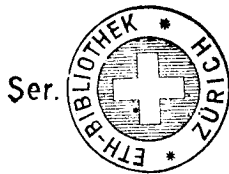


# Morphologie und Biologie von *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc.

Von der  
**Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich**  
zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften  
genehmigte  
**Promotionsarbeit**

vorgelegt von  
**Jacques Koellreuter**  
dipl. ing. agr.  
von St. Gallen

Referent: Herr Prof. Dr. E. G ä u m a n n  
Korreferent: Herr Prof. Dr. O. J a a g



1950

HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN), LANGENSALZA

Veröffentlicht in der „Phytopathologischen Zeitschrift“, Band 17, Heft 2 (1950)

**Inhaltsübersicht:** Einleitung. — A. Literaturübersicht: 1. Geschichte; 2. Synonymie und systematische Stellung; 3. Verbreitung der Krankheit. — B. Krankheitsbild. — C. Untersuchungen über Biologie und Morphologie des Pilzes: 1. Sporenverbreitung und Übertragung des Krankheitserregers; 2. Einfluß der Jahreszeit auf die Konidienlänge; 3. Länge der in künstlicher Kultur gebildeten Konidien; 4. Konidienkeimung; a) im hängenden Wassertropfen, b) Einfluß der Feuchtigkeit, c) Einfluß der Temperatur, d) Einfluß des Lichtes, e) Einfluß des Alters der Konidien; 5. Myzelwachstum; a) Einfluß der Temperatur auf das Flächenwachstum, b) Einfluß des Nährsubstrates auf das Myzelwachstum, c) Bildung von Sektoren, d) Verbreitung im Innern des Wirtes, e) Abhängigkeit des Auftretens der Infektionsstellen von der Jahreszeit; 6. Bildung der Pyknidien. — D. Infektionsversuche: 1. Material und Methode; 2. Infektionsbedingungen; a) Verschiedene Suspensionsmittel der Konidien, b) Begünstigen Verletzungen des Wirtes die Infektion?, c) Einfluß des Alters der Wirtspflanze; 3. Pathogenität dreier verschiedener Pilzstämme; 4. Infektionsversuche auf Blättern; 5. Wirtsspezifität; a) Freilandversuche mit verschiedenen Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus*, b) Gewächshausversuche mit einigen Vertretern verschiedener *Rosaceen*-Gattungen. — E. Das Bestehen morphologischer Rassen. — F. Bekämpfung. — Zusammenfassung. — Literaturverzeichnis.

## Einleitung

In den letzten Jahren konnten häufig bräunliche, rotumrandete Flecken auf Brombeerranken beobachtet werden. Möglicherweise stehen diese Flecken im Zusammenhang mit dem frühzeitigen Vergilben und Eintrocknen der Blätter und Blüten- oder Beerenrispen.

Meine Aufgabe bestand darin, in der vorliegenden Arbeit den Erreger dieser Krankheit zu identifizieren und seine noch unbekannte Biologie und Pathogenität abzuklären.

Für entscheidende Anregungen und Unterstützung danke ich an erster Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Gäumann, sodann Herrn Prof. Dr. O. Jaag für die Einführung in die technischen Arbeiten. Weitere wertvolle Ratschläge verdanke ich ferner Herrn Dr. L. Ettliger und Fräulein Dr. L. Frick, Herrn Dr. H. Leuzinger und Herrn Direktor E. Munz. Meiner Frau gebührt für das große Verständnis und die Mithilfe im Laboratorium mein ganz besonderer Dank.

## A. Literaturübersicht

## 1. Geschichte

Die Literaturangaben über die durch *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. verursachte Brombeerrankenkrankheit sind sehr spärlich. Desmazière und Robert (Kickx 1867) stellten den Erreger, den sie erstmals 1853 auf lebenden Ranken von *Rubus*-Arten in Frankreich fanden, zur Gattung *Septoria* und benannten ihn *Septoria ramealis* Rob. ap. Desm. Saccardo (1884), der die stengel- und zweigbewohnenden *Septoria*-Arten in die Gattung *Rhabdospora* zusammenfaßte, gab diesem Pilz den Namen *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. Berlese (1892) teilte einen bei Florenz auf abgestorbenen *Rubus*-Ranken gefundenen Pilz mit kleinen Sporen *Rhabdospora ramealis* zu und benannte ihn var. *crassuscula* Berlese. Krieger (1892) fand den Pilz häufig in der Umgebung von Königstein. Appel und Laubert (1906) konnten im Frühjahr 1903 feststellen, daß auf dem Darß (einer Halbinsel der Ostsee) auffallend viele Ranken abgestorben waren, und sprachen als erste von einer starken Schädigung der Brombeerpflanzen. Sie teilten die Art *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. nach Sporengößen in folgende Varietäten ein:

var. *typica* Sacc. sens. strict. Sporen:  $12-20 \times 1 \mu$

var. *crassuscula* Berlese Sporen:  $20-22 \times 3 \mu$

var. *macrospora* Appel und Laubert Sporen:  $24-60 \times 1,5-2,5 \mu$

Diedicke (1915) beschrieb einen Pilz, der auf *Rubus*-Ranken gefunden wurde und benannte ihn *Cytosporina rubi* Died. Petrak (1919) beobachtete den Pilz in den Wäldern bei Mährisch-Weißkirchen, später auch bei Stryi, Stanislaus und in den Karpaten, wo die Ranken bei stärkerem Auftreten abstarben. Er glaubte, die Identität von *Cytosporina rubi* Died. mit *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. feststellen zu können, und gab dem Pilz den Namen *Cytosporina ramealis* (Desm. et Rob.) Pet. Die Abbildungen der Fruchtkörper und Sporen von *Cytosporina rubi* Died. entsprechen aber nicht denjenigen von *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. Einige Jahre später zweifelte Petrak an der Richtigkeit seiner Namengebung, schuf auf Grund des dothidealen Baues der Fruchtkörper eine neue Gattung und nannte den Pilz *Septocyta ramealis* (Rob.) Pet. Gleichzeitig verneinte Höhnel (1917) die Zugehörigkeit des Pilzes zur Gattung *Cytosporina*. Er teilte ihn, ebenfalls mit der Begründung des dothidealen Baues der Fruchtkörper, in die Gattung *Hemidothis* ein und gab dem Pilz den Namen *Hemidothis rubi* (Died.) Höhnel.

Harris (1930) beschrieb die Krankheit auf Himalaya Berry in Maidstone, die davon äußerst heftig befallen wurde. Wormald und Harris (1931) nannten die Brombeerkrankheit, die auf der Kultursorte Sherlock Junior ernstliche Schäden verursachte: Purple Blotch und den Erreger selbst *Septocyta ramealis* (Rob.) Pet. Weitere Fundorte in England sind nach Grove (1935): Barnet (Cooke), Wirral (Ellis), West Kilbridge (Boyd), Oxford (Cotton), Osterley, Kent und Barmouth, wo der Pilz *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. gelegentlich schweren Schaden anrichtete. Wormald (1946) gab in neuester Zeit dieser Bezeichnung ebenfalls den Vorrang.

Über die Biologie des Pilzes fanden sich in der zitierten Literatur wenig Angaben von Bedeutung. Als einziger erwähnte Harris Infektionsversuche, deren Resultate er für eine Publikation als ungenügend erachtete.

## 2. Synonymie und systematische Stellung

Welche der verschiedenen Gattungs- und Artbezeichnungen trifft am ehesten für den Pilz zu?

Nach dem morphologischen Bau der Fruchtkörper, dem Vorhandensein eines Porus, der Farbe, Größe und Konidienform ließe sich der Pilz gut in die Gattung *Septoria* einreihen. Da weitaus die meisten Arten in der *Septoria*-Gattung nur auf Blättern vorkommen, unser Pilz aber (wie nachfolgende Infektionsversuche zeigen) ausschließlich Ranken befällt, ist die Bezeichnung *Septoria ramealis* Desm. et Rob. eher abzulehnen. Zudem sind die Innenwände der Pyknidien völlig dunkelbraun und pseudoparenchymatisch, was für eine Einteilung in die Gattung *Rhabdospora* spricht. Dadurch würde auch eine Verwechslung mit *Septoria rubi* West., die häufig auf *Rubus*-Arten gefunden wird und von Demaree und Wilcox (1943) genau untersucht wurde, eher vermieden.

Die Einreihung des Pilzes in die Gattung *Cytosporina* Sacc. muß ebenfalls abgelehnt werden, da für diese Vertreter das Vorhandensein eines Stromas mit sphaeralem, mehrkammerigem Fruchtkörperbau charakteristisch ist und dieses bei unserem Pilz fehlt. Die Benennung *Septocyta ramealis* (Rob.) Pet. paßt nicht besser, da die Arten der Gattung *Septocyta* Pet. ebenfalls ein Stroma mit dothidealem, mehrkammerigem Fruchtkörperbau besitzen. Zudem sind hier die Sporen am Grunde büschelig verwachsen und die Pyknidien besitzen keinen typischen Porus. Die Gattung *Hemidothis* zeichnet sich ebenfalls durch das Vorhandensein eines Stromas aus, weshalb der Name *Hemidothis rubi* (Died.) Höhnel auf den Pilz nicht zutrifft.

Die Morphologie des gefundenen Pilzes deckt sich in allen Punkten mit der Beschreibung von *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc., welche zur Gattung *Rhabdospora* Mont., beziehungsweise zur Familie der *Sphaeroidaceae* in die Ordnung *Sphaeropsidales* gehört. Die Hauptfruchtform ließ sich weder in der Natur noch im Laboratorium bei Kulturversuchen beobachten.

Zusammenfassend sei vorgeschlagen, den in dieser Arbeit beschriebenen Pilz *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. zu nennen und alle übrigen Namen als Synonyme zu betrachten.

Da es sich bei den *Fungi imperfecti* nur um künstliche Formenkreise handelt, schafft das Bestreben, ihre Vertreter exakter einzuordnen, nur unnötige Verwirrung, weil auf jeden Fall die Unzulänglichkeit dieses künstlich geschaffenen Systems bestehen bleibt.

## 3. Verbreitung der Krankheit

Aus obigen Literaturangaben ist zu entnehmen, daß die Krankheit in West- und Osteuropa verbreitet ist. Mit Ausnahme einer Angabe von Ellis (1887), der auf *Rubus strigosus* in Illinois eine *Rhabdospora*-Art fand

und sie mit dem Namen *Rhabdospora rubi* Ell. belegte, sind in Amerika keine weiteren Fundorte bekannt. Appel und Laubert weisen diese Art auf Grund der Konidienlänge in ihre Varietät *macrospora*, ohne zu beachten, daß *Rubus strigosus* eine wilde, rote Himbeere ist.

In der Schweiz fand ich den Pilz in allen Landesteilen, überall auf der Hauptkultursorte Theodor Reimers (gleich Sandbrombeere), an zwei Orten auf der Kultursorte Laciniata und außerdem auf Wildformen.

## B. Krankheitsbild

Die ersten Krankheitssymptome zeigen sich im Sommer. An den Ranken, die im folgenden Jahre zum Tragen kommen, bilden sich, besonders auf den in der Nähe der Wurzeln gelegenen Teilen, stecknadelkopfgroße, intensiv dunkelgrün gefärbte Flecken. Nach wenigen Wochen verfärben sich die Flecken rötlich, vergrößern sich und können eine Ausdehnung von etwa 2 cm erreichen. Sie werden bräunlich, behalten aber eine rote Randpartie. Das Auftreten neuer Infektionen verzögert sich über den Winter, setzt sich aber Ende Februar, anfangs März um so schneller fort. Der Prozeß entwickelt sich gegen den oberen Teil der Ranke weiter. Bis auf eine Entfernung von 2,5—3 m vom Wurzelstock sind Flecken noch feststellbar. Diese können ineinanderwachsen und ganze Rankenpartien überdecken. Im frühen Frühjahr entwickeln sich auf ihnen meist reihenweise angeordnete schwarze Höckerchen, die Pyknidien. Bei genügender Feuchtigkeit quellen weißliche, etwa 1 mm lange Sporenranken daraus hervor, die von Auge gut sichtbar sind. Entleerte Pyknidien weisen in der Mitte einen Spalt auf oder sind ganz aufgerissen. Im Laufe des Frühjahres beginnen die Flecken vom Zentrum her langsam auszubleichen.

Die Folgen des Befalls sind Stoffwechselstörungen. Anfänglich öffnen sich die Knospen normal. Je nach Stärke der Infektion verfärben sich die Blätter und Blüten- oder Fruchtansätze. Früher oder später welken sie und trocknen ein.

Zuerst manifestieren sich die Störungen am Ende der Ranken; bei starkem Befall erfassen sie auch die weiter gegen die Basis liegenden Blatt- und Fruchtansätze, bis schließlich die Ranken auf ganzer Länge kahl sind und selbst einzudorren beginnen. Diese Erscheinung wird in der Praxis, speziell im Frühjahr, oft fälschlicherweise mit Erfrierungen in Verbindung gebracht. In trockenen Sommern kann Wassermangel das Absterben der Ranken beschleunigen.

## C. Untersuchungen über Biologie und Morphologie des Pilzes

### 1. Sporenverbreitung und Übertragung des Krankheitserregers

Für die im folgenden beschriebenen Beobachtungen über Sporenverbreitung und Übertragung des Krankheitserregers wurde eine vor mehreren Jahren auf einem ehemaligen Schuttablagerungsort angelegte und vernachlässigte Brombeeranlage der Sorte Theodor Reimers in Brugg ausgewählt. Die vorjährigen, dicht ineinandergewachsenen Brombeerranken waren übersät

mit den typischen rötlichbraunen Infektionsstellen. Mitte März konnten unter der Lupe die ersten schwarzen Pyknidien beobachtet werden.

Als Auffangflächen für die Konidien dienten mit einem Gemisch von  $\frac{4}{5}$  Vaseline und  $\frac{1}{5}$  Paraffin (Schmelzpunkt  $50^{\circ}\text{C}$ ) gleichmäßig dünn bestrichene Deckgläser von 18 mm Seitenlänge. Auf jeder Seite eines Objektträgers wurde ein Deckglas, mit der präparierten Seite nach außen, mit wetterfestem Klebstoff (Cementit) befestigt. An 10 Orten, in verschiedener Distanz von den befallenen Ranken und in abgestufter Höhe vom Boden, wurden die hergerichteten Objektträger mittels Holzklammern an Schnüren aufgehängt (Abb. 1). Von Ende März bis Ende August wurden alle  $3\frac{1}{2}$  Tage, von Ende August bis Mitte Dezember alle 3 Wochen, die Objektträger ausgewechselt, die Deckgläser abgelöst und die Sporen ausgezählt.

Da die Konidien zu fest an den Deckgläsern klebten, um abgewaschen und in Suspension gebracht zu werden, wurden sie an Ort und Stelle ausgezählt nach folgender Methode:

Auf die Objektträger wurde ein Tropfen Baumwollblau in Milchsäure (Bleu lactique nach Dop und Gautié [1928] S. 31) gebracht. Nach Auflegen des Deckglases wurde das Präparat mit einem Streichholz bis zum Erscheinen von Kochblasen erhitzt. Für die Auszählung diente ein Zeiß-Trockenobjektiv 7a,  $60\times$  mit einem Blickfelddurchmesser von  $240\mu$ . Parallel zur Seitenlänge und durch die ganze Breite des Deckglases wurde ein Blickfeld an das andere gereiht, ausgezählt und diese Untersuchungen in gleichmäßigen seitlichen Abständen dreimal wiederholt. Aus dem arithmetischen Mittel der Auszählungssummen beider Deckgläser wurde schließlich die Sporenzahl je Quadratzentimeter errechnet.

Nach einem leichten Regen ließen sich am 27. März die ersten Konidien beobachten. Die Zahl der anfliegenden Sporen blieb in den folgenden 3 Wochen noch relativ gering (Tabelle 1), um von Mitte April an stark anzusteigen. Die Kurve der Sporenverbreitung erreichte anfangs Juni ihr Maximum, um Mitte Juni steil abzufallen. Von Ende Juli bis Anfang Dezember wurden konstante, sehr niedrige Sporenzahlen festgestellt (Abb. 2, Kurve a).

Während der Hauptverbreitungszeit der Sporen konnte von Auge, besonders bei regnerischer Witterung, das Austreten feiner, etwa 1 mm langer Sporenranken aus den Pyknidien wahrgenommen werden. Es stellte sich die



Abb. 1  
Konidien-Auffangfläche (Pfeil), inmitten stark erkrankter Brombeerranken.  $\frac{1}{10}$  nat. Größe

Frage, ob der Wind für die Verbreitung der durch eine gallertige Masse verklebten Konidien genügte oder ob dazu Regen notwendig sei.

Es wurden Auffangflächen nach oben beschriebener Art in niederschlagslosen und niederschlagsreichen Perioden  $3\frac{1}{2}$  Tage ausgehängt und die Anzahl angefangener Konidien ermittelt (Tabelle 2).

In regenlosen oder in regenarmen Zeitspannen, selbst bei heftigem Wind, konnten nur sehr wenig Konidien aufgefangen werden.

Nach Tagen mit stärkeren Regenfällen ließ sich regelmäßig eine große Anzahl Sporen auf den Auffangflächen beobachten. Zwischen der Anzahl der aufgefangenen Konidien und der Niederschlagsmenge besteht weiter kein Verhältnis, da es offenbar weniger auf die Gesamtmenge als auf die Heftigkeit der Niederschläge ankommt. Über die Intensität der

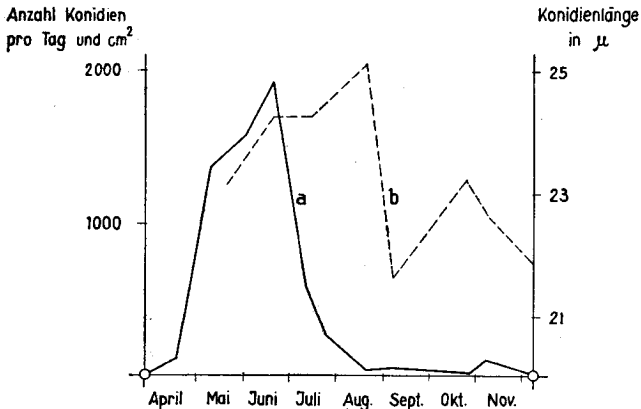


Abb. 2

Kurve a: Durchschnittliche Anzahl Konidien je Tag und cm<sup>2</sup> aus 10 Beobachtungsorten. Kurve b: Länge derselben Konidien

Niederschläge geben die Daten der meteorologischen Zentralanstalt keine Auskunft.

Zur Prüfung von Reichweite und Richtung der Sporenverbreitung von einer Infektionsquelle aus wurden an 3 Standorten jeweils die kür-

Tabelle 1

Durchschnittliche Anzahl aufgefangener Konidien je cm<sup>2</sup> Fläche in 24 Stunden (aus 10 Beobachtungsstellen ermittelt)

Exposition		Anzahl aufgefangener Konidien je Tag und cm <sup>2</sup> Fläche
Datum	Anzahl Tage	
27. 3.—17. 4.	21	157 ± 39,7
17. 4.— 8. 5.	21	1366 ± 138,2
8. 5.—29. 5.	21	1578 ± 302,5
29. 5.—19. 6.	21	1934 ± 251,3
19. 6.—10. 7.	21	590 ± 132,4
10. 7.—24. 7.	14	292 ± 84,3
24. 7.—21. 8.	28	41 ± 8,8
21. 8.— 6. 9.	16	66 ± 14,6
6. 9.—24. 10.	48	25 ± 13,3
24. 10.— 6. 11.	13	109 ± 46,5
6. 11.— 7. 12.	31	17 ± 4,2

Tabelle 2

Vergleich der Niederschlagsmenge und Anzahl angefangener Sporen während der Hauptverbreitungszeit der Konidien

Exposition		Niederschlagsmenge in mm	Anzahl aufgefangener Konidien je cm <sup>2</sup>
Datum	Anzahl Tage		
2. 6.— 5. 6.	$3\frac{1}{2}$	9,3	13 640
5. 6.— 8. 6.	$3\frac{1}{2}$	21,9	10 983
8. 6.—12. 6.	$3\frac{1}{2}$	1,8	68
12. 6.—15. 6.	$3\frac{1}{2}$	10,0	10 015
15. 6.—19. 6.	$3\frac{1}{2}$	1,3	271
19. 6.—22. 6.	$3\frac{1}{2}$	0	19



zesten Distanzen von der Konidienauffangfläche zu den infizierten Ranken gemessen (Tabelle 3). Letztere befanden sich bei Standort 1 und 2 ausnahmslos über der Auffangfläche, bei Standort 3 seitlich ungefähr auf gleicher Höhe.

Tabelle 3  
Sporenverbreitung in bezug auf Abstand und Lage zur Infektionsquelle

	Standort		
	1	2	3
Anzahl darüberliegender Ranken . . . . .	10	10	—
Anzahl seitlicher Ranken . . . . .	—	—	10
Durchschnittliche Distanz der Ranken in cm . . . . .	22,4	38	18,4
Anzahl aufgefangener Konidien je cm <sup>2</sup> und Tag . . . . .	632	435	284

Von über dem Wirte liegenden Infektionsquellen

nimmt die Auftreffwahrscheinlichkeit der Konidien mit zunehmender Distanz relativ langsam ab. Bei seitlich liegenden Infektionsquellen ist die Auftreffwahrscheinlichkeit wesentlich geringer.

**2. Einfluß der Jahreszeit auf die Konidienlänge**

In der Literatur gehen die Angaben über die Konidienlänge stark auseinander, eine Tatsache, die viele eigene Messungen an Frischmaterial bestätigten. Es sollte vorerst abgeklärt werden, ob Konidien derselben Pyknidien im Laufe des Jahres in ihrer Länge variieren. In der oben erwähnten vernachlässigten Brombeeranlage wurde während 8 Monaten, von Mitte Mai bis Mitte Dezember, etwa alle 4 Wochen von den am gleichen

Standort befindlichen Deckgläsern jeweils die Länge von 200 Konidien gemessen (Tabelle 4). Die Konidien waren in reifem Zustande, d. h. spontan ausgepreßt, und durch Regen verbreitet worden.

Tabelle 4  
Schwankung der Länge von Konidien, die aus den gleichen Pyknidien während 1947 aufgefangen wurden

Datum der Probeentnahme	Länge, Mittelwert und Streuung in $\mu$
18. 5.	23,15 $\pm$ 3,39
19. 6.	24,28 $\pm$ 3,21
13. 7.	24,30 $\pm$ 2,92
21. 8.	25,15 $\pm$ 3,94
6. 9.	21,66 $\pm$ 3,22
24. 10.	23,23 $\pm$ 3,66
6. 11.	22,79 $\pm$ 3,84
19. 12.	21,93 $\pm$ 3,46

Die jahreszeitlichen Unterschiede der Konidienlänge der gleichen Pyknidien sind sehr gering. Vom Frühjahr bis Ende August nimmt die Länge etwas zu, um dann wieder abzunehmen. Die längsten Sporen wurden am Ende der Hauptverbreitungszeit gemessen (Abb. 2b).

**3. Länge der in künstlicher Kultur gebildeten Konidien**

Im weiteren stellte sich die Frage, ob verschiedene Nährsubstrate einen Einfluß auf die Sporenlänge haben. In Glasröhrchen wurden 8 ccm Cenovis-, Kartoffeldextrose- und Malzagarnährböden eingefüllt (Zusammensetzung S. 142) und mit Myzelstückchen von Einsporkulturen der Stämme 29 und 34 beimpft. Nach 5 Wochen zeigten sich, auf allen 3 Nährböden gleichzeitig, bei beiden Stämmen die ersten Pyknidien. Es wurden die Längen von je 200 Konidien gemessen (Tabelle 5).

Tabelle 5

## Sporenlänge zweier Stämme auf drei verschiedenen Nährböden

Stamm	Nährboden	Länge, Mittelwert und Streuung in $\mu$
29	Cenovis . . . . .	26,34 $\pm$ 4,29
	Kartoffeldextrose . . . . .	26,84 $\pm$ 3,60
	Malzagar . . . . .	26,47 $\pm$ 3,37
34	Cenovis . . . . .	30,74 $\pm$ 4,39
	Kartoffeldextrose . . . . .	32,81 $\pm$ 4,19
	Malzagar . . . . .	28,69 $\pm$ 4,69

Die Unterschiede der einzelnen Werte sind sehr gering. Nur Stamm 34 weist kleine Differenzen auf, wobei die längsten Sporen von Kulturen auf Kartoffeldextrose stammen, die kleinsten sich auf Malzagar bilden. Verschiedenartig zusammengesetzte Nährböden haben praktisch keinen Einfluß auf die Sporengröße.

## 4. Konidienkeimung

## a) Im hängenden Wassertropfen

Frisches Konidienmaterial wurde durch Einlegen von kranken Rankenstücken in Feuchtkammern gewonnen, wo nach einigen Tagen weiße Konidienranken aus den Pyknidien hervorquollen. Die Konidienranken konnten ohne Verunreinigung mit einer Nadel abgehoben und in Wasser suspendiert werden. Auf der Unterseite von Deckgläsern ließen sich mit einer feinen Pipette kleine Suspensionstropfen anbringen. Beidseitig in erwärmtes Vaseline getauchte Glasringe wurden auf Objektträger geklebt und die Deckgläser darüber so angeedrückt, daß kleine, gut verschlossene Feuchtkammern entstanden. Während der Versuchsdauer wurden die Präparate bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Da nach der Literatur die Konidien in Brunnenwasser leichter keimen als in destilliertem Wasser, wurde stets nur Leitungswasser verwendet.

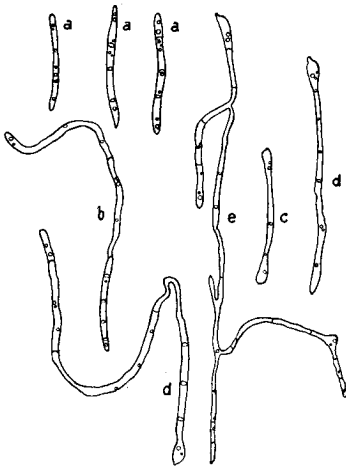


Abb. 3

Verschiedene Keimungsstadien von Konidien: a) kurz vor der Keimung, b) einseitig gekeimt, c) an beiden Enden gleichzeitig keimend, d) an einem Ende gekeimt — am anderen in Keimung, e) Hyphen haben sich verzweigt. Vergr. 1 : 555

Nach 10 Stunden begann die Keimung. Die Öltropfen hatten die Tendenz, sich an den Sporenden anzusammeln (Abb. 3a), wo auch der Keimschlauch entstand. Vorerst entwickelten sich zitronenförmige Anschwellungen (Abb. 3d und e), die etwa doppelt so breit wie die Konidien waren. Diese Verdickungen können bei der Keimung fast immer beobachtet werden, während sie später an den Hyphenenden nur noch vereinzelt zu sehen sind. Gelegentlich weisen die Anschwellungen eine kleine, schnabelförmige Ausbuchtung auf. Selten keimen die Konidien gleichzeitig an beiden Enden und sehen dann schlanken Hanteln gleich (Abb. 3c).

Nach 44 Stunden hatten 56% der Konidien auf beiden Seiten gekeimt. Die höchste beobachtete Keimzahl von 93% bei der optimalen

Keimtemperatur wurde erst nach 72 Stunden erzielt. Je mehr sich der Keimschlauch verlängerte, desto kleiner wurden die Öltropfen im Innern der Konidien, bis sie in der Regel ganz verschwanden. Hatten die Hyphen 1–3 Konidienlängen erreicht, begannen sie sich zu verzweigen, septierten sich und bildeten vereinzelte Öltropfen (Abb. 3e). Während die Hyphen leicht gewellt wuchsen, behielten die Konidien ihre ursprüngliche, gerade oder leicht gekrümmte, glatte Form und konnten als solche immer wieder innerhalb des Myzelfadens erkannt werden. Die Trennungswand zwischen Konidie und Hyphe verschwand bei der Keimung, die Septierungen der Konidien blieben aber erhalten.

#### b) Einfluß der Feuchtigkeit

Im Laufe der Vorarbeiten für die Infektionsversuche stellte sich die Frage, ob Infektionen ausschließlich bei regennassen jungen Ranken möglich sind oder ob sie unter Umständen auch bei feuchtigkeitsgesättigter Luft zum Haften kommen. Es ist denkbar, daß Sporen durch kurze Gewitterregen auf die Ranken gelangen, aber nicht genügend Zeit haben zu keimen, bevor das Regenwasser abgetropft oder verdunstet ist. Genügen nun Taunächte oder feuchtigkeitsgesättigte Luft, um den Konidien die Keimung und damit das Eindringen in die jungen Ranken zu ermöglichen? Um diese Frage abzuklären, wurden Tropfen einer frischen Sporensuspension auf Deckgläser gebracht. Nachdem das Wasser bei 27 °C nach kurzer Zeit verdampft war, kam ein Drittel der Objekte in trockene Petrischalen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 63%. Das zweite Drittel gelangte in mit wassergetränktem Fließpapier ausgelegte Petrischalen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100%. Beim letzten Drittel der Objekte wurde ein Tropfen Wasser auf die eingetrocknete Sporensuspension gegeben und mit Glasring, Objektträger und Vaseline abgeschlossen.

Nach 44 Stunden wurden je 200 Konidien ausgezählt; es waren gekeimt:

bei 63 Prozent Luftfeuchtigkeit	0%
bei 100 Prozent Luftfeuchtigkeit	21%
im hängenden Wassertropfen	87%

Danach scheint es also möglich, daß durch schnell verdunstende Gewitterregen übertragene Konidien in darauffolgenden Taunächten oder bei relativer Luftfeuchtigkeit von 100% keimen und Infektionen verursachen können.

#### e) Einfluß der Temperatur

Um die Beziehung der Umwelttemperatur, Keimungshäufigkeit und Keimungsgeschwindigkeit abzuklären, wurde frisches Sporenmateriel in Leitungswasser suspendiert und auf Deckgläser in Feuchtkammern gebracht. Diese gelangten zu konstanten Temperaturen in Thermostaten von 0 bis +36 °C (mit Intervallen von 3 °C). Die Zählung der gekeimten Sporen erfolgte nach 24, 48 und 72 Stunden Inkubationszeit (Abb. 4). Je Temperaturstufe wurden 300 Konidien ausgezählt.

Nach 24 Stunden hatte bei allen Temperaturstufen mit Ausnahme von 36 °C die Keimung eingesetzt. Der Keimungsprozentsatz war bei 0 und 33 °C noch klein. In den folgenden 24 Stunden beschleunigte sich der Keimungs-

prozeß in den tieferen, besonders aber in den höheren Temperaturen, um von der 48. bis zur 72. Stunde bei allen Temperaturstufen sich erheblich zu verlangsamen. Bei 30, 33 und 36°C blieben die Keimschläuche kurz,

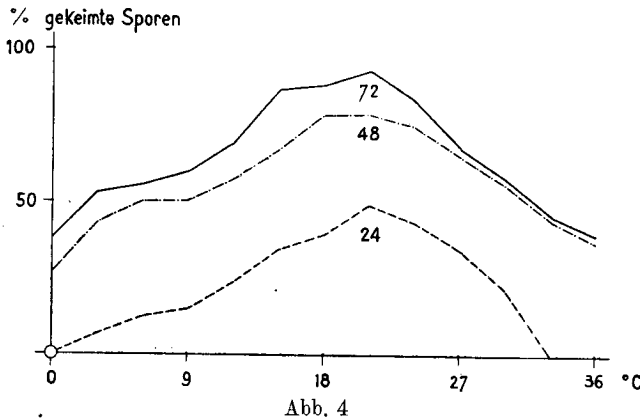


Abb. 4  
Prozentuale Keimhäufigkeit der Konidien bei verschiedenen Temperaturen nach 24, 48 und 72 Stunden

verkümmerten und stellten ihr Wachstum bald ein. Einige Tage später in die optimale Temperatur gebracht, keimten noch einige Sporen aus der Temperatur 30°C, hingegen nicht mehr aus den Temperaturen 33 und 36°C. Das Optimum für die Sporenkeimung lag bei 21°C, wo der maximale Wert von 93% nach 72 Stunden erreicht wurde.

Der Temperaturbereich, in welchem die Konidien keimen, ist sehr breit. Höhere Temperaturen wirken nach einiger Zeit stimulierend, nachträglich aber hemmend. Tiefere Temperaturen verzögern die Keimungsgeschwindigkeit, aber ohne nachteiligen Einfluß. Die Optimaltemperatur für das Wachstum der Keimhyphen liegt bei 21°C und deckt sich mit derjenigen der Sporenkeimung (Tabelle 6). In tieferen Temperaturen ist das Wachstum der Keimhyphen intensiver als in höheren. Der Temperaturbereich für die Entwicklung der Keimhyphen ist enger als derjenige für die Konidienkeimung; er liegt zwischen +3 und +27°C.

#### d) Einfluß des Lichtes

Wie oben beschrieben, wurden Konidiensuspensionen in Feuchtkammern bei Zimmertemperatur aufgestellt. Die eine Hälfte der Präparate kam während

der Versuchsdauer unter völligen Lichtabschluß, die andere Hälfte von 07.00 bis 19.00 Uhr ans Tageslicht und nachtsüber unter künstliche Beleuchtung (220-Volt-Lampe mit 54 Watt und 65 Dlm. in 90 cm Distanz von den Präparaten). Nach 44 Stunden hatten 88% der Konidien bei Licht und nur 48% bei Dunkelheit gekeimt. Während Belichtung den Keimprozeß fördert, hemmt

Tabelle 6  
Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung der Keimschläuche (nach 72 Stunden)

Temperatur °C	Verhältnis der Keimschlauchlänge zur Sporenlänge
0	beginnende Keimung
3	K. S. ebenso lang wie Sporenbreite
6	K. S. halb so lang wie Sporenlänge
9	K. S. ebenso lang wie Sporenlänge
12	K. S. zweifache Sporenlänge
15	K. S. dreifache Sporenlänge
18	K. S. vierfache Sporenlänge
21	K. S. fünffache Sporenlänge
24	K. S. zweifache Sporenlänge
27	K. S. knapp Sporenlänge
30	K. S. ebenso lang wie Sporenbreite
33	beginnende Keimung
36	beginnende Keimung

K. S. = Keimschläuche

sie die Wachstumsgeschwindigkeit der Keimhyphen: 200 Keimhyphen erreichten nach 44 Stunden unter Lichteinfluß eine mittlere Länge von  $21,20 \pm 7,7 \mu$  und bei Dunkelheit  $30,32 \pm 13,5 \mu$ . Ohne Einfluß blieb das Licht auf die Anzahl der Keimhyphen je Spore, indem von 200 gekeimten Konidien bei Licht 56%, bei Dunkelheit 53,5% beidseitig keimten.

#### e) Einfluß des Alters der Konidien

Von verschieden altem Material, jeweils in den Frühjahrs- und Sommermonaten der letzten zwei Jahre gesammelt und seither im Laboratorium aufbewahrt, wurden Rankenstückchen mit Pyknidien abgeschnitten und in Feuchtschalen gelegt. Nach einigen Tagen wurden die Sporen unter der Lupe mit einer Nadel aus den Fruchtkörpern herausgekratzt und in Leitungswasser suspendiert. Die Konidien wurden 4 Tage lang im hängenden Tropfen bei Zimmertemperatur aufbewahrt und durch Auszählen von je 200 Sporen der Keimungsprozentsatz ermittelt (Tabelle 7).

Bei trocken aufbewahrttem Rankenmaterial fällt das Keimungsvermögen schon nach wenigen Wochen ziemlich stark ab, um nach  $1\frac{1}{4}$  Jahren ganz zu verschwinden. Also kommen kranke 2—3 jährige Rankenstücke mit etwa  $1\frac{1}{2}$  jährigen Fruchtkörpern, die beim Ausschneiden abgetragener Ranken in den Brombeerkulturen zurückbleiben, noch als geringe Infektionsquelle in Betracht.

Tabelle 7  
Prozentsatz gekeimter Konidien aus verschieden-  
altrigem Material

Herkunftsort	Alter in Wochen	gekeimte Konidien nach 4 Tagen in %
Lausanne	$11\frac{1}{2}$	57,3
Hallau	51	18,7
Hallau	64	0
Hallau	80	0
Itschnach	106	0
Feldmeilen	112	0

## 5. Myzelwachstum

#### a) Einfluß der Temperatur auf das Flächenwachstum

Einsporkulturen wurden aus Pyknidienmaterial mit Hilfe eines Mikromanipulators hergestellt. In anderen Fällen wurden reife Pyknidien möglichst steril in sterilisiertes dest. Wasser gebracht, Verdünnungsreihen hergestellt, auf Agarplatten gegossen und die sich bildenden Konidien weitergezüchtet. Gewebeisolierungen aus erkranktem Material, welches durch 1—2 Minuten Eintauchen in Sublimatlösung 1‰ oberflächlich sterilisiert, mehrmals in sterilem Wasser gewaschen und auf Nährböden übertragen wurde, führten selten zum Ziel. Kolleschalen von 180 mm Durchmesser, die 100 ccm Malzagar enthielten, wurden 20 Minuten im Autoklav sterilisiert. Die mit einem etwa 2 mm großen Myzelstückchen beimpften Schalen blieben zunächst 3 Tage in Zimmertemperatur, damit der Pilz anwachsen konnte. Anschließend kamen sie in 12 verschiedene Thermostaten im Bereich von 0 bis 33°C bei einer Abstufung von 3°C. Für jede Temperaturstufe standen von jedem Stamm 10 Kolleschalen zur Verfügung. Einzelne Schalen mußten im Verlauf des Versuches wegen Fremdinfektion oder Sekundärzentren entfernt werden. Nach 8 Wochen wurde das

Wachstum (Mittelwert aus größtem und kleinstem Durchmesser) jeder Kultur gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 und Abb. 5 zusammengestellt.

Tabelle 8

Einfluß der Lufttemperatur auf das Wachstum verschiedener *Rhabdospora ramealis*-Stämme (Durchmesser in mm)

°C	Stamm 12	Stamm 31	Stamm 32	Stamm 34
0	5,7 ± 0,63	9,0 ± 0,43	5,6 ± 0,60	9,8 ± 0,37
3	5,8 ± 0,81	10,2 ± 0,63	8,4 ± 0,71	12,2 ± 0,49
6	16,2 ± 0,66	18,0 ± 0,55	13,7 ± 3,49	20,5 ± 0,91
9	16,8 ± 0,08	33,1 ± 1,04	21,0 ± 0,39	40,2 ± 0,42
12	47,5 ± 0,64	46,3 ± 1,29	26,0 ± 1,12	49,6 ± 0,82
15	63,4 ± 0,92	60,3 ± 2,09	33,3 ± 2,33	61,9 ± 1,47
18	68,7 ± 3,54	73,5 ± 1,86	41,3 ± 0,96	76,4 ± 2,75
21	80,6 ± 3,29	84,8 ± 1,32	43,8 ± 1,10	95,0 ± 0,58
24	62,7 ± 4,87	88,6 ± 2,01	38,7 ± 1,06	96,0 ± 0,84
27	25,2 ± 0,87	78,4 ± 0,65	23,7 ± 1,08	81,4 ± 1,90
30	Spuren	Spuren	0	5,3 ± 0,75
33	0	0	0	0

Die 4 Pilzstämme zeigten eine gewisse Übereinstimmung in den Temperaturansprüchen; im Bereich von 0 bis 27°C war die Entwicklung des Myzels möglich. Die optimale Temperatur lag bei den Stämmen 12 und 32 bei 21°C und deckte sich mit der optimalen Keimungstemperatur der Konidien. 24°C war die optimale Wachstumstemperatur der Stämme 31 und 34. Die obere Wachstumsgrenze der Stämme 12, 31 und 32 lag bei 30°C, des Stammes 34 bei 33°C. Bei diesen Temperaturen gedieh der Pilz nicht mehr, ging aber auch nicht zugrunde; denn, nach Versuchsabschluß in 21°C gebracht, wuchs er weiter. Bei 33°C für die Stämme 12, 31 und 32, sowie 36°C für Stamm 34, war der Pilz nach 8 Wochen abgestorben. Relativ gering war das Flächenwachstum des Stammes 32, der interessanterweise die größte Sporenlänge aufwies. Sonst fehlte jedoch eine Beziehung zwischen Flächenwachstum des Myzels und der Sporenlänge.

Bei Temperaturen über dem Optimum sank die Vitalität des Pilzes wesentlich rascher als bei tieferen. In heißen Sommermonaten kann sich der Pilz kaum oder nur langsam entwickeln. Dies mag auch erklären, warum die Großzahl der Infektionen erst in Jahreszeiten mit tieferen Temperaturen sichtbar wird.

Das morphologische Aussehen der vier Einsporkulturen auf Malzagar nach 4 Wochen bei 18°C deckte sich weitgehend. Die Unterschiede waren geringfügig, gleichgültig ob die Stämme von verschiedenen Wirtsarten kamen oder ob sie von diversen Standorten oder am gleichen Ort isoliert wurden. Charakteristisch für alle Kulturen war das weiße Luftmyzel im Zentrum, das gegen die Randpartie einen hellgrauen Farbton annahm. Das schwarze Stroma innerhalb des Mediums war mit Ausnahme des Stammes 32 nahezu rund und scharf abgegrenzt. Stamm 19 zeichnete sich durch kleine Einkerbungen in der Randpartie aus.

Nach dem kalten Winter 1945/46 konnte im Frühjahr 1946 in der ganzen Schweiz ein besonders starkes Auftreten der Rankenkrankheit der Brombeere beobachtet werden. Die Überlegung, daß die Kälte einen Einfluß auf das

stärkere Auftreten der Krankheit habe, lag nahe. Versuche, die abklären sollten, ob durch die Kälte geschwächte Brombeerpflanzen nachträglich durch den Pilz leichter und heftiger besiedelt werden oder ob der Pilz durch vorübergehenden Kälteeinfluß an Aggressivität gewinnt, scheiterten, indem fast alle Versuchspflanzen (infizierte und nichtinfizierte), trotz gründlichen Einpackens der Wurzelballen, in einem künstlichen Gefrierraum ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) erfroren. Nur 2 schwach infizierte Versuchspflanzen überlebten nach langsamer Angewöhnung eine Kälteperiode von 14 Tagen. Die Ranken mit den einzelnen typischen Infektionsstellen dorrtten bis auf eine in den folgenden Wochen ab. Diese eine Ranke war im Frühjahr überdeckt von großen Krankheitsherden. Der Befall war hier wesentlich stärker als an jenen im Freien gebliebenen Pflanzen, von denen die Versuchsranken stammten.

Im Frühjahr war die restlos eingedorrte Pflanze mit lebendem Wurzelballen ins Freiland verbracht worden. Eine Neuinfektion der sich entwickelnden

Jungtriebe von anderen kranken Brombeerpflanzen aus, war wegen der gedeckten Lage (in dicht bepflanzter Jungbaumanlage) und großer Entfernung von den nächsten kranken Brombeerpflanzen (über 800 m) nicht möglich. Im darauffolgenden Frühjahr war der Befall der jungen Ranken wesentlich stärker als der Befall an den in der Nachbarschaft kultivierten Brombeeren. Daß der Kälteeinfluß die Vitalität des Pilzes nicht beeinträchtigte, sondern nur staute, geht aus diesem Freilandversuch nicht eindeutig hervor, ließ sich jedoch an einem parallel durchgeführten Laborversuch nachweisen.

60 mit Malzagar gefüllte Kolleschalen wurden mit Myzelstückchen einer Einsporkultur des Stammes 12 geimpft, während 15 Tagen bei der optimalen Temperatur von  $21^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt, und dann die mittleren Myzeldurchmesser bestimmt. Anschließend kamen je 10 Schalen in Thermostaten von  $18$ ,  $21$  und  $24^{\circ}\text{C}$ , wo sie bis zum Abschluß des Versuches zur Kontrolle blieben. Die übrigen 30 Schalen gelangten zwecks Angewöhnung an die Kälte für 20 Tage in den Thermostaten von  $0^{\circ}\text{C}$ . Daraufhin wurde die Vergrößerung der Myzelfläche ermittelt. Während 15 Tagen blieben die Schalen bei  $-11^{\circ}\text{C}$  in einem Gefrierraum, in welchem sich das Myzel nicht weiter ausdehnte. Nachher wurden 10 Schalen in Temperaturen von  $18$ ,  $21$  und  $24^{\circ}\text{C}$  gebracht. Nach weiteren 20 Tagen fand der Versuch seinen Abschluß durch Messung und Vergleich der Myzelflächen. Die erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 9 und Abb. 6 festgehalten.

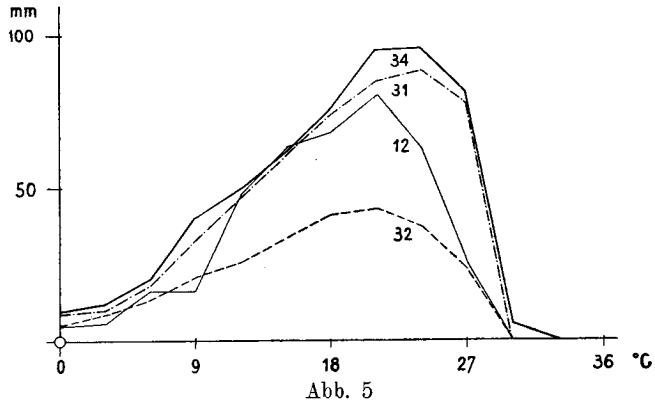


Abb. 5  
Temperaturkurven von 4 Pilzstämmen (von Kultursorte Theodor Reimers), Messung nach 2 Monaten

Tabelle 9  
Einfluß der Kälte auf das Myzelwachstum (in mm) des Stammes 12

Nach Anzahl Tagen	Bei ständig gleicher Temperatur			Bei Kälteeinfluß		
	18°C	21°C	24°C	18°C	21°C	24°C
15 . . . . .		17,7 ± 0,56			17,7 ± 0,56	
35 (20 Tage bei 0°C) . . . . .					20,5 ± 0,77	
50 (15 Tage bei -11°C) . . . . .					20,5 ± 0,77	
70 . . . . .	86,8 ± 1,90	88,6 ± 0,75	62,8 ± 2,68	58,2 ± 2,90	74,0 ± 2,38	57,8 ± 4,48

Der Verlauf der Kurven (Abb. 6) zeigte eine deutliche Stimulierung des Myzelwachstums durch Aufenthalt in der Kälte bei allen drei Temperaturstufen von 18, 21 und 24°C. Der Zuwachs des Myzels war am ausgeprägtesten bei 24°C, wo beinahe eine Myzelausdehnung erreicht wurde, die ohne Kälteeinfluß gebildeten Kulturen entsprach. Weniger stark war der Zuwachs bei der sonst optimalen Temperatur von 21°C und am geringsten bei 18°C.

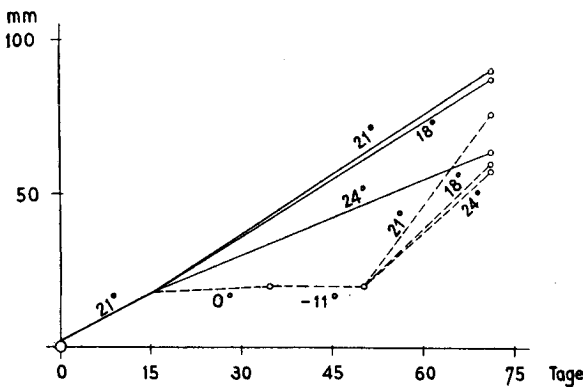


Abb. 6

Einfluß der Kälte auf das Myzelwachstum (Stamm 12).  
Ordinate: Myzelausdehnung in mm. Abszisse: Bebrütungszeit in Tagen

der Vegetationsruhe stärker auszubreiten als nach milden Wintern. Ob die Wirtspflanzen durch Kälte empfindlicher werden, ließ sich aus den oben angegebenen Gründen leider nicht klären.

#### b) Einfluß des Nährsubstrates auf das Myzelwachstum

Eventuelle weitere physiologische Eigentümlichkeiten verschiedener *Rhabdospora ramealis*-Stämme sollte eine Versuchsreihe mit mehreren, verschieden zusammengesetzten Nährböden aufdecken.

Verwendete Nährböden und ihre Zusammensetzung:

1. Malzagar: 40 g Malzextrakt und 20 g Agar zu 1000 ccm aq. dest.
2. Kartoffeldextrose: 200 g geschälte und geschnittene Kartoffeln, 20 g Dextrose und 17 g Agar zu 1000 ccm aq. dest.
3. Pepton-Difco: 8 g Difco, 3,5 g Pepton (R. odie), 10 g Rohglukose, 5 g Kochsalz und 20 g Agar zu 1000 ccm aq. dest.
4. Richard: 20 g Glukose, 10 g Ammonnitrat, 5 g Monokaliumphosphat, 2,5 g Magnesiumsulfat, 20 g Agar und 0,02 g Eisenchlorid in 1000 ccm aq. dest.
5. Cenovis: 40 g Hafermehl, 1 g Cenovis und 20 g Agar in 1000 ccm aq. dest.

bei 24°C, wo beinahe eine Myzelausdehnung erreicht wurde, die ohne Kälteeinfluß gebildeten Kulturen entsprach. Weniger stark war der Zuwachs bei der sonst optimalen Temperatur von 21°C und am geringsten bei 18°C. Dieser Versuch deutet an, daß längerer Kälteeinfluß eine Stauung des Pilzwachstums bewirkt.

Vermutlich vermag sich die Krankheit nach längeren Kälteperioden in



Die Nährböden wurden eingefüllt in Reagensröhrchen, sterilisiert und mit Myzelstückchen 6 Wochen alter Einsporkulturen der Stämme 29, 31, 32 und 34 beimpft.

Nach 4 Wochen konnten keine auffallenden Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen beobachtet werden. Abweichend verhielten sich die vier Stämme auf den verschiedenen Nährböden.

#### Aussehen der Kulturen:

Richard-Agar: ganz unbedeutendes, braun-schwarzes Luftmyzel, schwaches Tiefenwachstum des dunklen Stromas im Nährboden. Keine Pyknidien.

Pepton-Difco-Agar: flachgedrücktes, blumenkohlartiges, rundes Wachstum des grauen Myzels mit ganz schwarzer Randpartie und aufgewölbter, grauer Zentralpartie. Weitere Umgebung des Nährbodens intensiv dunkelbraun verfärbt. Keine Pyknidien.

Malzagar: stark aufgewölbttes Wachstum, Oberfläche mit weißem Luftmyzel überdeckt, Stroma schwarz gefärbt und scharf abgegrenzt. Im weißen Myzel einige kleine, stecknadelkopfförmige, gelbliche Pyknidien.

Cenovis-Agar: flach ausgebreitetes Wachstum, im Zentrum mit weißem Luftmyzel, gegen die Randpartie schwärzlich durchschimmerndes Stroma. Feiner, schwarzer Saum, wellblechartig gerundet. Angrenzender Nährboden schwärzlich gefärbt. Mehrere  $\frac{1}{2}$  stecknadelkopfgroße, gelbliche Pyknidien.

Kartoffeldextrose-Agar: schwarze, etwa 1 cm hoch aufgewölbte, blumenkohlartige Zentralpartie. Schwarzes Stroma mit ziemlichem Tiefenwachstum in das Medium. Viele  $\frac{1}{2}$  stecknadelkopfgroße, gelbliche Pyknidien.

Besonders charakteristisch für die verschiedenen Nährböden waren Größe und Anzahl der Pyknidien (Tabelle 10).

Tabelle 10

Anzahl Pyknidien verschiedener Stämme von *Rhabdospora ramealis* auf diversen Nährböden

Stamm	Herkunft	Mittlere Jahrestemperaturen des Herkunfts-ortes	Nährböden					Total
			Richard	Pepton-Difco	Malzagar	Cenovis	Kartoffel-dextrose	
29	Ascona . .	11,8°C	—	—	2	33	360	395
32	Lausanne .	9,5°C	—	—	—	58	28	86
31	Reinach .	8,9°C	—	—	3	19	26	48
34	Sumiswald .	6,8°C	—	—	2	31	3	36

Während sich auf den ersten zwei Nährböden keine Fruchtkörper bildeten, entwickelten die Stämme 31 und 32 mehr Fruchtkörper auf Cenovis-Nährböden als auf Kartoffeldextrose; umgekehrt waren die Verhältnisse bei den Stämmen 29 und 34. Auffallend ist die Parallelität zwischen mittlerer Jahrestemperatur des Herkunftsortes und gebildeten Fruchtkörpern.

## e) Bildung von Sektoren

Im Verlaufe der Temperaturversuche, die alle mit Einsporkulturen ausgeführt waren, traten häufig Sektoren auf. Einzelne Sektoren entwickelten sich gleich schnell wie der restliche Teil der Kultur und unterschieden sich von ihnen lediglich durch feine, schwarze, luftmyzellose Ringe. Andere Sektoren zeichneten sich nicht nur durch schnelleres Wachstum, sondern auch durch völliges Fehlen von Luftmyzel aus. Wieder andere Sektoren wuchsen bedeutend langsamer und ebenfalls ohne Luftmyzel (Abb. 7b). Schließlich war noch ein Fall vertreten, in welchem 4—5 Sektoren je Kultur jeweils durch Luftmyzelbänder abgegrenzt waren, die etwas außerhalb des Zentrums trichterförmig bis zum Rand der Kultur auseinanderliefen. Diese verschiedenartigen Sektorenformen waren jeweils bei allen untersuchten Stämmen (12, 31, 32 und 34) zu beobachten. Unterschiede in der Häufigkeit der Sektorenbildung konnten bei den einzelnen Stämmen nicht festgestellt werden; die zur Verfügung stehenden 8—10 Kolleschalen bildeten ein zu geringes Material.

Tabelle 11  
Sektorenbildung in Abhängigkeit von der Temperatur bei  
4 untersuchten *Rhabdospora*-Stämmen

Temperatur in °C	Anzahl Kolleschalen	Anzahl Sektoren	durchschnittliche Sek- torenanzahl je Kolleschale
12	34	2	0,06
15	40	9	0,22
18	38	13	0,34
21	37	11	0,30
24	35	6	0,17
27	35	9	0,26

Eine Häufung der Sektorenbildung trat bei 18°C auf (Tabelle 11), der optimalen Wachstumstemperatur einiger untersuchter Stämme. Bei tieferen und höheren Temperaturen als 12 bzw. 27°C fehlten Sektorenbildungen.

Die Sektorenbildungen waren Gegenstand weiterer Versuche. Es ergab sich die Frage, ob die auf den Sektoren gebildeten Konidien morphologisch abwichen von den Konidien des übrigen Teiles der Kultur. Da die Länge der Konidien von Appel und Laubert (1906) als einziges Unterscheidungsmerkmal verschiedener Varietäten benützt wird, boten unter Umständen diese Versuche die Möglichkeit, die Entstehung dieser Varietäten zu klären.

Ausgangsmaterial war eine Kultur des Stammes 34 (Abb. 7a) mit einem mittleren Myzelwachstum von  $50,60 \pm 0,43$  mm bei 21°C. Nach sechswöchigem Aufenthalt bei 15°C hatten sich in einigen Schalen extrem kleine Sektoren (Abb. 7b) entwickelt. Je 10 Petrischalen mit Malzagar wurden mit etwa 2 mm großen Myzelstückchen eines solchen Sektors beimpft und diese neue Kultur als Stamm 34a (Abb. 7d) bezeichnet; entsprechend 34b (Abb. 7c) für den aus dem normal entwickelten Teil entstandenen zweiten Stamm (Tabelle 12). Nach vierwöchigem Aufenthalt der Kulturen im Thermostaten 21°C wurde das Myzelwachstum gemessen und nach 6 Wochen die Länge der gebildeten Konidien ermittelt. Während Stamm 34b keine Sektoren bildete, lieferte Stamm 34a mehrere. Die Stämme 34a und 34b wurden nochmals eine Generation weiter verfolgt und als 34aa (Abb. 7f und g) bzw. 34bb (Abb. 7e) bezeichnet.

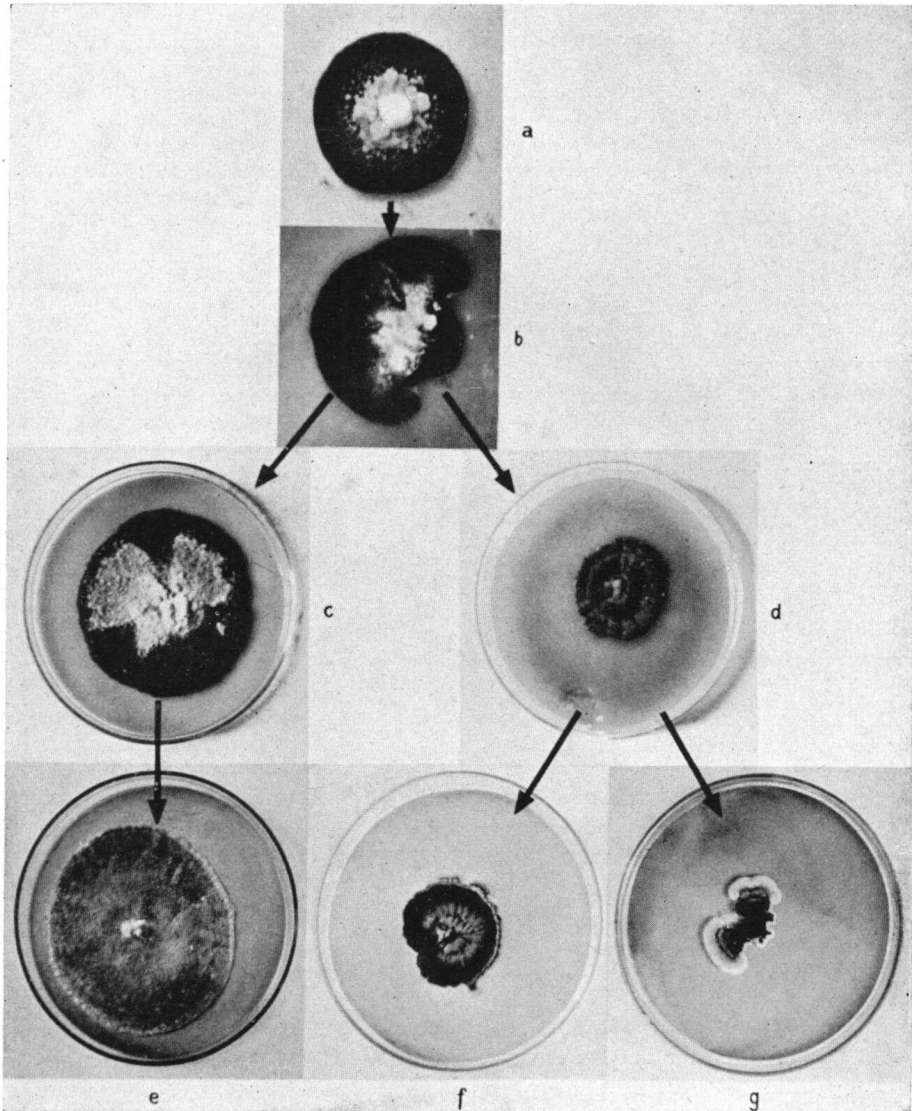


Abb. 7

Verlauf der Sektorenbildung des Stammes 34 bei 21° C. Vergr. 1:2,5

Während die Stämme 34 bis 34bb morphologisch sich kaum veränderten, verhielten sich die Stämme 34a und 34aa viel labiler. Neben plötzlich auftretenden abnormen Sektoren verkleinerte sich die Konidienlänge ganz wesentlich. Die Berechnung von Mittelwert und Streuung erfolgte nach J o h a n n s e n (1913). Die Differenz ( $M_{\text{Diff}}$  zweier Mittelwerte) erlaubt eine sichere Unterscheidung zweier Typen nur, wenn

$$M_{\text{Diff}} \geq 3 \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

Tabelle 12

**Morphologische Veränderung der Kulturen und Konidien durch Sektorenbildung während 3 Generationen des Stammes 34**

Stamm 34 (Abb. 7a)		
Myzelausdehnung . . . . .	50,60 $\pm$ 0,43 mm	
Konidienlänge . . . . .	37,17 $\pm$ 4,01 $\mu$	
Kreisrunde Form der Kultur, scharfer Rand, Zentralpartie blumenkohlartig aufgewölbt mit weißem Luftmyzel überdeckt. Angrenzend Luftmyzel auf schwarzem Stroma als kleine Flocken, deren Größe gegen den Rand zu abnimmt. Gelbe Pyknidien im Luftmyzel eingebettet. Tendenz zur Bildung vieler Sektoren (Abb. 7b).		
Stamm 34b (Abb. 7c)		Stamm 34a (Abb. 7d)
Myzelausdehnung . . . . .	45,30 $\pm$ 0,42 mm	24,8 $\pm$ 1,29 mm
Konidienlänge . . . . .		22,09 $\pm$ 3,53 $\mu$
Kultur		
Rand . . . . .	nahezu kreisförmig, scharf.	etwas ausgezackt, wellig, scharf.
Zentralpartie . . . . .	etwas aufgewölbt.	etwas aufgewölbt, gegen Rand durch mehrere tiefe Furchen unterteilt.
Farbe . . . . .	schwarz, Zentrum und unregelmäßige Flächen bis zum Rand mit weißem Luftmyzel überdeckt.	schwarz mit grauem, jahringartig angeordnetem Luftmyzel überdeckt.
Pyknidien . . . . .	vereinzelt im Luftmyzel eingebettet, gelblich, stecknadelkopfgroß.	in Zentralpartie vereinzelt gelb.
Stamm 34bb (Abb. 7e)		Stamm 34aa (Abb. 7f und g)
Myzelausdehnung . . . . .	48,3 $\pm$ 4,53 mm	25,5 $\pm$ 4,99 mm
Konidienlänge . . . . .		19,29 $\pm$ 2,80 $\mu$
Kultur		
Rand . . . . .	kreisförmig, ziemlich scharf.	gewellt, oft mit weißem Luftmyzel.
Form . . . . .	rund	nahezu rund, bis zu den bizarrsten Formen.
Zentralpartie . . . . .	etwas aufgewölbt.	etwas aufgewölbt.
Farbe . . . . .	schwarz, im Zentrum wenig weißes Luftmyzel, gegen Rand grau, dieser meist mit schmalen Ring von weißem Luftmyzel.	schwarz, im Zentrum weißes Luftmyzel, welches gegen Rand als graues Luftmyzel ausläuft. Am Rand schmaler bis breiter Ring von weißem Luftmyzel.
Pyknidien . . . . .	wenig, gelb, zerstreut.	wenig, gelb, um Zentralpartie.
Sektorenbildung . . . . .	nie beobachtet.	eine bis viele in allen Petrischalen.

wobei  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  die Standardabweichungen der beiden Typen sind. Die Differenz der Konidienlänge zwischen Stamm 34 ( $37,17 \pm 4,01 \mu$ ) und Stamm 34aa ( $19,29 \pm 2,8 \mu$ ) betrug  $17,88 \mu$  und ist über 3,6 mal größer als die Wurzel der Summe beider Quadrate der Standardabweichung. Die Differenz  $M_{\text{Diff}}$  ist somit groß genug, um die Unterscheidung zweier Varietäten sicherzustellen. Ob bei dem labilen Verhältnis des Pilzes die Aufteilung in verschiedene Varietäten zweckmäßig ist, wie es Appel und Laubert vorschlagen, soll später besprochen werden.

**d) Verbreitung im Innern des Wirtes**

Die mikroskopische Untersuchung über das Pilzwachstum in der primären Rinde ergab folgendes Bild:

Nachdem die Keimhyphen die Schließzellen der Spaltöffnungen passiert haben (Abb. 8a), beginnt sich das Myzel in der Atemhöhle zu verzweigen. In einzelnen

Fällen benützten 2 oder 3 Keimschläuche verschiedener Sporen dieselbe Spaltöffnung zum Eindringen. Die Hyphen weisen eine ziemlich gleichmäßige Dicke auf, sind hyalin, septiert und besitzen Öltropfen. Sie wachsen quer, radial und tangential, intrazellulär im Kollenchym, besonders aber im Parenchym (Abb. 9) der primären Rinde. In der Epidermis, aber auch in der Endodermis können nie Hyphen beobachtet werden.

In Schnitten künstlich infizierter Ranken läßt sich feststellen, daß die Hyphen zum Vordringen zu den inneren Zellschichten des Parenchyms, einer Distanz von  $280\ \mu$ , 4 Monate benötigen (Abb. 8b). Die befallenen Zellen besitzen einen körnigen Inhalt mit Chlorophyll- und Plasmaresten, die später resorbiert werden. Die Zellen in der nächsten Umgebung des vom Pilz befallenen Gewebes

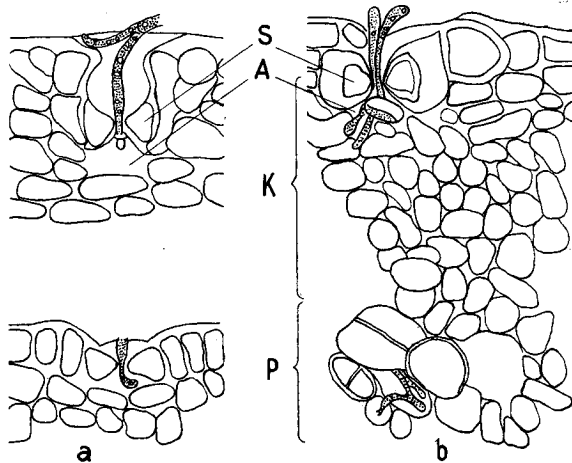


Abb. 8

Querschnitt durch künstlich infiziertes Rankenstück der Sorte Theodor Reimers. Bei a) Keimschläuche haben Schließzellen (S) passiert; bei b) Hyphen haben sich in Atemhöhle (A) verzweigt, dringen durch Kollenchym (K) und haben Zellen des Parenchyms (P) erreicht. Vergr. 225

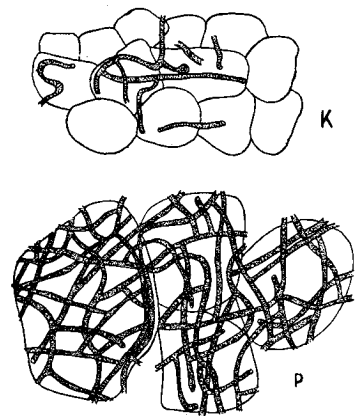


Abb. 9

Von Myzel durchwucherte Zellen des Kollenchyms (K). Besonders starke Entwicklung der Myzelfäden im Parenchym (P). Vergr. 330

sind normal. Die Hyphen greifen die Zellen direkt an, ohne daß vorher irgendein Enzym oder ein Giftstoff diese abtöten.

Mit dem Fortschreiten der Krankheit verfärben sich ganze Komplexe von Zellen, besonders im Parenchym, wodurch dasselbe rissig und brüchig wird.

#### e) Abhängigkeit des Auftretens der Infektionsstellen von der Jahreszeit

An je 10 gleichen Pflanzen der Kultursorte Theodor Reimers aus einer drei- und achtjährigen Anlage wurde im Laufe eines Jahres in Abständen von 4—6 Wochen das Erscheinen der Infektionsstellen kontrolliert. Bei den achtjährigen Pflanzen wurden zudem die Infektionsstellen auf dem 1. und auf dem 2. Laufmeter der Ranke ab Boden getrennt ermittelt. Oberhalb des 2. Laufmeters erschienen im Beobachtungsjahr nur ganz vereinzelte Infektionsstellen. Die Ergebnisse der Auszählung sind in Tabelle 13 und Abb. 10 zusammengestellt.

Tabelle 13

Anzahl auftretender Infektionsstellen bei der Sorte Theodor Reimers im Laufe von 9 Monaten

Beobachtungszeit	Anzahl gezählter Infektionsstellen bei			
	8jährigen Pflanzen			3jährigen Pflanzen Total
	1. Laufmeter	2. Laufmeter	Total	
1. Juli . . . . .	0,7	—	0,7	—
9. August . . . . .	3,0	—	3,0	1,1
1. September . . . . .	7,5	—	7,5	1,9
14. Oktober . . . . .	14,3	2,3	16,6	3,2
1. Dezember . . . . .	17,8	6,9	24,7	5,2
2. Januar . . . . .	24,2	7,8	32,0	6,1
14. Februar . . . . .	31,1	9,3	40,4	7,0
3. April . . . . .	96,4	54,4	150,8	37,7

Am 3. April waren bereits verschiedene Infektionsstellen infolge ihrer flächenmäßigen Ausdehnung zusammengeschmolzen und konnten nicht immer eindeutig unterschieden werden. Die Auszählung zeigt deutlich, daß die ersten Flecken an der Basis der Ranken zu beobachten sind und daß sie sich dort auch häufen. Ob jüngere Pflanzen weniger anfällig sind als ältere, geht aus den Zahlen nicht mit Bestimmtheit hervor, da in frischen Anlagen das Infektionsmaterial wesentlich geringer ist.

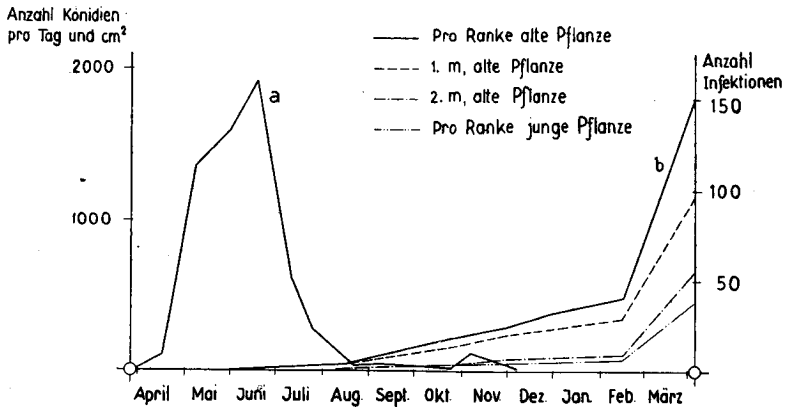


Abb. 10

Jahreszeitlicher Verlauf von Konidienverbreitung (a) und Auftreten der Infektionsstellen (b: je Ranke auf 8jährigen Pflanzen)

Aus dem Vergleich der Kurven a und b (Abb. 10) ist ersichtlich, daß die kürzeste Inkubationszeit in vereinzelt Fällen 2 Monate dauert. Nach der Hauptverbreitungszeit der Konidien Ende Juni einerseits und dem gehäuftem Auftreten der Infektionen Ende Februar, anfangs April andererseits, scheint jedoch die Inkubationszeit in der Regel 8 Monate zu betragen.

## 6. Bildung der Pyknidien

Gegen Ende des Winters bilden sich die ersten Pyknidien. Von der Parenchymschicht her beginnt sich das Myzel gegen das Kollenchym der primären

Rinde hin in ziemlicher Dichte zu entwickeln. Zwischen der 1. und 2. Zellschicht des Kollenchyms entsteht meist ein dichtes Myzelgeflecht, erst prosenchymatischer, später paraplektenchymatischer Art. Die nach außen gerichteten Zellagen der Wirtspflanze werden fortwährend etwas gehoben, wobei sich auf der nach innen gerichteten Seite der ersten Kollenchym-schicht ebenfalls plektenchymatisches Pilzgewebe bildet. Ende Februar, anfangs März können in diesem Stadium die sich formenden Fruchtkörper auf den typischen Infektionsstellen als kleine Höckerchen

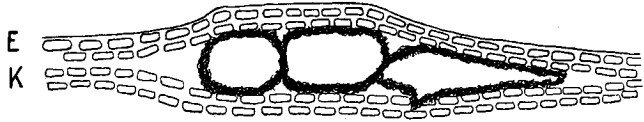


Abb. 11

Querschnitt durch ein Rankenstück von Theodor-Reimers-Brombeere mit dreikammerigem Fruchtkörper. Vergr. 185

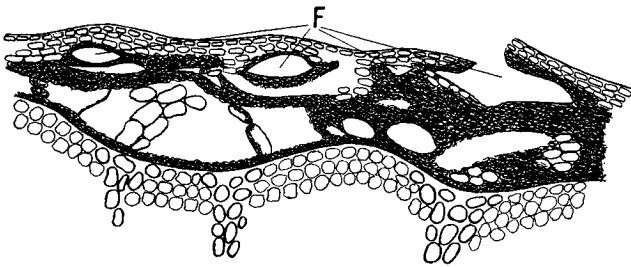


Abb. 12

Querschnitt durch stark befallenes Rankenstück. F = Fruchtkörper, E = Epidermis, K = Kollenchym, P = Parenchym, En = Endodermis. Vergr. 75

Fruchtkörper sind in ihrer Mehrzahl einkammerig. In einzelnen Fällen kamen aber auch zwei- und dreikammerige Fruchtkörper vor (Abb. 11), die durch die Bildung plektenchymatischer Zwischenwände entstanden sind.

Die Ausmaße der Pyknidien variieren zwischen 160 und 370  $\mu$  (Mittel 247  $\mu$ ) in der Länge, 60 und 98  $\mu$  (Mittel 68,5  $\mu$ ) in der Höhe. Die Fruchtkörper sind zahlreich, konnten doch in einem Fall 4 Fruchtkörper auf einer Distanz von 1,2 mm gezählt werden (Abb. 12).

Aus der plektenchymatischen Schicht bilden sich die un-deutlichen Sporen-

wahrgenommen werden. Am seitlichen Rande der Pyknidien sind die Zellen der 1. und 2. Kollenchymschicht keilförmig auseinandergedreht. In diesen Zwischenzellenhöhlräumen wachsen einzelne hyaline Myzelfäden vom dunkelbraunen Plektenchym her. Die

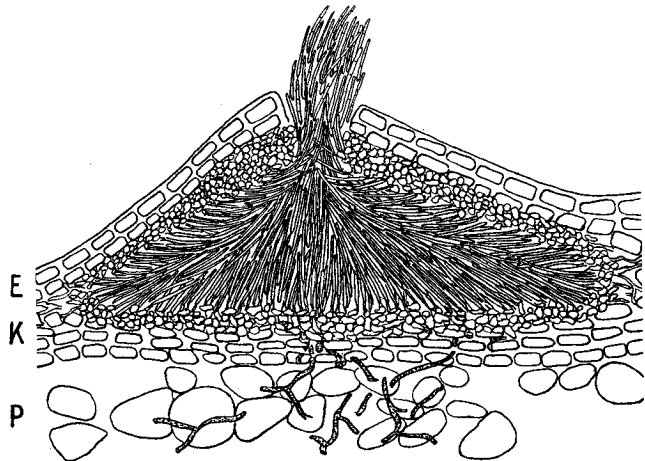


Abb. 13

Querschnitt durch eine reife Pyknidie, die eine gallertig verklebte Sporenranke auspreßt. Vergr. 360

träger, etwa  $7\ \mu$  lang, hyalin und am oberen Ende leicht zugespitzt. Die Pyknidien sind anfänglich geschlossen; zur Zeit der Sporenreife bilden sie am Scheitel einen Porus, aus welchem die Sporen als gallertig verklebte, weißliche Ranke von höchstens 1 mm Länge herausquellen (Abb. 13). Alte Fruchtkörper können nachträglich noch unregelmäßig aufreißen.

## D. Infektionsversuche

### 1. Material und Methode

Als Material für die vorliegenden Infektionsversuche dienten Sporen aus jungen, natürlichen Pyknidien (März—April) sowie Konidien aus Einspor-kulturen auf Kartoffel-Dextrose-Agar. Die Sporen wurden in Leitungswasser suspendiert und auf ihre Keimfähigkeit hin kontrolliert; sie betrug jeweils mindestens 85%. Die Suspensionen wurden mit einem Fixativzerstäuber auf die vorbestimmten Pflanzenstücke verspritzt.

Horizontales Anbinden der Ranken an Holzstäben vor der Infektion sollte zu starkes Abtropfen der Suspension von den schwer benetzbaren Ranken verhüten.

Um ein möglichst günstiges Mikroklima zu schaffen, wurden die infizierten Rankenstücke mit Cellophanpapier eingepackt, wobei an den Enden ein mit Wasser getränkter Wattebausch für festen Abschluß sorgte. Täglich wurde mit Hilfe einer Pipette die Watte mit Leitungswasser neu getränkt und das Cellophanpapier nach 10 Tagen entfernt.

Die Gewächshausversuche gelangten in besonderen Versuchskabinen zur Durchführung, die es ermöglichten, günstige Bedingungen zu schaffen. Da die Versuche im Frühjahr begannen, die optimale Keimtemperatur und Wachstumstemperatur jedoch bei  $21\text{--}24^\circ\text{C}$  liegt, wurden die Kabinen während 4 Wochen auf  $20\text{--}24^\circ\text{C}$  geheizt. Die für das Gelingen der Versuche erforderliche hohe Luftfeuchtigkeit in den Kabinen ließ sich durch eine künstliche Verneblungsvorrichtung erreichen. Nach der Impfung befanden sich die Pflanzen einen Tag in der feuchtigkeitsgesättigten Atmosphäre. Einige Wochen später wurden die Kabinen geöffnet und gegen zu intensive Sonnenbestrahlung beschattet. Die Versuchspflanzen ertrugen diese Bedingungen gut und entwickelten sich normal.

Da die Möglichkeit von Spontaninfektionen mit zunehmender Distanz von der Infektionsquelle sehr rasch abnimmt (S. 135), konnten die Gewächshausversuche durch Freilandversuche ergänzt werden. Dies um so mehr, als die Versuchspflanzen ungefähr 150 m von den übrigen Brombeerpflanzen des Institutgartens entfernt und durch mehrere Gebäude und Baumgruppen getrennt waren.

In den Versuchen fanden folgende Kultursorten Verwendung:

Europäische Züchtungen:

- Laciniata (S) . . . . . *Rubus laciniata*, eine erst in Kultur entstandene Rasse einer europäischen Art.  
 Theodor Reimers H) . . . sie ist ein Sämling von *Rubus procerus* und wurde 1889 von Reimers in Hamburg in den Handel gebracht. In Amerika ist sie unter dem Namen Himalaya bekannt. Theodor Reimers ist die verbreitetste Sorte in der Schweiz.



Amerikanische Züchtungen:

- Boysenbeere (R) . . . . gehört zu *Rubus allegheniensis*.
- Loganbeere (S) . . . . *Rubus loganbaccus*, die als Kreuzungsprodukt einer Himbeere mit einer Brombeere galt, tatsächlich aber eine Mutation von *Rubus ursinus* sein soll.
- Lovett (R) . . . . . wie viele der amerikanischen Kultursorten von *Rubus pergratus* abstammend.
- New Rochelle (R) . . . . gehört zu *Rubus pergratus*.
- Taylor's Fruchtbar (R) . . gehört zu *Rubus allegheniensis*.
- Wilson's Frühe (R) . . . . gehört zu *Rubus pergratus*.
- Youngbeere (R) . . . . gehört zu *Rubus procerus*.

Die Pflanzen stammten aus den Baumschulen Flora-Hallau (H), Zulauf-Schinznach (S) und Hauenstein-Rafz (R).

Sie waren eingetopft und wurden zur Überwinterung in dem Garten des Instituts eingegraben; im Frühjahr kamen sie nach Entfernen sämtlicher Ranken zur Vermeidung jeglicher Spontaninfektion ins Gewächshaus.

**2. Infektionsbedingungen**

**a) Verschiedene Suspensionsmittel der Konidien**

Diese Versuche sollten zeigen, ob verschiedene Suspensionsmittel das Infektionsresultat beeinflussen. Es wurden Konidien einerseits in reinem Leitungswasser gespritzt, andererseits in einem Gemisch von gleichen Teilen Wasser und Malzagar mit einem Glasstab auf die vorbestimmten Rankenstücke aufgetragen. Die Sporendichte der Suspension war in beiden Versuchsgruppen gleich. Die Versuche wurden in Infektionskabinen auf Theodor-Reimers-Pflanzen durchgeführt.

Nach 3 Monaten waren, unabhängig vom Suspensionsmittel, in beiden Gruppen gleichzeitig, die ersten Infektionsstellen sichtbar. Unter diesen relativ günstigen Versuchsbedingungen betrug die Inkubationszeit  $\frac{1}{4}$  Jahr.

Die erzielten Unterschiede in der Befallsstärke nach 5 Monaten waren nicht groß (Tabelle 14) und lassen sich sowohl auf das bessere Haften, wie auf die günstige Beeinflussung der Konidienkeimung durch das Wasser-Malzargemisch zurückführen. Da aber bei beiden Proben die Konidiendichte der Suspension gleich war, ist eher anzunehmen, daß die Aufnahme gewisser Nährstoffe aus dem Wasser-Malzargemisch das Eindringen des Keimschlauches erleichterte.

Tabelle 14

**Infektionsversuch auf der Sorte Theodor Reimers unter Verwendung zweier verschiedener Suspensionsmittel**

Suspensionsmittel	Anzahl Pflanzen	Infektionsstellen	Befallsstärke 5 Monate nach der Infektion	
			Totale Anzahl Flecken	Durchschnittl. Anzahl Flecken je Infektionsstelle
Wasser . . . . .	12	13	14	1,08
1 Teil Wasser + 1 Teil Malzagar	10	13	19	1,46

### b) Begünstigen Verletzungen des Wirtes die Infektion?

Möglicherweise begünstigen Verletzungen, die bei Brombeerpflanzen häufig durch gegenseitiges Reiben der Ranken im Wind oder durch Abbrechen von Dornen oder Blättern entstehen, die Infektion. Solche künstlichen Eintrittspforten könnten auch saugende Insekten (Blattläuse, Zikaden usw.) schaffen. Um diese Frage zu klären, wurden einige Theodor-Reimers-Pflanzen an verschiedenen Stellen der Ranken mit einer Nadel geritzt. Die Wunden wurden mit einer Konidiensuspension in Wasser-Malzagargemisch sorgfältig bestrichen und, wie oben beschrieben, mit Cellophanpapier und nasser Watte eingepackt. Als Vergleich dienten unbeschädigt infizierte Pflanzen. Die Pflanzen mit Ritzwunden reagierten einige Tage später durch Wundkorkbildung, die wahrscheinlich das weitere Eindringen der Keimhyphen unmöglich machte. Die Resultate (Tabelle 15) zeigten deutlich, daß der Pilz durch die unverletzte Epidermis einzudringen vermag. Da die Keimhyphen langsam wachsen (S. 147), kommt der Wirt dem Eindringen des Pilzes bei Verletzungen durch Wundkorkbildung zuvor. Die Hyphen vermögen den Wundkork nicht mehr zu durchwachsen.

Tabelle 15  
Einfluß von Verletzungen auf die Infektionshäufigkeit

Anzahl Pflanzen	Infektionsstellen	Befallsstärke 5 Monate nach der Infektion	
		Totale Anzahl der Flecken	Durchschnittl. Anzahl Flecken je Infektionsstelle
Nicht verletzt 10	13	14	1,46
Mit Ritzwunden 5	9	1	0,11

### c) Einfluß des Alters der Wirtspflanze

Ein Versuch sollte abklären, ob das Alter der Wirtspflanze die Infektionsanfälligkeit beeinflußt. In einer Kabine wurden vorjährige und frisch entwickelte Ranken der Sorte Theodor Reimers abgeschnitten und nach Altersstufegetrentstückweise in mit Wasser gefüllte Erlenmeyerkolben gestellt. Die Triebspitzen der jungen Ranken waren etwa 14 Tage, die Mittelstücke 2 Monate und die Basisteile 3½ Monate alt. Das durchschnittliche Alter der vorjährigen Ranken betrug 15 Monate.

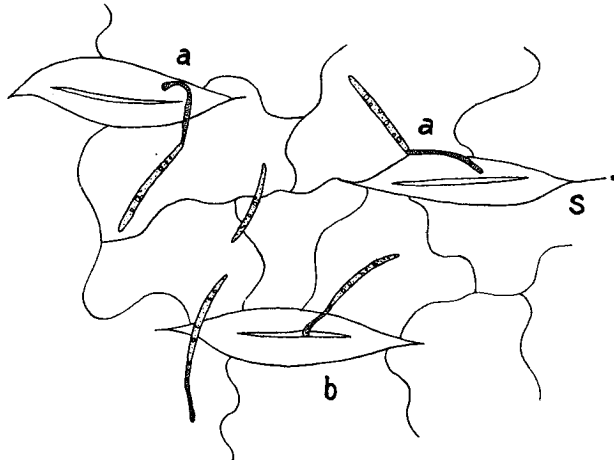


Abb. 14. Gekeimte *Rhabdospora ramealis*-Konidien auf 14 Tage alter Rankenpartie von Theodor-Reimers-Brombeere. Bei a: Tendenz der Keimschläuche gegen die Spaltöffnungen (S) zu wachsen. Bei b: Keimschlauch ist in die Spaltöffnung (S) eingedrungen. Vergr. 600

Die wässrige Konidiensuspension für die Infektion stammte aus

einer frischen Einsporkultur des Stammes 36. In kleine Gummiringe (Durchmesser 9 mm, Höhe 5 mm), mit Klebstoff auf die Ranken geheftet, kam je ein Tropfen Sporensuspension. Je zwei benachbarte Ringe wurden mit Cellophanpapier, unten und oben mit nasser Watte abgedichtet, umschlossen, um möglichst günstige Bedingungen für die Keimung der Konidien zu schaffen. 10 Tage später wurde ein Tropfen Collodium gleichmäßig dünn auf der Infektionsstelle verstrichen. Das eingetrocknete Collodium wurde als feines Häutchen abgelöst und das sich dadurch ergebende Spiegelbild der infizierten Rankenoberfläche unter dem Mikroskop beobachtet. Die Konidien hatten gekeimt, die Keimschläuche erreichten eine Länge von 15—30  $\mu$ . Besonders bei den jüngsten Rankenstücken ergab sich eine Tendenz des Keimschlauches, gegen die Spaltöffnungen (Abb. 14) zu wachsen.

Aus jeder Altersstufe der Ranken wurden 100 Spaltöffnungen ausgezählt und die Prozente der Spaltöffnungen ermittelt, in denen ein Keimschlauch sich am Eindringen befand oder schon eingedrungen war (Tab. 16).

Tabelle 16

**Spaltöffnungen, durch welche Keimschläuche eindringen oder eingedrungen waren; auf verschiedenaltigen Rankenstücken**

Alter in Monaten		% der Spaltöffnungen mit eindringendem oder eingedrungem Keimschlauch
1/2	(Triebspitze, junge Ranke)	38
2	(Mittelstück, junge Ranke)	14
3 1/2	(Basisteil, junge Ranke)	8
15	(Vorjährige Ranke)	0

Zunehmendes Alter der Spaltöffnungen beziehungsweise Rankenstücke erschwerte die Infektion. Bei vorjährigen Ranken ist eine Infektion nicht mehr möglich, was auch die folgenden Infektionsversuche bestätigen.

### 3. Pathogenität dreier verschiedener Pilzstämme

Zwei Einsporstämme von der Sorte Theodor Reimers, die in 6 Wochen alten Kulturen reichlich Fruchtkörper gebildet hatten, wurden für den Versuch ausgewählt. Als Vergleich diente der Stamm von einer wilden Brombeere. Es sollte sich damit klären lassen, ob kranke wilde Brombeerpflanzen als Infektionsquelle der Kulturbrombeeren in Betracht kommen.

Die Sporen wurden in Leitungswasser suspendiert und nach oben beschriebener Methode auf Theodor-Reimers-Pflanzen (in Infektionskabine) gebracht. Nach 5 Monaten wurde die Anzahl der Infektionsstellen ermittelt (Tabelle 17, S. 154).

Auf der gleichen Brombeersorte wurde die Krankheit durch die verschiedenen Pilzstämme in derselben Zeit hervorgerufen. Die kürzeste Inkubationszeit schwankte nur um wenige Tage und betrug im allgemeinen 3 Monate. Die Unterschiede in der Pathogenität der 3 geprüften Pilzstämme waren gering. Stamm 32, mit dem langsamsten Myzelwachstum (S. 140), zeichnete sich durch den kleinsten Infektionsprozentsatz aus.

Theodor-Reimers-Brombeerpflanzen zeigten für den von einer Wildform kommenden Stamm 36 die gleiche Empfänglichkeit wie für die von Theodor-

Tabelle 17

**Infektionsversuch mit Pilzstämmen von Kultursorte Theodor Reimers und von einer wilden Brombeerform auf Theodor Reimers**

Stamm	Wirt	Herkunfts-ort	Anzahl Pflanzen	Anzahl infizierter Stellen	Infektionsanzahl nach 5 Monaten	
					Totale Anzahl Flecken	Anzahl Flecken je Infektionsstelle
29	Theodor Reimers .	Ascona	17	22	27	1,23
32	Theodor Reimers .	Sumiswald	15	22	23	1,04
36	Wildform .	Blauen	22	22	25	1,13

Reimers isolierten Stämme. Erkrankte, wilde Brombeerpflanzen können somit als Infektionsquellen für Kultursorten dienen.

#### 4. Infektionsversuche auf Blättern

Die Krankheit war immer nur auf Ranken nachzuweisen. Auf den vielen untersuchten Blättern der verschiedensten Kultursorten und Wildformen der Brombeeren ließ sich der Pilz nie finden. Zur weiteren Klärung dieser möglichen Organspezifität wurden Infektionsversuche durchgeführt.

Blätter verschiedenen Alters der Kultursorten Theodor-Reimers, Laciniata, Lovett und von zwei unbestimmten Wildsorten wurden abgeschnitten, der Stiel jeweils in nasse Wattebüsche eingepackt und in sterile Glasschalen gebracht. Der Boden war mit Löschpapier ausgekleidet und zwecks Schaffung eines günstigen Klimas mit sterilem Leitungswasser feucht gehalten. Die Oberhaut einiger Blätter wurde mit einer Nadel verletzt. Mit Ausnahme einer unbeimpften Kontrollschale wurden die Blätter mit einer Sporensuspension (aus einer Einsporkultur) mittelst Fixativzerstäuber benetzt. Nach 7 Wochen begannen sich die infizierten wie die Kontrollblätter gleichzeitig gelblich zu färben, ohne die geringste Spur von Infektionsstellen zu zeigen. Wiederholungen des Versuches in der Infektionskabine auf Blättern eingetopfter Pflanzen verliefen ebenfalls ergebnislos.

Die Brombeerblätter werden demnach vom Pilz *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. nicht befallen. Er ist für die Brombeerpflanzen organspezifisch und befällt nur die Ranken.

#### 5. Wirtsspezifität

Der Pilz *Rhabdospora ramealis* war im Laufe mehrerer Jahre immer nur auf denselben Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus* nachzuweisen. Auf Himbeeren, aus der Untergattung *Ideaobatus* sowie auf mehreren untersuchten Vertretern anderer Rosaceen-Gattungen ließ er sich nie feststellen. Ob durch diese Funde der Wirtskreis des Pilzes tatsächlich abgegrenzt war, sollten Infektionsversuche im Freiland und im Gewächshaus mit den entsprechenden Pflanzen zeigen.

a) Freilandversuche mit verschiedenen Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus*

Sechs im Versuchsgarten des Institutes in Töpfe eingegrabene Theodor-Reimers-Pflanzen, die ursprünglich als Reserve für Infektionsversuche bestimmt waren, erkrankten im Laufe von 2 Jahren so stark, daß sie für den vorgesehenen Versuch als Infektionsquellen dienen konnten. Im Frühjahr wurden möglichst viele in der Schweiz erhältliche Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus* eingetopft und ihre Ranken über der Erde ababgeschnitten. Von jeder Sorte standen 2—15 Exemplare zur Verfügung. Dazu kamen noch je ein Vertreter zweier Wildformen von Kirchberg (Bern) und Gerliswil (Luzern). Für Kontrollzwecke wurde je eine Pflanze aller Varietäten in einer Kabine des Gewächshauses aufgestellt und damit jede Spontaninfektion unmöglich gemacht. Die übrigen Töpfe wurden gleichmäßig um die 6 Theodor-Reimers-Pflanzen gruppiert, deren vorjährige Ranken mit Infektionsstellen übersät waren, und in die Erde eingegraben.

Nach wenigen Wochen hatten sich bei allen zu prüfenden Varietäten reichlich junge Ranken entwickelt. Um die Infektionswahrscheinlichkeit zu erhöhen, wurden diese jungen Ranken teilweise mit den kranken, vorjährigen Ranken so zusammengebunden, daß die zu infizierenden Teile unter die Infektionsquellen zu liegen kamen.

Nach 5 Monaten zeigten sich auf den jungen Theodor-Reimers-Ranken die ersten Infektionsstellen. Ein Jahr nach Versuchsbeginn wurden die einzelnen Ranken aller Versuchspflanzen auf Infektionsstellen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Tabelle 18

Freiland-Infektionsversuche im Frühjahr mit natürlicher Übertragung der Konidien von kranken Theodor-Reimers-Pflanzen auf verschiedene Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus*

Varietät	Artzugehörigkeit	Ursprüngliche Herkunft	Befall etwa 1 Jahr nach Infektion
Boysenbeere . . . . .	<i>Rubus allegheniensis</i>	Amerika	kein
Eldorado . . . . .	<i>Rubus allegheniensis</i>	Amerika	kein
Laciniata . . . . .	<i>Rubus laciniatus</i>	Europa	schwach
Loganbeere . . . . .	<i>Rubus loganbaccus</i>	Amerika	kein
Lovett . . . . .	<i>Rubus pergratus</i>	Amerika	kein
New Rochelle . . . . .	<i>Rubus pergratus</i>	Amerika	kein
Taylor's Fruchtbare . . . . .	<i>Rubus allegheniensis</i>	Amerika	kein
Theodor Reimers . . . . .	<i>Rubus procerus</i>	Europa	stark
Wilson's Frühe . . . . .	<i>Rubus pergratus</i>	Amerika	kein
Youngbeere . . . . .	<i>Rubus procerus</i>	Amerika	kein
Wildform (Kirchberg) . . . . .	?	Europa	schwach
Wildform (Gerliswil) . . . . .	?	Europa	schwach

Die Ranken der Theodor-Reimers-Pflanzen waren mit den typischen Flecken übersät, auf den Laciniata-Ranken wurden total 5 und auf den Wildformen je 2 Infektionsstellen gezählt. Die Kontrollpflanzen in den Versuchskabinen blieben gesund.

Der Pilz *Rhabdospora ramealis* befällt somit von den untersuchten Brombeerarten nur Theodor Reimers, Laciniata und die Wildformen. Auf-

fallend ist, daß alle geprüften europäischen Varietäten anfällig, die aus Amerika stammenden hingegen widerstandsfähig sind. Diese Beobachtung könnte eventuell bei der Züchtung *Rhabdospora*-widerstandsfähiger Sorten dienlich sein. Die amerikanischen Brombeersorten werden, trotz ihrer Resistenz, wegen ihres geringeren Ertrages die einheimischen Sorten kaum verdrängen können.

#### b) Gewächshausversuche mit einigen Vertretern verschiedener Rosaceen-Gattungen

Es lag nahe, an Hand von weiteren Infektionsversuchen zu prüfen, ob der Pilz *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. als spezifischer Rankenparasit einiger Brombeersorten zu betrachten sei, oder ob er eventuell auch Vertreter anderer Rosaceen-Gattungen befallt.

Im Herbst 1946 wurden zu diesem Zweck folgende Wildlinge in den Anlagen der Baumschule Flora Hallau ausgegraben, eingetopft und im Instituts-garten überwintert:

*Pyrus malus*, *Pyrus communis*, *Cydonia maliformis*, *Crataegus monogyna*, *Prunus insititia*, 2 *Rosa* spec. und Wurzelausschläge zweier Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Ideaobatus*: Winklers Sämling und Preußen. Von den verschiedenen Vertretern standen 6 Exemplare zur Verfügung, wovon je zwei als Kontrolle in eine Gewächshauskabine gebracht wurden. Die restlichen Pflanzen kamen im Frühjahr in eine geheizte Infektionskabine und wurden zusammen mit 8 Theodor-Reimers-Pflanzen, deren Ranken zu ebener Erde abgeschnitten waren, angetrieben.

Nach einigen Wochen erfolgte die Infektion mit einer Konidiensuspension (von Theodor-Reimers-Pflanzen) in üblicher Weise. 3 Monate später zeigten sich an den Brombeerranken die ersten Infektionsstellen; die Vertreter der übrigen Rosaceen-Gattungen und Untergattungen wiesen auch nach einem Jahre keine Flecken auf.

Der Pilz *Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. scheint also ausschließlich einige Varietäten der *Rubus*-Untergattung *Eubatus* zu befallen.

### E. Das Bestehen morphologischer Rassen

Die Ergebnisse der Infektionsversuche lassen bei den geprüften Pilzstämmen biologisch keine großen Unterschiede erkennen. Bei den Kulturversuchen verhielten sich, abgesehen von kleineren morphologischen Abweichungen der Pilzstämmen, lediglich einzelne Sektoren sowohl in der Wachstumsgeschwindigkeit wie in Form und Farbe des Myzels als auch in der Sporengröße sehr verschieden. Auf der Suche nach den von Appel und Laubert (1906) vorgeschlagenen 3 Varietäten von *Rhabdospora ramealis* (S. 130), die sich lediglich durch die Konidienlänge unterscheiden, wurde auf Exkursionen eine Menge reichhaltiges Fruchtkörpermaterial gesammelt. Die Länge von je 200 Konidien wurde variationsstatistisch ausgewertet (Tabelle 19 und Abb. 15), die Breite betrug in allen Fällen ungefähr  $2\mu$  und war für die Differenzierung ungeeignet.

Tabelle 19  
Längen der Konidien von *Rhabdospora ramealis*

Pilz	Brombeersorte	Provenienz (Höhe über Meer)	Mittelwert der Konidienlänge und Streuung in $\mu$
32k	Theodor Reimers . . . . .	Sumiswald (663 m)	52,19 $\pm$ 7,84
32f	Theodor Reimers . . . . .	Sumiswald (663 m)	43,40 $\pm$ 8,65
31	Theodor Reimers . . . . .	Reinach Bl. (306 m)	37,56 $\pm$ 4,93
34	Theodor Reimers . . . . .	Lausanne (447 m)	37,17 $\pm$ 4,01
9	Theodor Reimers . . . . .	Hallau (430 m)	32,04 $\pm$ 4,76
3	Theodor Reimers . . . . .	Hallau (430 m)	31,56 $\pm$ 7,52
29	Theodor Reimers . . . . .	Ascona (210 m)	31,18 $\pm$ 5,71
17	Laciniata . . . . .	Hallau (430 m)	31,00 $\pm$ 4,20
5	Laciniata . . . . .	Hallau (430 m)	30,96 $\pm$ 3,92
18	Theodor Reimers . . . . .	Itznach (509 m)	30,40 $\pm$ 3,20
1	Theodor Reimers . . . . .	Zürich (438 m)	29,71 $\pm$ 3,84
13	Theodor Reimers . . . . .	Itznach (509 m)	26,71 $\pm$ 3,40
19	Theodor Reimers . . . . .	Hallau (430 m)	26,40 $\pm$ 4,14
12	Theodor Reimers . . . . .	Brugg (352 m)	23,15 $\pm$ 3,39
36	Wildsorte spez. indet. . . . .	Blauen (836 m)	23,09 $\pm$ 3,58

Die Messungen ergaben, nach den mittleren Längen in absteigender Richtung geordnet, eine gleitende Reihe zwischen den beiden Extremen 52,19 $\mu$  (32k) und 23,09 $\mu$  (36). Ein Einschnitt, der eine Abgrenzung verschiedener Typen erlauben würde, bestand höchstens zwischen 37,56 $\mu$  (31) und 43,40 $\mu$  (32f). Die Messungen bei Stamm 32f wurden an Konidien von frischem Material durchgeführt und zeigten gleich wie Stamm 32k, welcher aus einer Einsporkultur auf Malzagar aus Stamm 32f hervorging, eine sehr große Variationsbreite.

Gesicherte Unterschiede, die nach Johanssen (1913) eine Trennung in morphologische Rassen erlaubt, boten aber nur die beiden Extreme, Mini-

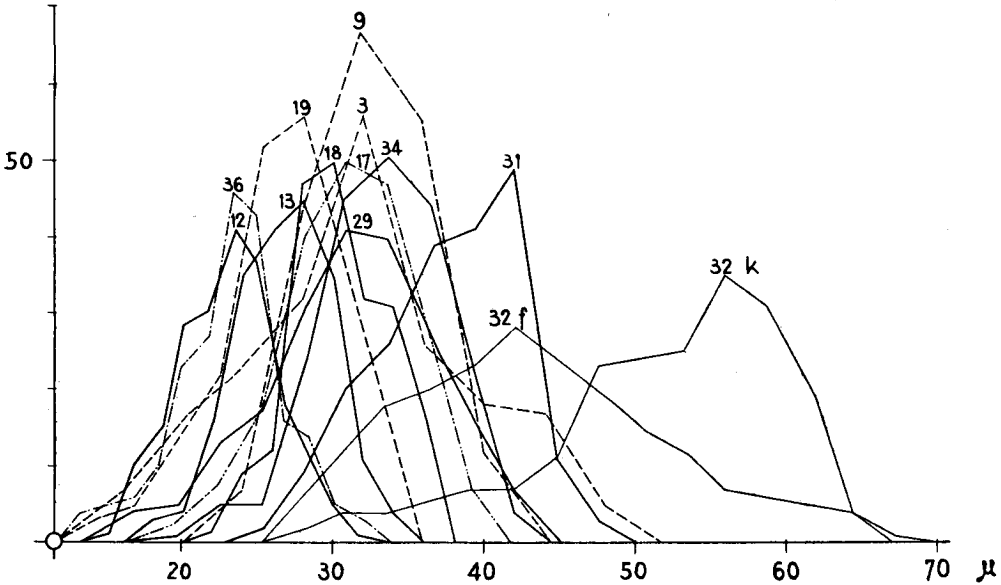


Abb. 15  
Länge der Konidien verschiedener *Rhabdospora ramealis*-Stämme

mum (Stämme 36, 12) und Maximum (Stamm 32k). Da letzterer sich aber für Vergleichszwecke nicht eignete, mußte von einer Aufteilung in verschiedene morphologische Rassen abgesehen werden. Die graphische Darstellung (Abb. 15) bekräftigte diese Überlegung; denn die Kurven griffen stark ineinander. Messungen von demselben Standort (Hallau 39, 19 und Itschnach 13, 18), auf gleichen und auf verschiedenen Brombeersorten (Hallau 5, 17) differierten im gleichen Schwankungsbereich. Die Höhe über Meer hatte ebenfalls keinen Einfluß auf die Konidienlänge. Alle untersuchten Stämme würden nach Appel und Laubert in die Varietät *macrospora* Appel und Laubert mit Konidiengröße  $24-60 \times 1,5-2,5 \mu$  einzuteilen sein. Es ist mir nicht gelungen, die beiden kleinsporigen Varietäten

Var. *crassuscula* Berlese: Sporen  $20-22 \times 3 \mu$

Var. *typica* (*Rhabdospora ramealis* [Desm. et Rob.] Sacc. sens. strict.):  
Sporen  $12-20 \times 1 \mu$

in der Natur zu finden. Hingegen entwickelten sich in den Sektoren eines Einsporstammes im Verlaufe mehrerer Generationen Konidien von so abweichender Länge, daß sie ohne weiteres eine Aufteilung in verschiedene morphologische Rassen erlaubt hätten. Da aber diese Konidien schlußendlich aus dem gleichen Stamm hervorgingen, wäre es unrichtig, die dabei erzielte letzte Generation in die Var. *crassuscula* oder *typica* einreihen zu wollen. Die Konidienlänge ist durch Umweltfaktoren, vor allem durch Temperaturschwankungen, leicht beeinflussbar.

## F. Bekämpfung

Der Pilzbefall verursacht Stoffwechselstörungen, als deren Folge Blätter und Blüten- oder Beerenrispen eintrocknen und frühzeitig abfallen. Dadurch erreicht die Krankheit ökonomische Bedeutung. Mit der Ausbreitung der Krankheit, die bei starkem Auftreten Ernteverluste von über 80% verursachen kann, stellte sich die Frage nach einer erfolgreichen Bekämpfung. Vielversprechende Erfolge über erste Bekämpfungsversuche publizierte Harris (1930/31) in England.

Die großen Ernteverluste von 1946 boten Gelegenheit, im folgenden Jahre einen ausgedehnten Bekämpfungsversuch in den Brombeeranlagen der Konservenfabrik Lenzburg in Hallau durchzuführen. Der Sporenverbreitung entsprechend wurden die Spritzdaten auf den 30. April und 18. Juni festgesetzt. Je 50 stark erkrankte Pflanzen erhielten eine Behandlung mit folgenden Spritzbrühen:

1. 0,4% Kupfer-Sandoz (Kupferoxydul) + 1% Thiovit (Netzschwefel) + 0,1% Sandovit (Netzmittel)
2. 1,5% Bordeauxbrühe + 1% Thiovit + 0,1% Sandovit
3. 1,5% Bordeauxbrühe + 0,1% Sandovit
4. 1,5% Bordeauxbrühe.

50 weitere Stöcke blieben für Kontrollzwecke unbehandelt. Bei der Spritzarbeit wurde darauf geachtet, daß speziell die jungen Ranken ein möglichst lückenloser Spritzbelag bedeckte. Der Zusatz eines Netzmittels erleichterte die Arbeit. Im darauffolgenden Frühjahr erfolgte die Bewertung (Tabelle 20) durch Auszählen der Infektionsstellen auf sämtlichen Ranken von je 10 Pflanzen.



Tabelle 20

## Ergebnis der chemischen Bekämpfung

Verwendete Spritzbrühen	Anzahl Infektionsstellen je Ranke			Relative Wirk- samkeit in %
	1. Laufmeter	2. Laufmeter	Total	
Kupfer-Sandoz 0,4% } + Thiovit 1 % } + Sandovit 0,1% } . . . . .	4,8	1,9	6,7	95,6
Bordeauxbrühe 1,5% . . . . .	1,7	2,5	4,2	97,2
Bordeauxbrühe 1,5% } + Sandovit 0,1% } . . . . .	4,5	0,6	5,1	96,6
Bordeauxbrühe 1,5% } + Thiovit 1 % } + Sandovit 0,1% } . . . . .	3,6	0,6	4,2	97,2
Unbehandelt . . . . .	96,4	54,4	150,8	—

Eine zweimalige im richtigen Zeitpunkt unternommene gründliche Bespritzung der Ranken führte zu einem vollen Erfolg. Der Pilz war sehr kupferempfindlich; ein Zusatz von Netzschwefel oder Netzmittel vermochte die fungizide Wirksamkeit des Kupfers nicht zu erhöhen.

Der Erfolg der chemischen Bekämpfung läßt sich durch zweckmäßiges Aufbinden der jungen Ranken wesentlich unterstützen. Letztere sollen, wenn immer möglich, über den kranken Tragranken aufgebunden werden. Dadurch sinkt die Infektionschance wesentlich (vgl. S. 135).

Auf dem Gebiet der Züchtung widerstandsfähiger Sorten liegen vermutlich noch große Möglichkeiten. Es gibt schon eine beträchtliche Anzahl Sorten, die der Pilz nicht befällt. Bedauerlicherweise ist aber die in der Schweiz wegen ihres großen Ertrages und der schmackhaften Beeren am meisten angebaute Sorte Theodor-Reimers sehr empfindlich. Durch Einkreuzen resistenter (amerikanischer) Sorten sollte es gelingen, Ertrag und Qualität mit Widerstandsfähigkeit zu kombinieren.

## Zusammenfassung

*Rhabdospora ramealis* (Desm. et Rob.) Sacc. ist ein fakultativer Parasit auf Brombeerranken. Die Hyphen breiten sich im Wirt, speziell im Kollenchym und Parenchym intrazellulär und interzellulär aus. Die 2—4 zelligen Konidien entstehen besonders im Frühjahr in Pyknidien, selten in mehrkammerigen Fruchtkörpern und werden durch einen Porus als feine, weiße Ranke ausgepreßt. Die optimale Temperatur für die Keimung von Konidien aus natürlichen Pyknidien oder Kulturen liegt bei 21°C, die minimale bei 0 und die maximale bei 33°C. Bei der Keimung auf der Brombeerranke bildet die Konidie einen Keimschlauch, der besonders auf jungen Ranken die Tendenz zeigt, gegen die Spaltöffnungen hin zu wachsen. Der Keimschlauch dringt durch die Spaltöffnung ein.

Die Hauptfruchtform wurde nicht gefunden. Der Pilz überwintert mit dem Myzel im Wirtsgewebe. Blätter werden von ihm nicht befallen. Verschiedene in Europa gezüchtete Kultursorten sind anfällig, die aus Amerika stammenden Sorten haben auf künstliche Infektionen nicht reagiert. Mit

Ausnahme einiger Vertreter der *Rubus*-Untergattung *Eubatus* waren alle geprüften Varietäten anderer *Rubus*-Untergattungen oder *Rosaceen*-Gattungen widerstandsfähig. Zwei Pilzstämme von Kultursorten und ein Stamm von einer Wildsorte erwiesen sich ungefähr gleich pathogen. Einige Pilzstämme unterscheiden sich in ihrer Wachstumsgeschwindigkeit. Die Temperaturansprüche sind praktisch gleich: Optimum bei 21—24°C, Minimum etwas unter 0°C, Maximum bei 33°C. Zwischen 15 und 27°C zeigt der Pilz auf Agarnährböden eine starke Neigung, Sektoren zu bilden, die morphologisch voneinander abweichen. In einigen Fällen sind die Unterschiede der Länge der sich auf diesen Sektoren entwickelnden Konidien statistisch gesichert; wegen der auffallenden Labilität des Pilzes scheint es aber nicht zweckmäßig, die Art in morphologische Rassen oder Varietäten zu unterteilen.

### Zitierte Literatur

- Appel, O. und Laubert, R., 1907. Bemerkenswerte Pilze I. Arb. Kaiserl. Biol. Anst. für Land- und Forstwirtschaft. **5**, 150—151.
- Buchwald, N. F., 1939. *Fungi imperfecti*. Kong. Vet. og Landbohøjskole, 23—25, København.
- Cooke, M. C., 1885/86. *Grevillea* (cryptogamic botany) **14**, 34, Leipzig.
- Demaree, J. B. and Wilcox, M. S., 1943. The fungus causing the so-called „*Septoria* leaf spot disease“ of Raspberry. *Phytopath.* **33**, 986—1003.
- Diedicke, H., 1915. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg **9**, Pilze 7, S. 549.
- Dop, P. et Gautié, A., 1928. Manuel de technique botanique. II. Aufl., 594 S., Paris, Lamarre.
- Durieu de Maisonneuve, Ch., 1846—1849. Flore d'Algérie, 588, 592. Paris.
- Gäumann, E., 1946. Pflanzliche Infektionslehre. 611 S. Basel, Birkhäuser.
- Grove, W. B., 1935. British stem- and leaf-fungi **1**, 443. Cambridge.
- Harris, R. V., 1930. Notes on diseases of the Raspberry, Loganberry and Blackberry in 1928—1930. *Ann. Rep., East Malling Res. Stat., Kent* **II**. Suppl. S. 138.
- Hedrick, C. P., 1925. The small fruits of New York, 614 S. Albany.
- Höhnelt, F. v., 1924. Über die Gattung *Rhabdospora*. *Mitt. Bot. Inst. T. H. Wien* **4**, H. 3, 94—98.
- Höhnelt, F. v., 1927. Über die Gattung *Cytosporina* Sacc. *Mitt. Bot. Inst. T. H. Wien* **4**, H. 2, 59—67.
- Johannsen, W., 1926. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 3. Aufl. 736 S. Jena.
- Kickx, J.-J., 1867. Flore cryptogamique des Flandres **1**, 433. Gand/Paris.
- Montagne, J. F., 1856. *Sylloge generum specierumque cryptogamarum*. 498 S. Paris.
- Müller, L., 1936. Fachbücherei des Gärtners **6**, Beerenobstbau. 370 S. Leipzig.
- Oudemans, C. A. J. A., 1921. *Enumeratio Systematica Fungorum* **3**, 598. den Haag.
- Petrak, F., 1919. Mykologische Notizen I. „Über *cytosporina rubi* Died.“ *Ann. Mycol.* **17**, 81.
- Petrak, F., 1925. Beiträge zur Pilzflora Südost-Galiziens und der Zentralkarpaten. „*Cytosporina ramealis* (Rob.) Pet.“ *Hedwigia* **65**, 262.
- Petrak, F., 1927. Mykologische Notizen IX. „Über *Cytosporina ramealis* (Rob.) Pet.“ *Ann. Mycol.* **25**, 328.
- Rabenhorst, L., 1901. Deutschlands Kryptogamen-Flora **1**, Abt. VI, S. 919.
- Saccardo, P. A., 1884. *Sylloge fungorum* **III**, 578, 580.
- Saccardo, P. A., 1892. *Sylloge fungorum* **X**, 388.
- Saccardo, P. A., 1913. *Sylloge fungorum* **XXII**, 1125.
- Sorauer, P., 1932. Handbuch der Pflanzenkrankheiten **3**, 476. 5. Aufl. Berlin.
- Savulescu, T. und Sandu-Ville, C., 1936. Beitrag zur Kenntnis der Mycomyceten Rumäniens. *Hedwigia*, **75**, 202.
- Wormald, H. and Harris, R., 1931. Notes on certain plant diseases observed in 1931. *Ann. Rep. East Malling Res. Stat.*, S. 50. Kent.
- Wormald, H., 1946. Diseases of fruits and hops, S. 211. London.

## **Curriculum vitae**

Geboren in Ste. Croix am 28. Juni 1916. 1923—1929 Primarschule in St. Gallen; 1929—1932 Übungsschule und 1. Klasse an der technischen Abteilung der Kantonsschule St. Gallen; 1932—1933 landwirtschaftliche Praxis in Berg, St. Gallen; 1933—1935 landwirtschaftliche Jahresschule Strickhof-Zürich; 1935—1939 Studium an der Abteilung für Landwirtschaft der E. T. H. mit Abschluß durch Diplom als Ingenieur-Agronom; Herbst 1939 bis Herbst 1941 Militärdienst und seither Mitarbeiter der agrochemischen Abteilung der Sandoz A. G. Basel. 1943—1949 Ausführung der Dissertation in der Freizeit.