

Der Hafer-Flugbrand, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens.
 Biologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung
 der Infektions- und Anfälligkeitsfrage.

Von ANTON ARLAND (Leipzig).

A. EINLEITUNG.

Für alle Völker, welche Pflanzenbau treiben und somit in erster Linie für uns Deutsche, hat die Kenntnis der Pflanzenkrankheiten ein in hohem Grade praktisches Interesse. Mehr als irgend eine Krankheit ist der Brand gefürchtet, weil er die Frucht des Getreides, das Hauptziel der Entwicklung, zerstört und in eine Sporenmasse verwandelt.

I. ENTSTEHUNG UNSERER KENNNTNIS DES BRANDES ALS PILZ.

Der Brand war als Krankheit schon im Altertum bekannt und wird im Alten Testament (2) an mehreren Stellen erwähnt. Bei den römischen Schriftstellern hiess er "uredo" (von urere, brennen), offenbar wegen seiner schwarzen Farbe.

Von den Autoren sind zunächst wohl alle Erscheinungen als Brand bezeichnet worden, welche dem Auge in der Farbe des Verbrannten oder Verkohlten entgegentraten, also die Beschädigungen des Getreides, welche wir jetzt auf Brand- oder Rostpilze zurückführen können.

Die Erkenntnis, dass der Brand nicht eine blosse Degeneration des Getreidekornes (SCHLEIDEN, 66; MEYEN, 56; UNGER, 79), sondern ein Pilz ist, fällt in das 18. Jahrhundert, in dem LINNE (14) *Ustilago* unter die Pilze versetzte.

Durch die Untersuchungen von DE BARY (10), TULASNE (78) und besonders die Infektionsversuche von KÜHN (47) wurde die schon von früheren Forschern, z.B. von PREVOST (59) ausgesprochene Ansicht zur zweifellosen Gewissheit erhoben, dass die Brandarten von parasitischen Pilzen hervorgerufen werden, die in die Nährpflanze dringen und sich in ihr entwickeln.

II. SYSTEMATIK DER GATTUNG *USTILAGO* (FLUGBRAND).

Die Kenntnis der von FRIES (30) aufgestellten Gattung *Ustilago* machte längere Zeit nur geringe Fortschritte. Dies ist nach APPEL und RIEHM (8) darauf zurückzuführen, dass die verschiedenen Brandpilze unter dem Namen *Ustilago Carbo* zusammengefasst worden sind, sodass sich vielfach Widersprüche daraus erklären, dass die Autoren verschiedene Brandpilze vor sich gehabt haben.

Zuerst führte PERSON (58) die Brandpilz-Arten bestimmt charakterisiert als Pilzspezies, vereinigt mit vielen anderen jetzt davon getrennten Pilzformen unter der Gattung *Uredo*, Sectio *Ustilago* auf. PERSON unterscheidet: *Uredo Hordei*, *U. Tritici*, *U. Avenae*, *U. Panicis miliacei* und *U. decipiens*.

Später fasste man wieder die auf Weizen, Gerste und Hafer vorkommenden *Ustilago*-Arten als einheitlichen Pilz, *Ustilago segetum* DC. oder *Ustilago Carbo* Tul. auf. KÜHN (47) schreibt 1858: "Es sind die Sporen vom Flugbrand des Weizens, der Gerste und des Hafers völlig gleich gebildet, sie erweisen sich auch bei dem Vorgange der Keimung vollständig übereinstimmend, sie gehören daher derselben Art *Ustilago Carbo* an".

Unter diesem Gesichtspunkte entstand auch die entwicklungsgeschichtliche Arbeit BREFELDS (14) des Jahres 1883. BREFELD verwendete zu seinen Studien einen glattsporigen Haferbrand aus geschlossenen Brandkörnern. 1888 fand BREFELD (19), dass der Flugbrand von Weizen und Gerste im Gegensatz zum Flugbrande des Hafers

konidienlose Mycelien bildet und Haferpflanzen nicht zu infizieren vermag. Er trennte aufgrund dieses Befundes die Weizen und Gerste bewohnenden Formen als *U. Hordei Bref.* ab.

Im selben Jahre kam JENSEN (39) zu einer anderen Aufstellung von *Ustilago segetum*. Er hatte nämlich durch wechselseitige Bestäubung der Samen verschiedener Getreidearten keinen Brand-Befall erzielt. Brandbefall auf Hafer z.B. konnte er nur erreichen, wenn er die Haferkörner mit Sporen von Haferbrand ansteckte. Auch beobachtete er, dass auf Gerste 2 verschiedene Brandarten vorkommen. Bei d. einen Brandart stäuben die Brandsporen schon frühzeitig aus, während sie bei der anderen von den Spelzen bedeckt bleiben. Er kommt daher zur Aufstellung von *Ustilago segetum v. Tritici*, *U. s. var. Avenae*, *U. s. var. Hordei fa. nuda*, *U. s. var. Hordei fa. teota*. JENSEN hat also als Erster *Ustilago Avenae* von der Sammelart *Ustilago Carbo* abgetrennt.

Zwei Jahre später bestätigte dann der dänische Pflanzenpathologe ROSTRUP (64) die Beobachtungen JENSENs.

Im selben Jahre (1890) befassen sich KELLERMANN und SWINGLE (43) mit der Frage der Aufteilung von *Ustilago Carbo*. Während sie *Ustilago Tritici* und *U. Avenae* in gleicher Weise wie JENSEN und ROSTRUP auffassen, nennen sie den nackten Gerstenbrand *Ustilago nuda* (Jensen) Kell. et Sw., den gedeckten Gerstenbrand *Ustilago Hordei* (Pers.) Kell. et Sw. Ausser den bereits besprochenen Arten haben KELLERMANN und SWINGLE den schon von JENSEN (41) gefundenen gedeckten Haferbrand als *var. levis* beschrieben. 1894 hat WILLE (84) diesen Haferbrand als *Ustilago Kollerii* bezeichnet.

Ein Versuch, die Gattung *Ustilago* in natürliche Untergruppen zu trennen, wurden von BREFELD (65) nach den Keimungsverhältnissen der Sporen durchzuführen versucht. Er teilt die Gattung *Ustilago* ein in 1. *Proustilago*, 2. *Hemiustilago*, 3. *Auustilago*.

Nach LINDAU (54) lässt sich diese Einteilung deshalb nicht vollständig durchführen, weil viele Arten noch nicht auf ihre Keimung untersucht worden sind. LINDAU führt die Einteilung in diese 3 Untergattungen nicht durch, er hält es für vorteilhafter, die Arten in der Reihenfolge der Nährfamilien nach der Anordnung des ENGLERSchen Systems zu geben. Jedoch bleibt natürlich die Keimung der Sporen für die wissenschaftliche Anordnung stets die Hauptsache.

B. USTILAGO AVENAE (PERS.) JENS.

J. DURCH USTILAGO AVENAE VERURSACHTES KRANKHEITSBILD.

In ähnlicher Weise wie beim Weizen- und Gerstenbrand schossen kurz vor der Blütezeit die durch den Pilz zerstörten Rispen hervor und lassen die braunen Sporenmassen abstäuben.

Bei starkem Befall bleiben die Haferrispen gedrungen. Die Spelzen werden zerstört und die mit Brandmasse erfüllten Früchtchen und Spelzenreste bilden schwarze, kugelige Köpfchen. Neben diesem völligen Befall, bei dem alle Ährchen vollständig von dem Brandpilz zerstört sind, kommen alle Übergangsstadien bis zu einer kaum noch sichtbaren Erkrankung vor. Häufig ist der Fall, dass die Rispen ein normales Aussehen haben, dass die Spelzen der einzelnen Ährchen beim Hervorschossen der Rispen unversehrt sind und nur durch das Durchschimmern des dunkeln Inhalts auffallen. Im weiteren Verlauf werden die Spelzen ebenfalls zerstört. Es kommt auch vor, dass nur der untere Teil einer Rispe brandig wird, der obere aber gesund bleibt.

Das Ausstäuben erfolgt zur Zeit der Haferblüte. Zur Reifezeit sind nur mehr die leeren Spindeln vorhanden, auch überragen dann die gesunden Pflanzen die kranken an Höhe.

Wie bereits angeführt wurde, ist der Ort der Ausbildung der Brandlager auch für *Ustilago Avenae* eigentümlich. Nach CLINTON (28) findet jedoch in Nord-Amerika gelegentlich eine Ausbildung der Sporenlager auf Blättern statt. Bei uns kann dies nur unter geänderten Entwicklungsbedingungen erreicht werden. LANG (52)

konnte Brandlager von *Ustilago Avenae* und *Ustilago nuda* auf dem obersten Blatte der Wirtspflanzen dadurch willkürlich hervorrufen, dass er diese in dem Stadium der Bildung des Blattes für längere Zeit im Wachstum zurückhielt. Bei normalem Wachstum gelingt es dem Pilz nicht, in das rasch sich entwickelnde Blatt vorzudringen.

Als Nährpflanzen sind nach SCHELLENBERG (65) und LINDAU (70) bisher bekannt geworden: *Avena sativa* L., *A. orientalis* Schreb. und *A. fatua* L. In der Literatur wird als Nährpflanze auch *A. strigosa* (TUBEUF, 73) erwähnt. Aus den von KITTUNEN (45) und mir 1923 (siehe Beilage 1) angestellten Versuchen geht, soweit aus den Versuchsergebnissen eines Jahres geschlossen werden kann, hervor, dass *Avena strigosa* nicht befallen wird. Wie die Untersuchung ergab, gelang es zwar dem Mycel, unterhalb des primären Knotens einzudringen, jedoch schwoll es bald an und schien abzusterben.

VARILOV (80) bestätigt die Immunität von *Avena strigosa* und erwähnt, dass die der Hafer in hohem Masse auch gegen den Meltau und den Kronenrost immun ist. 1914 fand er in der Getreidekollektion des botanischen Gartens in London eine Sorte v. *Avena strigosa*, die sich im Gegensatz zu den gewöhnlichen Formen als stark infizierbar durch den Meltau erwies. Als einziger Unterschied gegenüber den typisch immunen Formen fiel die etwas hellere Färbung und stärkere Behaarung der Spelzen auf. Die Untersuchung dieser Sorte zeigte, dass auch sie stark empfänglich für d. Brand war. Gegen den Kronenrost erwies sie sich ebenfalls wenig widerstandsfähig.

Nach LINDAU (70) ist das Auftreten von *Ustilago Avenae* bisher in Europa, Nordamerika, Asien, Afrika und Australien festgestellt worden.

II. SAPROPHYTISCHE LEBENSWEISE.

Bis zu BREFELD hat man angenommen, dass die Brandpilze als typische Parasiten nur in bestimmten Pflanzenteilen jener Wirte leben können, auf welchen man sie findet. BREFELD (13) fand, dass man einen ganzen Abschnitt vom Leben der Pilze dabei übersehen hat, den Abschnitt, welchen die künstliche Ernährung erschloss.

Bei den Brandarten, die zu den strengsten (obligaten) Parasiten gehören, finden wir Entwicklungsphasen mit saprophytischer Ernährung, welche mit der Auskeimung der Sporen beginnen. Erstmalig wurde die Auskeimung von PREVOST (59) festgestellt. TULASNE (73) hat sie allgemeiner nachgewiesen. Unabhängig von TULASNE wurden die Keimungsversuche fast zur selben Zeit von KÜHN (47) gemacht, der sie dann einige Jahre später als TULASNE mitteilte.

1. Wachstumsphasen des Pilzes.

a. Spore.

Die Sporen haben in der Regel kugelförmige Gestalt, gelegentlich kommen aber auch eiförmige und unregelmässige Bildungen vor. Sie haben eine doppelte Umhüllung, eine olivenbraun gefärbte, mit wärzchenförmiger Skulptur versehene Aussenhaut (Epispor) und eine dieser dicht anliegende zarte, ungefärbte Innenhaut (Endospor), welche den Zell-Inhalt umschliesst. Behandelt man die Sporen mit konzentrierter Schwefelsäure, so kann man die sonst nicht deutlich erkennbare Innenhaut leicht nachweisen. Es zieht sich diese dann mit dem Sporen-Inhalte zu einer kleineren, wasserhellen Kugel zusammen, die durch das dunklere Epispor hindurchschimmert. Bei stärkerer Vergrößerung erweist sich die eine Hälfte der Membran nicht unbeträchtlich stärker verdickt als die andere und daher entsprechend dunkler gefärbt. Die Sporen sind einkernig. Ihre Grösse schwankt zwischen 5 - 7,7 μ .

Nach KÜHN (47) keimen Sporen von *Ustilago Avenae* noch im 2. Jahre vollständig. Nach v. LIEBENBERG (53) keimen sie noch nach 7 1/2 Jahren, während HOFFMANN (38) feststellen konnte, dass sie bei trockener Aufbewahrung zwar nach 31 Monaten noch keimfähig waren, jedoch immer im ersten Jahre kurz nach der Reife die grösste Keimfähigkeit zeigten. Nach BREFELD (20) behalten die Sporen bis über 5 Jahre hinaus ihre Keimkraft.

b. Keimschlauch.

Die Keimung der Sporen findet statt, sobald sie bei ausreichender Wärme genügend Feuchtigkeit finden und dem Einfluss der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind. Jedoch machen die so erreichten Entwicklungsstadien einen sehr dürftigen Eindruck.

Um eine kräftige Entwicklung des Pilzes zu erreichen, keimte ich die Sporen u. a. in Haferschrot-Abkochung ein. Das Episor wird bei der Keimung spaltenförmig gesprengt. Bisher konnte innerhalb der Gattung *Ustilago* nur für *U. scorzonarum* (57) ein Keimporus nachgewiesen werden. Nach PARAVICINI (57) teilt sich bei der Keimung der Kern der Spore in 2 Tochterkerne, wovon der eine in den Keimschlauch wandert, der andere in der Spore zurückbleibt. Dadurch erklärt es sich, dass aus einer Spore mehrere Keimschläuche austreten können. Wie sich dabei die Chromosomen verhalten, konnte wegen der Kleinheit des Objektes nicht ermittelt werden.

Die Innenhaut bildet durch Ausstülpung den vierzelligen, bläulich schimmernden Keimschlauch. Jede der 4 Zellen des Keimschlauches enthält einen Kern, der aber erst nach Färbung nachzuweisen ist. Der 4-zellige Keimschlauch ist charakteristisch für fast alle Angehörigen der *Ustilaginaceae*. TULASNE (77) und DE BARY (10) bezeichneten den Keimschlauch als Promycel; BREFELD (15) nannte ihn Hemibasidie, weil er nach ihm vergleichend entwicklungsgeschichtlich der 4-sporigen Basidie der Hutpilze entspricht, aber in der Erzeugung der Sporen eine bestimmte Begrenzung, wie die eigentlichen Basidien sie besitzen, noch nicht erreicht hat.

HERZBERG (35) beobachtete bei der Einkeimung der Sporen von *Ustilago Avenae* in Pflaumendekokt, dass die Keimschläuche bei genügender Ernährung ihr Spitzenwachstum fortsetzen. Auch BREFELD hat ähnliches für eine *Ustilago*-Art beobachtet, die er als *Ustilago Carbo* (also noch unter dem alten Sammelnamen) bezeichnet und die vielleicht *Ustilago Avenae* war. Aus diesen Beobachtungen schloss ZOPF (89), dass die Keimschläuche myceliale Bildungen sind und nicht, wie BREFELD angenommen hat, Basidienbildungen. Eine Bestätigung der Ansicht von HERZBERG und ZOPF dürfte auch in den Beobachtungen von APPEL und GASSNER (3) liegen, welche angeben, dass der direkt aus der Spore (oder aus zunächst gebildeten Konidien) hervorgehende Keimschlauch in den jungen Keimling eindringt. Bei der Einkeimung der Sporen in Haferschrot-Abkochung hatte ich auch Gelegenheit, zu beobachten, dass einzelne Keimschläuche ihr Spitzenwachstum fortsetzten.

c. Konidien.

In der Regel geht der Keimschlauch ohne Fortsetzung des Spitzenwachstums bald zur Bildung von kleinen, seitlichen Ausstülpungen über, die zu ovalen Zellen, den einkernigen Konidien, heranwachsen. Die Konidien sprossen teils schon am Fruchtträger, teils im abgefallenen Zustand in ganz gleicher Weise wie die Hefepilze. Wenn sie am Fruchtträger haften bleiben, bilden sie zusammenhängende Sprossbäumchen.

Die Sprossung dauert fort, solange die Nährlösung hierzu ausreicht. Nach BREFELD (16) blieb die Sprossung der Konidien über 30 Kulturreihen hinaus dieselbe. Bei Erschöpfung der Nährlösung beschickte BREFELD stets die Kammer durch Einsaugen frischer Nährlösung von Neuem und stellte die einzelnen Fruchtträger mit noch anhaftenden Konidien aus erster Kultur für eine neue Beobachtung ein. Nach mehr als 6 Monaten fortgesetzter Reihenkultur erfuhr die grosse Masse der Konidien unter Abscheidung von sporenhähnlichen Fett-Tropfen eine Entmischung des Protoplasmas, die nach Ablauf von 2 Monaten mit dem Tode endete.

Das hefeartige Sprossen der Konidien hat s. Z. zu heftigen Debatten über die Bedeutung der Hefepilze und ihre systematische Stellung geführt. BREFELD wollte aus der Tatsache, dass es unmöglich ist, rein der Form nach diese Konidien von echten Hefen zu unterscheiden, folgern, dass die Hefepilze überhaupt keine systematische Einheit, sondern nur Stadien in dem Entwicklungsgange anderer Pilze darstellen. Bestärkt wurde er in dieser Annahme dadurch, dass er Hefeformen in dem Entwicklungsgange der verschiedensten andern Pilze auffand. Es stellte sich aber

bald heraus, dass bei allen diesen Formen nie das für die echten Hefepilze typische Zucker-Vergärungsvermögen nachzuweisen ist. Ebenso wenig liessen sich Formen finden, die wie die echten Hefen im Innern der Zellen Dauersporen ausbilden.

Lässt man Konidienkulturen eintrocknen und beschickt sie nach 4 - 5 Wochen mit frischer Nährlösung, so kann man feststellen, dass sie dann nur mehr selten sich durch Sprossung vermehren oder zu Fäden auskeimen. Nach mehr als 5 Wochen konnte ein Sprossen zu Sekundärkonidien oder ein Austreiben zu Fäden nicht beobachtet werden. Nach BREFELD (16) sterben Konidien, die zu Fäden austreiben, viel eher ab, als solche, welche noch keinen Faden gebildet haben.

In gewissen nährenden Substraten findet nach HERZBERG (35) bei *Ustilago Avenae* keine Konidienbildung statt. Dies ist z.B. der Fall bei Kulturen, in welchen der Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak oder salpetersaurem Natron gegeben wurde. Es bildeten sich konidienlose Mycelien, die meist wie zusammenge-webt erschienen.

RAWITSCHER (61) berichtet, dass bei *Ustilago Carbo* (nur die Sammelart angegeben) "unter günstigen Ernährungsbedingungen" auf festen Nährböden und in Flüssigkeiten die Abschürfung von Konidien ganz unterbleibt und dafür reich verzweigte Mycelien gebildet werden.

In der Literatur findet man statt der BREFELDSchen Bezeichnung Konidie auch andere Benennungen. So nennt TULASNE (77) die Konidie Promycel-Spore, DE BARY (10) nennt sie Sporidie und KÜHN (47) Keimkorn.

d. Mycel.

Sobald die Sprossung aus Mangel an Nährstoffen still steht, findet nach BREFELD (14) die Auskeimung der Fruchträger und der Konidien zu langen, oft gewundenen, sogar spiralförmig gedrehten Fäden statt, jedoch spricht BREFELD an anderer Stelle die Vermutung aus, dass die Konidien sprossung wegen der Grösse der Fäden und dem Reichtum des Inhaltes wohl schon vor der gänzlichen Erschöpfung der Nährlösung aufhöre. Nach TUBEUF (76) wachsen die Konidien auch bei genügender Ernährung zu Fäden aus, wenn sie nicht in Flüssigkeit liegen, sondern sich auf festem Nährboden befinden, von dem aus sich ein Luftmycel entwickeln kann. In Hafer-schrot-Abkochung konnte ich feststellen, dass ein Auskeimen zu Fäden auch schon vor Erschöpfung der Nährlösung stattfindet. Ich konnte schon nach 36 Stunden lange Fäden feststellen.

Die Konidien sitzen öfter noch am Fruchträger fest, wenn an andern Stellen desselben die Auskeimung zu Fäden schon erfolgt ist. Die Zellen der Fruchträger treiben an denselben Stellen zu Fäden aus, wo vordem die Konidien sich bildeten. An den Konidien treiben ebenfalls die Fäden an denselben Stellen aus, wo früher die Sprossungen stattfanden, also an den Enden. Bald keimt nur ihr eines Ende, bald keimen beide aus. Die Fäden, welche von den Fruchträger-Zellen ausgehen, sind dicker als die von den Konidien ausgehenden, aber beide haben die Neigung zu Biegungen und Windungen, die zwar nicht immer, aber gewöhnlich auftreten. Bei der Auskeimung in Haferschrot-Abkochung konnte ich diese Biegungen regelmässig feststellen.

Mycel ohne Konidienbildung erreichte HERZBERG (35), wenn er Kulturen von *Ustilago Avenae*, die mit verdünntem Pflaumen-Dekokt angestellt waren, bei einer Temperatur von 30° hielt.

Soweit der mit Plasma erfüllte Teil der Fäden reicht, ist von Scheidewänden nichts zu sehen. In den entleerten hintern Fadenteilen treten Scheidewände in regelmässigen Abständen auf. Die Fäden wachsen vorn weiter und werden dem entsprechend nach hinten entleert. Je länger die Fäden werden, umso dünner und schmaler zeigt sich ihre Form.

e. Gemmen.

Nicht immer ist das Protoplasma in den Enden der Fäden angesammelt, es ist in manchen Fällen gemmenartig auf einzelne Stellen der Fäden konzentriert. Wie ich

durch die Untersuchungen von HERZBERG (35) bestätigt fand, können die Gemmen auf zweierlei Weise entstehen: als Glieder der Fäden und als direkte Umwandlungsprodukte der Konidien. Die Entstehung der Gemmen aus Konidien findet in der Weise statt, dass die letzteren sich allmählig vergrössern und ihre Membran verdicken, während im Innern Fettbildung auftritt. Die ursprünglich ellipsoidischen Formen der Konidien von *Ustilago avenae* gehen in eine etwas bisquitförmige Gestalt über.

Schon BREFELD (14) hat diese gemmenartigen Bildungen beobachtet und sie in besondern Kulturen wieder zur Auskeimung in Nährlösung gebracht. Jede Gemme geht sofort zur Bildung neuer Sprosskolonien von Konidien über. Auch HERZBERG (35) stellte das fest.

f. Kopulation.

Schon BREFELD (14) hatte beobachtet, dass Konidien miteinander fusionieren. Aus dem Befunde aber, dass die Fusion immer nur in nährstoff-armen Lösungen oder in älteren erschöpften Nährlösungen auftrat, schloss er wie DANGEARD und LUTMAN (57), dass dieser Vorgang nur eine Anpassung an den Hungerzustand darstellen könne und bezeichnete ihn im Gegensatz zur sexuellen Vereinigung der Kopulation als Fusion.

RAWITSCHER (61) stellte an Konidien von *Ustilago Carbo* fest (leider nur die Sammel-Bezeichnung angegeben), dass auch bei günstigsten Ernährungsbedingungen eine starke Tendenz zur Kopulation vorhanden ist, sodass es in geeigneten Präparaten schwer fiel, auch nur eine Zelle unkopuliert zu finden. Starke Tendenz zur Kopulation bei günstigsten Ernährungsbedingungen konnte auch ich an den in Hafer-schrot-Abkochungen gezüchteten Konidien beobachten.

PARAVICINI (57) untersuchte *Ustilago avenae* auf die Kernverhältnisse bei der Kopulation. Als Nährlösung verwendete er frische Fruchtsäfte oder verdünnte und sterilisierte Konfitüren, besonders von Pflaumen. Je 2 Konidien trieben zwischen sich eine kleine Fadenbrücke, durch welche der Kern von einer Konidie in die andere hinüber wandert. Ihm folgt das Protoplasma, sodass aus den beiden, je einkernigen Konidien eine zweikernige entsteht und von der andern eine leere Membran zurückbleibt. In der Konidie legen sich nun beide Kerne äquatorial einander gegenüber. An dieser Stelle erscheinen die Konidien schwach eingeschnürt. Im Stadium der äquatorialen Lage der beiden Kerne ist nur eine konjugierte Kernteilung möglich. Bei den späteren Teilungen wandern die Kerne nach und nach an die beiden Enden, sodass sie sich in den späteren Stadien getrennt weiter teilen müssen.

Ähnlich wie die Konidien können sich auch die Zellen des Keimschlauches verhalten, indem sie durch eine seitliche Schnalle zusammen oder mit Konidien kopulieren, wobei ebenfalls Kern- und Plasmaübertritt festzustellen ist.

Da, wie bereits erwähnt, in geeigneter Nährlösung fast alle Zellen kopulieren, so sind schliesslich nur zweikernige Zellen vorhanden, welche zweikernige Mycelfäden erzeugen. Das eingetretene "Paarkernstadium" ist eine vielen Pilzen eigentümliche Erscheinung. Der eigentliche Befruchtungsvorgang, das Verschmelzen der Kerne, findet erst bei der Bildung der Brandsporen statt, was erstmalig von DANGEARD (23), für *Ustilago avenae* aber 1912 von RAWITSCHER (61) nachgewiesen wurde. Der Sexualakt setzt sich also aus 2 zeitlich getrennten Vorgängen, dem Kern-Übertritt einerseits und der Kern-Verschmelzung andererseits zusammen.

Festzustellen wäre noch, ob die Nährpflanzen nur von Mycelfäden aus zweikernigen Zellen infiziert werden können. Meines Wissens sind darüber Versuche nur mit dem Antherenbrande von BAUCH (12) angestellt worden. BAUCH berichtet, dass eine Infektion der Wirtspflanze nur erzielt werden konnte, wenn in dem Infektionsmaterial kopulierte Sporidien vorhanden waren und dass es bisher noch in keinem Falle einwandfrei gelungen sei, mit Einsporidien-Kulturen Infektionen hervorzurufen.

2. Äussere Wachstumsbedingungen.

a. Nahrung.

PREVOST (59), TULASNE (78), KÜHN (47) und FISCHER v. WALDHEIM (29) nahmen ihre Sporeneimungen in Wasser vor. Sie erzielten aber nur ganz geringe Konidienbildung. Wie ich feststellen konnte, keimen die Sporen zwar auch in destilliertem Wasser aus. Ich konnte in diesem aber nie Konidienbildung beobachten. Die Keimschläuche machten einen sehr dürftigen Eindruck. BREFELD (13) war der erste, der durch Anwendung künstlicher Ernährung Entwicklungsphasen vom Leben der Brandpilze erschloss, die man bei der Auskeimung in Wasser nie erreicht hätte.

Nach BREFELD (13) gibt ein aus frischem Pferdemist bereiteter, klar und pilzfrei gemachter Dekokt eine vorzügliche Kulturlösung ab. Man rührt den Mist mit Wasser zum dicken Brei an und lässt diesen einige Stunden im Dampfbade stehen. In der nach dem Erkalten klar abfiltrierten Flüssigkeit ist die Nährlösung hergestellt. Pilzfrei wird sie erst nach wiederholtem Aufkochen in längeren Pausen. Die darin erhaltenen Entwicklungsstadien erwecken den Eindruck von Mastformen.

Ferner empfiehlt BREFELD (13) Nährlösungen aus süßen Früchten. Um hier die Nährlösung klar zu gewinnen, zieht man die abgetrockneten, zerschnittenen Früchte, z.B. Pflaumen, mit kaltem Wasser aus und macht dann den klar filtrierten Auszug durch Auskochen pilzfrei. Durch Absättigen der freien Säure dieser Säfte mit Ammoniak erhalten sie als Nährlösungen für Pilze eine grössere Verwendbarkeit, da die aus den Früchten stammenden Säuren für viele Pilze ein Hindernis der Entwicklung sind. Bei Fruchtauszügen empfiehlt BREFELD ein Eindampfen der Nährlösungen zur Dicke eines Syrups oder "eines Extraktes", um lange Haltbarkeit zu erreichen. Zu dem jedesmaligen Gebrauche können von solchen Extrakten beliebige Mengen in Wasser aufgelöst und konzentriert oder verdünnt verwendet werden, sobald sie ausgekocht sind.

HERZBERG (35) empfiehlt verdünntes Pflaumendekokt, Bierwürze-Gelatine (Gelatine 7 - 10%) und Agar-Gelatine (Agar 1, Gelatine 1, Pepton 1, Extrakt 1, Traubenzucker 2). Als feste natürliche Substrate gekochte Kartoffeln, gekochte Möhren und mit Bierwürze getränktes Fliedermark.

Nach HERZBERG (35) sind für alle Brandpilze Pepton (1%) und Traubenzucker (2%) die besten Stickstoff- und Kohlenstoffquellen. Als anorganische Grundlösung empfiehlt er KH_2PO_4 0,2%, MgSO_4 0,1%, ClNa 0,1% und Cl_2Na 0,1%.

Bei Anwendung der oben angegebenen anorganischen Grundlösung und von 0,5% schwefelsaurem Ammoniak als Stickstoffquelle untersuchte HERZBERG (35) folgende Kohlenstoffquellen in ihrer nährenden Wirkung auf die Keimung von *Ustilago avenae* Sporen und bezeichnete eine dadurch erzielte schwache Keimung mit +, eine bessere mit ++ und eine sehr gute Keimung mit +++.

3	prozentige	Rohrzuckerlösung	++	2	prozentige	Dextrinlösung	++
1	"	Milchzucker	+	0,25	"	Inulin	+
1	"	Maltose	+++	1	"	Stärke	+
3	"	Traubenzucker	+++	2	"	Glycerin	++
1	"	Galaktose	0	1	"	Mannit	++

Ohne Kohlenstoff = 0.

Nach DUGGAR (24) geht die Keimung der Sporen von *Ustilago avenae* in Glycerinlösung intensiver vor sich als in Zuckerwasser. Er erzielte in n/1 Glycerinlösung 50 - 90% keimende Sporen, in n/2 und n/10 Glycerinlösung 100% keimende Sporen.

PARAVICINI (57) verwendete als Nährlösungen entweder frische Fruchtsäfte oder verdünnte und sterilisierte Konfitüren, namentlich von Pflaumen. Besonders günstig erwies sich ausgekochter und verdünnter Wein, dem nachträglich 5% Traubenzucker zugesetzt wurde.

RIEM (62) keimte die Sporen von *Ustilago avenae* in Kartoffelsaft ein.

Nach ZADE (87) findet das Auskeimen von frischen Sporen auf keinem Substrate annähernd so gut und rasch statt, wie auf dem Saft der Narben von Haferblüten und andern Blüten (auch *Vicia villosa*). Meuer hatte ich Gelegenheit, das gleiche zu

beobachten.

Sonst fand ich bei dem Ausprobieren verschiedener Nährlösungen, dass sich zur Erlangung rascher Konidienbildung eine aus Haferkeimlingen hergestellte Nährlösung gut eignet, welche so hergestellt wird, dass eine Anzahl Keimlinge unter Zusatz von Wasser zerrieben und der gewonnene grüne Pflanzen-Presssaft durch Erhitzen und Abfiltrieren vom Blattgrün befreit wird. Man erhält so eine goldklare Lösung. Längere Zeit nimmt die Herstellung einer Haferschrot-Abkochung in Anspruch, da das Filtrieren der Abkochung lange dauert.

Nach HERZBERG (35) ist keiner der 5 Flugbrand-Pilze imstande, in irgend welcher neutralen Nährlösung irgend welche Säuerung hervorzurufen. Vielmehr trat in allen von HERZBERG verwendeten neutralen Nährlösungen, sofern sie überhaupt während wirkten, stets eine Umwandlung der neutralen Reaktion in eine mehr oder minder auffällige alkalische ein. Der Inhalt der Gefässe roch nach Ammoniak. Die Alkali-Bildung wird, namentlich wenn Pepton als Stickstoff-Quelle geboten wird, oft so stark, dass auch ursprünglich deutlich saure Nährlösungen schliesslich kräftig alkalisch werden.

b. Temperatur.

Sehr ausführliche Versuche über die Kardinalpunkte der Temperatur mit Bezug auf die Auskeimung und Mycelbildung verdanken wir HERZBERG (35). Als Substrat verwendete er verdünnten Pflaumendekokt.

	3 - 5°		9 - 11°		14 - 15°		22 - 23°		29 - 30°		35°
	Beginn d. Auskeimung innerhalb	Mehrzahl ausgekeimt nach	Beginn d. Auskeimung innerhalb	Mehrzahl ausgekeimt nach	Beginn d. Auskeimung nach	Mehrzahl ausgekeimt nach	Beginn d. Auskeimung innerhalb	Mehrzahl ausgekeimt nach	Beginn d. Auskeimung innerhalb	Mehrzahl ausgekeimt nach	
nicht ausgek.	24-48 Stund.	48 Stund.	8-12 Stund.	24 Stund.	2-4 Stund.	8 Stund.	2-4 Stund.	6 Stund.	2-4 Stund.	6 Stund.	nicht ausgek.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass das Minimum für die Sporenkeimung zwischen 5 - 11°, das Optimum zwischen 22 - 30° und das Maximum zwischen 30 - 35° C. liegt. Zu denselben Ergebnissen kam TUBEUF (74). Bei einer Temperaturschwankung von 3 - 6° C konnte ich erst am 4. Tage eine Auskeimung von 2% feststellen. Bei einer Schwankung von 8 - 11° keimten am 3. Tage 5% der Sporen, am 4. Tage 15% u. am 5. Tage 50%.

Die Feststellung der Kardinalpunkte der Temperatur in Bezug auf Wachstum resp. Mycelbildung ergab bei Kulturen auf Agar-Gelatine folgendes Bild:

bei	6,5 - 7,5	15 - 16	16 - 18	18 - 20	24 - 26	28 - 30	33 - 34
Entwicklung	sehr schwach	schwach	mässig	gut	gut	mässig	sehr schwach

c. Luft.

Für die Keimung und Entwicklung des Pilzes unumgänglich nötig ist Luft-Zutritt. Schön kann man das auf Gelatine-Stichkulturen beobachten. Man sticht mit einer starken Nadel, an deren Spitze sich das Impfmateriale befindet, bis zum Boden einer in einem Gläschen befindlichen Nährgelatine. *Ustilago avenae* entwickelt sich dann nur an der Oberfläche.

Ein Einfluss der Luft-Vermindering und der damit verbundenen Sauerstoff-Entziehung konnte nach DUGGAR (24) erst in einem luftverdünnten Raume von 40 mm Barometerdruck bemerkt werden.

III. PARASITISCHE LEBENSWEISE,

Bis zu dem Stadium des Austreibens von Mycelfäden gelang es, *Ustilago avenae* in Nährlösung zu züchten, während es noch nicht gelungen ist, den Pilz in Nährlösung zur Sporenbildung zu bringen. Er muss dazu aus seiner saprophytischen wieder zur parasitischen Lebensweise übergehen.

Nicht unerwähnt soll aber bleiben, dass es bei andern Brandpilzen schon gelungen ist, den ganzen Entwicklungsgang einschliesslich der Bildung der Brandsporen in Nährlösung künstlich zu erreichen, so bei *Tilletia tritici* von BREFELD (14), bei *Ustilago Zeae* von GRÜSS 1902 (70) und bei *Urocystis anemones* von KNIEP 1921 (70). Man sieht hieraus, dass der Begriff des Parasitismus nur ein relativer ist.

1. Blütenansteckung.

Wie schon eingangs bei der Schilderung des von *Ustilago avenae* verursachten Krankheitsbildes hervorgehoben wurde, geht die Bildung der Brandlager bei den Flugbrand-Arten dem Blühen der Getreidepflanzen etwas voran, jedenfalls verstäuben aber die Sporen von *Ustilago avenae* sowie die von *Ustilago tritici* und *U. hordei* zur Zeit der vollsten Blüte. "Diese eigenartige Koinzidenz der Blütezeit der Getreideformen mit der Reife der Brandlager an den befallenen Pflanzen musste zu denken geben, ob hier nicht eine Bestäubung resp. Infektion der Blüten durch die Brandsporen stattfinden möchte" (BREFELD 1905 (17)).

Dieses zeitliche Zusammentreffen hatte schon 1866 HOFFMANN (37) veranlasst, Gerstenblüten mit Brandstaub zu bestäuben und 1888 JENSEN (40), Weizenblüten zu bestäuben. Beide hatten aber keinen Erfolg.

Zuerst gelang die Ansteckung FRANK MADDOX in Tasmania im Jahre 1896. Bei uns haben, ohne von diesen australischen Forschungen Kenntnis zu haben, BREFELD (17) im Jahre 1903 und HECKE (32, 33) 1904 die ersten Mitteilungen über ähnliche Ansteckungsversuche gemacht. BREFELD zeigte, dass diese Art der Ansteckung bei *Ustilago tritici* und *U. hordei* die einzige ist. HECKE hat ausserdem als erster das Brandmycel in den Gerstenkeimlingen nachgewiesen.

Der Grund dafür, dass BREFELD nur die Ansteckung der Weizen- und Gerstenblüten gelang, er hingegen bei Haferblüten keinen Erfolg hatte, dürfte darin liegen, dass er analog der Ansteckung der Mais-Blüten auch bei Hafer eine direkte Ansteckung des Fruchtknotens anstrebte, indem er die jüngsten Gewebe den Infektionskeimen aussetzen wollte. Er konnte aber durch die Bestäubung mit dem Pulverisator den Fruchtknoten schlecht erreichen und berichtet, dass sich die Zugänglichkeit leider vorzugsweise auf die federförmigen Narben beschränke, "die als ausgewachsenes Gewebe-Element der Infektion nicht mehr unterliegen, während die Fruchtknoten unter den Narben, welche die Spreutröpfchen auffangen, geschützt bleiben. Diese ungünstigen Umstände, welche eine natürliche Infektion der Fruchtknoten jedenfalls sehr erschweren und nicht sehr wahrscheinlich machen, liessen sich durch Abtragen der Narbe nicht völlig beseitigen".

Später klagt BREFELD (17), dass sich die Zeit, in welcher die Haferblüten geöffnet sind, schwer abpassen lasse und das künstliche Öffnen die Trennung der fest zusammenschliessenden Spelzen erfordere. Unter den geernteten Körnern wären viele taub gewesen. Die wenigen normal entwickelten Körner aber wären in der Keimkraft geschwächt gewesen und die daraus hervorgehenden Pflanzen seien zum grössten Teil eingegangen.

BREFELD (17) zog aber aus diesen Resultaten noch keinen endgiltigen Schluss, da nach seinen Erfahrungen beim Hafer "eine Reihe von Beobachtungen vorliege, wo das Auftreten von Brandpilzen kaum eine andere Erklärung zulässt als die, dass auch hier eine Blüten-Infektion stattfinden muss".

Zu derartigen Beobachtungen gehören sicher auch die 1908 von seinem Mitarbeiter FALCK (26) veröffentlichten. FALCK bestäubte Haferblüten - also sicher mit Narbe - mit frischen Brandsporen, erntete das Saatgut und säte es im Frühjahr ungebeizt aus. Diese Versuche ergaben so hohen Prozentsatz an brandigen Individuen (50 - 80%), wie ihn die analogen Ansteckungsversuche bei Weizen und Gerste ergeben hatten. Das gleiche Saatgut von nicht angesteckten Parzellen hatte keine Brandpflanzen ergeben.

Um die Frage der Blüten-Ansteckung beim Hafer zu klären, hat ZADE (87) schon im Sommer 1922 den Verlauf der Ansteckung bei Haferblüten studiert. Das Gleiche im Sommer 1923 zu tun wurde mir aufgetragen.

a. Verlauf der Ansteckung.

Es kam zunächst darauf an, diejenige Art der Bestäubung zu wählen, welche die sicherste Gewähr bot, dass jede Blüte mit genügender Sporenmenge angesteckt würde. Die BREFELDSche Zylinder-Infektion (17) kam nicht in Frage; die andere Art, die von BREFELD bei Ansteckung von Weizenblüten mit *Ustilago tritici* angewendet wurde, ist die mit Hilfe eines feinen Pinsels bewirkte Einführung von Brandstaub in die einzelnen Blüten, die sich zum Blühen geöffnet haben. Letztere Art wurde von LANGE (51) und von TIEMANN (72) bei Weizenblüten erfolgreich verwendet.

Wir verwendeten zu unsern Bestäubungen auch kleine Pinsel. Wir tauchten sie in frisches, auf Keimfähigkeit untersuchtes Sporenmateriale, entfernten den überschüssigen Sporenstaub durch Abklopfen, hielten dann d. Pinsel zwischen die aufklaffenden Deckspelzen und bliesen den Sporenstaub auf die Narbe, ohne diese zu berühren. Um eine zu starke Ansteckung zu vermeiden, wurde durch sofortiges Abblasen der Narbe noch ein Teil der Sporen entfernt. Auf diese Weise wurde, wie



Abb. 1.

Narbenast mit Sporen,
teils ausgekeimt zu Promycelien
und Konidien.



Abb. 2.

Narbenast mit ausgekeimten
Sporen. Es haben sich bereits
Mycelfäden gebildet.

die mikroskopische Untersuchung ergab, nicht bloss die Narbe genügend, sondern auch der Fruchtknoten mit Sporen bestäubt.

Gleich darauf wurde die äussere Deckspelze der bestäubten Blüte durch einen roten Punkt markiert. Als Farbe wurde Krapprot in Kopal-Bernsteinlack verwendet. Dieser Lack wurde nach den Angaben von Herrn Prof. RASSOW hergestellt und erwies sich auch bei grosser Hitze und andauernden Regengüssen haltbar. Nur musste er vor jedem Gebrauch frisch hergestellt und nach kurzen Zwischenpausen immer wieder verrührt werden, um ein Absetzen der Farbe zu verhindern. Es sei mir gestattet, Herrn Prof. RASSOW für die bereitwilligst erteilten Ratschläge an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.

Die Bestäubung wurde in den Nachmittags-Stunden zur Zeit des offenen Abblühens des Hafers vorgenommen. Es herrschte dabei meist eine Luft-Temperatur von 30 - 35° C.

Die Sporen blieben zum grössten Teile an den Narbenpapillen kleben und keimten hier wegen der grossen Hitze in der Regel erst am 4. Tage. Bei den vorjährigen Versuchen hat ZADE (87) festgestellt, dass die Sporenkeimung auf der Narbe bei feucht-warmer Witterung schon vor Ablauf eines Tages einsetzt. Ungekeimt gebliebene Sporen fanden sich nach dem 4. Tage auf der Narbe nur vereinzelt (Abb. 1); Die auf und zwischen die Haare des Fruchtknotens gefallen Sporen keimten nur selten. Die Gekeimten bildeten sehr dürftige Keimschläuche. Regelmässig konnten auch an der innern Spelzenwandung Sporen nachgewiesen werden, welche hierher wohl infolge der Berührung mit der Narbe gelangt waren: Diese keimten, offensichtlich begünstigt durch das Narbensekret, zu kräftigen Keimschläuchen aus.

Ebenso wie LANG (51, 52) bei der Ansteckung von Weizenblüten mit *Ustilago tritici* beobachten konnte, legten sich auch in Haferblüten die Keimschläuche nur selten den Narbenzellen an, sondern wuchsen beliebig nach allen Richtungen. Die Narbenzellen üben daher keinen chemotropischen Reiz auf den Pilz aus.

Verhältnismässig selten konnte ich Bildung von Konidien feststellen. Meist fand ich am 6. Tage nach der Ansteckung lange Mycelfäden ohne vorhergehende Konidienbildung (Abb. 2). Das dürfte mit der schon früher angeführten Beobachtung HERZBERGS (35) übereinstimmen, dass in gewissen Nährlösungen bei Temperaturen von 30° C Mycelbildung ohne Konidienbildung stattfindet.



Abb. 3a.

Brillenförmiges Parenchym der äusseren Spelze mit Mycelfäden.

b. Sitz des Mycels.

Jetzt galt es, den weiteren Verlauf der Mycelfäden zu beobachten und den von ihnen schliesslich erreichten Sitz festzustellen.

ZADE (87) hatte im regenreichen Sommer 1922 nachgewiesen, dass sich die aus den Konidien hervorgehenden Mycelfäden an der Innenwandung

der Deckspelzen festsetzten und in deren Parenchymschicht deutlich nachweisbar sind. Diese Schicht liegt unmittelbar unter der sehr schwach ausgebildeten innern Epidermis der Spelzen. Sie lässt sich mit dem Messer leicht abschaben und dann mikroskopisch untersuchen. Bei den heurigen Versuchen konnte ich das Mycel meist nach 10 - 11 Tagen in der Parenchymschicht der grünen Spelzen nachweisen. (Abb. 3). Allerdings fand ich es nicht immer in den Spelzen.

Der Grund für das Fehlen des Mycels in manchen Spelzen könnte möglicherweise in dem Markieren der Deckspelzen mit der roten Lackfarbe liegen, da der rote Punkt in der Eile des Markierens manchmal etwas grösser als gewünscht ausgefallen ist und eine Imprägnierung des noch jungen Spelzengewebes mit Lack leicht eine Beeinflussung des Zellsaftes im Gefolge haben könnte. Bei den vorjährigen Versuchen bezeichnete ZADE die angesteckten Blüten mit bunten Fädchen.

In grünen Spelzen von gleichaltrigen, nicht angesteckten Blüten konnte ich nie Mycel nachweisen. Es fällt damit der Einwand, dass das im Parenchym gefundene Pilzgewebe möglicherweise kein Brandmycel sei, sondern von Schimmelpilzen etc.

herrühren könne.

Wie schon ZADE (87) im vorigen Jahre ausführte, ist es ja ganz naheliegend, dass sich das Mycel in der Nachbarschaft seiner Bildung festsetzt, wenn es nicht in den Fruchtknoten eindringt, wie beim Weizen- und Gersten-Flugbrand. So viele Schnitte auch durch den Fruchtknoten und durch das reife Korn angelegt wurden, so konnte doch nur ganz vereinzelt Flugbrand-Mycel in der Oberhaut des reifenden

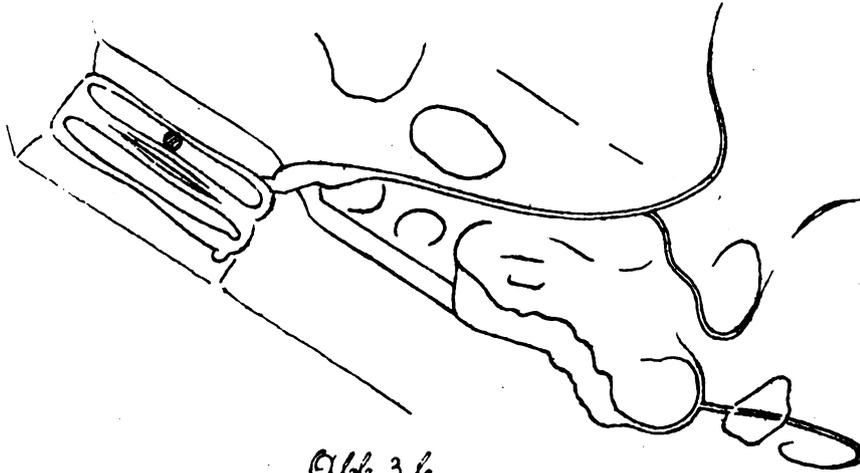


Abb. 3 b.

*Beilienförmiges Parenchym und Spaltöffnung der Antherspelze.
Zwei eingedrungenen Mycelfäden mit Zellulosescheiden.*

Korns nachgewiesen werden, im Embryo niemals. In den wenigen Fällen des Vorkommens von Mycel in der Oberhaut des Fruchtknotens konnte dieses allerdings ebenfalls einwandfrei als Flugbrand-Mycel nachgewiesen werden, da sich bei den angefertigten ganz dünnen Flächenschnitten der Ursprung des Fadens bis zur Spore zurück ableiten liess.

In der Oberhaut des reifenden und gereiften Kornes konnte ich ausser dem dürftigen Flugbrand-Mycel nicht selten auch fremdes Mycel beobachten, das aber schon durch die viel dickeren Mycelfäden als nicht zu *Ustilago avenae* gehörig sich kennzeichnete.

Wie bereits erwähnt, keimten die auf die Haare des Fruchtknotens gefallen Sporen gelegentlich aus. Das aus diesen Sporen hervorgegangene Mycel erschien wie verwoben mit den Haaren.

Die besonders kräftigen Entwicklungsstadien der zufällig auf Pollenkörner gefallen und gekeimten Sporen veranlassten mich, die häufig zwischen den Spelzen zurückgebliebenen Antheren-Reste auf Mycel zu untersuchen. Bei dem sehr leicht vorzunehmenden Zerlegen der Antheren liess sich die üppige Entwicklung des Mycels in den Antherenresten lückenlos verfolgen. Auch hier konnte in vielen Fällen der Ursprung des Mycelfadens bis zur Spore zurück abgeleitet werden. Drei Wochen nach erfolgter Ansteckung stellte ich fest, dass die Mycelfäden in den Antheren an manchen Stellen dicker wurden, bis schliesslich nach 4 Wochen fast keine Fäden mehr vorhanden waren, sondern nur noch bisquitförmige, äusserst kräftig entwickelte Gemmen, die nur noch hier und da durch ganz feine Fädchen verbunden waren. Oft waren auch diese Fadenreste schon verschwunden (Abb. 5). Die Gemmen stellen ohne Zweifel Dauerzustände dar.

Man könnte den Einwand erheben, dass die Gemmen in den Antherenresten nur von geringer Bedeutung sein können, da die Antheren doch in den meisten Fällen mit Hilfe ihrer verlängerten Fäden den Blütenapparat verlassen, sodass sie aus d. Spelzen heraushängen und dann abfallen. Wie ich aber in diesem Sommer beobachten konnte und auch durch die Ausführungen in der ZADEschen Monographie "der Hafer" (86) bestätigt fand, gelangen in den meisten Fällen nicht alle 3 Staubbeutel nach

aussen, obschon ihre Filamente ausnahmslos gestreckt sind. "Man sieht ausserhalb in der Regel nur den mittleren, während die beiden seitlichen innerhalb der eingerollten Seitenfalte der Aussenspelze oder auch von den Narbenästen festgehalten werden" (ZADE, 86).

In Antheren nicht angesteckter Blüten konnte ich zwar auch Mycelfäden im Gewebe beobachten, jedoch nur in geringer Menge.

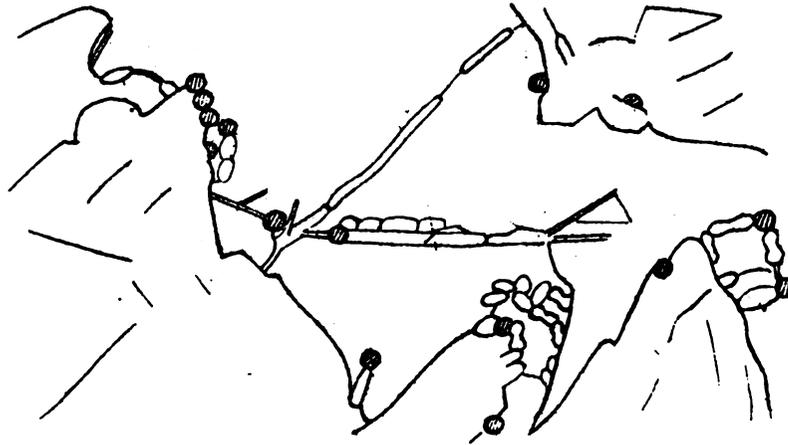


Abb. 4.
Narbenäste.

Entstehung von Gemmen 1. aus Konidien und
2. aus den Mycelfäden.

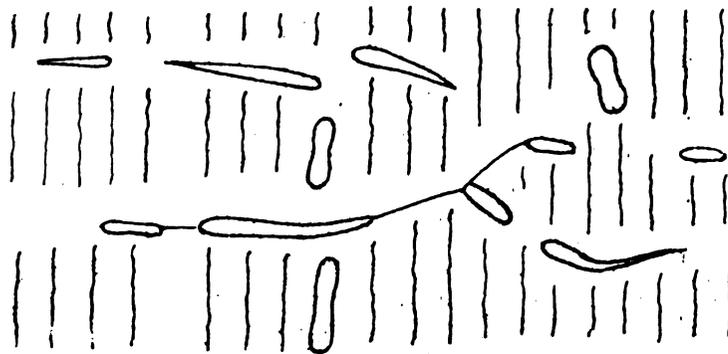


Abb. 5.
Antherennest.

Die Mycelfäden in den Antherennestern wurden an manchen Stellen dicker, bis schließlich nach 4 Wochen fast keine Fäden mehr, sondern nur noch bisquitförmige Gemmen vorhanden waren.

Ausser der beständigen Untersuchung der Spelzen, der reifenden Körner und d. Antheren verfolgte ich das Schicksal der auf den vetröckneten Narbenresten verbliebenen Mycelfäden. Hier konnte ich zwar nicht in allen Fällen, jedenfalls wegen der verschiedenen Ernährungs- und Feuchtigkeitsmengen, aber doch öfter ebenfalls Gemmenbildung beobachten. Ebenso wie in den Antheren entstanden an manchen Stellen der Mycelfäden Verdickungen, die nach 4 Wochen nurmehr durch ganz feine Fädchen verbunden waren. Auch diese Verdickungen hatten die typische bisquitförmige Gestalt (Abb. 4).

Zur deutlichen Sichtbarmachung des Mycels wurde in allen Fällen die von RA-WITSCHER (61, 67) empfohlene Färbung mit Hämalaun angewendet.

c. Diskussion der Ergebnisse.

Auch ohne den Sitz des Mycels zu kennen, hätte eine ganze Reihe von Beobachtungen dafür sprechen müssen, dass im angesteckten Haferkorn irgendwo Flugbrand-Mycel sitzen muss. Denn ebensowohl wie bei *Ustilago tritici* und *U. hordei* sind die Sporen von *U. avenae* fein bewarzt, sie stäuben zur Blütezeit aus, keimen auf d. Narbe fast vollzählig, das Optimum für die Sporenkeimung liegt zwischen 22 - 30°, das für die Mycelbildung zwischen 18 - 26° C.

Als dagegen sprechend hätte man nur die im Gegensatz zu *Ustilago tritici* und *U. hordei* vorhandene lange Keimfähigkeit der Sporen und das umständliche Auskeimen der Sporen zu einem Keimschlauch mit Konidien anzuführen. Wie aber bereits mehrere Male angeführt wurde, findet in gewissen Substraten bei Temperaturen um 30° C. keine Konidienbildung statt, sondern es tritt so wie bei *Ustilago tritici* und *U. hordei* sofort Mycelbildung ein.

Nach den über den Verbleib des Mycels gemachten Ausführungen kann die Infektion des Hafer-Keimlings auf mehreren Wegen erfolgen:

1. Durch das Mycel in der parenchymatischen Schicht der Spelzenwand 1).
2. Durch die in den Narben- und Antherenresten 2) befindlichen Mycelfäden u. Gemmen.
3. Durch das in der Oberhaut der Karyopse nachgewiesene Mycel.
4. Durch das Mycel an den Haaren der Oberhaut der Karyopse.
5. Durch die auf den Fruchtknoten gefallen und nicht ausgekeimten Sporen.

Keines weiteren Hinweises bedarf es wohl, dass nicht sämtliche der angeführten Infektionswege auf einmal zur Ansteckung des Keimlings führen werden. Je nach den gegebenen Verhältnissen wird der eine oder andere Weg überwiegen oder allein infrage kommen.

Die Bedeutung der ersten vier Infektionswege festzustellen, muss späteren Arbeiten vorbehalten bleiben. Klarheit herrscht nur über die Bedeutung der mehrere Jahre keimfähig bleibenden Sporen.

Dass die aussen an den Spelzen haften gebliebenen Sporen ohne Bedeutung sind, geht aus den in 3 aufeinander folgenden Jahren (1920 - 1922) von ZADE (87) ausgeführten Versuchen hervor. Eine Bestätigung dieses Ergebnisses liegt in den von PLOWRIGHT und TILLET (42), JENSEN (42) und KITUNEN (45) ausgeführten Versuchen.

Noch ungünstiger als die an der äusseren Spelzenwand sitzenden Sporen sind die beim Verstäuben in den Boden gelangten Sporen daran. Diesbezüglich von TUBEUF 1902 (75), KOCH 1904 (46) und von APPEL und RIEHM 1907 (6) angestellte Versuche ergaben trotz stärkster im Herbst durchgeführter Ansteckung des Bodens im Frühjahr keine einzige Brandrispe. Auch die von BREFELD (16) und KÜHN (49) so gefürchteten, dem Stalldünger und den Streuhalm anhaftenden Pilzkeime erwiesen sich nach den Versuchen von JENSEN (42) und TUBEUF (75) als gänzlich unschädlich.

Man nahm daher allgemein an, dass die Ansteckung der Haferkeimlinge von den zwischen Spelze und Kern sitzenden Sporen herbeigeführt wird. Durch die hier lagernden Sporen wird auch ein gewisser Befall herbeigeführt, was die Versuche von JENSEN (42), KITUNEN (45) und mir beweisen (siehe Tabellen am Schluss der Arbeit).

Es drängt sich nun noch die Frage über den Verbleib des Mycels bei *Avena nuda* auf. Da hier als Sitz des Mycels weder die Spelzen noch die von diesen festgehaltenen Antheren infrage kommen, kann die Infektion des Keimlings hier nur auf folgenden Wegen erfolgen:

1. Von dem auf der vertrocknenden Narbe und den Antheren entstehenden und dann zwischen die Haare des reifenden Kornes gelangenden Mycel, vor allem aber

1) In der Sklerenchymsschicht der Deckspelzen fand sich Flugbrand-Mycel nur in einem einzigen Falle. Es ist daher nicht anzunehmen, dass das Sklerenchym-Mycel als wesentlicher Verbreitungsherd des Pilzes in Betracht kommt. - 2) Narben- und Antherenreste befinden sich in fast jeder Spelzfrucht.

dessen Gemmen.

2. Von dem in der Oberhaut der Caryopse nachgewiesenen Mycel.

3. Von den auf den Fruchtknoten gefallenem und nicht ausgekeimten Sporen.

Wie aus meiner Tabelle am Ende der Arbeit hervorgeht, haben die dem Saatgut anhaftenden Sporen bei *Avena nuda* var. *chinensis* einen Befall bis zu 78% hervorgerufen. Diese hohe Befallziffer hängt aber mit der an und für sich schon ungleich grösseren Disposition mancher nacktfrüchtiger Hafersorten für Flugbrand zusammen. VAVILOV (80) berichtet, dass sich *Avena nuda* var. *inermis* stark infizierbar durch Brand, Kronenrost und Meltau erwies. Das gleiche konnte ich heuer wenn auch in geringerem Masse bei *Avena nuda* var. *chinensis* beobachten (siehe meine Tabellen). *Avena nuda* var. *biaristata* hingegen erwies sich nach VAVILOV (80) verhältnismässig immun gegen Kronenrost und Meltau und zeigte sogar Anzeichen für die Immunität gegen Brand. Nach ROSE (63) zeigen auch nacktsamige Gerstensorten die stärkste Disposition für Flugbrand.

Dass die nicht zu Mycelfäden ausgekeimten und nicht zu Gemmen werdenen Konidien für eine Ansteckung sowohl des bespelzten als auch des nacktfrüchtigen Hafers nicht inbetracht kommen, geht aus ihrer bereits nachgewiesenen höchstens 3 Wochen betragenden Lebensdauer hervor. Aber auch die zu meinen Versuchen verwendeten einen Monat alten Konidien vermochten nur einen ganz geringen Befall hervorzubringen (siehe Tabelle).

Alle angeführten Infektionswege sprechen keineswegs gegen die völlig erprobte Wirkung der bekannten Beizmittel, weil in allen Fällen der Infektionsherd in der Peripherie des Kernes liegt und so von der Beizlösung vollständig beeinflusst werden kann, was bei dem Vorkommen von Mycel im Korn-Inneren natürlich nicht der Fall wäre. Ferner spricht für die obigen Infektionswege die bekannte Erfahrung, dass schon durch alleiniges Spülen der entspelzten Körner mit Wasser der Brand beinahe restlos entfernt werden kann, ferner, dass schon das blosse Entfernen der Spelzen in bedeutendem Masse den Brand-Befall vermindert (KITUNEN 1922, 45).

d. Andere Bezeichnung für Blüteninfektion.

Nach dem erstmalig von ZILLIG (88) gemachten Vorschlage dürfte es zweckmässig sein, immer den Teil der Pflanze, welcher infiziert wird, als Grundlage für die Bezeichnung der Infektionsart zu wählen.

Aus der von ZILLIG für Weizen- und Gerstenflugbrand vorgeschlagenen Bezeichnung Sameninfektion lässt sich aber nicht auf den Sitz des Mycels schliessen. Man kann sowohl bei *Ustilago tritici* und *U. hordei* als auch bei *U. avenae* von einer Sameninfektion sprechen. Um jedoch genauer zu sein, möchte ich vorschlagen, bei *U. tritici* und *U. hordei* von einer Embryonalinfektion und bei *U. avenae* von einer Paleal- und Anthereninfektion zu sprechen.

Die Bezeichnung Blüteninfektion ist unzweckmässig, da noch eine andere Art d. Blüteninfektion bei den Brandpilzen möglich ist. Durch Aufbringen von *Ustilago violacea*-Sporen auf männliche und weibliche Blüten von *Melandryum album* konnte WERTH (83) eine allmähliche Verseuchung der betreffenden Pflanze von der Infektions-Stelle aus erreichen. Eine Infektion des Samens dagegen hat sich bei dieser Versuchspflanze bisher nicht erreichen lassen, Es handelt sich also hier um ein Eindringen des Mycels durch die zarten Gewebe d. Blüte in die Pflanze ganz analog dem Eindringen in den Keimling. Zum Unterschied von der Keimlings-Infektion dürfte hierfür die Bezeichnung Blüteninfektion angebracht sein.

Mit der neuen Bezeichnung könnte man vielleicht auch der Anregung von VOGT (81) gerecht werden, die ZADESche Bezeichnung "äussere Blüteninfektion mit sich anschliessender Keimlings-Infektion" durch eine andere zu ersetzen.

2. Keimlingsinfektion.

Infektionsversuche, bei denen das Eindringen des Mycels in den Keimling direkt verfolgt wurde, stellte zuerst KÜHN 1858 (48) mit *Tilletia caries* an, dann

HOFFMANN 1866 (37) mit *Ustilago Carbo*, WOLFF 1873 (85) mit einer grösseren Anzahl von Brandpilzen, DE BARY 1884 (11) und BREFELD 1895 (16) speziell für *Ustilago avenae*. BREFELD verfolgte dabei als Hauptzweck, den Nachweis zu führen, dass die saprophytisch erzeugten Konidien eine geeigneteren Impfmasse darstellen als die Sporen. Die mit Konidien verschiedenen Alters bespritzten Keimlinge lieferten bis zu 20% brandige Rippen. Er fand, dass die Pilzfäden in alle geimpften Keimlinge eindringen und überall in den Geweben nachweisbar waren, besonders aber in den Keimknoten und in den Keimscheiden. Wenn die Keimscheide eine Länge von 8 cm erreicht hatte, war die Infektion nicht mehr von Erfolg. Die Pilzfäden vermochten zwar noch einzudringen, gelangten aber nicht mehr zur Vegetationsspitze.

Über die Art des Eindringens schreibt DE BARY (11), dass die Pilzfäden der Ustilaginaceen sich durch die feste Membran des intakten Wirtes einbohren. Sie treten nie in eine Spaltöffnung ein. Selbst wenn die Konidien auf oder neben einer solchen liegen, bohrt sich der Pilzfaden entweder in eine Schliesszelle ein oder er wächst über die Spalte hinweg, um in die Wand einer benachbarten Zelle einzudringen.

Aus der Literatur ist bekannt, dass alle Ustilagineen ein Zellulose lösendes Ferment ausscheiden und auf diese Weise die Zellulose-Membran der Wirtspflanzen durchdringen können. Für *Ustilago avenae* hat HERZBERG (35) diese Erscheinung bei Kulturen auf Kartoffelscheiben beobachtet.

Die neusten Untersuchungen über das Eindringen von *Ustilago avenae* in die Wirtspflanze stellte LANG (52) an. Der Brandpilz kam in Sporenform zugleich mit den Haferkörnern in den Boden. Die Körner blieben in den Spelzen und wurden mässig mit Erde bedeckt. Eindringende Pilzfäden konnte er unterhalb des primären Knotens, also am gestreckten Keimknotenstück, verhältnismässig häufig feststellen. Für alle eingedrungenen Fäden gab es aber eine Grenze in dem weiteren Vordringen: sie liegt in der Ausbildung des ersten Knotens. War hier die Gewebe-Differenzierung nur einigermaßen fortgeschritten, so kam der Pilzfaden nicht mehr durch, sondern schritt zur Knäuelbildung.

Zur Keimlings-Infektion kommt es auch bei den neu festgestellten Infektionswegen. Das Mycel wird jedoch seltener von den Sporen ausgehen, sondern in der Regel wohl die 4 andern Infektionswege einschlagen.

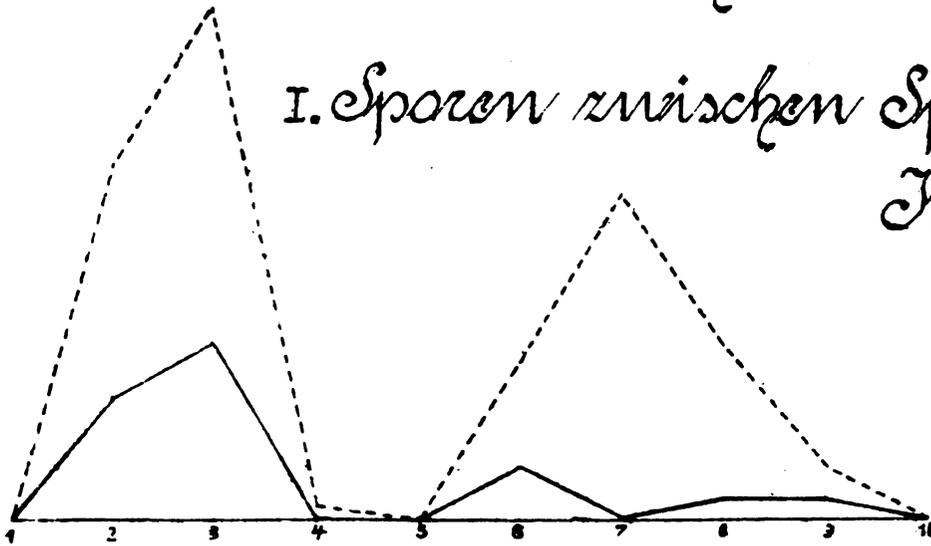
Dass Keimlinge aus kräftigen Saatkörnern entweder dem Eindringen des Pilzfadens einen grösseren Widerstand entgegen zu setzen befähigt sind oder durch ein gut ausgebildetes Endosperm und späterhin durch eine reichliche Ernährung aus dem Boden in ihrem Widerstande unterstützt werden, weist RAUK (60) für den Fichtelgebirgs-Hafer nach. Ähnliche Ergebnisse erhielten KITUNEN 1922 (45) und ich 1923 (siehe meine Tabellen) bei Verwendung von in Aussenkörner und Innenkörner sortiertem Saatgute. Die aus Innenkörnern hervorgegangenen Haferpflanzen erwiesen sich in den meisten Fällen 3 - 4 mal, in einigen Fällen sogar 10 - 20 mal so anfällig wie die aus den Aussenkörnern hervorgegangenen Pflanzen (siehe auch die folgenden Befalls-Kurven).

3. Verlauf des Pilzmycels im Spross.

LANG (52) folgte einem Faden, der in der Nähe des primären Knotens eingedrungen war und stellte fest, dass er nur so lange in der Zellulose-Scheide durch d. Zellen hindurch wuchs, als solche im Zustande des Absterbens vorhanden waren, also etwa durch 5 Zellschichten. Sobald er aber auf frisches Gewebe geriet, liess er die Zellen ganz unberührt: Er drang dann noch eine kurze Strecke senkrecht zur Längsaxe des Keimlings - wie bisher - vor und erreichte durch eine verhältnismässig schmale Eingangspforte zwischen der Gefässbündelkuppe des Keimknotens und dem Ansatz des ersten Blattes das Innere des Keimlings. Hier begann bereits die Verzweigung der Pilzfäden. Die Wachstumsrichtung war augenscheinlich von der den jungen Geweben eigenen Spannung beeinflusst. So verliefen z.B. die Fäden schon in den jüngsten Anlagen der Knoten vorwiegend in wagrechter Richtung, sie bogen aber am Rande in die Längsrichtung der dort befindlichen Gefässbündel-Anlagen ab. Im frischen Markgewebe wurde die Längsrichtung bevorzugt, wahrscheinlich wegen der zahl-

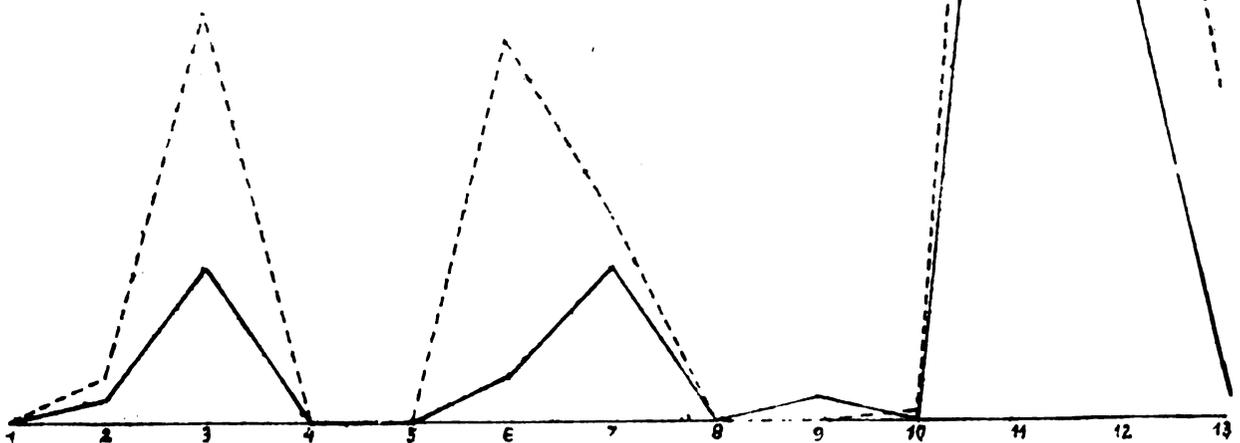
Ergebnis
der Freilandversuche.

I. Sporen zwischen Spelze und Kern.

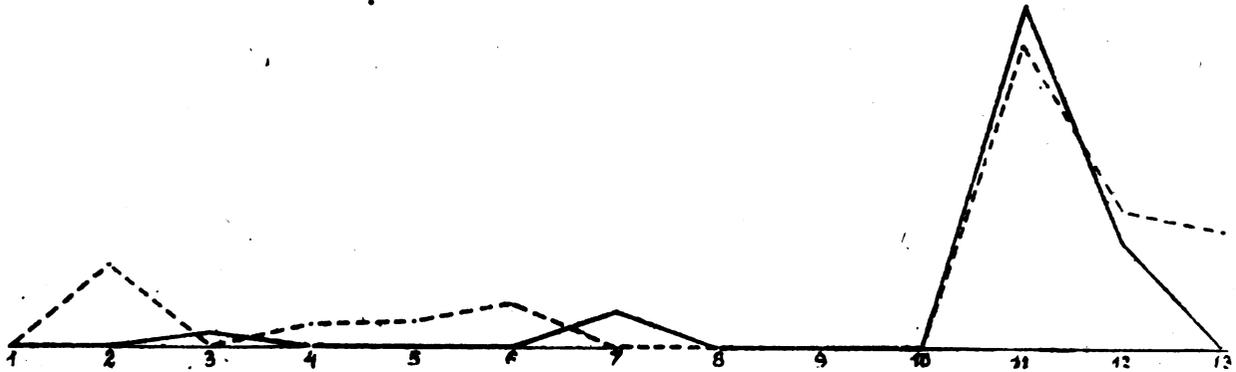


Die gestrichelte Linie bedeutet den Umfang des Befalles der aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen, die volle Linie den Umfang des Befalles der aus Aussenkörnern hervorgegangenen Pflanzen.

II. Körner ohne Spelzen
und mit Sporen bestäubt.



I. Ansteckung durch 4 Wochen alte Konidien.



reichen und weiten Zwischenräume, die hier in dieser Richtung verlaufen. War der Pilz einmal im Innern des Keimlings, dann erreichte er auch rasch die Vegetationsspitze.

Ist der Pilz in der Vegetationsspitze angelangt, so dürfte es der Nährpflanze nicht mehr möglich sein, etwa durch rascheres Wachstum dem Pilz zu enteilen. Dass langsame Jugend-Entwicklung des Sprosses in der Tat mit hoher Brand-Anfälligkeit im Zusammenhang steht, hat HILTNER (36) für den Fichtelgebirgs-Hafer nachgewiesen, welcher in der Schnelligkeit der Keimung, falls er vollständig ausge-reift ist, hinter keiner Sorte zurückbleibt, aber um einen, oft um zwei Tage später aus dem Boden hervorbricht als etwa Ligow-Hafer.

Im Verlaufe des Wachstums des Pilzes im Spross konnte LANG (52) nirgends ein Eindringen in die Zellen der Wirtspflanze feststellen oder auch nur ein Entsenden von Haustorien. Der Pilz hält sich, da er rückwärts rasch abstirbt, vorwiegend in dem embryonalen Gewebe auf und ernährt sich offenbar vermöge seiner grösseren osmotischen Kraft. LANG nennt diese Art Parasitismus Raumparasitismus.

RAWITSCHER (61) fand den Haferbrand in den befallenen Pflanzen nur im zweikernigen Zustand.

4. Sporenbildung.

Der Vorgang der Sporenbildung von Brandpilzen ist 1858 von KÜHN (47), 1869 von FISCHER v. WALDHEIM (28), 1874 von WOLFF (85) und 1912 speziell bei *Ustilago avenae* von RAWITSCHER (61) studiert worden.

Nachdem der Brandpilz in den Fruchtknoten des Hafers gelangt ist, durchziehen nach den Feststellungen RAWITSCHERS (61) die Mycelfäden die Interzellularräume des Wirtes, ohne die Zellen selbst anzugreifen. Nach einiger Zeit fangen die Hyphen an, sich zu verzweigen, in kleinere Hyphen zu zerfallen und so mitten zwischen den Zellen der Wirtspflanze ein Nest von Hyphenzellen anzulegen. Die von immer dicker werdenden Gallert-Hüllen umgebenen Hyphenzellen drängen die sie umschliessenden Zellen der Wirtspflanze auseinander und zerfallen zugleich in immer kleinere Stücke von unregelmässigen Umrissen, welche stets zweikernig sind. Aus den so entstehenden unregelmässigen und eckigen Zellen gehen die Sporen hervor. Bei der Sporenbildung verschmelzen dann die beiden Kerne.

Der zerstörende Einfluss des Parasiten tritt nach STROHMAYER (71) erst dann ein, wenn sich das vegetative Mycel zum sporenbildenden umgestaltet. Durch den

vom Pilz ausgeübten Reiz findet die Bildung der Hypertrophie statt, welche immer von Anschwellung des betreffenden Pflanzenteils begleitet ist. Diese entsteht dadurch, dass sich die parenchymatischen Zellen entweder vergrössern oder sich wie in den meisten Fällen zunächst in verschiedenen Richtungen teilen, dann aber auch auswachsen. In beiden Fällen findet die Ansammlung von Nährmaterial statt. Dieses neu gebildete Gewebe, welches also zur Unterhaltung des Pilzes dient, hat WAKKER (82) als Nährgewebe bezeichnet. In dessen Zellen dringen die Pilzfäden ein oder diese entsenden Haustorien, welche die Zellwand durchbohren und im Innern blasig anschwellen.

C. UNTERSUCHUNG DES VERHALTENS VERSCHIEDENER HAFERSORTEN GEGENÜBER USTILAGO AVENAE.

Bisher sind nur wenige Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Pflanzensorten gegen die durch Pilze und Tiere verursachten Krankheiten gemacht worden.

Zweck meiner heurigen Versuche war ausser manchen schon im vorausgehenden Teil dieser Arbeit behandelten Fragen folgende der Lösung näher zu bringen:

Unterscheiden sich die einzelnen Hafersorten bei gleich starker Infektion u. gleichen Existenz- und Kulturbedingungen durch den Brand-Befall? Erhalten sich diese Unterschiede und lassen sie sich als erbliche Sorten-Eigentümlichkeiten betrachten?

Die zur Beantwortung nötigen Freiland-Versuche wurden auf dem Versuchsfelde des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität Leipzig in Probstheida ausgeführt.

Der Boden ist leicht abbindender, humusarmer, sandiger Lehmboden von ca. 2 m Mächtigkeit. Der Säure-Gehalt des Bodens wurde nach der HASENBÄUMERSchen Methode bestimmt und ergab überall den Befund "schwach sauer". Die Höhe über dem Meer beträgt 145 m. Die Vorfrucht war Rotklee, vor diesem Hafer.

Vom 28.- 30. November 1922 wurde die Klee-Brache 23 cm tief gepflügt. Am 20. März 1923 wurde das Land geeeggt und kultiviert, am 23. März abegeeggt und am 29. März zuchtgartenmässig fertig gemacht.

Am 9. Februar und am 22. März wurden Düngemittel in folgender Menge verabreicht: Je ha 3 Zt. schwefelsaures Ammoniak, 8 Zt. Superphosphat, 1,5 Zt. 40% Kalisalz und 9 Zt. Kainit.

In der Auswahl der Sorten ging ich so vor, dass ich zu den heurigen Versuchen nur jene Sorten nahm, welche im vorigen Jahre entweder keinen Befall oder starken Befall gezeigt hatten.

Das Saatgut stammte vom Original-Saatgut, das von den einzelnen Züchtern für Sorten-Versuche geliefert wurde. Es wurde nicht gebeizt, um eine möglicherweise eintretende Abnahme der Lebenskraft der Pflanzen zu vermeiden. Dafür wurden aber für jede Sorte einige nicht infizierte Kontrollreihen angelegt.

Die Ansteckung des Saatgutes wurde auf 3 Wegen vorgenommen:

1. Durch Einführen der Sporen unter die äussere Deckspelze, da, wo der Keimling entlang wächst.
2. Durch Bestäuben der entspelzten Körner mit Sporen.
3. Durch Einbringen von Konidien unter die äussere Deckspelze, 4 Wochen vor dem Anbau.

Die Ansteckung des Materiales wurde auf folgende Weise vorgenommen:

Um die Körner zwischen Spelze und Kern mit Sporen anstecken zu können, wurde die äussere Deckspelze jedes Kornes mit einer nassen Nadel vorsichtig gelockert, dann wurde die feuchte Nadelspitze in das Sporenmaterial getaucht und unter die gelockerte Deckspelze bis zum Sitz des Embryos eingeführt. Es wurde dadurch erreicht, dass der Keimling beim Entlangwachsen unter der äusseren Deckspelze unbedingt mit Pilzfäden in Berührung kommen musste.

Die Ansteckung der entspelzten Körner wurde durch längeres Schütteln der Körner mit Sporenstaub vorgenommen. Stets wurde darauf geachtet, dass die Ansteckung der Körner je Sorte stets mit der gleichen Gewichtsmenge Sporenstaub durchgeführt wurde.

Die Impfung mit Konidien wurde 4 Wochen vor der Aussaat vorgenommen, um die Angriffskraft der aus diesen hervorgehenden Pilzfäden kennen zu lernen. Wieder wurden die äusseren Deckspelzen mit einer Nadel vorsichtig weit gelockert. Dann wurden diese Körner mit den etwas abstehenden Spelzen immer in Partien zu 60 Stück in Petrischalen gegeben, in welchen reichliche Mengen von Konidien waren. Die Konidien waren in Nährlösung aus Haferkeimlingen in 30 Petrischalen gezüchtet worden. Dadurch, dass die Nährlösung durch längeres Hin- und Herbewegen der Petrischalen unter die Deckspelzen drang, wurden auch Konidien mitgeführt, was mikroskopisch leicht festgestellt werden konnte. Nach erreichter Ansteckung wurden die Deckspelzen wieder angedrückt und die Körner getrocknet.

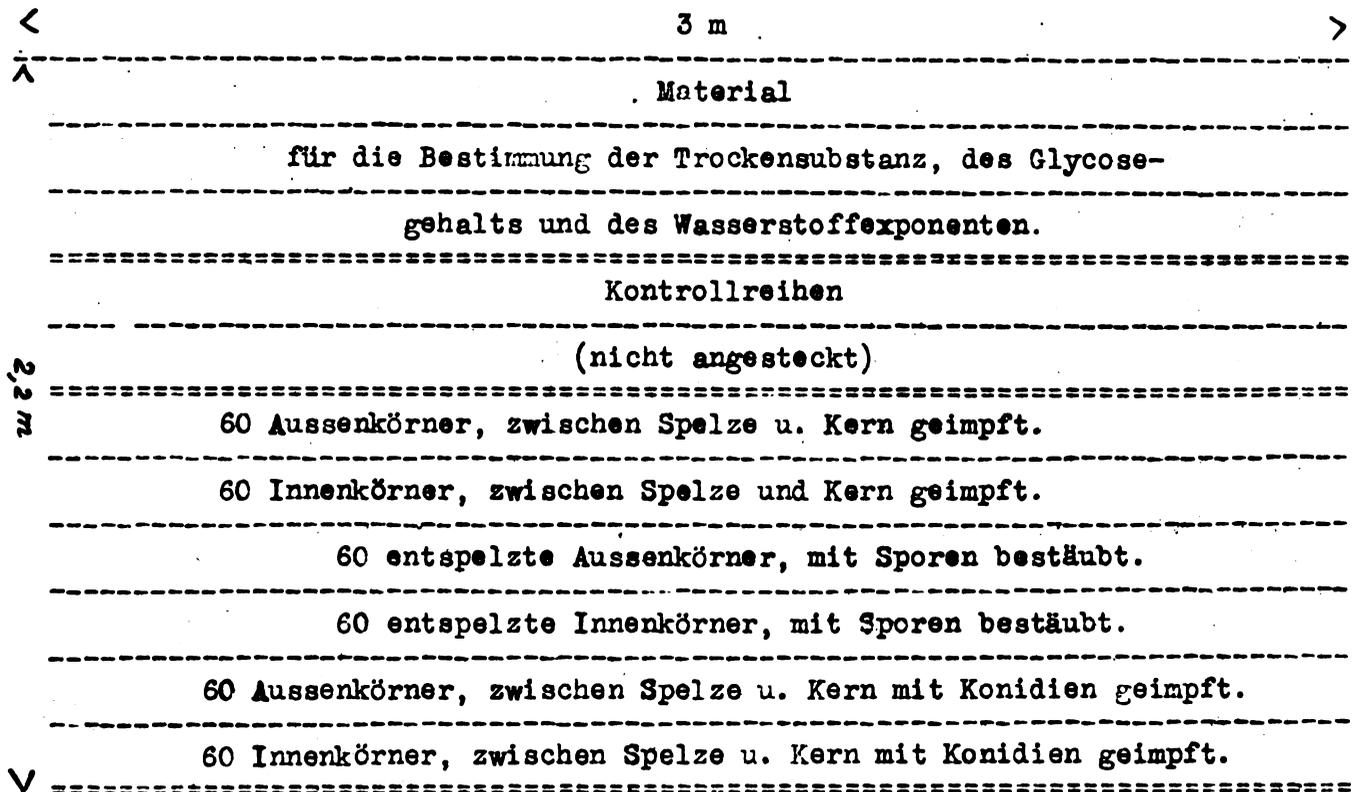
Kurz vor dem Anbau wurde noch das Sporenmateriale auf die Keimfähigkeit untersucht.

Die Aussaat erfolgte am 25. und 26. April 1923. Das angesteckte Material kam am 26. April in den Boden. Durch den späten Anbau wollte ich Erd-Temperaturen unter 10° C. aus dem Wege gehen, um der Infektion bestmögliche Bedingungen zu gewährleisten.

Beim Anbau bin ich nach der von Herrn Prof. ZADE für das Anlegen von Zuchtgärten empfohlenen Methode vorgegangen. Entlang des 3 m langen Trittbrettes wurden mit dem Markeur in Entfernungen von je 5 cm Löcher von 3 cm Tiefe in den Boden geprüllt und dann von 2 auf dem Trittbrett befindlichen Frauen die Körner gelegt und mit Erde bedeckt.

Eine Skizze des Anbau-Planes befindet sich auf der folgenden Seite.

Bei Sorte 1 - 10, Avena strigosa u. A. brevis.



Anbauplan.

a Versuch.	b Wiederholung.
1 Pflugs Baltersbacher Früh	10
2 Edlers Göttinger	9
3 Dippes Überwinder	8
4 Pflugs Baltersbacher Gelb	7
5 v. Lochows Gelb f. schweren Bod.	6
6 Carstens III	5
7 Strubes Schlanst.	4
8 Fischers Wirchenbl.	3
9 Friedrichsw. Berg	2
10 v. Lochow Gelb f. l. u. m. Bod.	1
11 <i>Avena muda</i> v. <i>chinensis</i> 1. Form	11
12 <i>Avena muda</i> var. <i>inermis</i>	12
13 <i>Avena muda</i> v. <i>inermis</i> 2. Form	13
14 <i>Avena strigosa</i>	14
15 <i>Avena brevis</i>	15

Anbau-Plan für Sorte 11 - 13 (Avena nuda).

3 m

Material

für die Bestimmung der Trockensubstanz, des Glycose-
 gehalts und des Wasserstoffexponenten.

Kontrollreihen

nicht

angesteckt.

60 grosse Körner, mit Sporen bestäubt

60 kleine Körner, mit Sporen bestäubt

60 grosse Körner, mit Konidien geimpft.

60 kleine Körner, mit Konidien geimpft.

Vom Tage des Anbaues bis zum 14. Mai machte ich folgende Beobachtungen,
 Messungen und Bestimmungen:

Tag	Wind- richtung.	Psychro- meter		Thermo- meter		Baro- meter	Erdtemperatur in einer Tiefe von				Re- gen mm	Allg. Witte- rungs Char.	Parz. a Wassergeh. des Bod. auf 100° erhitzt in %	Parz. b
		Psy.	Th.	Max.	Min.		3cm	12cm	25cm	50cm				
27IV	W	9	10	20,5	8	740	12	8	8,5	8	1	tr.R.	12	11,80
28IV	W	4,5	6	15	3,5	743	10	7	7,5	8		tr.		
29IV	NE	5	7	10	1	744	11	5	6	7,5		tr.	11,90	11,85
30IV	NW	8	9	16	5	746	13	8	8,5	8		tr.		
1.V.	SW	10,5	13	13	8	750	15	9	9	8,5		heit.	11,50	11,20
2.V.	O	11,5	13	19,5	9,5	752	15	10,5	10,5	9,5		heit.		
3.V.	SO	11,5	13	22,5	10	750	15	11,5	11,5	10,5		heit.	11,80	11,60
4.V.	SO	9	11	17,5	6	750	18	10	11,5	10,5		heit.		
5.V.	SO	14,5	18	22,5	10	749	17	12	12,5	11,5		heit.	11,90	11,85
6.V.	SO	15	19	29,5	13,5	748	17	15	15	12,5	2	Gew.		
7.V.	SO	16,5	18	31	14	748	17	15,5	15,5	14		heit.	11,70	11,75
8.V.	W	14	14	23,5	13	747	16	14	15	15	17	Gew.		
9.V.	W	15	16,5	19,5	13	740	16	14	14,5	14	17	Reg.	14,50	14,60
10.V.	NW	11	11,5	22	9,5	732	16	13	13,5	13	17	Reg.		
11.V.	NW	6,5	8	15	6,5	738	15	9	10	12	2	tr.	17,30	16,80
12.V.	NW	8,5	11	13,5	6	740	15	9	10	11,5	1	tr.		
13.V.	NW	7	10	17	4	744	15	7,5	8,5	11		heit.	13	12,60
14.V.	SW	6,5	7	14,5	6	741	14,5	9	9,5	10		heit.		

Der Aufgang der 10 bespelzten Hafersorten 1 - 10 erfolgte am 5. Mai, die 3
 Nackthafer, *Avena strigosa* und *A. brevis* gingen am 6. Mai auf.

Die entspelzten und mit Sporen bestäubten Körner von 8 Soerten ergaben lückenhaften Bestand. Nur Pflugs Baldersbacher Gelbhafer und v. Lochows Gelbhafer f. leichteren und mittleren Boden gingen gut auf. Am meisten nachteilig empfunden wurde das Entspezeln von *Avena strigosa* und *A. brevis*. Nur vereinzelte Pflanzen gingen auf.

Die Nackthafer zeigten in sämtlichen Reihen die meisten Lücken.

Im Laufe der Vegetationsperiode wurde der Boden zweimal gehackt und das Unkraut entfernt.

Der durch die Ansteckung erzielte Befall geht aus den oben gegebenen Kurven und den Tabellen am Schluss der Arbeit hervor.

Zum Vergleich der heurigen Ergebnisse mit den von ZADE (87) veröffentlichten vorjährigen sei folgende Zusammenstellung hinzugefügt. Die angeführten Ergebnisse beziehen sich auf entspelzte Körner, welche mit Sporenstaub bestäubt wurden.

Nr.	Sorte	Befall 1922 %	Befall 1923 %		Anmerkungen
1	Pflugs Baltersb. Fr.	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
2	Edlers Göttinger	9,3 13,2 15,7	1,6 3,2	2,9 4	
3	Dippes Überwinder	13,8 13,5 9,9	9 23,6	6,7 24,2	
4	Pflugs Baltersb. G.	0 0 0,2	0 0	0 0	
5	v. Lochows Gelb f. schwer. Bod.	0 0 0	0 0	0 0	
6	Carstens III	21,8 18,7 19,2	1,8 22,1	0,6 10,2	
7	Strubes Schlanst.	19,0 4,7 25,8	9,1 11,6	12,6 11,5	
8	Fischers Wirchenbl. III	20,9 26,9 26,5	0 0	0 0	Dafür ergaben bei F.W.III. die zwischen Spelze und Kern m. Sporen angesteckt. Körner 11% brand. Pflanzen.
8	Friedrichsw. Berg	0 0 1	1,6 0	1,5 0	
9	v. Lochows Gelb f. l. u. mittl. Boden	0 0 0	0 1,2	0 0,6	

Aus den angeführten Befallziffern geht hervor, dass sich der Brandbefall des Jahres 1922 nicht wesentlich von dem des Jahres 1923 unterscheidet. Auch KITUNEN (45) berichtet, dass seine Versuchsreihen der Jahre 1919 und 1920 mit denen des Jahres 1918 übereinstimmende Ergebnisse ergeben hätten.

Ob die trotz der gleichen Ansteckung beobachteten Unterschiede im Befall als erbliche Sorten-Eigentümlichkeiten zu betrachten sind, wird sich erst ergeben, wenn die Versuche fortgesetzt worden sind.

D. ERKLÄRT DIE THEORIE VON COMES DIE HEUER ERZIELTEN BEFALLZIFFERN?

Nach COMES (22) und KIRCHNER (44) gelingt die Ansteckung einer Pflanze durch einen parasitischen Pilz dann, wenn das spezifische Plasma des Pilzes die durch Schutzstoffe im Zell-Inhalte der Wirtspflanze begründete Widerstandsfähigkeit der Zellen zu überwinden imstande ist. Solche Schutzstoffe sollen vor allem Pflanzensäuren und ferner Enzyme sein. Dagegen sollen Zuckerarten die Widerstandsfähigkeit beeinträchtigen oder gänzlich aufheben.

Zur Feststellung, ob mit steigendem Glycosegehalte die Brand-Anfälligkeit vergrößert wird und mit steigendem Säuregehalt (fallendem Wasserstoff-Exponenten) die Widerstandsfähigkeit erhöht wird, wurden die in der Folge beschriebenen Arbeiten ausgeführt.

I. BESTIMMUNG DES GLYCOSEGEHALTES VON 10 SORTEN AVENA SATIVA, 3 HERKÜNFTE A. NUDA, A. STRIGOSA UND A. BREVIS.

In der Durchführung der Vorarbeiten für die Bestimmung des Glycose-Gehaltes bin ich nach den Angaben von AKERMAN und JOHANNSSON (1) vorgegangen. Der Glycosegehalt wurde nach der von BANG (9) ausgearbeiteten Mikro-Methode bestimmt.

Leitender Gedanke war, die Proben der verschiedenen Sorten möglichst gleichzeitig zu behandeln. Man kann es nach einigen zur Übung vorgenommenen Versuchsreihen mit einer oder zwei Hilfskräften dahin bringen, innerhalb 2 Stunden von 15 Sorten je 2 Proben zu nehmen, diese zu waschen, je Sorte 2 x 0,6 g abzuwägen, in Wägegläschen zu verteilen u. mit Äther zu versetzen.

Die Reinigungs- und Abwäge-Arbeiten wurden im Laboratorium des Versuchefeldes in Probstheida vorgenommen, von wo die im Wägegläschen befindlichen und mit Äther versetzten Proben zwecks weiterer Verarbeitung in das Institut für Pflanzenbau nach Leipzig gebracht wurden.

Die ersten Bestimmungen des Glycose-Gehaltes aller Sorten sollten der Einarbeitung dienen. Die dabei erhaltenen Resultate werden nicht angeführt, da für ihre Richtigkeit nicht die volle Gewähr übernommen werden kann.

Eine weitere Probenahme erfolgte am 16. Juni 1923, nachmittags von 3 - 5 Uhr. Es wurden Durchschnittsproben von 0,6 g frischen Halmen und 0,6 g frischen Blättern genommen. Am 17. Juni wurde der Äther abgedampft und die bei 70° C getrocknete Substanz bestimmt. Am 18. Juni wurde titriert. Ich erhielt dabei folgende Ergebnisse:

Halme.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrock- nete Sub- st. in mgr	Jod- verbr. n/200 in ccm	Zucker in mgr		Glycose- gehalt in % d. bei 70° getrockn. Subst.
				in 1 ccm Lösung	in 25ccm Lösung	
1	Pflugs Balterb. Früh	70	0,64	0,13	3,25	4,6
2	Edlers Göttingen	49	0,48	0,09	2,25	4,6
3	Dippes Überwinder	63	0,56	0,11	2,75	4,4
4	Pflugs Balterb. Gelb	54	0,68	0,14	3,50	6,5
5	v. Lochows Gelb f. schwer. Boden	56	0,84	0,18	4,50	8,0

Halme.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrock- nete Sub- st. in mgr	Jod- verbr. n/200 in ccm	Zucker in mgr		Glycose- gehalt in % d. bei 70° getrockn. Subst.
				in 1 ccm Lösung	in 25ccm Lösung	
6	Carstens III	57	0,72	0,15	3,75	6,6
7	Strubes Schlanstedter	56	0,72	0,15	3,75	6,7
8	Fischers Wirchenbl. III	59	0,80	0,17	4,25	7,2
9	Friedrichsw. Berg	55	0,96	0,21	5,25	9,5
10	v.Lochows Gelb f. 1. u. m. B.	61	0,88	0,19	4,75	7,8
11	A. muda v. chinensis 1. Form	66	0,92	0,20	5,00	7,6
12	A. muda v. inermis	64	0,80	0,17	4,25	6,6
13	A. muda v. chinens. 2. Form	60	0,76	0,16	4,00	6,6
14	A. strigosa	68	1,00	0,22	5,50	8,0
15	A. brevis	70	0,80	0,17	4,25	6,0

Blätter.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrock- nete Sub- st. in mgr	Jod- verbr. n/200 in ccm	Zucker in mgr		Glycose- gehalt in % d. bei 70° getrockn. Subst.
				in 1 ccm Lösung	in 25ccm Lösung	
1	Pflugs Baltersh. Früh	110	0,96	0,21	5,25	4,8
2	Edlers Götting.	83	0,72	0,15	3,75	4,5
3	Dippes Überwinder	93	1,04	0,23	5,75	6,2
4	Pflug Baldersh. Gelb	99	0,84	0,18	4,50	4,5
5	v.Lochows Gelb f. schw. Bod.	105	1,04	0,23	5,75	5,5
6	Carstens III	96	1,08	0,24	6,00	6,2
7	Strubes Schlanstedter	93	0,96	0,21	5,25	5,6
8	Fischers Wirchenbl. III	84	0,96	0,21	5,25	6,2
9	Friedrichsw. Berg	85	1,04	0,23	5,75	6,8
10	v.Lochows Gelb f.m.u.l. Bod.	95	1,12	0,25	6,25	6,6
11	A. muda v. chinens. 1. Form	115	0,96	0,21	5,25	4,6
12	A. muda v. inermis	101	0,88	0,19	4,75	4,7
13	A. muda v. chinens. 2. Form	92	0,96	0,21	5,25	5,7
14	A. strigosa	129	1,24	0,28	7,00	5,4
14	A. brevis	133	1,28	0,29	7,25	5,5

Glycosegehalt von Halm + Blatt.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrocknete Substanz v. Halmen u. Blättern in mgr	Glycosegehalt bei 70° getr. von Halmen u.	in % der Subst. Blättern
1	Pflugs Buttersb. Früh	130	9,4	
2	Edlers Götting.	132	9,1	
3	Dippes Überwinder	156	10,6	
4	Pflugs Baltersb. Gelb	153	11,0	
5	v.Lochows Gelb f.schw.B.	161	13,5	
6	Carstens III	153	12,8	

Arland, Hafer-Flugbrand.
Glycosegehalt von Halm + Blatt.

95.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrocknete Substanz v. Halmen u. Blättern in mgr	Glycosegehalt bei 70° getr. von Halmen u. Blättern	in % der Subst.
7	Strubes Schlanstedter	149	12,3	
8	Fischers Wirchnbl. III	143	13,4	
9	Friedrichsw. Berg	140	16,3	
10	v.Lochows Gelb f.l.u.m.	156	14,4	
11	Avena nuda v. chin. 1.F.	181	12,2	
12	Avena nuda v. inermis	165	11,3	
13	Avena nuda v. chin. 2.F.	152	12,3	
14	Avena strigosa	197	13,4	
15	Avena brevis	203	11,5	

Am 24. Juni erfolgte eine neue Probe-Entnahme vormittags zwischen 9 - 11 Uhr. An den vorhergehenden Tagen herrschte regnerisches, trübes, sonst aber warmes Wetter.

Das Abdampfen des Äthers erfolgte noch am selben Tage. Am 26. Juni wurde titriert.

Halme.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrocknete Subst. in mgr	Jod-verb. n/200 in ccm	Zucker in mgr		Glycosegehalt in % d. bei 70° getrockn. Subst.
				in 1 ccm Lösung	in 25ccm Lösung	
1	Pflugs Baltersh. Früh	55	0,52	0,10	2,50	4,6
2	Edlers Göttinger	44	0,40	0,07	1,75	4,0
3	Dippes Überwinder	51	0,64	0,13	3,25	6,4
4	Pflugs Baltersh. Gelb	52	0,68	0,14	3,50	6,7
5	v.Lochows Gelb f. schw. Bod.	55	0,76	0,16	4,00	7,3
6	Carstens III	50	0,64	0,13	3,25	6,5
7	Strubes Schlandtäster	56	0,56	0,11	2,75	4,9
8	Fischers Wirchnbl. III	47	0,64	0,13	3,25	7,0
9	Friedrichsw. Berg	47	0,64	0,13	3,25	7,0
10	v.Lochows Gelb f.l.u.mittl.B.	58	0,88	0,19	4,75	8,2
11	A. nuda v. chin. f. 1.	55	0,52	0,10	2,50	4,5
12	Avena nuda var. inermis	50	0,52	0,10	2,50	5,0
13	A. nuda v. chinens. 2. F.	56	0,48	0,09	2,25	4,0
14	Avena strigosa	54	0,64	0,13	3,25	6,0
15	Avena brevis	60	0,64	0,13	3,25	5,4

Anmerkung. - Die im Vergleich zum 16. Juni niedrigeren Werte für die getrocknete Substanz rühren daher, dass bei dieser Versuchsreihe die Hitze im Trockenschrank längere Zeit eingewirkt hat als bei der vorigen. Infolge des ständig vorzunehmenden Regulierens der Flamme (nicht über 70°) liess sich eine gleich lange Einwirkung der Hitze nicht erreichen.

Blätter.

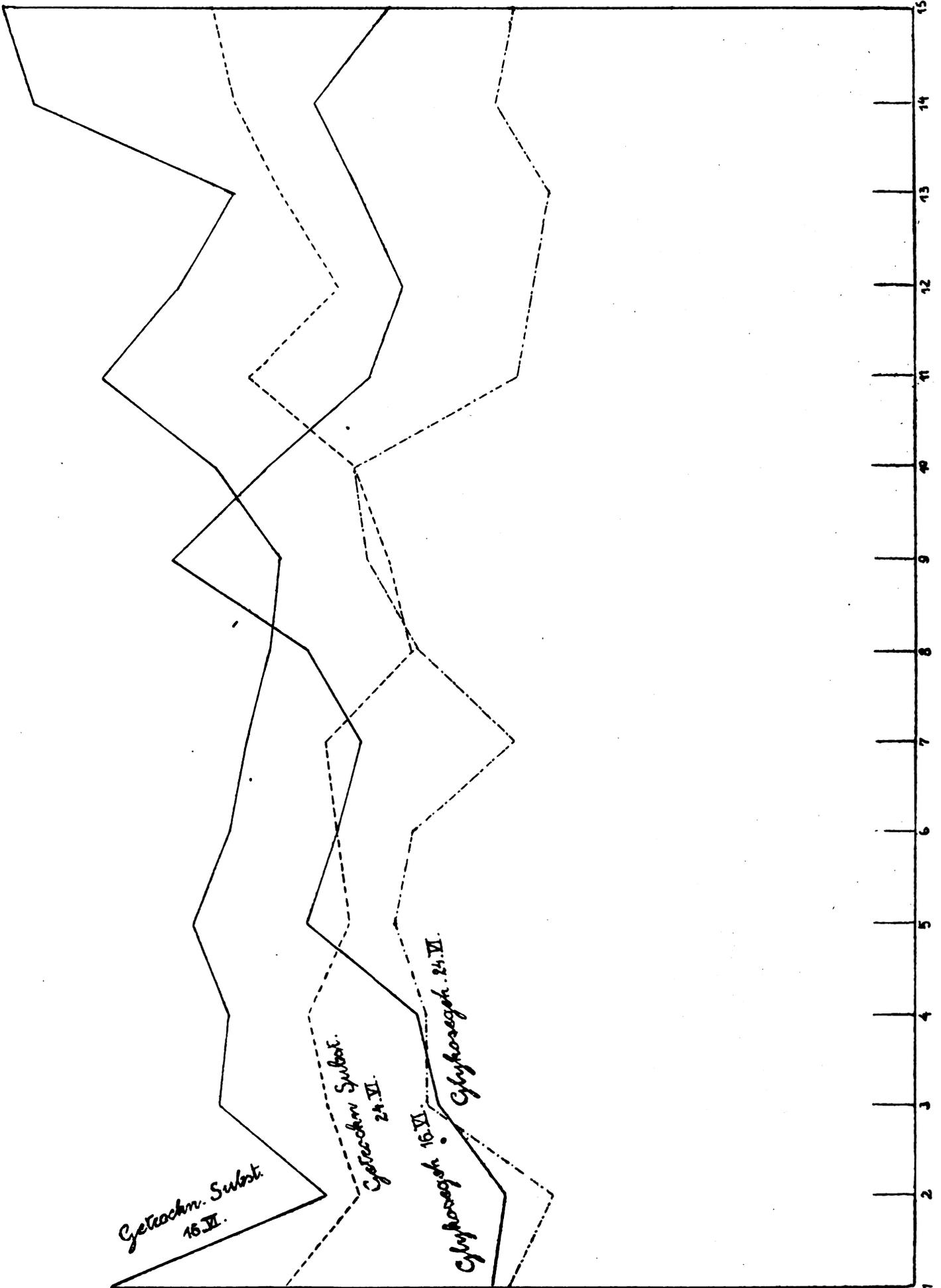
Nr.	Sorte	Bei 70° getrock- nete Sub- st. in mgr	Jod- verbr. n/200 in ccm	Zucker in mgr		Glycose- gehalt in % d. bei 70° getrockn. Subst.
				in 1 ccm Lösung	in 25ccm Lösung	
1	Pflugs Balt. früh	86	0,72	0,15	3,75	4,4
2	Edlers Göttinger	80	0,64	0,13	3,25	4,0
3	Dippes Überwinder	80	0,68	0,14	3,50	4,4
4	Pflugs Baltr. Gelb	83	0,68	0,14	3,50	4,2
5	v.Lochows Gelb f. schw. Bod.	70	0,60	0,12	3,00	4,2
6	Carstens III	79	0,72	0,15	3,75	4,7
7	Strubes Schlandtedter	76	0,60	0,12	3,00	4,0
8	Fischers Wirchenbl. III	64	0,52	0,10	2,50	4,0
9	Friedrichsw. Berg	68	0,64	0,13	3,25	5,0
10	v.Lochows Gelb f.l.u.m.Bod.	66	0,56	0,11	2,75	4,2
11	A. nuda v. chinensis 1. F.	93	0,76	0,16	4,00	4,3
12	Avena nuda v. inermis	79	0,56	0,11	2,75	3,5
13	A. nuda var. chinens. 2. F.	85	0,68	0,14	3,50	4,1
14	Avena strigosa	97	0,64	0,13	3,25	3,3
15	Avena brevis	96	0,64	0,13	3,25	3,3

Glycosegehalt von Halm + Blatt.

Nr.	Sorte	Bei 70° getrocknete	Glycosegehalt	in % der Subst. Blättern
		Substanz v. Halmen u. Blättern in mgr	bei 70° getr. von Halmen u.	
1	Pflugs Balt. Früh	141	9,0	
2	Edlers Göttinger	124	8,0	
3	Dippes Überwinder	131	10,8	
4	Pflugs Balt. Gelb	135	10,9	
5	v.Lochows Gelb schw. B.	125	11,5	
6	Carstens III	129	11,2	
7	Strubes Schlanstedter	132	8,9	
8	Fischers Wirchenbl.	111	11,0	
9	Friedrichsw. Berg	115	12,0	
10	v.Lochows Gelb f.l. B.	124	12,4	
11	A. nuda v. chinens. 1	148	8,8	
12	A. nuda v. inermis	129	8,5	
13	A. nuda v. chinens. 2	141	8,1	
14	Avena strigosa	151	9,3	
15	Avena brevis	156	8,7	

Weder beim Vergleich des Glycosegehaltes der Halme mit dem der Blätter noch beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Versuchsreihen untereinander konnte ich eine Parallelität feststellen. Erst durch Zusammenziehung der Ergebnisse von Halmen und Blättern trat die Übereinstimmung in Erscheinung. In den folgenden Kurven soll dies in übersichtlicher Weise dargestellt werden.

Die Kurven für die getrockneten Substanzen der am 16. und 24. VI. entnommenen Proben verlaufen nicht ganz parallel. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass sich wegen der Kleinheit der zu verarbeitenden Proben keine richtige Durchschnittsprobe nehmen liess. Hingegen besteht zwischen den Kurven für den Glycose



gehalt Übereinstimmung.

Ferner ersieht man aus dem Vergleich der Kurven, dass keine Übereinstimmung besteht zwischen dem Gehalt an getrockneter Substanz und Glykose.

Der Glycosegehalt erscheint um das Zehnfache vergrössert, um die Sorten-Unterschiede deutlicher hervortreten zu lassen.

II. BESTIMMUNG DES WASSERSTOFF-EXONENTEN p_H VON 10 SORTEN AVENA SATIVA, 3 HERKÜNFTE A. NUDA, A. STRIGOSA UND A. BREVIS.

Das Material für die Bestimmungen bildeten Durchschnittsproben von 2,6 g je Sorte. Diese Proben wurden sofort nach dem Wägen in kleine Stückchen zerschnitten, mit 25 ccm abgekochtem dest. Wasser versetzt und dann zerrieben. Der erhaltene grüne Press-Saft wurde in ein verschliessbares Fläschchen gebracht und mit einigen Tropfen Chloroform versetzt.

Stets wurden am folgenden Tage mehrere Proben auf elektrometrischem Wege (Wasserstoff-Ionen-Konzentration) untersucht, während am übernächsten Tage von sämtlichen Proben das p_H mit der Indikatorenmethode bestimmt wurde. Für die Einarbeitung in die auf elektrometrischem Wege erfolgende Bestimmung darf ich Herrn Prof. Dr. DRUCKER auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen. Den genaueren Gang der Untersuchung habe ich in der Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung veröffentlicht ¹⁾

Nicht unterlassen möchte ich, darauf hinzuweisen, dass ich mir wohl bewusst bin, dass meine bei Press-Säften erhaltenen Resultate nicht genau angeben werden, wie die Sorten in den Zellen reagieren. Da ich aber alle Sorten vollkommen gleich behandelt und auf dieselbe Art und Weise untersucht habe, bin ich der Ansicht, dass man manchen Schluss aus den bei Press-Säften erhaltenen Resultaten ziehen kann.

Die Probe-Entnahme erfolgte am 16, 21 und 24. Juni und am 4. und 7. Juli 23.

In der folgenden Tabelle sollen die bei der Bestimmung des Wasserstoff-Exponenten erhaltenen Resultate angeführt werden.

Nr.	Sorte	Halme					Blätter				
		Probeentnahme erfolgte am									
		16.6	21.6	24.6	4.7	6.7	16.6	21.6	24.6	4.7	6.7
1	Pflugs baltersh. Fr.	6,1	6,1	6,1	6,1	5,9			6,5		
2	Edlers Göttinger	6,1	6,1	6,1	6,1	5,9	6,5	6,5			
3	Dippes Überwinder	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0			6,4	6,4	
4	Pflugs Balth. Gelb	6,1	6,1	6,1	6,0	5,9					
5	v. Lochows Gelb f.s. B.	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9					
6	Carstens III	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9			6,5		
7	Strubes Schlanstädter	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9	6,5	6,5			
8	Fischers Wirchenbl.	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9			6,4	6,4	
9	Friedrichsw. Berg	6,0	6,0	6,0	5,9	5,8					
10	v. Lochows Gelb f.l.B	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8					
11	A. nuda v. chin. 1.F.	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9			6,5	6,4	
12	Avena nuda v. inermis	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,6	6,6			
13	A. nuda v. chinens. 2.F.	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9					
14	Avena strigosa	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9					
15	Avena brevis	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9					

Die Pflanzenpress-Säfte der 10 Sorten Avena sativa zeigten im Laufe der Ve-

1) Noch im Druck befindlich.

getationsperiode vom 16. VI. bis zum 6. VII. die Tendenz, saurer zu werden. Die 3 Herkünfte *Avena nuda*, *A. strigosa* und *A. brevis* behielten im Laufe derselben Zeit denselben Wert für den Wasserstoff-Exponenten.

Der Neutralitätspunkt liegt bei dem Wasserstoff-Exponenten von ungefähr 7,1.

III. VERGLEICH DER ERGEBNISSE MIT DEM BRANDBEFALL.

Zwischen den durch Ansteckung mit Sporen und Konidien erhaltenen Befallziffern und den bei der Bestimmung des Glycosegehaltes und des Wasserstoff-Exponenten erhaltenen Resultaten findet man keinen Zusammenhang. Die Theorie von COMES (22) erklärt also die heurigen Befallziffern nicht. Es ist jedoch hierin noch nicht das letzte Wort gesprochen, da ja aus den früheren Untersuchungen hervorgeht, dass die Ansteckung in vielen Fällen auf einem andern Wege als durch Sporen erfolgt und die Möglichkeit besteht, dass dann vielleicht doch ein Zusammenhang zwischen Befall einerseits und Glycosegehalt und Wasserstoff-Exponenten andererseits herrscht. Denn merkwürdig ist z.B., um nur eine Sorte herauszugreifen, dass bei allen unsern Versuchen v. Lochows Gelbhafer stets einen Befall fast gleich Null gezeigt hat, obwohl Lochow's Gelbhafer sonst nicht als immun bekannt ist.

Nach VAVILOV (80) gibt es auch unter den Weinsorten, bei denen zwar sonst am häufigsten die Theorie von COMES zutrifft, Fälle, die dieser Immunitäts-Theorie widersprechen und er scheint Recht zu haben, wenn er hier hinzufügt, dass die weitere Erforschung des Zellsaftes von verschiedenen immunen und empfänglichen Pflanzensorten sicher nicht wenig Ausnahmen von diesem allgemeinen, von COMES aufgestellten Schema ergeben wird.

E. GESAMTERGEBNIS DES EXPERIMENTELLEN TEILES DER ARBEIT.

Um festzustellen, wie die gesamte Entwicklung des Hafer-Flugbrand-Pilzes verläuft, wurde nach dem Vorbilde ZADEs eine grosse Zahl von Blüten etlicher Sorten von *Avena sativa* und *Avena nuda* mit frischen Hafer-Flugbrandsporen in den Nachmittagsstunden, d.h. zur Zeit des offenen Aufblühens des Hafers, im August des Jahres 1923 bestäubt. Die Blüten wurden hierbei nicht künstlich geöffnet, sondern es wurde abgewartet, bis sie sich infolge des Blüh-Vorganges selbst öffneten. Die Bestäubung konnte somit nur an wenigen Nachmittagsstunden vorgenommen werden u. geschah so, dass ein kleiner, vorher in frisches Sporen-Material getauchter Pinsel zwischen die aufgeklafften Deckspelzen gehalten und der Sporenstaub auf die Narbe geblasen wurde. Um eine zu starke Ansteckung zu vermeiden, wurde durch sofortiges Abblasen der Narbe noch ein Teil der Sporen entfernt. Auf diese Weise wurde, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, nicht bloss die Narbe, sondern auch der Fruchtknoten genügend mit Sporen bestäubt.

Es zeigte sich, dass die Sporen auf der Narbe wegen der grossen Hitze erst am 4. Tage auskeimten. Ungekeimt gebliebene Sporen fanden sich nach dem 4. Tage nur noch vereinzelt. Die auf und zwischen die Haare des Fruchtknotens gefallenen Sporen keimten nur selten.

Bei Luft-Temperaturen um 30° C trat keine Konidienbildung, sondern unmittelbar Mycelbildung auf. Bildung von Konidien konnte ich selbst bei tieferer Luft-Temperatur nur in wenigen Fällen beobachten. Konidien kommen auch für die im folgenden Frühjahr eintretende Keimlings-Infektion deshalb nicht in Betracht, weil eingetrocknete Konidien-Kulturen schon nach 6 Wochen durch Beschicken mit neuer Nährlösung nicht mehr zu Lebensäusserungen gebracht werden konnten.

Meist fand ich schon am 6. Tage nach der Bestäubung der Blüten mit Sporen lange Mycelfäden ohne vorhergehende Konidienbildung.

Beim Verfolgen des Schicksals der auf den vertrockneten Narbenästen verbliebenen Mycelfäden und der nicht zu Mycelfäden ausgekeimten Konidien konnte ich öfters Gemmenbildung beobachten. Diese trat - wahrscheinlich wegen des Wechsels der Feuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit, Niederschläge) - in wechselnder Weise in Erscheinung. Die Gemmen entstanden 1. als Glieder der Mycelfäden und 2. als Umwand-

lungsprodukte der Konidien.

Beim Verfolgen des weiteren Verlaufs der nicht zu Gemmen gewordenen Mycelfäden konnten als **S i t z d e s M y c e l s** selten die Oberhaut der Karyopse, zumeist die parenchymatische Schicht der Spelzenwand und ausnahmslos die zwischen den Spelzen verbliebenen Antheren- und Narbenreste nachgewiesen werden.

Die auf die Haare des Fruchtknotens gefallen und hier gelegentlich ausgekeimten Sporen lieferten Mycelfäden, welche mit den Haaren wie verwoben erschienen und keine Gemmen bildeten.

Dass die zwischen den Haaren des Fruchtknotens nicht ausgekeimten Sporen eine Ansteckung bewirken können, geht aus den in der Folge angeführten Ergebnissen meiner auf dem Versuchsfelde in Leipzig-Probstheida durchgeführten Freiland-Versuche hervor.

Der durch Einführung von Sporen zwischen Spelzen und Kern der zur Aussaat verwendeten Haferkörner erzielte Befall betrug bei 10 Sorten *Avena sativa* im Höchstfalle 29%, während durch Bestäuben der entspelzten Körner mit Sporen nur ein Befall von 24,2% erzielt werden konnte. Bei der durch Einführung von frischen Konidien zwischen Spelzen und Kern bewirkten Ansteckung trat ein Befall bis zu 5,1% auf. Alte Konidien erwiesen sich als keimuns-unfähig. Weder die Ansteckung durch Sporen, welche in die Blüte geraten aber bis zur Kornreife ungekeimt bleiben, noch die durch Konidien erklärt den in manchen Fällen bis zu 90% betragenden Brandbefall.

Durch Ansteckung der Körner von *Avena nuda* mit Sporen wurde bei *Avena nuda* var. *chinensis* ein Höchstbefall von 78,5% erzielt, mit Konidien nur ein solcher von 19,55%.

Die Sporen pflügen beim Nackthafer wie beim Spelzhafer alsbald nach der Bestäubung innerhalb der Blüte auszukeimen. Das Mycel verwebt sich auch hier mit den Haaren der Karyopsen-Oberhaut. Im Mycel innerhalb der Narben- und Antherenreste bilden sich Gemmen, welche wohl den Infektionsherd bilden. Wahrscheinlich besteht aber zwischen der Ansteckung des Nackt- und Spelzenhafers noch insofern ein Unterschied, als beim Nackthafer die zur Blütezeit ungekeimt gebliebenen Sporen, die zwischen den Haaren der Karyopse sitzen bleiben und nach der Aussaat der betreffenden Körner keimen, eine viel stärkere Ansteckung als beim Spelzhafer bewirken können. In der Oberhaut der nackten Frucht wurde nur selten Flugbrand-Mycel gefunden.

Offenbar ist der Nackthafer (wenigstens derjenige, welcher mit bei meinen Versuchen zur Verfügung stand, nämlich *Avena chinensis*) viel stärker Flugbrandanfällig als der Spelzhafer, analog der nackten und der bespelzten Gerste.

Avena strigosa und *A. brevis* erwiesen sich vollständig immun.

Die aus Innenkörnern hervorgegangenen Haferpflanzen waren meist 3 - 4 mal, in einigen Fällen 10 - 20 mal so anfällig wie die aus Aussenkörnern hervorgegangenen Pflanzen. Dies gibt dazu Veranlassung, bei der Saatgut-Sortierung nach Möglichkeit die Innenkörner auszuschneiden.

Der Brandbefall in den von ZADE veröffentlichten Versuchen des Jahres 1922 unterscheidet sich nicht wesentlich von dem von mir im Jahre 1923 festgestellten.

Zwischen den durch Ansteckung des Saatgutes mit Sporen und Konidien bei 10 Sorten *Avena sativa*, 3 Herkünften *A. nuda*, *A. strigosa* und *A. brevis* erhaltenen Befall-Ziffern und den bei der Bestimmung des **G l y c o s e g e h a l t e s** und des **W a s s e r s t o f f - E x p o n e n t e n** erhaltenen Ergebnissen konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Die Theorie von COMES (22) erklärt also die heurigen Befallziffern nicht. Für die Bestimmung des Wasserstoff-Exponenten wurde ein Verfahren ausgearbeitet, das ermöglicht, die Indikator-Methode bei grünen Pflanzen-Press-Säften anzuwenden und so innerhalb 2 - 3 Minuten eine Bestimmung durchzuführen. Den Gang der Untersuchung habe ich in der Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung geschildert. Er besteht in der Hauptsache in folgendem: 25 ccm grüner Pflanzen-Press-Saft werden in ein Fläschchen gefüllt u. zur Verhinderung von Zersetzungen mit einigen Tropfen Chloroform versetzt. Wenn das Fläschchen fest verschlossen und bei Zimmertemperatur 2 Tage aufgehoben wird, setzt sich das Blattgrün zu Boden und darüber lagert sich der klare Pflanzen-

Press-Saft. Nachdem man diesen durch Filtrieren gewonnen hat, kann man nach der bekannten Indikator-Methode den Wasserstoff-Exponenten bestimmen.

Aus gewissen Press-Säften, z.B. Rhabarber, kann das Blattgrün auch durch sofortiges Abfiltrieren entfernt werden.

LITERATUR.

- (1) ÅKERMAN und JOHANSSON, Beiträge z. Kenntn. der Kälteresistenz des Winterweizens, in Zeitschr. f. Pflanzenzücht. V (1917) Heft 4. - (2) Altes Testament, 1. Buch Könige 8,37; 2. Buch Chronika 6,28; Amos 4,9; Haggai 2,17. - (3) APPEL und GASSNER, Der derzeitige Stand unserer Kenntnis von den Flugbrandarten des Getreides, in Mitteil. Kaiserl. Biol. Anst. f. L. u. F. 1907, Heft 3. - (4) APPEL und GASSNER, Versuche über den Einfluss der Bestellungszeit u. verschiedenen Temperatur auf den Brandbefall, in Mitt. Biol. Anst. f. L. u. F. 1907, Heft 4. - (5) APPEL und GASSNER, Der Brand d. Hafers u. seine Bekämpfung, Flugblatt 38 der Biol. Anst. f. L. u. F. 1918. - (6) APPEL und RIEHM, Untersuchungen über d. Brandkrankheiten des Getreides, in Mitt. Biol. Anst. f. L. u. F. 1908, Heft 6. - (7) APPEL und RIEHM, Untersuchungen über d. Flugbrand d. Getreides, in Mitt. Biol. Anst. f. L. u. F. 1909, Heft 2. - (8) APPEL und RIEHM, Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen u. Gerste, in Arb. Biol. Anst. f. L. u. F. VIII (1911) Heft 3. - (9) BANG, Methoden der Zuckerbestimmung, Berlin 1914. - (10) DE BARY, Untersuchungen über die Brandpilze, Berlin 1853. - (11) DE BARY, Morphologie u. Biologie der Pilze, 1884, p. 389. - (12) BAUCH, Die Bedeutung der Brandpilze für allgemein biolog. Probleme, Mikrokosmos XV (1921-22) Heft 8. - BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie IV (1881) Kulturmethoden zur Untersuchung der Pilze, 1881. - (14) BREFELD, Untersuchungen etc. V (1883). - (15) BREFELD, Untersuchungen etc. XI (1895). - (17) BREFELD, Untersuchungen etc. XIII und XIV (1905, 1912). - (18) BREFELD, Untersuchungen etc. XIV. - (19) BREFELD, Neue Untersuchungen über die Brandpilze u. die Brandkrankheiten, II. Nachr. aus dem Club d. Landw. 1888. - (20) BREFELD, Vortrag über die Brandkrankheiten d. Getreides, in Jahrb. d. D. L. G. XXII (1907) p. 75 - 84. - (21) CLINTON, North American Ustilagineae, in Journ. of Mycology VIII (1902) p. 128 - 156, nach SCHIELLENBERG, Beitr. z. Kryptogamen-Flora d. Schweiz III, Heft 2, 1911. - (22) COMES, Über die Widerstandsfähigkeit des Getreides gegen Rost. sowie der Pflanzen im allgemeinen gegen Schädlinge. Ref. Internat. agrartechn. Rundschau VI (1915) p. 1342. - (23) DAGGEARD, Recherches sur la reproduction sex. d. champ. Le Botaniste 1893, p. 240 - 281. - (24) DUGGAR, Kryptog. Organ. als Krankheitserreger (Bot. G. XXXI, 1901, p. 32 ff nach HOLLRUNG, Jahresber. über die Neuerungen u. Leistungen auf d. Geb. d. Pflanzenkrankh. IV (1901) p. 29. - (25) ERIKSSON, Die Pilzkrankheiten d. landw. Kulturpflanzen. Leipzig 1913. - (26) FALCK, Die Flugbrandarten des Getreides, ihre Verbreitung u. Bekämpfung. Journ. f. Landw. 1908, p. 172. - (27) FISCHER v. WALDHEIM, Sur la structure des Spores des Ustilaginées, in Bull. Soc. nat. Moscou 1867. - (28) FISCHER v. WALDHEIM, Beiträge zur Biologie u. Entwicklungsgeschichte d. Ustilagineen, in Pringsh. Jahrb. VII (1869 - 70). - (29) FISCHER v. WALDHEIM, Aperçu systématique des Ustilaginées, leurs plantes nourricières. Paris 1877. - (30) HARPER, Nuclear phenomena in certain stages in the development of the smuts, in Trans. Wiscon. Acad. XII.2. (1899) p. 475 - 498, nach SORAUER-LINDAU, Handb. f. Pflanzenkrankh. 1923. - (32) HECKE, Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn, in Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr. 1904, p. 1 ff. - (33) HECKE, Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand, in Ber. D. Bot. Ges. 1905, p. 248 ff. - (34) HECKE, Der Einfluss von Sorte und Temperatur auf den Steinbarndbefall, in Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr. 1909, p. 49 - 66. - (35) HERZBERG, Vergleichende Untersuchungen über landw. wichtige Flugbrand-Arten in Zopfs Beitr. 1895. - (36) HILTNER, Über d. Abhängigkeit der Brandanfälligkeit d. Getreides v. dessen Keimungsenergie u. Entwicklungsgeschwindigkeit, in Prakt. Blätter f. Pflanzenb. u. Pflanzenschutz 1908, p. 67 - 69. - (37) HOFFMANN, Über den Flugbrand (Ustilago Carbo) in Bot. Unter. Giessen I (1867). - (38) HOFFMANN, Untersuchungen über d. Keimung von Pilzsporen, in Pringsh. Jahrb.

- 1860, p. 267. - (39) JENSEN, Om Konsorternes Brand (Anden Meddelelse) 188, p. 56 - 61, nach APPEL u. RIEHM (8). - (40) JENSEN, Nye Undersogelser og Forsog over Kornsorternes Brand 188, nach LANG (50). - (41) JENSEN, Propagation and prevention of smut, in Journ. Roy. Agric. Soc. XXIV.2. p. 11, nach (8). - (42) JENSEN, Neue Untersuchungen über d. Brand d. Getreides in Jahresber. "Markfrökontors" für 1887, Ref. Biederm. Zentralbl. f. Agrikulturchem. 1889, p. 50 - 56. - (43) KELLERMAN und SWINGLE, Report on the loose smuts of cereals, II. Ann. Rep. of the Exp. Stat. Kansas 1890, p. 213 nach (8). - (44) KIRCHNER, Untersuchungen über d. Empfänglichkeit unserer Getreide für Brand- und Rostkrankheiten, in Frühlin's landw. Ztg. 1916, Heft 1 - 4. - (45) KITUNEN, Untersuchungen über d. Haferbrand u. d. Brandanfälligkeit d. verschiedenen Hafersorten. Helsinki 1922 (Finnisch mit Deutscher Zusammenfassung). - (46) KOCH, Zur Bekämpfung des Haferbrandes, in D. landw. Presse XXXI (1904) p. 125. - (47) KÜHN, Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen u. ihre Verhütung, Berlin 1858. - (48) KÜHN, Über das Eindringen des Getreidebrandes in die Nährpflanze, in Sitz.Ber. naturf. Ges. Halle 1874. - (49) KÜHN, Zur Bekämpfung des Flugbrandes, in Biederm. Zentralbl. f. Agr.-Chem. 1889. - (50) LANG, Zur Ansteckung d. Gerste durch Ust. nuda, in Ber. D. bot. Ges. XXXV, p. 4 ff. - (51) LANG, Die Blüteninfektion beim Weizen-Flugbrand, in Zentralbl. Bakt. XXV (1910) p. 86 - 101. - (52) LANG, Zum Parasitismus der Brandpilze, in Jahresber. Vereinig. f. angew. Bot. X (1912) p. 172 - 180. - (53) LIEBENBERG, Üb. d. Dauer d. Keimkraft d. Sporen einiger Brandpilze, in Österr. landw. Wochenbl. 1879. - (54) LINDAU, Kryptogamenflora d. Mark Brandenb. Pilze, III. Ustilagineen. 1914. - (55) Mc. ALPINE, The smuts of Australia, their structure, life history, treatment and classification, in Dept. Agricult. Victoria 1910, nach (50). - (56) MEYEN, Pflanzenpathologie, 1841. - (57) PARAVICINI, Unters. über dn Zellkerne b. d. Fortpflanzung der Brandpilze, in Ann. mycolog. Berlin 1917. - (58) PERSOON, Synops. method. fungorum, Göttingen 1801, p. 224. - (59) PREVOST, Mémoire sur la cause immédiate de la carie du blé, Montauban 1807, nach (65). - (60) RAUM, Zum Flugbrand d. Hafers, in Prakt. Bl. f. Pflanzenb. u. Pflanzenschutz 1908. - (61) RAWITSCHER, Beitr. z. Kenntn. d. Ustilagineen, in Zeitschr. f. Bot. 1912, p. 673 - 703. - (62) RIEHM, Die Krankheiten der landw. Kulturpfl. u. ihre Bekämpfung, Berlin 1922. - (63) ROSE, Der Flugbrand d. Sommergetreidesaaten u. Massnahmen zur Bekämpfung dieses Pilzes in d. landw. Praxis. Diss. Rostock 1903. - (64) ROSTRUP, Nogle Undersogelser angaaende Ust. Carbo, Kopenhagen 1890, in Dansk. Vidensk. Selsk. Forh. 1890, p. 12, nach (35). - (65) SCHELLENBERG, Die Brandpilze der Schweiz, Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz III, Heft 2. - (66) SCHLEIDEN, Physiologie d. Pflanzen u. Tiere, nach (47). - (67) SCHNEIDER, Bot. Mikrotechnik, Jena 1922, p. 427. - (68) SCHROETER, Beobachtungen über einige Ustilagineen, in Cohn's Beitr. II, Heft 3. - (69) SORAUER-GRAEBNER, Handb. d. Pflanzenkrankh. - (70) SORAUER-LINDAU, Handb. d. Pflanzenkrankh. III.2, Berlin 1923. - (71) STROHMAYER, Anatomische Untersuchungen der durch Ustilagineen hervorgerufenen Missbildungen. Diss. Erlangen 1896. - (72) TIEMANN, Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für Ust. tritici u. d. Einfluss der äusseren Bedingungen dieser Krankheit. Diss. Halle 1921. - (73) TUBEUF, Pflanzenkrankheiten, durch kryptogame Parasiten verursacht, Berlin 1895. - (74) TUBEUF, Studien über d. Brandkrankheiten d. Getreides u. ihre Bekämpfung, in Arb. Biol. Anst. f. L. u. F. II (1901), 2. Heft. - (75) TUBEUF, Weitere Beiträge z. Kenntn. d. Brandkrankheiten d. Getreides u. ihre Bekämpfung, in Arb. Biol. Anst. f. L. u. F. II (1902), 3. Heft. - (76) TUBEUF, Die Brandkrankheiten des Getreides. Stuttgart 1910. - (77) TULASNE, Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées, in Ann. sc. nat. 3. Ser. VII (1847) p. 12 - 117. - (78) TULASNE, Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées, in Ann. sc. nat. 4. Ser. II, 1854. - (79) UNGER, Exantheme der Pflanzen, Wien 1833. - (80) VAVILOV, Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten, Moskau 1918, Russisch mit engl. Zusammenfassung. - (81) VOGT, Ein Beitrag zur Kenntnis von Helminthosporium gram. in Arb. Biol. Reichsanst. f. L. u. F. 1923, Heft 5. - (82) WAKKER, Untersuchungen über den Einfluss paras. Pilze auf ihre Nährpflanzen, in Pringsh. Jahrb. XXIV (1892) p. 533 - 536. - (83) WERTH, Zur Biologie des Anthebenbandes, in Arb. Biol. Anst. f. L. u. F. VIII (1911) p. 427 - 450. - (84) WILLE,

Mycologische Notiser. Sep. aus Botaniska Notiser 1893, Ref. in Ztschr. f. Pflanzenkrankh. IV (1894) Heft 3. - (85) WOLFF, Der Brand des Getreides, seine Ursachen und seine Verhütung. Halle 1874. - (86) ZADE, Der Hafer. Jena 1918. - (87) ZADE, Experimentelle Untersuchungen über die Infektion des Hafers durch Hafer-Flugbrand, in Frühlings Landw. Ztg. LXXI (1922) Heft 21/22. - (88) ZILLIG, Über spezialisierte Formen beim Antherenbrand, Ustilago violacea, in Zentralbl. f. Bakt. 2. Abt. LIII (1921) p. 33 - 74. - (89) ZOPF, Kritische Bemerkungen zu Brefelds Pilzsystem, in Zopf's Beitr. Heft 3.

Vorliegende Arbeit wurde im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität Leipzig unter Leitung von Herrn Prof. Dr. ZADE ausgeführt.

Es sei mir gestattet, diesem meinem sehr verehrten Lehrer für das der Arbeit entgegengebrachte grosse Interesse, sowie für die wertvollen Ratschläge, welche mir stets in freundlichster Weise erteilt wurden, meinen verbindlichsten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

BEILAGE: ERGEBNIS DER FREILANDVERSUCHE.

Angebaut wurden
bei

Sorte I - X.

Avena nuda (XI - XIII).

1	60 Aussenkörner, zwischen Spelze u. Kern mit Sporen geimpft	1	60 grosse Körner, mit Sporen bestäubt
2	60 Innenkörner, zwischen Spelze u. Kern mit Sporen geimpft.	2	60 kleine Körner, mit Sporen bestäubt
3	60 entspelzte Aussenkörner, mit Sporen bestäubt	3	60 grosse Körner, mit Konidien geimpft
4	60 entspelzte Innenkörner, mit Sporen bestäubt	4	60 kleine Körner, mit Konidien geimpft
5	60 Aussenkörner, zw. Spelze u. Kern mit Konidien geimpft		
6	60 Innenkörner, zw. Spelze u. Kern mit Konidien geimpft		

Die in der Zusammenstellung in den Reihen 1 - 6 übereinander geschriebenen Zahlen bedeuten die Ergebnisse von Parzelle und Kontrollparzelle.

In den für jede Sorte angelegten n i c h t infizierten Reihen trat n i e m a l s Flugbrand auf.

Nr.	Sorte	Im ganzen wurden gezählt	davon hatten													Summa der Pfl. mit ges. Risp.
			1	2	3	4	5	6	Sa. d. Pfl m. br. R.	1	2	3	4	5	6	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
1 2 3 4 5 6	I. Pflugs Baltersb. Früh.	a 50								5	22	22	1			50
		b 44								5	7	13	15	2	2	44
		a 54								1	30	20	3			54
		b 38								5	9	16	4		3	37
		a 26								6	15	4	1			26
		b 19								1	7	4	1	4	2	19
		a 26								1	19	5	1			26
		b 20								1	9	6	2	2		20
		a 48								12	19	13	3	1		48
		b 43								2	5	15	13	6	2	43
		a 45								12	14	15	2	2		45
		b 42								4	18	11	9			42
1 2 3 4 5 6	II. Edlers Göttfinger.	a 51	5		1				6	4	21	18	2		45	
		b 41			1				1	22	13	5			40	
		a 47	9	1					10	16	12	8			36	
		b 41	4	4					8	16	10	4			30	
		a 30			1				1	16	8	3	2			29
		b 28								12	10	6				28
		a 33			1				1	20	7	4				31
		b 30	2	2					1	13	12	3	1			29
		a 25								14	8	3				25
		b 30								4	19	4	3			30
		a 36								21	14	1				36
		b 39	2						4	17	12	4	1			35
1 2 3 4 5 6	III. Dippes Überwinder.	a 39	1		2	2			5	15	12	6		1	34	
		b 39	2		1				3	10	16	6	2		34	
		a 51	3	6	4	1			14	7	18	8	3		36	
		b 51	10	5	1				16	11	16	4	3		1	35
		a 22		1					1	7	7	6				20
		b 30	2	1	1				4	2	8	10	2	4		26
		a 44	4	4	1				9	13	12	7	1			33
		b 35	6	1	1	1			9	17	7	2				26
		a 43	1						1	12	15	9	4	2		42
		b 38								12	9	15	2			38
		a 51								17	20	12	2			51
		b 47								14	12	10	8	2	1	47

Zahl d. Pflanzen mit sowohl brandigen wie auch gesunden Rispen.	davon waren						Von der Gesamtz. d. verbl. Pfl. (Sp. XIX) waren		Von der Gesamtz. der Rispen (Sp. XX) waren	
	Nach Abzug d. Pfl. Sp. XVIII von Sp. III verblieben n. insgesamt (Sp. X u. XVII)		brandig		gesund		brand. %	ges. %	brand. %	ges. %
	Pfl. XIX	mit Rispen XX	Pfl. Sp. X XXI	mit br. Rsp. XXII	Pfl. Sp. XVII XXIII	mit ges. Rsp. XXIV				
XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
	50	119			50	119				
	44	140			44	140				
	54	133			54	133				
(2 ges., 1 krank)	37	105			37	105				
	26	52			26	52				
	19	63			19	63				
	26	58			26	58				
	20	55			20	55				
	48	106			48	106				
	43	151			43	151				
	45	103			45	103				
	42	109			42	109				
	51	116	6	8	45	108	11,8	88,2	6,8	93,2
	41	66	1	3	40	63	2,4	97,6	4,5	95,5
(1 ges., 1 krank)	46	75	10	11	36	64	21,7	78,3	14,7	85,3
2x(1g., 1 k) 1x(1g. 1k)	38	60	8	12	30	48	21,0	79,0	20,0	80,0
	30	52	1	3	29	49	3,3	96,7	5,8	94,2
	28	50			28	50				
1x (1 ges. 1 kr.)	32	49	1	3	31	46	3,1	96,9	6,1	93,9
	30	51	1	1	29	50	3,3	96,7	2,0	98,0
	25	39			25	39				
	30	66			30	66				
	36	52			36	52				
	39	38	4	6	35	62	10,3	89,7	8,8	91,2
	39	77	5	15	34	62	12,8	87,2	19,5	80,5
1x(2g 1k), 1x(1g, 3k)	37	73	3	5	34	68	8,1	91,9	6,5	93,2
1x(1 ges., 1 krank)	50	110	14	31	36	79	28,0	72,0	28,2	71,8
	51	96	16	23	35	73	31,4	68,6	24,0	76,0
1x(1 ges., 1 kr.)	21	41	1	2	20	39	4,3	95,2	5,0	95,0
	30	83	4	7	26	76	13,3	86,7	8,4	91,6
1x(1g, 1k), 1x(3g, 2k)	42	77	9	15	33	62	21,4	78,6	19,5	80,5
	35	52	9	15	26	37	25,8	74,2	29,0	71,0
	43	96	1	1	42	95	2,3	97,7	1,0	99,0
	38	83			38	83				
	51	101			51	101				
	47	116			47	116				

Nr.	Sorte	Im ganzen wurden gezählt	davon hatten														Summa der Pfl. mit ges. Risp.
			brandige Rispen Pflanzen:						Sa. d. Pfl. m. br. R.	Gesunde Rispen Pflanzen:							
			1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	
1 2 3 4 5 6	IV. Pflugs Baltersh. Gelb für schwe- ren Boden.	a 40								2	13	18	7			40	
		b 29									9	13	4	3		29	
		a 52	1							1	15	17	11	5	2		50
		b 37									4	13	15	6			37
		a 35									5	13	13	3	1		35
		b 32									7	5	12	6	2		32
		a 39									7	20	9	3			39
		b 28									5	7	9	5	2		28
		a 42									6	5	20	10	1		42
		b 34									4	9	15	4	2		34
		a 50	1							1	7	15	19	7	1		49
		b 40									7	9	16	6	2		40
1 2 3 4 5 6	V. v. Lochows Gelb für schweren Boden.	a 35								2	10	17	5	1		35	
		b 27								3	5	10	5	3	1	27	
		a 36									15	5	11	3	2		36
		b 27									2	8	10	5	2		27
		a 27									8	12	5	2			27
		b 37									8	14	10	2	1	2	37
		a 36									6	14	13	3			36
		b 34									7	10	11	5	1		34
		a 29									7	9	10	3			29
		b 21									5	5	3	7	1		21
		a 37						1		1	8	15	10	3			36
		b 36									9	8	15	1		1	36
1 2 3 4 5 6	VI. Carstens III.	a 36				1			1	2	9	12	5	6	1	35	
		b 33	1						1	6	11	9	3			29	
		a 58	5							5	1	16	11	11	3	3	45
		b 55		2	1	1				4	5	14	19	9	1		48
		a 22									2	5	8	5	2		22
		b 28	1							1	5	6	8	6	2		27
		a 35	2	3	1		1			8		8	6	6	2	1	23
		b 35		2	2		2			6	5	6	8	7	1		27
		a 53									12	4	19	6	7	5	53
		b 46									7	12	15	10	2		46
		a 42									6	15	12	7	1	1	42
		b 41	1	1						2	1	14	12	9	1	1	38

Zahl d. Pflanzen mit sowohl bran- digen wie auch gesunden Rispen.	davon waren		brandig				gesund		Von der Gesamtz. d. verbl. Pfl. (Sp. XIX) waren		Von der Gesamtz. der Rispen (Sp. XX) waren	
	Nach Abzug d. Pfl. Sp. XVIII von Sp. III verblieben n. insgesamt (Sp. X u. XVII)		Pfl. Sp. X	mit br. Rsp.	Pfl. Sp. XVII	mit ges. Rsp.	brand. %	ges. %	brand. %	ges. %		
	Pfl.	mit Rispen										
XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII		
	40	110			40	110						
	29	88			29	88						
1x (2 ges., 1 kr.)	51	113	1	1	50	112	2	98	0,9	99,1		
	37	95			37	95						
	35	87			35	87						
	32	87			32	87						
	39	86			39	86						
	28	76			28	76						
	42	121			42	121						
	34	93			34	93						
	50	128	1	1	49	127	2	98	0,8	99,2		
	40	107			40	107						
	35	98			35	98						
	27	84			27	84						
	36	80			36	80						
	27	78			27	78						
	27	55			27	55						
	37	91			37	91						
	36	85			36	85						
	34	85			34	85						
	29	67			29	67						
	21	57			21	57						
	37	84	1	4	36	80	2,7	97,3	4,7	95,3		
	36	90			36	90						
1x(1 g.1 k) 1x(2g,1k)	36	115	1	3	35	112	2,8	97,2	2,8	97,4		
1x (1 ges., 5 krank)	30	68	1	1	29	67	3,3	96,7	1,5	98,5		
1x(3g,2k.), 1x(1g,3k)	50	148	5	5	45	143	10,0	90,0	3,4	96,6		
5x(2g,1k.), 1x(1g,1k)	52	142	4	11	48	131	7,7	92,3	7,7	92,3		
	22	66			22	66						
	28	76	1	1	27	75	3,6	96,4	1,3	98,7		
2x(2g,1k), 2x(3g,2k)	31	93	8	19	23	74	26,0	74,0	20,4	79,6		
1x(2 ges., 2 krank)	33	92	6	18	27	74	18,2	81,8	20,0	80,0		
	53	166			53	166						
	46	126			46	126						
	42	111			42	111						
	40	115	2	3	38	112	5,0	95,0	2,6	97,4		

Nr.	Sorte	Im ganzen wurden gezählt	davon hatten													Summa der Pfl. mit ges. Risp.	
			brandige Rispen Pflanzen:						Sa. d. Pfl. m. br. R.	Gesunde Rispen Pflanzen:							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
1 2 3 4 5 6	VII. Strube's Schlanstedter.	a 44								10	20	10	1	3		44	
		b 41								14	6	12	4	4		40	
		a 50	5	5	1	1			1	12	17	6	8				31
		b 47	4		1	1				5	19	9	8	4	1		41
		a 40	1		1					4	14	13	6	3			36
		b 36	1		2					3	9	11	11	1		1	33
		a 29	1	1				1		3	9	7	8	1			25
		b 34	2	2						4	9	10	7	2			28
		a 42	1							1	10	14	15	2			41
		b 48		1						1	12	10	16	8		1	47
		a 49									16	16	9	6			47
		b 54									18	15	13	5	3		54
1 2 3 4 5 6	VIII. Fischers Wirchenbl.	a 47		1					1	10	15	13	6	2		46	
		b 43								18	13	12				43	
		a 55	2	1		2	1		6	12	12	15	3	1		43	
		b 38		3					3	18	7	6	2			33	
		a 27								7	13	4	1	2		27	
		b 25								6	11	3	4	1		25	
		a 28									11	5	5	7			28
		b 35									11	10	8	6			35
		a 40									9	9	13	8	1		40
		b 33									7	10	14	2			33
		a 33									13	11	7	2			33
		b 39									15	15	4	4	1		39
1 2 3 4 5 6	IX. Friedrichsw. Berg.	a 42	1						1	17	14	6	4			41	
		b 46								8	24	8	5	1		46	
		a 52	2						2	25	17	4	3			49	
		b 43	1						1	15	15	11				41	
		a 31		1					1	9	7	14				30	
		b 36								20	10	5				35	
		a 48								31	14	2	1			48	
		b 38								12	19	7				38	
		a 48								18	19	10		1		48	
		b 50								20	15	9	6			50	
		a 48								27	15	4	1		1	48	
		b 40								20	12	7			1	40	

Zahl d. Pflanzen mit sowohl bran- digen wie auch gesunden Rispen.	davon waren						Von der Gesamtz. d. verbl. Pfl. (Sp. XIX) waren		Von der Gesamtz. der Rispen (Sp. XX) waren	
	Nach Abzug d. Pfl. Sp. XVIII von Sp. III verblieben n. insgesamt (Sp. X u. XVII)		brandig		gesund		brand. %	ges. %	brand. %	ges. %
	Pfl. XVIII	mit Rispen XX	Pfl. Sp. X	mit br. Rsp. XXII	Pfl. Sp. XVII	mit ges. Rsp. XXIV				
	44	99			44	99				
1x (2 ges., 1 kr.)	40	98			40	98				
3x(1g,1kr) 1x(1g1k)	43	75	12	22	31	53	27,9	72,1	29,3	70,7
1x(3g,1k).1x(2g 1k)	46	89	5	7	41	82	10,9	89,1	7,9	92,1
	40	84	4	14	36	70	10,0	90,0	16,7	83,3
	36	81	3	7	33	74	8,3	91,7	8,0	91,4
1 x (1 ges., 1 kr.)	28	59	3	8	25	51	10,7	89,3	13,6	86,4
2 x (1 ges., 2 kr.)	32	64	4	6	28	58	12,5	87,5	9,4	90,6
	42	92	1	1	41	91	2,4	97,6	1,1	98,9
	48	120	1	2	47	117	2,0	98,0	1,7	98,3
2 x (2 ges., 1 kr.)	47	99			47	99				
	54	122			54	122				
	47	115	1	2	46	113	2,1	97,9	1,7	98,3
	43	80			43	80				
2x(1g,1k), 4x(2g,2k)	49	112	6	14	43	98	12,2	87,8	12,5	87,5
2x (2 ges., 1 krank.)	36	64	3	6	33	58	8,3	91,7	2,4	97,6
	27	59			27	59				
	25	58			25	58				
	28	64			28	64				
	35	79			35	79				
	40	103			40	103				
	33	77			33	77				
	33	64			33	64				
	39	78			39	78				
	42	80	1	1	41	41	2,4	97,6	1,2	98,8
	46	105			46	46				
1 x (1 ges., 1 kr.)	51	85	2	2	49	49	4,0	96,0	2,3	97,7
1 x (2 ges., 2 kr.)	42	79	1	1	41	41	2,4	97,6	1,3	98,7
	31	67	1	2	30	30	3,2	96,3		97,0
1 x (1 ges., 2 kr.)	35	55			35	35				
	48	69			48	48				
	38	71			38	38				
	48	91			48	48				
	50	101			50	50				
	48	79			48	48				
	40	65			40	40				

Nr.	Sorte	Im ganzen wurden gezählt	davon hatten													Summa der Pfl. mit ges. Rispe		
			brandige Rispen Pflanzen:						Sa. d. Pfl. m. br. R.	Gesunde Rispen Pflanzen:								
			1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII		
1 2 3 4 5 6	X. v. Löchows Gelb für leichten u. mittleren Boden.	a 52									13	17	17	5			52	
		b 52									6	17	25	2			52	
		a 50										13	13	18	4	1		49
		b 41										13	19	8	1			41
		a 43										13	14	9	6	1		43
		b 42										12	17	9	4			42
		a 41	1								1	16	13	6	4	1		40
		b 38										12	12	14				38
		a 53										8	11	20	13	1		53
		b 49										9	12	17	9	2		49
		a 54										8	19	19	5	2	1	54
		b 56										11	14	19	9	3		65
1 2 3 4	XI. Avena nuda var. chinensis.	a 22	4	1	2	3	1		11		6	3	1		1		11	
		b 38	4	5	6	3	2	2	22		4	4	1	1	1	1	12	
		a 21	5	7	3	2			17		1	2					3	
		b 36	6	6	3	1	5		21		5	6	1		1		13	
		a 47	6	2	3		3		17		5	10	6	3	3	3	30	
		b 33			1				1		6	9	7	7	2		31	
		a 39	4		1				5		11	14	7	2			34	
		b 43	3	3	1	1			9		4	11	10	4	1		30	
1 2 3 4	XII. Avena nuda var. inermis.	a 22	2	1	1			1	5		3	6	4	2	1	1	17	
		b 26	3	1		1			2	7		2	3	2	2	4	13	
		a 18	1	2	5		1		9		3	2		3			8	
		b 24	5		2	2			9		2	1	3	1	1		8	
		a 30	2		1				3		3	6	6	5	4	2	26	
		b 40			1				1		8	8	16	5	2		39	
		a 25	1					1	2		6	5	2	4	5	1	23	
		b 36	2		1				3		9	7	10	6	1		33	
1 2 3 4	XIII.	a 20					1		1		1		3	6	4	5	19	
		b 27								2	2	4	6	5	8		27	
		a 20					1		1		2		3	6	2	5	18	
		b 22	3		2	1		1	7		2	3	3	4	1	2	15	
		a 28									1	4	6	2	6	9	28	
		b 35									3	3	12	11	2	4	35	
		a 23				2			2				5	6	2	8	21	
		b 35	2						2		5	6	7	12	2	1	33	

Zahl d. Pflanzen mit sowohl brandigen wie auch gesunden Rispen.	davon waren						Von der Gesamtz. d. verbl. Pfl. (Sp. XIX) waren		Von der Gesamtz. der Rispen (Sp. XX) waren		
	Nach Abzug d. Pfl. Sp. XVIII von Sp. III verblieben n. insgesamt (Sp. X u. XVII)	brandig		gesund		brand. %	ges. %	brand. %	ges. %		
		Pfl. Sp. X	mit br. Rsp.	Pfl. Sp. XVII	mit ges. Rsp.						
	Pfl.	mit Rispen									
	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
		52	112			52	112				
		52	112			52	112				
1 x (1 ges., 1 kr.)		49	114			49	114				
		41	79			41	79				
		45	97			45	97				
		42	89			42	89				
		41	82	1	1	40	81	2,4	97,6	1,2	98,8
		39	78			38	78				
		53	147			53	147				
		49	130			49	130				
		54	139			54	139				
		56	147			56	147				
1x (1g., 4kr.) 1x (1g2k)		22	49	11	29	11	28	50,0	50,0	59,2	40,8
2x (1 ges., 3 krank.)		24	96	22	68	12	30	64,7	35,3	68,7	31,3
		20	41	17	36	3	5	85,0	15,0	89,0	11,0
		34	31	21	56	13	25	61,7	38,3	69,1	30,9
1 x (2 ges., 2 kr.)		47	131	17	43	30	85	35,0	64,0	32,2	67,8
		32	96	1	3	31	83	3,1	96,9	3,5	96,5
2x (1g., 2kr.), 1x (3g2k)		39	75	5	7	34	68	12,8	87,2	9,3	90,7
1 x (1 ges., 4 krank.)		39	99	9	22	30	77	23,0	77,0	22,2	77,8
1x (1g 3k), 2x (2g5k)		22	69	5	13	17	46	32,7	67,3	22,0	78,0
2x (2g 2k), 1x (2g, 1 k)		20	74	7	21	13	33	35,0	65,0	28,0	72,0
2x (2g, 3k), 2x (2g, 1k)		17	44	9	25	5	19	53,0	47,0	56,8	43,2
3x (1g, 2k), 1x (3g, 3kr.)		17	41	9	19	8	22	53,0	47,0	46,3	53,7
1x (2 ges., 1 krank.)		29	90	3	5	26	25	10,4	89,6	5,5	94,5
		40	105	1	2	39	102	2,5	97,5	2,9	97,2
		25	76	2	7	23	69	5,0	95,0	9,2	90,8
		36	87	3	5	33	82	8,3	91,7	5,7	94,3
		20	89	1	5	19	94	3,0	97,0	5,6	94,4
		27	115			27	115				
1x (2 ges., 2 kr.)		19	80	1	5	18	75	5,3	94,7	6,2	93,8
		22	69	7	19	15	50	32,0	68,0	27,5	72,5
		26	119			25	120				
		35	123			35	123				
		23	105	2	9	21	97	8,7	91,3	7,6	92,4
		35	104	2	2	33	102	5,7	94,3	1,9	98,1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Arland Anton

Artikel/Article: [Der Hafer -Flugbrand , Ustilago avenae \(Pers . \) Jens . Biologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Infektions- und Anfälligkeitsfrage 70-111](#)