

Aus dem Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Kiel-Kitzeberg

## Taxonomische und keimungsphysiologische Untersuchungen an *Tilletia*-Arten von Getreide und verschiedenen Wildgräsern\*)

Von

E. Niemann

Neben den beiden Arten des gewöhnlichen Weizensteinbrandes, *Tilletia caries* und *T. foetida*, ist seit etwa 20 Jahren in Süddeutschland und anderen Ländern eine dritte Steinbrandform, der Weizen-zwergsteinbrand, aufgetreten, der sich durch auffallend starke Verzweigung der befallenen Weizenhalme von den beiden Arten des gewöhnlichen Steinbrandes unterscheidet.

Durch Untersuchungen von verschiedener Seite konnte die Biologie des Zwergsteinbrandes in den letzten Jahren in ihren Grundzügen geklärt werden.

Die Keimung der Chlamydosporen erfolgt beim Zwergsteinbrand nur bei Belichtung, und zwar um so besser, je höher die Lichtintensität ist. Ähnlich verhält sich eine andere Brandart, der Roggensteinbrand, der zwar bereits seit etwa 100 Jahren bekannt ist, dessen Biologie aber erst in letzter Zeit näher untersucht wurde. Beim Zwergsteinbrand erfolgt die Keimung auch bei Belichtung nur sehr langsam und es dauert 40–50 Tage, bis maximale Keimung erreicht ist. Beim Roggensteinbrand wird schon früher, nach etwa 30 Tagen, maximale Keimung erreicht.

Eine weitere Besonderheit besteht bei diesen Formen darin, daß bei ihnen die Sporenkeimung nur bei Temperaturen von 0 bis 10° C erfolgt, während der gewöhnliche Steinbrand auch noch bei höherer Temperatur zur Keimung gelangt.

Auch eine Belichtung wirkt nur dann keimungsauslösend, wenn sie bei einer solchen keimgünstigen Temperatur von 0 bis 10° geboten wird. Belichtung, die zu einer Zeit einwirkt, wo die Sporenausstriche bei höheren Temperaturen, etwa 20°, oder sehr tiefen Temperaturen, – 5°, aufgestellt sind, ist unwirksam.

Diese keimungsphysiologischen Eigenarten des Zwergsteinbrandes und Roggensteinbrandes bedingen eine vom gewöhnlichen Steinbrand abweichende Biologie und Infektionsart. Während die Sporen des gewöhnlichen Weizensteinbrandes mit dem Saatgut

\*) Gekürzte Wiedergabe eines auf der Botanikertagung 1956 in Hann.-Münden gehaltenen Vortrages. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse wird in der Phytopathologischen Zeitschrift erscheinen.

übertragen werden, nach dessen Aussaat sofort auskeimen und den Keimling infizieren, erfolgt die Infektion beim Zwerg- und Roggensteinbrand durch im Boden bzw. auf der Bodenoberfläche befindliche Sporen, die unter dem Einfluß von Licht und keimgünstiger tiefer Temperatur auskeimen und den Getreidekeimling infizieren können. Diese Steinbrandformen sind daher nicht durch Saatgutbeizung sondern nur durch eine Bodenbehandlung mit Fungiziden zu bekämpfen.

Die systematische Stellung und die Herkunft des Zwergsteinbrandes und Roggensteinbrandes wurde in letzter Zeit mehrfach diskutiert, wobei von den verschiedenen Bearbeitern sehr unterschiedliche Ansichten über die Eingruppierung dieser Formen und ihre Abgrenzung gegen andere *Tilletia*-Arten geäußert wurden. Trotz aller Arbeit, die bisher auf dieses Problem verwandt wurde, ist daher sowohl die Frage nach den Beziehungen zwischen Zwergsteinbrand, Roggensteinbrand und gewöhnlichem Steinbrand, wie auch die Verwandtschaft dieser Getreidebrandformen zu *Tilletia*-Arten von anderen Wildgräsern weitgehend ungeklärt.

Zur Abgrenzung verschiedener Arten gegeneinander sollten — nach Auffassung F i s c h e r s — nach Möglichkeit nur sichere morphologische Merkmale Verwendung finden, da eine Berücksichtigung auch von physiologischen Eigenarten zu einer Vielzahl von morphologisch — an Hand von Bestimmungsschlüsseln — nicht mehr zu identifizierenden Arten führen würde. Trotzdem aber müßte versucht werden, bei der systematischen Abgrenzung auch Unterschiede in der Biologie mit zu berücksichtigen. Es war daher zu prüfen, wieweit physiologische und morphologische Merkmale bei den verschiedenen Steinbrandformen parallel gehen.

Um für die eigenen Untersuchungen neben der Morphologie auch das Keimverhalten erfassen zu können, wurden nach Möglichkeit frische Steinbrandproben verwendet. Hierfür standen einmal das von Prof. G a s s n e r im Jahre 1953 auf verschiedenen Wirtspflanzen in der Türkei gesammelte, umfangreiche Sporenmateriale, zum andern eine Anzahl Zusendungen von Steinbrandähren aus Mitteleuropa und Nordamerika zur Verfügung. Nur in einigen Fällen wurde zu Vergleichszwecken auch älteres, nicht mehr keimfähiges Herbarmaterial in die Untersuchungen einbezogen. Insgesamt wurden 168 Steinbrandproben von 16 verschiedenen Wirtgräsern ausgewertet.

Bei der Keimprüfung ließen sich nach der T e m p e r a t u r a b h ä n g i g k e i t der Sporenkeimung die untersuchten Herkünfte, soweit überhaupt keimfähig, in zwei Gruppen einteilen: Sowohl bei 3° wie auch bei 15° keimten alle Herkünfte, die den beiden Arten des gewöhnlichen Steinbrandes, *T. caries* und *T. foetida*, zugerechnet werden mußten. Demgegenüber waren alle anderen Herkünfte des Weizenzwergsteinbrandes, des Roggensteinbrandes sowie die *Tilletia*-Formen von den Wildgräsern *Elymus caput-medusae*, *Hordeum bulbosum*, *Hordeum murinum*, *Aegilops umbellata* und verschiedenen *Agropyron*-

Arten nur bei der tieferen Temperatur, nicht aber bei  $15^{\circ}$  zur Keimung zu bringen. Bei dieser zweiten Gruppe wurde die Sporenkeimung außerdem auch durch eine Belichtung gefördert bzw. war überhaupt nur am Licht möglich.

Diese Temperaturabhängigkeit der Keimung blieb auch erhalten, wenn die einzelnen Formen auf einen anderen Wirt übertragen wurden: Die beiden Arten des gewöhnlichen Weizensteinbrandes, *T. caries* und *T. foetida*, konnten nach Passage über Roggen als neuen Wirt weiterhin sowohl bei  $3^{\circ}$  wie auch bei  $15^{\circ}$  zur Keimung gebracht werden und unterschieden sich damit keimungsphysiologisch deutlich vom echten, nur bei tieferer Temperatur keimfähigen Roggensteinbrand.

6 Formen von verschiedenen Wildgräsern, die auf Getreide (Roggen, Weizen, Gerste) übertragen wurden, sowie Roggensteinbrand, der auf Weizen, oder Zwergsteinbrand, der auf Roggen übertragen wurde, konnten hingegen, wie die Sporen der Ausgangsform, immer nur bei tiefer Temperatur zur Keimung gebracht werden. Die Keimgeschwindigkeit allerdings scheint sich nach Passage durch eine andere Wirtsart zu ändern. Doch sind hierzu noch weitere Untersuchungen erforderlich.

Die bei der Keimung aus den Sporen gebildeten Keimungsstadien ähnelten beim Zwergsteinbrand, Roggensteinbrand und den Herkünften von Gräsern dem vom gewöhnlichen Steinbrand bekannten Bild, mit einem mehr oder weniger langen, meist septierten Promyzel und den endständig, oft an kleinen Ausstülpungen ansitzenden, einzelligen Primärsporidien, die später paarweise untereinander fusionieren.

Ob in der Länge und Ausbildung des Promyzels arteigene Unterschiede bestehen, ließ sich mit der verwendeten Methodik nicht erfassen. Die Form und Größe der Primärsporidien läßt auf jeden Fall keine Unterschiede bei Herkünften von verschiedenen Wirtsarten erkennen. Hervorgehoben sei noch, daß mehrzellige Primärsporidien, wie sie in der älteren Literatur von Brefeld für *Tilletia controversa* von *Agropyron repens* beschrieben wurden, von mir nicht festgestellt werden konnten, so daß auch in dieser Hinsicht kein Unterschied gegenüber den Sporidien von *T. caries* zu bestehen scheint.

Während somit der Ausbildung der Sporidien keine systematische Bedeutung zuzukommen scheint, lassen die Chlamydosporen deutliche Unterschiede bei Herkünften von verschiedenen Wirtsarten erkennen. So ist z. B. die Größe der durch die Netzleisten gebildeten Maschen bzw. deren Zahl auf der Sporenoberfläche unterschiedlich. Neben der Sporengröße sind dann vor allem auch noch die Höhe der Netzleisten sowie die die Sporen einschließende Schleimschicht wichtige systematische Merkmale.

Bei *T. controversa* von *Agropyron repens* und anderen Formen von Wildgräsern ist dieser Schleimkranz sehr breit und erscheint im

Tuschepräparat als leuchtend heller Saum um die eigentliche Spore, in den die Netzleisten hineinragen. Auch beim Zwergsteinbrand ist eine solche Schleimhülle deutlich zu erkennen. Beim Roggensteinbrand ist der Schleimring zumeist auch verhältnismäßig breit, erscheint aber oft etwas gelblich gefärbt.

Diese Formen sind hierdurch oft deutlich vom gewöhnlichen Steinbrand unterschieden, bei dem die Schleimschicht entweder ganz fehlt oder nur schwach ausgebildet ist. Eine genauere Untersuchung ergab allerdings, daß es auch beim gewöhnlichen Steinbrand einzelne Herkünfte gibt, die eine ähnlich dicke Schleimhülle besitzen wie der Zwergsteinbrand oder Roggensteinbrand, und die daher nicht sicher gegen diese Formen abzugrenzen sind.

Ganz anders als bei diesen netzsporigen Herkünften ist das Bild bei *T. foetida*, die glatte Sporen und eine aureolenförmige Schleimhülle besitzt.

Um entscheiden zu können, in welcher Weise die einzelnen Formen gegeneinander abzugrenzen sind, erscheint es nicht ausreichend, nur die aus einer größeren Zahl von Herkünften gebildeten Mittelwerte miteinander zu vergleichen, es muß auch die *S t r e u u n g* der einzelnen Herkünfte um einen solchen Gesamtmittelwert bekannt sein.

Bei einer derartigen Auswertung der drei Merkmale *S p o r e n g r ö ß e*, *M a s c h e n g r ö ß e* und *D i c k e* der *S c h l e i m s c h i c h t* waren die Formen des gewöhnlichen Weizensteinbrandes (*T. caries*), die Herkünfte von *Agropyron sp.* (*T. controversa*) und die von *Hordeum murinum* sicher gegeneinander abzugrenzen und können ohne weiteres als verschiedene Arten aufgefaßt werden.

Der Roggensteinbrand nimmt eine gewisse Mittelstellung zwischen *T. caries* und *T. controversa* ein. Hierdurch ist wohl auch zu erklären, daß ein Teil der Autoren den Roggensteinbrand bisher zum gewöhnlichen Steinbrand, *T. caries*, stellte, andere ihn als selbständige Art, *T. secalis*, auffassen oder aber ihn mit dem Zwergsteinbrand oder Brand von *Agropyron* in einer Art zusammenfassen. Würde man nur allein den Roggensteinbrand und den Brand von *Agropyron* berücksichtigen, so könnten beide ohne weiteres als getrennte Arten, *T. secalis* und *T. controversa*, aufgefaßt werden. Da nun aber der Weizenzwergsteinbrand und der Brand von *Hordeum bulbosum*, die auch keimungsphysiologisch diesen beiden Formen nahestehen, eine vermittelnde Stellung einnehmen und weder gegen die eine noch die andere Form sicher abzugrenzen sind, erscheint es angebracht, alle vier als Sammelspezies zu betrachten, innerhalb derer dann die einzelnen Herkünfte möglicherweise wieder als eigene *formae speciales* zu unterscheiden wären.

Bei der Darstellung der systematischen Beziehungen der Getreidebrandformen wurde bewußt die durch den Zwergsteinbrand an den Wirtspflanzen hervorgerufene *H a l m y e r k ü r z u n g* außer acht gelassen, obwohl diese für die Praxis das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist und auch in der Benennung des Zwergsteinbrandes zum Ausdruck

kommt. Ähnliche Halmverkürzungen kommen in der Natur an von Steinbrand befallenen Gräsern (z. B. *Agropyron*, *Hordeum murinum* und *Agrostis*) und bei brandbefallenem Roggen vor.

Für Roggen wird aber daneben eine Steinbrandform beschrieben, die keine Halmverkürzungen bewirkt. Infektionen von Roggen mit einer solchen, in der Natur keine Verkürzungen hervorrufenden Roggensteinbrandherkunft aus Österreich ergaben nun in eigenen Versuchen gleichfalls eine sehr starke Verzweigung an den Roggenpflanzen.

Die befallenen Roggenhalme waren hierbei im allgemeinen nur etwa halb so lang wie gesunde Halme, das ist also eine Verzweigung, die durchaus der von Weizenzwergsteinbrand an Weizen hervorgerufenen Verkürzung entspricht.

Nach allem muß man annehmen, daß das Ausmaß der durch den Pilz bewirkten Verzweigung nicht nur durch die verwendete Pilzherkunft sondern auch durch andere Faktoren, wie etwa Temperatur oder Wirtsorte, stark beeinflußt wird. Da in der Literatur auch von Weizenzwergsteinbrand-Formen berichtet wird, die nur geringe Halmverkürzungen hervorrufen, scheint doch die Halmverkürzung allein kein ausreichendes Merkmal zur systematischen Einordnung einer Steinbrandart zu sein. Insbesondere erscheint es nicht angängig, beim Roggensteinbrand allein auf Grund der vorhandenen oder fehlenden Halmverkürzung zwei verschiedene Arten aufzustellen, solange nicht auch andere morphologische Merkmale, wie die Sporenform, eine solche Unterscheidung rechtfertigen.

Im Zusammenhang mit der systematischen Stellung der Getreidebrandformen gewinnt die Frage nach der Herkunft des erst in den letzten Jahrzehnten aufgetretenen Zwergsteinbrandes an Interesse. Von verschiedener Seite wird angenommen, daß seine Entstehung eine Folge der verstärkten Anwendung von Fungiziden sei. Durch Selektion soll sich in Gebieten, wo Bekämpfungsmittel mit starker Wirkung seit längerer Zeit angewendet werden, aus dem gewöhnlichen Steinbrand eine widerstandsfähige Dauerform mit verlängertem saprophytischen Stadium abgespalten haben, die in der Lage ist, Bodeninfektionen hervorzurufen.

Gegen eine solche Hypothese sind verschiedene Einwände zu erheben. Erstens ist der Roggensteinbrand, der ja biologisch und morphologisch dem Zwergsteinbrand nahesteht, bereits seit über 100 Jahren bekannt, seit einer Zeit also, in der noch keine Beizung bekannt war. Zum andern tritt der Zwergsteinbrand und Roggensteinbrand, wie neuere Untersuchungen G a s s n e r s zeigten, in der Türkei (und auch in anderen Ländern) gerade in abgelegenen, unwegsamen Höhenlagen auf, die sich kaum durch eine besonders intensive Saatgutbeizung auszeichnen dürften. Es kann sich hier kaum um eine Einschleppung dieser Formen aus anderen Gebieten handeln, sondern eher ist anzunehmen, daß der Zwergsteinbrand, dort ursprünglich beheimatet, mit Getreideproben von dort aus in andere Getreideanbauländer verschleppt worden ist.

Berücksichtigt man außerdem, daß die *Tilletia*-Formen von verschiedenen Wildgräsern keimungsphysiologisch und morphologisch weit-

gehend dem Weizenzwergsteinbrand und Roggensteinbrand gleichen, so ist es doch wahrscheinlicher, daß der Ausgangspunkt für diese beiden Getreidebrandformen bei den *Tilletia*-Arten von verschiedenen Wildgräsern, etwa den Formen von *Agropyron* oder *Hordeum bulbosum*, zu suchen ist.

Hierfür spricht auch das Ergebnis von Infektionsversuchen, bei denen durch Übertragung des Brandes von *Agropyron repens* auf Roggen eine starke Halmverkürzung erhalten wurde. Auch Gerste, die mit Wildbrandherkünften von *Hordeum murinum* und *Hordeum bulbosum* infiziert worden war, zeigte stark verkürzte Halme. Ähnlich wie für den Zwergsteinbrand bekannt, waren dabei in teilerkrankten Pflanzen nur die kranken Halme verkürzt, die gesunden Halme aber von normaler Länge.

Neben der Morphologie der Sporen und dem Keimverhalten spricht demnach auch das Ergebnis dieser Infektionsversuche für eine Verwandtschaft der Brandformen von Getreide und Wildgräsern. Ob auch heute noch *Tilletia*-Formen von Wildgräsern als ständige Infektionsquelle für unser Getreide in Frage kommen oder ob doch schon eine gewisse physiologische Spezialisierung auf bestimmte Wirte erfolgt ist, läßt sich allerdings noch nicht sagen. Hierzu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Angewandte Botanik - Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik](#)

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Niemann E.

Artikel/Article: [Taxonomische und keimungsphysiologische Untersuchungen an Tilletia-Arten von Getreide und verschiedenen Wildgräsern 135-140](#)