

D I E N E U E B R E H M - B Ü C H E R E I

BRANDPILZE

von

PROF. DR. ERICH MÜHLE, LEIPZIG

mit 26 Abbildungen



A. ZIEMSEN VERLAG · WITTENBERG LUTHERSTADT · 1958

Inhaltsübersicht

Allgemeines über Bedeutung, Verbreitung und Biologie der Brandpilze . .	3
Zur Systematik und Charakteristik einiger wichtiger Vertreter der bedeutendsten Gattungen der Brandpilze	12
Die Bekämpfung der Brandpilze	43

Die Illustration des vorliegenden Heftes lag in den Händen meiner wissenschaftlichen Zeichnerin, Fräulein Renate Herschel.

HEFT 216

Redaktionsschluß 30. 10. 1957

Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 251-510/13/58

Satz und Druck: III/13/12 Wilhelm Hoppe, Borsdorf-Leipzig

Allgemeines über Bedeutung, Verbreitung und Biologie der Brandpilze

Wenn unser Getreide im Frühjahr Ähren und Rispen „schiebt“, kann man häufig beobachten, daß einzelne dieser Ähren oder Rispen wie verbrannt oder verkohlt aussehen. Bei genauer Betrachtung erkennt man anstelle grüner Ährchen schwarze, pulvrige Massen, die bis zur Beendigung der Blüte oft bereits weitgehend verstäubt sind, so daß dann nur noch kahle Ährenspindeln oder Rispenäste zurückbleiben. Besonders ausgeprägt sind diese Erscheinungen bei Gerste, Weizen und Hafer, aber auch bei der Hirse und bei wertvollen Futtergräsern, wie dem Glatthafer, kann man solche veränderten Blütenstände beobachten. Schließlich gehören in die Reihe dieser Erscheinungen auch die anfangs mit einem silbrigen Häutchen überzogenen, auswuchsartigen, ebenfalls mit schwarzen, pulvrigen Massen gefüllten Verunstaltungen an Kolben, Stengelteilen und Fahnen des Maises, die im Bereich des Kolbens zu unförmigen Beulen anwachsen können.

Bei den schwarzen, pulvrigen Massen handelt es sich in allen Fällen um die Sporenansammlungen von Brandpilzen. Diese treten nicht nur im Bereich von Blüten und Fruktifikationsorganen der genannten Pflanzen auf, sondern sie spielen auch als Halm- und Blattparasiten zahlreicher Grasgewächse eine Rolle. Außerdem kann man sie nicht nur an grasartigen Pflanzen, sondern mit etwas anderen Schadbildern auch an zahlreichen Kräutern antreffen.

Als Parasiten von Nutzpflanzen werden die Brandpilze bereits von den Griechen und Römern erwähnt, ohne daß hier schon die Zusammenhänge zwischen Schadbild und Schadursache erkannt worden sind. Man führte die Brandkrankheiten vielmehr auf Witterungseinflüsse zurück. Noch im 18. Jahrhundert, in dem die Brandpilze bereits eine wissenschaftliche Bearbeitung erfuhren, war man sich nicht allgemein darüber im klaren, daß man in den Brandkrankheiten be-

stimmte Pilzkrankheiten vor sich hat. So berichtet ein Pfarrer, der sich um die Landwirtschaft seinerzeit sehr verdient gemacht hatte, in seinen „Landwirtschaftlichen Erfahrungen“ im Jahre 1768: „Bei der Waitzensaat ist der alte Waitzen auch vorzuziehen als das sicherste Mittel gegen den, nur gar zu gewöhnlichen Brand. Der Brand ist oft so häufig, daß er den dritten oder vierten Teil der Ähren einnimmt, so daß alle Körner darin, statt eines weißen Mehls, mit einem schwarzen Staube angefüllt sind. Eine genaue Untersuchung desselben unter dem Vergrößerungsglase und einige hundert damit angestellte Versuche haben gelehret, daß dieser schwarze Staub aus lauter kleinen durchsichtigen, inwendig mit schwarzen Pünktchen versehenen Kügelchen bestehe, die nichts anders, als die Eier von einem unmerklich kleinen Insekten sind, oder vielmehr der junge Wurm. Diese Eier, wenn sie in der Feuchtigkeit und in einem Grad der Wärme stehen, kommen aus, oder entwickeln sich in ein eiförmiges Tier, welches am Ende crepiert, und eine Menge Eier zurückläßt.

Wenn der Waitzen gedroschen wird, geht ein großer Teil derer, mit dem Brande inficirter Körner entzwei, und es setzen sich von diesen Eiern in dem, an der Spitze der Waitzenkörner befindlichem Barte feste. Werden also mit demselben ausgesät; kommen in der Erden aus: die ausgekommenen Tierchen schleichen sich an den Keimen, wachsen mit den Halmen in die Höhe, vermehren sich, finden vornehmlich in den Saamenkörnern Nahrung, verzehren den noch feuchten Kern, und lassen am Ende die Eier zurück⁽¹⁾.

Die ersten wissenschaftlichen Abhandlungen über die Brandpilze erschienen um die Mitte des 18. Jahrhunderts und sind insbesondere mit dem Namen des Franzosen MATHIEU TILLET verknüpft, der im Jahre 1755 die bekannte „Dissertation sur la cause, qui corrompt et noircit les grains de blé dans les épis et sur les moyens de prévenir ces accidens“ (Bordeaux 1755) veröffentlichte²⁾.

In der Folgezeit werden dann die Arbeiten über Brandpilze immer häufiger. Aus jüngerer und jüngster Zeit sind in dieser Beziehung vor

¹⁾ SORAUER, P. (1932): Handbuch d. Pflanzenkrankheiten. Bd. 3, Teil II, 5. Aufl. Berlin.

²⁾ Deutsche Ausgabe (1757): Abhandlung von der Ursache, woher die Körner des Getreides in den Ähren verderben und schwarz werden. Hamburg und Leipzig.

allem die großen Nachschlagewerke von LIRO (1924)¹⁾, FISCHER (1953)²⁾, VIENNOT-BOURGIN (1956)³⁾ und SĂVULESCU (1957)⁴⁾ zu nennen.

Die ältesten Spuren von Brandpilzen sind in diluvialen Ablagerungen gefunden worden, und zwar in interglazialen Schieferkohlen. Heute zeigen die Brandpilze eine weltweite Verbreitung, an der mannigfaltige Faktoren mitgewirkt haben dürften.

Als Verbreitungsorgan über größere Räume dient bei den Brandpilzen vor allem die Brandspore selbst. Ihre Verfrachtung geschieht in erster Linie mit dem Wind. Dadurch können weite Strecken überbrückt werden und spontane Branderkrankungen an Örtlichkeiten auftreten, wo sie niemals erwartet wurden.

Aber auch die Rolle der Insekten und des Wassers ist für die Verbreitung der Brandsporen nicht zu unterschätzen. So wird z. B. der Antherenbrand der Nelkengewächse fast ausschließlich durch Insekten übertragen. Pollenfressende und saugende Blütenbesucher verschleppen die Sporen von Blüte zu Blüte und sorgen auf diese Weise für eine lückenlose Infektkette. Bei Sumpf- und Wasserpflanzen werden die Brandsporen durch das Wasser verbreitet, so beim Streifenbrand des Wasserschwadens *Ustilago longissima* (Sow.) Meyen.

Ein Helfer für die Verbreitung der Sporen ist aber auch der Mensch. Durch die vielfältigen Handelsbeziehungen, die überall mit einem Austausch von Saatgut und Brotgetreide verbunden sind, werden nicht nur einzelne Arten, sondern auch fremde Rassen der einzelnen Brandpilze in die verschiedenen Gebiete eingeschleppt und greifen dort nach einiger Zeit um sich. Auf diese Weise ist wahrscheinlich der Zwergsteinbrand des Weizens von Nord-Amerika nach Europa gelangt, wo er nun zu einer immer größeren Gefahr zu werden droht.

Die Brandpilze gehören auch heute noch zu den wichtigsten Krankheitserregern unserer Nutzpflanzen. Ihre Bedeutung ist besonders deshalb noch sehr groß, weil trotz intensiver Bemühungen noch nicht gegen alle diese Pilze sicher wirkende Bekämpfungsmaßnahmen erarbeitet werden konnten. In manchen Jahren vernichten sie daher oft

1) LIRO, I. (1924): Die Ustilagineen Finnlands. Helsinki.

2) FISCHER, G.W. (1953): Manual of the North American Smut Fungi. New York.

3) VIENNOT-BOURGIN, G. (1956): Mildious, Oidiums, Caries, Charbons, Rouilles des Plantes à France. Paris.

4) SĂVULESCU, TR. (1957): Ustilaginele din Republica Populara Romina. Bukarest.

noch große Teile der Ernte (vgl. auch S. 29). In Deutschland liegt der Ernteausschlag im Durchschnitt der Jahre je nach der Getreideart zwischen 2 und 5 %.

Nicht nur die Ernte wird verringert, sondern in einigen Fällen kann auch die Saatgutqualität erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden. Ferner erleiden die aus brandigem Getreide hergestellten Erzeugnisse eine erhebliche Wertminderung.

Früher war man der Ansicht, daß mit Brandsporen verunreinigtes Getreide besonders gesundheitsschädlich sei, während heute vielfach die Auffassung vertreten wird, daß Brandpilze weder für den Menschen noch für das Tier grundsätzlich als giftig anzusehen sind. Obwohl manche Befunde und auch einige Tierversuche für diese Ansicht sprechen, liegen auf der anderen Seite zahlreiche Berichte vor, nach denen der Genuß von Brandsporen bei Warmblütlern nicht nur erhebliche Gesundheitsstörungen und ein Verwerfen bei Muttertieren, sondern sogar Todesfälle verursacht hat. Von den Brandpilzen, die in dieser Beziehung bekannt geworden sind, müssen vor allem der Maisbeulenbrand, der Brand des Wasserschwadens und der Steinbrand des Weizens genannt werden. Während man beim Brand des Wasserschwadens jedoch inzwischen festgestellt haben will, daß er ungiftig ist und hier vielmehr das Gras eine gewisse Giftigkeit aufweist, die in bestimmten Entwicklungsstadien sehr ausgeprägt sein soll und bei Brandbefall noch erhöht wird, ist vom Maisbeulenbrand bekannt, daß junge Brandbeulen in Mexiko — ähnlich wie in China und Japan die von dem Brandpilz *Ustilago esculenta* Henn. befallenen Blütenstände von *Zizania latifolia* — sogar vom Menschen verzehrt werden. Diesen Berichten stehen Mitteilungen gegenüber, nach denen ebenfalls in Mexiko Vergiftungen von Pferden und Eseln nach Genuß von brandigem Mais aufgetreten sein sollen. Derartige Angaben von Krankheitsfällen bei Tieren nach Genuß von brandkrankem Mais sind verhältnismäßig zahlreich. Sie werden durch den Hinweis unterstrichen, daß die Brandsporen des Maisbeulenbrandes eine ähnliche Wirkung zeigen sollen, wie sie vom Mutterkorn bekannt ist. Daraus würde vor allem auch das häufig beobachtete Verwerfen bei Groß- und Kleinvieh nach Aufnahme von Sporen des Maisbeulenbrandes zu erklären sein.

Hinsichtlich der Giftigkeit des Weizensteinbrandes lassen die bisher vorliegenden Versuchsergebnisse erkennen, daß bei diesem Brand

kaum mit einer stärkeren Giftwirkung zu rechnen sein dürfte. Selbst bei Kühen, die während einer Versuchsdauer von 3 Wochen täglich 2 bis 4 kg Brandsporen fraßen, konnte kaum eine schädliche Wirkung auf Gesundheit und Leistung der Tiere gefunden werden. Ähnliches dürfte auch für den Haferflugbrand zutreffen, dessen Giftigkeit JADSCHEWSKI¹ in einem Selbstversuch prüfte, indem er sechs Tage lang ohne irgendwelche Folgen je ein Glas Wasser trank, das eine große Anzahl Sporen dieses Brandpilzes enthielt.

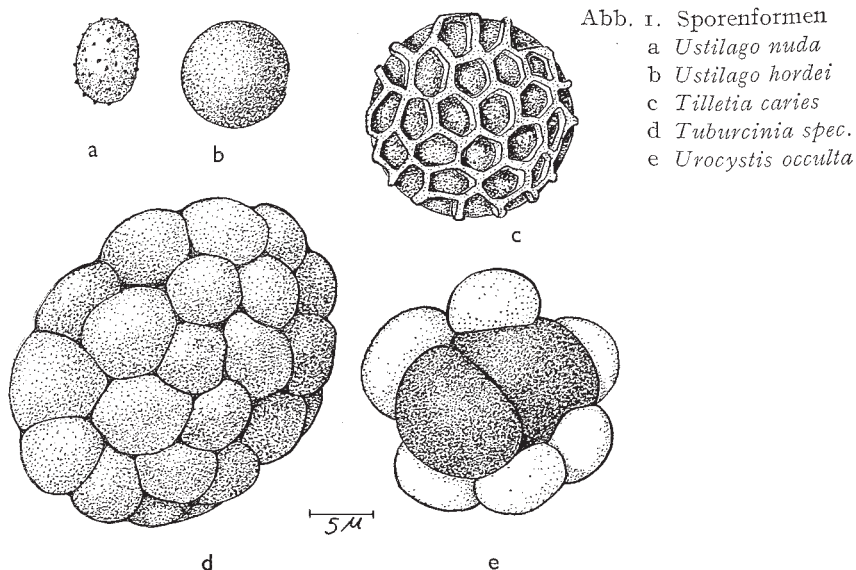
Zusammenfassend läßt sich zur Frage der Giftigkeit der Brandpilze sagen, daß bei einigen Brandpilzen durchaus mit einer Giftwirkung zu rechnen ist. Ihre Stärke kann wahrscheinlich durch mannigfaltige Ursachen, über die wir noch nicht ausreichend unterrichtet sind, von denen aber auch das Alter der Brandsporen von Bedeutung sein dürfte, beeinflußt werden. Daher ist es ratsam, bei Genuß brandhaltiger Nahrungsmittel und bei der Verfütterung brandhaltigen Futters nach wie vor eine gewisse Vorsicht walten zu lassen, vor allem dann, wenn mit dem Vorhandensein größerer Mengen von Brandsporen gerechnet werden muß —

Die Brandpilze gehören wie die Rostpilze¹⁾ zur Klasse der Basidiomyceten und werden in der Ordnung der Ustilaginales zusammengefaßt. Zum Unterschied von den Rostpilzen können sie teilweise saprophytisch leben, so daß man einige Arten vollständig auf künstlichen Nährböden kultivieren kann. Gleichzeitig ist ihre Biologie viel weniger kompliziert, da sie weder die zahlreichen von den Rostpilzen bekannten Sporengenerationen aufweisen noch bei ihnen ein Wirtswechsel vorkommt.

Als wichtigste Sporenform der Brandpilze ist die dickwandige Brandspore anzusehen, die eine Dauerspore, eine sogenannte Chlamydospore, darstellt. Die Sporenwand der reifen Brandspore besteht aus einer zarten Innenwand, dem Endospor, und einer oft mit auffälligen Skulpturen versehenen Außenwand, dem Exospor (Abb. 1).

Die Brandspore, die mannigfaltige Gestalt haben kann, entspricht etwa der Teleutospore der Rostpilze. Sie ist grundsätzlich einzellig. Alle mehrzellig erscheinenden Formen werden allgemein als Sporenballen angesehen.

¹⁾ Vgl. MÜHLE, E. (1956): Rostpilze. Neue Brehm-Bücherei Nr. 172.



Die Brandspore keimt in der Regel mit einem kurzen, in einigen Fällen vierzelligen Keimschlauch aus, der der Basidie der Rostpilze entspricht, bei den Brandpilzen aber den Charakter einer echten Basidie mehr oder weniger verloren hat. Daß wir es hier nicht mehr mit einer echten Basidie zu tun haben, geht vor allem daraus hervor, daß selbst dort, wo der Keimschlauch noch aus vier Zellen besteht, er nicht mehr zur Entwicklung und Abschnürung von Basidiosporen fähig ist. Die Sporen, die von ihm abgeschnürt werden, haben vielmehr den Charakter bloßer Sproßzellen, wie sie z.B. von Hefepilzen bekannt sind. Sie unterscheiden sich von echten Basidiosporen dadurch, daß sie nicht Kern und Plasma der jeweiligen Basidiomutterzellen aufnehmen, wie es für die Basidiosporen typisch ist, sondern ihre Kerne vielmehr nur Tochterkerne der in dem Keimschlauch und seinen Zellen verbleibenden Mutterkerne darstellen (Abb. 2).

Die an dem jeweiligen Keimschlauch entstehenden Sproßzellen sind in der Regel einkernig. Sie sind gleichzeitig haploid, da bereits im Keimschlauch oder sogar schon in der Brandspore die Reduktionsteilung stattgefunden hat. Zwischen solchen Sproßzellen, die z.T. als

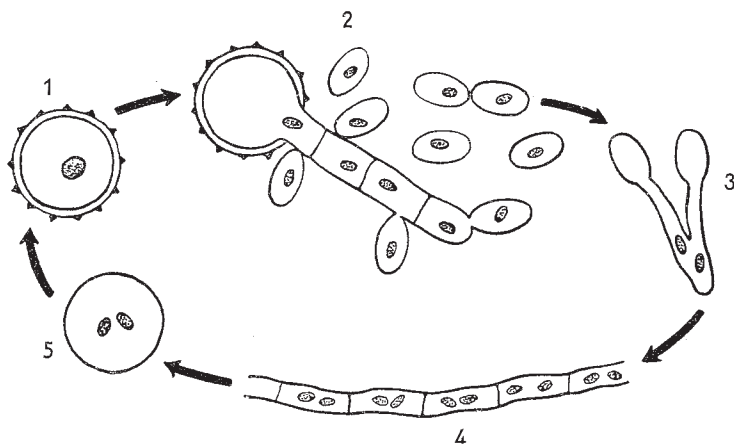


Abb. 2. Entwicklungsschema eines Brandpilzes

- 1 Reife Brandspore
- 2 Entwicklung von Sproßzellen
- 3 Kopulation zweier Sproßzellen
- 4 Paarkernmyzel
- 5 Junge Brandspore

Sporidien bezeichnet werden und vielfach zur Bildung weiterer Sproßzellen fähig sind, kann dann eine Kopulation stattfinden, wobei durch Zusammentritt der in den beiden Zellen vorhandenen Kerne ein Paarkernstadium entsteht. Dieses Paarkernstadium wird in der Regel in den aus derartigen Sporen hervorgehenden Hyphen und Myzelien fortgesetzt, bis diese Hyphen oder Myzelien schließlich zu einer Bildung neuer Brandsporen schreiten. Auch die junge Brandspore ist — ähnlich der jungen Teleutospore der Rostpilze — in der Regel noch paarkernig. Erst in der reifenden Brandspore findet dann eine Vereinigung der beiden Kerne statt, wodurch der Entwicklungszyklus geschlossen wird.

Aus dieser Darstellung wird ersichtlich, daß bei den Brandpilzen gegenüber den übrigen Basidiomyceten, insbesondere aber gegenüber den Rostpilzen, eine starke Degeneration der Basidien zu beobachten ist, wodurch diese, wie GÄUMANN¹⁾ feststellt, „nicht nur morphologisch ihre Gestalt, sondern auch funktionell ihren Inhalt verloren

¹⁾ GÄUMANN, E. (1949): Die Pilze. Basel.

haben“. Die Basidien sinken damit „wieder zu Nebenfruchtformen herab, aus denen seinerzeit ihre Vorfahren, die Asci, hervorgingen“.

Außer der Brandspore und den im Verlauf ihrer Keimung entstehenden Sproßzellen bzw. Sporidien werden bei manchen Brandpilzen noch Konidien gebildet. Diese entstehen ausschließlich an den aus Sproßzellen bzw. Sporidien gebildeten Hyphen, wie es z.B. vom Steinbrand des Weizens bekannt ist (vgl. S. 27).

Die Neuinfektion der Pflanzen erfolgt bis auf wenige Ausnahmen durch die paarkernigen Hyphen. Entsprechend dem Zeitpunkt und dem Pflanzenteil, da die Infektion erfolgt, unterscheidet man bei den Brandpilzen prinzipiell vier verschiedene Infektionsarten: die Keimlingsinfektion, die Blüteninfektion, die Blütenkeimlingsinfektion und die Lokal- oder Triebinfektion.

Als bekanntestes Beispiel für eine Keimlingsinfektion sei der Weizensteinbrand genannt (Abb. 3, I). Bei diesem werden die Brandsporen bis zur Ernte des Weizens in Form der bekannten Brandbutten als kompakte Masse zusammengehalten. Erst beim Drusch werden die einzelnen Sporen frei und gelangen an die Weizenkörner, wobei sie sich äußerlich im Bart der Körner festsetzen. Von da aus erst erfolgt dann später die Infektion der jungen Keimpflanze.

Anders ist es beim Gersten- und Weizenflugbrand (Abb. 3, II). Die Brandsporen stäuben hier bereits auf dem Feld zur Blütezeit ihrer Wirtspflanzen aus und dringen mit ihrem Myzel über die absterbenden Narben bis in die Fruchtknoten ein. Bei dieser Form der Infektion, der Blüteninfektion, überwintert der Pilz also bereits im Samen.

Beim Haferflugbrand ist es wieder anders (Abb. 3, III). Hier stäuben die Brandsporen zwar erst nach der Blüte des Hafers aus, aber sie gelangen noch auf dem Feld in die Ährchen, wo sie sich zwischen Spelze und Korn festsetzen und dort meist sofort auskeimen. Das dabei entstehende Myzel verharrt aber dann bis zur Aussaat, und die eigentliche Infektion findet erst an den jungen Haferkeimlingen statt. Man bezeichnet diese Art als Blütenkeimlingsinfektion.

Schließlich gibt es Brandpilze, die während der ganzen Vegetationsperiode in der Lage sind, ihre Wirtspflanzen zu infizieren und die dabei auch nicht auf bestimmte Pflanzenorgane angewiesen sind. Als Beispiel sei der Maisbeulenbrand genannt (Abb. 3, IV), bei dem die Infektionen an allen Organen zustande kommen, in denen embryonales

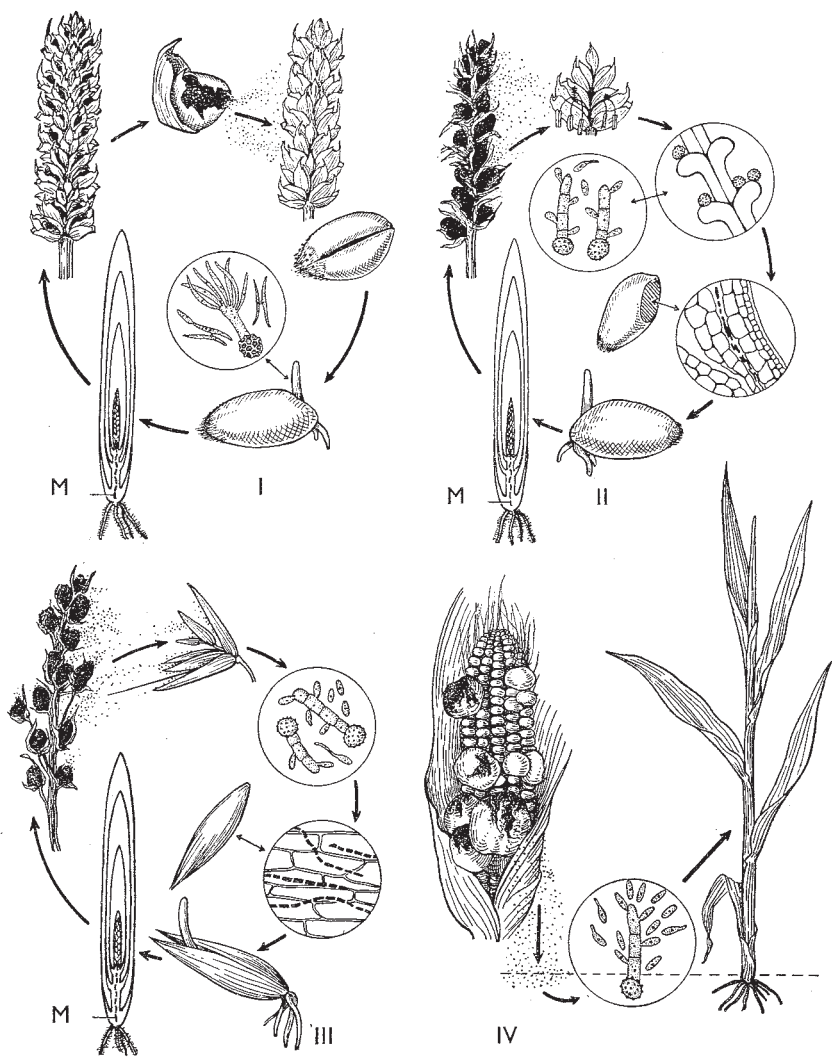


Abb. 3. Schema einer Keimlingsinfektion (Weizensteinbrand) I, einer Blüteninfektion (Weizenflugbrand) II, einer Blütenkeimlingsinfektion (Haferflugbrand) III und einer Lokal- bzw. Triebinfektion (Maisbeulenbrand) IV. M = Pilzmyzel
(Einzelheiten s. Text S. 10 bis 12 und einzelne Brandarten!)