

Studien über den Haferflugbrand, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens.
 und den Glatthaferbrand, *Ustilago perennans* Rostr.,
 mit besonderer Berücksichtigung der
 Immunitätsfrage beim Haferflugbrand.
 Von ARNO ROESCH (Leipzig).

A. DER HAFERFLUGBRAND, *USTILAGO AVENAE* (PERS.) JENS.

Die den Hafer bewohnenden Brandpilze gehören zwei verschiedenen Arten an. Neben dem Flugbrand, *Ustilago avenae*, gibt es noch einen gedeckten oder Hartbrand, der jetzt den Namen *Ustilago levis* Kell. und Single führt.

Der gefährlichste Parasit des Hafers ist ohne Zweifel der Haferflugbrand, der z.B. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika noch am Ende des vergangenen Jahrhunderts einen jährlichen Schaden von 80 Mill. Mark anrichtete. Nach ZADE (52), KITUNEN (25) und ERIKSSON (13) ist in Skandinavien und Finnland ein Brandbefall von 60 % nicht selten beobachtet worden. Es scheint demnach, als ob in diesen Ländern viel günstigere Infektionsbedingungen vorhanden wären als in Deutschland, denn ein derart verheerendes Auftreten des Haferflugbrandes gehört bei uns wohl zu den Seltenheiten.

I. LEBENSWEISE DES PILZES.

Über die Lebensweise des Haferflugbrandes ist man sich in manchen Punkten bis vor wenigen Jahren noch im Unklaren gewesen. Erst durch die Untersuchung von ZADE (51), ARLAND (5) und NEUMEYER (34) ist die Art der Infektion der Blütenorgane erkannt worden.

1. Krankheitsbild und Blüteninfektion.

Solange die Haferpflanzen noch in einem jugendlichen Wachstumsstadium sind, ist es äusserlich unmöglich zu erkennen, ob sie Krankheitskeime in sich bergen. Gegen Ende der Schosszeit des Hafers, vielfach aber auch erst später, treten die Brandrispen aus der obersten Blattscheide hervor. Zuweilen kann man die erkrankten Halme schon vor Austritt der Rispe an einem Gelbwerden des obersten Blattes erkennen. Im Gegensatz zu *Ustilago levis* sind die Rispenäste nur wenig gespreizt, sodass die Rispe ziemlich gedrungen erscheint. Die einzelnen Ährchen sind vollkommen zerstört, und an ihrer Stelle findet sich neben geringen Spelzerresten die schwarsbraune Sporenmasse. Sehr häufig treten beim Haferflugbrand aber auch nur teilweise befallene Rispen auf. In diesem Falle sind meist noch die Hüllspelzen erhalten, sodass die Sporenmasse nicht so leicht ausstüben kann. Zuweilen sind in den obersten Ährchen partiell befallener Rispen, wie ich im Jahre 1924 beobachten konnte, nur die Fruchtknoten und die Antheren durch den Brandpilz zerstört.

Die Haferflugbrandsporen sehen olivbraun aus, haben eine kugelförmige Gestalt und sind fein bewarzt. Die eine Hälfte des Epispors ist etwas stärker verdickt und erscheint deshalb dunkler.

Während der Blütezeit des Hafers werden die Brandsporen durch den Wind verweht und gelangen in die offenen Haferblüten.

Um den Verbleib und die Keimung der Sporen innerhalb der Blüte beobachten zu können, wurde im Sommer 1924 eine grosse Menge Haferblüten künstlich mit Flug-

brandsporen bestäubt. Da ein gewaltsames Öffnen der Blüten meist zu einem schlechten Kornansatz führt, wartete ich, bis sie sich von selbst öffneten. Mit einem Pulverisator blies ich aus einer Entfernung von etwa 30 cm sporenhaltige Luft in die offenen Blütchen, worauf ich die zugehörigen Hüllspelzen und den Halm mit schwarzer Tusche bezeichnete. Die Art dieser Kennzeichnung hat sich als sehr zweckmässig erwiesen. Eine Beeinflussung des Pflanzengewebes durch die Tusche habe ich niemals beobachten können. Die Farbe hält ziemlich gut, lässt sich schnell auftragen und ist leicht zu erkennen.

Da man bei dieser Infektionsweise nicht sehr viel Blüten infizieren kann, wurde noch ein anderes Verfahren angewendet. Über eine Anzahl von Rispen wurde eine grosse viereckige Tüte gestülpt, in der sich einige Brandrispen befanden. Darauf wurde die Tüte unten mit der Hand geschlossen und mehrmals hin- und hergeschüttelt, wodurch die Sporen ausstäubten, in der Tüte umhergewirbelt wurden und in die offenen Haferblüten gelangten.

Fast täglich bis zur Reife der Körner wurde eine Anzahl von infizierten Blüten mikroskopisch untersucht. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind folgende:

Die in die Blüten gelangten Brandsporen bleiben vor allen Dingen an den klebrigen, weit gespreizten Narbenkösten und den zurückgebliebenen Antheren hängen. Einzelne finden sich auch auf den Spelzen, dem Fruchtknoten und den Lodiculae.

Auf den Narbenkösten keimen die Sporen, durch das Narbensekret sehr begünstigt, sehr bald aus. Meist bilden sie einen 3- oder 4-zelligen Promycelschlauch, an den zahlreiche Konidien abgeschnürt werden +). Aus diesen und aus den Promycelzellen gehen nach einiger Zeit mehr oder weniger lange Mycelfäden hervor. Während aber beim Gersten- und Weizenflugbrand die von der Spore ausgehenden Mycelfäden sich dem Narbengewebe anlegen, wachsen sie hier nach allen Richtungen auseinander.

In ähnlicher Weise wie auf den Narbenkösten, keimen die Sporen auch auf den Antheren, den Spelzen und den Fruchtknoten aus. Nur geht dies wegen der geringeren Feuchtigkeit etwas langsamer vor sich. In den meisten Fällen wird aber die in der nach aussen abgeschlossenen Blüte vorhandene Feuchtigkeit ausreichen, um die Sporen zur Keimung zu bringen. Eine Vermehrung der Luftfeuchtigkeit findet auch, wie LANG (29) vermutet, durch das aus den Lodiculae tretende Wasser statt. RIMPAU (40) hat auch tatsächlich an den in voller Turgescenz stehenden Lodiculae von Getreideblüten häufig kleine Wassertröpfchen beobachten können, die nach seiner Ansicht nur aus den Schwellkörpern stammen konnten. Dadurch erklärt sich auch, warum die zufällig auf die Lodiculae gelangten Sporen so zahlreiche Gemmen bilden.

Die auf den Narben entstandenen Mycelfäden kommen zum Teil mit den Spelzen in Berührung und wachsen dann wie die auf diesen selbst gebildeten Pilzfäden auf und in dem Parenchymgewebe der Spelzen so lange weiter, wie diese noch saftreich sind.

Nach den Beobachtungen von ARLAND (5) entstehen beim Eintrocknen der Antherenreste aus den Mycelfäden bisquitförmige Gemmen. Im vergangenen Jahre konnte ich neben diesen hantelförmigen Gebilden auch kurze, hinter einander liegende Mycelstückchen beobachten, die ihrer Entstehung nach sicherlich den Gemmen entsprachen, aber nicht die Bisquitform angenommen hatten (Fig. 1, Abb. 4).

Auf der Fruchtknoten- bzw. Karyopsen-Oberhaut geht die Keimung der Sporen meist sehr langsam vor sich, und es werden hier nur wenige und kurze Mycelfäden gebildet. Der Grund mag wohl eine zu geringe Feuchtigkeit sein.

Zuweilen findet man in der Blüte auch ungekeimte Sporen. In der Hauptsache werden diese keimungsfähig sein, denn ein 100 prozentiges Auskeimen habe ich weder auf den Narben, noch auf einer Nährlösung beobachten können. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass bei sehr trockenem Wetter in einzelnen Fällen eine Kei-

+) Nach den Beobachtungen von ARLAND (5) keimten die Sporen bei sehr trockener, heisser Witterung direkt mit einem Mycelfaden aus. Eine ähnliche Feststellung hat auch HERZBERG (18) an Kulturen in künstlichen Nährsubstraten gemacht. Bei 30° C trat in Deckglaskulturen nur Mycelbildung ohne Konidienbildung auf. Es scheint demnach, als ob ein Auskeimen mit einem Mycelfaden ohne Bildung eines Promycels nur bei hohen Temperaturen stattfindet.

mung keimungsfähiger Sporen unterbleibt. Dies wird besonders dann eintreten, wenn die an den Fruchtknotenhaaren oder auf der Fruchtknoten-Oberhaut hängen geblieben sind, und die Luftfeuchtigkeit innerhalb der Blüte zur Keimung nicht ausreicht. Diese wenigen Sporen können jedoch m.E. keine grosse Rolle bei der Infektion des Keimlings spielen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im allgemeinen nur die Dauermycelien

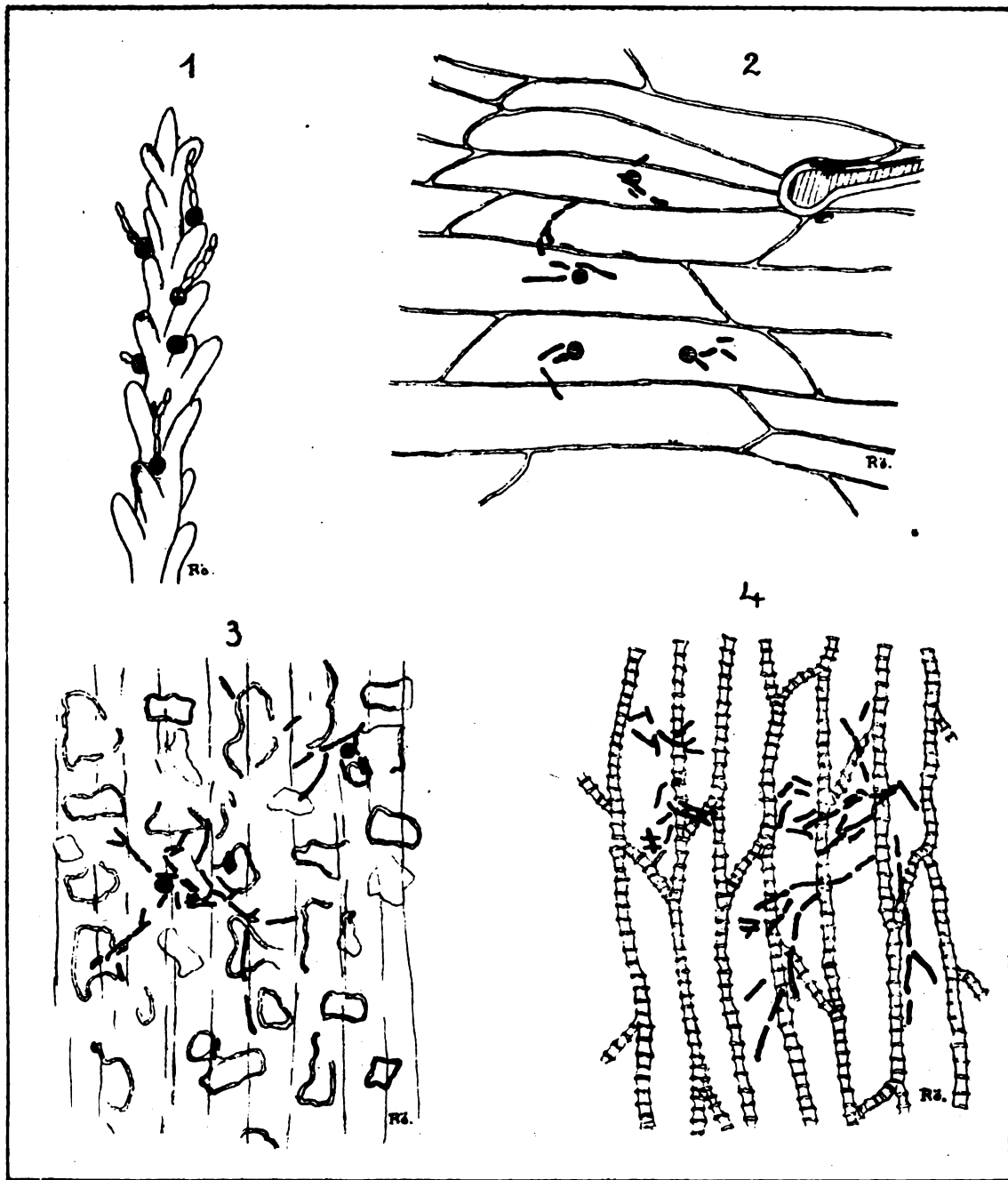


Fig. 1.

Abb. 1. Narbenast mit gekeimten Sporen. - Abb. 2. Karyopsenoberhaut, 4 Sporen, aus denen sich Gemmen und Mycelfäden gebildet haben. - Abb. 3. Brillenförmiges Parenchym der Deckspelze. Ausgekeimte Sporen, Mycelfäden und Gemmen. - Abb. 4. Antherenrest (Zellkonturen schematisiert), Mycelfäden und Gemmen. Die voll gezeichneten Fäden liegen oben auf, die schraffierten sind in das Pflanzengewebe eingedrungen.

und Gemmen auf und in den Narben und Antherenresten, den Spelzen, der Karyopsenoberhaut und den Lodiculae für eine Infektion des Keimlings in Frage kommen.

Zur Aufklärung der Frage, auf welche Weise die Keimlingsinfektion beim Nackthafer vor sich geht, habe ich einige Hundert Blüten von *Avena nuda* mit Brandsporen bestäubt. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Sporen genau wie beim Spelzhafer überall auskeimten. Von einer weiteren Untersuchung der Spelzen, Lodiculae, Antheren- und Narbenreste wurde abgesehen, da diese ja durch den Drusch entfernt werden und in einem einigermaßen gut gereinigten Saatgut nicht vorkommen. Als Sitz der Pilzkeime kam also nur noch die Karyopsen-Oberhaut und evtl. der Haarschopf in Frage. Auf der ersteren fand ich einzelne Sporen, kurze Mycelfäden und Gemmen. Ferner konnte ich zwischen den Haaren des Korns zuweilen kleine Stückchen von Narbenresten mit zahlreichen Mycelfäden und Gemmen beobachten. Ich glaube jedoch nicht, dass letztere in der praktischen Landwirtschaft als Infektionsherd eine Rolle spielen, denn die Körner werden beim Drusch meist auch des grössten Teils ihrer Haare beraubt, was beim Entkörnern mit der Hand nicht eingetreten war.

Neben der Infektion der Haferblüte ist beim Nackthafer auch noch eine nachträgliche Ansteckung möglich. Im allgemeinen sind bei der Ernte des Hafers die meisten Brandsporen ausgestäubt. Häufig bleiben aber die Brandrispen einzelner Nachschosshalme infolge zu später Entwicklung in den Blattscheiden stecken. Beim Drusch werden nun diese Halme zerschlagen, die Sporen fliegen in der Dreschmaschine umher und können sich an den nackten Haferkörnern festsetzen. Eine Infektion der jungen Keimlinge durch diese Brandsporen ist m.E. bei der grossen Auffälligkeit einzelner Nackthaferarten sehr leicht möglich. Es sei bemerkt, dass ARLAND (5) im Jahre 1923 mittels Sporenbestäubung der nackten Körner von *Avena nuda* var. *chinensis* einen Brandbefall von 85 % erzielte, d.h. das Krankheits-Prozent war $3\frac{1}{2}$ mal so gross wie bei der empfänglichsten Spelzhafer-Sorte.

ZADE (52) macht darauf aufmerksam, dass in ähnlicher Weise eine Sporenübertragung durch Säcke u.s.w. beim Spelzhafer möglich ist, wenn sich in dem Saatgut einzelne entspelzte Körner befinden.

Zur besseren Sichtbarmachung der Mycelien in und auf den Geweben der Blütenorgane wurde die von VOGT (46) empfohlene Färbemethode mit Baumwollblau angewendet. Das Untersuchungsmaterial wurde kurze Zeit in konzentriertem Eisessig fixiert, dann nach kurzem Abspülen einige Minuten lang in die durch Alkohol verdünnte Lösung von Baumwollblau in Milchsäure gebracht. Während die Pilzmycelien sehr bald intensiv blau gefärbt werden, nehmen die Pflanzengewebe diesen Farbstoff nur in geringen Mengen und erst nach längerer Zeit auf.

2. Die Keimlingsinfektion und der Verlauf des Mycels in der Haferpflanze.

Nach der Aussaat wachsen die in den peripheren Teilen der Haferfrüchte sich befindenden Dauermycelien und Gemmen durch die Bodenfeuchtigkeit, vielleicht auch durch einen chemotropischen Reiz des Keimlings beeinflusst, aus. Es fragt sich nun, in welcher Weise die Infektion der jungen Haferpflanze vor sich geht, und an welchen Stellen der Parasit in seine Wirtspflanze einzudringen vermag.

Die ersten Untersuchungen über das Eindringen der Brandpilze stammen von KÜHN (27), der sich aber nur mit dem Weizensteinbrand und dem Hirsebrand beschäftigt hat.

Später hat WOLFF (49) Untersuchungen über die Infektion des Keimlings angestellt. In einigen Punkten kommt er zu gerade entgegengesetzten Resultaten wie KÜHN. Zum Teil mag dies an der Art der Infektion gelegen haben, zum anderen Teil daran, dass er seine Versuche mit anderen Brandpilzen angestellt hat.

Als einzigen Teil des jungen Keimlings, in den die Mycelien des Haferbrandes eindringen, gibt er den oberen Teil des Scheidenblattes an. Am Wurzelknoten und in dessen unmittelbarer Nähe konnte er niemals eine Infektion beobachten. Er begründet dies damit, dass "die Oberhautzellen an dieser Stelle eine sehr dicke

obere Zellwand besitzen", welche die Pilzkeime nicht zu durchbohren vermögen. Im Scheidenblatt konnte er eindringende Pilzfäden nach 36 - 48 Stunden feststellen. Sie durchbohrten die Cuticula und Epidermiszellen der Coleoptile und durchquerten dann diese. Wenn sie nach 5 - 7 Tagen auf der inneren Seite des Scheidenblattes angelangt waren, drangen sie in das dicht anliegende erste Blatt ein. Berührten sich die Epidermiszellen infolge einer Falte des Blattes nicht, so wuchs das Mycel auch über ziemlich grosse freie Räume hinweg. WOLFF nimmt nun an, dass die Pilzhypen die übrigen Blätter in gleicher Weise durchqueren und schliesslich in den durch Streckung der Internodien höher aufsteigenden Halm und in die Blütenanlage gelangen. Nach seinen Beobachtungen werden bei allen von ihm untersuchten Brandarten, also auch bei "*Ustilago carbo*", die Wirtszellen im allgemeinen von den Mycelfäden durchbohrt, und nur selten verlaufen die Pilzhypen in den Interzellularen, wobei sie dann meist "sonderbar knäuelig gedrehte Haustorien" in das Innere der Zellen schicken. Eine Infektion des jungen Keimlings gelang ihm nur bis zu dem Zeitpunkt, in welchem das Scheidenblatt vom ersten grünen Blatt durchstossen wurde. Am Schlusse betont er, dass die Wirtszellen durch das intracelluläre Wachstum des Parasiten nicht geschädigt oder gar abgetötet werden.

Sehr zahlreiche und jahrelange Versuche hat BREFELD (7) mit den Brandpilzen angestellt. Unter anderem untersuchte er auch die Infektion des jungen Haferkeimlings durch *Ustilago avenae*. Zu diesem Zwecke brachte er die Haferkörner in einer feuchten Atmosphäre zur Entwicklung und spritzte Brandkonidien mit einem Pulverisator auf die Keimlinge. Vom dritten Tage an konnte er an den Epidermiszellen zahlreiche Eindringungsstellen beobachten, von denen aus Mycelfäden schräg ins Innere des Keimlings weiterwuchsen. Da das Eindringen der Brandkeime überall an der jungen Pflanze, selbst an Wurzeln und Wurzelhaaren möglich war, kommt er zu dem Schluss, dass der Keimling in der ersten Entwicklungszeit überall für die Pilzmycelien empfänglich ist.

In einer Reihe von Versuchen, in welchen die Haferkeimlinge in den verschiedensten Entwicklungsstadien mit Brandkonidien bespritzt worden waren, stellte er fest, dass eine Infektion dann am wirkungsvollsten ist, wenn der Keimling gerade als schwaches Knöspchen hervortritt. Durch eine Infektion des Scheidenblattes allein erzielte er nur einen sehr geringen Brandbefall. Er bestätigte damit die Resultate KÜHNs, der die Axe des Keimlings als empfänglichste Stelle bezeichnete.

In älteren Haferpflanzen konnte BREFELD das Mycel hauptsächlich in den Knoten nachweisen, während in den Internodien nur selten Spuren davon zu finden waren. Nach seinen Abbildungen und Beschreibungen wachsen die Pilzhypen in der Wirtspflanze stets intracellulär, selbst in den Blüten sollen die jungen Zellen von den Mycelien durchbohrt werden. Eine Schädigung der Wirtspflanze tritt nach seiner Ansicht deshalb nicht sogleich ein, weil die Vermehrung der Pilzhypen in der jungen Pflanze noch nicht sehr bedeutend ist.

Von den neueren Untersuchungen, die sich mit der parasitischen Lebensweise der Brandpilze befassen, verdienen besonders die von LANG (29, 30, 31) hervorgehoben zu werden. Neben *Ustilago nuda*, *Ustilago tritici* und *Tilletia tritici* hat dieser Forscher auch *Ustilago avenae* untersucht.

Die Infektion der Haferkörner wurde in der Weise vorgenommen, dass zwischen Karyopse und Spelze eine geringe Menge Sporen gebracht wurde. Zu einer Zeit, in der die Knospe schon aus der Spelze geschoben war, konnte er zwar auf dem Keimling zahlreiche, direkt mit einem Mycelfaden ausgekeimte Sporen und hefeartig sprossende Konidien, nicht aber eindringende Fäden beobachten. Diese wurden erst gefunden, "wenn der Inhalt der Zellen in der Art der Färbung von den gesunden Zellen stark abwich". Solange das Zellgewebe dagegen noch ganz gesund war, drangen die Pilzhypen niemals in die Zellen oder zwischen diese ein. Erst die im Absterben begriffenen Zellen wurden durchbohrt und zwar nur in den ersten fünf Zellschichten. Sobald die Pilzhypen auf junges Gewebe gelangten, wuchsen sie nur noch in den Interzellularen weiter. Eindringungsstellen von Mycel konnte er überall beobachten, doch waren sie am Keimknotenstück am häufigsten. Da die Brandpilze die Zellen der Wirtspflanzen niemals, selbst nicht in den Blütenständen, durchbohren, sondern nur bei-

seite drängen, kommt er zu dem Schluss, dass sie reine Raumparasiten sind.

Um das Verhalten und das Wachstum eingedrungenen Brandmycelis in den Haferkeimling anfälliger und immuner Sorten festzustellen, habe ich im Sommer 1924 diesbezügliche Untersuchungen vorgenommen. Da mir zu Beginn meiner Versuche kein natürlich-infiziertes Saatgut zur Verfügung stand, und ausserdem eine sehr starke Infektion der jungen Pflanzen nötig war, um überhaupt deutliche Unterschiede feststellen zu können, wurde die Infektion auf folgende Weise vorgenommen:

Die entspelzten Haferkörner wurden 30 Minuten lang in einer 0,375 prozentigen Sublimoform-Lösung gebeizt, eine halbe Stunde lang in Wasser ausgelaugt und schliesslich getrocknet. Durch die Beizung sollten alle auf den Karyopsen vorhandenen Pilzkeime, welche die Entwicklung des Flugbrandes hemmen könnten, abgetötet werden. Die nackten Haferkörner wurden in Petrischalen auf feuchtem Fliesspapier im Dunklen zum Auskeimen gebracht.

Auf folgende Weise wurden die Infektionskeime gewonnen: In sterilisierte Petrischalen gab ich 7 ccm steriler Spelzenabkochung (siehe Kap. II,1), auf welche die Haferbrandsporen gesiebt wurden. Sie verteilten sich infolge der Oberflächenspannung sehr gleichmässig auf der Nährlösung, sodass sie sich nicht gegenseitig durch Stoffwechselprodukte in der Entwicklung hemmen konnten. Die Petrischalen wurden bei einer Temperatur von 12 - 20° C im Dunkeln aufbewahrt.

Die Auskeimung der Sporen begann im allgemeinen schon nach 10 - 12 Stunden. Nach 36 - 48 Stunden waren die Promycelien vollständig ausgebildet, und am 3. Tage gingen aus diesen lange Mycelfäden hervor. Durch die oben aufschwimmenden Sporen, Promycelien und Mycelfäden, erschien die goldgelbe Nährlösung wie mit einem recht dünnen, grauen Häutchen überdeckt. In diesem Entwicklungsstadium wurden die Infektionskeime auf die Haferkeimlinge gebracht. Mit einer Pinzette tauchte ich die gekeimten Haferkörner unter die Nährlösung, wodurch zahlreiche Mycelfäden beim Herausnehmen auf den Keimlingen und den Karyopsen hängen blieben.

Sollten die so behandelten Haferkeimlinge zur Untersuchung der ersten Infektionsstadien verwendet werden, so wurden sie in die mit Fliesspapier ausgelegten Petrischalen zurückgebracht. Die Keimlinge, die für spätere Beobachtungen bestimmt waren, wurden dagegen in mit Gartenerde gefüllten Blumentöpfen ausgepflanzt.

Zwecks Feststellung des Pilzmycelis in der Wirtspflanze wurden die Keimlinge mit einem scharfen Rasiermesser etwas schräg zur Längsrichtung angeritzt, worauf sich die obersten Zellschichten mit einer spitzen Pinzette leicht abziehen liessen. Ältere Keimlinge wurden durch dünne Handschnitte in der Längs- und Querrichtung zerlegt.

Zum Aufhellen der jungen Gewebe und der zuweilen etwas zu dick geratenen Schnitte wurde Chloralhydrat (8 Teile Wasser, 5 Teile Chloralhydrat) verwendet. Eine Färbung der Schnitte erübrigte sich meist, da die Mycelien schon bei 3 bis 400-facher Vergrösserung leicht festzustellen sind.

Die charakteristischen Eindringungsstellen des Flugbrandmycelis konnte ich gewöhnlich nach 2 Tagen, zuweilen aber auch schon nach 24 Stunden beobachten. In dem ersten Anfangsstadium der Infektion zeigt sich an der Eindringungsstelle der Epidermis des Keimlings ein etwas stärkerer lichtbrechender und bläulich erscheinender, runder Fleck vom 2 - 3 μ Durchmesser. Später wird wahrscheinlich durch ein die Zellulose lösendes Ferment die Zellwand an dieser Stelle aufgelöst, und es bildet sich ein deutliches Loch, das wie von einem Hof umgeben erscheint. Nach einiger Zeit sieht man den Pilzfaden schon innerhalb der Wirtspflanze, während sich ausserhalb nur noch die leere Membran befindet.

Die Richtung, welche die Mycelfäden jetzt in der Wirtspflanze einschlagen, verläuft meist schräg, zuweilen aber auch fast senkrecht zur Längsrichtung des Keimlings. Manchmal bleiben sie auch eine zeitlang in der ersten Zellschicht. Am zweiten Tage konnte ich häufig schon eingedrungene Hyphen bis 100 μ Länge beobachten. Das Wachstum der Mycelfäden geht in der Weise vor sich, dass die Spitze weiter vordringt, während das basale Ende entleert wird. Die leere Zellmembran erscheint dann zusammengedrückt, und man kann sie nur noch an den Stellen, an denen sie die Zellwände durchbohrt, als schlauchartiges Gebilde erkennen (Fig. 2, Abb.2,

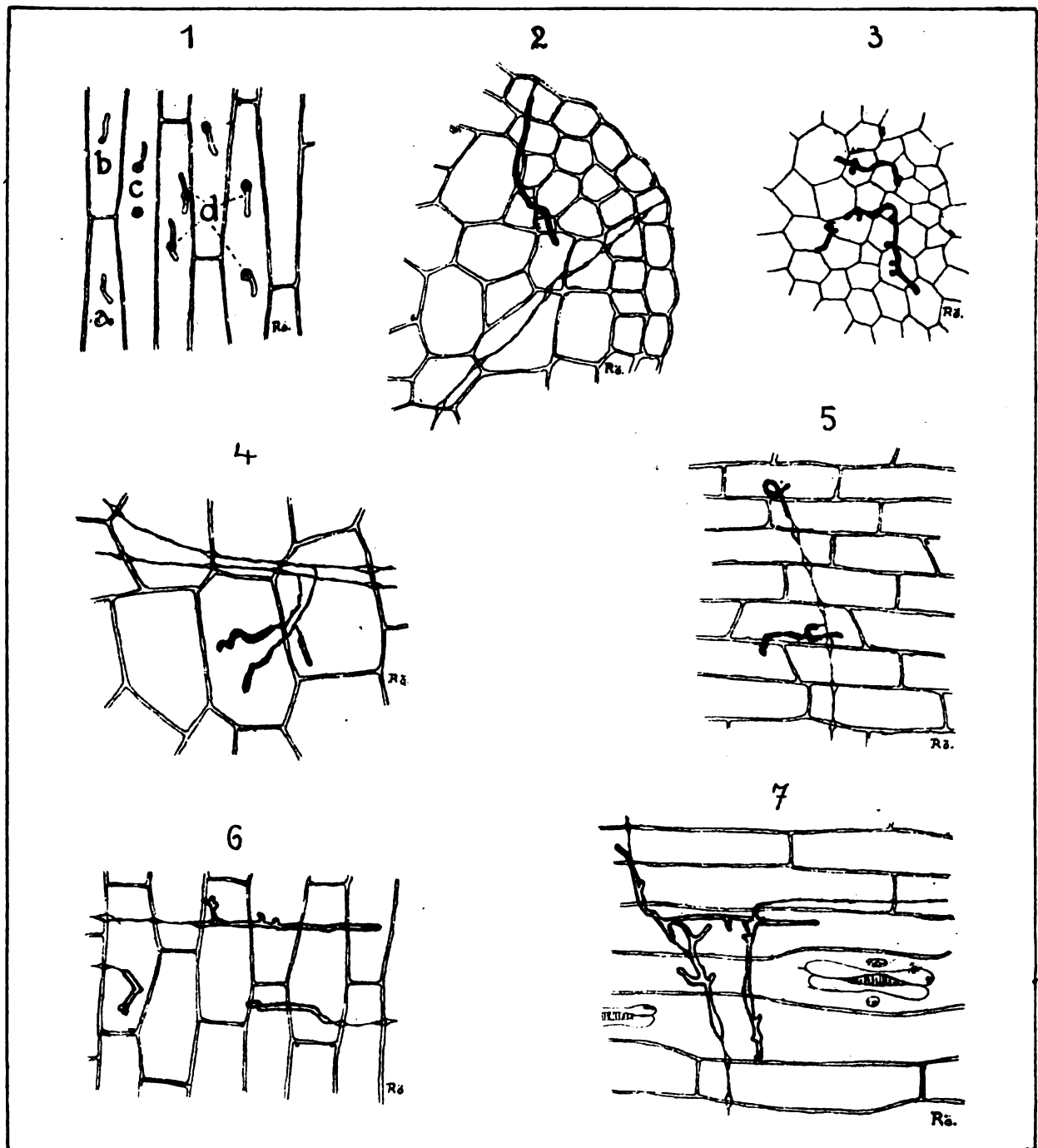


Fig. 2.

Abb. 1. Epidermis des Keimlings. a) Oben aufliegender Mycelfaden, b) beginnende Auflösung der Zellwand, c) charakteristische Eindringungsstelle, d) eingedrungen. Fäden, teilweise mit den oben aufliegend. leeren Membranen. - Abb. 2. Querschnitt durch den Keimling. Ein vollst. und ein teilweise entleerter Mycel-Faden. - Abb. 3. Mycel im Markgewebe des Keimlings. - Abb. 4. Schnitt durch die Axe des Keimlings. Mycelfad. teils entleert, teils Auflös.-Erscheinungen zeigend. - Abb. 5. Durch die Koleoptile ins 1. Blatt gedrungener Mycelfaden. - Abb. 6. Schnitt durch die Blattscheide des zweitjüngsten Blattes. Mycel Zersetzungserscheinungen zeigend. - Abb. 7. Epidermis eines ergrüntes Blattes. Pilzhyphe angeschwollen und plasmaarm.

4, 5 und 6). Weiter im Innern des Keimlings, z.B. im Markgewebe, wächst jedoch der Pilz in den Interzellularen und drängt die Wirtszellen nur beiseite. Man kann dies aber meist nur an sehr dünnen Schnitten beobachten.

Eindringende Pilzhypen wurden von mir an allen Stellen des Keimlings sowohl in der Axe, als auch in der Koleoptile festgestellt. Durch die Keimscheide wuchsen sie quer hindurch und gelangten in das erste Blatt, von diesem in das zweite und dritte Blatt. Obwohl die Keimscheide infolge starker Infektion häufig siebartig durchlöchert war, konnte ich meist nur sehr wenig Mycelfäden im ersten Blatt und noch viel weniger im zweiten oder dritten Blatt beobachten, sodass ich, wie BREFELD eine erfolgreiche Ansteckung des Hafers durch das Scheidenblatt für sehr unsicher halte. Eine wirksame Infektion durch die Koleoptile mit Ausnahme der Stelle dicht über dem obersten Knoten erscheint mir auch deshalb häufig nicht möglich, weil der Vegetationspunkt sehr bald den langsam wachsenden Pilzhypen entweicht. So findet man zuweilen in einem ergrüntem Blatt zurückgebliebene Mycelfäden, die nicht weiter wachsen können.

Zur Beantwortung der Frage, in welchem Wachstumsstadium die Haferkeimlinge am anfälligsten sind, wurden Mycelfäden auf verschiedenen lange Keimlinge von einerseits 3 - 4 mm, andererseits 3 cm Länge gebracht. Nach 3 Tagen waren in den jüngeren Keimlingen zahlreiche relativ lange Pilzhypen zu entdecken, während an den älteren nur ganz vereinzelte Eindringungsstellen beobachtet wurden. Der Pilz scheint also nur die Fähigkeit zu haben, die Zellulose dünner Zellmembranen aufzulösen.

Bis zu einem gewissen Grade stehen diese und BREFELDS Versuchsergebnisse in einem Widerspruch zu den Feststellungen LANGS (30). Dieser konnte beobachten, dass das Mycel nur dann in eine Wirtspflanze eindrang, wenn die Zellen im Absterben begriffen waren. Durch die Bespritzung der Haferkeimlinge mit Brandkonidien, wie sie BREFELD vorgenommen hat, gelangen auf die kleinsten Keimlinge naturgemäss die wenigsten Brandkeime, und demnach müssten die aus diesen entstandenen Haferpflanzen auch den geringsten Brandbefall aufweisen. BREFELDS Versuche brachten jedoch das entgegengesetzte Resultat. Wenn die Pilzhypen nur in absterbende Zellen eindringen könnten, so hätten die aus später infizierten Keimlingen hervorgegangenen Pflanzen einen höheren Brandbefall zeigen müssen, denn hier waren die Verfallserscheinungen der Wirtszellen sicher weiter fortgeschritten, und von den viel zahlreicheren eingebrachten Brandkeimen hätte eine grössere Anzahl eine wirkungsvolle Infektion herbeiführen müssen. Gegen die Ansicht LANGS spricht auch die Beobachtung, dass bei natürlich-infiziertem Saatgut Eindringungsstellen schon vorhanden waren, wenn die Spitze des Keimlings gerade aus der Spelze hervortrat.

In den Geweben, in denen die Wachstumsbedingungen für den Parasiten ungünstiger werden, nehmen die Pilzhypen ein verändertes Aussehen an. Sie werden inhaltsarm, und es entsteht ein schwach bräunlicher Raum im Innern (Abb. 4 u. 6). Schliesslich verschwinden auch die noch vorhandenen Plasmareste, und die vollkommen entleerten Fäden bleiben zurück. Häufig geht diesen Auflösungserscheinungen eine haustorienähnliche Verzweigung voraus (Abb. 6). In den jungen Geweben, wo dagegen günstige Wachstumsbedingungen vorhanden sind, sind die Mycelfäden nur wenig verzweigt und dicht mit Plasma erfüllt.

Um das Verhalten der Pilzhypen in den Pflanzen immuner Hafersorten festzustellen, wurden zahlreiche Keimlinge von *Avena brevis*, die gegen *Ustilago avenae* als völlig immun gilt, und einer sehr empfänglichen Nackthaferarte (Nackthafer aus Chile) auf die gleiche Weise infiziert. Anfangs liessen sich bei beiden Arten im Eindringen der Mycelien keine Unterschiede beobachten. Es geht daraus hervor, dass auch "immune Formen" einer Infektion zugänglich sind. Bald jedoch traten bei *Avena brevis* die schon oben geschilderten plasmaleeren Fäden viel häufiger als beim Nackthafer auf. Ausserdem schienen die Pilzhypen viel langsamer vordringen zu können, sodass nur wenige bis ins Innere des Keimlings gelangten.

Alsdann wurde eine in der landwirtschaftlichen Praxis angebaute, fast immer immune Haferarte (PFLUGs Baltersbacher Gelb) auf die gleiche Art infiziert. Es liessen sich jedoch im Vergleich mit dem anfälligen Nackthafer anfangs keine Unter-

schiede in der Pilz-Entwicklung feststellen. Wahrscheinlich zeigen sich diese erst ganz allmählig in der späteren Entwicklung. Leider war es mir nicht möglich, die Pflanzen während des Winters im Laboratorium am Leben zu erhalten. Sie gingen nach einiger Zeit ein. Dies hatte zur Folge, dass es mir nicht gelang, den weiteren Verlauf des Mycel zu kontrollieren.

Schliesslich wurden noch auf einige Keimlinge von Weizen, Gerste, Roggen, Glatthafer, Erbse und Rüben Haferflugbrand-Mycelien gebracht. Nach zwei Tagen waren bei den vier Gramineen einzelne Eindringungsstellen zu beobachten, die sich nur wenig von den an Haferkeimlingen beobachteten unterschieden. Beim Weizen bildeten sich sogar bis 50 μ lange Mycelfäden in den Pflanzenzellen aus, während beim Roggen, beim Glatthafer und bei der Gerste nur vereinzelt ganz kurze Pilzhypen entstanden. Zu einer Weiterentwicklung dieser Mycelien kam es jedoch niemals. Nach 8 Tagen zeigten sämtliche eingedrungene Fäden die typischen Auflösungserscheinungen.

Auf den Keimlingen von Erbse und Rüben wuchsen die Haferflugbrand-Mycelien zwar weiter. Ein Auflösen der Zellwand oder gar ein Eindringen von Pilzhypen konnte aber niemals beobachtet werden.

Zu ganz ähnlichen Resultaten kam ich, als ich auf Haferkeimlinge die Mycelien vom Flugbrand des Glatthafers (*Ustilago perennans* Rostr.) brachte. Es wurden zwar einzelne Eindringungsstellen, aber keine Weiterentwicklung der Pilzhypen in den Zellen beobachtet.

Das Bemerkenswerte an diesen Untersuchungen ist, dass das Mycel des Haferflugbrandes nur die Zellmembran der Gramineen durchbohren konnte, und dass mir bei der relativ nahe verwandten *Avena brevis* anfangs eine Weiterentwicklung in den Zellen möglich war, während die Pilzhypen in den anderen Gräsern gleich im Anfangsstadium Auflösungserscheinungen zeigten.

Das beste und einfachste Mittel zur Bekämpfung des Haferflugbrandes ist noch immer die Beizung des Saatgutes. Von den neueren Beizmitteln sind aber leider sehr viele noch zu wenig erprobt, als dass man für eine sichere Wirkung garantieren könnte. Bis jetzt war man bei der Prüfung eines Beizmittels beim Haferflugbrand eigentlich nur auf Feldversuche angewiesen, da eine Beizung der Sporen im Laboratorium, wie es beim Weizen möglich ist, ganz und gar nicht den natürlichen Verhältnissen entspricht. Sichere Ergebnisse kann man bei Feldversuchen jedoch nur nach mehrjähriger Wiederholung erzielen, denn äussere Faktoren, wie Temperatur, Bodenfeuchtigkeit u. a., können die Empfänglichkeit der Haferpflanzen ausserordentlich stark beeinflussen. Anbauversuche mit brandigem Saatgut ergeben deshalb sehr häufig nur einen geringen Befall, weil die für eine wirksame Infektion erforderlichen äusseren Bedingungen nicht vorhanden sind. Untersuchungen im Laboratorium sind dagegen von diesen wechselnden Verhältnissen nur in sehr geringem Masse abhängig. Ausserdem kann man hier die Infektionsbedingungen für den Parasiten so günstig wie möglich gestalten.

Mit folgendem sehr einfachem Verfahren lässt sich die fungicide Wirkung eines Beizmittels im Laboratorium in sehr kurzer Zeit feststellen. Das brandige Saatgut wird gebeizt und eingekeimt. Wenn die Keimlinge eine Länge von mehr als 1 1/2 cm erreicht haben, zieht man die obersten Zellschichten der Koleoptile und des Hypokoleoptils ab und untersucht sie auf Eindringungsstellen von Flugbrandmycel. Diese sind so charakteristisch, dass man sie nicht leicht übersehen kann. Beobachtet man trotz der Beizung der Haferkörner in den Keimling eingedrungene Mycelfäden, so muss das verwendete Beizmittel als nicht wirksam genug angesehen werden, denn in einzelnen Fällen wird es den Pilzhypen dann stets gelingen, bis zum Vegetationspunkt vorzudringen und brandige Rispen hervorzurufen.

3. Kernverhältnisse und geschlechtliche Differenzierung.

Der erste, der die Vermutung aussprach, dass die Fusion der Sporidien und Keimschlauchzellen bei den Brandpilzen ein Sexualakt sei, war DE BARY (6). Im Gegensatz dazu sah BREFELD (7) in ihr nur einen vegetativen Vorgang, durch den die

Sporidien ungünstige Wachstumsbedingungen besser überstehen könnten. Als er zu Beginn der neunziger Jahre ein System der Pilze nach ihrem sexuellen Verhalten aufstellte, unterschied er folgende Gruppen:

Phycomyceten - mit geschlechtlicher Fortpflanzung,
 Mesomyceten (Hemiasci und Hemibasidii) - mit stark reduzierter Sexualität- und
 Mykomyceten (Ascomyceten und Basidiomyceten) - ohne geschlechtliche Fortpflanzung.

Seit einer Reihe von Jahren weiss man jedoch, dass bei allen Pilzen Sexualvorgänge vorkommen.

DANGEARD (11) beobachtete bei den Ustilagineen, dass die Hyphen vor der Sporenbildung und die jungen Sporen stets zweikernig, die fertigen Sporen, die Promycelzellen und die Sporidien einkernig sind. Die Kernverschmelzung bei der Sporenbildung hielt er für einen sexuellen Vorgang, während er der Sporidienkopulation, bei der er niemals eine Kernwanderung feststellen konnte, jede sexuelle Bedeutung absprach.

Einige Jahre später machte HARPER (16) ganz ähnliche Beobachtungen an "*Ustilago carbo*" und anderen *Ustilago*-Arten. Auch er kam zu dem Schluss, dass die Fusion nur ein vegetativer Vorgang ist, wodurch die Sporidien leichter Hungerperioden überstehen sollten.

FEDERLEY (14) sah dagegen, dass bei der Fusion der Kern der einen Zelle durch die Plasmabrücke in die andere hinüber wandert, und dass der Inhalt der kernlosen Zelle nachfolgt. Ein Zweikernstadium konnte er niemals beobachten, sondern nur eine sofortige Verschmelzung beider Kerne.

LUTMAN (32) sah ebenfalls, wie bei der Sporidien-Kopulation der Kern mit dem ganzen Protoplasma der einen Zelle in die andere wanderte. Die Frage, ob die Kerne dabei verschmelzen, lässt er jedoch offen. Er glaubt, dass die Kopulation der Sporidien nur bei ungünstigen Lebensbedingungen, z.B. in verdünnten Nährlösungen, stattfindet, und dass sie bedeutungslos ist. Auf festem Nährboden und in konzentrierten Nährlösungen beobachtete er niemals eine Kopulation; trotzdem waren die auftretenden Mycelien zwei- oder mehrkernig. Wo diese zwei- oder Mehrkernigkeit herrührt, weiss er nicht anzugeben. Er verwendete diese Kulturen zur Infektion von Haferkeimlingen und fand eindringende Pilzhypen nur im Zweikernstadium. Dagegen sah er in jungen Sporen zwei Kerne, während die reifen Sporen nur einen hatten.

Weitere Untersuchungen über die Kernverhältnisse von "*Ustilago carbo*" hat RAWITSCHER (36, 37, 38) angestellt. Er schildert, wie bei der Schnallenbildung des Promycels die trennende Querwand ein Stück aufgelöst wird, und der eine Kern, nachdem sich der andere der Schnalle genähert hat, in die andere Zelle wandert, worauf das Plasma nachfolgt. Aus diesen zweikernigen Zellen gehen stets wieder zweikernige Mycelien hervor. Auch in der Blütenanlage der Wirtspflanze entstehen beim Zerfall der Hyphen stets zweikernige Mycelstückchen. Er nimmt an, dass eine Infektion der Haferpflanzen im allgemeinen nur mittels zweikerniger Mycelien stattfindet. Ob der Haferflugbrand aber auch im einkernigen Zustand, wie z.B. *Ustilago maydis*, in die Wirtspflanze einzudringen vermag, wagt er nicht zu entscheiden. Für unmöglich hält er es nicht, da ja die Sporidien vor der Kopulation einkernig sind. In diesem Falle müsste die Zellfusion in der Wirtspflanze stattfinden.

Da die Kernverschmelzung bei den Ustilagineen erst in der reiferen Spore eintritt, wird der Sexualakt in zwei Vorgänge zerlegt, in den des Kernübertritts bei der Kopulation (letztere kann ausserhalb der Wirtspflanze, wie bei *Ustilago avenae*, oder erst nach dem Eindringen, wie bei *Ustilago maydis*, erfolgen) und den der Kernverschmelzung in der Spore.

Zu erwähnen ist noch, dass sich die Keimschlauchzellen und die Sporidien bei der Kopulation gleich verhalten. Es kopulieren sowohl die Promycelzellen wie auch die Sporidien unter sich, aber auch jederseits eine Keimschlauchzelle mit einer Sporidie.

Wann die Reduktionsteilung stattfindet, ist bis jetzt noch nicht festgestellt worden. RAWITSCHER (37) vermutet, dass sie während der ersten Kernteilungen bei

der Sporenkeimung erfolgt.

Eine konjugierte Kernteilung konnte PARAVICINI (35) beim Haferflugbrand beobachten. Nach der Kopulation der Sporidien nahmen diese meist eine gemmenförmige Gestalt an, und die Kerne legten sich an der eingeschnürten Stelle einander gegenüber. Anfangs teilten sie sich konjugiert, dann wanderten sie an die beiden Enden der Konidie und teilten sich bei Zellteilungen getrennt.

KNIEP (26) hat beobachtet, dass beim Antherenbrand zwei morphologisch gleiche, physiologisch aber verschiedene Sorten von Sporidien entstehen, und dass eine Kopulation nur dann möglich ist, wenn diese innerlichen Unterschiede vorhanden sind. Die aus einer Konidie a hervorgegangenen Konidien kopulieren niemals unter einander, dagegen stets mit den Nachkommen einer anderen Konidie, b, wenn durch den Versuch festgestellt worden ist, dass die beiden Konidien a und b kopulationsfähig sind. Diese physiologische Geschlechts-Differenzierung, wie sie KNIEP genannt hat, tritt erst bei der Keimung der Spore, wahrscheinlich bei der Reduktionsteilung, auf.

Für den Haferflugbrand ist diese geschlechtliche Verschiedenheit der Konidien noch nicht nachgewiesen worden, doch ist sie auch hier sehr wahrscheinlich.

II. FELDVERSUCHE ZUR FESTSTELLUNG DER UNGLEICHEN ANFÄLLIGKEIT VERSCHIEDENER HAFERSORTEN.

Für den praktischen Landwirt haben die Sorten einen grossen wirtschaftlichen Wert, die sich neben einer hohen Ertragsfähigkeit durch Immunität bzw. geringe Anfälligkeit gegen Pflanzenkrankheiten auszeichnen. Gelegentliche Beobachtungen, wie sie schon vor längerer Zeit gemacht worden sind, können über die Empfänglichkeit einer Sorte keinen Aufschluss geben. Nur vergleichende Versuche, bei denen alle Sorten auf gleiche Weise infiziert und unter denselben Wachstumsbedingungen angebaut werden, sind dazu geeignet.

Exakte Untersuchungen dieser Art hat erstmals TUBEUF (42, 43) betreffs der ungleichen Empfänglichkeit zahlreicher Weizensorten für den Steinbrand angestellt. Nach ihm haben noch zahlreiche Forscher diese Anfälligkeitsversuche wiederholt. Fast alle kamen zu dem Ergebnis, dass die Empfänglichkeit des Weizens für den Steinbrand eine Sorten-Eigentümlichkeit ist, die aber durch äussere Umstände bei den einzelnen Sorten in verschiedenem Grade beeinflusst werden kann.

Über die Empfänglichkeit der Kulturhafer-Sorten für den Haferflugbrand liegen dagegen keine exakten Untersuchungen vor. Dies mag daran liegen, dass einerseits über die Lebensweise dieses Parasiten bis vor kurzem noch keine volle Klarheit herrschte, und dass andererseits eine Nachahmung der natürlichen Infektion nicht so leicht wie beim Weizensteinbrand möglich ist.

Für die in früheren Jahren unternommenen Immunitätsversuche wurde brandiges Saatgut meist in der Weise hergestellt, dass die entspelzten Haferkörner mit Sporen bestäubt wurden, oder dass eine geringe Menge Sporen zwischen Spelze und Karyopse eingeführt wurde. Wie die neueren Untersuchungen ergeben haben, entspricht dies jedoch nicht den natürlichen Verhältnissen. KITUNEN (26) hat bei seinen Immunitätsversuchen teilweise auch brandige Haferkörner verwendet, die aus Blüten entstanden waren, welche während der Blütezeit infiziert worden waren. Im ersten Jahre säte er mit Sporen bestäubte Körner einiger weniger Hafersorten dicht neben einander aus, überliess die Blüten einer natürlichen Infektion und verwandte im nächsten Jahre die geernteten Haferkörner zu den Versuchen. Dieses Verfahren zur Erzielung brandigen Saatgutes ist jedoch in diesem Falle nicht sehr geeignet, da es die unbedingt erforderliche gleichmässige Infektion aller Sorten infolge verschiedener Blühverhältnisse nicht gewährleistet. Besser wäre es, wenn man die Haferblüten einzeln mit Brandsporen bestäubte, die kenntlich gemachten Haferkörner erntete und nur diese aussäte. Dieses Verfahren macht leider sehr viel Arbeit. Ausserdem ist die Bestäubung einer grossen Anzahl von Haferblüten bei ungünstigem Wetter nicht möglich. Für Immunitätsversuche kommen m.E. am besten Infektionen im Laboratorium in Frage.

1. Künstliche Infektion von Spelzenstückchen und Antherenresten.

Da eine Infektion der Haferkörner nach den bisher angewandten Methoden zu wenig naturgemäss oder unvorteilhaft erschien, stüchtete ich auf Anraten von Herrn Prof. Dr. ZADE künstlich Haferflugbrand-Mycelien auf den als Infektionsherd hauptsächlich in Betracht kommenden Spelzen und Antherenresten.

Mit einer spitzen, gebogenen Schere wurde von den bespelzten Haferkörnern das basale Ende abgeschnitten. Darauf wurde die Karyopse und Vorspelze entfernt und aus der Deckspelze zwei spindelförmige Stückchen geschnitten, die nach der Infektion mit Flugbrand zwischen Karyopse und Deckspelze der Haferkörner eingeschoben werden sollten.

Die Spelzenstückchen wurden in Petrischalen, die mit 6 Lagen Fliesspapier beschickt waren, dicht neben einander ausgelegt. Vorher war das Fliesspapier bis zur Sättigung mit Wasser getränkt worden, wodurch sich die anfangs etwas eingerollten Spelzenstückchen flach ausbreiteten und die für das Pilzwachstum erforderliche feuchte Atmosphäre erzielt wurde.

Um ein dichtes Schliessen der Petrischalen zu erreichen und eine zu starke Verdunstung des Wassers zu verhindern, wurde der Rand der unteren Schalenhälfte mit Vaseline eingefettet.

Da sich auf der Innenseite der Haferspelzen, besonders in nassen Jahren, massenhaft Bakterien und Schimmelpilze befinden, wurden die mit Spelzenstückchen beschickten Schalen an drei aufeinander folgenden Tagen je 3 Stunden lang bei 98 - 100° C sterilisiert. Damit die Spelzenstückchen nicht zu stark austrockneten, wurde in den Trockenschrank ein Gefäss mit Wasser gestellt. War trotzdem zu viel Feuchtigkeit verdunstet, sodass sich die Spelzenstückchen einzurollen begannen, so wurden mit einer Injektionsspritze einige ccm sterilisiertes Wasser unter das Fliesspapier seitwärts gespritzt.

Nachdem ich auf diese Weise 20 000 Spelzenstückchen fertig gestellt und sterilisiert hatte, begann ich mit der Infektion.

Mit Hilfe zweier Pinzetten wurde aus dem Innern von Brandährchen die schwarzbraune Sporenmasse herausgeholt, auf einer sauberen Glasplatte mit einem Spatel zerdrückt und durch ein engmaschiges Drahtsieb in eine Flasche mit weitem Hals abgeseiht. Darauf wurde in diese Flasche die Nährlösung geschüttet. Ich verwandte die von DIEHL (12) erprobte Spelzenabkochung. In einem Erlenmeyer wurden 7 1/2 g Haferspelzen 2 Stunden lang mit 200 ccm Wasser auf dem Wasserbad erhitzt, hierauf heiss filtriert, bis das Filtrat klar war, und schliesslich im Autoklaven sterilisiert.

Geringe Schwankungen in der Konzentration dieser Nährlösung haben nach meinen Beobachtungen keinen Einfluss auf die Sporenbildung. Es scheint nur, als wenn bei allzu hoher Konzentration der Nährlösung die Keimung verzögert würde, und eine Mycelbildung unterbliebe.

Nach dem Zugeben der Nährlösung wurde die Flasche mit einem Glasstopfen verschlossen und kräftig geschüttelt, um die oben aufschwimmenden Sporen gleichmässig in der Flüssigkeit zu verteilen. Mit Hilfe eines Zerstäubers wurde diese Sporenaufschwemmung auf die Spelzenstückchen aufgespritzt. Vor jedem Füllen der Spritze wurde die Flasche einige Male geschüttelt, um ein Absetzen der suspendierten Sporen zu verhindern.

Bei der Kultur des Flugbrandmycels in Nährlösung kommt es vor allen Dingen darauf an, Bakterien und Schimmelpilze fern zu halten. Die Entwicklung des Flugbrandes wird vermutlich durch die Stoffwechsel-Produkte der Bakterien stark gehemmt, Mycelien werden fast garnicht gebildet, und die entwickelten Promycelien zeigen sehr bald Zersetzungs-Erscheinungen. Neben einem sterilen Arbeiten muss man beim Herauspräparieren der Brandmassen darauf achten, dass man nur wirklich Sporen aus dem Innern der Ährchen erhält, da in den peripheren Teilen massenhaft fremde Keime sitzen. Am besten nimmt man deshalb die Sporen aus solchen Brandrispen, die nur im unteren Teile befallen, und deren Brandlager noch dicht von den Hüllspelzen um-

geschlossen sind. Die Sporen keimten auf den Spelzenstückchen meist etwas später aus, als auf einer Nährgelatine oder auf einer Nährlösung. Allem Anschein nach beruht dies darauf, dass sie von einer dünnen Schicht Nährlösung umhüllt sind, die den Luftzutritt verhindert. Erst nachdem die Flüssigkeit von den Spelzen aufgesogen worden war, begann die Keimung. Nach 2 - 3 Tagen hatten die Sporen ein Promycel gebildet, an dem zahlreiche Konidien abgeschnürt wurden. Vom vierten Tage an entstanden einzelne Mycelfäden, die in der typischen Art auf und in dem Spelzenparenchym weiterwuchsen.

Die Petrischalen mit den Spelzenstückchen blieben 3 Wochen lang stehen. Dann wurden die Deckel schwach gelüftet, damit das Fliesspapier und die Spelzen ganz allmählich austrockneten. Auf diese Weise sollte erreicht werden, dass das Mycel und die kopulierten Konidien in einen Dauerzustand übergingen, wie es bei der natürlichen Infektion in der Blüte der Fall ist.

Da auf einigen Tausend Spelzenstückchen die Keimung infolge zu grossen Sporengehalts der Aufschwemmung nur sehr mangelhaft war, mussten diese ausgeschieden und durch neue ersetzt werden.

Nachdem die Spelzenstückchen so weit getrocknet waren, dass sie gerade noch flach ausgebreitet blieben, wurden sie in die Haferkörner eingeführt. Diese waren vorher mit etwas Wasser angefeuchtet worden, sodass ihre Spelzen weich und elastisch waren. Mit einer sehr spitzen Pinzette erfasste ich die Spelzenstückchen und schob sie von der Seite her unter den Rand der äusseren Deckspelze bis zum Embryo und bis auf die Rückenseite der Karyopse. Keimversuche so behandelter Haferkörner hatten ergeben, dass der Keimling überall an den infizierten Spelzenstückchen entlang wachsen musste.

Auf die gleiche Art wie die Spelzenstückchen waren etwa 40 000 Antherenreste sterilisiert und infiziert worden. Diese wurden ausser den infizierten Spelzenstückchen noch unter die Deckspelze der Haferkörner geschoben, und zwar je zwei in eine Haferspelsfrucht.

Um die viel grössere Wirksamkeit der Infektion durch Dauermycelien und Gemmen im Gegensatz zu der bisher angewandten Sporenbestäubung deutlich vor Augen zu führen, wurden je 250 Körner (zur Hälfte Aussen-, zur anderen Hälfte Innenkörner) sämtlicher Sorten nur mit Sporen infiziert. Zu diesem Zwecke wurden die Sporen in einer grösseren Flasche reinen Wassers aufgeschwemmt, und ein Tropfen dieser Sporenaufschwemmung mit einer Injektionspritze unter die vorher etwas aufgeweichte Deckspelze der Haferkörner gespritzt. Darauf wurden diese zur Verdunstung des Wassers sofort im Trockenschranke einer Temperatur von 25 - 30 ° C ausgesetzt. Mit Absicht wurden die Körner nicht stärker infiziert, weil ungefähr die gleiche Menge Sporen unter die Spelze gelangen sollte, wie auf den Spelzenstückchen vorhanden war.

Infiziert wurden je 500 Körner von 33 Kulturhafer-Sorten (Verzeichnis siehe Tabelle 1) und 250 Körner von *Avena brevis*.

2. Aussaat, Witterungsbeobachtungen u.s.w.

Die Aussaat erfolgte auf einem Felde der Versuchswirtschaft Probstheida des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität Leipzig.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein sandiger Lehm, der leicht verkrustet und schwach sauer reagiert.

Vorfrucht waren mit Stallmist gedüngte Kartoffeln und vorher Weizen. Das Land wurde im Herbst gepflügt, im Frühjahr mit den üblichen Ackergeräten bearbeitet und kurz vor der Aussaat mit dem Rechen zuchtgartenmässig hergerichtet.

Um die Empfänglichkeit der Haferpflanzen durch ungünstige Wachstumsbedingungen zu erhöhen, blieb das Versuchsfeld ungedüngt.

Die Aussaat der ersten Hälfte der Körner erfolgte am 15. und 16. April, die der zweiten am 30. April.

Die Haferkörner wurden nach der in der Versuchswirtschaft angewandten Zuchtgartenmethode ausgelegt. Längs einer Tretbohle wurden mit einem Markör 3 cm tiefe

Löcher in einem Abstand von 5 cm in den Boden gedrückt, in welche die Haferkörner gelegt wurden, um alsdann mit Erde bedeckt zu werden. Der Abstand der einzelnen Reihen betrug 20 cm, ihre Länge 3 m, so dass auf jede Reihe 60 Körner kamen.

Von jeder Sorte wurden an den beiden Aussaat-Terminen je 4 Reihen ausgelegt, und zwar in den ersten beiden Reihen Aussenkörner, in den anderen beiden Innenkörner. Um eine Randwirkung zu vermeiden, wurden zwischen den einzelnen Sorten keine Wege frei gelassen.

Da das künstlich infizierte Saatgut von vorneherein schon mit Brand befallen sein konnte, wurden als Kontrolle, soweit keine grösseren Bestände der einzelnen Sorten vorhanden waren, je 4 Reihen nicht infizierter Haferkörner ausgelegt.

Während der ersten Entwicklungszeit der Haferpflanzen wurde eine Reihe von Witterungsbeobachtungen gemacht. Täglich wurden morgens 1/2 9 Uhr die Maximal- und Minimal-Boden-Temperaturen in 3 cm Tiefe, Lufttemperatur und Regenmenge abgelesen. Die absolute Bodenfeuchtigkeit wurde alle 2 Tage aus drei Mittelproben bestimmt und auf die Wasserkapazität umgerechnet. Die geringen, während der Beobachtungszeit gefallenem Niederschläge hatten im allgemeinen keinen Einfluss auf den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Die Lufttemperatur und die Bodentemperaturen waren anfangs sehr niedrig. In der Nacht sank die Quecksilbersäule häufig bis nahe an den Nullpunkt, ja sogar noch unter diesen herab.

Nähere Angaben über die Witterungsbeobachtungen sind aus der Tabelle II zu ersehen. Die meisten der Hafersorten vom ersten Aussaattermin liefen am 29. und 30. April, der Fichtelgebirghafer am 1. Mai und die beiden Nackthafer am 2. Mai auf. Die letzteren zeigten die grössten Micken in ihrem Bestande. Der um 14 Tage später gesäte Hafer lief am 9. und 10. Mai auf. Bemerkenswert ist, dass der Aufgang der aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen fast bei allen Sorten um eine geringe Zeit später als der der Aussenkörner-Pflanzen stattfand. Vor allen Dingen waren aber diese Pflanzen deutlich schwächer entwickelt, was dadurch besonders hervortrat, dass immer zwei Reihen Aussenkörner und zwei Reihen Innenkörner aufeinander folgten. Das Versuchsfeld wurde dreimal gehackt und vom Unkraut reingehalten, wodurch sich die Pflanzen, durch den weiten Stand fernerhin begünstigt, normal bestocken konnten.

Infolge der späten Aussaat ging ein Teil der Pflanzen durch Fritfliegen-, Drahtwurm- und Hasenfrass zugrunde.

3. Diskussion der Brandbefallergebnisse.

In meinen Vergleichsparzellen, die mit nicht infizierten Haferkörnern besät waren, bzw. in den als Kontrolle benutzten Feldbeständen der Versuchswirtschaft, wurden mit Ausnahme der Parzelle der Neuprüfung I keine Brandpflanzen gefunden. Letztere hatte ohne künstliche Infektion einen Befall von 4 %.

Trotz der vorgeschrittenen Jahreszeit, in der die Aussaat erfolgte, war der Brandbefall nicht sehr bedeutend. Im Jahre 1924 scheinen die Infektionsbedingungen für den Haferflugbrand im allgemeinen nicht sehr günstig gewesen zu sein, denn es war, wie eine Umfrage bei den Landwirten der Leipziger Umgebung ergab, nur ein ganz minimaler Brandbefall beobachtet worden.

Aus meinen Versuchsergebnissen lassen sich aber immerhin gewisse Schlüsse auf die Empfänglichkeit einiger Sorten ziehen. Ein Vergleich meiner Resultate mit den von NEUMEYER (34) und ARLAND (5) in den beiden vorhergehenden Jahren durch Sporenbestäubung erzielten Ergebnissen zeigt, dass die Höhe des Brandbefalls in den einzelnen Jahren nicht wesentlich verschieden ist.

Unseitige Tabelle gibt über den Brandbefall in diesen 3 Versuchsjahren Aufschluss.

Als sehr empfänglich haben sich in allen 3 Versuchsjahren erwiesen: STRUBES Schlanstedter, Gebr. DIPPEs Überwinder, CARSTENS III und EDLERS Göttinger. Von den nur im Jahre 1924 geprüften Sorten zeigten Neuprüfung I, Neuprüfung II, SVÄLÖFs Sieges, HÖRNINGS, WEISS und KRAFTs rheinischer Weiss sehr starken Befall.

Eine mittlere Empfänglichkeit hatten bei meinen Versuchen folgende Sorten:

Tabelle über den Brandbefall in drei Versuchsjahren.

S o r t e.	Sporenbestäubung von NEUMEYER (35)			Sporenbestäubung von ARLAND (5)	
		1922. %		1923. %	
v. LOCHOWs Gelbhafer für schwachen Befall	0	0	0	0	0
v. LOCHOWs Gelbhafer für leichten Befall	0	0	0	0 1,2	0 0,6
PFLUGs Baldersb. Frühhafer	0	0	0	0	0
PFLUGs Baldersb. Gelbhafer	0	0	0,9	0	0
Friedrichswerther Berghafer	0	0	0	1,6 0	1,5 0
BESELERs Weisshafer II	-	-	-	-	-
SVALÖFs Siegeshafer	-	-	-	-	-
Gebrüder DIPPEs Überwinder	13,8	13,5	9,9	9 23,6	6,7 24,2
STRUBEs Schlanstedter Hafer	19	4,7	25,8	9,1 11,6	12,6 11,5
BRANDTs Gretchen-Hafer	8,0	4,8	3,8	-	-
KRAFTTs Rhein. Gelbhafer	-	-	-	-	-
KRAFTTs Rhein. Weisshafer	-	-	-	-	-
SVALÖFs Königshafer	-	-	-	-	-
FISCHERs Wirchenblatt- Hafer III.	20,9	26,9	26,5	0 0	0 0
FISCHERs Wirchenbl.XVI	1,1	1,1	1,0	-	-
Mineb. Kley v. MEY.-BORNS	2,3	11,0	4,4	-	-
Mineb. Kley a.Ebst.Sorte I	-	-	-	-	-
Mineb. Kley a.Ebst.Sorte III	-	-	-	-	-
KIRSCHEs Gelbhafer	14,5	12,1	7,8	-	-

Tabelle über den Brandbefall in drei Versuchsjahren.

Eigene Versuche 1924.

I. Inf. durch Mycelhalt. Spelz.-u. Anth. Auss. 15. u. 16.4.		II. Inf. d. Mycelhalt. Spelz.-u. Antheren- Aussaat. 30.4.		III. Inf. d. Sporen, d. zwisch. Karyopse u. Spelz. gebracht w.		IV. Inf. <u>nur</u> durch Mycelhaltige Antheren.
Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %
0	0	0	0	0	0	-
0	0	0	0	0	0	-
0	0	0	0	0	0	-
0	0	0	1	0	0	-
0	0	4,2	2,1	0	0	-
1,8	3,7	3	4,6	0	0	-
5,0	8,7	6,9	12,4	0	0	-
17,5	22,8	20,5	26,4	6,8	8,4	-
5,8	7,3	9,3	11,6	4,3	5,1	-
0,9	0	1	3,1	0	0	-
0	0	0	0	0	0	-
2,8	5,7	3,8	21,8	0	0	-
3,9	5,0	8	15,6	0,9	0	-
4,0	7,5	5,2	8,3	0,9	3,9	0
4,5	3,8	7,4	7,8	1	1	-
1	1,8	3,1	8,7	0	1	-
0	0,9	0	1	0	0	-
0,9	0	0	1,1	0	0	-
2,9	5,5	9,3	11,5	1	3,6	-

Tabelle über den Brandbefall in drei Versuchsjahren.

S o r t e.	Sporenbestäubung von NEUMEYER (35) 1922. %			Sporenbestäubung von ARLAND (5) 1923. %	
KIRSCHES Weisshafer	1,5	1,6	3,7	-	-
DIETZES Gelbhafer	15,1	10,1	7,1	-	-
EDLERS Göttinger Hafer	9,3	13,2	15,7	1,6 3,2	2,9 4,0
CARSTENS Hafer III	21,8	18,7	19,2	1,8 22,1	0,6 20,2
v.KAMECKES Streckenth. H. 2	1,1	1,1	0	-	-
H.METTES Ligowo-Hafer	1,1	1,0	0	-	-
v.KALHENS Vienaer Hafer	5,0	7,1	2,3	-	-
Hohenheimer Hafer V	-	-	-	-	-
Lischkower Frühhafer	-	-	-	-	-
Fichtelgebirgshafer	-	-	-	-	-
HÖRNINGS Gelbhafer	-	-	-	-	-
HÖRNINGS Weisshafer	-	-	-	-	-
Neuprüfung I	-	-	-	-	-
Neuprüfung II	-	-	-	-	-
Avena brevis	-	-	-	0 0	0 0

Fichtelgebirgshafer, Beseler II, DIETZES Gelb, FISCHERS Wirchenblätter III und XVI, KIRSCHES Gelb und KIRSCHES Weiss.

Ob die in den letzten Jahren ohne Befall gebliebenen Hafersorten wirklich immun sind, müssen erst weitere Versuche beweisen. Ein Urteil darüber wage ich deshalb noch nicht zu fällen, weil die bei den Versuchen im Jahre 1922 und 1923 angewandte Sporenbestäubung nicht wirksam genug ist, und bei meinen Versuchen im Jahre 1924 die Infektionsbedingungen sehr ungünstig waren. So zeigte z.B. LOCHOWS Gelbhafer, der mir als anfällig bekannt ist, in allen drei Jahren keinen oder nur

Tabelle über den Brandbefall in drei Versuchsjahren.

Eigene Versuche 1924.

I. Inf. durch Mycelhalt. Spelz.-u. Anth. Auss. 15. u. 16.4.		II. Inf.d.Mycelhalt. Spelz.-u. Antheren- Aussaat. 30.4.		III. Inf.d.Sporen, d. zwisch. Karyopse u. Spelz. gebracht w.		IV. Inf. <u>nur</u> durch Mycelhaltige Antheren.
Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %	Innenkörnerpflanz. %	Aussenkörnerpflanz. %
1,9	4,9	4,3	6,3	1	2,7	-
1,7	2,7	4,1	5,9	0	0	-
7,5	5,6	8,6	9,9	5,5	4,5	1,2
1,9	11,9	7,8	15,0	2,8	4,7	-
0	0	0	1	0	0	-
0,9	0,9	6,4	6,5	0	0,9	-
2,8	2,0	3,3	3,8	0	0	-
1	1	0	1,9	0	0	-
0	1	0	0	0	0	-
3,5	4,9	5,1	6,9	0	0	-
0	0	0	0	0	0	-
4,7	8,1	5,6	11,8	0	0	-
7,3	5,6	10,8	16,8	3,8	5,6	-
9,6	12,6	9,6	22,9	0	0	-
0	0	0	0	0	0	-

sehr geringen Befall. Als sicher kann man dagegen wohl annehmen, dass *Avena brevis* und *A. strigosa* gegen Flugbrand immun sind, denn trotz zahlreicher Beobachtungen und Versuche wurden bei diesen Arten niemals kranke Rispen gefunden.

Im Jahre 1924 ist die Sporeninfektion fast ganz unwirksam gewesen. Eine ganze Reihe von Sorten, die durch die Infektion mit Mycel einen ziemlich erheblichen Brandbefall zeigten, blieben bei Sporeninfektion brandfrei. Vielleicht ist diese Tatsache darauf zurück zu führen, dass die Sporen erst zu Sporidien auskeimen müssen, und dass wahrscheinlich erst nach deren Fusion infektiösfähige Hyphen gebil-

det werden können. Unter ungünstigen Verhältnissen kann dies sehr viel Zeit in Anspruch nehmen, so dass die Haferpflanzen vor den Parasiten einen Vorsprung bekommen und einer Infektion entgehen.

Der Einfluss der Temperatur auf den Brandbefall geht aus den Versuchen I und II und den Witterungsbeobachtungen hervor. Die nachfolgende graphische Darstellung der Maximal- und Minimal-Bodentemperaturen zeigt, dass die Quecksilbersäule nach dem ersten Aussaattag im allgemeinen um einige Grad niedriger gestanden hat, als nach der zweiten Aussaat. Mit Ausnahme zweier Sorten, die nur 1 % Brandpflanzen hervorbrachten, wurde bei den anderen allen vermutlich durch die höheren Temperaturen nach dem zweiten Aussaat die Empfänglichkeit der Pflanzen erhöht.

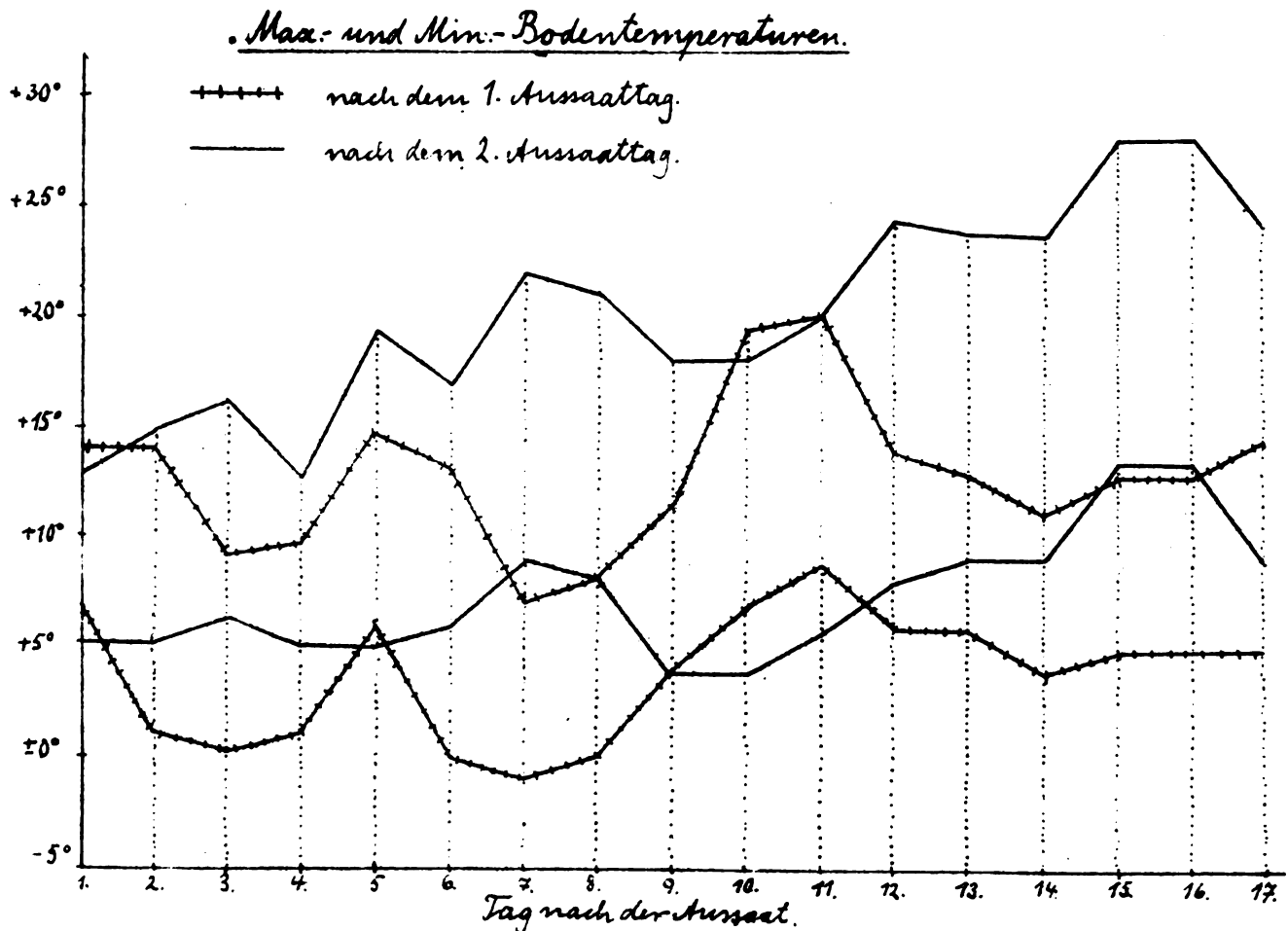


Fig. 3.

Bemerkenswert ist noch, dass der Brandbefall der aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen im allgemeinen grösser war als bei den Aussenkörnerpflanzen. Ähnliche Beobachtungen haben auch KITUNEN (25), ARLAND (5) und DIEHL (12) gemacht. Die Ursache der grösseren Empfänglichkeit der Innenkörner-Pflanzen ist nach meiner Ansicht in ihrer geringeren Wachstumsenergie zu suchen. Ich konnte beobachten, dass sie in ihrer ersten Entwicklungszeit deutlich hinter den aus Aussenkörnern hervorgegangenen Pflanzen zurückblieben, wodurch das infektiösfähige Stadium natürlich verlängert wird.

Nach KITUNEN (25) sollen auch in der späteren Entwicklungszeit grosse Wachstumsunterschiede zwischen Aussen- und Innenkörner-Pflanzen bestehen. Bei meinen Versuchen konnte ich dies jedoch nicht feststellen; die anfangs bestehenden Unter-

schiede glichen sich bis etwa 14 Tage nach dem Aufgang der Pflanzen vollkommen wieder aus. Ich glaube auch nicht, dass Verschiedenheiten in späteren Wachstumsstadien die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen stark beeinflussen können. Wenn der Brandpilz einmal in die Rispenanlage gelangt ist, wird es dieser kaum mehr gelingen, dem Parasiten vollkommen zu entwachsen.

Eine andere Ursache der grösseren Empfänglichkeit der Innenkörner-Pflanzen, z.B. eine andere physiologische Reaktion der Wirtszellen, ist m.E. ganz unwahrscheinlich.

Um die Infektionsfähigkeit der in den Antherenresten vorhandenen Dauermycelien festzustellen, waren je 125 Körner zweier Sorten nur mit infizierten Antheren beschickt worden. Trotzdem ich zwei anfällige Sorten, nämlich EDLERS Göttinger und FISCHERS Wirchenblätter III, ausgewählt hatte, betrug der Brandbefall in dem einen Falle nur 1,2, in dem anderen 0 %. Aus diesen beinahe negativen Resultaten darf man jedoch nicht schliessen, dass eine Infektion durch die in den Antherenresten vorhandenen Mycelien nur selten eintritt. In der Natur liegen die Verhältnisse viel günstiger als bei meinen Versuchen. Da ich die drei Antherenreste mit einer Pinzette unter die Deckspelze eingeführt habe, ist es leicht möglich, dass der Keimling diese Infektionsherde vor sich herschob und dadurch einer Ansteckung entging. Bei einem noch fest von der Spelze umschlossenen Haferkorn sitzen die Antherenreste dagegen an der Spitze der Karyopse und sind mit deren langen Haaren verwoben, sodass sie durch den wachsenden Keimling nicht aus ihrer Lage entfernt werden können. Dieser ist also in diesem Falle viel mehr der Infektionsgefahr durch Mycelien aus den Antherenresten ausgesetzt.

In diesem Zusammenhange sei hier ein interessanter Fall erwähnt. ZADE (52) konnte beobachten, dass durch das Kurzdreschen des Saatgutes ein grosser Teil der Infektionsherde beseitigt wurde, was einen stark verringerten Befall zur Folge hatte.

Bemerkenswerterweise war im Jahre 1924 weit über die Hälfte aller kranken Pflanzen nur partiell befallen (s. Tabelle I). Diese Erscheinung ist vermutlich nur darauf zurück zu führen, dass das Brandmycel infolge ungünstiger Infektionsbedingungen nicht rechtzeitig bis zum Vegetationspunkt des Haupthalms gelangen konnte.

Ob der mehr oder minder starke partielle Befall der einzelnen Sorten, wie VAVILOV (45) vermutet, eine Sorteneigentümlichkeit ist und mit der Immunität im Zusammenhang steht, liess sich aus den diesjährigen Versuchen nicht feststellen.

III. DIE URSACHEN DER VERSCHIEDENEN EMPFÄNGLICHKEIT.

Die Erforschung der Immunität bzw. verschiedenen Empfänglichkeit unserer Kulturpflanzen befindet sich noch in einem Anfangsstadium. Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen muss man annehmen, dass ihre Ursache teils in der Eigenart des Pflanzens oder des Wachstums der Wirtspflanzen, andernteils in der physiologischen Reaktion der Pflanzenzellen liegt. Diese Faktoren greifen in einander über, und es lässt sich daher in dem einzelnen Falle schwer entscheiden, welche Ursache die Hauptrolle spielt.

KÜHN (28) hat als erster den Versuch gemacht, die ungleiche Anfälligkeit der Getreidesorten für Brandkrankheiten zu erklären. Er nahm an, dass der Feuchtigkeitsgehalt, das Mass der Inhibition der Zellmembran, von Bedeutung für die Ausbreitung und Entwicklung des Brandmycels sei. Die Pilzhyphe sollen in die infolge grosser Feuchtigkeit gebildeten Nachschosshalme leichter eindringen können als in die unter normalen Wachstumsbedingungen entstandenen Halme. Ferner glaubte er, dass die Membranen der einzelnen Getreidesorten und -Varietäten verschieden stark mit Wasser inhibiert seien und deshalb eine ungleiche Widerstandsfähigkeit besäßen.

Da die Brandpilze nach den Beobachtungen der älteren Autoren im Laufe ihrer ganzen Entwicklung innerhalb der Wirtspflanzen nur intracellulär weiter wachsen sollen, ist man auch auf den Gedanken gekommen, dass Unterschiede im anatomischen

Bau der Zellen bestehen können, welche die ungleiche Anfälligkeit verursachen. Es ist zwar festgestellt worden, dass die Beschaffenheit der Zellmembran bei gewissen Krankheiten eine Rolle spielt; für die Infektion der Getreidepflanzen durch Brandpilze scheint dies jedoch nicht zuzutreffen, wenigstens hat man bei der mikroskopischen Untersuchung der jungen Keimlinge und der embryonalen Gewebe keine Verschiedenheiten feststellen können.

Wahrscheinlicher dagegen ist die Annahme, dass ein Zusammenhang zwischen Brandanfälligkeit und Keimungsenergie besteht. Die Infektion des Getreidekeimlings ist nur während eines sehr kurzen Entwicklungszustandes möglich. Je schneller es nun der Pflanze gelingt, dieses Stadium der Anfälligkeit zu überwinden, umso grösser sind die Aussichten, dass sie einer wirkungsvollen Infektion entgeht. Diese Unterschiede werden besonders dann eine Rolle spielen, wenn die Keimung der Brandsporen sehr viel Zeit erfordert, wodurch der Keimling einen Vorsprung bekommt.

HILTNER (19) hat darauf hingewiesen, dass weniger Keimungsgeschwindigkeit als die Triebkraft als Ursache der Widerstandsfähigkeit in Frage kommt, da eine grosse Keimungsenergie nicht immer mit einer grossen Entwicklungs-Geschwindigkeit Hand in Hand zu gehen braucht. Er beobachtete z.B., dass sich der als anfällig bekannte Fichtelgebirgshafer nicht durch eine geringe Keimungs-Geschwindigkeit, sondern durch eine langsame Jugendentwicklung von anderen Sorten unterscheidet.

Auch APPEL (2) glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu können, dass ein Zusammenhang zwischen Keimungs-Entwicklung und Brandanfälligkeit besteht.

Im Gegensatz dazu hat KIRCHNER (21, 22) beim Weizen keine Wechselbeziehungen, weder zwischen Keimungsenergie und Steinbrandbefall, noch zwischen Triebkraft und Brandbefall, feststellen können. Er gibt sich mit diesen negativen Resultaten zufrieden, weil die Keimungsgeschwindigkeit bzw. die Triebkraft nach seinen und anderen Beobachtungen keine feststehenden Sorten-Eigentümlichkeiten sind.

Obwohl HECKE (17) beim Weizen ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Brandanfälligkeit erkennen konnte, glaubt er doch an der Ansicht HILTNERs festhalten zu müssen. Er begründet dies damit, dass der Einfluss einer niederen Temperatur auf den Brandbefall des Weizens nur darauf zurück zu führen sei, dass das Stadium der Empfänglichkeit verlängert wird.

Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht auch meine oben erwähnte Beobachtung, dass die aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen eine geringere Triebkraft und eine grössere Brandanfälligkeit besitzen.

Es kommt ziemlich häufig vor, dass die Pflanzengewebe schneller wachsen als die in ihnen vorhandenen Pilzhypen, wodurch die Pflanzen ausserlich gesund bleiben, trotzdem im Innern Infektionskeime vorhanden sind. Obwohl diese schnellere Entwicklung in der Hauptsache von ausseren Wachstumsbedingungen beeinflusst wird, ist anzunehmen, dass ein solches Überwuchern bis zu einem gewissen Grade auch eine Sorten-Eigentümlichkeit ist, nämlich insofern, als manche Sorten von Natur dazu neigen, gewisse Entwicklungszustände schneller zu überwinden als andere.

Da bei den Flugbrandarten des Getreides eine Blüteninfektion stattfindet, können Verschiedenheiten in den Blühverhältnissen die Ursache einer ungleichen Anfälligkeit der einzelnen Sorten und Varietäten sein. Ein vollkommen dichter Abschluss der Spelzen bietet die beste Gewähr gegen eine Bestäubung der Blütenorgane mit Brandsporen. Die Infektionsmöglichkeit wird aber auch schon durch eine nur wenig oder nur sehr kurze Zeit geöffnete Blüte sehr stark verringert.

Allgemein bekannt ist, dass beim Weizen und bei der Gerste Unterschiede in der Blühverhältnissen bestehen. Die *Erectum*- und *Hexastichum*-Gersten blühen geschlossen, die *Mutans*- und *Inaequalis*-Gersten (günstiges Wetter vorausgesetzt) dagegen offen ab. Beim Weizen sind diese Unterschiede nicht so gross. Nach FRIEDWIRTH (16) ist der Dickkopf-Weizen weniger geneigt, die Spelzen zu öffnen, als der lockerrührige Weizen. Ferner hat VAVILOV (45) beobachtet, dass der "harte Weizen und die Spelzgetreide" weniger als die "weichen" Weizen vom Flugbrand befallen werden, weil die Brandsporen wegen der mehr geschlossenen Blüte nicht so leicht in das Innere der Blüten gelangen können.

Beim Hafer ist mit Ausnahme des Nackthafers und der durch den Drusch ihrer

Spelzen beraubten Körner des Spelzhafers eine Infektion durch den Flugbrand ebenfalls nur bei offenem Abblühen möglich.

Im Sommer 1924 habe ich die 37 Sorten meiner Immunitätsversuche auf ihre Blütenverhältnisse untersucht. Ich war mir dabei vollkommen bewusst, dass die Blühweise des Hafers in erster Linie von den jeweiligen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen beeinflusst wird, und dass erst in zweiter Linie der Charakter der Sorte in Frage kommt.

Der Hafer blüht nur nachmittags, gewöhnlich in der Zeit zwischen 2 und 4 Uhr. An manchen Tagen kann man aber auch noch später, bis abends 8 Uhr geöffnete Blüten finden. Zuerst blühen die am höchsten und an den Rispenenden sitzenden Ährchen. Innerhalb des Ährchens blüht zuerst das grösste, dann das zweite und endlich das dritte Blütenchen.

Nach FRUWIRTH (15) zeichnen sich die unteren Blüten durch einen grösseren Öffnungswinkel aus. Er soll 40 - 50 °, bei dem zweiten Blütenchen aber nur 25 - 30 ° betragen. RIMPAU (39) fand dagegen, dass die kleinen Blüten meist weiter, fast bis zu einem rechten Winkel, geöffnet waren. Eine ähnliche Beobachtung habe auch ich an einigen Sorten machen können. Daneben scheint aber auch ein Unterschied in der Neigung zum offenen Abblühen der Blüten je nach ihrem Sitze zu bestehen. Beim Bestäuben der Blüten mit Brandsporen bemerkte ich, dass meist eine viel grössere Zahl der kleinen inneren Blüten als der äusseren geöffnet war. Die Ursache kann nur sein, dass die grossen Blüten entweder nur sehr kurze Zeit geöffnet sind oder dass bei ihnen die Neigung zum offenen Abblühen an sich geringer ist. Bestätigt wurde diese Vermutung durch folgende Beobachtung: Beim Sortieren der künstlich infizierten Haferkörner stellte es sich heraus, dass von 1798 geernteten Körnern 1120 Innenkörner und 678 Aussenkörner waren. Ein Zufalls-Ergebnis ist m.E. nicht wahrscheinlich, da die Blüten ganz wahllos bestäubt worden waren.

Nach den Feststellungen FRUWIRTHs (15) öffnen sich unter günstigen Umständen die Blüten bei allen Hafersorten. Angaben über Verschiedenheit in der Spreizung der Spelzen finden sich jedoch in seinen Werken nicht. Nach den schon 50 Jahre zurückliegenden Untersuchungen von WILSON (48) sind bei den kultivierten Hafersorten "alle Abstufungen von einer schwachen Erweiterung der Spelzen bis zu einem 1/4 Zoll weiten Auseinanderweichen ihrer Spitzen" zu beobachten. Grosse Unterschiede im Grade des Spreitzens habe auch ich im vergangenen Jahre (1924) feststellen können. Die von mir untersuchten Sorten waren an drei verschiedenen Terminen ausgesät worden, sodass die durch Temperatur und Feuchtigkeit möglicherweise bedingten Verschiedenheiten ausgeglichen wurden. Unmöglich ist aber auch nicht, dass, wie TUBEUF (44) vermutet, die Wirkung dieser beiden Faktoren bei den einzelnen Sorten verschieden ist.

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammengestellt:

0 = geschlossenes Abblüthen.		+ = geringes Öffnen der Spelzen.	
++ = mittelweites Öff.d.Spels.		+++ = weites Öffnen der Spelzen.	
v. Lochows Gelb f.schw. B.	+++	Fischers Wirchenblatt XVI	++
v. Lochows Gelb f. l. B.	+++	Lüneburger Kley v. Mey-Borns	++
Pflugs Baltersb. Früh	++	Lüneburger Kley a. Ebst.	+
Pflugs Baltersb. Gelb	++	Sorte I	
Friedrichswerther Berg	++	Lüneb. Kley a. Ebst. Sorte III	+
Beseler II	++	Kirsches Gelb	++
Svalöfs Sieges	+	Kirsches Weiss	+
Gebr. Dippes Überwinder	+	Dietzes Gelb	+++
Strubes Schlanstedter	++	Edlers Göttinger	++
Brandts Gretchen	+	Carsters III	+++
Krafft's Rheinischer Gelb	++	Streckenthiner II	+
Krafft's Rheinischer Weiss	+++	H.Mettes Ligowo	+
Svalöfs Königs	+	v.Kalbens Vienaer	++
Fischers Wirchenblatt III	++	Hohenheimer V	+++

Lischower Früh	++	Neuprüfung II	++
Fichtelgebirgshafer	++	Nackthafer aus Chile	+++
Hörnings Gelb	+++	Nackthafer unbek. Herk.	+++
Hörnings Weiss	+++	<i>Avena brevis</i>	0
Neuprüfung I	++	<i>Avena strigosa</i>	0

Bemerkenswert ist, dass *Avena brevis* und *Avena strigosa* im Versuchsjahre nicht offen abblühten. Von den Kulturhaferarten haben besonders die ein Interesse, deren Spelzen sich beim Blühen nur wenig öffnen, weil dadurch eine Infektion nur in geringerem Masse möglich ist. Eine Besonderheit einiger frühreifer Sorten ist, dass sie etwas rascher abblühen. Auf diese Weise kann der Grad der Infektion des Saatgutes ebenfalls verringert werden. ZADE (50) weist aber darauf hin, dass sich diese Verschiedenheiten auch sehr häufig verwischen, und neben einander angebaute früh- und spätreife Sorten öfters keine Unterschiede zeigen.

Während man früher annahm, dass die Ursache der pflanzlichen Unempfindlichkeits-Erscheinungen allein in morphologischen Eigenarten und Verschiedenheiten in der Entwicklung der Pflanzen begründet sei, ist man neuerdings mehr und mehr zu der Überzeugung gekommen, dass in den meisten Fällen physiologische Reaktionen der Zellen die mehr oder minder grosse Widerstandsfähigkeit bedingen. Physiologisch empfindliche Sorten können aber praktisch immun sein, wenn sie durch mechanische Eigenarten im allgemeinen einer Infektion entgehen.

Für eine aktive Immunität der Pflanzen sprechen die Ergebnisse der von mir vorgenommenen Keimlingsinfektionen. Den Pilzhypen des Haferflugbrandes gelang es zwar in die Zellen verschiedener Getreidearten, die dem Parasiten nicht entsprachen, einzudringen. Sie konnten aber nicht weiter wachsen und starben bald ab. Die Immunität kann also in diesem Falle nicht auf einem mechanischen Hindernis, sondern nur auf inneren Eigenschaften der Zellen beruhen.

MASSEE (33) nahm an, dass das Vorhandensein bestimmter chemotropisch positiv auf einen Parasiten einwirkender Stoffe ein Schmarotzen hervorrufen kann. Schon die Anwesenheit von Zucker im Zellsaft soll genügen, um eine Infektion durch einen nur wenig spezialisierten Pilz herbei zu führen. Da es aber auch Pflanzen gibt, die zwar viel Zucker enthalten, jedoch nicht angegriffen werden, glaubt er, dass in diesem Falle chemotropisch negativ auf den Parasiten einwirkende Stoffe im Zellsaft vorhanden sind. Diese Immunitätsursache kann aber beim Getreide in Bezug auf Brandkrankheiten nicht in Frage kommen, denn nach den oben erwähnten Keimlings-Infektionsversuchen dringen die Brandpilzhypen auch in vollkommen immune Pflanzen ein.

Nach den Untersuchungen von COMES (19) soll die pflanzliche Immunität von der Menge der organischen Säuren, zum Teil auch der Gerbstoffe und des Anthocyans im Zellsaft der Pflanzen abhängig sein. Ein hoher Säuregehalt soll mit einer grossen Widerstandsfähigkeit, ein hoher Zuckergehalt und dementsprechend geringerer Gehalt an Säuren und Gerbstoffen mit einer grösseren Empfindlichkeit der Pflanzen Hand in Hand gehen. In Bezug auf Weinsorten stimmt diese Theorie mit den natürlichen Verhältnissen überein.

Eine Wechselbeziehung zwischen Säuregehalt und Brandanfälligkeit konnte KIRCHNER (23) beim Weizen konstatieren. Die Untersuchung der 5 Tage alten Keimlinge ergab, dass sich der Zellsaft der sehr widerstandsfähigen Sorte Fürst Hatzfeld durch einen höheren Säuregehalt von der anfälligen Sorte Richmonds Riesen unterschied. Da diese Versuche m.W. nur mit zwei Sorten angestellt sind, ist es fraglich, ob man daraus entscheidende Schlüsse ziehen kann.

Ein negatives Resultat hatten die Untersuchungen ARLANDS (5). Zwischen dem im Feldbestand erzielten Brandbefall zahlreicher Haferarten und dem Glykosegehalt und Wasserstoff-Exponenten ihrer Halme und Blätter konnte er keinen Zusammenhang feststellen. Es ist möglich, dass man günstigere Ergebnisse erzielt, wenn man, wie KIRCHNER, nur die Keimlinge und vielleicht auch noch die embryonalen Gewebe, also

nur die Pflanzenteile untersucht, in denen eine Weiterentwicklung der Brandpilze stattfindet.

Auch VAVILOV (45) konnte unter den Weizensorten viele Fälle beobachten, in denen die Theorie von COMBS nicht zutraf. Besonders aber ergaben, was an dieser Stelle von Interesse ist, die an verschiedenen Hafersorten vorgenommenen Untersuchungen, dass keine Wechselbeziehung zwischen der Menge der im Zellsaft vorhandenen Säuren und dem Verhalten der Pflanzen gegen parasitische Pilze besteht. Er fand zwar sehr grosse Unterschiede im Säuregehalt der einzelnen Sorten, aber merkwürdigerweise hatten die vollkommen immunen Arten *Avena brevis*, *Avena strigosa* und *Avena byzantina* keinen über den Durchschnitt hinausgehenden Säuregehalt.

Neuerdings hat die Hypothese von MARSHALL WARD (47) Beachtung gefunden. Dieser Forscher nimmt an, dass die Parasiten, um in die Wirtspflanze eindringen zu können, Toxine und Enzyme ausscheiden, und dass von den befallenen Pflanzen Antitoxine gebildet werden, die diese Giftstoffe neutralisieren sollen. Die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen soll davon abhängig sein, ob es ihnen gelingt, durch Ausscheidung der Antitoxine den Parasiten erfolgreich Widerstand leisten zu können. Diese Annahme ist zwar sehr wahrscheinlich, leider ist sie aber nicht hinlänglich durch positive Versuchsergebnisse bewiesen.

Alle Immunitätstheorien sind ohne Zweifel in den Fällen anwendbar, in denen sie durch exakte Versuche als richtig erkannt worden sind. Man darf sie jedoch nicht, wie es meist geschehen ist, ohne weiteres auf alle Immunitäts-Erscheinungen ausdehnen.

IV. DER EINFLUSS ÄUSSERER FAKTOREN AUF DIE EMPFÄNGLICHKEIT DER WIRTSPFLANZEN.

Die natürliche Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Parasiten kann durch äussere Umstände, wie Temperatur, Feuchtigkeit, physikalische und chemische Bodenbeschaffenheit u.ä., sehr stark beeinflusst werden. So kommt es zuweilen vor, dass die Pflanzen nicht immuner Sorten trotz einer starken künstlichen Infektion gesund bleiben.

Die Beziehungen zwischen der Temperatur während der Jugendentwicklung der Pflanzen und dem Brandbefall sind erstmals von BREFELD (7) untersucht worden. Er spritzte Brandkonidien auf ganz junge Haferkeimlinge auf, pflanzte letztere aus und bewahrte die Pflanzen bei verschiedenen Temperaturen auf. Die im Keller bei unter 7 ° C gezogenen Pflanzen hatten den höchsten Befall. Alle späteren Untersuchungen, die sich mit der Frage des Einflusses der Temperatur auf den Brandbefall des Hafers befassen, brachten jedoch das entgegengesetzte Resultat. TUBEUF (45), ROSE (41) und KITUNEN (25) bestäubten die Haferkörner mit Brandsporen und erhielten bei späterer Aussaat mit höheren Bodentemperaturen während der ersten Entwicklungszeit der Pflanzen einen höheren Befall.

Den natürlichen Verhältnissen am meisten entsprechend waren die Versuche von APPEL und RIEHM (4). Sie verwandten Saatgut aus einem stark brandigen Bestande des Fichtelgebirghafers, welches in einem Zeitabstand von einer Woche ausgesät wurde. Der Brandbefall und die Bodentemperaturen während der ersten Entwicklung waren folgende:

Aussaat.	Befall durchschn.	Min.-Temp.	Max.-Temp.
März - Ende April	10 %	2,5°	13°
am 30. April	25 %	7,7°	20°

Durch einen noch späteren Aussaattag, nach welchem die Temperatur noch höher (13° Min., 32° Max.) war, fiel der Brandbefall wieder.

Im gleichen Sinne wurde bei meinen oben erwähnten Versuchen der Brandbefall durch die Temperatur beeinflusst.

Durch eine Reihe von Topfversuchen erbrachte ROSE (41) den Nachweis, dass die Höhe des Brandbefalls mit der Erwärmbarkeit des Bodens im Zusammenhang steht. Auf dem Tonboden, der während der Beobachtungszeit die niedrigsten Temperaturen zeigte, war der Brandbefall am geringsten, während der leicht erwärmbare Humusboden die meisten kranken Pflanzen hervorbrachte. Der Befall auf den übrigen Bodenarten liess sich analog ihrer Erwärmungsfähigkeit dazwischen einordnen.

Erwähnt sei hier noch eine interessante Beobachtung von APPEL und GASSNER (3). Auf einem grösseren Felde, das überall mit dem gleichen Saatgut besät worden war, konnten sie auf dem warmen Südabhang einen starken, auf dem Nordabhang einen viel geringeren und auf einigen besonders tief gelegenen Stellen des letzteren so gut wie keinen Brandbefall feststellen.

HECKE (17) macht darauf aufmerksam, dass die Temperatur in drei Richtungen auf das Zustandekommen der Branderscheinungen einwirken kann:

"1) Der Einfluss der Temperatur auf die Keimung der Sporen und Saatkörner. (Nach den neueren Untersuchungen über den Haferflugbrand kommt hier aber nicht die Keimung der Sporen, sondern das Auswachsen der Dauermycelien und Gemmen zu infektiösfähigen Hyphen in Frage.)

2) Der Einfluss der Temperatur auf die Dauer des infektiösfähigen Stadiums der Nährpflanze.

3) Der Einfluss der Temperatur auf die Möglichkeit, für den Pilz der Vegetationspunkt zu erreichen."

Die abweichenden Resultate BREFELDS erklärt HECKE (17) damit, dass die Versuche nur in Bezug auf Punkt 3 angestellt seien. Da der Brandbefall durch höhere Temperaturen eine Steigerung erfährt, ist meines Erachtens den Punkten 1 und 2 eine grössere Bedeutung beizumessen.

Über den Einfluss der Temperatur auf die Sporenkeimung und Mycelentwicklung hat HERZBERG (18) umfangreiche Versuche angestellt.

	Keimtemp.d. Hafers.	Mycelentwicklung.	Sporenkeimung.
Min.	4 - 5 °	wenig unter 6 1/2 °	zwischen 5 und 11 °
Opt.	25 °	zw. 18 und 26 °	zwischen 22 und 30 °
Max.	30 °	zw. 30 und 34 °	zwischen 30 und 35 °

Untersuchungen über die Kardinalpunkte der Temperatur in bezug auf die Auskeimung der Dauermycelien und Gemmen sind leider noch nicht gemacht worden. Ich glaube nicht, dass sie von den angeführten Zahlen über Mycelentwicklung und Sporenkeimung abweichen werden.

Da die Mindesttemperatur der Haferkeimung um einige Grade niedriger ist als die der Mycelentwicklung, so kann es zuweilen vorkommen, dass die Haferkörner keimen, während die Dauermycelien infolge zu geringer Wärme nicht oder doch erst sehr spät zu infektiösfähigen Hyphen auswachsen, wodurch die Pflanzen einer wirkungsvollen Infektion entgehen. Durch eine Erhöhung der Temperatur scheint jedoch der Parasit in seiner Entwicklung viel mehr begünstigt zu werden als die jungen Haferpflanzen, denn obwohl das infektiösfähige Stadium in diesem Falle verkürzt wird, nimmt nach den bisherigen Versuchsergebnissen der Brandbefall zu. Die grössere Empfänglichkeit beruht in diesem Falle nicht auf einer Beeinflussung der Wirtspflanze, sondern auf einer Begünstigung des Parasiten.

Ein Vergleich der Temperatur-Optima der Haferkeimung und Pilzentwicklung ist nicht gut möglich, da die Zahlen HERZBERGS in zu weiten Grenzen schwanken. Die oben erwähnten Versuche von APPEL und RIEHM (4) sprechen dafür, dass die günstige

Entwicklungs-Temperatur für den Brandpilz etwas tiefer liegt als für den Hafer.

Im allgemeinen kann man damit rechnen, dass eine frühzeitige Frühjahrssaat des Hafers den Brandbefall vermindert. Natürlich tritt dies aber nur dann ein, wenn die Temperaturen nach der Saat auch tatsächlich niedrig sind.

Über den Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf den Brandbefall liegen nur wenige Versuche vor. Im Gegensatz zu der allgemeinen Anschauung konnte KITUNEN (25) keine beachtenswerten Unterschiede im Befall des Hafers feststellen. Nur in den Parzellen, in denen die Wasserkapazität des Bodens mit 75 % abgesättigt war, trat etwas weniger Brand auf als in den weniger feucht gehaltenen Feldstücken.

Sehr wahrscheinlich kann durch eine zu tiefe Lage des Saatkorns die Empfänglichkeit der Pflanzen erhöht werden. Der Keimling muss sich in diesem Falle zu stark strecken, um bis an die Oberfläche zu gelangen. Die Zellgewebe werden geschwächt, und ausserdem wird durch das spätere Auflaufen das infektiösfähige Stadium verlängert.

Was den Einfluss der Düngung auf die Widerstandsfähigkeit anbetrifft, so ist es ganz natürlich, dass die Pflanzen durch die zugeführten Nährstoffe gekräftigt werden und Wachstumsstörungen leichter überwinden können. Eine direkte Einwirkung künstlicher Düngemittel auf den Parasiten während der kurzen Zeit bis zur Infektion des Keimlings halte ich dagegen nicht für wahrscheinlich.

Neben der Beeinflussung der passiven Immunität durch die Düngung kann aber auch die physiologische Widerstandsfähigkeit der Pflanzen verändert werden. Nach COMES (19) sollen die stickstoffhaltigen Düngemittel, besonders der Chilesalpeter, die Pflanzenzellen zucker- und stärkereicher machen, weshalb sie leichter angegriffen werden. Im Widerspruch zu dieser Ansicht stehen die Versuchsergebnisse ROSES (40), nach welchen eine einseitige Chilesalpeterdüngung eine Verminderung des Flugbrands eintreten liess.

Um den Säuregehalt in den Pflanzen und damit die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, fordert COMES, dass das Kalzium, Kalium, Magnesium und Eisen nur in Form von Sulfaten, der Stickstoff nur als schwefelsaures Ammoniak gegeben werden. Als wichtigste Massnahme zur Verhütung der Pflanzenkrankheiten empfiehlt er eine Phosphorsäuredüngung.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Empfänglichkeit der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten eine Sorteneigenschaft ist, die aber durch äussere Umstände beeinflusst werden kann. Die Untersuchungen von HECKE (17) sprechen dafür, dass die einzelnen Faktoren aber in verschiedenem Grade auf die Sorten einwirken können.

B) STUDIEN ÜBER DIE LEBENSWEISE DES GLATTHAFERBRANDES USTILAGO PERENNANS ROSTR.

Die Blütenteile des Glatthafers (*Avena elatior*) werden von zwei verschiedenen Brandpilzen zerstört. Der eine ist der oben genannte Flugbrand, *Ustilago perennans*, der andere der erst seit einem Jahrhundert bekannte Hartbrand, *Ustilago dura* App. et Gassen. Zwischen diesen beiden Brandarten bestehen fast genau dieselben morphologischen Unterschiede wie zwischen *Ustilago avenae* und *Ustilago levis*.

Der Flugbrand des Glatthafers ist bisher in Europa, Asien und Australien aufgefunden worden. Nach ERIKSSON (13) soll er das Futter giftig machen.

1. Krankheitsbild und saprophytische Lebensweise.

Da die charakteristischen Merkmale des Krankheitsbildes der beiden Parasiten vielfach noch unbekannt sind, seien sie hier einander gegenüber gestellt.

Bei *Ustilago dura* sind fast alle Ährchen der Rispe zerstört, und an ihrer Stelle findet sich das braunschwarze Brandpulver. Meist sieht man in den einzelnen Ährchen drei getrennte kugelige Sporenmassen, die beim Zerdrücken einen geringen Widerstand leisten. Die Deckspelzen sind noch fast ganz erhalten und nur am

Grunde von dem Pilz befallen. Da die Rispenäste normal gespreizt sind, erkennt man die kranken Halme erst bei näherem Hinsehen. Als Eigenart von *Ustilago dura* sei schliesslich noch erwähnt, dass die Sporen glatt sind, und dass keine Konidien, sondern nur fest verbunden bleibende Seitenzweige abgeschnürt werden.

Beim Flugbrand dagegen sind die Rispenäste nur wenig gespreizt, wodurch die Rispe gedrungenere erscheint. Nicht nur der Fruchtknoten, sondern auch die Blütenaxe und die Hüll- und Deckspelzen sind in Sporen umgewandelt. Die geringen noch vorhandenen Spelzenreste sind mit Sporen bestäubt, und das Sporenpulver eines Ährchens bildet eine zusammenhängende Masse, die sich leicht zerdrücken lässt.

Nach den morphologischen Verhältnissen zu urteilen, steht dieser Brandpilz dem Haferflugbrand sehr nahe. MAC ALPINE (1) hielt ihn im Jahre 1910 noch mit *Ustilago avenae* identisch. Aus meinen Keimlingsinfektions-Versuchen geht jedoch einwandfrei hervor, dass es sich um zwei verschiedene Arten handelt, denn eine wechselseitige Ansteckung der Keimlinge von Hafer und Glatthafer mit *Ustilago avenae* und *Ustilago perennans* war nicht möglich. Nach einiger Zeit zeigten die eingedrungenen Mycelfäden die typischen Zersetzungsercheinungen.

Die Sporen haben meist eine kugelförmige, seltener eine ellipsoidische oder eckige Gestalt. Ihr Epispor ist, wie beim Haferflugbrand, fein bewarzt und olivbraun gefärbt. Nach den Angaben KIRCHNERs (24) haben sie einen Durchmesser von 6 - 8 μ . HERZBERG (18) hat dagegen an frischem Material nur 3,9 - 5,2 μ gemessen.

Die von mir untersuchten Sporen hatten ungefähr die gleiche Grösse wie die Haferflugbrandsporen, wodurch die Grössenangaben KIRCHNERs bestätigt wurden.

Auf einer Nährlösung oder Nährgelatine keimen die Sporen sehr bald mit einem vierzelligen Promycel aus. Nach den Beobachtungen von SCHELLENBERG (41) werden manchmal auch an einer Spore 2 oder 3 Keimschläuche gebildet. HERZBERG (18) hat beobachtet, dass die Promycelien bei genügender Ernährung ihr Spitzenwachstum fortsetzen und zu gewöhnlichen Mycelfäden weiter wachsen können. Zum Unterschied vom Haferflugbrand sollen die Einschnürungen an den Querwänden der Keimschlauchzellen weitergehen und die Endzellen dicker und kürzer sein. Versuche über den Einfluss der Temperatur auf die Sporenkeimung hat HERZBERG (18) angestellt. Diese Ergebnisse stimmen fast vollkommen mit denen des Haferflugbrandes überein.

Nachdem der Keimschlauch ganz ausgebildet ist, werden zahlreiche Konidien abgeschnürt, die sich in flüssigen Nährsubstraten leicht vom Promycel lösen und dann lebhaft weiter sprossen. Die Form dieser Konidien wird verschieden beschrieben. PARAVICINI (35) beobachtete, dass sie nicht die regelmässige, ovale Gestalt der Haferbrandkonidien besitzen, sondern plumper, unregelmässig geformt und grösser sind. Nach HERZBERG (18) dagegen sind sie kleiner und an den Polen spindelförmig zugespitzt. Diese Verschiedenheiten sind m.E. nur die Folge ungleicher Wachstumsbedingungen. Sie sind ausserdem nur so gering, dass sie nicht als Unterscheidungsmerkmale gelten können.

Die Kopulation zweier Sporidien erfolgt mit Hilfe eines relativ langen Mycelfadens. Der Kern der einen Zelle wandert durch den Verbindungsschlauch in die andere hinüber, und das Plasma folgt nach. Aus den zweikernigen Konidien gehen naturgemäss wieder zweikernige Mycelfäden hervor. Eine Kopulation findet auch zwischen zwei Promycelzellen und nach PARAVICINI (35) zwischen einer Konidie und einem einkernigen Mycelfaden statt.

Auf einer Nährgelatine hört die Konidienbildung nach einiger Zeit vollkommen auf, und es werden nur noch Mycelfäden gebildet, die radial nach aussen wachsen. Eine ähnliche Feststellung hat HILS (20) bei *Ustilago Jensenii* gemacht. Er glaubt, dass die Konidienbildung durch Stoffwechselprodukte gehemmt, und dass durch gewisse Reize ein Auswachsen zu Mycelien begünstigt wird.

Nach meinen Beobachtungen wachsen die Pilzhyphen auf einem festen Nährboden in derselben Weise wie die Haferbrandmycelien weiter (s. Fig. 4). Hat ein Mycelfaden eine gewisse Länge erreicht, so schnürt er sich ungefähr in seiner Mitte durch. Die hintere der beiden entstandenen Zellen bleibt an ihrem Platze liegen, während die vordere unter Entleerung ihres basalen Endes mit der Spitze weiter wächst. Allmählig nimmt der Mycelfaden an der Spitze an Grösse zu und teilt sich nach einiger

Zeit. Die Verzweigung des Mycel's beginnt mit einer kleinen Ausstülpung an einem Ende. Diese wächst zu einem kurzen Mycelfaden heran, der schliesslich durch eine Einschnürung von seinem Ursprungstück getrennt wird. Zwischen den einzelnen Mycelstückchen erkennt man meist noch deutlich die leere Zellmembran mit den durch die Plasma-Abschnürung entstandenen Querwänden. Nachdem das Wachstum eine Zeit lang gedauert hat, setzt an den zurückgebliebenen Pilzhypen eine hefeartige Sprossung ein. Ausserdem werden die Pilzhypen durch eine oder mehrere Querwände in mehrere Zellen zerlegt. Häufig entstehen dabei anfangs gemmenartige Gebilde, die aber schliesslich durch eine weitere Querwand in beinahe runde Zellen zerlegt werden. Eine Gemmenbildung hat HERZBERG (18) auch in flüssigen Nährsubstraten beobachtet.

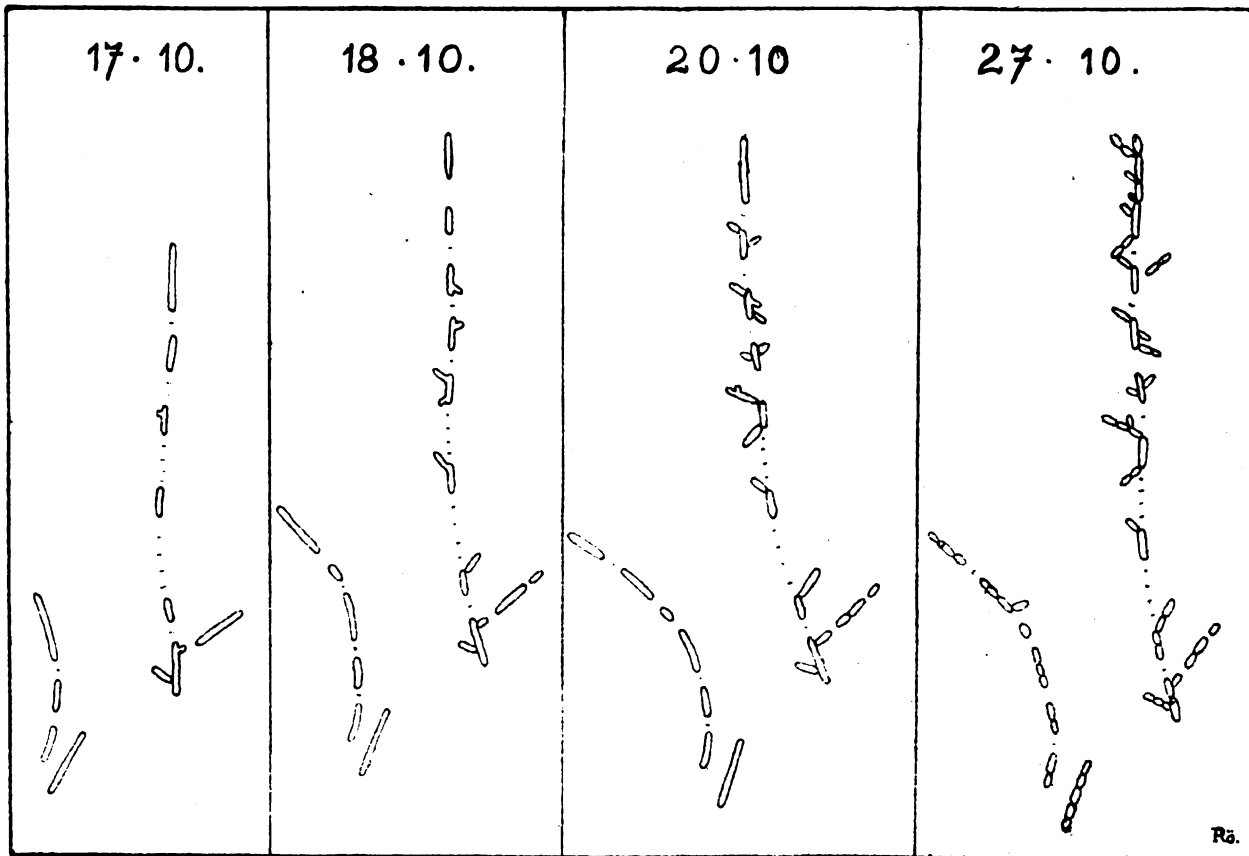


Fig. 4.

Nährgelatinekultur, Mycelwachstum und Gemmenbildung.

Sie entstanden wie bei *Ustilago avenae* und *Ustilago Jensenii* entweder als Glieder der Mycelfäden oder als Umwandlungsprodukte der Konidien.

2. Die Blüteninfektion.

Über die Art der Infektion der Blütenorgane und des Keimlings sind meines Wissens bis jetzt noch keine Untersuchungs-Ergebnisse veröffentlicht worden. Die Vermutung lag aber sehr nahe, dass sie in ähnlicher Weise wie beim Haferflugbrand erfolgen könnte.

Während der Blütezeit des Glatthaifers wird das lockere Brandsporenpulver durch

den Wind verweht und gelangt in die geöffneten Blütchen.

Um festzustellen, an welchen Blütenorganen sich die Sporen besonders festsetzen und was mit ihnen dann geschieht, wurde eine grosse Anzahl von Blütchen künstlich bestäubt. Da der grösste Teil der Blüten einer Rispe meist zu gleicher Zeit offen blüht, ist eine Bezeichnung der bestäubten Blütchen meist nicht nötig. Man muss nur alle nicht geöffneten Blüten entfernen und den Halm bezeichnen.

Bis zur Ausbildung der Karyopsen wurden die Blütchen mehrmals mikroskopisch untersucht.

Die Flugbrandsporen bleiben besonders an den beiden weit auseinander spreizenden Narbenkösten hängen. Hier keimen sie bei günstiger Temperatur sehr bald aus. Die entstehenden Keimschlauchzellen sind meist sehr lang, was wahrscheinlich auf die günstigen Feuchtigkeits-Bedingungen zurück zu führen ist. Nach einiger Zeit werden Konidien und Mycelfäden gebildet.

Auch auf den Schüppchen und den langen flügelartigen Fortsätzen derselben keimen die Sporen sehr bald. Auf den letzteren konnte ich stets eine ganz besonders starke Mycelbildung beobachten. Die beim Hafer erwähnte Feuchtigkeitsabgabe der Lodiculae scheint also auch hier einzutreten. Mit dem Vertrocknen der Schwellkörper wandeln sich die Mycelfäden teilweise in Gemmen um, die deutlich die Biskuitform zeigen. Häufig zieht sich das Plasma aber auch nur auf ein kurzes Stück Mycelfaden zusammen, das dann etwas dicker erscheint. Nach der Färbung mit Baumwollblau kann man manchmal die zwischen den Gemmen liegende, entleerte Membran sehen.

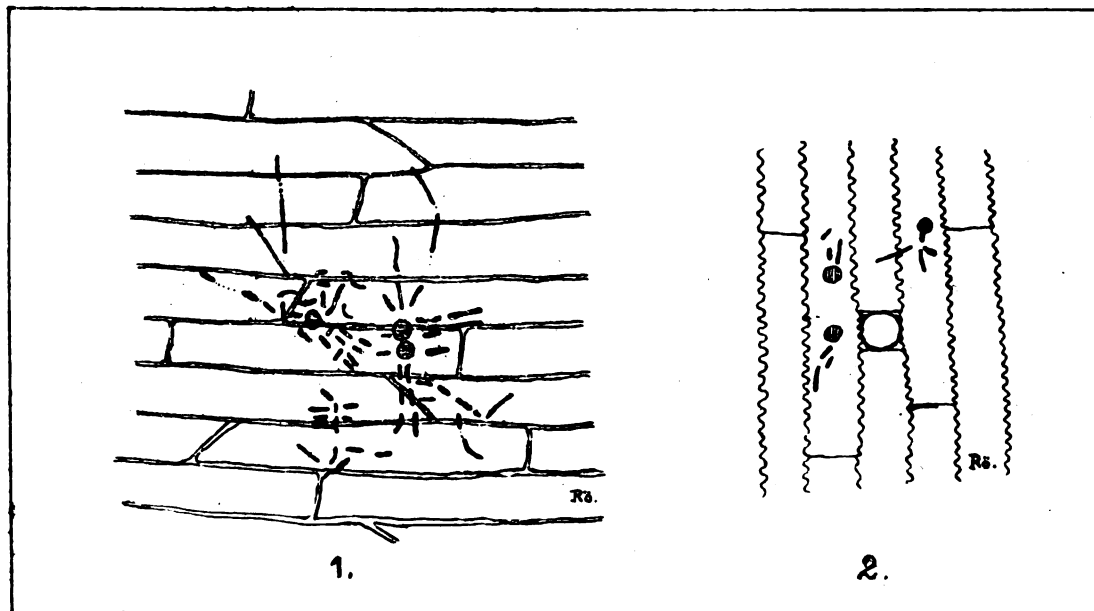


Fig. 5.

Abb. 1: Drei Sporen auf einem hautartigen Fortsatz der Lodiculae ausgekeimt. Dicke biskuitförmige und ellipsoidische Gemmen und lange dünne Mycelfäden. - **Abb. 2:** Sporen auf der Deckspelze ausgekeimt. Nur wenige Gemmen und Mycelfäden.

Während die Sporen auf den Narbenkösten und den Lodiculae fast restlos auskeimten, war dies auf den Spelzen und dem Fruchtknoten nicht der Fall. Auch nach längerer Zeit lagen hier noch zahlreiche ungekeimte Sporen. Da die Befruchtung der infizierten Blütchen infolge des ziemlich isolierten Standes der Pflanzen sehr lange auf sich warten liess, mussten die Spelzen sehr lange geöffnet bleiben. Es ist leicht möglich, dass die Feuchtigkeit innerhalb der Blüte aus diesem Grunde

nicht mehr ausreichte, um die Sporen auf den Spelzen und der Karyopse zum Keimen zu bringen.

Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen kann die Infektion des Keimlings auf folgenden Wegen vor sich gehen:

1. durch Dauermycelien und Gemmen auf und in den Narbenkästen, den Lodiculæ und zum Teil auch in den Spelzen;
2. durch ungekeimt gebliebene Sporen auf den Spelzen und der Karyopse.

Die Frage, welcher von diesen Infektionsherden der wichtigste ist, kann aber erst beantwortet werden, wenn weitere Beobachtungen über die Blüteninfektion vorhanden sind.

Beim Glatthafer ist, wie bei allen Gräsern, die auf eine Fremdbefruchtung angewiesen sind, die Gefahr einer natürlichen Blüteninfektion durch den Flugbrand sehr gross. Denn wenn an isoliert stehenden Pflanzen oder Nachschosshalmen die Befruchtung ausbleibt, spreizen die Spelzen lange Zeit sehr weit auseinander. Daraus erklärt sich auch, warum zuweilen ein Befall bis zu 90 % vorkommt.

3. Keimlingsinfektion und der Verlauf des Mycels in der Wirtspflanze.

Das Eindringen des Parasiten in den jungen Keimling geschieht in derselben Weise wie beim Haferflugbrand. An jeder beliebigen Stelle löst der Pilz die Membran der Epidermiszelle auf und wächst, anfangs die Zellen durchbohrend, ins Innere des Keimlings. Über die Weiterentwicklung sind bis jetzt noch keine Untersuchungs-Ergebnisse veröffentlicht worden.

Da der Glatthafer eine perennierende Pflanze ist, und brandige Halme mehrere Jahre lang an einem kranken Horst gebildet werden, fragt es sich, in welcher Weise die Infektion der im ersten Jahre noch nicht vorhandenen Triebe vor sich geht.

Als erster hat BREFELD (7, 8) festgestellt, dass die Brandpilze in den Axen ausdauernder Wirtspflanzen perennieren und von dort aus in den folgenden Jahren die jungen Triebe anstecken können. In den unterirdischen Knoten beobachtete er genau, wie bei einjährigen Pflanzen, einzelne Mycelstückchen, die infolge der Gewebs-Differenzierung zurückgeblieben waren und sich nicht weiter entwickeln konnten. Er schloss dann: Wenn neue Sprosse an den Knoten angelegt werden, gehen die parenchymatischen Gewebe in Teilung über, und es bilden sich neue Vegetationspunkte. Die gerade in diesen Teilen der Axe eingeschlossenen Mycelfäden können jetzt in den jungen Geweben leicht vordringen und bis zum Vegetationspunkt gelangen.

Um nachzuweisen, dass die befallenen Pflanzen immer wieder kranke Triebe hervorbringen, isolierte er einige kranke Pflanzen auf einem Versuchsfelde. Nach mehrjährigen Beobachtungen konnte er feststellen, dass bei schnell wachsenden Pflanzen wie bei dem Glatthafer die kranken Triebe immer seltener werden, und schliesslich nur noch gesunde Triebe gebildet werden. Dagegen nimmt er an, dass die Fortdauer der Parasiten in langsam wachsenden Pflanzen gesichert ist.

Im vergangenen Sommer habe ich einem Feldbestande 4 brandkranke Glatthafer-Pflanzen entnommen und in Blumentöpfen ausgepflanzt. Die später entstandenen Triebe waren teils gesund, teils krank.

Von den zu untersuchenden Pflanzengeweben wurden zahlreiche Quer- und teilweise auch Längsschnitte angefertigt. Eine Färbung der Schnitte habe ich nicht vorgenommen, da die Pilzhypen bei einiger Übung leicht zu erkennen sind. Dagegen wurden die Schnitte mittels Chloralhydrat (8 Teile Wasser, 5 Teile Chloralhydrat) aufgehellt.

In den unterirdischen, schon etwas verholzten Axen kann man an vielen Stellen, sowohl im Markgewebe, als auch in peripheren Teilen zahlreiche, meist kurze Mycelstückchen beobachten. Häufig sind diese stark gekrümmt und haustorienartig verzweigt. Die Pilzhypen verlaufen in der Hauptsache zwischen den Zellen, doch kann man auch deutlich beobachten, wie meist kurze Fortsätze in die Zellen eindringen.

Eine ähnliche Feststellung hat LANG (31) bei *Tilletia tritici* gemacht. Sobald

das Gewebe in den Knoten der Weizenpflanzen zu verholzen begann, drangen die Pilzhypen auch in die Wirtszellen ein. Er nahm an, dass dies nur geschieht, weil in diesem Wachstumsstadium die osmotische Nahrungsaufnahme des Parasiten erschwert ist.

Obwohl die Lebensbedingungen für den Brandpilz in den Geweben der unterirdischen Stengel nicht sehr günstig zu sein scheinen, habe ich niemals beobachtet, dass die Mycelfäden plasmaleer wären.

In den jungen Trieben, die anfangs als kleine Höckerchen an der unterirdischen Axe sichtbar werden, sind häufig vereinzelt Mycelfäden vorhanden. Diese können jedoch nicht von aussen eingedrungen sein, denn sie finden sich meist im Innern vor. Es bleibt daher nichts anders übrig als anzunehmen, dass sie aus den Geweben

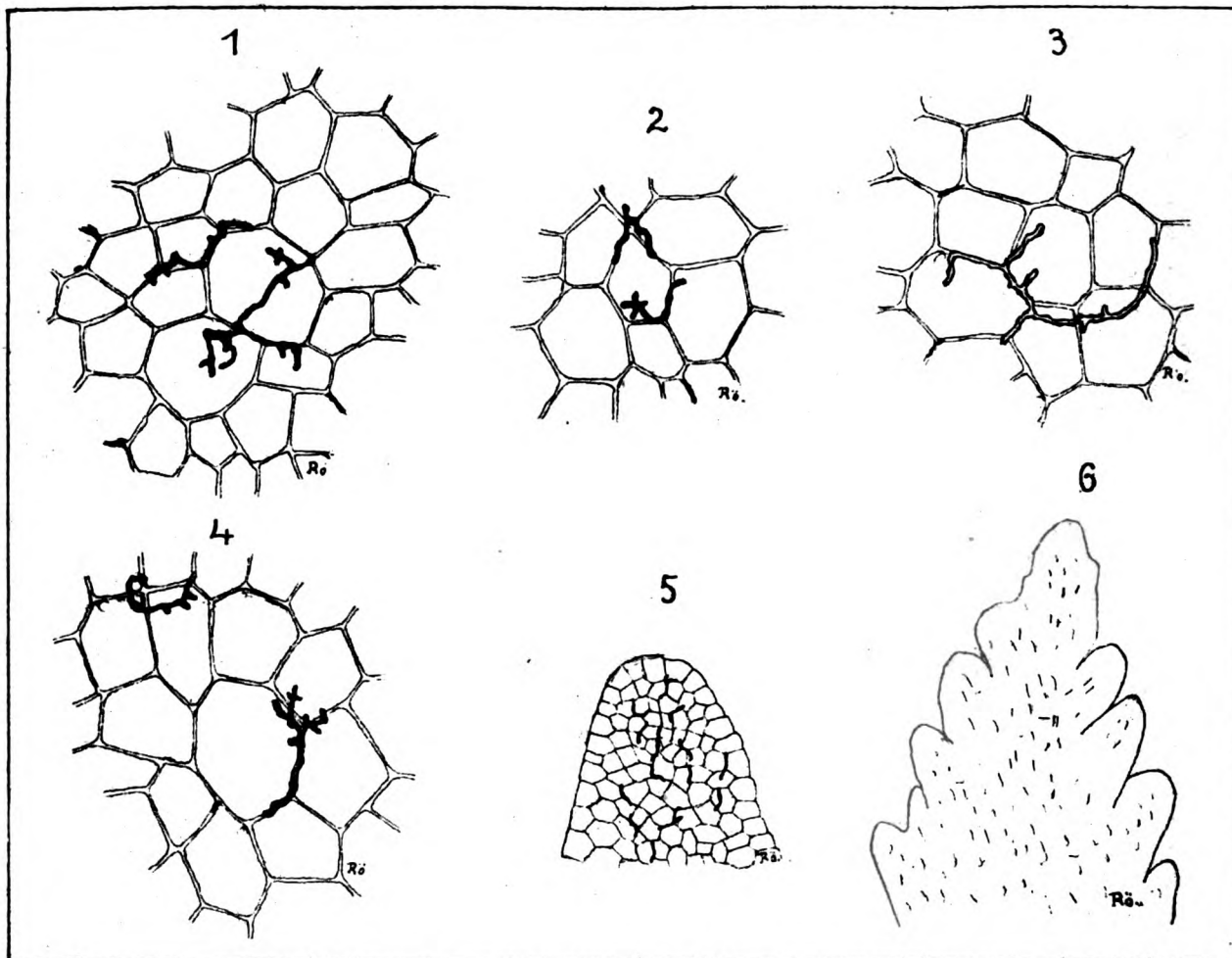


Fig. 6.

Abb. 1 und 2: Mycel im Markgewebe der unterirdischen Axe; haustorienartige Verzweigung. - Abb. 3: Querschnitt durch einen Stengelknoten eines 20 cm langen Halmes; ein plasmaarmer Mycelfaden. - Abb. 4: Querschnitt durch den obersten Knoten, dicht unter der Rispen-Anlage; Mycel im Markgewebe. - Abb. 5: Kleiner Teil einer Rispen-Anlage; Mycelfäden noch nicht haustorienartig verzweigt. - Abb. 6: Ein etwas grösserer Teil der Rispen-Anlage eines 20 cm langen Halmes, die grosse Zahl der vorhandenen Mycelfäden zeigend (schematisch).

der Axe stammen, in denen durch Zellteilung der neue Vegetationspunkt entstanden ist. Die Ausbreitung des Mycelis ist in diesem Entwicklungsstadium aber noch sehr gering. Eine lebhaftere Vermehrung der Pilzhypphen setzt erst später ein. In einem schon deutlich als Halm sichtbaren Trieb kann man in fast jedem Knotenquerschnitt, besonders im Markgewebe, einige mehr oder weniger lange Mycelfäden finden. Eine Weiterentwicklung der Pilzhypphen ist hier aber, in den älteren Geweben, nicht mehr möglich. Vermutlich wird ihr Wachstum durch die Zellen der Wirtspflanze beeinflusst, denn zuweilen sieht man plasmaarme Pilzfäden.

Je näher das Pflanzengewebe dem Vegetationspunkt liegt, um so zahlreicher sind die in den Knotenquerschnitten vorhandenen Pilzhypphen. Grosser Zufall ist es dagegen, wenn man in den Internodien geringe Hypphenreste findet; denn diese Zellgewebe strecken sich stark, sodass die eingeschlossenen Mycelfäden auf einen grossen Raum verteilt werden.

Die Ausbreitung des Mycelis ist in den embryonalen Geweben umso stärker, je weiter die Triebe entwickelt sind. In den Zellzwischenräumen der Rispenanlage eines etwa 20 cm langen Halmes findet man zahlreiche Pilzhypphen. Da hier aber die Zellen sehr dicht an einander stossen, so muss sie der Parasit beiseite drücken. Anfangs scheinen die Wirtszellen dadurch noch nicht sehr geschädigt zu werden; wenigstens machen sie einen gesunden Eindruck.

In den jungen Geweben der Wirtspflanzen sehen die Mycelien ganz anders aus als in den älteren. Sie verlaufen fast immer in der Längsrichtung, sind dicht mit Plasma gefüllt, dünn und kurz. Ein Eindringen in die Wirtszellen oder starke Windungen sind niemals zu beobachten. In der Rispenanlage z.B. zeigen sie dasselbe Wachstumsbild wie auf einer Nährgelatine. Häufig bleiben zahlreiche kleinere Mycelstückchen in den älter werdenden Geweben zurück. BREFELD (7) ist bei *Ustilago avenae* dadurch zu der Ansicht gekommen, dass die Infektionskeime "durch die rapide Streckung zerrissen" werden.

C. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER ARBEIT.

Die Sporen des Haferflugbrandes gelangen während der Blütezeit des Hafers in die offenen Blüthen. Hier keimen sie bei günstigen Feuchtigkeitsbedingungen überall fast restlos aus. Mit dem Vertrocknen der Blütenorgane wandeln sich die entstandenen Konidien und Mycelien in Gemmen und Dauermycelien um, die nach der Aussaat den jungen Keimling infizieren.

Beim Nackthafer ist eine Infektion des Keimlings im allgemeinen nur durch die auf der Karyopsen-Oberhaut sich befindenden Dauermycelien, Gemmen und in einzelnen Fällen durch ungekeimt gebliebene Sporen möglich. Ausserdem können aber auch Infektionskeime noch nachträglich auf die nackten Haferkörner gelangen. Die Brandrispen der Nachschoss-Halme bleiben häufig in den Blattscheiden stecken und werden erst beim Drusch zerschlagen. Die umherwirbelnden Sporen setzen sich an den Körnern fest und infizieren im nächsten Frühjahr die Keimlinge. Wegen der grossen Anfälligkeit vieler Nackthafer können diese Krankheitskeime bei der Keimlings-Infektion eine Hauptrolle spielen.

Das Haferflugbrand-Mycel kann in alle Teile des jungen Keimlings eindringen. Eine wirkungsvolle Infektion scheint jedoch nur dann möglich zu sein, wenn die Pilzhypphen an der Knotenanhäufung oder in deren unmittelbarer Nähe eingedrungen sind.

Das infektiösfähige Stadium des jungen Keimlings erlischt fast vollkommen mit dem Zeitpunkt, in dem das erste Blatt aus der Keimscheide hervortritt.

Die Pilzmycelien durchbohren anfangs die obersten Zellschichten, während sie im Innern des Keimlings und in jüngeren Geweben nur zwischen den Zellen weiterwachsen.

Der Haferflugbrand kann auch vollkommen immune Haferarten, wie *Avena brevis*, infizieren. Die Pilzhypphen wachsen hier jedoch nur langsam vorwärts, und bald treten plasmaarme Fäden auf, die vermutlich die Folge ungünstiger Wachstumsbedingungen sind. In der Pilzentwicklung innerhalb der Wirtspflanzen lassen sich beim Ver-

gleich zweier Sorten, von denen die eine stark, die andere nur sehr wenig anfällig ist, anfangs keine Unterschiede feststellen.

Die Haferflugbrand-Mycelien dringen sogar in die Keimlinge von Weizen, Gerste, Roggen und Glatthafer ein. Zu einer Weiterentwicklung der Pilzhypphen kommt es jedoch in diesen Pflanzen nicht. In die jungen Keimpflanzen von Erbsen und Rüben dringen sie dagegen nicht ein.

Die in den Freiland-Versuchen auf ihre Anfälligkeit gegen den Flugbrand geprüften Hafersorten hatten eine sehr ungleich hohe Befallsziffer. Da meine Ergebnisse von den in den beiden vorhergehenden Jahren erzielten Resultaten nicht erheblich abweichen, ist anzunehmen, dass die Befallsverschiedenheiten als erbliche Sorteneigentümlichkeiten anzusehen sind.

Durch spätere Aussaat eines Teils der infizierten Haferkörner trat eine erhebliche Erhöhung des Brandbefalls ein. Die Ursache ist zum Teil darauf zurück zu führen, dass die Temperatur nach dem zweiten Aussaatag um einige Grade höher war als nach dem ersten, wodurch der Pilz günstigere Infektionsbedingungen vorfand. Daher und auch noch aus anderen Gründen bietet eine zeitige Frühljahrsaussaat einen gewissen Schutz gegen den Flugbrand.

Die aus Innenkörnern hervorgegangenen Pflanzen waren in den meisten Fällen viel anfälliger als die Aussenkörner-Pflanzen. Als Grund dieser geringeren Widerstandsfähigkeit ist wahrscheinlich die geringere Triebenergie der Innenkörner-Pflanzen anzunehmen.

In der Natur können die Blühverhältnisse einer Sorte die Ursache eines geringen Brandbefalls sein. Bei den einzelnen Hafersorten konnte ich in Bezug auf den Grad des Spreizens der Spelzen sehr erhebliche Unterschiede feststellen. Eine natürliche Infektion der Blütenorgane ist deshalb auch in verschiedenem Masse möglich. Ferner bestehen auch Unterschiede in der Blühweise der einzelnen Blüten eines Ährchens. Die zweiten und dritten Blüten sind meist viel weiter und vermutlich auch längere Zeit geöffnet. Da die Innen- und Zwischenkörner deshalb viel häufiger und auch stärker vom Flugbrand infiziert sein werden, soll der Landwirt auch aus diesem Grunde alle kleinen Körner aus dem Saatgut entfernen.

Der Flugbrand des Glatthafers (*Ustilago perennans* Rostr.) zeigt sowohl in seiner saprophytischen als auch parasitischen Lebensweise eine grosse Übereinstimmung mit dem Haferflugbrand. Nach den Ergebnissen meiner Keimlings-Infektionsversuche ist er jedoch nicht mit ihm identisch.

Während der Blütezeit stäuben die Sporen aus und gelangen in die offenen Blüten.

Auf den Narbenkästen und den Schwellkörperchen keimen sie sehr bald aus und bilden Mycelfäden und Konidien, die sich beim Vertrocknen dieser Organe teilweise in Gemmen umwandeln. Die auf die Spelzen und den Fruchtknoten gefallenen Sporen keimten bei meinen Versuchen dagegen nur in wenigen Fällen aus. Da die künstlich bestäubten Blüten sehr lange geöffnet blieben, ist es möglich, dass die Feuchtigkeit innerhalb der Blüte nur aus diesem Grunde nicht ausreichte, um die Sporen zum Keimen zu bringen.

Das Mycel des Glatthaferbrandes durchbohrt anfangs die obersten Zellschichten des jungen Keimlings und wächst erst im Innern in den Interzellularen weiter. Die in der unterirdischen Achse zurückgebliebenen Pilzhypphen können bei der Neubildung junger Halme in diese eindringen. Während die Vermehrung der Pilzmycelien anfangs nur sehr gering ist, breiten sie sich mit der Ausbildung der Rispenanlage in den jungen Geweben immer weiter aus. In älteren Pflanzenteilen kann man Hyphenreste meist nur in den Knoten und der unterirdischen Achse beobachten, wo aber die Wachstumsbedingungen nicht mehr so günstig sind, dass eine Weiterentwicklung möglich wäre.

LITERATUR.

(1) ALPINE, The smuts of Australia their structure, life history, treatment and classification. Depart of Agric. of Viktoria 1910. Nach Sorauer: Handb. der Pflan-

zenkrankheiten. - (2) APPEL und GASSNER, Untersuchungen über den Brand, insbesondere den Flugbrand des Getreides; Mitteilungen aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für L. und F. 1907, Heft 4. - (3) APPEL und GASSNER, Versuche über den Einfluss der Bestellungszeit und verschiedener Temperaturen auf den Brandbefall; Mitteilungen aus der Kaiserlich. Biologischen Anstalt für L. und F. 1907. - (4) APPEL und RIEHM, Untersuchungen über die Brandkr. des Getreides; Mitteilungen aus der Kaiserl. Bipl. Anst. für L. und F. 1906, Heft 6. - (5) ARLAND, Der Haferflugbrand, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens., in Mez, Archiv VII (1924) 70-111. - (6) BARY, DE, Morphologie und Biologie der Pilze 1884. - (7) BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, Heft XI. - (8) BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, Heft XV. - (9) COMES, Über die Widerstandsfähigkeit des Getreides gegen Rost sowie der Pflanzen im allgemeinen gegen Schädlinge. Ref. Intern. agrar.-technische Rundschau VI, 1915. - (10) COMES, Die Prophylaxis bei den Pflanzenkrankheiten. Ref. in Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1917. - (11) DANGEARD, Recherches sur la reprod. sex. des champ. Le Botaniste 1893. Nach RAWITSCHER: Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen. Zeitschrift für Botanik 1912. - (12) DIEHL, Experimentelle Untersuchungen über die Lebensweise und Bekämpfung des Haferflugbrandes, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens., in Mez, Archiv XI (1925) 146-199. - (13) ERIKSSON, Die Pflanzenkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Leipzig 1913. - (14) FEDERLEY, Die Kopulation der Konidien bei *Ustilago Tragopogonis pratensis*. Finska vetensk. soc. Verhandl. 1903 - 1904. Nach Rawitscher: Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen. Zeitschrift für Botanik 1912. - (15) FRUWIRTH, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung, Band 4. - (16) HARPER, Nuclear phenomena in certain stages in the development of the smuts. Trans. of the Wisconsin Acad. 1899, part. II. Nach Rawitscher: Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen, Zeitschrift für Botanik, 1912. - (17) HECKE, Der Einfluss von Sorte und Temperatur auf den Steinbrandbefall. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1909. - (18) HERZBERG, Vergleichende Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten. Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen. Herausgegeben von Zopf, Leipzig, 1895. - (19) HILTNER, Über die Abhängigkeit der Brandanfälligkeit des Getreides von dessen Keimungsenergie und Entwicklungsgeschwindigkeit. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 1908. - (20) HILS, Ursachen der Mycelbildung bei *Ustilago Jensenii* (Rostr.). Diss. Tübingen 1912. - (21) KIRCHNER, O.v., Neue Beobachtungen über die Empfänglichkeit verschiedener Weizensorten für die Steinbrandkrankheit. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1908. - (22) KIRCHNER, O.v., Untersuchungen über die Empfänglichkeit unserer Getreide für Brand- und Rostkrankheiten. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1916. - (23) KIRCHNER, O.v., Über die verschiedene Empfänglichkeit der Weizensorten für die Steinbrandkrankheit. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1916. - (24) KIRCHNER, O.v., Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. - (25) KITUNEN, E., Untersuchungen über den Haferbrand und die Brandanfälligkeit der verschiedenen Hafersorten, Helsinki, 1922. (Finnisch mit deutschen Zusammenfassungen). - (26) KNIEP, Untersuchungen über den Antherenbrand, *Ustilago violacea* (Pers.) in Zeitschrift für Botanik XI, 1919. - (27) KÜHN, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursache und ihre Verhütung, Berlin 1858. - (28) KÜHN, J., Beobachtungen über den Steinbrand des Weizens, Österreichisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 1880. - (29) LANG, W., Zur Ansteckung der Gerste durch *Ustilago nuda*; Bericht der Deutsch-Botanischen Gesellschaft XXXV, Heft 1. - (30) LANG, W., Zum Parasitismus der Brandpilze, Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik X, 1912. - (31) LANG, W., Über die Beeinflussung der Wirtspflanzen durch *Tilletia tritici* in Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 27, 1917. - (32) LUTMAN, Some contributions to the life history and cytologie of the smuts. Trans. of the Wisconsin Acad. 1910; nach Rawitscher, Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen; Zeitschrift für Botanik 1912. - (33) MASSEE, Philos. Transaction of the Royal Society London, Band XVII, 1904; nach Vavilov: Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten. Moskau 1918. - (34) NEUMEYER, G., Studien über die Lebensweise und Bekämpfung des Haferflugbrandes, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. Dissertation Leipzig 1924. -

(35) PARAVICINI, E., Untersuchungen über das Verhalten der Zellkerne bei der Fortpflanzung der Brandpilze. *Annales Mycologici*, Berlin 1917. - (36) RAWITSCHER, F., Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen; *Zeitschrift für Botanik* 1912. - (37) RAWITSCHER, F., Zur Sexualität der Brandpilze; Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1914. - (38) RAWITSCHER, F., Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen, *Zeitschrift für Botanik* 1922. - (39) RIMPAU, W., Das Blühen der Getreidearten; *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 1882. - (40) ROSE, O., Der Flugbrand der Sommergetreidesaaten und Massnahmen zur Bekämpfung des Pilzes in der Landwirtschaftlichen Praxis; Diss. Rostock 1903. - (41) SCHELLENBERG, H., Ein neuer Brandpilz auf *Arrhenatherum elatius*; Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 33. - (42) TUBEUF, K. Freih. v., Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung; Arbeiten aus der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 1902, Heft 2. - (43) TUBEUF, K. Freih. v., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung; Arbeiten aus der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 1902, Heft 3. - (44) TUBEUF, K. Freih. v., Die Brandkrankheiten des Getreides, Stuttgart 1910. - (45) VAVILOV, N., Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten, Moskau 1918, Russ. mit engl. Zusammenfassungen. - (46) VOGT, E., Ein Beitrag zur Kenntnis von *Helminthosporium gram. Rbh.*; Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1923, Heft 5. - (47) WARD, MARSCHALL, nach Vavilov: Die Immunität der Pflanzen gegen Infektionskrankheiten, Moskau 1918. - (48) WILSON, A., On the fertilisation of the Cereals; *Journal of botany, british and foreign* April 1875, p. 121 - 122; *Gardeners Chronicle* Febr. 20 th. Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh, Vol. XII, Part. I; nach Rimpau: Das Blühen der Getreidearten; *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 1882. - (49) WOLFF, R., Der Brand des Getreides, seine Ursachen und seine Verhütung; Halle 1874. - (50) ZADE, A., Der Hafer, Jena 1918. - (51) ZADE, A., Experimentelle Untersuchungen über die Infektion des Hafers durch den Haferflugbrand; *Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung*, 71. Jahrgang. - (52) ZADE, A., Neuere Untersuchungen über die Lebensweise und Bekämpfung des Haferflugbrandes, *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. *Angewandte Botanik*, Band VI, Heft 2.

Vorliegende Untersuchungen wurden im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz der Universität Leipzig unter Leitung von Herrn Prof. Dr. ZADE ausgeführt.

Es sei mir gestattet, diesem meinen verehrten Lehrer für die jederzeit gern erteilten Ratschläge meinen verbindlichsten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

Tabelle I.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
1	v. Lochows Gelb- Hafer für schw. Boden.	I.A.	107	107	-	-	-	0	
		J.	102	102	-	-	-	0	
		II.A.	113	113	-	-	-	0	
		J.	100	100	-	-	-	0	
		III.A.	107	107	-	-	-	0	
		J.	104	104	-	-	-	0	
2.	Strubess Schlan- stedt. Hafer.	I.A.	104	98	6	2	4	5,8	1(0), 2(0), 1(1) 1(2), 1(1), 1(1)
		J.	110	102	8	2	6	7,3	2(0), 2(0), 1(1) 1(1), 2(1), 1(1) 1(2), 1(3)
		II.A.	86	78	8	4	4	9,3	2(0), 3(0), 2(0) 1(0), 1(1), 2(1) 2(1), 1/4 (3/4)
		J.	94	83	11	5	6	11,6	3(0), 2(0), 1(0) 1(0), 4(0), 1(1) 4(1), 1(04), 1(1) 1/2 (1/2), 3/4 (1/4)
		III.A.	113	108	5	3	2	4,3	3(0), 1(0), 1(0) 1(1), 2(1)
		J.	118	112	6	2	4	5,1	2(0), 1(0), 2(1) 2(2), 2(3), 1(3)

+) I = Spelzen- und Antehreninfektion, 1. Aussaattermin.

II = Spelzen- und Anthereninfektion, 2. Aussaattermin.

III = Sporeninfektion.

IV = Anthereninfektion.

A = Aussenkörner.

J = Innenkörner.

++) Die Zahl vor der Klammer gibt die Anzahl der kranken, die Zahl in der Klammer die Zahl der gesunden Halme einer Pflanze an.

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
3.	Friedrichswerth. Berghafer.	I.A.	106	106	-	-	-	0	
		J.	112	112	-	-	-	0	
		II.A.	96	92	4	1	3	4,2	3(0), 3/4 (1/4), 2(2), 1(1).
		J.	96	94	2	1	1	2,1	2(0), 1(4).
		III.A.	119	119	-	-	-	0	
		J.	104	104	-	-	-	0	
4.	v. Lochows Gelb- Hafer f. l. B.	I.A.	114	114	-	-	-	0	
		J.	100	100	-	-	-	0	
		II.A.	92	92	-	-	-	0	
		J.	104	104	-	-	-	0	
		III.A.	109	109	-	-	-	0	
		J.	104	104	-	-	-	0	
5.	Edlers Göttinger Hafer.	I.A.	106	98	8	5	3	7,5	1(0), 1(0), 3(0), 1(0), 1(1), 2(0) 1/2 (1 1/2), 2(1).
		J.	107	101	6	2	4	5,6	3(0), 1(0), 1(3), 1(1), 1(2), 2(1).
		II.A.	93	85	8	5	3	8,6	1(0), 1(0), 1(0), 4(0), 2(0), 1(1), 1(2), 1(1).
		J.	101	91	10	3	7	9,9	3(0), 3(0), 3(0), 1(1), 1(2), 1(1), 1(2), 1(1).
		J.	101	91	10	3	7	9,9	3(0), 3(0), 3(0), 1(1), 1(2), 1(1), 2(1), 1(1), 1(1), 1(2).
		III.A.	109	103	5	4	2	5,5	2(0), 1(0), 3(0), 1(0), 2(1), 1(1).
		J.	111	106	5	2	3	4,5	1(0), 1(0), 2(1), 1(1), 3(1).
		IV.A.	84	83	1	-	1	1,2	1/2 (1 1/2).

Tabelle I cont.

Mr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzensahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
6.	Gebr. Dippes Überwinder	I.A.	97	80	17	6	11	17,5	2(0), 1(0), 2(0), 2(0), 1(0), 1(0), 1(1), 1(4), 1(1), 1(1), 1(4), 1(1), 1(1), 1(2), 1(1), 1(2), 1(2), 1(1), 1(2), 1(2), 1(1), 1(3), 1/2 (1/2).
		J.	101	78	23	5	18	22,8	1(0), 2(0), 1(0), 1(0), 1(0), 3(4), 1(1), 2(1), 1(3), 1 1/4 (2 3/4), 1(4), 1(1), 1(3), 1(1), 1(4), 1(1), 1(3), 1(4), 1(1), 1(2), 1(1), 1(4), 3(1).
		II.A.	88	17	18	5	13	20,5	2(0), 1(0), 2(0), 1(0), 2(0), 3(4), 1(1), 1 1/4 2(1), 1(3), 1/2 (1 1/2), 2(1), 1 (1), 2(1), 1 1/2 (1/2), 1(1) 1(4).
		J.	87	64	23	11	12	26,4	2(0), 4(0), 1(0), 3(0), 2(0), 2(0), 2(0), 1(0), 5(0), 3(0), 2(0), 1(3), 3(1), 2(1), 1 1/2 (1/2), 1(1), 1(1), 1/2 (1 1/2), 1(2), 1(2), 1(1), 1(1), 1(2).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
6.	Gehr. Dippes Überwinder. (Fortsetz.).	III.A.	103	96	7	4	3	6,8	1(0), 2(0), 1(0), 3(3), 1(1), 2(1), 1(2).
		J.	107	98	9	2	7	8,4	1(0), 1(0), 1(1), 2(1), 1(3), 2(2), 1(4), 1(1), 2(1).
7.	Carstens Hafer III.	I.A.	105	103	2	2	-	1,9	3(0), 3(0),
		J.	109	96	13	5	8	11,9	3(0), 2(0), 2(0), 2(0), 3(0), 1(1), 1(2), 1(1), 1(1), 1(2), 2(2), 1(1), 1(1).
		II.A.	89	82	7	2	5	7,8	2(0), 2(0), 2(2), 1(2), 3(2), 1(2), 1(1).
		J.	113	96	17	5	12	15,0	3(0), 1(0), 7(0), 2(0), 1(0), 1/2. (2 1/2), 1(2), 1(2), 2(2), 3(1), 1(1), 1(1), 1(2), 1(1), 2(2), 1(4), 1(1).
		III.A.	106	103	3	1	2	2,8	1(0), 1(1), 1(2)
		J.	107	102	5	2	3	4,7	2(0), 3(0), 1(1), 1(1), 2(1).
		I.A.	114	114	-	-	-	0	
		J.	112	112	-	-	-	0	
8.	Pflugs Baldersb Frühhafer.	II.A.	112	112	-	-	-	0	
		J.	101	101	-	-	-	0	
		III.A.	108	108	-	-	-	0	
		J.	105	105	-	-	-	0	

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzensahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
9.	Pflugs Bal- tersb. Gelbha- fer.	I.A.	105	105	-	-	-	0	
		J.	118	118	-	-	-	0	
		II.A.	105	102	1	-	1	1	1(2).
		J.	97	97	-	-	-	0	
		III.A.	104	104	-	-	-	0	
		J.	112	112	-	-	-	0	
10.	Fischers Wir- chenblatt.- Hafer III.	I.A.	100	96	4	2	2	4	1(0), 2(0), 1(1), 2(1).
		J.	106	98	8	2	6	7,5	1(0), 2(0), 1(2), 1(3), 1(1), 1/2 (1/2), 1(1), 1(1)
		II.A.	97	92	5	2	3	5,2	2(0), 5(0), 1(1), 1(2), 3/4(1/4).
		J.	96	88	8	2	6	8,3	2(0), 3(0), 1(2), 1(1), 1(1), 2(1), 1(3), 2(2).
		III.A.	111	110	1	-	1	0,9	1(2)
		J.	103	99	4	1	3	3,9	1(0), 1(1), 2(1), 2(2).
		IV.A.	86	86	-	-	-	0	
11.	Kirsches Pfif- felb. Weiss- hafer.	I.A.	108	106	2	-	2	1,9	2(1), 1(1).
		J.	103	95	5	4	1	4,9	2(0), 1(0), 1(0), 3(0), 2(1).
		II.A.	94	90	4	1	3	4,3	1(0), 1(1), 1(3), 1/2 (1 1/2).
		J.	95	89	6	4	2	6,3	1(0), 2(0), 1(0), 2(0), 1(1), 1(2).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
11.	Kirsches Pfiffelsb. Weisshafer. (Forts.)	III.A. J.	103 110	102 107	1 3	- 2	1 1	1 2,7	1 1/4 (3/4). 2(0), 1(0), 1(1).
12.	K.v.Kameckes Streckenth. Hafer 2.	I.A. J.	98 111	85 111	- -	- -	- -	0 0	
		II.A. J.	85 98	85 97	- 1	- -	- 1	0 1	1(3)
		III.A. J.	95 103	95 103	- -	- -	- -	0 0	
13.	Müneburger Kleihafer (May.-Borns.)	I.A. J.	100 111	99 109	1 2	- 1	1 1	1 1,8	2(1). 1(0), 3(1).
		II.A. J.	98 104	95 95	3 9	1 6	2 3	3,1 8,7	1/4(2 3/4), 1(1), 1(0). 2(0), 1(0), 1(1), 2(0), 2(0), 2(0), 1(1), 4(1), 1(1).
		III.A. J.	96 102	96 101	- 1	- 1	- -	0 1	2(0).
14.	Kirsches Gelbhafer.	I.A. J.	104 109	101 103	3 6	1 2	2 4	2,9 5,5	3/4(2 1/4), 1/2(1 1/2), 1(0). 2(0), 1(0), 1(3), 2(2).
		II.A. J.	107 113	97 100	10 13	5 1	5 12	9,3 11,5	3(0), 4(0), 1(0), 2(0), 1(0), 1(1), 1(2), 1/2 (2 1/2), 1(4), 1(3). 1(0), 1(2), 1(4), 1/4(2 3/4), 2(2), 1(1), 1(5), 1(5), 1(3), 1(1), 2(3), 1(1), 1(1).

Tabelle I. cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
14.	Kirsches Gelb- hafer. (Forts.)	III.A. J.	102 111	101 107	1 4	- 2	1 2	1 3,6	1 1/4(3/4), 3(0), 2(0), 1/2 (1/2), 1(1).
15.	Brandts Gret- chen Hafer	I.A. J.	110 98	109 98	1 -	1 -	- -	0,9 0	2(0).
		II.A. J.	100 98	99 95	1 3	- 1	1 2	1 3,1	1(1). 1(0), 1(1), 1(3).
		III.A. J.	111 107	111 107	- -	- -	- -	0 0	
16.	Fischers Wirchenbl. Hafer XVI.	I.A. J.	110 105	105 101	5 4	1 2	4 2	4,5 3,8	2(0), 1(2), 1(2), 1(1), 1(2). 2(0), 1(0), 3(2), 1(1).
		II.A. J.	95 103	88 95	7 8	3 7	4 1	7,4 7,8	4(0), 1(0), 3(0), 1(1), 2(2), 3(1), 2(1). 1(0), 2(0), 3(0), 1(0), 2(0), 3(0), 1(0), 1(0), 2(0), 1(0), 1(1).
		III.A. J.	102 101	101 100	1 1	1 -	- 1	1 1	2(0). 2(1).
17.	H. Mettes Ligo- wo-Hafer	I.A. J.	109 108	108 107	1 1	- -	1 1	0,9 0,9	1/2(1 1/2). 2(1).
		II.A. J.	110 107	103 100	7 7	4 3	3 4	6,4 6,5	2(0), 3(0), 2(0), 3(0), 1(1), 3(1), 1/2, (1 1/2 3(0), 1(1), 1(0), 1(1), 2(1), 1(0), 1/2(1/2).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzensahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
17.	H. Mettes Ligo- wohafer. (Fortsets.)	III.A. J.	109 110	109 109	- 1	- -	- 1	0 0,9	1(2).
18.	v. Kalbens Vie- nauer Hafer.	I.A. J.	106 100	103 98	3 2	- 1	3 1	2,8 2	1(2), 2(3), 1(2). 1(0), 1(1).
		II.A. J.	92 104	89 100	3 4	2 2	1 2	3,3 3,8	2(0), 1(1), 1(0). 1(0), 2(0), 1(1), 1(1).
		III.A. J.	113 103	113 103	- -	- -	- -	0 0	
19.	Lüneburger Kleihaf. a. Eb- storf-S. III.	I.A. J.	111 111	110 111	1 -	- -	1 -	0,9 0	2(1).
		II.A. J.	96 95	96 94	- 1	- -	- 1	0 1,1	1(3).
		III.A. J.	107 100	107 100	- -	- -	- -	0 0	
20.	Dietzes Gelb- hafer.	I.A. J.	116 111	114 108	2 3	- 1	2 2	1,7 2,7	1(1), 1/2(2 1/2). 1(0), 1(3), 1(1).
		II.A. J.	98 102	94 96	4 6	2 2	2 4	4,1 5,9	1(0), 1(0), 1(1), 1/2(1/2). 1(0), 2(0), 1(3), 1(2), 1(1), 2(2).
		III.A. J.	96 105	96 105	- -	- -	- -	0 0	
21.	Hohenheimer Hafer V.	I.A. J.	97 103	96 102	1 1	- -	1 1	1 1	2 1/2(1/2). 1(1).
		II.A. J.	87 103	87 101	- 2	- 1	- 1	0 1,9	1(0), 1(1).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
21.	Hohenheimer Haf. (Forts.)	III.A. J.	104 103	104 103	- -	- -	- -	0 0	
22.	Beselers Weisssh. II	I.A. J.	111 109	109 105	2 4	1 -	1 4	1,8 3,7	1(0), 2(1). 1/4(1 3/4), 1(1), 1(3) 1/2(1 1/2).
		II.A. J.	100 109	97 104	3 5	1 1	2 4	3 4,6	1(0), 1(1), 1(2), 1(0), 1(2), 1/2 (1/2) 1(1), 1(1).
		III.A. J.	109 103	109 103	- -	- -	- -	0 0	
23.	Lischower Frühhafer.	I.A. J.	106 102	106 101	- 1	- 1	- -	0 1	3(0).
		II.A. J.	109 100	109 100	- -	- -	- -	0 0	
		III.A. J.	103 111	103 111	- -	- -	- -	0 0	
		III.A. J.	103 111	103 111	- -	- -	- -	0 0	
24.	Fichtelgeb.- Hafer.	I.A. J.	115 103	111 98	4 5	4 3	0 2	3,5 4,9	1(0), 2(0), 2(0), 2(0). 6(0), 2(0), 1(0), 2(1), 1(1).
		II.A. J.	98 101	93 94	5 7	1 1	4 6	5,1 6,9	4(0), 1(1), 1(2), 1/2, (1 1/2), 1(3). 5(0), 1(1), 1(1), 1(2), 1(1), 1/4 (1 3/4), 1(1).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzanzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
24.	Fichtelgeb.-H. (Fortsetzung).	III.A. J.	114 99	114 99	- -	- -	- -	0 0	
25.	Hörnings Gelb- Hafer.	I.A. J.	110 104	110 104	- -	- -	- -	0 0	
		II.A. J.	99 112	99 112	- -	- -	- -	0 0	
		III.A. J.	102 109	102 109	- -	- -	- -	0 0	
26.	Svalöfs Königs- hafer.	I.A. J.	102 101	98 96	4 5	3 4	1 1	3,9 5	1(0), 2(0), 3(0), 1(1). 1(0), 3(0), 1(1), 1(0), 1(0).
		II.A. J.	100 90	92 76	8 14	4 9	4 5	8 15,6	$1/2 + 1/2$ ($1/2 + 1/2$), 1(2), 1(3), 3(1), 1(0), 3(0), 1(0), 2(0). 1(0), 2(0), 1(0), 5(0), 4(0), 1(0), 1(0), 3(0), 3(0), 3(2), $3/4(1/4)$, 1(1), 1(4), 1(2).
		III.A. J.	108 117	107 117	1 -	- -	1 -	0,9 0	4(1).
27.	Hörnings Weiss- hafer.	I.A. J.	106 110	101 101	5 9	1 -	4 9	4,7 8,1	1(0), 1(2), 1(3), 2(4), $1/2(1\ 1/2)$, 2(1), 2(2), 1(3), 1(1), 1(4), 2(1), $1/4(3/4)$, 1(5), 1(1).

Tabelle I cont.

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der einzelnen Brand-Pflanzen ++)
27.	Hörnings Weiss- hafer. (Fortsetzung).	II. A.	107	101	6	2	4	5,6	1(0), 1(0), 1(1)
		J.	102	90	12	5	7	11,8	2(1), 1(1), 1(4).
									3(0), 1(0), 2(0),
									5(0), 3(0), 3(1),
									1(1), 1(1), 1(2),
									1(1), 1(1), 1(1).
28.	Svalöfs Sie- geshafer.	III A.	103	103	-	-	-	0	
		J.	100	100	-	-	-	0	
		I. A.	100	95	5	1	4	5	1(0), 1(1), 1/2
									(1 1/2), 2(1),
		J.	104	95	9	2	7	8,7	1(1).
									1(0), 1(0), 1(2),
									1(1), 1(3), 1(4),
									2(1), 2(2), 1(1).
		II. A.	102	95	7	4	3	6,9	1(0), 3(0), 2(0),
		J.	97	85	12	5	7	12,4	2(0), 1(2), 1(1),
29.	Müneburger Kleishafer Ebst S.I.								1(1).
									1(0), 2(0), 2(0),
									3(0), 1(0), 2(2).
									1(1), 1/2 (1 1/2),
									1(2), 1(1), 1(3),
									3(1).
		III A.	106	106	-	-	-	0	
		J.	108	108	-	-	-	0	
		I. A.	112	112	-	-	-	0	
		J.	107	106	1	-	1	0,9	3(2).
29.	Müneburger Kleishafer Ebst S.I.	II. A.	94	94	-	-	-	0	
		J.	105	104	1	-	1	1	1(1).
		III. A.	102	102	-	-	-	0	
		J.	101	101	-	-	-	0	

Tabelle I cont

Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
30.	Krafft's Rhein. Gelbhafer.	I.A.	113	113	-	-	-	0	
		J.	104	104	-	-	-	0	
		II.A.	105	105	-	-	-	0	
		J.	100	100	-	-	-	0	
		III.A.	106	106	-	-	-	0	
		J.	102	102	-	-	-	0	
31.	Neuprüfung I.	I.A.	110	102	8	5	3	7,3	1(0), 2(0), 2(0), 2(0), 2(0), 1 1/4(3/4), 1(1), 1(3).
		J.	107	101	6	3	3	5,6	1(0), 1(0), 2(0), 1(1), 1(2), 1/2 (1/2).
		II.A.	93	83	10	4	6	10,8	2(0), 2(0), 3(0), 3(0), 2(1), 1(1), 2(1), 2(2), 1(1), 1(1).
		J.	107	89	18	11	7	16,8	3(0), 2(0), 2(0), 1(0), 2(0), 2(0), 2(0), 3(0), 2(0), 3(0), 1(0), 1/2 (1 1/2), 1(1), 1 1/2(1/2), 1 1/2(1/2), 1(1), 1(4), 1(2)
		III.A.	107	107	-	-	-	0	
		J.	114	114	-	-	-	0	
32.	Neuprüfung II.	I.A.	94	84	10	9	1	9,6	3(0), 1(0), 3(0), 3(0), 1(0), 3(0), 2(0), 1(0), 3(0), 2(1).
		J.	119	104	15	8	7	12,6	4(0), 2(0), 2(0), 2(0), 3(0), 3(0), 2(0), 1(3), 3 1/2 (1 1/2), 1(5), 1(1), 1/2, (1 1/2), 2 1/2, (1/2), 1(1), 1(0).

Tabelle I (Schluss).

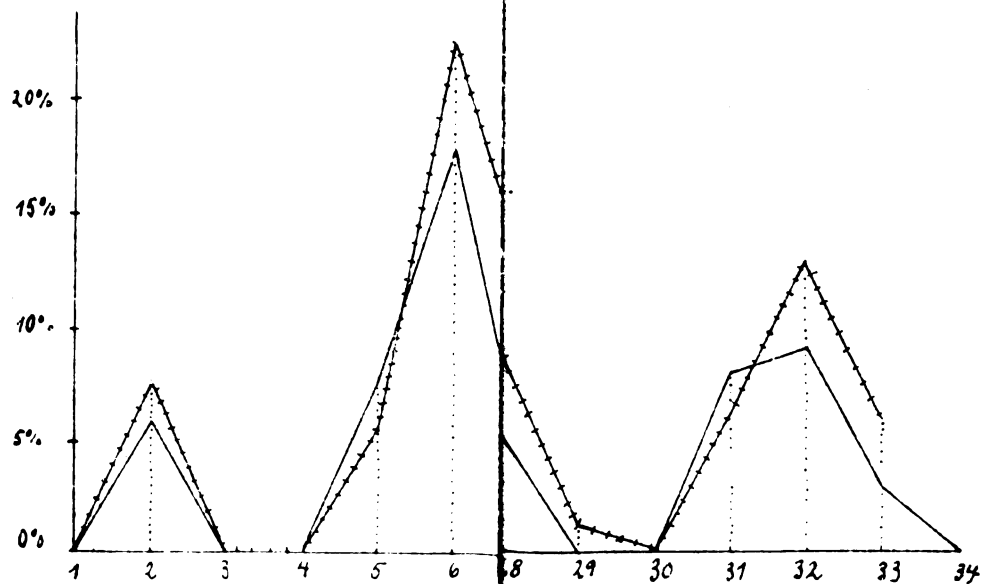
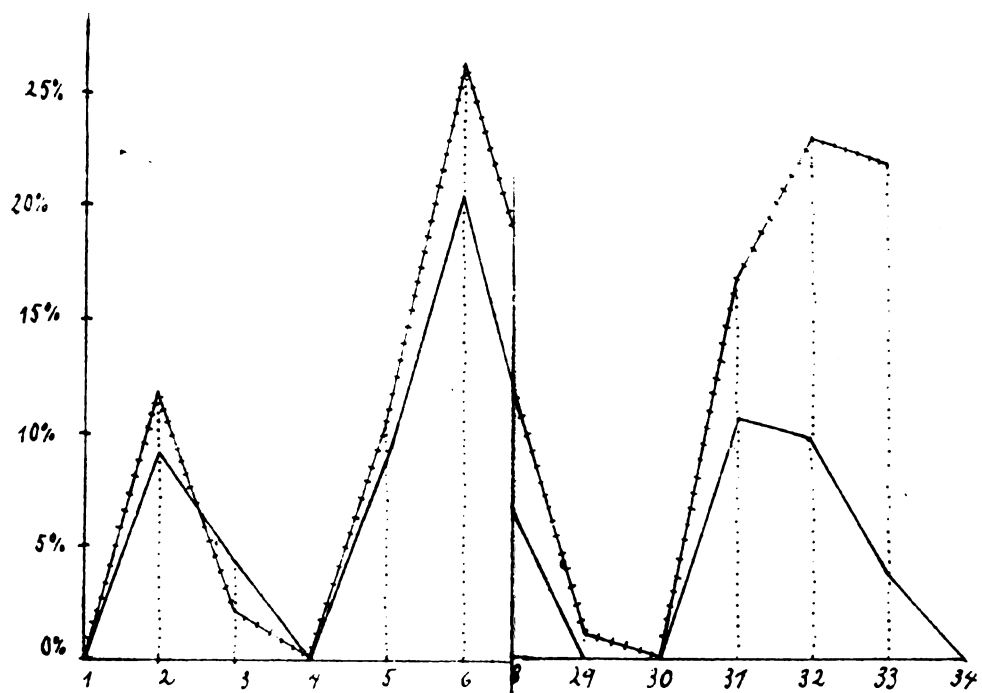
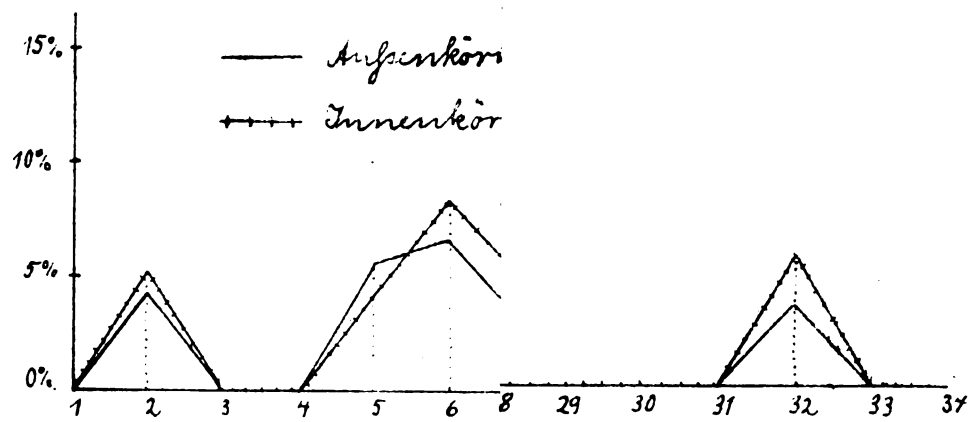
Nr.	Sorte.	Nr. des Versuchs. +)	Gesamt-Pflanzenzahl	Zahl d. gesunden Pfl.	Zahl der kranken Pfl.	Zahl d. voll bef. Pfl.	Zahl d. part. bef. Pfl.	Bef.-Prozente d. Pfl.	Zahl der kranken und gesunden Halme der ein- zelnen Brand- Pflanzen ++)
32.	Neuprüfung II. (Fortsetz.)	II.A.	94	85	9	4	5	9,6	2(0), 3(0), 3(0), 2(0), 1/2 + 1/2 (2), 1(1), 1 1/2 (1/2), 1(1), 1(2)
		J.	109	84	25	15	10	22,9	2(0), 1(0), 1(0), 3(0), 4(0), 2(0), 1(0), 4(0), 2(0), 1(0), 1(0), 2(0), 3(0), 1(0), 1(0), 1 1/2(1/2), 1(1) 1/2(1/2), 4(1), 1(3), 2(1), 1(1), 1(1), 2(1), 1(4).
		III.A.	105	101	4	2	2	3,8	1(0), 2(0), 2(1), 1(1).
		J.	108	102	6	1	5	5,6	5(0), 1(1), 1(2), 1/2(1 1/2), 1(1) 1(5).
		I.A.	107	104	3	1	2	2,8	3(0), 1(1), 2(1), 1(0), 1(0), 1(1), 1 1/2 (1/2), 1(1), 2(1).
		J.	105	99	6	2	4	5,7	2(0), 1/2(1 1/2) 1(1), 1(1).
33.	Krafft's Rhein. Weisshafer.	II.A.	104	100	4	1	3	3,8	2(0), 2(0), 1(0), 2(0), 2(0), 2(0), 2(0), 4(0), 1(0), 1(0), 1(0), 1(0), 1(2), 1(1), 1(1), 1(3), 2(1), 1(1), 1(1), 1(1), 2(2).
		J.	101	79	22	12	10	21,8	
		III.A.	110	110	-	-	-	0	
		J.	98	98	-	-	-	0	
		I.	101	101	-	-	-	0	
		II.	93	98	-	-	-	0	
4.	Avena brevis	III.	108	108	-	-	-	0	

Tabelle II.

Datum 1924.	Bodentemperatur in 3 cm Tiefe in° C.		Wassergehalt des Bodens		Regen- menge in mm	Allgemeiner Witterungs- zustand.	Lufttemperatur in° C.	
	Max.	Min.	in % ab- solut.	in % der Wasserkapa- zität.			Max.	Min.
16.4.	+ 14	+ 7	10,88	40,98	4,2	trüb, Regen	+ 20,5	+ 8,5
17.4.	+ 14	+ 1	-	-	6,1	Regen	+ 15	- 0,5
18.4.	+ 9	0	16,65	62,71	4,2	regnerisch	+ 8	+ 0,5
19.4	+ 9,5	+ 0,5	-	-	2,1	trüb, Regen	+ 7	+ 1,5
20.4.	+ 14,5	+ 6	14,54	54,76	-	trüb	+ 11,5	+ 4,5
21.4.	+ 13	0	-	-	5,2	regnerisch	+ 11,5	+ 5
22.4.	+ 7	- 1	15,18	57,18	5,2	trüb, Schnee	+ 12	+ 0,5
23.4.	+ 8	0	-	-	-	trüb	+ 4	- 1
24.4.	+ 11,5	+ 4,5	13,79	51,94	-	trüb	+ 7	- 1
25.4.	+ 19,5	+ 7	-	-	-	trüb	+ 11	+ 2
26.4.	+ 20	+ 9	13,41	50,51	4,2	trüb, Gewitt.	+ 19	+ 8
27.4.	+ 14	+ 6	-	-	9,3	trüb, Regen	+ 17,5	+ 8
28.4.	+ 13	+ 6	13,30	50,09	2,4	Regen	+ 14	+ 7,5
29.4.	+ 11	+ 4	-	-	1,2	trüb, Regen	+ 13	+ 6
30.4	+ 12,5	+ 5	13,51	50,88	-	trüb	+ 11,5	+ 4,5
1.5	+ 12,5	+ 5,	-	-	-	trüb	+ 9,5	+ 4,

Tabelle II (Schluss).

Datum 1924.	Bodentemperatur in 3 cm Tiefe in° C.		Wassergehalt des Bodens		Regen- menge in mm	Allgemeiner Witterungs- zustand.	Lufttemperatur in° C.	
	Max.	Min.	in % ab- solut.	in % der Wasserkapa- zität.			Max.	Min.
2.5.	+ 14,5	+ 5	13,71	51,64	-	trüb	+ 8,5	+ 3,5
3.5	+ 16	+ 6	-	-	3.4.	trüb, Regen	+ 14	+ 6
4.5.	+ 13	+ 5	13,59	51,18	2,1	trüb	+ 14,5	+ 7,5
5.5.	+ 19,5	+ 5	-	-	2,1	Regenschneer	+ 10,5	+ 4,5
6.5.	+ 17	+ 6	13,69	51,56	1,3	trüb	+ 13,5	+ 5
7.5.	+ 22	+ 9	-	-	17,9	trüb, Regen	+ 14	+ 6
8.5.	+ 21	+ 8	14,69	55,33	2,4	trüb, Regen	+ 21,5	+ 7
9.5.	+ 18	+ 3,5	-	-	-	heiter	+ 13	+ 5,5
10.5.	+ 18	+ 3,5	12,75	48,02	-	heiter	+ 14,5	+ 2
11.5.	+ 20	+ 6	-	-	-	trüb	+ 12,5	+ 4,5
12.5.	+ 24,5	+ 8	12,41	46,74	-	wolkig	+ 16	+ 5
13.5.	+ 24	+ 9	-	-	-	heiter	+ 19,5	+ 7,5
14.5.	+ 24	+ 9	11,36	42,79	-	heiter	+ 25	+ 8
15.5.	+ 28	+ 13,5	-	-	-	heiter	+ 29	+ 11
16.5.	+ 28	+ 13,5	11,07	41,80	8,4	Gewitter	+ 29,5	+ 12,5
17.5.	+ 24	+ 9	-	-	2,0	Gewitter	+ 25	+ 8



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: 1926

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Roesch Arno

Artikel/Article: [Studien über den Haferflugbrand, Ustilago avenae \(Pers.\) Jens. und den Glatthaferbrand, Ustilago perennans Rostr., mit besonderer Berücksichtigung der Immunitätsfrage beim Haferflugbrand 382-432](#)