a, 1936b, 1951a).

Die Halmbruchkrankheit tritt bevorzugt in feuchten Lagen, Niederungen, Waldlagen sowie auf sandigem Lehm, Lehm, Löß und Ton auf.

### Resistenzprüfungen

Nachdem der Pilz *P. herpotrichoides* als Erreger der Halmbruchkrankheit in Deutschland identifiziert wurde, sind Ende der 20er Jahre Weizensorten in Schleswig-Holstein erstmalig auf ihre Anfälligkeit - bei natürlicher Infektion - beobachtet worden. Hierbei konnte BLUNCK (1928) feststellen, daß frühreifende Weizensorten stärker von *P. herpotrichoides* befallen waren als spätreifende. Erst als es BOCKMANN (1953, 1962a, 1963a) gelungen war, Weizensorten künstlich mit Konidien zu infizieren, wurden umfangreiche Weizen-, Gersten-, Roggen-, Aegilops-, Agropyron- und Gräsersortimente auf ihr Resistenzverhalten gegen den Erreger *P. herpotrichoides* geprüft. Das damalige Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten und spätere Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft prüfte alljährlich bis 1995 Weizensorten und -stämme für das Bundessortenamt in Amtshilfe und für private Getreidezüchter (BOCKMANN 1953, 1964, 1966; BOCKMANN und MIELKE 1972a, 1972b; HARTZ 1969; MIELKE 1970, 1980, 1995; MIELKE und KNOTH, 1976). Der überwiegende Teil der untersuchten Weizensorten und -stämme erwies sich gegenüber *P. herpotrichoides* als hochanfällig. Es war auch eine Reihe von Weizensorten dabei, die den Befall mit *P. herpotrichoides* tolerierten und eine gute Standfestigkeit bzw. Halmbruchresistenz besaßen.

Nach den Ergebnissen der letzten Resistenzprüfungen zu urteilen, wurde deutlich, daß hinsichtlich der Resistenzzüchtung gegen den Erreger der Halmbruchkrankheit auch in Deutschland Fortschritte zu verzeichnen sind; die neue Winterweizensorte 'Piko' kann

sich durchaus mit den Vergleichssorten 'Roazon' und 'Rendezvous' im Resistenzverhalten gegenüber *P. herpotrichoides* messen (MIELKE 1995).

In Resistenzprüfungen mit Süßgräsern konnten offenbar neue Resistenzquellen gegen *P. herpotrichoides* gefunden werden. Eine absolute Resistenz wiesen Vertreter der mituntersuchten *Dasyphyrum villosum*-Sippen, der Phalaris- und Poa-Arten sowie Sorten von *Agrostis gigantea*, *Dactylis glomerata* u.a. auf (MIELKE 1995).

### Möglichkeiten zur Bekämpfung

Auf Grund der großen Schäden durch die Halmbruchkrankheit in den 20er und 30er Jahren in Deutschland war das Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Reichsanstalt gehalten, seine Forschungsergebnisse über Bekämpfung und Verhütung des Erregers *P. herpotrichoides* möglichst schnell der Praxis mitzuteilen. Zur damaligen Zeit galt es, die Fruchtfolgen zu ändern und weitgestellte Fruchtfolgen zu empfehlen. Da die Hauptinfektion von *P. herpotrichoides* im Herbst stattfindet, mußte alles getan werden, um eine üppige Entwicklung des Weizens im Herbst zu verhindern. Späte Aussaaten, Dünn- und Flachsaaen wurden empfohlen. Sorten mit guter Standfestigkeit sollten den Vorzug haben. Weiterhin wurden tiefes Unterpflügen erkrankter Stoppeln, eine ausgewogene Düngung und Sommerweizenanbau empfohlen (MORITZ 1932, 1933; MORITZ und BOCKMANN 1933; BOCKMANN 1934a, 1934b, 1935b, 1936a, 1936b, 1939a, 1939b).

Nach einer Unterbrechung der Forschungsarbeiten - während des Krieges - wurden von BOCKMANN und Mitarbeitern bis in die 70er Jahre Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Fruchtfolgen und Fußkrankheiten, über Fruchtfolgen als prophylaktische und therapeutische Mittel gegen die Fußkrankheiten, über einseitige Fruchtfolgen, über Aufbau und Umstellungen von Fruchtfolgen zur Bekämpfung der Fußkrankheiten aufgenommen (BOCKMANN 1951b, 1952, 1960, 1962b, 1968, 1970; BOCKMANN und KNOTH 1965, 1971; BOCKMANN und MIELKE 1976, 1983a, 1983b; MIELKE 1979).

Bei späteren Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungen auf Fußkrankheiten des Getreides wurde deutlich, daß die häufig zu hoch eingeschätzten Bodenbearbeitungsmaßnahmen doch keine so durchschlagende Wirkung gegen die Halmbruchkrankheit ausübten; der Befall mit *P. herpotrichoides* ließ sich nur geringfügig

reduzieren. Daher wäre es problematisch, die Bodenbearbeitungen allein als Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Halmbruchkrankheit zu empfehlen (MIELKE 1983).

### Chemische Maßnahmen

Um dem parasitären Lagern des Getreides vorzubeugen, werden bekanntlich Wachstumsregler, z.T. in gesplitteten Aufwandmengen, ausgebracht. Eine Befallminderung ist durch einen CCC-Einsatz nicht zu erreichen. Mit der Applikation des CCC ist es aber möglich gewesen, durch veränderte Bestandesführungen höhere Weizenerträge zu erzielen (BOCKMANN 1964, 1965, 1971; BOCKMANN und KNOTH 1971).

Durch Saatgutbehandlungen mit Furidazol und Thiabendazol versuchte SCHUMANN (1967, 1968) den Befall mit *P. herpotrichoides* an jungen Weizenpflanzen im Herbst zurückzuhalten. In späteren Beizversuchen stellten MIELKE und BLÜMEL (1984) bei Carbendazim und Imazalil-haltigen Präparaten ebenfalls eine Wirksamkeit gegen *P. herpotrichoides* an jungen Weizenpflanzen fest. Beizmittel mit längerer Wirkungsdauer werden z. Zt. entwickelt.

Gegen die Halmbruchkrankheit stehen der Praxis eine Reihe von Fungiziden zur Verfügung (s. Pflanzenschutzmittelverzeichnis). Um das Wirkungspotenzial dieser Mittel voll auszunutzen, sollten die Fungizide termin- und auch standortgerecht eingesetzt werden; d.h. in Gebieten mit Spätfrösten und auf Weizenschlägen mit BCM- und Prochloraz-resistenten *Pseudocercospora*-Stämmen sollten nur pilzvollwirksame Präparate zur Anwendung kommen (MIELKE 1984, 1995).

Bei Anbau *Pseudocercospora*-resistenter Weizensorten sind in der Praxis neue Bekämpfungsstrategien notwendig. Zuvor bedarf es noch gründlicher Untersuchungen, um festzustellen, wieviel Fungizide und Wachstumsregulatoren eingespart werden können.

### Zusammenfassung

Zu den wirtschaftlich wichtigsten Fußkrankheiten des Getreides zählt die Halmbruchkrankheit, die durch den Pilz *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton hervorgerufen wird. Auf Grund seiner weiträumigen Verbreitung hat der Erreger der Halmbruchkrankheit eine besondere Bedeutung; diese Krankheit ist eine der am häufigsten

bearbeiteten Fußkrankheiten des Getreides. Bereits Ende der 20er Jahre und Anfang der 30er Jahre nahmen sich Wissenschaftler der damaligen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg dieser Krankheit an. Es wurden große Anstrengungen hinsichtlich der Untersuchungen über die Biologie, das Vorkommen, die Schadwirkung des Erregers sowie über Möglichkeiten der Verhütung und Bekämpfung der Halmbruchkrankheit unternommen.

Die Halmbruchkrankheit tritt dort am häufigsten auf, wo Halmfrüchte in engen Fruchtfolgen stehen sowie feuchte Witterungsverhältnisse vorherrschen. Von den Getreidearten wird der Winterweizen am stärksten befallen und geschädigt. Das Ausmaß des Schadens kann über 30 % einer möglichen Ernte betragen.

Nachdem Ende der 40er Jahre bis Anfang der 50er Jahre im damaligen Institut für Ölfucht, Getreide- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg Infektionsmethoden entwickelt worden waren, konnten umfangreiche Resistenzprüfungen gegen *P. herpotrichoides* und Untersuchungen zur Bekämpfung der Halmbruchkrankheit durchgeführt werden. Bei diesen Resistenzuntersuchungen gegen den Erreger *P. herpotrichoides* wurden zuerst nur Unterschiede in Anfälligkeit und im Halmbruch zwischen den geprüften Weizensorten und -stämmen festgestellt. In späteren Resistenzprüfungen wurden resistente Weizensorten gefunden. Darüber hinaus konnten unter einer Vielzahl von geprüften Gräsern neue Resistenzquellen gegen *P. herpotrichoides* erschlossen werden.

Ein anderer Schwerpunkt der Arbeiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in den 50er bis 70er Jahren waren Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Fruchtfolgen und Fußkrankheiten sowie über Fruchtfolgen als prophylaktische und therapeutische Mittel gegen die Fußkrankheiten des Getreides; dabei galt es, mit pflanzenbaulichen Maßnahmen die Halmbruchkrankheit zu bekämpfen. Zur Zeit kann der Erreger *P. herpotrichoides* mit Fungiziden bekämpft werden, wobei der Fungizideinsatz nach dem Schwellenwertprinzip erfolgen sollte.

## Schwarzbeinigkei des Getreides

### Bedeutung

Die Schwarzbeinigkei war eine in Vergessenheit geratene Fußkrankheit. 1993 deutete es sich bereits an, daß diese „klassische Fußkrankheit“ im Weizenanbau wieder zunehmen würde. Wie sich 1994 herausstellte, ist die Schwarzbeinigkei nach wie vor eine gefährliche Fußkrankheit im Getreidebau geblieben. Bereits in den 20er und Anfang der 30er Jahre wiesen Mitarbeiter der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BLUNCK 1928, 1929; PAPE 1930; RADEMACHER 1930; MORITZ 1931a, 1931b, 1932, 1933) auf die Gefährlichkeit der Schwarzbeinigkei im Weizenbau hin; diese Krankheit trat in jener Zeit in allen Teilen Deutschlands auf, wenn Weizen nach Weizen oder Gerste auf leichteren bis mittleren Böden angebaut wurde. Das verstärkte Auftreten dieser Fuß- und Fruchtfolgekrankheit war Anlaß für das damalige Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in der Zweigstelle Kiel-Kitzeberg, sich intensiv mit der Schwarzbeinigkei im Weizenbau zu befassen.



Abb. 2: Hans Bockmann

## Erreger und Lebensweise

Der Erreger der Schwarzbeinigkeit *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & Olivier var. *tritici* Walker, (syn.) *Ophiobolus graminis* (Sacc.) ist ein bodenbürtiger Pilz; er gehört der Klasse der Ascomyceten an. Von *G. graminis* gibt es drei Varietäten. Am meisten dürfte uns die Varietät *tritici* interessieren; sie kommt vor allem in Deutschland und in Nordeuropa vor und tritt dort am häufigsten auf, wo ein mehrjähriger Weizen- und Gerstenanbau betrieben wird (BLUNCK 1928, 1929; RADEMACHER 1930, 1931; MORITZ 1931a, 1931b, 1932, 1933; BOCKMANN 1936a, 1936b; PRILLWITZ 1983 u.a.). MORITZ stellte bereits 1932 fest, daß die Schwarzbeinigkeit parasitär den „Stoffhaushalt der Weizenpflanzen“ stört und daß der Weizen über keinerlei „Immunitätsfaktoren“ gegen den Erreger *G. graminis* verfügt. Der gleiche Autor konnte damals schon eine unterschiedliche Virulenz an untersuchten *Gaeumannomyces*-Stämmen entdecken.

Der Erreger der Schwarzbeinigkeit lebt parasitär an wachsenden Getreidepflanzen und saprophytisch an organischer Substanz. Die Ausbreitung von *G. graminis* an der Pflanze erfolgt über die sogenannten Laufhyphen. Bei Demonstrationsversuchen zur Laufhyphenentwicklung von *G. graminis* beim Weizen fand KNOTH (1975), daß die Laufhyphen stets nach oben zur Halmbasis wachsen. Von dem Laufhyphen gehen die sogenannten Infektionshyphen aus; sie sind dünne farblose, verzweigte Hyphen, die in das Wurzelgewebe und in die Leitbahnen eindringen (PRILLWITZ 1983). MORITZ (1932) fand bereits Anfang der 30er Jahre heraus, daß das Zustandekommen einer Infektion des Erregers im Boden durch „biologische Faktoren“ gehemmt bzw. verhindert werden kann.

RADEMACHER (1931); MORITZ (1931a, 1931b, 1932, 1933) und später BOCKMANN (1936) beschrieben den Erreger und die Schädigung dieser Krankheit. Der Primärbefall mit *G. graminis* an Wirtspflanzen äußert sich zunächst in Verbräunungen und anschließend in Schwärzungen der Keimwurzeln. Befallene Pflanzen haben zu diesem Zeitpunkt leichte Blattvergilbungen. Mit zunehmendem Befall werden Wurzeln und Halmbasen vom Myzel durchwachsen; die befallenen Pflanzen weisen dann einen schwarzen Myzelbelag an Wurzeln und Halmbasen auf. Diese Erscheinung wird als Schwarzbeinigkeit bezeichnet. Zu diesem Zeitpunkt sind meistens die Leitbahnen zer-



stört; infolgedessen tritt bei den Pflanzen die Notreife (Weißährigkeit) auf. Erste, nesterweise auftretende Erscheinungen sind an dem Vergilben der älteren Blätter zu erkennen. Die Vergilbungen setzen sich von unten nach oben fort. Auf notreifen Ähren siedeln sich Schwärzepilze an. Kranke Pflanzen lassen sich leichter aus dem Boden ziehen.

Gegen Ende der Wirtspflanzenreife bilden sich an den basalen Blattscheiden die Perithechien. Dies geschieht unter Lichteinfluß. Die Perithechien haben ein kugeliges, schwarzes Aussehen; sie werden nur bei hoher Feuchtigkeit und bei Temperaturen zwischen 13 und 24 ° C gebildet. Bei anhaltender Feuchtigkeit schleudern die Perithechien ihre Asci heraus, in Kontakt mit Wasser lösen sich die Ascuswände auf. Infolgedessen werden dann die Ascosporen frei gespült; ihre Verbreitung kann durch Regen und Wind erfolgen. Diese Art der Verbreitung von *G. graminis* ist selten und kommt in unseren Regionen nicht vor. Der Erreger der Schwarzbeinigkeit überdauert bekanntlich als Myzel an Stoppelresten, an Wurzeln des Ausfallgetreides und der Gräser sowie an Queckenrhizomen. In der Regel erfolgt die Infektion mit *G. graminis* durch Myzel (Myzelinfektion).

Abb. 3: Weizen mit *Gaeumannomyces*-Befall



## Schaden

Von den Getreidearten wird Weizen am stärksten geschädigt. Schadensanalysen von BOCKMANN (1963) und MIELKE (1974) zeigten auf, daß *G. graminis* alle Ertragskomponenten beeinträchtigen kann („Frühschäden“ = verringerte Bestandesdichte, „Spätschaden“ - verminderte Kornzahl/Ähre und niedrige Tausendkornmasse). Die Schwarzbeinigkeit kann Ertragsverluste von über 35 % hervorrufen.

## Vorkommen

Neben Weizen, Gerste und Roggen zählen zahlreiche Gräser und Ungräser zum Wirtspflanzenkreis von *G. graminis*, der für seine Verbreitung von Bedeutung ist (MÜLLER-KÖGLER 1939). Der Weizen wird am stärksten befallen, die Gerste ist nicht ganz so anfällig wie der Weizen. Der Roggen toleriert den *G. graminis*-Befall besser als Weizen und Gerste. Der Hafer ist die einzige Getreideart, die vom Erreger *G. graminis* nicht befallen wird (MÜLLER-KÖGLER 1934, 1939; MIELKE 1974, 1988).

Obwohl der Roggen gegenüber *G. graminis* nicht so anfällig ist, gilt er doch von den Getreidearten als größter Überträger der Schwarzbeinigkeit. Triticale tendiert in der Anfälligkeit mehr zum Weizen als zum Roggen (MIELKE 1988).

Besonders stark tritt die Schwarzbeinigkeit nach feuchtwarmen Herbstmonaten, milden Winter-, nassen Vorsommermonaten mit anschließender Trockenheit im Juli auf. Bevorzugt kommt der Erreger *G. graminis* auf gut durchlüfteten Böden, auf lehmigem Sand, sandigem Lehm, Lehm Böden, anmoorigen Böden sowie in alten, leichteren Kögen vor. Seit vier Jahren wissen wir, daß *G. graminis* bei Stoppelweizen selbst auf Schwarzerde vorkommen kann (MIELKE 1985 1995).

## Resistenzprüfungen

Nach einem verstärkten Auftreten der Schwarzbeinigkeit ist die Frage nach Resistenz Toleranz und Anfälligkeit unter den im Anbau befindlichen Weizensorten immer aktuell. Von 1969 bis 1996 wurden alljährlich inländische Weizensorten und -stämme im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land-

und Forstwirtschaft bis 1985 in Kiel-Kitzeberg und später in Braunschweig auf ihre Anfälligkeit gegenüber *G. graminis* untersucht. Diese Prüfungen erfolgten mit Hilfe künstlicher Inokulationen sowohl im Freiland als auch im Gewächshaus. Zeitweise sind neben Aestivum-Weizen auch andere Weizen-, Roggen-, Gerstenarten und -sorten, Triticale, Aegilops, Agropyron und Hafer auf ihr Resistenzverhalten gegenüber dem Erreger der Schwarzbeinigkeit geprüft worden (BOCKMANN und MIELKE 1974, 1979, 1980, 1992, 1995; MIELKE und KNOTH 1976; HEUN und MIELKE 1982). Nach den vorliegenden *Gaeumannomyces*-Befalls- und Notreifeuntersuchungen, bei denen keine toleranten oder wenig anfälligen Winter- und Sommerweizensorten gefunden wurden, war oder ist eine Sortenempfehlung für *Gaeumannomyces*-gefährdete Feldschläge nicht möglich. Auch wenn die eine oder andere Weizensorte weniger Notreifeerscheinungen aufwies, mußte oder muß beim Anbau dieser Sorten auf *Gaeumannomyces*-verseuchten Feldern (Weizenmonokultur auf leichteren und mittleren Böden) stets mit Ertragsverlusten gerechnet werden.

Innerhalb der Gerstensortimente waren kaum Unterschiede in der Anfälligkeit festzustellen, die sich im Getreidebau nutzen ließen. Gerstenarten hingegen wie z.B. *Hordeum bulbosum*, *H. bogdanii* und *H. brevisubulatum* zeigten eine bemerkenswerte Resistenz gegen *G. graminis*.

Beim Roggen war eine deutlich geringere *Gaeumannomyces*-Anfälligkeit als beim Weizen festzustellen. Triticale tendierte in der Anfälligkeit mehr zum Weizen als zum Roggen. Agropyron-Arten wiesen einen geringeren bis hohen Befall mit *G. graminis* auf. Hafersorten reagierten nicht auf die Inokulation mit dem Erreger der Schwarzbeinigkeit; sie erwiesen sich als resistent (MIELKE 1974, 1992).

### Bekämpfung

Ende der 20er Jahre und Anfang der 30er Jahre wurden der Praxis erste Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Schwarzbeinigkeit von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft aus Kiel-Kitzeberg mitgeteilt, wobei die weite Stellung des Weizens in der Fruchtfolge und die Vorfrucht des Weizens bereits in jener Zeit im Mittelpunkt der Empfehlungen standen (BLUNCK 1928, 1929; RADEMACHER 1930, 1931; MORITZ 1931a, 1931b). MORITZ (1931, 1932) war es, der als erster die Gefährdung des Weizens durch *G. graminis* auf leichten Böden und die hohe Schutzwirkung toniger und

humusreicher Felder gegenüber der Schwarzbeinigkeit des Weizens anhand ökologischer Beobachtungen in Schleswig-Holstein erkannte. Der gleiche Autor stellte fest, daß zum einen eine reiche Mikroflora (Gare im biologischen Sinne) die Infektion durch *G. graminis* an Weizen hemmt und zum anderen eine „starke Krümelung“ des Bodens (Gare im physikalischen Sinne) oder eine „kräftige Auflockerung“ vornehmlich auf leichteren Böden (sog. Scheingare) den Befall mit *G. graminis* begünstigt.

Durch den Anbau von Leguminosen als Gründüngung konnte RADEMACHER (1934) eine Verminderung der Schwarzbeinigkeit beim nachfolgenden Weizen feststellen. In späteren Gründüngungsversuchen zeigten Hafer, Winterraps, Winterrüben, Senf, Ölrettich, Crambe, Buchweizen, Markstammkohl, *Phacelia viscida*, Alexandriner-, Weiß-, Rot- und Inkarnatklie sowie Seradella die beste entseuchende Wirkung gegenüber *G. graminis* (MIELKE 1973). Mitte der 30er Jahre gab BOCKMANN (1936a, 1936b) einen umfassenden Überblick über den Stand der Forschungen hinsichtlich der Fußkrankheitsbekämpfungen; dabei stellte er die unterschiedliche Anfälligkeit der Getreidearten, die unterschiedliche Schutzwirkung der einzelnen Böden, die Bedeutung einer geregelten Fruchtfolge sowie geeignete Vorfrüchte und spätere Aussaatzeiten in den Vordergrund für eine Bekämpfung und Verhütung der Schwarzbeinigkeit.

Ende der 40er bis in die 70er Jahre wurden im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt in Kiel-Kitzeberg neben pflanzenbaulichen Maßnahmen auch Fruchtfolgen als prophylaktische Mittel gegen die Schwarzbeinigkeit eingesetzt; hierbei galt es, in erster Linie die Fußkrankheiten in Grenzen zu halten und die Ertragssicherheit des Weizens zu gewährleisten (BOCKMANN 1949, 1950a, 1950b, 1951a, 1951b, 1952a, 1952b, 1952c, 1953, 1963, 1968, 1970, 1976; BOCKMANN und MIELKE 1976, 1983a, 1983b; BOCKMANN und KNOTH 1971; MIELKE 1979).

Im Jahre 1952 war überraschenderweise in Schleswig-Holstein trotz gesunder Fruchtfolgen - nach Raps - häufig die Schwarzbeinigkeit beim nachfolgenden Weizen verstärkt aufgetreten. Als Ursache hierfür führte BOCKMANN (1952a, 1952b) die starke Verqueckung und Verungrasung bei den Vorfruchtschlägen mit Winterraps auf. Eine der wichtigsten phytosanitären Maßnahmen dürfte nach BOCKMANN und KNOTH (1972) die Bekämpfung der Quecke sein. Eine Queckenbekämpfung mit chemischen Mitteln sollte möglichst nicht vor einer anfälligen Getreideart erfolgen, da sonst der Erreger der Schwarzbeinigkeit sich auf den chemisch behandelten Queckenrhizomen im Vergleich zu

den mechanisch bearbeiteten Rhizomen saprophytisch besser entwickelt und demzufolge noch ein größeres Infektionspotential für den nachfolgenden Weizen darstellt (MIELKE 1983).

Zur Zeit kann die Schwarzbeinigkeit in der Praxis noch nicht mit Fungiziden bekämpft werden. Versuchsweise werden heute Beizmittel auf ihre Wirksamkeit getestet. Bislang ist es noch nicht gelungen, mit diesen Beizmitteln den Erreger der Schwarzbeinigkeit ganz auszuschalten; es konnte aber doch durch die Beizung eine Minderung des *Gaeumannomyces*-Befalls bzw. eine Hemmung in der Befallsentwicklung erreicht werden (MIELKE 1997 [unveröffentlicht]).

### Zusammenfassung

Im Getreidebau ist die Schwarzbeinigkeit nach wie vor eine der gefährlichsten Fuß- und Fruchtfolgekrankheiten, die von dem bodenbürtigen Pilz *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & Olivier var. *tritici* Walker hervorgerufen wird. Die Gefährlichkeit dieser Krankheit war für die damalige Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und spätere Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Anlaß, die Biologie des Erregers und Bekämpfungsmaßnahmen gegen *G. graminis* zu erarbeiten.

Die Schwarzbeinigkeit tritt in Erscheinung, wenn Weizen nach Weizen in Jahren mit feuchter Witterung auf leichteren bis mittleren Böden angebaut wird. Der Pilz befällt Wurzeln und Halmbasen des Weizens, dabei werden die Leitbahnen zerstört; infolgedessen tritt beim Weizen die Notreife auf. Von den Getreidearten wird Weizen am stärksten von *G. graminis* befallen. Alle inländischen Weizensorten sind hochanfällig gegenüber dem Erreger. Die Schwarzbeinigkeit kann Ertragsausfälle von über 35 % hervorrufen. Der Erreger *G. graminis* läßt sich noch nicht mit Fungiziden bekämpfen. Um die Schwarzbeinigkeit in Grenzen zu halten, ist die Landwirtschaft nach wie vor noch auf Fruchtfolgemeasures angewiesen.

## Schneeschimmel

### Bedeutung

Der Schneeschimmel, hervorgerufen durch *Microdochium nivale* (Fr) Samuels et Hallett (syn. *Fusarium nivale* [Fr.] Cos. v. *majus* Wr.) ist in schneereichen Lagen die gefährlichste Krankheit des Winterroggens und richtet in manchen Jahren an ungebeizten Saaten außerordentlich große Schäden an. Hier ist nicht nur der Ertragsausfall zu zählen, sondern auch die Mehrausgaben, die durch die Neubestellung der Getreidefelder notwendig werden. Dies hat man in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft früh erkannt. Erste Empfehlungen zur Bekämpfung des Schneeschimmels sind bereits in den 20er Jahren an die Praxis gegangen (RIEHM 1925, 1926, 1927, 1929). Auf Grund ungebeizter Saaten trat Schneeschimmel bis in die 50er Jahre in niederschlagsreichen Gebieten Deutschlands noch häufig in Erscheinung.

### Erreger

Der Erreger des Schneeschimmels beim Getreide hat den Taxonomen bei der Zuordnung offensichtlich große Schwierigkeit bereitet. Nach WOLLENWEBER (1932) gehörte dieser Pilz zu den Fusariosen und war der Sektion Arachnites zugeordnet. Der gleiche Autor bezeichnete die Nebenfruchtform *Fusarium nivale* (Fr.) Cos. v. *majus* Wr. und die perfekte Form des Erregers: *Calonectria graminicola* (Berk. et Brme) Wr. v. *neglecta* Krampe. Inzwischen sind die Namen des Erregers mehrmals in die Synonymie verwiesen worden. Zur Zeit wird die Konidienform *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et Hallett bezeichnet, und die Hauptfruchtform ist *Monographella nivalis* (Schaffnet) E. Müller. Der beim Winterroggen und auch bei der Wintergerste vorkommende Schimmelpilz wird am häufigsten mit dem Saatgut übertragen. Feuchte Witterungsverhältnisse mit Niederschlägen und Wind im Sommer fördern die Übertragung von *M. nivale*. Lagerndes Getreide wird daher besonders häufig infiziert. Bei schwerem Befall bilden die Pflanzen nur kümmerkorn aus; auf den befallenen Ähren und Körnern erscheinen lachsrot aussehende Sporenlager. Nach der Aussaat solcher befallener Körner infiziert *M. nivale* junge Keimlinge des Getreides und schwächt sie; demzufolge sind sie häufig nicht mehr in der Lage, den Boden zu durchbrechen. Unter der Schneedecke breitet sich *M. nivale* auf ungefro-

renem Boden weiter aus, dabei bringt er auch gesunde Pflanzen zum Absterben. Dichte und tiefe Saat sowie Lichtmangel begünstigen diesen Vorgang. Hierbei entwickelt sich weißes bis rötliches, wattebauschartiges Myzel in großen Mengen und bildet dabei mehrzellige, sichelförmig gekrümmte, ein- bis dreiseptierte Konidien ohne Fußzellen aus.

*M. nivale* kann auch an Strohresten im Boden überdauern, die er saprophytisch besiedelt. Der Erreger *M. nivale* ist auch in der Lage, frei durch den Boden zu wachsen.

Auf befallenen Blättern und Blattscheiden an der Halmbasis werden von *M. nivale* bei feuchter Witterung im Sommer Perithezien gebildet, die hier hervorgehenden Asci mit Ascosporen dienen als Inokulum für Infektionen von Blättern und Ähren (PRILLWITZ 1983; OBST und PAUL 1993).

### Krankheitsbild

Der Schneeschimmel kann bereits im Herbst in Erscheinung treten. Ein Kennzeichen dafür ist der lückige Aufgang des Roggens. Die krumm entwickelten Keimlinge sind unfähig die Bodendecke zu durchstoßen und bleiben infolgedessen im Boden liegen. Auf den gleichen Feldern zeigen sich im Frühjahr nach der Schneeschmelze Fehlstellen, auf denen Pflanzen abgestorben sind und am Boden angeklebt daliegen. Unmittelbar nach dem Abschmelzen des Schnees sowie bei feuchter Witterung sieht man an kranken und toten Pflanzen weißen bis rötlichen, watteartigen Pilzsimmel.

Mit dem Beginn des Schossens im Frühjahr sind junge Roggen- und Gerstenpflanzen der Gefahr der Schädigung durch *M. nivale* noch keineswegs entronnen. Vom Frühjahr bis zur Reife des Getreides kann *M. nivale* noch folgende Schadsymptome verursachen: Wurzelfäulen, Erkrankung der Halmbasis bis zur Vermorschung mit anschließender Weißährigkeit (Notreife), hellbraune Blattflecken mit dunkelbraunem, unscharfem Saum, dunkelbraune bis schwarzviolette Flecken an den Halmknoten sowie eine Partielle Taubährigkeit. Bei letzterer weisen die Spelzen elliptische Flecke mit dunkelbraunem Rand auf.

### Vorkommen

Als Wirtspflanzen für den Schneeschimmel kamen in erster Linie der Winterroggen und die Wintergerste sowie verschiedene Gräser in Frage. Weizen und Hafer wurden seltener von *M. nivale* befallen (WOLLENWEBER 1932).

Abb. 4: Roggen mit *Microdochium nivale*-Befall



Der Schneeschimmel trat nach WOLLENWEBER (1932) bevorzugt in Kleinregionen auf, wo vornehmlich Winterroggen und Wintergerste angebaut wurden; dies ist in Deutschland, Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen, in der Tschechoslowakei, in Nordrußland und Nordfrankreich der Fall gewesen. Hauptschäden, die innerhalb Deutschlands durch *M. nivale* in den 20er und Anfang der 30er Jahre verursacht wurden, sind in Jahren mit hohen Niederschlägen in den Küsten- und Berggebieten in Ostpreußen, Pommern, Mecklenburg, Schleswig-Holstein, Hannover, Bayern und Württemberg festgestellt worden (WOLLENWEBER 1932).

Nach Verwendung ungebeizten Saatgutes ist Schneeschimmel in den 20er bis hin Anfang der 30er Jahre häufig in Bayern, Schleswig-Holstein, Nordwesten, Mecklenburg, Ostpreußen, Schlesien, Hannover und in Württemberg vorgekommen (PAPE 1930; PAPE



und WILKE 1930; VOELKEL 1932; ANONYM 1936; VOELKEL und KLEMM 1937, 1938a, 1938b, 1940, 1941; VOELKEL 1942; HÄRLI 1955). Jahrelang ist der Erreger *M. nivale* aus Gründen des Schneemangels in Norddeutschland nicht aufgetreten. Im Winterhalbjahr 1978/79 waren aber in Norddeutschland bei hohem Schnee mit z.T. verhaschter Schneedecke die Entwicklungsmöglichkeiten von *M. nivale* äußerst günstig, so daß in der Praxis sowohl der Winterroggen als auch die Wintergerste stark von *M. nivalis* befallen waren (MIELKE 1979).

### Bekämpfung

Bereits in den 20er Jahren hatte die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft der Praxis Empfehlungen zur Bekämpfung des Schneeschimmels gegeben. Das Auftreten von *M. nivale* kann durch Verwendung gesunden Saatgutes vermindert werden, scharfe Reinigung des Saatgutes würde ebenfalls Schäden mindern, aber eine restlose Beseitigung aller befallener Körner ist hier auch nicht möglich.

Zur Verhütung einer Ausbreitung von *M. nivale* in befallsgefährdeten Gebieten sollte eine besonders frühe Saat vermieden werden.; jedoch ist auch zu spät ausgesätes Wintergetreide befallsgefährdet. Lagergetreide sollte ebenfalls vermieden werden, sonst wäre es dem Ährenbefall ausgesetzt; Konidien und Ascosporen würden durch Niederschläge und Wind an die Ähren gelangen und infolgedessen die Körner mit *M. nivale* infizieren.

Die wirksamste und sicherste Bekämpfungsmaßnahme gegen Schneeschimmelbefall war in den 20er Jahren schon die Beizung des Saatgutes. In jener Zeit standen der Praxis bereits wirksame Mittel und effektive Beizverfahren zur Verfügung (Tauchbeiz-, Benetzungs-, Kurznaß- und Trockenbeizverfahren), (RIEHM 1925, 1926, 1927, 1929). Erste Resistenzerscheinungen traten beim Winterweizen 1979 in Niedersachsen auf, als Beizmittel auf Benzimidazol-Basis nicht mehr ihre Wirkung gegen Schneeschimmel zeigten. Carbendazim-resistente *Microdochium nivale*-Stämme wiesen Kreuzresistenz gegenüber Benomyl, Fuberidazol und Thiabendazol auf (HARTKE und BUCHENAUER 1981). Danach stellten sich bei der amtlichen Zulassungsprüfung von Beizmitteln zur Bekämpfung des Schneeschimmels Schwierigkeiten ein, die durch die Einbeziehung der Wirkungsdauer und Wirkungsreserve der Präparate in die Prüfung behoben wurden (RADTKE 1983). Inzwischen hat die Pflanzenschutzmittelindustrie gut wirksame um-

weltfreundliche Beizmittel zur Bekämpfung des Schneeschimmels entwickelt (s. Pflanzenschutzmittelverzeichnis).

### Zusammenfassung

Der Schneeschimmel ist in schneereichen Lagen die gefährlichste Krankheit des Winterroggens. Mitarbeiter der damaligen Biologischen Reichsanstalt haben dies früh erkannt und nahmen sich dieser Krankheit an. Der Erreger des Schneeschimmels ist der Pilz *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et Hallet.

Der Schneeschimmel wird am häufigsten in Konidienform mit dem Saatgut übertragen. Feuchte Witterungsverhältnisse im Sommer fördern die Übertragung von *M. nivale*. Lagerndes Getreide wird daher besonders häufig infiziert. Nach der Aussaat befallener Körner infiziert *M. nivale* junge Keimlinge des Getreides, sie werden dadurch so geschwächt, daß sie nicht mehr in der Lage sind, den Boden zu durchbrechen. Unter der Schneedecke breitet sich *M. nivale* auf ungefrorenem Boden weiter aus, dabei bringt der Pilz auch gesunde Pflanzen zum Absterben. Nach der Schneeschmelze zeigen sich im Frühjahr Fehlstellen, auf denen kranke abgestorbene Pflanzen am Boden angeklebt daliegen; die toten Pflanzen weisen weißen bis rötlichen, watteartigen Pilzschimmel auf. Vom Frühjahr bis zur Reife des Roggens kann *M. nivale* noch weitere Schadsymptome verursachen; Wurzelfäule, Halmbasiserkrankungen, Blattflecken sowie eine Partielle Taubährigkeit.

Zur Verhütung einer Ausbreitung von *M. nivale* in befallsgefährdeten Gebieten sollte eine besonders frühe oder besonders späte Saat vermieden werden. Die wirksamste und sicherste Bekämpfungsmaßnahme gegen Schneeschimmel ist nach wie vor die Beizung des Saatgutes.

### **Typhula-Fäule**

#### Bedeutung

In den 20er, 30er und in den 40er Jahren zählte auch die Typhula-Fäule (*Typhula incarnata* Lasch ex Fr.) zu den wichtigsten Krankheiten im Gerstenanbau (PAPE 1930;

VOELKEL und KLEMM 1938a, 1938b, 1940, 1941). Die Zunahme des Typhula-Befalls wurde schon in früherer Zeit mit der Ausdehnung der Wintergerstenfläche in Zusammenhang gebracht. In den 60er und Anfang der 70er Jahre mußten in Norddeutschland auf Grund des hohen Befalls mit *Typhula incarnata* noch häufig ganze Wintergerstfelder umgepflügt werden. Mit dem zunehmenden Auftreten der *Typhula*-Fäule rückten die gegen diese Krankheit gerichteten Bekämpfungsmaßnahmen in den Mittelpunkt des Interesses. Im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg wurde darauf hin mit der Durchführung von Resistenzprüfungen und Untersuchungen zur Bekämpfung der *Typhula*-Fäule begonnen. Zuvor wurde die Schadwirkung des Pilzes *T. incarnata* an Wintergerstensorten mittels künstlicher Inokulationen festgestellt (MIELKE 1977, 1978).

### Erreger

Der Erreger der *Typhula*-Fäule ist ein Basidiomycet und tritt sowohl als Perthophyt als auch als Saprophyt auf. Allerdings ist seine saprophytische Leistung nicht allzu hoch einzuschätzen. *T. incarnata* verursacht mehrere Schadsymptome: Vergilben von Blättern und Pflanzen, Absterben von Blättern, Sekundärtrieben und von ganzen Pflanzen (MIELKE 1977, 1978). Nesterweise erscheinen während der Wintermonate orange-gelbe Blattverfärbungen auf den Gerstenslägen. Zu dieser Zeit weisen die befallenen Gerstenpflanzen am Grund und an den äußeren Blattscheiden zunächst schmutzig weißes Myzel auf; später entwickeln sich Dauerkörper (Sklerotien). Die Sklerotien haben zuerst ein weißes bis rötliches, später bräunliches, kleesamiges Aussehen. Die Sklerotien dienen der Erhaltung und Verbreitung des Erregers. Eine Übertragung der Krankheit durch Basidiosporen wurde lange Zeit für unmöglich gehalten; jedoch HINDORF (1980) konnte nachweisen, daß eine Ausbreitung der Typhula-Fäule durch Sporophoren und Basidiosporen möglich ist.

Der Sklerotienbesatz an den Wintergerstenpflanzen kann unterschiedlich hoch sein. Abgestorbene Pflanzen weisen häufig nicht so große Anzahlen von Sklerotien auf wie mittel bis stark befallene (MIELKE 1977, 1978).

## Schaden

Das Ausmaß des Schadens durch *T. incarnata* hängt hauptsächlich von der Witterung in den Herbst- und Wintermonaten sowie von der Anfälligkeit der jeweilig angebauten Wintergerstensorte ab. Die Schädigungen beruhen im wesentlichen auf Pflanzenausfällen. Die *Typhula*-Fäule kann so stark auftreten, daß ganze Wintergerstenschläge im Frühjahr umgebrochen werden müssen (MIELKE 1977, 1978).

## Vorkommen

Der Erreger *T. incarnata* ist in weiten Teilen Deutschlands verbreitet (PAPE 1930; VOELKEL und KLEMM 1938a, 1938b, 1940, 1941; LEHMANN 1965; HINDORF 1980). Die *Typhula*-Fäule kommt nicht nur auf Sandböden, sondern auch auf Lehm-, Ton- und in seltenen Fällen sogar auf Marschböden vor (MEYER 1968; MIELKE 1990). Besonders starker *Typhula*-Befall wird beobachtet, wenn Wintergerste während eines milden Winters unter Schnee auf gefrorenem Boden wächst. Häufig kann *T. incarnata* zusammen mit *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et Hallet auf Wintergerstpflanzen festgestellt werden.

Da es zwischen den Wintergerstensorten deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gibt, hängt das Vorkommen der *Typhula*-Fäule auch vom Anbau anfälliger oder weniger anfälliger Sorten ab. Beim Anbau von Wintergerste nach sich selbst (Monokultur), bei Wintergerste im Fruchtwechsel und in 3feldriger Fruchtfolge kann mit *Typhula*-Befall gerechnet werden (MIELKE, 1982).

Beim Winterweizen und -roggen tritt *T. incarnata* nur selten in Erscheinung. Sommergerste wird vom Erreger der *Typhula*-Fäule auf Grund der zunehmenden Temperatur nicht mehr befallen.

## Bekämpfung

Durch acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen wie weite Fruchtfolgen, tiefes Umpflügen der Stoppelflächen, späte Saat, nicht zu hohe Aussaatmengen und geringe Saattiepen können Entwicklung und Befall von *T. incarnata* eingeschränkt werden. Versuche in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft ergaben, daß das Pflügen vor

der Wintergerstenbestellung den *Typhula*-Befall minderte, während das tiefe Grubbern die *Typhula*-Fäule förderte (MIELKE 1982, 1983).

Die Sortenwahl stellt durchaus eine Bekämpfungsmöglichkeit dar, um den *Typhula*-Befall im Gerstenbau in Grenzen zu halten. Nach Sortenprüfungen in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft - bei künstlichen Inokulationen - gibt es unter den zugelassenen deutschen Wintergerstensorten eine Reihe von wenig anfälligen, die durchaus geeignet sind, für den Anbau in engen Fruchtfolgen und in gefährdeten Gebieten in Frage zu kommen (MIELKE 1993).

Unter den mitgeprüften *Hordeum*-Arten waren auch Vertreter vorhanden, die eine absolute Resistenz aufwiesen (MIELKE 1980). Sofern diese resistenten Wildgerstenarten mit *Hordeum vulgare* kreuzbar sind, könnten sie für die Resistenzzüchtung gegen *T. incarnata* von Bedeutung sein.

Zur Bekämpfung mit chemischen Mitteln wurden von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abt. Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst der Länder Richtlinien für die Prüfung von Fungiziden (einschließlich Beizmitteln) gegen *Typhula*-Fäule (*Typhula incarnata* Lasch ex Fr.) an Wintergerste erarbeitet (BAUERS et al. 1986).

Bei Fungizidtests gegen den Erreger der *Typhula*-Fäule wurde mit Bitertanol ein Wirkstoff gefunden, mit dem erstmalig, die *Typhula*-Fäule ausgeschaltet werden konnte (MIELKE 1981, 1984). In weiteren Untersuchungen zur Bekämpfung der *Typhula*-Fäule galt es andere Fungizide, die im Getreidebau eingesetzt werden, auf ihre Wirksamkeit gegenüber *T. incarnata* zu testen. Dabei zeigte sich, daß neben dem erwähnten Mittel Baycor das Tebuconazol-haltige Folicur und das Fluszilazol- und BCM-haltige Präparat Harvesan ebenfalls eine Wirkung gegen *T. incarnata* aufweisen (MIELKE, 1990).

### Zusammenfassung

Die *Typhula*-Fäule ist in weiten Teilen Deutschlands verbreitet. In den 60er und Anfang der 70er Jahre mußten in Norddeutschland auf Grund des hohen Befalls mit *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. noch ganze Wintergerstenfelder umgepflügt werden. Mit dem verstärkten Auftreten der *Typhula*-Fäule rückten die gegen diese Krankheit gerichteten Bekämpfungsmaßnahmen in den Mittelpunkt des Interesses. Daraufhin wurde im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen

Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg mit der Bearbeitung des Erregers *T. incarnata* begonnen. Die Arbeiten erstreckten sich über Untersuchungen zur Biologie, Schadwirkung des Erregers sowie über Resistenzprüfungen und zur Bekämpfung der *Typhula*-Fäule.

Das Ausmaß des Befalls und des Schadens durch *T. incarnata* hängt von der Witterung in den Wintermonaten ab. Milde Winter mit Schnee begünstigen den Befall mit *T. incarnata*. Die Schädigungen durch den Erreger der *Typhula*-Fäule beruhen im wesentlichen auf Pflanzenausfällen. Bei den Resistenzprüfungen gegen *T. incarnata* mit Wintergerstensorten und -stämmen konnte festgestellt werden, daß unter den geprüften Wintergerstensorten eine Reihe von wenig anfälligen Sorten vorhanden war, die sich durchaus für einen Anbau in gefährdeten Gebieten eignen würden. Neben der Sortenwahl kann die *Typhula*-Fäule auch durch den Einsatz von Beizmitteln und durch Applikation mit Fungiziden bekämpft werden.

## **DTR- Blattflecken bei Weizen**

### Bedeutung

In der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hielt man die DTR-Blattdürre des Weizens lange Zeit nicht für so bedeutend, daß sie bearbeitungswürdig gewesen wäre. Nur WOLLENWEBER (1932) erwähnte diese Krankheit einmal unter dem Namen *Helminthosporium tritici-repentis* Died. im SORAUER unter den Fungi imperfecti als Queckenpilz.

Noch vor einigen Jahren war die DTR-Blattdürre, die von dem Pilz *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. hervorgerufen wird, nur in Süddeutschland anzutreffen; während in Norddeutschland diese Krankheit nur sporadisch vorkam. Seit zwei Jahren aber tritt DTR auch im norddeutschen Raum in so einer Befallsintensität auf, wie man sie noch nicht gekannt hat. Die DTR-Blattfleckenkrankheit trat vor allem dort in Erscheinung, wo Weizen nach Vorfrucht Weizen bei minimaler Bodenbearbeitung angebaut wurde.

Das zunehmende Auftreten des Erregers DTR im Weizenbau war für die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Anlaß, Untersuchungen über die Biologie

und Bekämpfung der Krankheit sowie Resistenzprüfungen aufzunehmen (REICHEL 1993/94; REICHEL und MIELKE 1994).

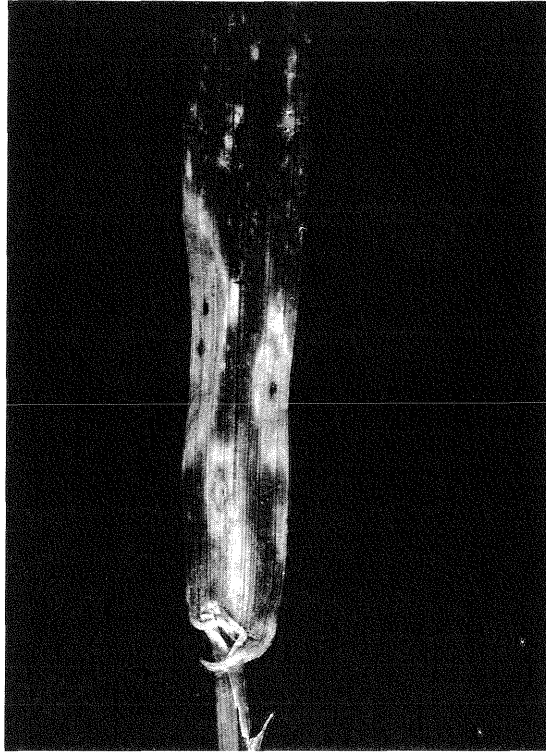
### Erreger

*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. (syn. *Helmithosporium tritici-repentis* Died.) ist der pilzliche Schaderreger dieser Blattfleckenkrankheit bei Weizen, Roggen und Triticale. Der Pilz ist ein Ascomycet; die Hauptfruchtform ist *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler.

Der Pilz überwintert auf Stoppelresten; er vermag noch im Herbst Pseudothecien zu bilden, in denen sich im Frühjahr Ascosporen entwickeln, die bei Feuchtigkeit herausgeschleudert werden und Primärinfektionen bei den in der Nähe befindlichen Weizenpflanzen auslösen. Die epidemische Verbreitung des Erregers erfolgt hauptsächlich über die imperfekte Form - über Konidien. Der Sporenflug ist weitgehend von der Höhe der Luftfeuchtigkeit, Blattnässe und von den Temperaturen abhängig. Für die Ausbreitung der DTR-Blattdürre ist eine warme, wechselnde Witterung am günstigsten. Nach 6- bis 48stündiger Benetzungsdauer keimen die Konidien aus; an den Enden der Keimschläuche entwickeln sich Appressorien. Die Blattoberfläche der Wirtspflanze wird von Penetrationshyphen durchwachsen, anschließend bilden sich unter den Appressorien Infektionshyphen, die jeweils von einer Pappillenbildung umgeben sind. Fünf bis sechs Tage nach der Infektion können dunkelbraune Punkte als erste Symptome des Blattbefalls auftreten (Sekundärinfektion). Nach einem starken Infektionsdruck weisen befallene Weizenpflanzen häufig in den unteren Blattetagen des Weizens eine totale Blattdürre auf. (OBST 1988; OBST und PAUL 1993; WOLF und HOFFMANN 1992).

Bei Untersuchungen zur Charakterisierung verschiedener DTR-Isolate fand REICHEL (1993/94) heraus, daß DTR-Herkünfte sich in der Farbe, im Wuchs, in der Sporulation und in der Aggressivität voneinander unterscheiden können. Die gleiche Autorin stellte auch fest, daß zwischen Koloniefarbe und Sporenbildung Beziehungen bestehen können. Weiterhin deuteten sich negative Korrelationen zur Wachstumsgeschwindigkeit und der Sporulation an.

Abb. 5: Weizenblatt mit DTR-Blattflecken



### Schaden

Das Ausmaß der Ertragsverluste durch DTR wurde von OBST auf 10 bis 20 % einer möglichen Ernte geschätzt (OBST 1994, pers. Mitt.). Im Jahre 1996 dürften die Ertragsausfälle bei Weizen nach Weizen in Niedersachsen gebietsweise wesentlich höher gewesen sein. Bei künstlich inokuliertem Weizen mit totaler Blattdürre sind Ertragsverluste von über 40 % zu erwarten.

### Vorkommen

Noch vor einigen Jahren war die DTR-Blattdürre nur in Süddeutschland zu finden. Im Jahre 1996 konnte diese Blattkrankheit auch häufig in Niedersachsen beobachtet werden. Der Erreger DTR trat besonders dort in Erscheinung, wo Weizen nach Weizen bei pflugloser Bodenbearbeitung angebaut wurde.



Ein weiterer Grund für das verstärkte Auftreten der Blattdürre im Weizenbau ist offenbar die Wahl der Weizensorte gewesen. Auf Grund des hohen Ertragspotentials wurde bevorzugt die anfällige Winterweizensorte 'Ritmo' angebaut, die in der Praxis häufig einen überaus hohen Befall mit DTR aufwies.

### Resistenzprüfungen gegen DTR

Auf Grund der Zunahme der Weizenblattdürre wurde 1993 im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig damit begonnen, Weizensorten und -neuzuchtstämme auf ihre Anfälligkeit gegenüber dem Erreger DTR bei künstlichen Inokulationen zu prüfen. Die Inokulationen erfolgten nach einer Methode von OBST (München); DTR verpilzte Haferkörner werden in den Wintermonaten auf die zu prüfenden Weizensorten ausgestreut. Das Ausmaß des Befalls mit DTR ist vor der Reife des Weizens nach einem Schätzschema für Blattdürren 1-9 an Spreiten der Fahnenblätter ermittelt worden. Nach bisherigen Resistenzprüfungen zu urteilen, blieb keiner der untersuchten Winterweizengenotypen von der DTR- Blattdürre verschont. Spelzweizensorten wurden am wenigsten befallen; dies ist keine genetische Resistenz, sondern ist eher auf die morphologische Gegebenheit- hier die rel. große Wuchslänge - zurückzuführen. Die Mehrzahl der untersuchten Weizensorten hatte einen mittleren bis hohen Befall.

### Bekämpfung

Zu den wichtigsten pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Bekämpfung der DTR-Blattdürre zählt die weite Stellung des Weizens in der geordneten Fruchtfolge; Weizenmonokultur und der Anbau Weizen nach Weizen sind zu vermeiden. Um das DTR-Inokulum im Boden zu mindern, sollten Ernterückstände sorgfältig eingearbeitet werden; Stoppeln sind vor einer Weizenaussaat tief unterzupflügen. Der Anbau von wenig anfälligen Weizensorten ist auch eine Möglichkeit, die Verbreitung des Erregers DTR und die Blattdürre selbst im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes zu bekämpfen bzw. in Grenzen zu halten.

Die Bekämpfung der DTR-Blattdürre mit Fungiziden ist schwierig durchzuführen.; 1996 mißlang sie sowohl in der Praxis als auch in eigenen Versuchen. Obwohl die Fungi-

zidapplikationen bei Befallsbeginn mit zugelassenen Mitteln u.a. auch mit Strobilurinen erfolgten, konnte die DTR-Weizenblattdürre in ihrer Ausbreitung zum Fahnenblatt nicht aufgehalten werden. Der Befall mit DTR wanderte trotz Fungizidbehandlungen zu den Fahnenblättern. Auf Grund dieser Diskrepanzen sind weitere Untersuchungen zur Bekämpfung der DTR-Blattdürre notwendig geworden.

### Zusammenfassung

Seit zwei Jahren tritt die DTR-Blattdürre beim Winterweizen auch in Norddeutschland in einer noch nicht gekannten Intensität auf. *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. ist der pilzliche Schaderreger. Der Pilz überwintert auf Stoppelresten; er vermag Ascosporen und Konidien zu bilden. Die Verbreitung des Erregers erfolgt hauptsächlich über Konidien. Bereits 5 bis 6 Tage nach der Infektion können erste Befallssymptome zu beobachten sein: zunächst dunkelbraune Punkte, dann braune Punkte mit gelbem Hof; diese Flecke können sich später bis zur totalen Blattdürre ausdehnen.

Der Erreger DTR trat besonders dort in Erscheinung, wo Weizen nach Weizen bei pflugloser Bodenbearbeitung angebaut wurde. Ein weiterer Grund für das verstärkte Auftreten der Blattdürre war der bevorzugte Anbau der anfälligen Winterweizensorte "Ritmo".

Auf Grund der Zunahme der DTR-Weizenblattdürre wurde 1993 im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig begonnen, Weizensorten und Neuzuchtstämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber DTR bei künstlicher Inokulation zu untersuchen. Nach den bisherigen Resistenzprüfungen konnte festgestellt werden, daß keine der untersuchten Weizensorten von DTR verschont blieb. Die Mehrzahl der geprüften Sorten und Neuzuchtstämme erwies sich gegenüber DTR als mittel- bis hochanfällig.

Zur Bekämpfung der DTR-Blattdürre zählen weite Stellung des Weizens in der Fruchtfolge und eine stetig sorgfältige Stoppelbearbeitung als die wichtigsten pflanzenbaulichen Maßnahmen. Der Einsatz von Fungiziden gegen DTR bereiten der Praxis noch Probleme.

## Weizenblattdürre

### Bedeutung

Die Weizenblattdürre, hervorgerufen von dem Pilz *Septoria tritici* Rob. ex Desm., ist in Deutschland sehr spät erkannt worden. Im Zuge des verstärkten Getreideanbaues, insbesondere bei der Zunahme des Weizens auf Kosten der Gerste, Hafer und Hackfrüchte, hatte sich nicht nur die Gefahr der Fußkrankheiten, sondern auch die der Blattkrankheiten des Weizens beträchtlich erhöht. Es stellte sich heraus, daß die bislang wenig beachtete „*Septoria tritici*-Blattdürre“ eine der wichtigsten Blattkrankheiten im Weizenbau war. Anfang der 70er Jahre hat sich das Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg dieser Blattkrankheit angenommen, wobei Weizensorten auf ihre Anfälligkeit geprüft und aktuelle Fungizide des Getreidebaues gegen den Erreger der Weizenblattdürre eingesetzt wurden (MIELKE 1977b).

### Erreger

Die perfekte Form des Erregers der Weizenblattdürre ist *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter. Das Auftreten des Ascomyceten wurde zuerst in Neuseeland von SANDERSON (1976) nachgewiesen. In Deutschland wurde *M. graminicola* von VERRET et al. (1990) in Bayern gefunden. Der Erreger der Weizenblattdürre kommt allgemein in Deutschland in der Nebenfruchform (imperfekten Form) vor. Der Pilz überdauert an oberirdischen Ernterückständen und auf Ausfallgetreide. Die Krankheit tritt schon oft im Herbst in Erscheinung. Im November und Dezember können erste Befallsymptome von *S. tritici* auf Weizenblättern vorhanden sein. Charakteristisch für die Krankheit sind die länglichen, hellbraunen Flecken, auf denen Pyknidien parallel zu den Blattadern angeordnet sind. Von den darin gebildeten Pyknosporen gehen die Übertragungen und Infektionen des Erregers aus. Die in der Pyknidie befindlichen Sporen sind von einem silber bis grau aussehenden Schleim umgeben. Nur durch Regen oder Tau können sie gelöst und weiter verbreitet werden. Der Pilz produziert große Mengen von Pyknosporen, von denen die Infektionen aus erfolgen. Die Inkubationszeit beträgt in Norddeutschland nach eigenen Untersuchungen ca. 27 Tage. Bei milder Witterung befällt

*S. tritici* die Weizenblätter auch in den Wintermonaten, denn das Myzel kann bis kurz vor dem Gefrierpunkt noch aktiv sein. Mit ansteigenden Temperaturen nimmt der Befall mit *S. tritici* im Frühjahr zu. Die Ausbreitung des Pilzes nach oben an der Pflanze erfolgt nur langsam von Blattetage zu Blattetage des Weizens. Starker Befall kann bis zur vollständigen Blattdürre und folglich zur Notreife führen. Bei Trockenheit und Hitze läßt der Befall nach, daraufhin wird die Pykno-sporenbildung eingestellt. Im norddeutschen Raum werden die Ähren des Weizens von *S. tritici* nicht befallen (MIELKE und AHLF 1985).

### Schaden

Das Schadausmaß von *S. tritici* war in den 70er Jahren in Deutschland noch nicht bekannt. Erst bei Infektionsversuchen im Sönke-Nissen-Koog konnten an Winterweizen durch *S. tritici* verursachte Ertragsminderungen von über 25 % nachgewiesen werden (MIELKE 1977b, 1978). In weiteren Untersuchungen (Schadensanalysen) ist an inokulierten Winter- und Sommerweizensorten die Schadwirkung des Erregers *S. tritici* ermittelt worden. Aus den durchgeführten Ertrags- und Schadensanalysen ging deutlich hervor, daß die inokulierten Weizensorten in erster Linie in der Tausendkornmasse beeinträchtigt werden. Die Höhe der Ertragsausfälle hängt im wesentlichen von der Anfälligkeit der angebauten Weizensorte und von der Witterung ab. *S. tritici* verursacht nicht nur eine Blattdürre, sondern der Erreger bewirkt auch ein vorzeitiges Abreifen des Weizens (Notreife) (MIELKE 1981).

### Vorkommen

Feuchte und kühle Witterung in den Vorsommer- und Sommermonaten ist für die Entwicklung von *S. tritici* förderlich. Nach Untersuchungen von VON MEIEN-VOGELER (1994) wurde der Erreger der Weizenblattdürre in den Marschen der Nordseeküste Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, an der Ostsee bei Lübeck und Usedom, in der Oberrheinischen Tiefebene, im Alpenvorland, auf den südlichen Ausläufern der Mittelgebirge Harz, Rhön und Thüringer Wald sowie fast immer in flußnahen Auen (Weser-, Leine- und Maintal) gefunden. Auf Grund der feuchtkühlen Witterung im Vorsommer des Jahres 1994 kam die Weizenblattdürre auch im Binnenland vor (in weiten Teilen Niedersachsens).

## Resistenzprüfungen

In Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurden in den 70er Jahren erstmals in Deutschland Resistenzprüfungen gegen den Erreger *S. tritici* mit Hilfe künstlicher Inokulationen auf zwei Standorten (Kitzeberg, Krs. Plön und Sönke-Nissen-Koog, Krs. Nordfriesland) durchgeführt (MIELKE 1977a, 1978). Später wurden alljährlich in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft für das Bundesortenamt die Untersuchungen über das Resistenzverhalten inländischer Weizensorten und -stämme gegenüber *S. tritici* fortgesetzt. Bei diesen Untersuchungen konnten zwischen den Weizensorten und -neuzuchtstämmen deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit festgestellt werden. Befallsfrei blieb keine der untersuchten Weizenentypen. Es wurde aber auch eine ganze Reihe von Weizensorten gefunden, die eine geringe Anfälligkeit gegenüber *S. tritici* zeigten. Die Mehrzahl der untersuchten Weizensorten erwies sich als hochanfällig.

Bei den mitgeprüften Triticale-Sorten wurde dagegen erstmalig eine Vollresistenz gegen *S. tritici* festgestellt; bei den inokulierten Triticale-Sorten waren weder in den unteren Blattetagen noch auf den Fahnenblättern Befallsymptome zu beobachten (MIELKE 1995).

## Bekämpfung

In Befallslagen sollte schon darauf geachtet werden, daß das Auftreten des Ausfallgetreides (Zwischenwirt) durch sorgfältige Stoppelbearbeitungen verhindert wird. Um den Befall mit *S. tritici* in gefährdeten Gebieten zu mindern, sollten dort möglichst keine hochanfälligen Weizensorten angebaut werden.

In Anbetracht der hohen Schäden durch die Weizenblattdürre war es notwendig, nach Bekämpfungsmöglichkeiten mit Fungiziden für den gefährdeten Weizen in *S. tritici*-Lagen zu suchen. Zur Bekämpfung der Weizenblattdürre wurden in den Jahren 1975 und 1976 in Infektionsversuchen erstmals Fungizide eingesetzt; hier erwies sich das Maneb-Captafol-Thiophanat-methyl-haltige Mittel Cercobin Super als am wirksamsten (MIELKE 1977b).

Die Fungizidtests wurden mit den jeweils für den Getreidebau neu zugelassenen Mitteln fortgesetzt (MIELKE 1981, 1982). In der Zwischenzeit sind neue, wirksamere Fungizide

auf den Markt gekommen (s. Pflanzenschutzverzeichnis). Im Jahre 1996 wurden auch Strobilurine gegen die Weizenblattdürre bei künstlicher Inokulation eingesetzt; dabei zeigte das Kresoxim-methyl-Epoxiconazol-haltige Strobilurin Jewel eine überaus gute Wirksamkeit (MIELKE 1997, unveröffentlicht).

### Zusammenfassung

Im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft wird seit Anfang der 70er Jahre die Weizenblattdürre (*Septoria tritici* Rob. ex Dem.) bearbeitet. Der Erreger der Weizenblattdürre kommt allgemein in Deutschland in der imperfekten Form vor. Feuchtkühle Witterung in den Vorsommer- und Sommermonaten begünstigt die Entwicklung von *S. tritici*. Der Erreger der Weizenblattdürre kann Ertragsausfälle von über 25 % verursachen.

Die Weizenblattdürre war in den Marschen an Niedersachsens und Schleswig-Holsteins Nordseeküste, an der Ostseeküste bei Lübeck und Usedom, in der Oberrheinischen Tiefebene, im Alpenvorland sowie auf den südlichen Ausläufern der Mittelgebirge anzutreffen. Bei feuchtkühler Witterung kommt die Weizenblattdürre auch im Binnenland vor.

Bei den alljährlich durchgeführten Resistenzprüfungen gegen *S. tritici* konnten zwischen den untersuchten Weizensorten und -neuzuchstämmen deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit festgestellt werden. Alle mitgeprüften Triticale-Sorten und -stämme erwiesen sich gegenüber *S. tritici* als resistent.

Um die Gefahr der Weizenblattdürre in Weizengebieten zu mindern, sollten schon sorgfältige Stoppelpbearbeitungen durchgeführt und der Anbau von nicht oder wenig anfälligen Weizensorten empfohlen werden. Für die Praxis besteht weiterhin noch die Möglichkeit, die Weizenblattdürre durch den Einsatz von wirksamen Fungiziden zu bekämpfen.

### **Braunfleckigkeit**

#### Bedeutung

Eine sehr verbreitete Blatt- und Ährenkrankheit des Weizens ist die Braunfleckigkeit (früher Braunspelzigkeit oder auch Spelzenbräune genannt), die von dem Pilz *Septoria*

*nodorum* (Berk.) Berk. verursacht wird. In allen Bundesländern ist diese Krankheit im Weizenbau anzutreffen; sie tritt besonders dann stark auf, wenn in den Vorsommer- und Sommermonaten feucht-warme Witterungsverhältnisse herrschen. Die Braunfleckigkeit kann beim Weizen erhebliche Ertragsausfälle hervorrufen.

Nach großem Septoria-Befall Anfang der 30er, in den 50er und 60er Jahren wurden im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der ehemaligen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg verstärkt Untersuchungen über die Biologie, die Schädigung des Erregers der Braunfleckigkeit sowie umfangreiche Resistenzprüfungen mit einer Vielzahl von Weizensorten gegen diesen Pilz vorgenommen (BOCKMANN 1932; HOPP 1957; BOCKMANN 1958, 1962, 1963a, 1963b, 1964, 1965, 1967).

Mit dem Ziel tolerante oder resistente Weizensorten und Neuzuchtstämme aufzufinden, wurden auf verschiedenen Standorten, auch in den Niederlanden und in Dänemark, die Resistenzprüfungen gegen den Erreger *S. nodorum* fortgesetzt (MIELKE 1989). Seit den 70er Jahren werden alljährlich in der Biologischen Bundesanstalt bis 1985 in Kiel-Kitzeberg und ab 1986 in Braunschweig Untersuchungen verschiedener Weizensorten und -stämme auf ihre Anfälligkeit gegenüber dem Erreger *S. nodorum* in Amtshilfe für das Bundessortenamt durchgeführt.

### Erreger

Der Erreger der Braunfleckigkeit ist *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. E. MÜLLER fand 1952 von dem Erreger der Braunfleckigkeit die Hauptfruchtform. Seitdem gehört dieser Pilz in den Entwicklungszyklus der Ascomyceten und wird *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hegarude (syn. *Leptosphaeria nodorum* E. Müller) genannt.

Die perfekte Form ist derart selten zu finden, daß ihr nur eine geringe praktische Bedeutung zugemessen werden kann. In Deutschland kommt meistens nur die imperfekte Form *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. vor. (PRILLWITZ 1983; OBST und PAUL 1993).

Der Erreger *S. nodorum* befällt außer Ähren, Blattspreiten und -scheiden auch Halme und Knoten des Weizens. Der Befall mit *S. nodorum* äußert sich am auffälligsten in der Verfärbung am Spelzenrand. Diese Flecken vergrößern sich; auf den abgestorbenen Spelzenrändern entwickeln sich eine große Anzahl von bräunlich bis schwärzlich aussehenden, punktförmigen Pyknidien (Fruchtkörper). Bevor *S. nodorum* die Ähren befällt,

tritt der Erreger auf Blättern und Halmen auf, wo er ebenfalls typische Symptome verursacht und Pyknidien bildet. Die Inkubationszeit kann 9 oder mehr Tage dauern. Die Anzahl der Pyknidien ist auf älteren befallenen Blättern am größten. Unter feuchten Bedingungen treten die von einem rötlichen Schleim zusammengehaltenen Pyknosporen heraus und werden durch Regen und Tau gelöst und verbreitet. Aufgebrochene Pyknidien haben ein rötliches bis braunes Aussehen; die Farbe ist ein wichtiges Erkennungsmerkmal für den *S. nodorum*-Befall.

Zur Beurteilung der Blattbefallstärke wurde von KNOTH (1977) eine Methode beschrieben, mit deren Hilfe die Befallsintensität bei der durch *S. nodorum* hervorgerufenen Blattdürre des Weizens ermittelt werden kann, wobei die Fruchtkörper des Pilzes (Pyknidien) unter Verwendung eines Zählrahmens (Metallplatte 1mm stark und mit vier 0,25 cm<sup>2</sup> großen quadratischen Ausschnitten) unter einer binokularen Lupe ausgezählt werden können. Auch auf Halmknoten des Weizens werden Pyknidien gebildet. Daher stammt der Name *Septoria nodorum*.

Abb. 6: Weizenähren mit *Septoria nodorum*-Befall





Nach hohem Befall in den Jahren 1956 und 1957 wurden verstärkt Untersuchungen über die Biologie und die Schadwirkung des Erregers der Braunfleckigkeit vorgenommen. Hierbei wies HOPP (1957) nach, daß *S. nodorum* auch über das Saatgut übertragen werden kann. Bereits 14 Tage bis 4 Wochen nach dem Auflaufen können die ersten Krankheitssymptome an jungen Weizenpflanzen erscheinen. An der Koleoptile sind bräunliche strichförmige Verfärbungen zu beobachten. Zwei Wochen nach erfolgter Bräunung können sich bereits auf der Koleoptile Pyknidien entwickelt haben.

### Schaden

Von BOCKMANN (1962, 1963a, 1963b) wurden Methoden zur Kultivierung des Pilzes *S. nodorum* und zur künstlichen Inokulation des Erregers im Freiland entwickelt. Damit waren Voraussetzungen für die Durchführung von Infektionsversuchen und Resistenzprüfungen gegen *S. nodorum* geschaffen worden. Diese Methoden wurden auch von vielen anderen Wissenschaftlern (z.B. BRÖNNIMANN 1968; OBST 1968, WALTHER und M.BÖHMER 1992 u.a.) übernommen bzw. in modifizierter Weise in ihren Arbeiten verwendet.

Durch künstliche Inokulationen mit *S. nodorum* war es im Freiland auch möglich, auf ein und demselben Feld gesunde und kranke Weizenbestände in ihrem Ertragsaufbau direkt miteinander zu vergleichen. Auf diese Weise konnte BOCKMANN (1963c) aus der Ertragsanalyse von HEUSER (1927/28) die Schadensanalyse entwickeln, aus der nicht nur die durch *S. nodorum* verursachten Mindererträge zustande kamen, sondern auch die Beeinträchtigung der Ertragsfaktoren zu erkennen war. Mit Hilfe der künstlichen Inokulationen wies BOCKMANN (1962, 1963a, 1963c) nach, daß *S. nodorum* beim Weizen Ertragsausfälle von über 30 % verursachen kann, wobei durch den Befall mit dem Erreger besonders die Tausendkornmasse des Weizens (TKM) beeinträchtigt und somit die kümmerkornbildung gefördert wird.

Die höchsten Ertragsausfälle entstehen an Pflanzen, die in der Zeit unmittelbar nach dem Ährenschieben bis zum Ende der Blüte befallen werden. Mit zunehmender Reife nimmt auch die Anfälligkeit des Weizens ab. Jedoch witterungsbedingte Verzögerung der Reife verlängert die hohe Anfälligkeit.

Der Erreger *S. nodorum* zerstört das Chlorophyll und schränkt dadurch die Assimilationsfläche bzw. Assimilationstätigkeit ein. Infolgedessen schließt die befallene Weizenpflanze ihre Entwicklung vorzeitig ab (Notreife); es kommt zwangsläufig zur Kümmerkornbildung. BOCKMANN (1964) konnte bei seinen Ausmahlungs- und Backversuchen weiterhin feststellen, daß durch die von *S. nodorum* verursachte Kümmerkornbildung des Weizens zwar der Ausmahlungsgrad, aber nicht die Backqualität des Mehles gemindert wurde. Bei starkem Befall leidet in jedem Fall die Keimkraft des Weizens.

In Untersuchungen hinsichtlich CCC-Applikationen und Schadwirkungen von *S. nodorum* fand BOCKMANN (1967) heraus, daß durch den Einsatz von CCC ein verstärkter Blatt- und Ährenbefall mit *S. nodorum* auftrat. Durch zusätzliche N-Düngungen versuchte der Autor die Ertragsverluste zu mindern bzw. auszugleichen. Der verstärkte Befall mit *S. nodorum* wurde durch das feuchte Mikroklima in Bodennähe, kürzere Infektionswege zu den Ähren, verzögerte Entwicklung und durch schlechtere Abreife des Weizens begünstigt.

#### Vorkommen und Verbreitung

Der Erreger *S. nodorum* ist in erster Linie ein Parasit des Weizens. Auch auf Roggen, Gerste und verschiedenen Gräsern wie z.B. *Poa pratensis*, *Poa annua*, Agropyron-, Festuca- Arten und Hirse kann diese Krankheit vorkommen.

Bereits Anfang der 30er Jahre hatte BOCKMANN (1932) auf die Gefährlichkeit von *S. nodorum* im Weizenbau des norddeutschen Raumes hingewiesen. Bei seinen Untersuchungen beobachtete er, daß feuchtwarme Witterungsverhältnisse in den Sommermonaten im östlichen Teil Schleswig-Holsteins das Auftreten der Braunfleckigkeit förderte. Später war die Braunfleckigkeit in allen Bundesländern anzutreffen; es gibt in der Bundesrepublik Deutschland Gebiete, in denen der Erreger der Braunfleckigkeit mit großer Regelmäßigkeit vorkommt (z.B. außer Ostholstein, die Landschaften Schwansen und Angeln). In niederschlagsreichen Gegenden, Flußniederungen und an Waldlagen bei ausreichender Wärme ist *S. nodorum* besonders häufig zu finden.

*S. nodorum* ist auch in der Lage, im Freiland auf abgestorbenen, zweikeimblättrigen Pflanzen seine ganze Entwicklung bis zur Pyknidienbildung zu durchlaufen. So dürften für den Erreger der Braunfleckigkeit außer Wirtspflanzen, Saatgut und Ernterückständen

des Weizens auch abgestorbene Dikotyle als weitere Infektionsquelle in Frage kommen (OBST 1971).

Aufgrund von Experimenten zur Ausbreitung von *S. nodorum* konnte BOCKMANN (1932) in den frühen 30er Jahren bereits feststellen, daß der Wind an der Ausbreitung des Erregers nicht direkt beteiligt ist. Da die in den Pyknidien befindlichen Pyknosporen des Erregers von einem Schleimmantel umhüllt sind und somit eine Haftfähigkeit aufweisen, können sie erst durch Niederschläge und Tautropfen gelöst und von Regenspritzern weitergetragen werden, wobei der Wind durch die Verwehung sporenhaltender Wassertropfen nur indirekt mitwirkt. Weiterhin wurde bei den gleichen Arbeiten von BOCKMANN festgestellt, daß Septoria-Befall besonders stark bei Nachschossern des Weizens sowie bei dünnstehenden, N-überdüngten und lagernden Weizenbeständen auftrat.

In der Praxis tauchte lange Zeit immer wieder die Frage auf, ob zwischen der Häufigkeit des Auftretens der Getreideläuse und dem Befall mit *S. nodorum* beim Weizen Zusammenhänge bestanden; Freilandversuche von BASEDOW und MIELKE (1984, 1985) zeigten, daß ein Getreideläusbefall im Weizen das Auftreten der Braunfleckigkeit in geringem Maße fördern kann.

### Resistenzprüfungen

Ende der 50er Jahre wurde mit systematischen Resistenzprüfungen gegenüber der Braunfleckigkeit an Weizensorten bei künstlichen Inokulationen in Kiel-Kitzeberg begonnen. PIRSON (1960) fand sortenspezifische Resistenzunterschiede zwischen den meisten in Schleswig-Holstein angebauten Weizensorten, wobei häufig frühreifende Weizensorten von *S. nodorum* weniger stark befallen wurden als spätreifende.

Um eine Vielzahl von Weizensorten und -neuzuchtstämmen auf ihr Resistenzverhalten gegenüber *S. nodorum* prüfen zu können, führte BOCKMANN (1963b, 1965; BOCKMANN et. al. 1975) in Zusammenarbeit mit FEEKES, Nederlands Graan-Centrum, mehrjährige Sortenprüfungen in Kiel-Kitzeberg und im Nordostpolder (Niederlande) bei künstlichen Inokulationen unter Anwendung der Schadensanalyse durch. Bei seinen Resistenzuntersuchungen fand BOCKMANN heraus, daß es folgende Möglichkeiten der Beurteilung der Weizensorten hinsichtlich auf ihre Anfälligkeit gegenüber *S. nodorum* gibt:

1. Eine Weizensorte liegt im gesunden Zustand ertraglich unter dem Sortenmittel; im kranken darüber. Das ist ein Hinweis auf eine bessere Toleranz der Weizensorte.
2. Eine Weizensorte liegt im gesunden Zustand über dem Sortenmittel, im kranken aber darunter. Das spricht für eine höhere Anfälligkeit der Sorte.
3. Eine Weizensorte liegt im gesunden Zustand unter dem Sortenmittel, im kranken aber wesentlich weiter darunter. Das spricht ebenfalls für eine höhere Anfälligkeit der Sorte.
4. Eine Weizensorte liegt im gesunden Zustand über dem Ertragsmittel der Sorten, im kranken dagegen weit darüber. Das ist wiederum ein Hinweis für eine bessere Toleranz.

Später nahmen die Resistenzprüfungen gegen *S. nodorum* einen noch größeren Umfang ein; aus ökonomischen und klimatischen Gründen wurden die Prüfungen des Weizenmaterials auf verschiedenen Standorten und zwar in Kiel-Kitzeberg, in verschiedenen Saatzuchtbetrieben in Waterneverstorf (Kr. Plön), im Nordostpolder (Niederlande), in Dingby (Dänemark) und auf mehreren Versuchsfeldern der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen sind eine Reihe wenig anfälliger Weizensorten und -stämme gefunden worden, die sich durchaus für die Resistenzzüchtung gegen *S. nodorum* und für den Anbau in befallsgefährdeten Gebieten eignen. Das Gros der geprüften Weizenotypen erwies sich als hochanfällig (MIELKE 1980, 1989, 1994).

### Bekämpfung

In den 60er Jahren, als die CCC-Anwendungen häufig in überhöhten Dosierungen und oft zu spät erfolgten, war die Braunfleckigkeit im Weizenbau noch ein Problem. BOCKMANN (1967) versuchte zu der Zeit die durch CCC-Applikationen resultierenden Ertragsausfälle durch zusätzliche N-Düngungen zu mindern bzw. auszugleichen. In späteren Untersuchungen über den Einfluß von CCC-Pflanzenschutzmaßnahmen auf die

Anfälligkeit verschiedener Weizensorten gegenüber *S. nodorum* konnte erreicht werden, daß durch frühe CCC-Behandlungen die Sortenanfälligkeit gar nicht oder nur unwesentlich verschoben wurde (BOCKMANN und MIELKE 1972).

Welchen Einfluß verschiedene Kalkformen und Kalimengen auf die Entwicklung der Pyknidien- und Pyknosporenbildung von *S. nodorum* auf Fahnenblättern und Spelzen an inokuliertem Sommerweizen ausübten, zeigten die Untersuchungen von MIELKE und FINGER (1977). Durch eine Düngung mit Hüttenkalk konnte sowohl die Pyknidien- als auch die Pyknosporenbildung vermindert werden. Hohe Kaligaben beeinträchtigten nur z.T. die Pyknidien- und Pyknosporentwicklung.

In der Praxis erhoffte man sich durch eine Blattlausbekämpfung mit Parathion in Weizen gleichzeitig die Braunfleckigkeit eliminieren zu können. Versuche von BASEDOW und MIELKE (1977) aber zeigten, daß das eingesetzte Parathion-äthyl selbst in sehr hohen Dosierungen weder eine kurative noch eine vorbeugende Wirkung gegen *S. nodorum* aufwies.

Da der Erreger *S. nodorum* auch über das Saatgut übertragen werden kann, sollte das Weizensaatgut gebeizt sein, um einen optimalen Aufgang des Weizens zu gewährleisten (MIELKE 1985; PRILLWITZ 1983).

Aufgrund des integrierten Pflanzenschutzes ist die Braunfleckigkeit im Weizenbau kein Problem mehr; neben Prognose und Sortenwahl stehen heute der Praxis auch eine Reihe von wirksamen Fungiziden zur Verfügung, mit denen der Erreger *S. nodorum* leicht bekämpft werden kann (s. Pflanzenschutzmittelverzeichnis).

### Zusammenfassung

Eine weitverbreitete Blatt- und Ährenkrankheit ist die Braunfleckigkeit des Weizens (*Septoria nodorum* [Berk.] Berk.), die in allen Bundesländern anzutreffen ist; diese Krankheit tritt besonders dann in Erscheinung, wenn in den Vorsommer- und Sommermonaten feuchtwarme Witterungsverhältnisse herrschen. Die Braunfleckigkeit kann im Weizenbau erhebliche Ertragsverluste verursachen, wenn *S. nodorum* nicht bekämpft wird. Auf Grund der Gefährlichkeit von *S. nodorum* widmeten sich Wissenschaftler der damaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg dieser Krankheit. In den 30er, 50er und 60er Jahren wurden Untersuchungen zur Biologie, Schadwirkung und zur Bekämpfung des Erregers der Braunspezigkeit durchgeführt.

Nachdem eine Methode zur künstlichen Inokulation des Erregers entwickelt worden war, wurden umfangreiche Weizensortimente gegen *S. nodorum* auf verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein, in den Niederlanden und in Dänemark geprüft. Das Gros der untersuchten Weizengenotypen erwies sich als hochanfällig.

Die Bekämpfung der Braunfleckigkeit mit Fungiziden ist heutzutage in der Praxis kein Problem mehr. Der Landwirtschaft stehen gut wirksame Fungizide zur Verfügung.

## **Partielle Taubährickeit**

### Bedeutung

Zu den wichtigsten Erkrankungen des Weizens gehören auch die Fusariosen. Als einer der bedeutendsten Vertreter dieser Artengruppe ist *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. zu nennen. Dieser Erreger ruft in Norddeutschland im Weizenbau hauptsächlich die Partielle Taubährickeit hervor; in Süddeutschland wird die Krankheit durch *F. graminearum* verursacht. In Jahren mit epidemischem Auftreten der Partiellen Taubährickeit sind erhebliche Ertragsausfälle festgestellt worden. Neben Keimfähigkeits- und Triebkraftschädigungen sowie Backqualitätsbeeinträchtigungen vermögen die Erreger der Partiellen Taubährickeit beim Weizen auch Toxine zu bilden.

Im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Kiel-Kitzeberg widmete man sich erst relativ spät dem Erreger der Partiellen Taubährickeit. Die wesentlichen Untersuchungen erstreckten sich über Arbeiten zur Sporulation, Inokulumherstellung, Entwicklung von Inokulationsmethoden, Schadwirkung und Bekämpfung des Pilzes *F. culmorum* (BOCKMANN 1962a, 1963a, 1963b). Einen großen Raum der Untersuchungen nahmen die Resistenzprüfungen gegen die Partielle Taubährickeit ein (BOCKMANN 1962b, 1963c, 1965, 1967; BOCKMANN MIELKE und WACHHOLZ 1975; MIELKE 1980, 1988, 1995, 1996).

### Erreger

Der Erreger der Partiellen Taubährickeit *F. culmorum* gehört der Sektion *Discolor* Wollenweber an (WOLLENWEBER und REINKING 1935).

Von *F. culmorum* ist bislang keine Hauptfruchtform bekannt (OBST und PAUL 1993). Die Verbreitung des Erregers der Partiiellen Taubährigkeit geschieht hauptsächlich durch Konidien, die vor allem durch Wasser (Niederschläge und Tau) aber auch durch Luftströmungen weitergetragen werden können. Bei feuchter und warmer Witterung in den Vorsommer- und Sommermonaten lassen sich nach einer Inkubationszeit von drei bis sechs Tagen die ersten Befallserscheinungen an den Ähren beobachten. Die durch *F. culmorum* verursachte Partielle Taubährigkeit äußert sich zuerst im vorzeitigen Ausbleichen einzelner Ährchen und später ganzer Ährenpartien. Befallene Ährchen werden zunächst hellgrün, dann violett, hellgelb und schließlich weiß. Danach sind die Ährenanlagen von rötlichem Sporenschleim durchsetzt (BOCKMANN 1963a; MIELKE 1988).

Abb. 7: Partielle Taubährigkeit beim Weizen



### Schaden

Der Erreger *F. culmorum* verursacht beim Weizen Wurzel- und Halmbasisvermorschungen sowie eine Partielle Taubährigkeit. Mit dem Ährenschieben kommt der Weizen in ein besonders empfindliches Stadium. Bei frühem Befall kann *F. culmorum* bis in die Samen-

anlage vordringen und zerstört diese ehe das Korn angesetzt wird. Die hohe Empfindlichkeit des Weizens hält bis nach der Blüte an. Mit zunehmender Reife läßt die Anfälligkeit des Weizens wieder nach (MIELKE 1986, 1988).

In Jahren mit katastrophalem Auftreten der Partiellen Taubährigkeit sind Ertragsausfälle von 30 % und mehr festgestellt worden. Nach BOCKMANN (1963b) entstehen diese Ertragsverluste in erster Linie über eine Kümmerkornbildung (Beeinträchtigung der Tausendkornmasse, TKM); weiterhin sind diese Ertragsminderungen auch auf die Herabsetzung der Kornzahl/Ähre zurückzuführen.

Die Applikation mit CCC kann beim Weizen auch eine höhere Anfälligkeit für *F. culmorum* bewirken (BOCKMANN 1968; LANGERFELD 1969). Bei späteren Untersuchungen über den Einfluß von Wachstumsregulatoren im Splitting auf die Partielle Taubährigkeit des Weizens stellte sich heraus, daß *F. culmorum* den Weizen nach der Splittingapplikation mit CCC, Terpal und Cerone stärker schädigte als nach einer einmaligen CCC-Gabe (MIELKE 1988).

Bereits 1964 hatte BOCKMANN Untersuchungen über die Mahl- und Backqualität fusariumbefallener Weizensorten angestellt. Dabei wurde deutlich, daß die Backqualität des Weizens derart beeinträchtigt worden ist, daß sich nicht nur fließende Teige (Klitschbrot), sondern Teige mit muffigem Geruch und unansehnlicher Farbe bildeten.

Ab 1981 wurden in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung Detmold derartige Qualitätsuntersuchungen wieder aufgenommen. In Untersuchungen mit dem Rastermikroskop konnte beobachtet werden, daß bei fusariumbefallenen Weizenkörnern die Aleuronzellen angegriffen und die Zellwände des Mehlkörpers zum Teil aufgelöst waren. Auch die Proteinmatrix im Innern der Zellen war häufig zerstört. Bei befallenen Weizensorten wurde ein erhöhter Aschegehalt festgestellt, damit war auch eine Reduzierung der Mehlausbeute verbunden. Darüber hinaus wirkte sich der Fusarium-Befall negativ auf die Fallzahlen, Sedimentationswerte sowie auf Feuchtklebergehalte und Kleberbeschaffenheit aus. Teige aus befallenem Weizen wiesen eine geringe Stabilität und einen hohen Konsistenzabfall auf. Beschädigungen bei Stärkekörnern und erhöhter Abbau von Fetten waren ebenso Folgen der Partiellen Taubährigkeit (MEYER et al. 1986; MIELKE und MEYER 1990; MEYER und MIELKE 1990).

Der Erreger der Partiellen Taubährigkeit vermag Toxine zu bilden, die bei Mensch und Haustier Gesundheitsschädigungen hervorrufen können (SCHÖBER und KINTZINGER 1988).



## Vorkommen

Besonders stark tritt die Partielle Taubährigkeit in Jahren mit feuchtwarmen Sommermonaten auf. Der Wirtspflanzenkreis des Erregers ist weitaus größer als im allgemeinen angenommen wird; außer den Getreidearten zählen Mais, viele Gräser, Erbsen u. a. dazu (WOLLENWEBER und REINKING 1935). Der weitverbreitete Weizenanbau selbst trägt zum verstärkten Auftreten der Partiellen Taubährigkeit bei. Auch dem zunehmenden Maisanbau wird nachgesagt, daß er Ursache für den verstärkten Fusarium-Befall bei Weizen sei, weil es sich bei den Erregern der Wurzel- und Stengelfäule des Maises zum größten Teil um die gleichen Arten handelt, wie bei denjenigen der Partiellen Taubährigkeit (OBST und PAUL 1993).

## Resistenzprüfungen

In den 60er Jahren wurden von BOCKMANN (1962b, 1963c, 1965, 1967) erstmalig systematisch durchgeführte Resistenzprüfungen gegenüber der Partiellen Taubährigkeit mit Hilfe künstlicher Inokulationen mit Konidiensuspensionen in der damaligen Außenstelle Kiel-Kitzeberg der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft und in Zusammenarbeit mit FEEKES, Nederlands Graan-Centrum, im Nordostpolder vorgenommen. Die Prüfungen verfolgten das Ziel, die Resistenzverhältnisse bei Weizensorten und -stämmen zu erforschen und nach Möglichkeit Grundlagen für eine züchterische Aufbauarbeit zu schaffen.

Die Resistenzprüfungen gegen *F. culmorum* erfolgten in Horstsaaten, die den Vorteil hatten, eine Vielzahl von Sorten und Stämmen prüfen zu können. Hierbei wurden Winter- und Sommerweizen verschiedener Herkunft nach dem Ährenschieben mit *F. culmorum* - Konidiensuspensionen inokuliert. Drei Wochen nach der Inokulation erfolgten die Befallsbonitierungen. Bei diesen Resistenzprüfungen wurden unterschiedlich anfällige Weizensorten festgestellt, wobei Fälle vorkamen, in denen ertragsstarke Sorten mit Befall höhere Erträge aufwiesen als ertragsschwache im gesunden Zustand. Weniger befallene Weizensorten zeigten häufig eine Scheinresistenz, die sich weitgehend aus der Zufälligkeit des Zusammentreffens vom Infektionszeitpunkt und Entwicklungsstadium ergab.

So waren frühe Weizensorten hier oftmals im Vorteil, weil sie dem Fusarium-Befall eher entwachsen konnten.

Ende der 60er bis Anfang der 70er Jahre wurden im damaligen Institut für Getreide-, Ölfucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg die Resistenzuntersuchungen mit den in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Winter- und Sommerweizensorten fortgesetzt. Hierbei erwies sich keine der geprüften Sorten als vollresistent; es konnten lediglich nur Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den untersuchten Weizensorten festgestellt werden (BOCKMANN, MIELKE und WACHHOLZ 1975).

Von 1971 bis 1985 wurde in Freilandversuchen die Anfälligkeit hinsichtlich der Partiellen Taubähigkeit an umfangreichen Winterweizensortimenten auf mehreren Standorten in Norddeutschland, Dänemark und in den Niederlanden untersucht. Bei diesen Resistenzprüfungen wurde deutlich, daß es weder Resistenz noch Toleranz gegenüber der Partiellen Taubähigkeit gibt. Es ließen sich dagegen aber deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den untersuchten Weizengenotypen feststellen. Kurzhalmige Weizensorten sowie Halb- und Zwergweizen waren besonders anfällig (MIELKE 1980, 1988).

Von 1985/86 an wurden Resistenzprüfungen gegen *F. culmorum* für das Bundessortenamt in Braunschweig und auf anderen Standorten fortgesetzt. Diese Untersuchungen erfolgten ebenfalls mit Hilfe künstlicher Inokulationen. Unter den geprüften Weizensorten und -stämmen waren geringanfällige Sorten vorhanden, mit denen die Partielle Taubähigkeit im Weizenbau in Grenzen gehalten werden kann (MIELKE 1995, 1996).

### Bekämpfung

Um der Praxis auch bei der Bekämpfung der Partiellen Taubähigkeit Empfehlungen geben zu können, war es das Ziel des Institutes für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft nach anderen Bekämpfungsmöglichkeiten, wie z.B. Fungizidanwendungen, zu suchen.

Bei Fungizidtests Anfang der 80er Jahre wies *in vitro* nur das nicht mehr zugelassene Präparat Drawitek eine relativ hohe Wirksamkeit gegen den Erreger der Partiellen Taubähigkeit auf. Captafol-haltige Fungizide zeigten auch eine Wirkung gegen *F. culmorum*. Von Betatanol-, Myclobutanil-, Flutriafol- und Anilazin-haltigen Mitteln war

nicht in jedem Jahr eine genügende Wirksamkeit gegenüber der Partiellen Taubähigkeit zu erkennen (MIELKE 1988).

In späteren Untersuchungen von MIELKE und MEYER (1990) sowie von JAHN (1994) erwiesen sich Tebuconazol-haltige Mittel als die wirksamsten Fungizide gegen die Partielle Taubähigkeit. In Untersuchungen über die Mahl- und Backqualität wurden durch die Behandlung mit Tebuconazol-haltigen Fungiziden Verbesserungen in der Mehlausbeute, den indirekten Qualitätsmerkmalen, der Teigbeschaffenheit und der Volumenausbeute der Gebäcke festgestellt (MIELKE und MEYER 1990).

Bei neueren Fungizidtests gegenüber *F. culmorum* zeigten neue Fungizide für den Getreidebau, u.a. auch ein Strobilurin, nur eine mäßige Wirksamkeit, während die mitgeprüften Tebuconazol-haltigen Mittel nach wie vor eine gute Wirkung aufwiesen. Außerdem wurde bei diesen Untersuchungen festgestellt, daß nur durch den Anbau einer wenig anfälligen Weizensorte und durch eine zusätzliche Applikation Tebuconazol-haltiger Fungizide nach der Infektion die Partielle Taubähigkeit nahezu völlig bekämpft werden konnte (MIELKE und WEINERT 1996).

#### Zusammenfassung

Als einer der bedeutendsten Vertreter der Fusariosen im Getreidebau ist der Pilz *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. zu nennen, der in Norddeutschland hauptsächlich die Partielle Taubähigkeit beim Weizen verursacht. Erst relativ spät in den 50er und 60er Jahren hat die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft sich dieser Krankheit angenommen. Die wesentlichen Arbeiten waren Untersuchungen zur Sporulation, Schadwirkung, Inokulumherstellung, Entwicklung von Inokulationsmethoden für Durchführungen von Resistenzprüfungen und Bekämpfungsversuchen des Erregers *F. culmorum*.

Der Erreger der Partiellen Taubähigkeit *F. culmorum* gehört der Sektion Discolor Wollenweber an, von ihm ist bislang keine Hauptfruchtform bekannt. Seine Verbreitung geschieht hauptsächlich durch Konidien. *F. culmorum* hat einen äußerst großen Wirtspflanzenkreis. Von den Getreidearten wird der Weizen am stärksten befallen. Besonders stark tritt die Partielle Taubähigkeit in Jahren mit feuchtwarmen Sommermonaten auf. Der weitverbreitete Weizenanbau selbst trägt zum verstärkten Auftreten der Partiellen Taubähigkeit bei. In Jahren mit epidemischem Auftreten der Partiellen Taubähigkeit

sind Ertragsausfälle von 30% festgestellt worden. Neben Ertragsverlusten beeinträchtigt *F. culmorum* auch die Mahl- und Backqualität.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen im damaligen Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten und späteren Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der BBA waren Resistenzprüfungen gegen *F. culmorum* mit umfangreichen Weizensortimenten, die an verschiedenen Standorten mit Hilfe künstlicher Inokulationen geprüft wurden. Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß unter den geprüften Weizensorten auch solche Sorten vorhanden waren, die sich durchaus für den Anbau in Befallslagen eignen würden.

Ein wesentlicher Teil der weiteren Arbeiten nahmen die Untersuchungen zur Bekämpfung der Partiellen Taubähigkeit ein. Bei den alljährlichen Fungizidtests, die ebenfalls mit Hilfe künstlicher Inokulationen durchgeführt wurden, stellte sich heraus, daß die Tebuconazol-haltigen Mittel nach wie vor am wirksamsten gegenüber *F. culmorum* sind.

## **Gersten- und Weizenflugbrand**

### Bedeutung

Der Flugbrand der Gerste und des Weizens kam vor allem in den Gebieten Deutschlands vor, in denen der Gersten- und Weizenanbau vorherrschte. Um die Jahrhundertwende bis zu den 40er Jahren litten Wintergerste und -weizen enorm unter dem Befall mit Flugbränden. Die Ertragsausfälle durch den Gersten- und Weizenflugbrand waren zu jener Zeit verheerend. Dies waren für die damalige Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und für die spätere Biologische Reichsanstalt notwendige Gründe, insbesondere Untersuchungen zur Biologie und zur Bekämpfung der Erreger der Flugbrände durchzuführen (APPEL und SCHLUMBERGER 1912; APPEL und RIEHM, 1911, 1912, 1913, 1926, 1929, 1934; RIEHM 1938; ZILLIG 1932).

Nach dem Krieg wurden die Arbeiten über die Flugbrandarten in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel-Kitzeberg von NIEMANN (1957a, 1957b, 1960, 1962a, 1962b) fortgesetzt, wobei Keimungsphysiologie, physiologische Rassenbildung, Resistenzverhalten der Getreidesorten sowie Beizversuche gegen die Erreger im Mittelpunkt der Untersuchungen standen.

Mit der Einführung systemisch wirksamer Beizmittel haben der Gersten- und Weizenflugbrand an Bedeutung verloren. Wirtschaftliche Auswirkungen in der Saatgutproduktion werden die Flugbrände nur haben, wenn durch erhöhten Flugbrandbesatz Saatgutaberkennungen erfolgen würden.

### Erreger

Die Erreger des Weizens- und Gerstenflugbrandes sind *Ustilago tritici* (Pers.) Rostrup f. sp. *tritici* (syn. *Ustilago tritici* [Pers.] Rostr.) und *Ustilago tritici* (Pers.) Rostrup f. sp. *hordei* (Schaffnit) Boerena Pieters und Hamers (syn. *Ustilago nuda* [Jens.] Rostr.); beide gehören der Gattung der Basidiomyceten an und treten in physiologischen Rassen auf (OBST und PAUL 1993).

Ausgangspunkt für eine Infektion sind die Brandsporen des Weizen- und Gerstenflugbrandes, die während der Blüte vom Wind auf die Narbe von Weizen und Gerste getragen werden; dort keimen sie aus. Der Keimschlauch dringt durch den Griffel in den Fruchtknoten und wächst in den Embryo (Blüten- bzw. Embryo-Infektion). Ungestört der Infektion reift das Korn aus, ohne daß äußerlich etwas erkennbar wäre. Im ausgereiften, infizierten Korn befindet sich der Pilz zwischen dem Embryo und dem anliegenden Schildchen und legt dort ein Ruhestadium ein.

Nach der Aussaat und Keimung des Korns wird der Pilz auch aktiv, dabei dringt er intrazellulär in den Keimling des Korns ein und wächst intrazellulär hinter dem Vegetationskegel her. Mit der Streckung des Halmes wird der Pilz passiv hochgetragen.

In den heranreifenden Ähren bildet der Erreger verdichtete Hyphen, aus denen nach der Fruktifikation die Flugbrandsporen erscheinen (APPEL und RIEHM 1912; PRILLWITZ 1983; OBST und PAUL 1993).

### Schadbild

Der Gerstenflugbrand ist bereits während der Gerstenblüte erkennbar. Zu der Zeit ist die befallene Ähre schon zerstört. Die Ährchen enthalten keine Blüten, sondern eine von einem feinen Häutchen bedeckte Sporenmasse. Die Spelzen sind entweder ganz zerstört oder nur in ihren festen Teilen erhalten, so daß an manchen Flugbrandähren z.T. noch Grannen zu sehen sind. Schon bald reißt das Häutchen auf und lockeres Brandpulver

(Brandsporen) wird vom Wind verweht (Flugbrand), so daß danach nur die Ährenspindeln stehen bleiben. Es gibt auch Ähren, die nur einen Teilbefall aufweisen.

Das Krankheitsbild des Weizenflugbrandes ist dem des Gerstenflugbrandes sehr ähnlich (APPEL und RIEHM 1912).

### Vorkommen

Zu dem Wirtspflanzenkreis von *U. tritici* f. sp. *tritici* gehören alle Weizenarten auch Dinkel und Triticale. Von *U. tritici* f. sp. *hordei* werden Winter- und Sommergerste befallen. Der Weizenflug- und der Gerstenflugbrand treten in allen Gersten- und Weizenanbaugebieten auf.

Die Wintergerste ist im allgemeinen stärker als die Sommergerste gefährdet. Das Ausmaß des Flugbrandbefalls hängt im wesentlichen von der Anfälligkeit der Sorte (NIEMANN 1961), der Witterung während der Aussaat, der Vegetation und von der Aussaatzeit ab. Der Flugbrand des Weizens kommt seltener vor.

### Bekämpfung

Auf Grund der verheerenden Ertragsausfälle durch Gersten- und Weizenflugbrände im Gersten- und Weizenanbau haben sich Wissenschaftler der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und der späteren Biologischen Reichsanstalt in den ersten drei Jahrzehnten intensiv bemüht, den Gersten- und Weizenflugbrand bekämpfen zu können. Zu jener Zeit waren Saatgutbeizungen mit Chemikalien zwecklos, da die im Innern des Kornes befindlichen Pilze nicht mit chemischen Mitteln eliminiert werden konnten. Lange Zeit war der Gersten- und Weizenflugbrand nur durch Warmwasserbehandlungen oder durch das Heißwasserverfahren bekämpfbar. Dies gelang nur, wenn das zu desinfizierende Saatgut einige Stunden vorher eingequollen wurde. Später sind Heißwasserbad-, Warmwasserdauerbad und Warmwasserbenetzungsverfahren und Modifikationen dieser Verfahren als vorbeugende Bekämpfungsmöglichkeiten hinzu empfohlen worden (APPEL und RIEHM 1911, 1912, 1913, 1926, 1929, 1934; RIEHM 1938; GASSNER 1950; NIEMANN 1957a, 1957b).

Zur Zeit stehen der Praxis eine ganze Reihe gut systemisch wirkender Beizmittel gegen Gersten- und Weizenflugbrand zur Verfügung (s. Pflanzenschutzmittelverzeichnis), so

daß alternative Maßnahmen wie z.B. Entfernen kranker Pflanzen, späte Aussaat und Anbau resistenter Sorten keine Bedeutung mehr haben.

### Zusammenfassung

Die Flugbrände der Gerste und des Weizens waren Anfang dieses Jahrhunderts bis in die 60er Jahre eine der am meisten gefürchteten Krankheiten im Getreidebau. Die Gefährlichkeit dieser Flugbrände war in der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und in der späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Anlaß, sich mit diesen beiden Krankheiten intensiv auseinanderzusetzen. Neben Untersuchungen zur Biologie der beiden Erreger standen zu jener Zeit Untersuchungen zur Bekämpfung der Flugbrände im Mittelpunkt des Interesses. Beide Erreger gehören der Gattung der Basidiomyceten an und treten in physiologischen Rassen auf. Morphologisch unterscheiden sich der Gersten- und Weizenflugbrand nicht voneinander; sie sind auf ihren Wirt spezialisiert.

Beide Erreger gehören zu den systemischen Pilzen. Ausgangspunkt für die Infektion sind die Brandsporen, die auf Narben der Gersten- und Weizenblüten gelangen und dort auskeimen. Der Keimschlauch dringt durch den Griffel in den Fruchtknoten und wächst in den Embryo (Blüten- bzw. Embryo-Infektion); der Pilz legt dort ein Ruhestadium ein. Mit der Streckung im Frühjahr/Vorsommer gelangt der Pilz zur heranreifenden Ähre. Er bildet dort verdichtete Hyphen aus und nach der Fruktifikation erscheinen die Brandsporen.

Der Gersten- und Weizenflugbrand treten in allen Gersten- und Weizengebieten auf. Das Ausmaß des Befalls mit den Flugbränden hängt von der Anfälligkeit der jeweiligen Sorte, von der Saatgutbeizung, Aussaattermin und von der Witterung während der Aussaat ab. Auf Grund der verheerenden Ausfälle schenkte man der Bekämpfung der Flugbrände in den ersten drei Jahrzehnten große Aufmerksamkeit. Lange Zeit war der Gersten- und Weizenflugbrand nur durch Saatgutwechsel, Warmwasserdauerbad und Heißwasserverfahren bekämpfbar. Zur Zeit aber sind Flugbrände in der Praxis kein Thema mehr, da beide Erreger mit wirksamen Beizmitteln gut zu bekämpfen sind.

## Stein- oder Stinkbrand

### Bedeutung

Nach APPEL (1904) ist der Stein- oder Stinkbrand des Weizens bereits 1850 erkannt worden und ebenso lange befaßte man sich mit dieser Krankheit. Der Steinbrand war von der Jahrhundertwende an bis Anfang der 30er Jahre die gefährlichste Ährenkrankheit des Weizens; sie verursachte ungewöhnlich hohe Ertragsverluste. Aus diesem Grund widmeten sich Wissenschaftler der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und später der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft sehr intensiv dieser Krankheit. Der Weizensteinbrand war zu jener Zeit die am meisten untersuchte Brandkrankheit des Getreides (ZILLIG 1932).

Die Neubearbeitung des Kapitels „Tilletiaceae“ für das Handbuch der Pflanzenkrankheiten wurde von SCHUMANN (1962) vorgenommen, in der die bedeutsamsten Tilletia-Arten ausführlich beschrieben wurden. Von jeder Tilletia-Art wurden das Krankheitsbild, Verbreitungsgebiet, wirtschaftliche Bedeutung, Schaden, Resistenzverhalten der Wirtspflanzen und Bekämpfungsmethoden erläutert.

Im heutigen Getreideanbau sind die Steinbrände dank sehr wirksamer Beizmittel kein Problem mehr. Nur in der biologisch bewirtschafteten Landwirtschaft können Brandkrankheiten zu einer Gefahr werden. Der Steinbrand bleibt noch dort eine Gefahr, wo mehrjährig ungebeiztes Saatgut seine Verwendung findet.

### Erreger

Als Erreger des Steinbrandes können *Tilletia caries* (D.C.) Tul. (syn. *Tilletia tritici* [Bjerk] Wint.); *Tilletia foetida* (Wallr.) Liro (syn. *Tilletia laevis* Kühn) und *Tilletia intermedia* (Gassner) Savul. in Frage kommen. Diese Steinbrände unterscheiden sich mehr in der Form der Brandsporen als in der Lebensweise voneinander. *T. caries* hat kugelige Brandsporen, deren Membran hohe Netzleisten aufweisen. Demgegenüber haben die Brandsporen von *T. foetida* eine glatte Membran und keine Netzleisten. Von *T. intermedia* sind die Brandsporen kugelig bis elliptisch; ihre Membranen haben nicht so hohe Netzleisten wie diejenigen von *T. caries* (PRILLWITZ 1983). Die Weizensteinbrandart



*T. foetida* wird nur selten gefunden. Eine Spezialisierung scheint bei den Steinbränden nach SCHUMANN (1963, 1966) nicht zu bestehen.

Beim Dreschvorgang werden die „Brandbutten“ zerschlagen, und die freiwerdenden Brandsporen setzen sich an den Körnern des Erntegutes fest. Mit der Aussaat gelangen die Sporen in den Boden. Nach der Aussaat keimen sowohl Körner als auch Brandsporen aus. Feuchte Witterung und niedrige Temperaturen (5-10°C) fördern die Keimung der Sporen. Die Infektionshyphen der *Tilletia*-Arten dringen in die Koleoptile ein (Keimlingsinfektion) und durchwachsen die nächsten Blattscheiden. Der Pilz setzt sich unterhalb des Vegetationskegels der infizierten Weizenpflanzen fest. Während der Schoßphase werden die Ährenanlagen von den *Tilletia*-Arten besiedelt. Bei den befallenen Pflanzen bleibt die Blüte aus; statt der Körner entstehen die sog. Brandbutten. Solange die Brandbutten noch unreif sind, enthalten sie eine schwarze schmierige Masse, die nach Heringslake riecht (Trimethylamin; Stinkbrand). Zur Zeit der Reife werden die meist rundlichen Brandbutten steinhart (Steinbrand). Jede Butte enthält eine hohe Anzahl an Brandsporen (ca. 4 bis 5 Mill. Sporen). Da die Infektion des Weizenkeimlings witterungsabhängig ist, tritt der Steinbrand auch nicht alle Jahre gleich stark in Erscheinung. Ein Teilbefall der Ähre kann auch vorkommen.

#### Schadbild/Schaden

Den durch die *Tilletia*-Arten befallenen Weizenpflanzen ist bis zum Ährenschieben kaum etwas anzusehen, nur stärkere Bestockung und kürzere Pflanzenlängen wären Anzeichen eines Befalls. Nach dem Ährenschieben haben die Ähren der befallenen Pflanzen ein blaugrünes Aussehen; die Spelzen werden später schmutziggrau und zur Zeit der Reife sind sie gespreizt. Dabei sind die an Stelle der Körner gebildeten Brandbutten deutlich zu erkennen.

Das Ausmaß des Befalls mit *Tilletia*-Arten kann je nach den Witterungsverhältnissen stark schwanken. In Jahren mit günstigen Entwicklungsbedingungen waren Ertragsausfälle durch Steinbrände von 50 bis 80 % keine Seltenheit. PAPE und WILKE (1930) meldeten, daß im Jahr 1926 in Baden Ertragsverluste bis zu 40 %, in Bayern bis zu 60 % und in Württemberg von 80 % festgestellt wurden.

Mit Steinbränden kontaminierte Weizenpartien können nicht mehr für die menschliche Ernährung verwendet werden. Wenn der Steinbrandanteil des Erntegutes 5 % übersteigt,

dann ist dieser Weizen auch nicht mehr als Tierfutter zu verwerten; Toxineinwirkungen würden sich dann bemerkbar machen.

### Vorkommen

Die Steinbrände werden an allen Weizensorten, seltener an Gerste und Roggen festgestellt. Nach OBST und PAUL (1993) kann auch Triticale von den Tilletia-Arten befallen werden. Die Steinbrände traten überall dort in Erscheinung, wo Winter- und Sommerweizen angebaut wurden. Von der Jahrhundertwende an bis hin in die 50er Jahre sind die Steinbrände in ganz Deutschland, hauptsächlich in Mittel- und Süddeutschland, aufgetreten (APPEL 1905; PAPE 1930; PAPE und WILKE 1930; VOELKEL 1932, 1942; ANONYM 1934; VOELKEL und KLEMM 1937, 1938a, 1938b, 1940, 1941; HÄRLE 1951). Nach Einführung der Saatgutbeizung nahm die Steinbrandgefahr in Deutschland ab.

### Bekämpfung

Um die Jahrhundertwende begannen in der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft intensive Untersuchungen zur Bekämpfung der gefährlichen Steinbrände. Zu jener Zeit hatte man schon eine ganze Reihe von Methoden entwickelt bzw. herausgefunden, um die Erreger der Steinbrände in Grenzen zu halten. Ausprobiert wurde das Auswaschen der Brandsporen aus kontaminiertem Erntegut. Weiterhin sind Beizen des Weizens mit Kupfervitriollösungen, Bekrusten des Saatgutes mit Kupferkalkbrühe, Behandlungen des Weizensaatgutes mit Formalin, Behandlungen mit heißem Wasser (56°C) und heißer Luft empfohlen worden. Der Anbau von widerstandsfähigen Weizensorten wurde noch in Erwägung gezogen (APPEL 1904, 1905, 1909; APPEL und RIEHM 1912).

Die Arbeiten zur Bekämpfung der Steinbrände wurden in der späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft noch intensiviert. Nachdem man erkannt hatte, daß die Beizung des Saatgutes die wirksamste Maßnahme zur Bekämpfung der Steinbrände war, wurde die Prüfung von Pflanzenschutzmittel auf ihre Wirkung gegen Steinbrände in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft aufgenom-

men (RIEHM 1913, 1920, 1921, 1924, 1926, 1927, 1929, 1936; APPEL und PAPE 1919; GASSNER 1923; ZILLIG 1932).

In den 50er und 60er Jahren nahm sich SCHUMANN (1955, 1962) in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft der Steinbrände an; neben Saatgutbeizungen wurde von ihm auch der Anbau resistenter Weizensorten empfohlen.

Als die sicherste und wirksamste Bekämpfungsmaßnahme der Steinbrände hat sich nach wie vor die Saatgutbeizung herausgestellt. Eine völlige Beseitigung der Steinbrände läßt sich nur durch regelmäßige Beizungen des Saatgutes in Verbindung mit streng durchgeführten Feldbesichtigungen erreichen.

### Zusammenfassung

Am Anfang der Jahrhundertwende war der Stink- oder Steinbrand eine der gefährlichsten Ährenkrankheiten des Weizens. Aus diesem Grund wurde diese Krankheit von Mitarbeitern der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft am meisten untersucht.

Als Erreger des Steinbrandes kommen *Tilletia caries* (D.C.) Tul., *Tilletia foetida* (Wallr.) Liro und *Tilletia intermedia* (Gassner) Savul. in Frage. Diese Steinbrände unterscheiden sich mehr in der Form der Brandsporen als in ihrer Lebensweise voneinander. Die Brandsporen von *T. caries* weisen Membranen mit hohen Netzleisten auf. Demgegenüber haben die Brandsporen von *T. foetida* eine glatte Membran und keine Netzleisten. Von *T. intermedia* sind die Netzleisten nicht so hoch wie diejenigen von *T. caries*. Bei den befallenen Weizenpflanzen bleibt die Blüte aus; statt der Körner entstehen die sog. Brandbutten. Solange die Brandbutten noch unreif sind, enthalten sie eine schwarze, schmierige nach Heringslake riechende Masse (Trimethylamin; Stinkbrand).

Zur Zeit der Reife des Weizens werden die Brandbutten steinhart (Steinbrand). Jede Butte enthält eine hohe Anzahl an Brandsporen, von denen die Infektionen ausgehen.

Die Steinbrände wurden in allen Weizenanbaugebieten Deutschlands festgestellt. Auf Grund ihrer Gefährlichkeit sind in der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft große Untersuchungen zu Bekämpfung der Weizensteinbrände vorge-

nommen worden. Nachdem man die Steinbrände durch Beizungen des Saatgutes in den Griff bekommen hat, haben diese Krankheiten an Bedeutung verloren.

## **Zwergsteinbrand**

### Bedeutung

Der Zwergsteinbrand, hervorgerufen durch *Tilletia contraversa* Kühn, kommt nur in Höhenlagen vor. Diese Krankheit kann dort beim Weizen in Schadensjahren zu erheblichen Ertragsausfällen führen. Der Zwergsteinbrand ist insofern so gefährlich, weil er mit üblichen Beizmethoden nicht zu bekämpfen ist.

In der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hat man sich in den 50er und 60er Jahren dieser Krankheit besonders angenommen. NIEMANN (1954, 1955, 1956a, 1956b, 1957) und SCHUMANN (1961, 1962, 1963, 1966) waren es, die über den Wirtspflanzenbereich, Keimphysiologie, Rassenbildung, Bekämpfung des Zwergsteinbrandes sowie über das Resistenzverhalten verschiedener Weizensorten gegenüber *T. contraversa* gearbeitet haben.

### Erreger

Der Erreger des Zwergsteinbrandes ist *Tilletia contraversa* Kühn (syn. *Tilletia brevifaciens* G.W. Fischer), ein Basidiomycet, der zur Bildung physiologischer Rassen neigt. Dieser Pilz ist in der Regel bodenbürtig; er kann unter Umständen auch durch an Körnern behafteten Sporen indirekt übertragen werden.

Die Verbreitung des Erregers geht von den in den Brandbutten gebildeten Brandsporen aus, die beim Druck frei werden und zum größten Teil auf den Boden gelangen oder am Saatgut haften bleiben. Die Brandsporen sind kugelig (17 - 22 µm); sie weisen auffallend hohe Netzleisten auf, und darüber hinaus sind sie noch mit einer Schleimhülle umgeben.

Da die Brandsporen zur Keimung Licht benötigen, werden nur Sporen für eine Infektion in Betracht kommen, die sich in der obersten Bodenschicht oder an der Bodenoberfläche befinden. Für die Sporenkeimung braucht der Pilz außer Licht kühle Temperaturen (1 - 10°C) und feuchte Witterung. Pilzstämme von *Alternaria tenuis* und *Stemphylium ilicis*

erwiesen sich als keimfördernd für die Brandsporen von *T. contraversa*. NIEMANN (1956a) konnte weiterhin nachweisen, daß Nitrate, Phosphate und ammoniumhaltige Düngemittel ebenfalls eine fördernde Wirkung auf die Sporenkeimung ausüben. Kalkstickstoff zeigte nur gelegentlich eine fördernde Wirkung. Selbst Beizungen mit quecksilberhaltigen Mitteln erhöhten den Zwergsteinbrandbefall beim Weizen. Die Zwergsteinbrandsporen können im Boden eine längere Zeit (über 4 Jahre) keimfähig bleiben, dadurch ist der Weizen noch in der nächsten Fruchtfolgerotation gefährdet. Es handelt sich hier um eine echte Fruchtfolgekrankheit.

Zu größeren Schäden kann es kommen, wenn optimale Witterungsverhältnisse, gleichzeitiges Auftreten von infektiösem Myzel und anfällige Entwicklungsstadien des Weizens zusammentreffen. Die Infektion erfolgt meistens während der Bestockung über die Anlagen von Seitentrieben (Jungpflanzeninfektion). Besonders gefährdet ist der Weizen, wenn er längere Zeit bei nicht gefrorenem Boden unter Schnee wachsen muß. Das Myzel von *T. contraversa* breitet sich in der Weizenpflanze so ähnlich aus, wie das von *T. caries*. In den Ähren befallener Pflanzen werden wie beim Steinbrand Brandbutten gebildet (GASSNER und NIEMANN 1955; NIEMANN 1962).

### Schadbild

Der Befall mit *T. contraversa* äußert sich neben der Brandbuttenbildung durch eine charakteristische Verzweigung der Pflanzen, starke Bestockung und durch eine Gelbfärbung der Blätter. Dabei bleiben häufig die Haupttriebe gesund, während die Seitentriebe der befallenen Pflanzen Brandbutten aufweisen. Ein Teilbefall der Ähren ist häufig. Die Brandbutten des Zwergsteinbrandes sind kleiner als diejenigen des Stinkbrandes.

### Vorkommen

Der Zwergsteinbrand befällt alle Weizenarten u.a. auch Dinkel. Seltener wird Roggen befallen. Zahlreiche Gräser zählen zum Wirtspflanzenkreis von *T. contraversa*.

Der Zwergsteinbrand tritt auf Grund seiner Witterungsabhängigkeit nur in Höhenlagen auf. *T. contraversa* kommt nur in Bayern und Baden-Württemberg vor. Der Winterweizen ist dort am meisten gefährdet, wenn sein Anteil in der Fruchtfolge 20 % übersteigt. Sommerweizen wird nicht von *T. contraversa* befallen (NIEMANN 1954).

## Bekämpfung

Um den Befall mit *T. contraversa* in Grenzen zu halten, ist in gefährdeten Gebieten ein zu häufiger Winterweizenanbau zu vermeiden. Dadurch kann einer möglichen Bodenverseuchung entgegen gewirkt werden. Da Sommerung nicht von *T. contraversa* befallen wird, sollte auf gefährdeten Feldschlägen mehr Sommergetreide angebaut werden. Weiterhin wirken eine späte Aussaat im Herbst und die Verwendung von gesundem Saatgut befalls mindernd.

Abb. 8: Verzweigung des Weizens durch *Tilletia contraversa*



Verseuchte Feldschläge sollten mit speziellen Fungiziden behandelt werden. Die Bodenbehandlung mit Fungiziden beruht darauf, daß durch die oberflächliche Aufbringung der

Mittel auf den Boden die Infektion des Weizens verhindert wird (SCHUMANN 1962). Zur Zeit gibt es einige wenige Spezialbeizmittel, mit denen der Zwergsteinbrand bekämpft werden kann (s. Pflanzenschutzverzeichnis Teil 1); diese Beizmittel töten nicht nur die am Saatgut haftenden Sporen ab, sondern verhindern über den im Boden um das Saatkorn gebildeten Beizhof weitgehend eine Keimlingsinfektion.

### Zusammenfassung

Der Zwergsteinbrand ist nur in Höhenlagen (Bayern und Baden-Württemberg) anzutreffen. Alle Weizenarten werden von dem Erreger des Zwergsteinbrandes befallen. In der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft haben Wissenschaftler in den 50er und 60er Jahren sich dem Zwergsteinbrand besonders angenommen, weil der Pilz zur damaligen Zeit nicht oder schwer bekämpfbar war.

Der Erreger des Zwergsteinbrandes ist *Tilletia contraversa* Kühn, ein Basidiomycet, der in der Regel bodenbürtig ist. Die Verbreitung des Pilzes geht von den in Brandbutten gebildeten Sporen aus; sie weisen auffallend hohe Netzleisten auf. Zur Keimung der Brandsporen benötigt der Erreger außer feuchter Witterung auch Licht. Die Zwergsteinbrandsporen können im Boden eine längere Zeit keimfähig bleiben, dadurch ist der Weizen noch in der nächsten Fruchtfolgerotation gefährdet. Bei dem Zwergsteinbrand handelt es sich somit um eine echte Fruchtfolgekrankheit. Die Infektion mit *T. contraversa* erfolgt meistens während der Bestockung über die Anlagen von Seitentrieben (Jungpflanzeninfektion). Das Myzel von *T. contraversa* breitet sich in der Weizenpflanze so ähnlich aus wie das von *T. caries*. In den Ähren befallener Pflanzen werden wie beim Steinbrand Brandbutten gebildet. Zwergsteinbrand-befallene Weizenpflanzen haben einen kleineren Wuchs (Verzweigung), deren Brandbutten kleiner als diejenigen des Stinkbrandes sind.

Durch pflanzenanbauliche Maßnahmen wie weite Fruchtfolgen, Anbau von Sommerung, späte Saat und Verwendung von gesundem Saatgut kann einer möglichen Bodenverseuchung mit *T. contraversa* entgegen gewirkt werden. Weiterhin läßt sich heute der Erreger *T. contraversa* durch Anwendung von Spezialbeizmitteln bekämpfen.

## Federbuschsporenkrankheit an Weizen und Roggen

### Bedeutung

In den 20er Jahren konnte erstmalig ein stärkeres Auftreten der Federbuschsporenkrankheit an Weizen und Roggen in Baden und in der Rheinprovinz festgestellt werden. In kleinbäuerlichen Betrieben waren Weizen und Roggen bis zu 30 % erkrankt, das zu empfindlichen Ertragsausfällen führte (PAPE 1920, 1930). Sonst ist die Federbuschkrankheit in Deutschland selten gewesen. Auf Grund von Saatgutwechsel und ordnungsgemäßer Saatgutaufbereitung kam diese Krankheit in Deutschland lange nicht mehr vor; die Federbuschsporenkrankheit war in Vergessenheit geraten. Anfang der 50er Jahre ist sie plötzlich wieder im Rheinland an Weizen und Roggen aufgetreten; gebietsweise kam es zu erheblichen Ertragsverlusten (BECKER 1955). Durch die Bemühungen der Pflanzenschutzdienste war es möglich, die Federbuschsporenkrankheit in wenigen Jahren erfolgreich zu bekämpfen (PRILLWITZ 1983).

### Erreger

Der Erreger der Federbuschsporenkrankheit ist der Pilz *Dilophospora alopecuri* Fr. (syn. *Dilophospora graminis* Desm.).

Der Erreger *D. alopecuri* überdauert an Stroh, Kaff, Stoppeln und Saatgut. Konidien bleiben am überlagerten Saatgut über ein Jahr lang lebensfähig. Auf befallenem Stroh entstehen bei genügend Feuchtigkeit aus sklerotienartigen Stromata Pyknidien. Die in den Pyknidien gebildeten Pyknosporen haben ein hyalines, zylindrisches, an Enden abgerundetes und mit sog. Federbüschen versehenes Aussehen. Die Sporenceimung setzt bei 8°C ein und erreicht bei 25°C das Maximum. Die Infektion erfolgt bereits am Keimling des Weizens, von dem sich das Myzel des Erregers intrazellulär in Blättern, Halmen und Ähren ausbreitet (PRILLWITZ 1983).

Das Auftreten der Federbuschsporenkrankheit war stets in Verbindung mit einem Befall des Weizensälchens (*Anguina tritici* Steinb. bzw. *Tylenchus tritici* Steinb.) zu beobachten. Weizensälchen dienen als Vektoren und transportieren den Pilz in Form von Pyknosporen an die Vegetationsspitze der Wirtspflanze (RADEMACHER 1950; PRILLWITZ 1983).



## Schadbild/Schaden

Die Federbuschsporenkrankheit äußert sich in völlig schwarz aussehenden, verklebten Ähren. Die Kornausbildung unterbleibt fast ganz. Vom Pilzgeflecht überwucherte Ähren bleiben häufig in Blattscheiden stecken. Früher Befall führt zur Verzweigung der Pflanzen. Halme befallener Pflanzen weisen unterhalb der Ährenspindelansätze starke Verkrümmungen und Verknotungen auf. Bei stark befallenem Getreide wurden Ertragsausfälle von 50 % geschätzt (BECKER 1955; PRILLWITZ 1983).

## Vorkommen

Zum Wirtspflanzenkreis des Erregers *D. alopecuri* zählen Weizen, Dinkel, Roggen auch Hafer und verschiedene Gräser (RADEMACHER 1950; PRILLWITZ 1983).

Die Federbuschsporenkrankheit ist meistens auf kleineren landwirtschaftlichen Betrieben mit geringerem Saatgutwechsel in Baden und im Rheinland vorgekommen (PAPE 1921, 1930; BECKER 1955; PRILLWITZ 1983).

## Bekämpfung

Zur Bekämpfung der Federbuschsporenkrankheit und der Radekrankheit ist eine gute Saatgutaufbereitung und eine ordnungsgemäße Beizung notwendig. Weiterhin ist ein Saatgutwechsel angebracht. Stroh und Hinterkorn eines befallenen Weizens oder Roggens sollten verbrannt werden. Durch mehrjährigen Anbau von Blattfrüchten in den Fruchtfolgen kann die Federbuschsporenkrankheit eliminiert werden (BECKER 1955; PRILLWITZ 1983).

## Zusammenfassung

Die Federbuschsporenkrankheit (*Dilophospora alopecuri* Fr.) ist eine seltene Ährenkrankheit des Weizens und des Roggens, die nach beiden Weltkriegen in Westdeutschland festgestellt wurde. Das Auftreten der Federbuschsporenkrankheit ist stets in Verbindung mit einem Befall des Weizenälchens (*Anguina tritici* Steinb.) zu beobachten ge-

wesen. Weizenälchen dienen hier als Vektor des pilzlichen Schaderregers. Die Federbuschsporenkrankheit äußert sich in völlig schwarz aussehenden, verklebten Ähren. Bei befallenen Pflanzen unterbleibt die Kornbildung. Der Schaden dieser Krankheit kann erheblich sein.

Zur Bekämpfung der Federbuschsporenkrankheit tragen gute Saatgutaufbereitung, ordnungsgemäße Beizung des Saatgutes, Saatgutwechsel und blattfruchtreiche Fruchtfolgen bei. Stroh und Hinterkorn eines befallenen Weizens oder Roggens sollten verbrannt werden.

## **Mutterkorn im Getreide**

### Bedeutung

Mutterkorn (*Claviceps purpurea* [Fries] Tulasne) trat vermutlich schon auf, solange es überhaupt den Getreideanbau gibt. In der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft und späteren Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem hat man sich früh diesem Thema gewidmet (ADERHOLD 1905, 1913). Untersuchungen über das Mutterkorn und seine Verhütung wurden - wegen der Gefährlichkeit dieses pilzlichen Schaderregers - von PAPE (1932, 1943) in der Zweigstelle der späteren Biologischen Reichsanstalt Kiel-Kitzeberg fortgesetzt, da starker *Claviceps*-Befall in den 20er bis hin in die 40er Jahre beim Roggen insbesondere in Nord-, Ost-, Nordwest- und Süddeutschland vorkam (VOELKEL und KLEMM 1937, 1938a und 1938b, 1941; VOELKEL 1942). Starker Befall mit *C. purpurea* Anfang der 50er Jahre in bayerischen Moorgebieten war Anlaß (HÄRLE 1955; NIEMANN 1956), in der späteren BBA - Zweigstelle Kiel-Kitzeberg - umfangreiche Untersuchungen durchzuführen, um Verfahren zur Abtrennung von Sklerotien aus Ernte- und Saatgut zu entwickeln (NIEMANN 1956).

Aufgrund von Fruchtfolge- und Anbauveränderungen bereitete das Mutterkorn im Roggenbau bis Ende der 80er Jahre in der Praxis keine Probleme. Mit Beginn des Anbaus von synthetischen Roggen- und Hybridroggensorten stellten sich wieder Anzeichen für einen hohen Befall mit *C. purpurea* im Roggenbau ein. Dies war Grund genug, um in der BBA inländische Roggensorten und -stämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber dem

Erreger des Mutterkorns zu prüfen und darüber hinaus Bekämpfungsversuche aufzunehmen (MIELKE 1993; MIELKE und BETZ 1995; BETZ und MIELKE 1996).

### Erreger

Das Mutterkorn wird von dem Ascomyceten *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne hervorgerufen (ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; PRILLWITZ 1983).

Anstelle von Karyopsen wurden durch den Befall dieses Pilzes in den Ährchenanlagen des Roggens Sklerotien (Mutterkörner) gebildet, die aus verdichtetem Myzel bestehen; Mutterkorn ist die Dauerform des Erregers. *C. purpurea* ist vorwiegend ein Parasit des Roggens und verschiedener Gräser (ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; PRILLWITZ 1983; TEUTEBEG 1987).

Die Entwicklung und Fortpflanzung von *C. purpurea* geht bekanntlich von Sklerotien aus, die im Spätsommer und während der Reife des Roggens und der Gräser ausfallen und auf bzw. im Boden überwintern. Im Frühjahr bei Erwärmung des Bodens keimen die Sklerotien aus, vorausgesetzt, sie liegen nicht tiefer als 4 cm im Boden. Hierbei bilden sich Peritheciestromata (Fruchtkörper) aus, die aus „Stielen und Köpfchen“ bestehen. In diesen sog. Köpfchen lagern krugförmig die Peritheccien (jeweils bis zu 60). Nach ca. 14 Tagen entwickeln sich in den Peritheccien die Asci mit Ascosporen. Die Ascosporen werden herausgeschleudert und mit Luftströmungen fortgetragen. Gelangen die Ascosporen auf Narben frühblühender Gräser und Getreidearten, dann keimen sie auch aus (Primärinfektion). Ascosporen des Erregers *C. purpurea* können nur auf Narben von Gräsern und Getreidearten auskeimen. Danach durchwachsen Myzelschläuche der Ascosporen den Griffel und Fruchtknoten der Gramineenblüten und bilden dann verdichtetes Myzel mit Konidien am Fruchtknotengrund. Dabei entsteht Honigtau, der aus einer zuckerhaltigen Flüssigkeit besteht. Mit dem Honigtau werden Konidien von Insekten auf blühende Gräser- und Roggenpflanzen getragen; hier keimen die Konidien auf den Narben der Blüten aus (Sekundärinfektion). Nach Myzelentwicklungen in Fruchtknoten bilden sich zunächst Honigtau und später anstelle von Karyopsen Sklerotien (Mutterkörner). Damit ist der Entwicklungszyklus von *C. purpurea* geschlossen (ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1943; MÜHLE und BREUEL 1977).

## Vorkommen

Der Wirtspflanzenkreis des Mutterkornregers ist nach MÜHLE und BREUEL (1977) sehr groß. Die meisten Wirtspflanzen sind Gräser. Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, werden neben Roggen und Triticale selten Weizen, Gerste und Hafer von dieser Krankheit befallen.

**Tabelle 1: Anfälligkeit der Getreidearten gegenüber *Claviceps purpurea***

Getreidearten	Anfälligkeit	Autoren
Weichweizen	selten befallen	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; BUHL et al. 1975; OBST und PAUL 1993
Hartweizen	anfällig	JANK 1986
Dinkel	anfällig	OBST und PAUL 1993
Hybridweizen	hochanfällig	
Triticale	anfällig	MIELKE 1993; OBST und PAUL 1993
Gerste	selten befallen	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; BUHL et al. 1975; SPAAR et al. 1989
Hafer	selten befallen	BUHL et al. 1975; SPAAR et al. 1989
Mais	anfällig ( <i>Claviceps gigantea</i> )	FUENTES et al. 1962, 1964 zit. bei FRAUENSTEIN 1974
Populationsroggen	anfällig	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; BUHL et al. 1975; MIELKE 1993
Hybridroggen	hochanfällig	MIELKE 1993; OBST und PAUL 1993; BETZ und MIELKE 1996
Pollensterile Roggenlinien	überaus hohe Anfälligkeit	BETZ und MIELKE 1996
Perennierender Roggen	überaus hohe Anfälligkeit	AMELUNG 1991 (pers. Mitteilung)
Nebenschosser eines Hybridroggens	überaus hohe Anfälligkeit	MIELKE 1996 (unveröffentlicht)

Mutterkorn kommt unter den Getreidearten bekanntlich bei dem Fremdbefruchter Roggen am häufigsten vor. Der Grund ist, daß Roggen gegenüber dem Weizen länger offen blüht. Dadurch können Konidien des Erregers *C. purpurea* leicht auf Narben der Rog-

genblüte gelangen und Infektionen auslösen. Dem Hybridroggen steht auf Grund der kleineren Antheren nicht die ausreichende Pollenmenge zur Verfügung, die für eine schnelle Befruchtung der Blüte notwendig wäre (FREI 1992). Dadurch ist bei Hybridroggensorten die Bereitschaft zur Mutterkornbildung eher gegeben, als es bei konventionellen Roggensorten der Fall ist.

Roggenpflanzen an Feldrändern sind einem großen Claviceps-Befall ausgesetzt, da der Roggen dort infolge der geringen Bestäubungsintensität länger „offen“ blüht und darüber hinaus durch starken Insektenflug mit *C. purpurea* inokuliert wird. Als Vektoren haben Insekten einen wesentlichen Anteil an der Verbreitung des Mutterkorns. Bekannt ist, daß Nebenschosser des Roggens auf Grund ihrer langen Blühphasen besonders gefährdet sind (ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; MÜHLE und BREUEL 1977).

Die Zunahme des Claviceps-Befalls beim Roggen dürfte auch im Zusammenhang mit dem vermehrten Abblühen der Gräser an Feldrainen, -wegen, -rändern, Knicks und an sog. Biotopen in Feldschlägen stehen, denn blühende Gräser sind Wirtspflanzen des Erregers und können somit zusätzlich Infektionsherde für den Roggen sein.

Der zunehmende Anbau des Hybridroggens selbst ist ein weiterer Grund für das verstärkte Vorkommen des Mutterkorns. Durch den späten Mähdrusch ist bereits ein Teil der Mutterkörner ausgefallen, der zur Erhöhung des Infektionspotentials beitragen kann. Weiterhin dürfte die Zunahme des Claviceps-Befalls auch mit dem ansteigenden Triticale-Anbau zusammenhängen. Einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Mutterkornbildung hat aber die Witterung während der Blühphase des Roggens; Kälte und Nässe begünstigen den Befall mit *C. purpurea* (PAPE 1943; BETZ und MIELKE 1996).

### Schäden

Ertragsverluste durch den Mutterkornbesatz sind im Hybridroggenbau nur zweitrangig, da Schäden weniger durch Ertragsverluste als durch zu hohen Mutterkornbesatz im Erntegut entstehen. Gefährlich können die Mutterkornbruchstücke werden, die im Erntegut eine Größe der Roggenkörner aufweisen und sich nicht ausreinigen lassen. Mutterkörner enthalten erhebliche Mengen von toxischen Alkaloiden. Aus Claviceps-Species wurden über 40 Alkaloide isoliert (KLUG 1986). Der Verzehr von sklerotienhaltigen Mehlspeisen, Broten und Müsli kann bekanntlich zu verschiedenen Krankheiten beim

Menschen führen. (Kribbelkrankheit: nervöse, krampfartige Zustände, Ohnmacht sowie Absterben einzelner Gliedmaßen).

Durch den Backvorgang werden die giftigen Alkaloide nicht zerstört. Der Verzehr von 5-7 g frischen Mutterkörnern kann bereits für den Menschen tödlich sein (MÜHLE und BREUEL 1977). Andererseits trägt mutterkornverunreinigtes Saatgut zur Verbreitung des Erregers *C. purpurea* bei. In der Hybridroggenzüchtung kann der Schaden durch den Befall mit Mutterkorn beträchtlich sein. Hinzu kommt bei der Hybridroggenzüchtung die ständige Vermehrung des Inokulumpotentials von *C. purpurea*. Die Beseitigung dieses Inokulums scheint Saatucht- und Vermehrungsbetrieben große Schwierigkeiten zu bereiten und sehr kostenaufwendig zu sein.

### Bekämpfung

Da es keine Prognose über das Auftreten des Mutterkorns gibt und auch noch keine direkten Bekämpfungsmaßnahmen möglich sind, haben frühere Empfehlungen zur Minderung des Infektionspotentials und des Mutterkorns verschiedener Autoren, wie sie in Tabelle 2 aufgelistet sind, heute zum größten Teil noch ihre Berechtigung.

Seit 1985/86 wurden bzw. werden alljährlich in der BBA inländische Roggensorten und -stämme durch künstliche Inokulationen mit dem Erreger *C. purpurea* auf ihre Anfälligkeit untersucht. Die Hybridroggensorten hatten im Durchschnitt einen höheren Mutterkornbesatz als die konventiellen Roggensorten. Sowohl zwischen den Hybridroggensorten als auch zwischen den Populationsroggensorten konnten Unterschiede im Resistenzverhalten gegen *C. purpurea* festgestellt werden. Die Resistenzunterschiede sollten die Praktiker schon nutzen (MIELKE 1993; BETZ und MIELKE 1996).

Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Hannover über den Einfluß von Populationsroggen auf den Mutterkornbefall im Hybridroggen zeigten, daß durch den Mischanbau der Mutterkornbesatz nicht ausgeschaltet, aber doch gemindert werden konnte (MIELKE und BETZ 1995; BETZ und MIELKE 1996).

Zur direkten Bekämpfung des Mutterkornbefalls wurden Fungizidbehandlungen vorgenommen. Ein Bekämpfungserfolg ergab sich nur, wenn Tebuconazol-, Triadimenol- und Flusilazol-haltige Mittel appliziert wurden. Nach diesen Behandlungsverfahren konnte der Mutterkornbesatz bestenfalls um 50 % vermindert werden (MIELKE und BETZ 1995; BETZ und MIELKE 1996).

**Tabelle 2: Möglichkeiten der Mutterkornbekämpfung:**

Maßnahmen		Wirkung	Autoren
Standortwahl	Bei Standorten mit geringer Bodenmächtigkeit, auf denen nur eine flache Bodenbearbeitung durchgeführt werden kann, ist eine größere Infektionsgefahr durch <i>C. purpurea</i> gegeben	Minderung des Inokulums	OBST et al. (1990)
Weite Fruchtfolgen	Roggen, Durumweizen und Grassamen nicht zu häufig anbauen. Anbau von Nichtwirtspflanzen; bei Anbau von Blattfrüchten Durchwuchsgetreide und Ungräser verhindern.	Minderung des Inokulums	MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ, 1983; JANK 1986; FRAUENSTEIN 1988a
Tiefe Bodenbearbeitung	Nach Roggen tiefes Unterpflügen der am Boden liegenden Sklerotien; das Auskeimen der Sklerotien läßt mit der Zeit von über einem Jahr nach.	Minderung des Inokulums	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ 1983
Sortenwahl	Bei wiederholt starkem Befall möglichst keine Hybridroggensorten und Hartweizensorten anbauen; Anbau konventioneller Roggensorten.	Verkürzung der Infektionszeit; geringer Befall	JANK 1986; ROTHACKER et al. 1988; MIELKE 1993; BETZ und MIELKE 1996
Reinigung des Saatgutes	Aus dem Saatgut Mutterkörner und -kornbruchstücke ausreinigen	Minderung des Inokulums	NIEMANN 1956; MÜHLE und BREUEL 1977; FRAUENSTEIN 1988b; PRILLWITZ 1983
Beizung des Saatgutes (keine Zulassung entsprechender Mittel für dieses Anwendungsgebiet)	Saatgut z.B. Baytan und Sibutol beizen	Minderung des Inokulums im Saatgut; Hemmung der Sklerotienkeimung	SHAW 1984, 1986; FRAUENSTEIN 1988b; MAULER-MACHNIK 1994 (pers. Mitt.)
Optimale Saatmengen	Bestockung des Roggens im Frühjahr vermeiden, dadurch wird der Anteil der Nachschosserbildung reduziert; frühe Dünsaa-	Minderung der Mutterkornbildung	MÜHLE und BREUEL 1977; ROTHACKER et al. 1988; Betz 1994 (pers. Mitt.)

	ten mit abgeschlossener Bestockung haben sich als vorteilhaft erwiesen		
Randstreifen mit Populationsroggen oder mit Nichtwirtspflanzen	Randstreifen der Hybridroggenschläge mit Populationsroggen oder mit Nichtwirtspflanzen	Minderung der Infektionsgefahr	LÜCKE 1995 (pers. Mitt.)
Düngung mit Kalkstickstoff	Kalkstickstoffdüngung des Winterroggens im Frühjahr	Verminderte Auskeimung der im Boden befindlichen Mutterkörner	MIELKE 1993
Vermeidung von Lagergetreide	Durch am Boden liegende Sklerotien ist frühlagender Roggen während der Blüte besonders gefährdet.	Minderung der Infektion	OBST et al. 1990
Mähen und Abweiden von Wiesen, Feldräumen und Feldwegen	Vor der Blüte Gräser und Ungräser abmähen bzw. abweiden	Ausschalten von Wirtspflanzen, Minderung des Inokulums	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ 1983, ROTHACKER et al. 1988; TEUTEBERG 1987
Fungizidapplikation (keine Zulassung entsprechender Mittel für dieses Anwendungsgebiet)	Fungizidapplikationen zu Beginn der Vollblüte mit propiconazol- und thiramhaltigen Präparaten	Bekämpfung des Mutterkorns	FRAUENSTEIN 1989/90
Reinigung des Erntegutes		Entfernen der Mutterkörner und Kornbruchstücke aus dem Brot- und Saatgetreide	ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1932, 1943; NIEMANN 1956; PRILLWITZ 1983; FRAUENSTEIN 1988b; ZWINGELBERG 1995; HOFFMANN 1996 (pers. Mitt.); REDEMANN et al. 1994

Es gibt zur Zeit keine Methode, mit der man den Befall mit *C. purpurea* im Roggenanbau ganz eliminieren kann. Im Hinblick auf die Bekämpfung des Mutterkorns bedarf es noch weiterer Untersuchungen.



## Zusammenfassung

In der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft hatte man sich bereits dem Thema „Mutterkorn“ (*Claviceps purpurea* [Fries] Tulasne) gewidmet. Untersuchungen zur Verhütung des Mutterkorns wurden sowohl in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft als auch in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft fortgesetzt. Die hohe Anfälligkeit der Hybridroggensorten war ein wesentlicher Grund, alljährlich Roggensorten und -neuzuchtstämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber *C. purpurea* zu prüfen und Bekämpfungsverfahren zu erarbeiten. Zwischen den untersuchten Roggensorten und -stämmen konnten deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit festgestellt werden. Zur Bekämpfung des Mutterkornbesatzes wird der Mischanbau von Hybrid- und Populationsroggen erprobt. Fungizidtests gegen *C. purpurea* haben gezeigt, daß gegen Mutterkorn noch kein vollwirksames Fungizid zur Verfügung steht.

## **Schwärzepilze im Getreide**

### Bedeutung

Im Zusammenhang mit dem Auftreten von Fuß-, Blatt und Ährenkrankheiten beim Getreide konnten häufig Schwärzepilze als sekundär vorkommende Pilze beobachtet werden (BOCKMANN 1957a, 1957b; MIELKE und BOCKMANN 1977). In den 20er und 30er Jahren fielen Schwärzepilze an krankem Getreide besonders auf, so daß Mitarbeiter der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft sich dieser Folgepilze annahmen (PAPE 1930; BOCKMANN 1933).

### Erreger

BOCKMANN (1933) untersuchte in Schleswig-Holstein Schwärzepilze des Getreides; er fand unter den Schwärzepilzen die Gattungen *Cladosporium herbarum* Link und *Alternaria tenuis* Nees am häufigsten. *Cladosporium*-Stämme erwiesen sich dem Getreide gegenüber als reine Saprophyten, während die untersuchten *Alternaria*-Stämme sich als

Perthophyten zeigten. Die *Alternaria*-Stämme bildeten sichtbare Flecken, riefen aber keine tiefgreifenden Veränderungen im Gewebe vor. Die *Cladosporium*-Stämme waren nach BOCKMANN (1933) eine Sammelart, die sich aus einer Reihe von morphologisch und physiologisch differenzierten Rassenarten zusammensetzte. Demgegenüber konnten die *Alternaria*-Stämme in die Arten *A. tenuis*, *A. plionii* und *A. circinans* eingereiht werden. Bei eigenen Diagnosen von Getreideproben waren ebenfalls *Alternaria* spp. und *Cladosporium* spp. am häufigsten zu finden; seltener sind *Epicoccum nigrum* und *Stemphylium botryosum* vorgekommen. PRILLWITZ (1963) fand auf Weizen und Roggen einen bis dahin unbekanntem Cladosporium-Besatz, der sich als kleine schwarze, wanzenstichähnliche Punkte (0,1-1 mm) äußerte. Es handelte sich hierbei um Myzelanhäufungen von *Cladosporium macrocarpum* Preuss. Die Myzelanhäufungen wurden zuerst als unreife Perithezien von der zu *C. macrocarpum* gehörenden Hauptfruchtform *Mycosphaerella* angesehen.

### Schaden

Da die von BOCKMANN (1933) untersuchten *Cladosporium*-Stämme sich als reine Saprophyten erwiesen haben, hielt der Autor eine wirtschaftliche Bedeutung dieser Pilzgattung für ausgeschlossen. Die *Alternaria*-Stämme hingegen konnten zwar als reine Perthophyten auf befallenen Pflanzen leben, sie verursachten auch Flecke, tiefgreifende Veränderungen riefen sie im Gewebe jedoch nicht hervor. Somit schienen auch die *Alternaria*-Arten keine wirtschaftliche Bedeutung zu haben.

Durch Beimpfungsversuche konnte PRILLWITZ (1963) nachweisen, daß *C. macrocarpum* normalerweise auf den Spelzen des Weizens lebt und nur, wenn das Getreide nach der Reife noch längere Zeit feuchter Witterung ausgesetzt ist, auf das Korn übergeht. Durch diesen Pilzbesatz traten weder Keim- noch Triebkraftschädigungen auf. Demgegenüber wissen aber SPAAR et al. 1989 zu berichten, daß Befall mit *Alternaria* spp. und *Cladosporium* spp. an Weizen-, Triticale-, Hafer- und Roggenkörnern Keimschäden hervorrufen kann.

Im Hinblick auf Schäden durch Schwärzepilze soll nicht unerwähnt bleiben, daß *Alternaria*-Arten auch Toxine bilden können, die Tiererkrankungen hervorrufen (OBST und PAUL 1993).

## Vorkommen

Schwärzepilze besiedeln alle Getreidearten; an allen Teilen der Pflanze traten sie auf (BOCKMANN 1933). Bei einigen Diagnoseuntersuchungen wurden Schwärzepilze als Folgekrankheit bei Getreide mit folgenden Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten gefunden:

*Pseudocercospora herpotrichoides*, *Gaeumannomyces graminis*, *Rhizoctonia cerealis*, *Microdochium nivale*, *Drechslera tritici-repentis*, *Rhynchosporium secalis*, *Septoria tritici*, *Septoria avenae* f. sp. *triticea*, *Septoria passerinii*, *Septoria nodorum*, *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, *Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides*, *Pseudomonas syringae* pv. *atofaciens*, *Xanthomonas translucens* und Viruskrankheiten.

Bei Getreide mit *Ascochyta*-Befall war es nicht immer eindeutig, ob *Ascochyta* spp. primär oder sekundär mit den Schwärzepilzen auftrat.

## Bekämpfung

Schwärzepilze werden nicht gezielt bekämpft. Fungizide, die gegen Blatt- und Ährenkrankheiten eingesetzt werden, weisen meist auch eine Wirksamkeit gegenüber Schwärzepilzen auf.

## Zusammenfassung

In den 20er und 30er Jahren fielen Schwärzepilze an krankem Getreide besonders auf, so daß Mitarbeiter der damaligen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft sich dieser Krankheiten annahmen. Am häufigsten wurden als Schwärzepilze *Cladosporium*- und *Alternaria*-Arten gefunden. *Cladosporium*-Stämme erweisen sich dem Getreide gegenüber als reine Saprophyten, während die untersuchten *Alternaria*-Stämme sich als schwache Perthophyten zeigten.

Anfang der 60er Jahre wurde auf Weizen und Roggen eine bis dahin noch nicht bekannte *Cladosporium*-Art *C. macrocarpum* gefunden.

Über die Schädigung der Schwärzepilze herrschen unterschiedliche Meinungen. Zuerst wurden den Schwärzepilzen keine Nachteile und Schäden nachgesagt bzw. zugestanden. Heute werden Keimkraftschädigungen und Toxinbildung als Nachteile der Schwärzepilze genannt. Alle Getreidearten können von den Schwärzepilzen besiedelt werden; eine Bekämpfung der Schwärzepilze erfolgt nur, wenn Maßnahmen gegen Blatt- oder Ährenkrankheiten erforderlich sind.

### **Schlußbetrachtung**

In der vorliegenden Schrift wurden verschiedene Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten des Getreides besprochen, die in der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, späteren Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und jetzigen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft bearbeitet worden sind. Von jeder aufgeführten Krankheit sind die Bedeutung, der Erreger, die Schädigung und das Vorkommen des Erregers sowie die Möglichkeit einer Bekämpfung des Erregers beschrieben worden.

Zu den wirtschaftlich wichtigsten Fußkrankheiten des Getreides zählt die Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides* [Fron] Deighton). Ende der 20er und Anfang der 30er Jahre nahmen sich bereits Mitarbeiter der damaligen BRA dieser Krankheit an. Es wurden große Anstrengungen hinsichtlich der Biologie, Auffindung von Resistenzquellen, der Verhütung und Bekämpfung der Halmbruchkrankheit gemacht.

Die Schwarzbeinigkeit, die von dem bodenbürtigen Pilz *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) var. *tritici* Walker hervorgerufen wird, ist nach wie vor eine der gefährlichsten Fuß- und Fruchtfolgekrankheit. Die Gefährlichkeit dieser Krankheit war für die damalige BRA Anlaß, die Biologie des Erregers und Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Pilz zu erarbeiten. Der Erreger *G. graminis* ist auch heute noch nicht mit Fungiziden zu bekämpfen. Nur durch weite Fruchtfolgen kann die Schwarzbeinigkeit verhütet werden.

Der Schneeschimmel (*Microdochium nivale* [Fr.] Samuels et Hallett) ist in schneereichen Lagen die gefährlichste Krankheit des ungebeizten Winterroggens. Mitarbeiter der BRA waren bereits in den 20er Jahren bemüht, den Winterroggen durch Beizung vor *M. nivale* zu schützen. Der Praxis stehen heute wirksame Beizmittel zur Verfügung.

Die *Thyphula*-Fäule (*Thyphula incarnata* Lasch ex. Fr.) war bis Anfang der 70er Jahre eine gefürchtete Krankheit im Wintergerstenbau. Erst Anfang der 70er Jahre wurde in

der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft mit der Bearbeitung dieser Krankheit begonnen. Inzwischen gibt es eine ganze Reihe wenig anfälliger Wintergerstensorten, die sich durchaus für einen Anbau in gefährdeten Gebieten eignen würden. Durch Einsatz von Beizmitteln und Fungiziden läßt sich die *Typhula*-Fäule in Grenzen halten.

Seit zwei Jahren tritt die DTR-Blattdürre (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) beim Winterweizen auch in Norddeutschland in einer bisher noch nicht bekannten Intensität auf. Das verstärkte Auftreten dieser Krankheit war in der BBA Anlaß, Weizensorten und -stämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber DTR zu prüfen, um der Praxis bei der Sortenwahl behilflich sein zu können. Der Einsatz von Fungiziden gegen die DTR- Blattdürre bereitet der Praxis noch Probleme.

Die Weizenblattdürre (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) ist in Deutschland sehr spät erkannt worden. Mit der Bearbeitung dieser Krankheit wurde in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erst Anfang der 70er Jahre begonnen. Resistenzprüfungen ergaben, daß zwischen den untersuchten Weizensorten und -neuzuchtstämmen deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *S. tritici* festgestellt werden konnten. Alle mitgeprüften Triticale-Sorten erwiesen sich als resistent. Die Weizenblattdürre kann mit Fungiziden problemlos bekämpft werden.

Eine weitverbreitete Blatt- und Ährenkrankheit ist die Braunfleckigkeit des Weizens (*Septorium nodorum* [Berk.] Berk.), die in allen Bundesländern anzutreffen ist. Auf Grund ihrer Gefährlichkeit wurde diese Krankheit bereits in den 30er Jahren in der damaligen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft bearbeitet. Schwerpunkt dieser Arbeiten waren Untersuchungen zur Biologie, Schadwirkung des Erregers sowie umfangreiche Sortenprüfungen und Bekämpfungsversuche. Es konnten geringanfällige Weizensorten gefunden werden. Die Bekämpfung der Braunfleckigkeit mit Fungiziden ist heutzutage in der Praxis kein Problem mehr.

Als einer der bedeutendsten Fusariosen im Getreidebau ist in Norddeutschland der Pilz *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. zu nennen, der hauptsächlich die Partielle Taubährigkeit verursacht. Erst relativ spät in den 50er und 60er Jahren hat die BBA sich dieser Krankheit angenommen. Die wesentlichen Arbeiten waren Untersuchungen zur Schadwirkung des Erregers, umfangreiche Resistenzprüfungen und Bekämpfungsversuche. Bei den Resistenzprüfungen zeigte sich, daß unter den geprüften Weizensorten auch wenig anfällige Sorten vorhanden waren, die sich durchaus für den Anbau in Befallslagen

eignen würden. Bei den alljährlichen Fungizidtests gegen *F. culmorum*, stellte sich heraus, daß die Tebuconazol- haltigen Mittel nach wie vor am wirksamsten gegenüber der Partiellen Taubährigkeit sind.

Die Flugbrände der Gerste und des Weizens (*Ustilago tritici* [Pers.] Rostrup f. sp. *hordei*, *Ustilago tritici* [Pers.] Rostrup f. sp. *tritici*) waren von Anfang dieses Jahrhunderts bis in den 60er Jahren die gefürchtesten Krankheiten im Getreidebau. Die Gefährlichkeit dieser Brände war in der Kaiserlichen Biologischen Anstalt, Biologischen Reichsanstalt und in der späteren Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Anlaß, sich mit diesen beiden Krankheiten intensiv auseinanderzusetzen. Der Bekämpfung der Flugbrände schenkte man jahrzehntelang besondere Aufmerksamkeit. Lange Zeit waren die Gersten- und Weizenflugbrände nur durch Saatgutwechsel, Warmwasserbad und Heißwasserverfahren bekämpfbar. Zur Zeit können beide Erreger mit systemisch wirkenden Beizmitteln problemlos bekämpft werden.

Als Erreger der Stein- oder Stinkbrandes kommen *Tilletia caries* (D.C.) Tul; *Tilletia foetida* (Wallr.) Liro und *Tilletia intermedia* (Gassner) Savul. in Frage. Diese Steinbrände unterscheiden sich mehr in der Form der Brandsporen als in der Lebensweise voneinander. Bei den befallenen Weizenpflanzen bleibt die Blüte aus; statt der Körner entstehen die sog. Brandbutten, sie enthalten, bevor sie reif sind, eine schwarze, schmierige nach Heringslake riechende Masse (Trimethylamin). Auf Grund ihrer Gefährlichkeit waren diese Steinbrände, die am meisten untersuchten Krankheiten in der damaligen Kaiserlichen Biologischen Anstalt, späteren Biologischen Reichsanstalt und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Mit der Einführung systemisch wirksamer Beizmittel haben die Steinbrände an Bedeutung verloren.

Der Zwergsteinbrand (*Tilletia contraversa* Kühn) ist nur in Höhenlagen beim Weizen anzutreffen. In der BRA und später in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft haben Mitarbeiter in den 30er und 50er Jahren sich dieser Krankheit angenommen, weil der Pilz zur damaligen Zeit nicht oder nur schwer zu bekämpfen war. Heutzutage läßt sich der Erreger *T. contraversa* durch Anwendung von Spezialbeizmitteln bekämpfen.

Die Federbuschsporenkrankheit (*Dilophospora alopecuri* Fr.) ist eine seltene Ährenkrankheit des Weizens und des Roggens, die nach beiden Weltkriegen in Westdeutschland festgestellt wurde. Das Auftreten der Federbuschsporenkrankheit ist stets in Verbindung mit einem Befall des Weizenälchens (*Anguina tritici* Steinb.) zu beobachten ge-

wesen; diese Krankheit ist an den völlig schwarz aussehenden, verklebten Ähren zu erkennen. Bei befallenen Pflanzen unterbleibt die Kornbildung. Zur Bekämpfung der Federbuschsporenkrankheit tragen ordnungsgemäße Saatgutaufbereitung und Fruchtfolgen bei.

In der Kaiserlich Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft hatte man sich bereits Anfang dieses Jahrhunderts mit dem Mutterkorn (*Claviceps purpurea* [Fries] Tulane) befaßt. Untersuchungen zur Verhütung des Mutterkornes wurden in der späteren BRA und in der BBA fortgesetzt. Die hohe Anfälligkeit der Hybridroggensorten war der Anlaß, alljährlich Resistenzprüfungen gegen den Erreger durchzuführen und darüber hinaus Möglichkeiten zur Bekämpfung des Mutterkornes zu erarbeiten. Zwischen den untersuchten Roggensorten konnten deutlich Unterschiede in der Anfälligkeit festgestellt werden. Zur Bekämpfung des Mutterkornes stehen noch keine vollwirksamen Fungizide zur Verfügung.

Abschließend wird noch auf die Schwärzepilze des Getreides eingegangen. In den 20er und 30er Jahren fielen Schwärzepilze (*Cladosporium* spp. *Alternaria* spp. u. a.) an krankem Getreide besonders auf, so daß Mitarbeiter der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft sich auch dieser Krankheiten annahmen. *Cladosporium*-Arten erwiesen sich als Saprophyten, während die *Alternaria*-Arten sich als schwache Perthophyten zeigten. Alle Getreidearten können von den Schwärzepilzen besiedelt werden. Eine Bekämpfung der Schwärzepilze erfolgt nur, wenn Maßnahmen gegen Blatt- oder Ährenkrankheiten erforderlich sind.

Seit der Gründung der heutigen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft vor 100 Jahren hat die Bedeutung der untersuchten Getreidekrankheiten gewechselt. Frühere, gefürchtete Krankheiten des Getreides haben zum größten Teil ihre Bedeutung verloren, weil es Mitarbeitern der damaligen Biologischen Reichsanstalt und der heutigen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Pflanzenschutzdienst, dem Bundessortenamt, den Getreidezüchtern und der chemischen Industrie gelang, gefährliche Getreidekrankheiten bekämpfen zu können. Auch in Zukunft wird diese Zusammenarbeit notwendig und von Bestand sein.

## The history of various root, leaf and ear diseases of cereals

### Summary

This paper describes the different root, leaf and ear diseases of cereals, which the former Kaiserliche Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft (KBA), later the Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRA) and at present the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) had been working with. From every listed disease the importance, the causal agent the damage, the occurrence and the possibility of its control is discussed.

The main economical important disease of the cereals is the eyespot or foot rot disease (*Pseudocercospora herpotrichoides* [Fron] Deighton). Therefore, scientists of the former BRA were working very early on this problem during the late 20th and early 30th of this century. A lot of input was done to investigate the biology, the detection of new resistance sources and the protection of the cereals from this disease.

In corn growing areas the take-all disease, which is caused by the soil borne fungus *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) var. *tritici* Walker represents ever since one of the most dangerous root and crop rotations disease. The dangerousness of this disease was reason enough for the former Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, to elaborate the biology of the fungus and the protection of the plant against this fungus. However, up to now the fungus *Gaeumannomyces graminis* there is no suitable crop rotations.

The pink snow mold (*Microdochium nivale* [Fr.] Samuels et Hallett) represents for winter ray the most dangerous disease in snow rich areas. This fungus appears mainly because of the use of untreated seeds. During the early 20 th scientists of the BRA were trying to protect the winter ray by treating with fungicides. Since then until nowadays, there are several fungicides available for seed treatment which can be used in modern farming.



The speckles snow mold (*Typhula* blight disease, *Typhula incarnata* Lasch ex Fr.) was a notorious until the beginning of the 70th when cultivating winter barley. During the early 70th the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft started to work on this disease. However, there are quite a few less susceptible winter barley varieties in the meantime available which might be grown in areas where the fungus is suspected. By applying fungicides and seed treatments the speckles snow mold disease can be kept under control.

Since the last two years, the DTR leave dryness (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) appears in an up till now unknown intensity at areas of the northern part of Germany. This caused the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft to test varieties of wheat for their resistance behavior against DTR. The obtained results are recommendations for the farmers informing which variety shows acceptable resistance levels. Up till now the effect of available fungicides against DTR is not yet found to be sufficient.

The septoria leaf blotch (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) has been recognized very late in Germany. Also, during the early 70th the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft did research in this fungus. Resistance tests showed that there are clear differences in susceptibility of the traditional and the new breeding varieties to *Septoria tritici*. However, all tested Triticale varieties showed resistance. But this disease can easily be controlled by fungicides.

A wide spread leave and ear disease is the septoria leaf disease (*Septoria nodorum* [Berk.] Berk.). In the early 30th the scientists from the former Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft were working on this disease because its severity. Most of the work was done in evaluating the biology and the impact of the fungus on the crop. There were also extensive surveys on new breeding varieties and the controlling of the fungus. In spite of the efforts, only a few resistant varieties were found. Nowadays, there is no problem controlling the septoria leaf disease by using proper fungicides.

In northern part of Germany the most significant representative disease of the genus *Fusarium* in wheat is *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., causing the *Fusarium* di-

sease. Relatively late, starting in the 50th and 60th, the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft was performing research on this disease. Mainly the damage of the fungus was surveyed, but also extensive research for new breeding varieties and the controlling of the disease was done. During the surveys for resistance, some varieties were found which were not highly resistant. However, they might be suitable for their cultivation in those areas where the fungus is suspected. The yearly performed fungicide tests showed that Tebuconazol containing compounds are most suitable to control the *Fusarium* disease.

The loose smut of barley and wheat (*Ustilago tritici* [Pers.] Rostrup f.sp. *tritici*) had represented until the 60th the most dreadful disease of the cereals. Being a dangerous smut disease intense research in the Kaiserliche Biologische Anstalt as well as later in the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft was initiated. For a long period of time the control of the loose smut attracted attention since this disease could only be controlled by changing the seeds, treatments of the seeds with warm water, or with hot steam water. The two loose smuts can now be controlled with no problems by applying proper seed pellets.

Several species of *Tilletia* can be the causal agent of the common bunt (*Tilletia caries* [D.C.] Tul. and *Tilletia foetida* [Wallr.] Liro or *Tilletia intermedia* [Gassner] Savul.). Together these three species causes the common blotches and they can only be differentiated by their bunts but not by their pathogenesis. When wheat plants are infected with common bunt, the cereals can not flour. Instead of kernels the so called bunts are formed, which contain a black smear, smelling after fish (trimethylamin, stinking smut). Because of the very dangerous behavior of the common blotch disease, intense research was done at the Kaiserliche Biologische Anstalt and the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. But since the introduction of the systemic plant protections as seed pellets the disease has lost its importance.

The dwarf bunt (*Tilletia contraversa* Kühn) can only be found on wheat and at higher altitudes. During the 30th and 40th scientists of the Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft and the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft were working on this disease, because at that time this fungus could not be controlled at

all. Nowadays the dwarf bunt can be controlled by the application of a specific seed pellets.

The dilophospora leaf spot disease (*Dilophospora alopecuri* Fr.) is a very seldom ear disease of wheat and rye, which appeared in former West Germany directly after the two world wars. The disease was associated with the appearance of a nematode (*Anguina tritici* Steinb.) and could be diagnosed by the totally black and glued eares, resulting in no kernel formation. To control the dilophospora leaf spot disease a regular purification of the seeds, preparation of seed pellets, change of the seed material and the use of folia-ge crops during field rotations is recommended.

During the beginning of this century the Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft has been intensively studied the ergot disease, caused by *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne. This research was continued as well in the Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft as in the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. For the prevention of the ergot, all rye varieties were tested for their susceptibility. Up till now there is no effective fungicide available to control the ergot disease.

Finally a word to the black head molds of cereals: During the 20th and 30th the appearance of the black head molds (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp. u.a.) was very intense in already diseased cereals, so that the scientists of the Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft were adopting this problem. All *Cladosporium* spp. turned out to be saprophytes and the *Alternaria* spp. proved to be perithophytes. In general, all cereals can be colonized by black head molds. A control of these fungi takes only place, when fungicides are used anyhow against leaf or ore diseases.

Since the foundation of the now present Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft one century ago, the impact of the surveyed cereal diseases has changed. Since the earlier times the more frightened cereal diseases have lost mostly their importance, because of the successful work of the scientists of the former Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in cooperation with the federal plant protection services, the federal office of plant varieties, the breeders and the chemical industry. This cooperation will be necessary also in the future and will be therefore continued.

## Literatur

### Halmbruchkrankheit

- BLUNCK, H., 1928: Fortschritte in der Bekämpfung von Getreidekrankheiten. Sonderdruck aus dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt für die Freie und Hansestadt Lübeck und das Fürstentum Lübeck **12** Nr. 13 und 14.
- BLUNCK, H., 1933: Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Sonderdruck aus den Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft S. 262-263, 286-288, 377-378.
- BOCKMANN, H., 1934a: Herbstbestellung und Getreidefußkrankheiten. Landesbauernschaft - Schleswig-Holstein **1** 1220-1221.
- BOCKMANN, H., 1934b: Bekämpfung der Weizenfußkrankheiten. Deutsche landwirtschaftliche Presse 615-616.
- BOCKMANN, H., 1935a: Über die betriebswirtschaftlichen Hintergründe der Fußkrankheiten des Weizens, Deutsche landwirtschaftliche Presse **62**, 155.
- BOCKMANN, H., 1935b: Untersuchungen über die Schadwirkung von *Cercospora herpotrichoides* Fron an Getreide. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **21**, 625-634.
- BOCKMANN, H., 1936a: Die Getreidefußkrankheiten. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr **142**.
- BOCKMANN, H., 1936b: Der gegenwärtige Stand der Forschung über die Fußkrankheiten. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **16**, 57-58.
- BOCKMANN, H., 1939a: Möglichkeiten zur Verhütung der Halmbruchkrankheit bei Getreide. Pflanzenbau **15**, 12, 403-430.
- BOCKMANN, H., 1939b: Fruchtfolge und Halmbruchkrankheit bei Getreide. Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bayern **89**, 393-412.
- BOCKMANN, H., 1949: Das Wesen der Fruchtfolgekrankheiten. Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft **1**, 138-140.
- BOCKMANN, H., 1951a: Über die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercospora herpotrichoides* Fron. Phytopathologische Zeitschrift **17**, 293-304.
- BOCKMANN, H., 1951b: Die Fruchtfolge als prophylaktisches und therapeutisches Mittel gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **16**, 35-52.
- BOCKMANN, H., 1952: Neuere Beobachtungen über die Zusammenhänge zwischen Fruchtfolge und Fußkrankheiten bei Weizen und Erbsen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4**, 76-77.
- BOCKMANN, H., 1953: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten gegen die Halmbruchkrankheit des Getreides. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **32**, 1, 361-372.

- BOCKMANN, H., 1960: Einseitige Fruchtfolgen als Ursachen des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. *Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* **70**, 8.
- BOCKMANN, H., 1962a: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitungen und Durchführung der Feldinfektionen sowie deren Neben- und Nachwirkungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **10**, 153-156.
- BOCKMANN, H., 1962b: Fruchtfolge und Fußkrankheitsgefahr beim Weizen mit besonderer Berücksichtigung des Anbaues von Grassamen und grashaltiger Futterkulturen sowie der Stickstoffdüngung. *Sonderdruck aus Praxis und Forschung* **14**, 27-29.
- BOCKMANN, H., 1963a: Künstliche Freilandinfektion mit dem Erreger der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **15**, 3, 33-37.
- BOCKMANN, H., 1963b: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. III. Die Schadensanalyse. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **15**, 135-139.
- BOCKMANN, H., 1964: Lagerfrucht und krankhafter Halmbruch bei Weizen (*Cercospora herpotrichoides* Fron.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **16**, 97-105.
- BOCKMANN, H., 1965: Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) gegen den krankhaften Halmbruch des Weizens. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz Sonderdruck III*, 381-383.
- BOCKMANN, H.; 1966: Zur Frage der Sortenresistenz des Weizens gegen Fußkrankheiten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz* **73**, 9, 513-521.
- BOCKMANN, H.; 1968: Fruchtfolgenaufbau und Fruchtfolgenumstellung im Hinblick auf die Weizenfußkrankheiten und Hafernematoden. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **20**, 8, 113-117.
- BOCKMANN, H.; 1970: Progressive Getreidemonokultur und Fußkrankheiten auf Grund von Erfahrungen aus Norddeutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **22**, 58-62.
- BOCKMANN, H., 1971: Die Auswirkung der Cycelbehandlung auf bestimmte herkömmliche Anbauregeln des Weizens. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **23**, 7, 101-104.
- BOCKMANN, H.; 1976: Ertragsleistung und Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **28**, 1-4.
- BOCKMANN, H. und K. E. KNOTH, 1965: Zur Ertragsbildung von Sommerweizen nach verschiedenen Vorfrüchten unter besonderer Berücksichtigung der Schäden durch Fußkrankheiten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz* **72**, 7, 385-398.

- BOCKMANN, H., und K. E. KNOTH, 1971: Der verstärkte Getreidebau aus pflanzenpathologischen und pflanzenhygienischer Sicht. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz **78**, 1, 1-33.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1972a: Zur Alternative Winterweizen- Sommerweizen bei Gefahr durch Halmbruchkrankheit (*Cercospora herpotrichoides* Fron.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **24**, 11, 161-163.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1972b: Künstliche Feldinfektionen an verschiedenen Weizensorten mit *Septoria nordorum* Berk., *Ophiobolus graminis* Sacc. und *Cercospora herpotrichoides* Fron. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **68**, 322-332.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1976: Über die Fußkrankheiten an Winterweizen in Abhängigkeit vom vorangegangenen Anbau anfälliger und nicht anfälliger Kulturen. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein **258**, 3-12.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1983a: Bedeutung der Fruchtfolge für die Höhe der Weizenenerträge. Kali-Briefe (Büntehof) **16** (8), 439-449.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1983b: Fruchtfolge, Fußkrankheiten und neuzeitliche Anbaumaßnahmen beim Weizen aus der Sicht der Bodenhygiene. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **35**, 7, 97-103.
- Fritzemeier, ELLEN, 1995: Untersuchungen zur Resistenz von Winterweizen- Genotypen gegen *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton. Dissertation Universität Göttingen.
- HARTZ, P., 1969: Die Anfälligkeit verschiedener Graminien gegen *Cercospora herpotrichoides* Fron im Hinblick auf die Fruchtfolgezusammenhänge bei der Halmbruchkrankheit des Weizens. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **135**, 38 S..
- LANGE-DE LA CAMP, M., 1966: Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* Fron, dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. II. Aggressivität des Erregers. Phytopathologische Zeitschrift **56**, 155-190.
- MIELKE, H., 1970: Befallstoleranz und Halmbruchresistenz verschiedener Weizensorten gegen *Cercospora herpotrichoides* Fron. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung **64**, 248-288.
- MIELKE, H., 1975: Befall und Sporulation von *Cercospora herpotrichoides* Fron an Winterweizenpflanzen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **27**, 7, 97-100.
- MIELKE, H., 1979: Phytosanitäre Aspekte für die Fruchtfolgegestaltung. Kali-Briefe (Büntehof) **14**, 7, 459-470.
- MIELKE, H., 1980: Untersuchungen über die Anfälligkeit anerkannter Weizensorten für *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton und *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) v. Arx et Olivier. Kali-Briefe (Büntehof) **15** (3), 193-200.
- MIELKE, H., 1983: Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungen auf Fußkrankheiten des Getreides. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **35**, 33-39.

MIELKE, H., 1984: Beobachtungen zum Fungizideinsatz gegen die Halmbruchkrankheit des Getreides auf verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein. *Gesunde Pflanzen* **36**, 6, 197-203.

MIELKE, H., 1995: Studien zum Befall des Weizens mit *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton unter Berücksichtigung der Sorten- und Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin Dahlem* **314**, 197 S..

MIELKE, H., und K. BLÜMEL, 1984: Untersuchungen zur Wirksamkeit von verschiedenen Beizmitteln gegen *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton und *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. an Winterweizen im Jugendstadium. *Gesunde Pflanzen* **36**, 3, 61-68.

MIELKE, H., und K. E. KNOTH, 1976: Untersuchungen über die Anfälligkeit für die Fußkrankheiten *Cercospora herpotrichoides* Fron. und *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Olivier. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **28**, 100-104.

MORITZ, O., 1932: Die Fußkrankheit des Weizens. *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* **47**, 52, 957-958.

MORITZ, O., 1933: Die Getreidefußkrankheiten. Sonderdruck Landwirtschaftliches Wochenblatt und Genossenschaftliche Mitteilungen für Schleswig-Holstein 25.

MORITZ, O. und H. BOCKMANN, 1933: Einleitende Studien über *Cercospora herpotrichoides* Fron. *Angewandte Botanik* **15**, 5, 409-419.

NIRENBERG, H., 1981: Differenzierung der Erreger der Halmbruchkrankheit. I. Morphologie. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz* **88**, 241-248.

SCHUMANN, G., 1967: Stand und Entwicklung der Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch Saatgutbehandlung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **74**, 155-157.

SCHUMANN, G., 1968: Beitrag zur systemischen Wirkung fungizider Benzimidazol-derivate als Getreidebeizmittel. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **20**, 1, 1-5.

WALLWORK, H., 1987: A Tapesia teleomorph for *Pseudocercospora herpotrichoides*, the cause of eyespot of wheat. *Australian Plant Pathology* **16**, 92-93.

### **Schwarzbeinigkei**

BLUNCK, H., 1928: Fortschritte in der Bekämpfung von Getreidekrankheiten. Sonderdruck aus dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt für die Freie und Hansestadt Lübeck und das Fürstentum Lübeck **12**, 13 und 14.

BLUNCK, H., 1929: Fußkrankheiten des Getreides. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **9**, 6, 49-50.

BOCKMANN, H., 1936a: Die Getreidefußkrankheiten. *Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr.* **142**, 1-6.

- BOCKMANN, H., 1936b: Der gegenwärtige Stand der Forschungen über die Fußkrankheiten des Getreides. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienstes **16**, 6, 57-58.
- BOCKMANN, H., 1949: Das Wesen der Fruchtfolgekrankheiten. Nachrichtenblatt der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Braunschweig) **1**, 10, 138-140.
- BOCKMANN, H., 1950a: Die Aufgaben des Pflanzenschutzes bei der Gestaltung von Fruchtfolgen in landwirtschaftlichen Betrieben. Mitteilungen aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **69**, 16-19.
- BOCKMANN, H., 1950b: Die Fruchtfolge im Dienste des Pflanzenschutzes; Schleswig-Holstein. Bauernblatt/Landpost **100**, 439-441.
- BOCKMANN, H., 1951a: Die Aufgaben des Pflanzenschutzes bei der Gestaltung von Fruchtfolgen in landwirtschaftlichen Betrieben. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **3**, 1, 11-13.
- BOCKMANN, H., 1951b: Die Fruchtfolge als prophylaktisches und therapeutisches Mittel gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft **16**, 1-8.
- BOCKMANN, H., 1952a: Beobachtungen über Fußkrankheiten am Weizen. Sonderdruck aus dem Bauernblatt/Landpost **6**, 10, 2, 1026-1027.
- BOCKMANN, H., 1952b: Fruchtfolge und Ackerverunkrautung unter besonderer Berücksichtigung der Schwarzbeinigkeit des Weizens. Mitteilungen aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **75**, 179-180.
- BOCKMANN, H., 1952c: Neuere Beobachtungen über die Zusammenhänge zwischen Fruchtfolge und Fußkrankheiten bei Weizen und Erbsen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **4**, 76-77.
- BOCKMANN, H., 1963: Die Notreife durch Fuß- und Ährenkrankheiten als Begrenzungsfaktor für den Weizenanbau in einseitigen Fruchtfolgen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **108**, 129-133.
- BOCKMANN, H., 1968: Fruchtfolgeaufbau und Fruchtfolgeumstellung im Hinblick auf die Weizenfußkrankheiten und Hafernematoden. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **20**, 113-119.
- BOCKMANN, H., 1970: Progressive Getreidemonokultur und Fußkrankheiten auf Grund von Erfahrungen aus Norddeutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **22**, 58-62.
- BOCKMANN, H., 1976: Ertragsleistung und Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **28**, 1-4.
- BOCKMANN, H., und K. E. KNOTH, 1971: Der verstärkte Getreidebau aus pflanzenpathologischer und pflanzenhygienischer Sicht. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **78**, 33 S..



- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1972: Das „System Thormann“ aus der Sicht der Fruchtfolgehygiene. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **24**, 12, 177-180.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1976: Über die Fußkrankheiten an Winterweizen in Abhängigkeit vom vorangegangenen Anbau anfälliger und nicht anfälliger Kulturen. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Nr. **258**, 3-12.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1979: Schwarzbeinigkeit und Notreife an Winterweizen. Bauernblatt/Landpost **129**, 39, 31-33.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1983a: Bedeutung der Fruchtfolge für die Höhe der Weizenerträge. Kali-Briefe (Büntehof) **16** (6), 439-449.
- BOCKMANN, H., und H. MIELKE, 1983b: Fruchtfolge, Fußkrankheiten und neuzeitliche Anbaumaßnahmen beim Weizen aus der Sicht der Pflanzenhygiene. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **35** (7), 97-103.
- HEUN, M. und H. MIELKE, 1982: Resistenzzüchtung gegen *Pseudocercospora herpotrichoides* und *Gaeumannomyces graminis* beim Weizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **207**, 50 S..
- KNOTH, K. E., 1975: Eine Methode zur Beobachtung und Demonstration der Lauffhyphenentwicklung von *Ophiobolus graminis* Sacc. beim Weizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **163**, 58-64.
- MIELKE, H., 1973: Beeinflussung des Ophiobolus- Befalls in verseuchten Böden durch Gründüngungspflanzen. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau **137**, 241-249.
- MIELKE, H., 1974: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Getreidearten gegen den Erreger der Schwarzbeinigkeit *Ophiobolus graminis* Sacc. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **160**, 61 S..
- MIELKE, H., 1979: Phytosanitäre Aspekte für die Fruchtfolgegestaltung. Kali-Briefe (Büntehof) **14**, 459-470.
- MIELKE, H., 1980: Untersuchungen über die Anfälligkeit anerkannter Weizensorten für *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton und *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) v. Arx et Olivier. Kali-Briefe (Büntehof) **15**, (3), 193-200.
- MIELKE, H., 1983: Untersuchungen zum *Gaeumannomyces graminis*- Befall an Winterweizen unter Berücksichtigung einer Queckenbekämpfung mit „Round up“. Gesunde Pflanzen **35**, 2, 46-49.
- MIELKE, H., 1985: Untersuchungen über den Befall von *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* an einer Weizensorte auf anmoorigem Boden im Vergleich zu anderen Bodenarten (Lysimeterversuch). Gesunde Pflanzen **37**, 4, 160-164.
- MIELKE, H., 1988: Untersuchungen zur Übertragung des Fußkrankheitserregers *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Olivier var. *tritici* Walker von befallenen Wurzeln verschiedener Getreidearten auf Winterweizen (Gewächshausversuche). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **40**, 132-133.
- MIELKE, H., 1992: Untersuchungen zum Befall der Gerste durch *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Olivier var. *tritici* Walker unter Berücksichtigung der Ar-

- ten- und Sortenanfälligkeit. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **276**, 74 S..
- MIELKE, H., 1995: Schwarzbeinigkei im Weizenbau. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **47** (7), 177-180.
- MIELKE, H., und K. E. KNOTH, 1976: Untersuchungen über die Anfälligkeit anerkannter Weizensorten für die Fußkrankheiten *Cercospora herpotrichoides* Fron und *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Olivier. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **28**, 100-104.
- MORITZ, O., 1931a: Zum Problem der Fußkrankheiten des Weizens. Sonderdruck aus der Angewandten Botanik **XIII**, 2, 151-161.
- MORITZ, O., 1931b: Entstehungsbedingungen und Verhütungsmöglichkeiten der *Ophiobolose* des Weizens. Nachrichtenblatt für des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **11**, 11, 100-101.
- MORITZ, O., 1932: Weitere Studien über die *Ophiobolose* des Weizens. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **20**, 1, 27-48.
- MORITZ, O., 1933: Die Getreidefußkrankheiten. Sonderdruck aus dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt aus genossenschaftlichen Mitteilungen für Schleswig-Holstein Nr. 25.
- MÜLLER-KÖGLER, E., 1934: Die Anfälligkeit der Hauptgetreidearten gegenüber *Ophiobolus graminis* Sacc. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **44**, 481-485.
- MÜLLER-KÖGLER, E., 1939: Untersuchungen über die Schwarzbeinigkei des Getreides und den Wirtspflanzenkreis ihres Erregers (*Ophiobolus graminis* Sacc.). Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **22**, 271-319.
- PAPE, H., 1930: In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **40**, 58-75.
- PRILLWITZ, H. G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In K. HEINZE (1983): Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd III, 186-189.
- RADEMACHER, B., 1930: Ein warnendes Wort zur Ausdehnung des Weizenbaus. Sonderdruck aus dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt für die Provinz Schleswig-Holstein Nr. 36.
- RADEMACHER, B., 1931: Gedanken zum Weizenbau. Sonderdruck aus dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt für die Provinz Schleswig-Holstein Nr. **38**, 760-762.
- RADEMACHER, B., 1934: Gründung und Zwischenfruchtbau als Pflanzenschutz. Sonderdruck aus den Mitteilungen für die Landwirtschaft, herausgegeben vom Reichsnährstand 29.

## Schneeschimmel

- Anonym, 1936: Die wichtigsten Schäden an Getreide im Jahre 1935. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **14**, 1, 3-4.
- HÄRLE, A., 1955: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Anbaujahr 1954. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **7**, 12, 1-19.
- HARTKE, S. und H. BUCHENAUER, 1981: Untersuchungen zur Resistenz von *Geolachia nivalis* gegenüber Wirkstoffen in Hg-freien Saatgutbehandlungsmitteln. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **203**, 240-241.
- MIELKE, H., 1979: Beobachtungen zum Auftreten von *Fusarium nivale* (Fr.) und zur Anfälligkeit verschiedener Winterroggensorten im Jahre 1979. Gesunde Pflanzen **31**, 9, 223-226.
- OBST, A., und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN-Gelsenkirchen-Buer 184 S.
- PAPE, H., 1930: In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen. a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **40**, 58-75.
- PAPE, H., und S. WILKE, 1930: Einfluß von Krankheiten und Schädlingen auf die Ernte der Kulturpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **40**, 29-33.
- RADTKE, W., Praxisbezogene Probleme der Bekämpfung des MBC- resistenten, samenbürtigen Pilzes *Fusarium nivale* (*Geolachia nivalis*) mit Hg-freien Beizmitteln. Gesunde Pflanzen **35**, 134-136.
- RIEHM, E., 1925: Der Schneeschnimmel. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **80**, erste Auflage.
- RIEHM, E., 1926: Der Schneeschnimmel. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **80**, zweite Auflage.
- RIEHM, E., 1927: Der Schneeschnimmel. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **80**, dritte Auflage.
- RIEHM, E., 1929: Der Schneeschnimmel. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **80**, vierte Auflage.
- VOELKEL, H., 1932: Die starken Schäden an Getreide im Jahre 1932. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **12**, 11, 89-90.
- VOELKEL, H., 1942: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1941. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutzdienst **18**, 1, 3-28.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1937: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1936. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **17**, 1, 1-22.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1937. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **18**, 1, 3-28.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1938. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **14**, 2, 3-31.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1940: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1939. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **20**, 1, 3-28.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1941: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1940. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 1, 3-19.

WOLLWENWEBER, H. W., 1932: *Fungi imperfecti* - Die Gattung *Fusarium* VI. Arachnites. In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Die pflanzlichen Parasiten II. Teil, Verlagsbuchhandlung Paul Parey Bd III, 732-743.

### **Typhula-Fäule**

BAUERS, C., J. FRAHM, H. KASPERS, J. MARTIN, H. MIELKE, H. MONTAG und W. RADTKE, 1986: Richtlinie für die Prüfung von Fungiziden (einschließlich Beizmitteln gegen Typhula-Fäule [*Typhula incarnata* Lasch ex Fr.] an Wintergerste). Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 4-5, 1, 5, 1-7. Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln.

HINDORF, H., 1980: Zum Auftreten der Sporophoren von *Typhula incarnata* im rheinischen Wintergersten- Anbau. Zeitschrift für Pflanzenkrankheit und Pflanzenschutz **87**, 501-506.

LEHMANN, H., 1965: Untersuchungen über die Typhula-Fäule des Getreides. I. Zur Physiologie von *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. Phytopathologische Zeitschrift, **53**, 3, 255-288.

MEYER, J., 1968: Die Typhula-Fäule der Wintergerste. Bauernblatt/Landpost **29**, 118, 2510-2511.

MIELKE, H., 1977: Untersuchungen der Jahre 1975 und 1976 über die Anfälligkeit von Wintergerstensorten für *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **29**, 42-43.

MIELKE, H., 1978: Untersuchungen zur Schadwirkung von *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. an Wintergerstensorten. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau **147**, 161-170.

MIELKE, H., 1980: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Wildgerstenarten gegenüber *Typhula incarnata*. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **32**, 39.

MIELKE, H., 1981: Untersuchungen zur Wirksamkeit von Agrochemikalien gegen *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. Gesunde Pflanzen **53**, 257-267.

MIELKE, H., 1982: Untersuchungen über den Einfluß der Fruchtfolgestellung der Wintergerste und verschiedener Bodenbearbeitungen auf die Typhula-Fäule. Gesunde Pflanzen **11**, 266-268.

- MIELKE, H., 1983: Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungen auf Fußkrankheiten des Getreides. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **35**, 3, 33-39.
- MIELKE, H., 1984: Neuere Untersuchungen zur Bekämpfung von *Typhula incarnata* Lasch ex Fr. mit verschiedenen Fungiziden an der Wintergerstensorte Sonja. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **221**, 53-59.
- MIELKE, H., 1990: Untersuchungen zum Auftreten der Typhula-Fäule in den Jahren 1988/89 und 1989/90. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **266**, 159.
- MIELKE, H., 1993 Typhula-Fäule im Wintergerstenbau. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), **45**, 9, 177-179.
- PAPE, H., 1930: In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **40**, 58-75.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1937. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **18**, 1, 3-28.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1938. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **19**, 2, 3-31.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1940: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen im Jahre 1939. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **20**, 1, 3-28.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1941: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1940. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 1, 3-19.

#### **DTR- Blattflecken**

- OBST, A., 1988: HTR, eine neue Krankheit. Pflanzenschutzpraxis **1**, 42-44.
- OBST, A. und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN- Gelsenkirchen- Buer 184 S.
- REICHEL, A., 1993/94: Anfälligkeit verschiedener Weizensorten gegen *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem., dem Erreger einer Blattfleckenkrankheit am Weizen, nach künstlichen Inokulationen. Dipl.-Arbeit Technische Universität Braunschweig.
- REICHEL, A. und H. MIELKE, 1994: Untersuchungen zum Wuchs und zur Sporulation des Erregers *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. sowie über die Anfälligkeit verschiedener Weizensorten im Jungpflanzen- und Fahnenblattstadium. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **301**, 80.
- WOLF, P. F. J. und G. M. HOFFMANN, 1992: Zur Biologie von *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. (teleomorph *Pyrenophora tritici-repentis* [Died.]) Drechsler dem Erreger einer Blattfleckenkrankheit an Weizen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **100**, 33-38.

WOLLENWEBER, H. W., 1932: „Die pflanzlichen Parasiten“. III. Hyphomycetes. In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd III. S. 678.

### **Weizenblattdürre**

VON MEIEN-VOGELER, F., 1994: Analysen zur Virulenz von *Septoria tritici* Rob. ex Desm. in Weizen und Untersuchungen zur Methodik der Resistenzprüfung. Dissertation Universität Göttingen.

MIELKE, H., 1977a: Untersuchungen über die Anfälligkeit von Winterweizen gegen den Erreger der Weizenblattdürre *Septoria tritici* Rob. Aktuelles aus dem Acker- und Pflanzenbau. Eine Schrift der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein 7, 50-54.

MIELKE, H., 1977b: Untersuchungen zur Bekämpfung der Weizenblattdürre (*Septoria tritici* Rob.). Gesunde Pflanzen 29, 7, 141-144.

MIELKE, H., 1978: Untersuchungen von anerkannten Winterweizensorten auf ihre Anfälligkeit für *Septoria tritici* Rob. Kali-Briefe (Büntehof) 14, 3, 195-200.

MIELKE, H., 1981: Untersuchungen zur Schadwirkung von *Septoria tritici* Rob. an Winter- und Sommerweizen. Bauernblatt/Landpost 131, 26-28.

MIELKE, H., 1982: Untersuchungen zur Bekämpfung von *Septoria tritici* Rob. an Winterweizen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 34 (9), 129-132.

MIELKE, H., 1995: Untersuchungen zur Anfälligkeit inländischer Weizen- und Triticale-sorten gegenüber *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 47 (4), 46-49.

MIELKE, H. und MAREN AHLF, 1985: Weizen- Blattdürre: Spritzpunkt entscheidet. Bauernblatt/Landpost 135, 39, 9, 31-32.

SANDERSON, F. R., 1976: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Sanderson comb. nov. the ascogenous State of *Septoria tritici* Rob. apud Desm. New Zealand Journal of Botany 15 (4), 359-360.

VERRET, J. A., G. M. HOFFMANN und J- PORTNER, 1990: Nachweis des Teleomorph *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (Anamorph: *Septoria tritici* Rob. ex Desm.) in der Bundesrepublik Deutschland. Journal für Phytopathology 130, 105-113.

### **Braunfleckigkeit**

BASEDOW, TH. und H. MIELKE, 1977: Aspekte der Parathion- Anwendung in Weizenfeldern. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 29, 65-69.

BASEDOW, TH. und H. MIELKE, 1984: Über Zusammenhänge zwischen Befall durch Getreideblattläuse (Hom. Aphididae) und durch die Braunspeizigkeit, *Septoria nodorum* (Berk.) Berk., bei Winterweizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 223, 88-89.

BASEDOW, TH. und H. MIELKE, 1985: Kann eine Insektizidbehandlung Winterweizen vor Befall durch die Spelzenbräune schützen? Gesunde Pflanzen 37, 4, 155-159.

- BOCKMANN, H., 1932: Ein Beitrag zur Biologie und wirtschaftliche Bedeutung des Erregers der Braunfleckigkeit des Weizens: *Macrophoma Hennebergii* (Kühn). *Ange wandte Botanik* **14**, 79-86.
- BOCKMANN, H., 1958: Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens im Sommer 1957. *Phytopathologische Zeitschrift* **38**, 225-240.
- BOCKMANN, H., 1962: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektionen sowie deren Neben- und Nachwirkungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **10**, 153-156.
- BOCKMANN, H., 1963a: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **15**, 33-37.
- BOCKMANN, H., 1963b: Künstliche Infektionsversuche mit *Septoria* und *Fusarium* an verschiedenen Weizensorten im Nordostpolder im Sommer 1962. *Stichting Nederlands Graan-Centrum, Wageningen, Technischer Bericht Nr. 10*, 1-20.
- BOCKMANN, H., 1963c: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. III. Die Schadensanalyse. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **15**, 9, 135-139.
- BOCKMANN, H., 1964: Qualität und Backfähigkeit von Weizen bei Befall mit *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **16** (1), 5-10.
- BOCKMANN, H., 1965: Grundsätzliche Fragen der Sortenresistenz des Weizens gegen die Erreger der Ährenkrankheiten *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. *Stichting Nederlands Graan- Centrum, Wageningen. - Technischer Bericht Nr. 13*, 1-31.
- BOCKMANN, H., 1967: Ergebnisse von Resistenzprüfungen mit Weizen auf Resistenz gegen die Ährenkrankheiten, durchgeführt im Nordostpolder 1961 bis 1964. Über die Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens unter besonderer Berücksichtigung des Cycocels. Ergebnisse aus dem „Internationalen Septoria-Sortiment“ im Jahre 1966. *Stichting Nederlands Graan- Centrum, Wageningen. Technischer Bericht Nr. 17*, 5-34.
- BOCKMANN, H. und H. MIELKE, 1972: Künstliche Feldinfektion an verschiedenen Weizensorten mit *Septoria nodorum* Berk., *Ophiobolus graminis* Sacc. und *Cercospora herpotrichoides* Fron. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* **68**, 322-332.
- BOCKMANN, H. und H. MIELKE und G. WACHHOLZ, 1975: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Winter- und Sommerweizensorten gegen *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* **74**, 39-47.
- BRÖNNIMANN, A., 1968: Zur Kenntnis von *Septoria nodorum* Berk., dem Erreger der Spelzenbräune und einer Blattdürre des Weizens. *Phytopathologische Zeitschrift* **61**, 101-146.
- HEUSER, W., 1927/28: Die Ertragsanalyse von Getreidezüchtungen. *Pflanzenbau* **4**, 353-357.

- HOPP, H., 1957: Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens und ihren Erreger *Septoria nodorum* Berk. (Syn. *Macrophoma Hennebergii* Kühn). *Phytopathologische Zeitschrift* **29**, 395-412.
- KNOTH, K.E., 1977: Eine Methode zur Ermittlung der Befallsintensität bei der durch *Septoria nodorum* verursachten Blattdürre des Weizens. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **29**, 92-93.
- MIELKE, H., 1980: Untersuchungen über die Anfälligkeit von Weizensorten für *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. und *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **32**, 65-67.
- MIELKE, H., 1985: Braunspelzigkeit des Weizens. Information zum integrierten Pflanzenschutz. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **37**, 141-142.
- MIELKE, H., 1989: Untersuchungen zur Anfälligkeit verschiedener Weizenarten, -sorten und -stämme gegenüber dem Erreger der Braunfleckigkeit *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **249**, 45 S.
- MIELKE, H., 1994: Untersuchungen zur Anfälligkeit inländischer Weizensorten gegenüber der Braunfleckigkeit *Septoria nodorum* (Berk.) Berkeley. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **301**, 79.
- MIELKE, H. und H. FINGER, 1977: Entwicklung der Pyknidien- und Pyknosporenbildung von *Septoria nodorum* Berk. unter Einfluß von verschiedenen Kalkformen und Kalimengen. *Kali-Brief, Fachgebiet* **12**, 3. Folge 1-8.
- OBST, A., 1968: Orientierende Versuche zur Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC) bei Befall des Weizens mit Spelzenbräune (*Septoria nodorum*). *Bayrisches landwirtschaftliches Jahrbuch* **45**, 2, 248-254.
- OBST, A., 1971: Infektionsquellen für *Septoria nodorum*. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **23**, 177-179.
- OBST, A. und V. PAUL, 1993: *Krankheiten und Schädlinge des Getreides*. Verlag Th. MANN- Gelsenkirchen-Buer 1-184.
- PIRSON, H., 1960: Prüfung verschiedener Winterweizensorten auf Anfälligkeit gegen *Septoria nodorum* Berk. mit Hilfe von künstlichen Infektionen. *Phytopathologische Zeitschrift* **37**, 330-342.
- PRILLWITZ, H. G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In K. Heinze (1983): *Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd III, 68-208.
- WALTHER, H. und M. BÖHMER, 1992: Verbesserte quantitativ- genetische Selektion bei der Resistenzzüchtung von Weizen gegen *Septoria nodorum* (Berk.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **99** (4), 371-380.

### **Partielle Taubährigkeit**

- BOCKMANN, H., 1962 a: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektion sowie deren Neben- und Nachwirkungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig) **14** (10), 153-156.



- BOCKMANN, H., 1962b: Künstliche Infektionsversuche mit *Septoria* und *Fusarium* an verschiedenen Winterweizensorten im Nordostpolder im Sommer 1961. Stichting Nederlands Graan-Centrum, Wageningen, Technischer Bericht Nr. 8, 1-23.
- BOCKMANN, H., 1963a: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 15 (3), 33-37.
- BOCKMANN, H., 1963b: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. III. Die Schadensanalyse. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 15 (9), 135-139.
- BOCKMANN, H., 1963c: Künstliche Infektionsversuche mit *Septoria* und *Fusarium* an verschiedenen Weizensorten im Nordostpolder im Sommer 1962. Stichting Nederlands Graan-Centrum, Wageningen, Technischer Bericht Nr. 10, 1-15.
- BOCKMANN, H., 1964: Qualität und Backfähigkeit von Weizen bei Befall mit *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 16, 5-10.
- BOCKMANN, H., 1965: Grundsätzliche Fragen der Sortenresistenz des Weizens gegen die Erreger der Ährenkrankheiten *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. Stichtings Nederlands Graan-Centrum, Wageningen. - Technischer Bericht Nr. 13, 1-33.
- BOCKMANN, H., 1967: Ergebnisse von Sortenprüfungen mit Weizen auf Resistenz gegen die Ährenkrankheiten, durchgeführt im Nordostpolder von 1961-1964. Über die Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens unter besonderer Berücksichtigung des Cycocels. Ergebnisse aus dem „Internationalen Septoria- Sortiment“ im Jahre 1966. Nederlands Graan-Centrum, Wageningen, Technischer Bericht Nr. 17, 5-34.
- BOCKMANN, H., 1968: Phytopathological Aspects of Chlorocholinchloride application. Euphytica 17, 1, 271-274.
- BOCKMANN, H., H. MIELKE und G. WACHHOLZ, 1975: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Winter- und Sommerweizensorten gegen *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 74, 39-47.
- JAHN, M., 1994: Untersuchungen zur Bekämpfung von *Fusarium culmorum* an Weizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 301, 72.
- LANGERFELD, E., 1969: Untersuchungen über den Einfluß von Chlorocholinchlorid (CCC) auf Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. Dissertation Universität Gießen.
- MEYER, D. und H. MIELKE, 1990: Untersuchungen zur Schadwirkung der Partiellen Taubährigkeit bei verschiedenen Inokulationsterminen hinsichtlich des Befalls, der Erträge sowie der Mahl- und Backqualität an der Winterweizensorte Kanzler. Kali-Briefe (Büntehof) 20 (3), 279-285.
- MEYER, D., D. WEIPERT und H. MIELKE, 1986: Beeinflussung der Qualität von Weizen durch den Befall mit *Fusarium culmorum*. Getreide, Mehl und Brot. Technische Zeitschrift für Getreide, Mehl und Backwaren 40, 2, 35-39.

- MIELKE, H., 1980: Untersuchungen zur Anfälligkeit von Weizensorten für *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. und *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **32** (5), 65-67.
- MIELKE, H., 1986: Neuere Untersuchungen zur Partiellen Taubährigkeit beim Weizen. Eine gefährliche Weizen-Ährenkrankheit. Bauernblatt/Landpost **24**, 40, 136, 31-33.
- MIELKE, H., 1988: Untersuchungen über *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. als Fuß- und Ährenkrankheitserreger beim Weizen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **238**, 100 S..
- MIELKE, H., 1995: Untersuchungen zur Anfälligkeit verschiedener Weizensorten gegenüber der Partiellen Taubährigkeit (*Fusarium culmorum* [W.G.Sm.] Sacc.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **47** (10), 254-262.
- MIELKE, H., 1996: Gefährliche Ährenkrankheit des Weizens. Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung **149**, 11, 26-27.
- MIELKE, H. und D. MEYER, 1990: Neuere Untersuchungen zur Bekämpfung der Partiellen Taubährigkeit unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Fungizideinsatzes auf Ertragsleistung und Backqualität beim Weizen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **42** (11), 161-170.
- MIELKE, H. und J. WEINERT, 1996: Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Fungizide gegenüber dem Erreger der Partiellen Taubährigkeit (*Fusarium culmorum* [W.G.Sm.] Sacc.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **48** (4), 93-95.
- OBST, A. und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN- Gelsenkirchen- Buer 184 S..
- SCHÖBER, BÄRBEL und T. KINTZINGER, 1988: Mykotoxine in Winterweizen. Tagungsbericht der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften in der DDR, Berlin, **271**, 315-318.
- WOLLENWEBER, H.W. und O.A. REINKING, 1935: Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Verlagsbuchhandlung Paul Parey 355 S..

### **Gersten- und Weizenflugbrand**

- APPEL, O. und E. RIEHM, 1911: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **48**, erste Auflage, 1-4.
- APPEL, O. und E. RIEHM, 1912: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. **48**, zweite Auflage, 1-4.
- APPEL, O. und E. RIEHM, 1913: Versuche über die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **14**, 6-8.
- APPEL, O. und E. RIEHM, 1926: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. **48**, dritte Auflage, 1-4.

APPEL, O. und E. RIEHM, 1929: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 48, vierte Auflage, 1-4.

APPEL, O. und E. RIEHM, 1934: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 48, fünfte Auflage, 1-4.

APPEL, O. und O. SCHLUMBERGER, 1912: Untersuchungen über Brandkrankheiten. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 12, 9-14.

GASSNER, G., 1950: Neuere Versuche zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 2, 5, 65-67.

NIEMANN, E., 1957a: Neue Wege zur Bekämpfung des Weizen- und Gerstenflugbrandes (*Ustilago tritici* [Pers.] Rostr. und *Ustilago nuda* [Jens] Rostr. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz 64, 2, 79-96.

NIEMANN, E., 1957b: Der Flugbrand des Weizens und der Gerste und seine Bekämpfung. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 79, 1. Auflage, 1-6.

NIEMANN, E., 1960: Zur physiologischen Spezialisierung des Gerstenflugbrandes. Praktische Blätter für den Pflanzenbau und Pflanzenschutz 55, 2, 37-44.

NIEMANN, E., 1961: Flugbrandresistente Gerstensorten. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 45, 1, 8-16.

NIEMANN, E., 1962a: Ustilaginales (Allgemeiner Teil) *Ustilago* In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenschutzkrankheiten. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, Bd III, 6. Auflage, 4. Lieferung, 276-316.

NIEMANN, E., 1962b: Ustilaginales (Spezieller Teil) *Ustilago* In P. Sorauer Handbuch der Pflanzenschutzkrankheiten. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, Bd III, 6. Auflage, 4. Lieferung, 351-457.

OBST, A. und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN- Gelsenkirchen- Buer 184 S..

PRILLWITZ, H.G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In K. Heinze (1993): Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd III, 76-77.

RIEHM, E., 1938: Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 48, sechste Auflage, 1-6.

ZILLIG, A., 1932: Ustilaginales (Brandpilze) In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten,- Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Bd. III, fünfte Auflage, 134-280.

### **Stein- oder Stinkbrand**

Anonym, 1936: Die wichtigsten Schäden am Getreide im Jahre 1935. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 14, 1, 3-4.

- APPEL, O., 1904: Der Steinbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. 26, 1-4.
- APPEL, O., 1905: Der Steinbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. 26, zweite Auflage, 1-4.
- APPEL, O., 1909: Der Steinbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Flugblatt Nr. 26, dritte Auflage, 1-4.
- APPEL, O. und H. PAPE, 1919: Prüfung von Beizmitteln zur Bekämpfung des Weizensteinbrandes. Mitteilungen aus der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 17, 6-8.
- APPEL, O. und E. RIEHM, 1912: Untersuchungen über die Brandkrankheiten des Getreides. Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 12, 9, 9-14.
- GASSNER, G., 1923: Biologische Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt 11, 339-372.
- HÄRLE, A., 1951: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 3, 7, 101-109.
- OBST, A. und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN, Gelsenkirchen-Buer 1-184.
- PAPE, H., 1920: Prüfung von Beizmitteln gegen den Weizensteinbrand (Feldversuche). Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 18, 50-52.
- PAPE, H., 1930: In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahr 1926. - Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen. a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 58-75.
- PAPE, H. und S. WILKE, 1930: Einfluß von Krankheiten und Schädlingen auf die Ernte der Kulturpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 29-32.
- PRILLWITZ, H.G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In K. Heinze(1983): Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd. III, 68-208.
- RIEHM, E., 1913: Prüfung einiger Mittel zur Bekämpfung des Steinbrandes. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 14, 8-9.
- RIEHM, E., 1920: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Jahre 1919. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 19, 1-34.
- RIEHM, E., 1921: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Jahre 1920. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 20, 1-47.
- RIEHM, E., 1924: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, dritte Auflage, 1-4.

- RIEHM, E., 1926: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, vierte Auflage, 1-4.
- RIEHM, E., 1927: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, fünfte Auflage, 1-4.
- RIEHM, E., 1929: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, sechste Auflage, 1-4.
- RIEHM, E., 1936: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, siebte Auflage, 1-7.
- RIEHM, E., 1941: Der Stinkbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 26, achte Auflage, 1-6.
- SCHUMANN, G., 1955: Weitere Beobachtungen über den Einfluß von Umweltbedingungen auf die Wirkungen von Beizmitteln bei der Steinbrandbekämpfung. Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 6, 194-204.
- SCHUMANN, G., 1962: II. Tilletiaceae. In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Paul Parey Verlag Berlin und Hamburg Bd III., 6. Auflage, 4. Lieferung, 458-525.
- SCHUMANN, G., 1963: Über die Spezialisierung von Weizensteinbrandarten und Resistenzverhalten von Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 108, 143-150.
- SCHUMANN, G., 1966: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von *Tilletia caries* (D.C.) Tul. und *Tilletia contraversa* Kühn in Deutschland und das Resistenzverhalten von Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 117, 95 S..
- VOELKEL, H., 1932: Die starken Schäden an Getreide im Jahre 1932. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 12, 11, 89-90.
- VOELKEL, H., 1942: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1941. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 22, 1, 3-20.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1937: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1936. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 17, 1, 1-22.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1937. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 18, 1, 3-28.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1938. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 19, 2, 3-31.

- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1940: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1939. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **20**, 1, 3-28.
- VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1941: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1940. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **21**, 1, 3-19.
- ZILLIG, H., 1932: II. Tilletiaceae. In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Verlag Paul Parey in Berlin, Bd III, 5. Auflage, 226-281.

### **Zwergsteinbrand**

- GASSNER, G. und E. NIEMANN, 1955: Synergistische und antagonistische Wirkung von Pilzen und Bakterien auf die Sporenkeimung verschiedener Tilletia- Arten. Phytopathologische Zeitschrift **23**, 4, 395-418.
- NIEMANN, E., 1954: Neue Ergebnisse über die Beeinflussung der Keimung und von Stein- und Zwergsteinbrand durch chemisch und biologische Faktoren. Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **5**, 4, 163-165.
- NIEMANN, E., 1955: Methodik der künstlichen Infektion mit Zwergsteinbrand und Roggensteinbrand. Zeitschrift für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **5**, 1-9.
- NIEMANN, E., 1956a: Taxonomie und Keimungsphysiologie der Tilletia- Arten von Getreide und Wildgräsern. Phytopathologische Zeitschrift **28**, 2, 113-166.
- NIEMANN, E., 1956b: Stimulationswirkung von Düngemitteln und quecksilberhaltigen Beizmitteln auf die Sporenkeimung des Zwergsteinbrandes (*Tilletia contraversa* Kühn). Angewandte Botanik **XXX**, 1-13.
- NIEMANN, E., 1957: Über den Wirtsbereich der Steinbrandarten von Getreide und Gräsern. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch **34**, 2, 6-7.
- SCHUMANN, G., 1961: Künstliche Infektion von Roggensorten und Gräsern mit Zwergsteinbrand. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch **38**, 997-999.
- SCHUMANN, G., 1962: Tilletiaceae In P. Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd III, 6. Auflage, 4. Lieferung Parey- Verlag Berlin und Hamburg 458-525.
- SCHUMANN, G., 1963: Über die Spezialisierung von Weizensteinbrandarten und Resistenzverhalten von Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **108**, 143-150.
- SCHUMANN, G., 1966: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von *Tilletia caries* (D.C.) Tul. und *Tilletia contraversa* Kühn in Deutschland und das Resistenzverhalten von Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **117**, 1-95.

### **Federbuschsporenkrankheit**

- BECKER, A., 1955: Beobachtungen über das Auftreten der Federbuschsporenkrankheit in den Jahren 1951-1953 in der Eifel und die Durchführung von Bekämpfungs- und Verhütungsmaßnahmen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **7**, 5, 100-104.

PAPE, H., 1921: Stärkeres Auftreten der Federbuschsporenkrankheit (*Dilophospora graminis* Desm.) des Getreides in Deutschland. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 1, 2, 21-22.

PAPE, H., 1930: In: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1926. Krankheiten und Schädigungen der Getreidepflanzen. a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 40, 58-75.

PRILLWITZ, H.G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In: K. HEINZE: Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart Bd III, 191-193.

RADEMACHER, B., 1950: Auftreten und Bekämpfung des Weizenälchens (*Anguina tritici* Steinb.) beim Dinkel (*Triticum spelta* im Zusammenhang mit der Federbuschsporenkrankheit (*Dilophospora graminis* Desm.) und einer Bakteriose. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 57, 334-343.

### Mutterkorn

ADERHOLD, R., 1905: Über das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 21, dritte Auflage, 1-4.

ADERHOLD, R., 1913: Über das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung. Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 21, vierte Auflage, 1-4.

BETZ, H.G. und H. MIELKE, 1996: Möglichkeiten zur Bekämpfung des Mutterkorns. Die Mühle + Mischfüttertechnik 133, 44, 726-728.

BUHL, C., H. WEIDNER und H. ZOGG, 1975: Krankheiten und Schädlinge an Getreide und Mais. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 431 S..

FRAUENSTEIN, KÄTHE, 1974: Mutterkorn. In KLINKOWSKI, M., E. MÜHLE, E. REINMUTH und H. BOCHOW, Phytopathologie und Pflanzenschutz- Akademie-Verlag, Berlin, 2, 2, 210-213.

FRAUENSTEIN, KÄTHE, 1986: Zur Mutterkornbekämpfung am Roggen. Saat- und Pflanzengut, 27, 111.

FRAUENSTEIN, KÄTHE, 1988a: Bedeutung der Fruchtfolge für den Mutterkornbefall des Roggens. Tagungsbericht der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, ehemalige DDR, Berlin, 261-273.

FRAUENSTEIN, KÄTHE, 1988b: Bekämpfung von Muttersklerotien und -bruchstücken im Saatgut von Roggen und Wiesenrispe mit Baytan- Universal. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR 42, 18.

FREI, ANKE, 1992: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Getreidearten gegenüber *Claviceps purpurea*. Diplomarbeit Universität Göttingen.

HÄRLE, A., 1955: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Anbaujahr 1954. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 7, 12, 1-19.

- JANK, B., 1986: Mutterkorn - ein Problem im Durumweizen im Jahre 1985. Gesunde Pflanzen **38**, 5, 219-221.
- KLUG, Chr. 1986: Bestimmung von Mutterkornalkaloiden in Lebensmitteln. Max von Pettenkofer Institut des Bundesgesundheitsamtes Heft **2**, 12-29.
- MIELKE, H., 1993: Untersuchungen zur Bekämpfung des Mutterkorns. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **45**, 5/6, 97-102.
- MIELKE, H. und H.G. BETZ, 1995: Bedeutung des Mutterkorns und pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Bekämpfung bei Roggen. Getreide, Mehl und Brot Deutscher Bäckerverlag GmbH, Bochum **49**, 6, 338-341.
- MÜHLE, E. und K. BREUEL, 1977: Das Mutterkorn. Die Neue Brehm-Bücherei-Aziemsen-Verlag Wittenberg-Lutherstadt, 48 S..
- NIEMANN, E., 1956: Möglichkeiten zur Abtrennung von Mutterkorn aus Roggensaagut. Angewandte Botanik **30**, 3, 65-72.
- OBST, A., und V. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag Th. MANN, Gelsenkirchen- Buer 184 S..
- OBST, A., L. OBST und G. STRECKERT, 1990: Natürliche Gifte im Getreide. Eine Gefahr für unsere Lebensmittel? Fördergemeinschaft integrierter Pflanzenschutz e.V. (FIP), Rheinischer Landwirtschaftsverlag GmbH, Bonn, **6**, 7-35.
- PAPE, H. 1932: Über das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung. Biologische Reichsanstalt für Land. und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. **21**, 5. Auflage, 1-4.
- PAPE, H. 1943: Das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung. Biologische Reichsanstalt für Land. und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. **21**, 6. Auflage, 1-4.
- PRILLWITZ, H.G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger, In: K. Heinze (1983) Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart Bd III, 186-189.
- REDEMANN, E., B. HANDRECK und H. ZWINGELBERG, 1994: Untersuchungen zum Abtrennen von Mutterkorn aus Roggen. Die Mühle + Mischfuttertechnik **131**, 34, 447-449.
- ROTHACKER, D., K. FRAUENSTEIN und K. OERTEL, 1988: Untersuchungen zum Auftreten des Mutterkorns *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. in Vermehrungsbeständen von Winterroggen. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, **42**, 2.
- VON SCHWARZKOPF, B., 1989/90: Hybridroggen, neue Impulse für den Getreideanbau. Broschüre der Saaten - Union GmbH, Hannover 1-30.
- SHAW, S., 1984: Evaluation of triadimeol, tuberidazole and phenylmercury acetate for suppression of germination of sclerotia of *Claviceps purpurea*. Tests of Agrochemicals and cultivars. Annals of applied Biology **104**, 48-49.
- SHAW, S., 1986: Untersuchungen über die Bekämpfung von Mutterkornverunreinigungen im Getreidesaatgut mit Baytan. Pflanzenschutz- Nachrichten Bayer, 39, 1, 47-72.



SPAAR, D., H. KLEINHEMPEL und R. FRITZSCHE, 1989: Getreide, Mais und Futtergräser - Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio, 268 S.

TEUTEBERG, A., 1987: Mutterkorn an Kultur- und Wildgräsern. *Gesunde Pflanzen* **39**, 4, 145-150.

VOELKEL, H., 1942: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1941. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **22**, 1, 3-20.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1937: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1936. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **17**, 1, 1-22.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938a: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1937. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **18**, 1, 3-28.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1938b: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1938. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **22**, 1, 3-20.

VOELKEL, H. und M. KLEMM, 1941: Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1940. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* **21**, 1, 3-19.

ZWINGELBERG, H., 1995: Möglichkeiten der Mutterkornauslese. Bericht über die 17. Getreide- Tagung in Detmold, Granum-Verlag, Detmold, 258, 85-92.

### **Schwärzepilze**

BOCKMANN, H., 1933: Die Schwärzepilze des Getreides unter besonderer Berücksichtigung ihrer Pathogenität und des Vorkommens von Rassen innerhalb der Gattungen *Cladosporium* LK und *Alternaria* Nees. Dissertation Universität Kiel, 308-385.

BOCKMANN, H., 1957a: Schwärzefall an Getreide. *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* **72**, 1023-1024.

BOCKMANN, H., 1957b: Schwärze, Fußkrankheiten und Fruchtfolgen im Weizenbau. *Landwirtschaftliche Zeitschrift der Nord- Rheinprovinz* Nr. 43, 124, 1577-1580.

MIELKE, H. und H. BOCKMANN, 1977: Zum Auftreten von geschwärzten Ähren in Winterweizenbeständen. *Gesunde Pflanzen* **11**, 275-276.

PAPE, H., 1930: In: *Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahr 1926. Krankheiten der Getreidepflanzen a) Pflanzliche Schädlinge. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **4**, 40, 58-75.

PRILLWITZ, H.G., 1963: Ein bisher unbekannter *Cladosporium*-Besatz auf Getreidekörnern. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)* **15**, 2, 83-85.

SPAAR, D., H. KLEINHEMPEL und R. FRITZSCHE, 1989: Getreide, Mais und Futtergräser. Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio, 268 S.

## **Anschrift der Autoren**

- Dr. Gerhard Bartels                      Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig
- Dr. Kerstin Flath                          Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Außenstelle Kleinmachnow, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow
- Dr. Udo Heimbach                        Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig
- Dr. Winfried Huth                        Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig
- Dr. Horst Mielke                         Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig
- Dr. Edelgard Sachs                      Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Außenstelle Kleinmachnow, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow