

## Mitteilungen.

### 32. H. C. Schellenberg: Ein neuer Brandpilz auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K.

(Mit einer Abbildung im Text und Tafel VII.)

(Eingegangen am 26. Juni 1915.)

Die Gruppe des *Ustilago Carbo* Pers. wurde bereits von PERSON in eine Anzahl verschiedener Varietäten gegliedert. Erst aber seitdem wir die Biologie dieser Pilze genauer kennen, ist die sichere Trennung in sechs gute Arten möglich geworden. Von diesen ist einer auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. beschrieben worden, es ist *Ustilago perennans* Rostrup. Die Infektion dieser Wirtspflanze ist noch nicht durch das Experiment nachgewiesen. Nach den morphologischen Verhältnissen zu schließen, steht der Pilz dem Haferbrand *U. Avenae* (Pers.) Jensen sehr nahe. In ähnlicher Weise zerstört er die Fruchtknoten und Spelzenteile von *Arrhenatherum*, wie das *U. Avenae* (Pers.) Jensen am Hafer macht. Dagegen dauert das Myzel des Brandpilzes im Wurzelstock der befallenen *Arrhenatherum*-Pflanze aus. Isoliert man Stöcke von *Arrhenatherum elatius*, die von *Ustilago perennans* befallen sind, so geben sie auch das folgende Jahr wieder den Brandpilz, wie ROSTRUP<sup>1)</sup> zuerst hervorhob und wie ich nach einem früheren Experiment bestätigen kann. Die Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup sind fein punktiert wie jene von *U. Avenae* (Pers.) Jensen, aber durchschnittlich ein wenig kleiner.

Außerdem ist auf *Avena sativa* L. noch ein weiterer Brandpilz aufgefunden worden, der glatte oder harte Haferbrand *Ustilago levis* (Kellermann und Svingle) Magnus. Er unterscheidet sich von *U. Avenae* (Pers.) Jensen vor allem durch glatte Sporen. In der Haferblüte halten die Sporenballen fester zusammen und lösen sich darum erst später los als bei *U. avenae* (Pers.) Jensen. *U. levis* (K. u. Sv.) Magnus ist somit eine gute Spezies, die scharf von *U. Avenae* zu trennen ist.

1) ROSTRUP, E., Ustilagineae Daniae. Saertryk af den botaniske Forenings Festskrift. Kjöbenhavn 1890.

Bei dem Brand auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. sind mir früher in der Ausbildung des Sporenmaterials ähnliche Differenzen aufgefallen, wie sie zwischen *U. Avenae* (Pers.) Jensen und *U. levis* (K. u. Sv.) Magnus auf dem Hafer existieren. Dieses Frühjahr ermöglichte ein Zufall das Verhalten beider Brandformen auf *Arrhenatherum* zu beobachten und mit den Sporen Keimversuche anzustellen. Dabei ergab sich, daß beide *Ustilago*-arten getrennt werden müssen und als besondere gute Arten anzusprechen sind.

Das Verhältnis der beiden Brandformen zueinander ist das gleiche wie das der bereits bekannten beiden Haferbrandformen. Der eine stäubt leicht; die Spelzen sind darum regelmäßig mit Sporenmaterial beschmutzt. Beim Zerdrücken der Sporenmasse spürt man keinen größeren Widerstand. Die Spore hat eine leicht gekörnte Membran. Sie mißt 5—8  $\mu$ . Es ist das der von ROSTRUP beschriebene *Ustilago perennans*.

Der andere Brand stäubt nicht; die Spelzen bleiben darum glänzend weiß und spreizen leicht. Beim Zerdrücken der Sporenmasse spürt man einen kräftigen Widerstand. Sie messen 5—8  $\mu$ . Die Sporenmembran ist glatt und leicht verklebt. Ich bezeichne diesen neuen Pilz: *Ustilago Arrhenatheri*.

Ursprünglich glaubte ich, daß auch im Spreizen der Rispenäste eine Differenz zu konstatieren sei. Der Spreizmechanismus hängt zusammen mit den Blüterscheinungen der Pflanze. Bei *U. Arrhenatheri* Sch. sind die Rispenäste auffallend stark gespreizt und verbleiben in dieser Lage. Bei *U. perennans* Rostrup trifft man meistens die Rispenäste nur wenig oder gar nicht gespreizt. Unter den 16 Proben von *U. perennans* Rostrup, die ich dieses Frühjahr sammelte, fanden sich aber auch einige Proben, bei denen das Spreizen der Rispenäste recht ausgeprägt war. Ich kann mir die Sache nur so vorstellen, daß bei wenig umfangreichen Zerstörungen der Blüten durch den Brandpilz auch der Spreizmechanismus wenig in Mitleidenschaft gezogen wird und darum auch die Spreizbewegung sich noch vollzieht. Sind aber die Blütenzerstörungen stärker, so wird auch der Spreizmechanismus davon beeinflußt und die Spreizbewegung der Rispenäste unterbleibt.

Bei *U. perennans* Rostrup beobachtet man, daß die Zerstörungen nicht allein den Fruchtknoten umfassen; es wird die Blütenachse ebenfalls davon betroffen. (Taf. VII, Abb. 4, 5 u. 6.) Die untere männliche Blüte ist regelmäßig vom Brand ergriffen, und meistens beobachtet man, daß auch die Hülle und Deckspelzen vom Pilz befallen worden sind. Die Brandmasse bildet einen zusammenhängenden

Körper, bei denen die einzelnen Blüten sich unregelmäßig abheben (Taf. VII, Abb. 4, 5 u. 6.)

Bei *U. Arrhenatheri* Sch. gehen die Zerstörungen der Blütenteile weniger weit. Die Hüllspelzen oder Klappen bleiben regelmäßig intakt und werden nur kleiner ausgebildet. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.)



Abb. 1. A. *Arrhenatherum elatius* befallen von *Ustilago perennans* Rostrup. B. *Arrhenatherum elatius* befallen von *Ustilago Arrhenatheri* Schellenberg. Die Gegensätze im Bild betreffen das Verhalten der Rispenäste sowie die Farbe der Spelzen, die im einen Falle schmutzig schwarz, im andern glänzend weiß sind.

Der Pilz beschränkt sich zur Hauptsache auf den Blütengrund. Es wird die Sporenmasse kugelig ausgebildet; die Deckspelzen kleben der Sporenmasse an und sind an der Basis auch vom Pilz ergriffen. Dagegen ist die Ährchenaxe frei von Sporenmaterial.

Man beobachtet in dem einzelnen Ährchen gewöhnlich drei getrennte kugelige Sporenmassen. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.) Die unterste entspricht der zerstörten männlichen Blüte; die beiden andern der folgenden vollständigen Blüte und der dritten reduzierten Blütenanlage. Der Pilz macht somit keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Ausbildungen der Blüte. Er befällt sie alle in gleicher Weise, sofern er genügend rasch in der Entwicklung ist. Wenn die Blütenteile sich so rasch entwickeln, daß der Pilz nicht zu folgen vermag, so sind immer die Blüten an der Basis befallen und die oberen im Ährchen frei. Das gleiche wiederholt sich an den einzelnen Rispenästen sowie am gesamten Blütenstand. Bei allen befallenen Blüten bleiben aber die Hüllspelzen wie die Deckspelzen kleiner als an gesunden Blüten. Ebenso erfährt die Granne eine starke Reduktion. (Taf. VII, Abb. 1, 2 u. 3.)

Gelegentlich trifft man im Sporenlager an der Basis unfertig ausgebildete Sporen, sowie vereinzelte Hyphen an. Diese Verhältnisse erinnern an *Sphacelotheca*arten; die nahe Verwandtschaft mit den andern *Ustilago*arten geht aber aus den Keimungsverhältnissen klar hervor.

Auch die Sporenmassen zeigen, auf weißes Papier aufgeschüttet, kleine Differenzen. *U. perennans* Rostrup zeigt die den übrigen Vertretern der Gruppe des *U. Carbo* Pers. charakteristische lehm-braune Farbe. Bei *U. Arrhenatheri* Sch. ist die Farbenmasse etwas dunkler, wohl weil die Sporen vielfach zusammenkleben.

Besonders auffällige Differenzen weisen die Keimungserscheinungen auf. Beide Brandpilze keimen leicht in Wasser oder Confitüre aus.

Bei *U. perennans* Rostrup zeigt die Keimung in Wasser ein schwächtiges viergliederiges Promyzel, an dem seitlich und auch endständig selten ovale Conidien, häufiger ein dünnes Myzel gebildet wird. Im Wasser keimen diese Conidien mit einem dünnen Myzefaden aus; ebenso zeigt das Promyzel die Verlängerung in dünne Fäden. (Taf. VII, Abb. 23 bis 25.)

In Confitüre werden die Formen kräftiger. Die Conidien trennen sich leicht vom Promyzel. Sie zeigen auch da nur wenig sproßhefeartige weitere Sprossungen (Taf. VII, Abb. 36); dagegen trifft man Myzelbildungen und vereinzelte mit Myzelschlauch copulierende Conidien. (Taf. VII, Abb. 37 u. 38.) An der Spore sind oft zwei bis drei Keimschläuche zu sehen. Das Promyzel zerfällt bei reichlicher Ernährung und bildet ebenfalls Myzefäden. (Taf. VII, Abb. 35.) Das Plasma wandert dann gegen die Spitze nach und man erhält als Endstadium dickere perlschnurartig verdickte Myzelien, bei denen ent-

leerte Zwischenstücke und Basisstücke dünner Myzelien anhaften. In Confitürekulturen füllen sich die Myzelstücke reichlich mit Glycogen.

Die Keimung von *U. Arrhenatheri* Sch. verläuft ähnlich. Der Hauptunterschied besteht darin, daß das Promyzel hier keine Conidien bildet, sondern nur Seitenzweige erzeugt, die fest mit dem Promyzel verbunden bleiben. Bei den Sporenaussaaten in Deckglaskultur haftet darum die ganze Masse der Myzelien aneinander, so daß es oft schwierig wird, die einzelnen gekeimten Sporen zu trennen.

Wie bei *U. perennans* Rostrup zeigt *U. Arrhenatheri* Sch. oft mehrere Keimschläuche aus der gleichen Spore. Das Promyzel ist viergliedrig und zeigt die Bildung von Seitenästen. Bei Wasserkulturen sind diese dünn (Taf. VII, Abb. 7—11); in Confitürekulturen erreichen sie die Dicke des Promyzels. Auch die Verlängerung der Endglieder vom Promyzel verhält sich ähnlich: sie ist in Wasser dünn und in Confitüre fast so dick wie das Promyzel und behält diese Dicke bei, bis der Nährboden erschöpft ist. (Taf. VII, Abb. 12—20). Der Inhalt wandert alsdann gegen die Myzelspitze. Die Myzelien trennen sich auch in älteren Stadien nicht in einzelne Stücke; sie bleiben aneinander und zeigen selten Copulationen. In den älteren Fäden bilden sich perlschnurartige Anschwellungen (Taf. VII, Abb. 22), an denen die entleerten Zwischenstücke und Endstücke zu finden sind. Im Inhalt trifft man eine Menge Glycogen in Form runder Tröpfchen. Dieses gibt mit Jod die bekannte braunrote Färbung, welche beim Erwärmen auf dem Deckglas verschwindet, beim Erkalten aber wieder erscheint.

Von beiden Brandpilzformen auf *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. kennen wir die Art der Infektion der Wirtspflanze nicht. Sehr wahrscheinlich zeigen aber beide Pilze die Infektion am keimenden Samen, wie das bei jenen des Hafers der Fall ist. Die Sporen haften den behaarten Spelzen und Samen von *Arrhenatherum* leicht an und kommen auf diese Art und Weise in die nächste Nähe der Keimpflanze.

Der Vergleich mit den Haferbrandformen läßt diese Vermutung zu. *U. Avenae* (Pers.) Jensen, der mit *U. perennans* Rostrup weitgehend in Sporenform und Keimung übereinstimmt, infiziert sicher die Keimpflanze, wie wir aus den Untersuchungen BREFELDS<sup>1)</sup> wissen. Aber auch für *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus auf Hafer

1) O. BREFELD, Untersuchungen aus dem Gssamt-Gebiete der Mycologie. Heft V. Die Brandpilze, Leipzig 1883.

ist dieser Modus der Infektion von APPEL und GASSNER<sup>1)</sup> nachgewiesen.

Die morphologische Übereinstimmung von *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus mit *U. Arrhenatheri* Sch. ist ebenfalls recht weitgehend, im Gegensatz aber zu *U. Arrhenatheri* Sch. zeigt *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus bei der Keimung eine ausgeprägte Conidienbildung.

Übersieht man die Verhältnisse in der Gruppe des *Ustilago Carbo* Pers. so zeigen sich folgende Gruppierungen:

Nährpflanzen	Sporen stäubend	Sporen verklebt
	Membran gekörnt	Membran glatt
<i>Triticum</i>	<i>U. Tritici</i>	—
<i>Hordeum</i>	<i>U. nuda</i>	<i>U. Hordei</i>
<i>Avena</i>	<i>U. Avenae</i>	<i>U. levis</i>
<i>Arrhenatherum</i>	<i>U. perennans</i>	<i>U. Arrhenatheri.</i>

Die Infektion durch die Narben, die für *U. Tritici* (Pers.) Jensen und *U. nuda* (Jensen) Kell. u. Sv. nachgewiesen ist, findet bei den andern Vertretern nicht statt. Sicher ist das für *U. Avenae* Pers.) Jensen, *U. levis* (Kell. u. Sv.) Magnus und *U. Hordei* (Pers.) Kell. u. Svingle, bei denen die Infektion der Keimpflanze experimentell festgestellt wurde. Man muß aus der Tatsache, daß innerhalb der Brandformen mit gekörnter Membran zweierlei Infektionswege betreten werden, den Schluß ziehen, daß jener Infektionsweg, der bei zwei oder mehreren verwandten Pilzen auf diese verwandten Pflanzen gleiches Spezies betreten wird, der stammesgeschichtlich ältere ist. Die Narbeninfektion wäre somit die jüngere Infektionsform, die sich aus der Keimlingsinfektion abgeleitet hat, und die eigenartige Keimung der Sporen dieser Formen mit Myzelien ist als eine direkte Anpassung an das Wachstum auf den Narben anzusehen. Andererseits muß man hervorheben, daß bei andern Brandformen, die sicher keine Narbeninfektion aufweisen, auch das Auswachsen der Promyzelien zu Myzelfäden aufgefunden wurde, so bei *U. Panicum-miliacei* (Pers.) Winter.

Es ist darum nicht wunderlich, wenn innerhalb der Formen mit glatter Membran der *U. Carbo* ein Vertreter sich vorfindet, der ebenfalls das direkte Auskeimen der Promyzelien zu Myzelfäden zeigt. Es ist das *U. Arrhenatheri* Sch. Wahrscheinlich sind noch andere Momente, die wir nicht übersehen, maßgebend für die Keimung mit Myzelfäden oder Conidien.

1) O. APPEL u. GASSNER, Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides. Mitteil. aus der Kais. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 3, 1907.

Aus der Übersicht der Formen des *U. Carbo* Pers. ist der Schluß auch wahrscheinlich, daß auf *Triticum*arten noch ein weiterer Vertreter der Gruppe aufgefunden werden wird, der eine glatte Membran haben muß und Keimlingsinfektion zeigen wird. Bis heute kennen wir ihn nicht. Zu suchen ist er auf den primitiveren Formen der Gattung mit zerbrechlicher Ährenspindel, denn dort ist die größte Wahrscheinlichkeit, daß die Brandsporen eingeschlossen von den Spelzen bis zur Keimung der Frucht erhalten bleiben und den jungen Keimling alsdann leicht infizieren können.

Das führt uns auf die Frage, woher daß wohl unser *U. Arrhenatheri* Sch. stammt und welches sein Verbreitungsgebiet ist. Von den 24 Brandproben, die ich auf *Arrhenatherum* gesammelt habe, gehören nur zwei zu *U. Arrhenatheri* Sch.; alle andern sind *U. perennans* Rostrup.

Beide *Arrhenatheri*proben stammen von Dauerwiesen aus der Umgebung Zürichs. Sicher ist, daß *U. perennans* Rostrup in neu angesäeten Wiesenanlagen mit *Arrhenatherum* besonders häufig anzutreffen ist. Er ist hierher mit dem Saatgut verbreitet worden. Das ist der Grund, warum er aus sehr vielen Gegenden bekannt geworden ist. Ich habe aber *U. perennans* Rostrup ebenfalls in Naturwiesen in der Umgebung Zürichs gesammelt. Ob er hierher erst sekundär gelangt ist, vermag ich nicht zu sagen. Erst genauere weitere Nachforschungen dürften vielleicht besondere Entstehungszentren beider Brandpilze nachweisen.

#### Erklärung der Tafel VII.

- Abb. 1 u. 2. Blüten von *Arrhenatherum elatius* (L.) M. u. K. mit Brandlagern von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. Die Hüllspelzen sind hinuntergebogen. Vergr. 2.
- Abb. 3. *Arrhenatherum*blüte mit *Ustilago Arrhenatheri* Sch.; nur die untere männliche Blüte ist zerstört. Vergr. 2.
- Abb. 4, 5 u. 6. Blüten von *Arrhenatherum elatius* (L.) M u. K. zerstört durch *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 2.
- Abb. 7, 8, 9, 10 u. 11. Keimende Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. aus Wasserkulturen. Vergr. 600.
- Abb. 12, 13, 14, 15 u. 16. Keimende Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. aus Confiturekulturen, jüngere Stadien. Vergr. 600.
- Abb. 17, 18, 19, 20 u. 21. Ältere Stadien keimender Sporen von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. Vergr. 600.
- Abb. 22. Myzelfäden von *Ustilago Arrhenatheri* Sch. mit abgeschlossener Entwicklung, perlschnurartig verdickt und mit Glycogeneinlagerung Vergr. 600.
- Abb. 23, 24 u 25. Keimende Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup aus Wasserkultur. Vergr. 600.

- Abb. 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 u. 34. Keimende Sporen von *Ustilago perennans* Rostrup aus Confiturekulturen. Vergr. 600.
- Abb. 35. Zerfallene Promyzelstücke von *Ustilago perennans* Rostrup, die weiter wachsen. Vergr. 600.
- Abb. 36. Sprossende Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 600.
- Abb. 37. Ausgewachsene Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup nach Erschöpfung der Nährlösung. Vergr. 600.
- Abb. 38. Durch ein Myzelstück verwachsene Conidien von *Ustilago perennans* Rostrup. Vergr. 600.

---

### Nachtrag.

Nachdem meine Arbeit bereits der Redaktion der Berichte der deutschen bot. Ges. eingesandt war, macht mich Prof. Dr. J. BEHRENS darauf aufmerksam, daß APPEL und GASSNER im Bericht über die Tätigkeit der kais. biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft im Jahre 1906 (Berlin, PAREY 1907), p. 12—14, einen Brandpilz auf *Arrhenatherum elatius* beschreiben, der mit dem meinigen offenbar identisch ist. Die betreffende Stelle lautet: „Der Unterschied von *U. perennans* Rostrup im äußeren Krankheitsbild besteht darin, daß die Sporen nicht ausstäuben, sondern ebenso wie beim gedeckten Haferbrand von den Spelzen fest umschlossen bleiben und kleine harte Gebilde darstellen. Wir nennen daher den Pilz *Ustilago dura* Appel et Gassner. Die Sporen des Pilzes sind im Gegensatz zu denen von *U. perennans* Rostrup glatt und keimen mit Promyzel und Konidien aus.“

Daraus geht hervor, daß APPEL und GASSNER offenbar den gleichen Pilz vor Augen hatten. Der Name *Ustilago dura* Appel et Gassner hat somit die Priorität, und mein Vorschlag *U. Arrhenatheri* wird dadurch hinfällig.

Nachträglich sei noch bemerkt, daß die Stöcke von *Arrhenatherum* auch im zweiten Schnitt wieder Triebe mit dem gleichen Brand hervorgebracht haben. Damit ist bewiesen, daß das Myzel von *U. dura* A. et G. im Wurzelstock von *Arrhenatherum* ausdauert.

---





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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Schellenberg Hans (K)Conrad

Artikel/Article: [Ein neuer Brandpilz auf Arrhenatherum elatius \(L.\) M. u. K. 316-323](#)