

(Aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem,
Abteilung für Mykologie.)

Untersuchungen zur *Rhizoctonia*-Anfälligkeit der Kartoffelsorten.

Von H. RICHTER und R. SCHNEIDER.

Mit 8 Textabbildungen.

Seitdem JULIUS KÜHN vor nunmehr nahezu 100 Jahren den Wurzeltöter der Kartoffel beschrieb und ihm den Namen *Rhizoctonia solani* gab, ist auf die Bedeutung dieses Schadpilzes für die verschiedenen Gebiete des Pflanzenbaues, ganz besonders aber für den Kartoffelbau immer wieder mit Nachdruck hingewiesen worden, und die bisher darüber erschienene Literatur ist kaum noch zu übersehen. Um so erstaunlicher ist es, daß wir über die tatsächliche Höhe des Schadens auch heute noch keine wohlfundierte Vorstellung haben, sondern nur auf wenige Schätzungen angewiesen sind. So wird nach BRAUN (1) auf Grund statistischer Ermittlungen in den USA im Kartoffelbau mit einem durchschnittlichen Ernteverlust von 2,5% durch *Rhizoctonia*-Befall gerechnet, während für Einzelfälle Ertragsminderungen von 10—15% gemeldet werden. In Deutschland schätzt K. O. MÜLLER (8) die alljährlichen Ertragsausfälle für Lagen, wie sie in Pommern und den angrenzenden Kartoffelbaugebieten vorliegen auf durchschnittlich 5%. Ganz allgemein ist festzustellen, daß die *Rhizoctonia*-Schäden in der Regel eher unter- als überschätzt werden [siehe auch SCHLEUSENER (11)].

Leider sind auch die Bekämpfungsmöglichkeiten, die uns bisher zur Verfügung stehen noch immer sehr unzureichend. Sind wir doch nach wie vor fast ausschließlich auf anbautechnische Maßnahmen angewiesen, die darauf ausgerichtet sind für die Kartoffel möglichst günstige Entwicklungsbedingungen zu schaffen, damit sie in der Lage ist, dem Schadpilz „aus den Zähnen zu wachsen“. Wenn auch die Bedeutung derartiger acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen, die letzten Endes das A und O des Kartoffelbaues bilden, keineswegs verkannt werden soll, so reichen sie für eine vollwirksame *Rhizoctonia*-Bekämpfung eben doch nicht aus. Ähnlich liegen die Dinge bei der unmittelbaren Bekämpfung. Die Pflanzgutbeizung (1, 5) wird bei der starken Verseuchung unserer Kartoffelböden mit *Rhizoctonia solani* bestenfalls immer nur Teilerfolge bringen. Auch die Behandlung des Bodens mit fungiziden Mitteln, bei der einige durchaus erfolgversprechende Versuchsergebnisse vorliegen (4, 12, 13, 14), ist aus verschiedenen Gründen vorläufig in der Praxis noch nicht in dem erforderlichen Maße durchführbar. Es ist daher sehr naheliegend, daß immer wieder die Frage der unterschiedlichen Anfälligkeit der Kartoffelsorten gegenüber *Rhizoctonia* diskutiert und die Möglichkeit des Anbaues und der Züchtung *rhizoctonia*-widerstandsfähiger Sorten erörtert werden. Allerdings ist es auffällig, daß BRAUN in seiner Monographie (1) nach Durchsicht der sehr umfangreichen Literatur die Frage nach dem Vorhandensein von spezifi-

schen Sortenunterschieden im Hinblick auf die *Rhizoctonia*-Anfälligkeit nicht eindeutig beantworten konnte. Auch Beobachtungen der Praxis zu diesem Thema zeigen keine einheitliche Linie und man stößt bei der Beurteilung der Sorten immer wieder auf widersprechende Angaben. Optimistisch äußert sich STÖRMER (15): „Die verschiedenen Kartoffelsorten zeigen eine verschiedene Empfindlichkeit gegen den Pilz, und es lassen sich zweifelsohne auch Resistenz- oder gar Immunitätszüchtungen gegen ihn durchführen als eine lohnende kartoffelzüchterische Aufgabe der Zukunft“. Auch K. O. MÜLLER (8) kommt neuerdings auf Grund seiner Beobachtungen an Kultursorten und eigenen Zuchtstämmen zu einer positiven Beurteilung der sortenspezifischen *Rhizoctonia*-Anfälligkeit. Auch er sieht im Anbau relativ widerstandsfähiger bzw. toleranter Sorten einen aussichtsvollen Weg der *Rhizoctonia*-Bekämpfung und ist der Ansicht, daß zunächst schon viel gewonnen wäre, wenn die Züchter von vorn herein alle Formen von der weiteren Vermehrung ausschalten würden, die stärker unter *Rhizoctonia*-Befall zu leiden haben. Weniger zuversichtlich ist LUDBROOK (6), der sich in Australien mit dem Problem der *Rhizoctonia*-Anfälligkeit der Kartoffelsorten befaßt, und der auf Grund seiner Untersuchungen der Ansicht ist, daß die bisher festgestellten Unterschiede in der Sortenanfälligkeit noch nicht markant und konstant genug sind, um die planvolle Resistenzzüchtung gegen *Rhizoctonia solani* aufzunehmen.

Die systematische Untersuchung der Kartoffelsorten auf ihre *Rhizoctonia*-Anfälligkeit bzw. -Widerstandsfähigkeit setzt vor allem Testmethoden voraus, die möglichst einfach in der Durchführung sind und zuverlässige, reproduzierbare Ergebnisse liefern. Ehe also das Problem der Resistenzanalyse bzw. -Züchtung systematisch in Angriff genommen werden kann, ist noch das methodisch-mykologische Problem der Ausarbeitung geeigneter Infektionsverfahren zu lösen. Über spezielle Untersuchungen in dieser Richtung und die bisher dabei erzielten Ergebnisse soll im folgenden berichtet werden.

I. Infektionsversuche mit abgeschnittenen Dunkelkeimen in der Feuchtkammer.

1. Methodik und Material.

Alle in der Literatur bislang beschriebenen Infektionsversuche wurden im Freiland oder als Gefäßversuche im Gewächshaus durchgeführt. Dabei verursachten natürlich unkontrollierbare Umstände durch Schwankung des Infektionserfolges erhebliche Unsicherheiten der Ergebnisse. Es lag uns nun daran,

eine laboratoriumstechnische Prüfmethode zu entwickeln, die nicht viel Raum beansprucht, möglichst schnell arbeitet und auch den Praktiker in die Lage versetzt, selbst Anhaltspunkte über die *Rhizoctonia*-Anfälligkeit seines Zuchtmaterials zu gewinnen. Außerdem sollte das Verfahren nach Möglichkeit während der Wintermonate oder doch so frühzeitig durchführbar sein, daß das geprüfte Material in der anschließenden Vegetationsperiode noch ausgepflanzt werden kann.

Nach CORSANT (3) sollen bei Infektion roher steriler Kartoffelknollenstücke mit *Rhizoctonia solani* Unterschiede in der Anfälligkeit der Kartoffelsorten erkennbar sein. In der kurzen Mitteilung findet sich folgende Angabe: „It was also found, when grown on steril row plugs cut from different varieties of potatoes the fungus developed rapidly on certain varieties and but slowly on others“. Im Hinblick auf die Möglichkeit auf dieser Beobachtung eine einfache Testmethode aufzubauen, erschien uns eine sorgfältige Nachprüfung dieses Befundes angezeigt. Unsere Infektionsversuche an rohen Knollenstücken von 66 Kartoffelsorten verliefen indessen negativ. Der Pilz wuchs auf der rohen Kartoffelknolle nur spärlich und oberflächlich, sofern nicht Sekundärinfektionen durch andere Mikroorganismen hinzukamen. Unterschiede traten bei den einzelnen Sorten entweder gar nicht auf, oder waren von so geringfügiger Natur, daß sie nicht überzeugten. An dieser Stelle sollen auch unsere Bemühungen zur Entwicklung eines Kartoffelsämlings-Testes mit *Rhizoctonia solani* Erwähnung finden. Alle Infektionsversuche nach den bei Keimpflanzenprüfungen bisher üblichen Verfahren verliefen an Kartoffelsämlingen ebenfalls negativ, weil *Solanum tuberosum* anscheinend eine ausgesprochene Jugendresistenz gegenüber *Rhizoctonia solani*¹ besitzt, worüber an anderer Stelle noch ausführlicher berichtet werden wird.

Nach umfangreichen Vorversuchen, auf deren Darstellung verzichtet werden soll, gelang es, eine Feuchtkammer-Infektionsmethode an abgeschnittenen Dunkelkeimen zu entwickeln, die recht sichere Befallsergebnisse lieferte. Dabei wurden abgeschnittene, etwa

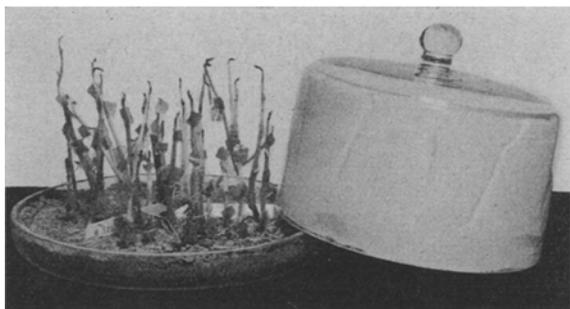


Abb. 1. Infektionsverfahren mit *Rhizoctonia solani* für abgeschnittene und bewurzelte Dunkelkeime in der Feuchtkammer.

10 cm lange Dunkelkeime in angefeuchteten Sand zu 30 bis 35 Stück in eine flache Glasschale von 25 cm Durchmesser eingepflanzt. Nach Bewurzelung erfolgte die Beimpfung durch seitliches Anlegen von drei etwa 1 qcm großen Mycelstücken an der Basis, über der Mitte und in der Spitzenregion der Keime (Abb. 1).

¹ Das gilt nur für *Rhizoctonia*-Stämme, die von Kartoffel isoliert wurden, nicht aber für *Rhizoctonia*-Herkünfte von anderen Wirtspflanzen.

Das Impfmateriale wurde in Petrischalen auf Bierwürze-Agar herangezogen, bis das Nährsubstrat durchgewachsen war. Die infizierten Keime kamen unter Glaslocken, die mit angefeuchtetem Fließpapier ausgelegt waren und standen auch während des Versuches dunkel in einer Temperatorkammer bei 20° C. Für diese Infektionsversuche wurden die aggressivsten Kartoffelherkünfte unserer umfangreichen *Rhizoctonia*-Sammlung, die Stämme S 39, 2280, R 322 ausgewählt. Sie waren teils von sklerotientragenden Kartoffelknollen teils von stengelfaulen Kartoffelpflanzen isoliert worden. Daneben diente noch eine andere *Rhizoctonia*-Herkunft, der von GRASSAAT durch VAN LUJK 1930 isolierte Stamm IV 10¹ zu Vergleichszwecken. IV 10 befällt die Keimpflanzen zahlreicher Pflanzengattungen und ruft an Stengeln und Wurzeln schwere Fäulen hervor.

2. Krankheitsbild, Infektionsverlauf.

Aus den an den Kartoffelkeimen angelegten Mycelstücken sproßte nach 24 bis 48 Stunden ein reiches Luftmycel hervor, das am dritten Tage wieder abwelkte. Inzwischen war der Pilz auch auf den Keim übergegangen. Die braunen Langhyphen, die von K. O. MÜLLER (7) sehr treffend als „Marschorgane“ bezeichnet worden waren, verbreiteten sich basal- und spitzwärts und entwickelten die bekannten appressorienartigen Kurzhyphen, die sich der Epidermis dicht anlegen und den Angriff auf das Wirtsgewebe durchführen. Vom vierten Tage an waren die ersten Krankheitssymptome bereits mit bloßem Auge zu erkennen, und zwar, bei dem Nichtkartoffelstamm IV 10 etwas früher und mehr ins Auge fallend als bei den Kartoffelstämmen. Bei der Kartoffelstamminfektion (Abb. 2) tritt meist dicht über dem Impfstück, aber auch noch in einiger Entfernung davon ein heller, sich rasch vergrößernder wässriger Fleck auf, der bald einsinkt. Die Keime welkten mitunter schon 24 Stunden

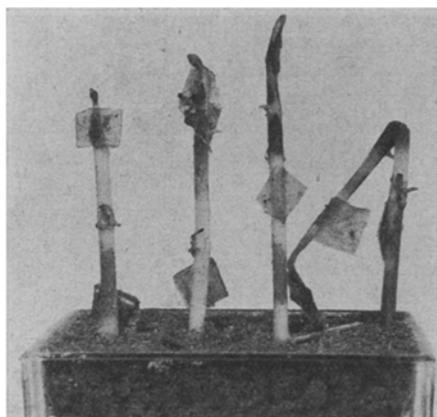


Abb. 2. Infektionserfolg mit *Rhizoctonia solani* (Kartoffelstamm) im „Feuchtkammerverfahren“. Befallsbilder in verschiedenen Stadien.

später und kollabierten schließlich infolge Turgorverlust. Bei Sorten mit sehr kräftigen, robusten Keimen (z. B. bei Parnassia) wird das Endstadium langsamer und mehr schrittweise erreicht. Nicht bei allen in einer Schale eingepflanzten Keimen erfolgte indessen der Angriff des Pilzes mit solcher Heftigkeit. Bei „schwa-

¹ Der Stamm IV 10 wurde aus dem Centralbureau voor Schimmelcultures in Baarn (Holland) übernommen.

chem“ und „mäßigem“ Befall traten nur leichte Verbräunungen der Epidermis und flache Nekrosen auf. Bisweilen kam es auch hier zur Ausbildung leicht eingesunkener Flecke, die nur allmählich meist aber gar nicht in Naßfäule übergingen. Ein etwas anderes Krankheitsbild wird durch den Nichtkartoffelstamm IV 10 hervorgerufen (Abb. 3). Am ganzen Keim entstehen in der Größe zwischen $\frac{1}{2}$ und 5 mm variierende nadelstich- bis strichförmige Nekrosen in unübersch-

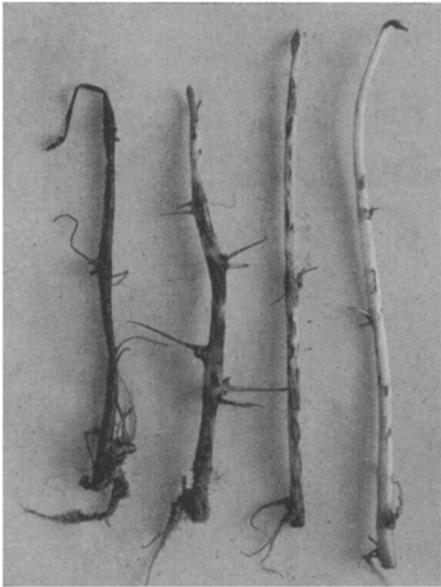


Abb. 3. Infektionserfolg mit *Rhizoctonia solani* (Nichtkartoffelstamm) im „Feuchtkammerverfahren“. Befallsbilder in verschiedenen Stadien.

barer Menge. Der Pilz „probiert“ es gewissermaßen überall. Diese tiefbraun bis schwarz gefärbten Striche können allmählich zusammenfließen, so daß ähnlich wie bei den Kartoffelstämmen mehr fleckenhafte Herde entstehen, die sich aber auf den ersten Blick durch ihre dunklere Farbe von den letzteren unterscheiden lassen. Die Zerstörung des Gewebes und der Verfall der Keime erfolgt niemals plötzlich wie bei kräftigen Kartoffelstamm-Infektionen, sondern greift langsam, „schrittweise“ um sich. Indessen ist der Infektionserfolg sicherer. Die infizierten Keime kollabierten stets, fast ohne Ausnahme.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß der *Rhizoctonia*-Pilz an allen Stellen des Keimes in das Gewebe eindringen kann. Besondere Eingangspforten, wie sie beispielsweise kleine Verletzungen darstellen, brauchen nicht vorhanden zu sein. Von der Invasionsstelle aus dringt das Mycel vorwiegend interzellulär aber auch intrazellulär bis in den Zentralzylinder hinein. Auch in den Gefäßen war der Pilz zu finden. Bei Kartoffelstamm-Infektionen, die zu einem plötzlichen Abwelken der Keime führten, ließ sich das Mycel oft nur interzellulär nachweisen. Nicht selten wuchs der Pilz von der Invasionsstelle aus streng radial (Abb. 4) bis zu den Gefäßen, um sich in ihnen auch in longitudinaler Richtung auszubreiten. Nur so wird auch die oben beschriebene Erscheinung des plötzlichen Abwelkens der Keime verständlich. Gelingt der Vorstoß auf die Gefäße nicht sofort, bleibt die Infektion gewissermaßen „stecken“ (bei schwachem und mäßigem Befall durch Kartoffelstämme und durch IV 10), so dringt der Pilz auch in die Zelle ein,

die er abtötet und zerstört. Auf solchen zerstörten Gewebepartien entwickelt sich dann der Parasit besonders üppig. Sie stellen nun die neue Operations-

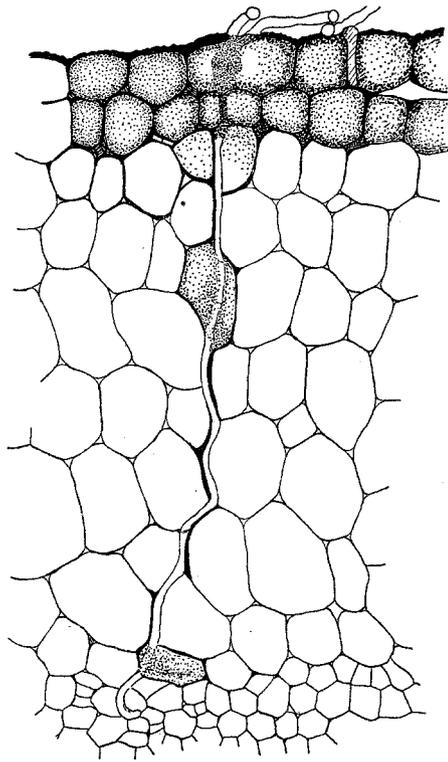


Abb. 4. Querschnitt durch einen etiolierten Kartoffelkeim. Der Pilz dringt vorwiegend interzellulär durch das Rindenparenchym bis zum Zentralzylinder vor.

basis dar, von der aus die Hyphen wieder intrazellulär und in longitudinaler Richtung vordringen können. Über die sehr interessanten zellulärpathologischen Veränderungen, die das Wirtsgewebe unter dem Einfluß des Parasiten erfährt, wird eine spätere Mitteilung berichten.

3. Ergebnisse.

Bei der Bonitierung wurde nach etwa 8 Tagen der Befallsgrad jedes einzelnen Keimes nach einem Schema mit drei Intensitätsgraden beurteilt. Es bedeutet:

- + Epidermisverbräunungen und Oberflächennekrosen, schwacher Befall.
- ++ Leicht eingesunkene Flecke; Nekrosen bleiben im Rindenparenchym stecken, mäßiger Befall.
- +++ Keime kollabiert, starker Befall.

Von einer Sorte wurden jeweils 150 bis 200 Keime infiziert und ausgezählt. Die Prüfung erstreckte sich auf folgende Sorten: Erstling, Flava, Frühmölle, Sieglinde, Frühbote, Frühnudel, Mittelfröhe, Olympia, Aquila, Capella, Flämingskost, Gemma, Priska, Voran, Flämingsstärke, Viola, Carnea, Kaiserkrone und Sickingen. Die Ergebnisse der Kartoffelstamm-Infektionen sind in Abb. 5 graphisch wiedergegeben. Bei Betrachtung dieser Darstellung fällt sofort ins Auge, daß sich bei dem angewandten Infektionsverfahren alle Sorten als ausgesprochen anfällig erwiesen. Eine gewisse Differenzierung ergibt sich nur hinsichtlich der Verteilung der Befallsgruppen + = schwach, ++ = mäßig, +++ = stark. Bei den

Sorten Erstling, Frühbote, Olympia, Flämingskost, Priska, Voran erreichten mehr als 50% der Keime den Befallsgrad (+++). Diese Sorten sind also in den Feuchtkammerverfahren relativ am stärksten „rhizoctonia-anfällig“. Relativ am schwächsten geschädigt

bei Verwendung von Komposterde verschiedener Herkunft Unterschiede zeigten. Aus diesem Grunde wurden alle Infektionsversuche mit Erde vom gleichen Aushub angelegt, um von vorn herein die sich aus Bodenunterschieden ergebende Fehlerquelle auszuschalten.

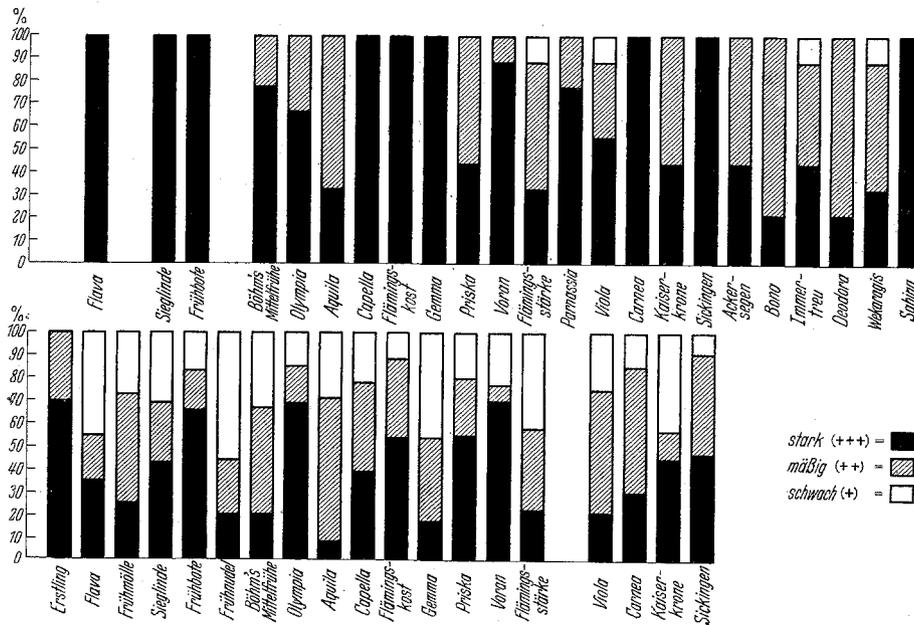


Abb. 5. Rhizoctonia-Befall nach künstlicher Infektion.

oben: In Gefäßen; unten: An bewurzelten Dunkelkeimen in der Feuchtkammer.

wurden die Sorten Frühnel, Böhms Mittelfrühe, Aquila, Gemma, Flämingsstärke und Viola. Bei ihnen ist der Prozentsatz der starkbefallenen (+++) Keime am geringsten (bis 25%). Die anderen Sorten: Flava, Sieglinde, Capella, Carnea, Kaiserkrone, Sickingen stehen zwischen diesen beiden Gruppen. Bei ihnen waren 25–50% der Keime stark befallen (+++).

Bei den IV 10-Nichtkartoffelstamm-Infektionen verhielten sich alle Sorten gleich. Alle Keime erreichten den Befallsgrad (+++).

Nachdem sich bei diesen Infektionsversuchen ergeben hatte, daß unter optimalen Laboratoriumsbedingungen gewisse Sortenanfälligkeitsunterschiede vorhanden sind, galt es nunmehr festzustellen, ob bei Infektionsversuchen in Erde ein gleichsinniges Verhalten der einzelnen Sorten besteht. Zur Entscheidung dieser Frage wurden Infektionsversuche 1. in Gefäßen unter relativ konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen und 2. im Freiland angelegt.

II. Infektionsversuche in Gefäßen.

1. Anlage der Versuche.

Als Versuchsgefäße dienten Blumentöpfe von 8 cm Höhe und 10 cm Durchmesser. Die verwendete Erde war eine schwach lehmige Komposterde, die aus technischen Gründen unsteril benutzt werden mußte. Es wird behauptet (7, 9, 10) daß das Pilzwachstum und auch die Infektionen in unsteriler Erde kräftiger sind als in gedämpfter Erde. Eigene, in dieser Richtung durchgeführte, orientierende Vorversuche ergaben keine gesicherten Unterschiede im Infektionserfolg. Weit entscheidender dürften unseres Erachtens Bodenart und Bodenbeschaffenheit sein. So konnten wir immer wieder die Erfahrung machen, daß sich schon

bei Verwendung von Komposterde verschiedener Herkunft Unterschiede zeigten. Aus diesem Grunde wurden alle Infektionsversuche mit Erde vom gleichen Aushub angelegt, um von vorn herein die sich aus Bodenunterschieden ergebende Fehlerquelle auszuschalten. Von den weiteren Befallsbedingungen sind nach bereits vorhandenen Feststellungen in erster Linie Temperatur und Feuchtigkeit in ihrer Einwirkung wichtig. In der BRAUNschen Monographie S. 103 ff. (1) finden sich hierüber eine Reihe recht widerspruchsvoller Angaben, aus denen sich keine gesicherten Grundlagen für unsere Versuche ableiten ließen. Deshalb wurden die in Rede stehenden Infektionsversuche bei folgenden Bodenfeuchtigkeits- und Temperaturstufen durchgeführt:

Bodenfeuchtigkeit, bezogen auf die volle Wasserkapazität 30%, 45%, 50%, 70%, 75%, 90%;
Temperatur in Celsius 10°, 15°, 22°;

dabei ergab sich, daß bei 15° C und einer relativen Bodenfeuchtigkeit von 45% die stärksten Schädigungen auftraten.

Zur Versuchstechnik seien noch folgende weitere Einzelheiten mitgeteilt: Für die Infektion wurden die gleichen von Kartoffel isolierten *Rhizoctonia*-Stämme benutzt, nämlich S 39, 2280, R 322. Damit wurden folgende Sorten infiziert: Flava, Sieglinde, Frühbote, Böhms Mittelfrühe, Olympia, Aquila, Capella, Flämingskost, Gemma, Priska, Voran, Flämingsstärke, Parnassia, Viola, Carnea, Kaiserkrone, Sickingen, Ackersegen, Bona, Immertreu, Deodara, Wekaragis, Sabina. Das Infektionsmaterial wurde auf einem Torf-Häcksel-Sand-Gemisch mit Malzextrakt-Zusatz in 500 ccm Weithalskolben herangezogen¹.

Die beimpften Kolben wurden bei Temperaturen von 20–25° C gehalten bis das Substrat (nach etwa 3 Wochen) gleichmäßig vom Pilzmycel durchwachsen war. Dann wurde der Inhalt von je 2 gut durchwachsenen Kolben mit 5 kg unsteriler Erde von 45% relativer Bodenfeuchtigkeit gut durchmischt. Etwa gleich große und schwere Knollenhälften legten wir einzeln etwa 7 cm tief in die Blumentöpfe, beimpften die Augen durch Auflegen von Mycelstücken, die auf Bierwürze-Agar oder Stärke-Gel-Platten² herangezogen

¹ Der Torfmull wurde zunächst gut angefeuchtet (auf 500 g lufttrockenen Torfmull etwa 1000 bis 1200 ccm Wasser) und mit Häcksel und Sand gemischt (3 Raumteile feuchter Torfmull, 1 Teil Strohhäcksel, 1 Teil Quarzsand). Dann erfolgte der Malzextraktzusatz, so daß in je einem 500 ccm-Kolben 35 ccm einer 10%igen Malzextraktlösung enthalten war. Die mit dem Gemisch beschickten Kolben wurden in der üblichen Weise im Dampftopf oder Autoklaven sterilisiert.

² 12%iges Stärkegel nach Prof. Dr. HEICKEN. Zu beziehen durch Schering A.G., Berlin N 65.

gen waren und überschichteten dann mit der infizierten Erde. Die Töpfe wurden nun in einem Kellerraum mit konstanter Temperatur von 15° C aufgestellt. Die ursprünglich vorgesehene Bedeckung mit feuchtem Torfmull konnte unterbleiben, da der Raum verhältnismäßig feucht war, und laufende Kontrollwägungen der Töpfe zeigten, daß sich die Bodenfeuchtigkeit von 45% während der Versuchsdauer nur ganz unwesentlich veränderte. Nach Ablauf von 4 Wochen wurden dann die jungen Triebe und Wurzeln der Stauden untersucht. Jeder Versuch hatte 8 Parallelen und 1 Kontrolle, für die gebeizte Knollenhälften genommen wurden.

2. Ergebnisse.

Die Resultate der Gefäßversuche sind ebenfalls in Abb. 5 graphisch dargestellt. Da die Krankheitssymptome und die Befallstypen grundsätzlich die gleichen waren wie in der Feuchtkammer wurde auch das gleiche Bewertungsschema beibehalten. Aus technischen Gründen konnten die Gefäßversuche erst in den Monaten Mai—Juni 1949 angesetzt werden. Zu dieser Zeit hatte offenbar die Triebkraft bei allen Sorten bereits mehr oder weniger stark nachgelassen. Damit mag es zusammenhängen, daß in diesen Versuchen bei allen Sorten die Infektionen zu besonders schweren Schäden an den Trieben, weniger an den Wurzeln führten (Abb. 6). Die Sorten Flava, Sieg-

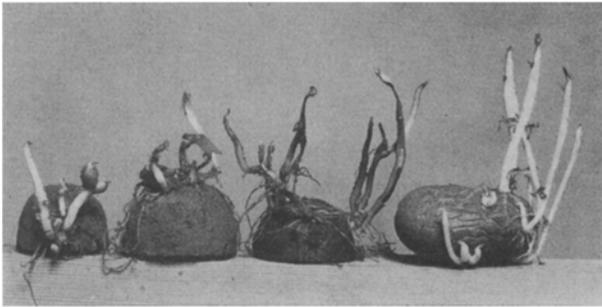


Abb. 6. Infektionserfolg mit *Rhizoctonia solani* an Kartoffelsorte Sickingen im Gefäßversuch. Befallsbild nach 3 Wochen, rechts Kontrolle.

linde, Frühbote, Capella, Flämingskost, Gemma, Carnea, Sickingen und Sabina wurden durch den Pilzbefall so stark in Mitleidenschaft gezogen, daß nicht eine einzige Knolle mehr aufblief. Dabei handelt es sich bei Flava, Capella, Gemma und Carnea gerade um die Sorten, die im Feuchtkammervorgang nicht zu den am stärksten geschädigten gehörten. Etwas geringer war der Ausfall und Befallsgrad bei den übrigen Sorten: Mittelfrühe, Olympia, Aquila, Priska, Flämingsstärke, Parnassia, Viola, Kaiserkrone, Ackersegen, Bona, Immertreu, Deodara und Wekaragis; von denen Aquila, Flämingsstärke, Bona, Deodara und Wekaragis am günstigsten abgeschnitten hatten. Aquila und Flämingsstärke waren auch bei den Feuchtkammerinfektionen relativ am schwächsten geschädigt worden (Bona, Deodara und Wekaragis konnten in der Feuchtkammer noch nicht geprüft werden).

III. Infektionsversuche im Freiland.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Infektionsmethoden an zwei Stellen durchgeführt, auf dem Versuchsfeld der Biologischen Zentralanstalt in Berlin-

Dahlem und in einem Saatzuchtbetrieb der Deutschen Saatzucht-Gesellschaft in Knehden bei Templin. Der Anbauort Knehden erschien uns für unsere Zwecke besonders geeignet, weil hier nach einer Mitteilung des Saatzuchtleiters in den letzten Jahren die *Rhizoctonia*-Krankheit an einigen Sorten besonders heftig aufgetreten war.

1. Anlage der Versuche in Dahlem.

In diese Infektionsversuche wurden folgende Sorten einbezogen: Erstling, Frühbote, Viola, Erntedank, Flava, Olympia, Ackersegen, Aquila, Capella, Flämingskost, Gemma, Merkur, Priska, Sabina, Voran, Flämingsstärke, Deodara, Hilla, Parnassia, Wekaragis, Carnea, Kaiserkrone. Die gebeizten Knollen wurden am 3. 5. 1949 in ein landesüblich hergerichtetes und gedüngtes Saatbett in Abständen von 40×60 cm in den schwach sauren, mittelschweren Boden ausgepflanzt. Wir benutzten 2 verschiedene Infektionsverfahren. Nach jedem wurden jeweils 25 Knollen von einer Sorte infiziert, die dazugehörige Kontrolle umfaßte 40 Knollen. Bei dem einen Infektionsverfahren beimpften wir mit einem *Rhizoctonia*-Kartoffelstamm-Gemisch, bestehend aus 15 verschiedenen Kartoffelherkünften, das, wie für die Gefäßversuche, auf dem Torf-Häcksel-Sand-Gemisch in Weithalskolben herangezogen wurde (siehe S. 260). Dieses Impfmateriale streuten wir in Mengen von etwa 20 g (1 reichlicher Eßlöffel voll) über die in das Pflanzloch eingesenkte Knolle, die anschließend sofort mit Erde bedeckt wurde. Bei dem anderen Verfahren erfolgte die Beimpfung vor dem Auspflanzen. Auf alle Augen einer Knolle wurde der Pilz durch Auflegen von Mycelstücken des Kartoffelstammes S 39 aufgebracht. Das Mycel wurde wieder in Petrischalen auf einem Bierwürze-Stärkegel-Nährboden (siehe Fußnote S. 260) herangezogen. Das Stärkegel erwies sich für unsere Zwecke insofern als sehr brauchbar, als es viskoser als Agar-Agar und außerdem von gut schmierfähiger Konsistenz ist. Der mit Mycel bewachsene Stärke-Nährboden ließ sich regelrecht wie eine Paste auf den Knollen ausstreichen. Allerdings ist die Austrocknungsgefahr etwas größer als bei Verwendung von Agar-Agar-Mycelstücken. Um dem Rechnung zu tragen wurden die infizierten Kartoffelknollen bis zum Auslegen in feuchtem Torf aufbewahrt und auch beim Auspflanzen noch mit einer Handvoll nassem Torf bedeckt.

2. Anlage des Versuches in Knehden¹.

Der Saatzuchtbetrieb Knehden hat leichten, ausgesprochenen Kartoffelboden; hier wurde der Versuch mit den Sorten Priska, Erika, Ostbote, Bona, Mittelfrühe, Merkur, Wekaragis, Jubel, Aquila, Flava, Robusta, Frühnudel, Ackersegen, Gemma, Erntedank, Parnassia, Carnea, Olympia, Frühbote und Voran durchgeführt. Die Infektion erfolgte ebenfalls durch Auflegen von Mycelstücken des Stammes S 39. Die infizierten Knollen wurden dagegen hierbei nicht mit Torf abgedeckt. Es wurden jeweils 20 gebeizte Knollen

¹ Die Versuche in Knehden wurden von dem dortigen Saatzuchtleiter, Herrn WALTER POHL, angelegt und betreut, der uns auch seine Aufzeichnungen und Ergebnisse bereitwilligst zur Verfügung stellte, wofür ihm auch an dieser Stelle verbindlichst gedankt sei.

beimpft; die gleiche Anzahl gebeizter aber unbeimpfter Knollen diente als Kontrolle.

Da die hier mitzuteilenden Freilandversuche vor allem darauf gerichtet waren, ein einfaches Infektionsverfahren für die *Rhizoctonia*-Feldprüfung zu schaffen, sollen zunächst noch unsere Erfahrungen hinsichtlich der Brauchbarkeit der benutzten Infektionsverfahren mitgeteilt werden. Beide Infektionsverfahren, „Torfmethode“ und „Mycelstückmethode“ erwiesen sich als geeignet. In Dahlem war der Infektionserfolg bei der „Torfmethode“ etwas größer als bei der „Mycelstückmethode“. In Knehdn, wo nur die „Mycelstückinfek-



Abb. 7. Auflaufschäden (oben) an der Sorte Carnea im Feldinfektionsversuch mit *Rhizoctonia solani* (Kartoffelstamm). Unten nicht infizierte Kontrollparzelle. Beides 27 Tage nach dem Pflanzen.

tion“ zur Anwendung kam, war diese relativ wirksamer als die „Torfmethode“ in Dahlem. Wir werden daher kaum fehlgehen, wenn wir zur Erklärung dieser Tatsache annehmen, daß in Knehdn besonders günstige Verhältnisse für *Rhizoctonia*-Befall vorliegen. Damit hat die Beobachtung des dortigen Saatzuchtleiters über das besonders starke *Rhizoctonia*-Auftreten gewissermaßen durch den Infektionsversuch eine Bestätigung erfahren. Obwohl also die „Torfinfektion“ in nicht ausgesprochener „*Rhizoctonia*-Lage“ der „Mycelstückinfektion“ überlegen ist, glauben wir doch, das „Mycelstückverfahren“ als eine geeignete Methode zur Prüfung auf *Rhizoctonia*-Anfälligkeit im Freiland empfehlen zu können. Es bietet eben gegenüber der „Torfmethode“ den sehr wesentlichen Vorteil, daß es einen erheblich geringeren Aufwand an Zeit, Arbeit

und Material erfordert und sich auch dann durchführen läßt, wenn die laboratoriumsmäßigen Voraussetzungen für die Anzucht von Pilzmaterial nicht besonders günstig sind. Bei der „Mycelstückinfektion“ wird man jedoch vorsichtshalber, vor allem, wenn die Versuche bei trockener Witterung angelegt werden, auf die Bedeckung der infizierten ausgepflanzten Kartoffeln mit feuchtem Torf nicht verzichten, obwohl die Knehdner Versuche bewiesen haben, daß die Torfbedeckung nicht unbedingt notwendig zu sein braucht. Ein zur Klärung dieser Frage auf dem Dahlemer Versuchsfeld durchgeführter Parallelversuch „mit“ und „ohne“ Torfbedeckung ergab, daß der Infektionserfolg im ersten Fall größer ist. Der Versuch wurde Ende Juni 1949 mit den Sorten Gemma, Wekaragis, Carnea, Sickingen und Bona angelegt und kam in eine ausgesprochene Trockenperiode hinein. Schon beim Auflauf waren die Parzellen mit Torfbedeckung auffallend schlechter als die ohne Torf. Bei der Ernte stellte sich dann heraus, daß die relativen Erntegewichte (Kontrolle = 100%) bei den Parzellen mit Torf um etwa 20% tiefer lagen als bei den Beeten ohne Torfbedeckung.

3. Ergebnisse.

Die Ergebnisse Dahlem-Knehdn lassen sich gemeinsam besprechen; und zwar sollen hier, um zu vergleichbaren Resultaten zu kommen, nur die Mycelinfektionen einander gegenübergestellt werden. Deutliche Anfälligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Sorten waren bereits beim Auflaufen zu erkennen. In Tabelle 1 sind die relative Auflaufverzögerung und die mittlere Wüchsigkeit der Pflanzen eingetragen. Es geht daraus hervor, daß in Dahlem die Sorten Flava, Carnea, Parnassia, Voran, Flämingsstärke, Erstling verhältnismäßig starke Auflaufschäden zeigten, während in Knehdn Priska, Parnassia, Olympia, Merkur, Bona, Böhm's Mittelfrühe, Frühnudel, Robusta, Erika und Ostbote relativ am stärksten geschädigt wurden. In Dahlem hatte etwa die Hälfte der geprüften Sorten nur schwache bzw. keine Auflaufschäden; im Gegensatz zu Knehdn. Hier waren nur die Sorten Flava, Gemma, Erntedank, relativ schwächer und Wekaragis gar nicht beeinträchtigt worden. Die übrigen Sorten zeigten mittelstarken Befall. Auffällig ist, daß Flava in Dahlem stark, in Knehdn aber nur relativ schwach geschädigt wurde; und umgekehrt Priska, Olympia und Merkur nur eine schwache Auflaufverzögerung in Dahlem, aber eine relativ starke Auflaufverzögerung in Knehdn aufzuweisen hatten. Recht gut ist die Übereinstimmung bei Parnassia einerseits, die in Dahlem und Knehdn schlecht aufgelaufen ist und bei Erntedank und Gemma, andererseits, die an beiden Versuchsorten sich nicht viel anders verhielten als die Kontrollen.

Die Unterschiede zwischen infizierter Parzelle und Kontrolle verwischten sich bei den einzelnen Sorten im Laufe der Vegetationsperiode immer mehr. Zur Blütezeit waren sie auch nicht mehr andeutungsweise vorhanden. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung der *Rhizoctonia*-Sortenanfälligkeit sind die Ernteergebnisse. Sie sind in relativen Zahlen (Kontrolle = 100%) in Abb. 8 graphisch dargestellt. In Dahlem wurde das Durchschnittsknollengewicht und die Durchschnittsknollenzahl (Knollen mit Durchmesser über 3,5 cm) von 25 Stauden; in Knehdn von

nur 10 Stauden ermittelt. Bei Betrachtung der Erntegewichte in Abb. 8 überrascht zunächst die Tatsache, daß die Werte in Knehdn fast durchweg tiefer liegen als in Dahlem. Das würde eben wieder besagen, daß die Krankheit in Knehdn ganz allgemein stärker auftritt als in Dahlem. Der Parasit findet hier anschei-

relativen Erntegewichte liegen zwischen 86 und 100%. Bei Voran, Aquila, Erntedank, Merkur, Hilla, Flämingsstärke, Erstling, Viola und Deodara lieferten die Mycelinfektionen höhere Erträge als die Kontrollen. In Knehdn zeigen eine relativ schwache Depression der Erntegewichte auf Werte zwischen 80 und

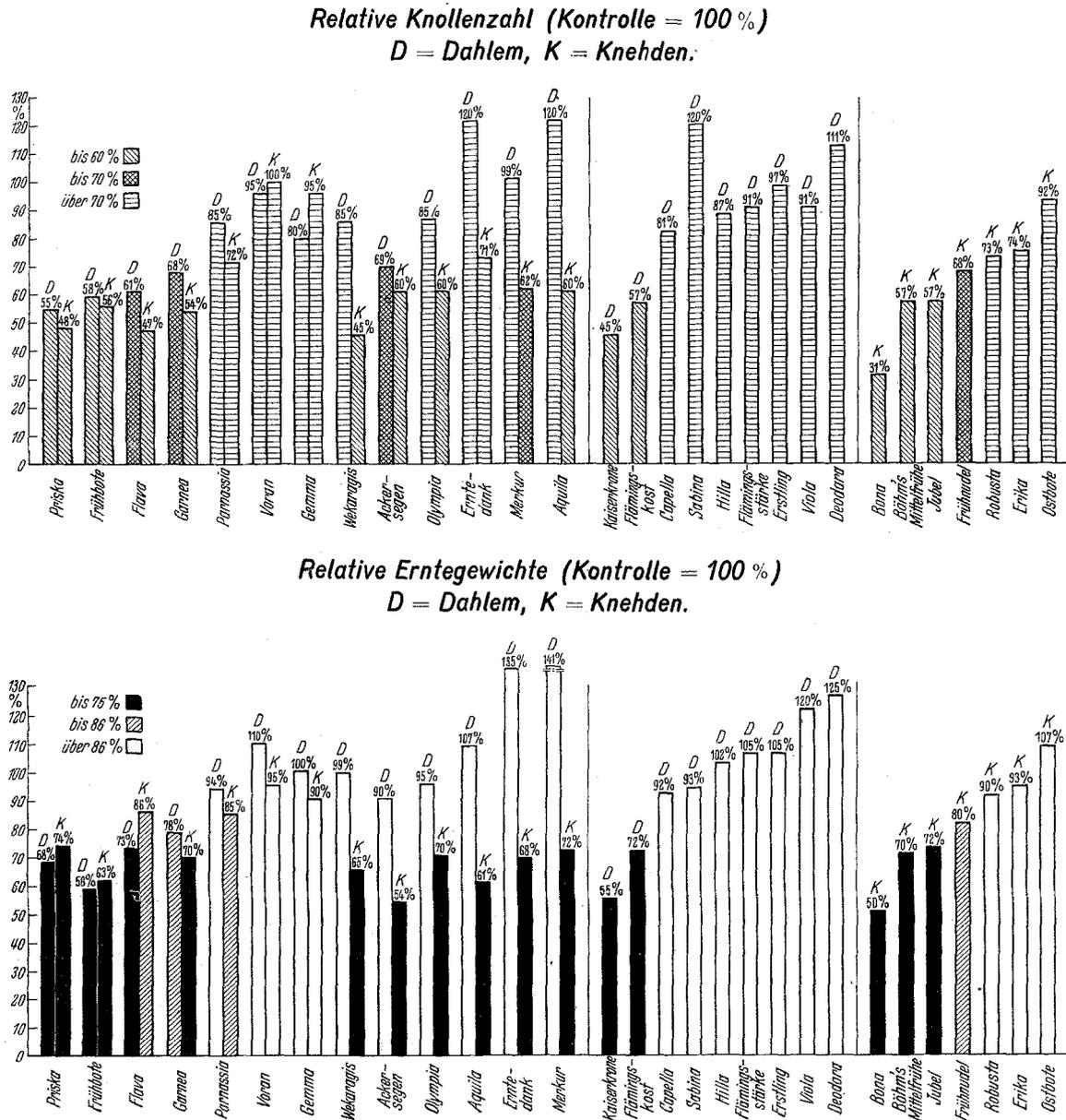


Abb. 8.

nend, wie schon hervorgehoben wurde, die günstigeren Entwicklungs-, Infektions- und Befallsbedingungen vor.

Was können wir nun den Erntegewichts-Ergebnissen für die Sortenanfälligkeitsfrage entnehmen? Den relativ stärksten Abfall der Erträge auf Werte zwischen 50 und 75% zeigen in Dahlem die Sorten: Priska, Frühbote, Flava, Kaiserkrone und Flämingskost; in Knehdn fast die Mehrzahl der angebauten Sorten: Priska, Frühbote, Carnea, Wekaragis, Ackersegen, Olympia, Aquila, Erntedank, Merkur, Bona, Böhm's Mittelfröhe und Jubel. Verhältnismäßig gering sind die Ertragsdepressionen in Dahlem bei Parnassia, Gemma, Wekaragis, Ackersegen, Olympia, Capella und Sabina. Die

100% die Sorten: Flava, Parnassia, Voran, Gemma, Frühmudel, Robusta und Erika. Auffällig ist, daß die Erntegewichte Dahlem—Knehdn bei den Sorten Wekaragis, Ackersegen, Olympia, Aquila, Erntedank, Merkur, ein uneinheitliches Verhalten zeigen und zwar in dem Sinne, daß die Mehrzahl dieser Sorten in Dahlem entweder ausgesprochen widerstandsfähig (Aquila, Erntedank, Merkur) oder nur schwach anfällig (Wekaragis, Ackersegen, Olympia), in Knehdn hingegen offensichtlich anfällig sind. Recht befriedigend ist dagegen die Übereinstimmung bei 1. Priska, Frühbote; 2. Flava, Carnea und 3. Parnassia, Voran, Gemma. Unter den auf ihre Anfälligkeit in Dahlem und Knehdn gleichzeitig geprüften Sorten sind Priska und

Frühbote am anfälligsten. Sie lieferten an beiden Versuchsorten relativ niedrige Ernten unter 75% (68% und 58% in Dahlem; 74% und 63% in Knehdn). Bei den Sorten Parnassia, Voran, Gemma liegen die Ernten in Dahlem bei 94%, 110% und 100%, in Knehdn bei 85%, 95% und 90%. Hier handelt es sich offenbar um relativ widerstandsfähige Sorten. Zwischen diese beiden Gruppen könnte man vielleicht die

Ackersegen auch hier wieder die gleichen Sorten wie oben, Wekaragis, Olympia, Erntedank, Merkur und Aquila. Bei ihnen ist die Knollenzahl in Dahlem nur schwach oder gar nicht beeinträchtigt (relative Knollenzahl zwischen 85% und 120%); in Knehdn dagegen relativ stark herabgesetzt (Knollenzahl zwischen 45% und 71%). In der Gruppe der relativ anfälligsten mit Priska und Frühbote ist die Knollenzahl wieder relativ

Tabelle 1.

Sorte	Dahlem			Knehdn		
	Auflaufverzögerung	Vegetationszustand beim pft	Kontrolle	Auflaufverzögerung	Vegetationszustand beim pft	Kontrolle
Priska	gering	schwach-mäßig	mäßig-gut	stark	mäßig	gut
Frühbote	mittel	schwach	mäßig	mittel	mäßig	gut
Flava	stark	mäßig	mäßig-gut	gering	gut	gut
Carnea	stark	mäßig	mäßig	mittel	mäßig-gut	gut
Parnassia	stark	schwach-mäßig	mäßig	stark	mäßig	gut
Voran	mittel-stark	schwach-mäßig	mäßig			
Gemma	gering	schwach	schwach	gering	schwach	mäßig
Wekaragis	mittel	schwach-mäßig	schwach-mäßig	keine	gut	gut
Ackersegen	gering	schwach	schwach	mittel	mäßig	mäßig
Olympia	gering	schwach-mäßig	mäßig	stark	mäßig	gut
Aquila	gering	schwach-mäßig	mäßig	mittel	mäßig	mäßig
Erntedank	gering	mäßig-gut	mäßig-gut	gering	mäßig	mäßig
Merkur	gering	schwach	schwach	stark	mäßig	gut
Kaiserkrone	gering	schwach	mäßig			
Flämingskost	mittel	mäßig	schwach			
Capella	mittel	mäßig	mäßig			
Sabina	mittel	schwach	schwach			
Hilla	keine	schwach-mäßig	schwach-mäßig			
Flämingsstärke	mittel-stark	mäßig	mäßig			
Erstling	stark	mäßig	mäßig			
Viola	gering	schwach	schwach			
Deodara	keine	mäßig	mäßig			
Bona				stark	mäßig	gut
Böhm's Mittel-frühe				stark	gut	gut
Jubel				mittel	mäßig	gut
Frühnudel				stark	mäßig	gut
Robusta				stark	schwach	mäßig
Erika				stark	mäßig	gut
Ostbote				stark	schwach-mäßig	gut

Sorten Flava und Carnea stellen; Flava mit einem Ertrag von 73% in Dahlem und 86% in Knehdn, und Carnea mit 78% in Dahlem und 70% in Knehdn.

Eine ähnliche Gruppierung ergibt sich, wenn wir jeweils die Knollenzahl miteinander vergleichen. Die Werte liegen im großen und ganzen in Knehdn wieder niedriger als in Dahlem; und zwar sind die Differenzen zwischen den entsprechenden Knollenzahlen noch etwas höher als bei den Erntegewichten. In der Gruppe, für die ein eindeutiges Verhalten nicht angegeben werden kann, stehen mit Ausnahme von

am niedrigsten: 55% und 58% in Dahlem und 48% und 56% in Knehdn. Vollständig erscheint auch wieder die Gruppe der relativ schwach anfälligen. Bei Parnassia, Voran, Gemma tritt das gleichsinnige Verhalten ganz eindeutig zu Tage. Die Werte liegen in Dahlem zwischen 80% und 95%, in Knehdn zwischen 72 und 100%, also relativ hoch! Nicht ganz klar ist wieder die Stellung von Flava und Carnea. Diese Sorten lassen sich vielleicht am besten in der Nähe von Frühbote und Priska, also neben den relativ anfälligsten Sorten unterbringen.

Es wäre nun zu erwarten, daß zwischen diesen Erntewerten und den Resultaten der Auflaufbonitierung in Tabelle 1 ein Zusammenhang besteht. Mit anderen Worten: es müßte bei der Ernte annähernd die gleiche Gruppierung hervortreten wie vorher beim Auflauf. Das ist aber nur bedingt der Fall. So hätten beispielsweise folgende Sorten mit einer starken Auflaufverzögerung: Flava, Carnea, Parnassia, Voran, Flämingsstärke und Erstling in Dahlem; und Priska, Parnassia, Olympia, Merkur, Bona, Böhm's Mittelfrühe, Frühnudel, Robusta, Erika und Ostbote in Knehden relativ niedrige Ernten haben müssen. Eine Koordination der Resultate der Auflaufbonitierung mit den Erntewerten ist aber nur möglich bei Flava und Carnea in Dahlem und bei Priska, Olympia, Merkur, Bona, Böhm's Mittelfrühe in Knehden. Hervorheben möchten wir noch, daß bei der Sorte Gemma die zu erwartende Übereinstimmung deutlich hervortritt. Gemma ist sowohl in Dahlem, als auch in Knehden verhältnismäßig gut aufgelaufen und zeigte auch später eine nur relativ schwache Beeinträchtigung der Erntewerte. Bei den meisten anderen Sorten ist dieser Zusammenhang nicht vorhanden. Worauf diese Diskrepanz zurückzuführen ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Es spricht viel für die Wahrscheinlichkeit, daß einerseits die Auflaufschäden durch ein hohes Regenerationsvermögen ausgeglichen worden sind, und daß andererseits durch unterirdische Schäden an Wurzeln, Stolonen und Knollenanlagen, über deren Ablauf noch wenig bekannt ist, stärkere Ausfälle hervorgerufen wurden. Die bisherigen Versuchsergebnisse zeigen jedenfalls deutlich, daß sich aus der Höhe der Auflaufschäden allein keineswegs sichere Schlußfolgerungen auf die *Rhizoctonia*-Anfälligkeit der Sorten ziehen lassen. Ebenso bildet auch das Fehlen von Wachstumsdepressionen oder anderen oberirdisch in Erscheinung tretenden Krankheitsmerkmalen noch keinen Maßstab für die *Rhizoctonia*-Resistenz einer Sorte.

Häufig wird eine Erscheinungsform des *Rhizoctonia*-Pilzes, die nicht auf den unmittelbar geschädigten Organen, sondern auf den Knollen aufzutreten pflegt, als Kriterium für den Befall einer Kartoffelsorte gewertet, die sog. Pockenbildung. Es handelt sich dabei um jene charakteristischen, schwarzbraunen Pocken, durch die die Knolle unmittelbar nicht geschädigt wird, die vielmehr lediglich eine oberflächliche Auflagerung von Sklerotien darstellen. Die Verbindung mit der Knolle ist hierbei so locker, daß sich die Pocken schon mit dem Fingernagel leicht entfernen lassen, so daß darunter die unverletzte Schale zum Vorschein kommt. Auch in der Reinkultur findet Sklerotienbildung statt. Jedoch sehen diese Sklerotien hier ganz anders aus als auf der Kartoffelschale. Sie sind lockerer und heller gefärbt. Worauf diese unterschiedliche Entwicklung zurückzuführen ist, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Über die Bedingungen, die zur Sklerotienbildung führen, wissen wir z. Zt. noch nicht viel. Nach den Untersuchungen von BRITON-JONES (2) an *Rhizoctonia*-Reinkulturen soll eine Beziehung zwischen der Sklerotienbildung einerseits und der Beschaffenheit des Substrates und der Luftfeuchtigkeit andererseits bestehen. Inwieweit der Sklerotienbesatz der Kartoffelknolle im Freiland dem Einfluß der gleichen Bedingungen unterliegt, bleibt noch zu untersuchen. In Kreisen der Praxis ist man vielfach der Meinung, daß

starker *Rhizoctonia*-Befall der Stauden auch eine üppige Sklerotienentwicklung auf den Knollen nach sich zieht. Zur Entscheidung dieser Frage wurden alle in Dahlem und Knehden angebauten Sorten auf Sklerotienbefall bonitiert. In Dahlem waren durchgängig bei allen Sorten die Sklerotien gleichmäßig und überwiegend schwach ausgebildet. Nur ganz geringfügige Unterschiede ergaben sich zwischen infizierten Parzellen und den, durch den im Boden saprophytisch lebenden Pilz spontan befallenen Kontrollen. Bei allen Kontrollen war aber auch stets ein mehr oder minder hoher Prozentsatz der Knollen sklerotienfrei. In Knehden war der Sklerotienbesatz bei den einzelnen Sorten unterschiedlich und im großen und ganzen bei den Kontrollen auch wieder schwächer als bei den infizierten Parzellen. Eine eindeutig greifbare Beziehung zwischen Sklerotienbefall der Knolle und Befallsgrad der Staude konnten wir jedoch aus diesen Ergebnissen nicht herauslesen. Zur Veranschaulichung dieser Tatsache sollen die Mitteilungen in nachstehender Tabelle 2

Tabelle 2.

Sorte	Befall im Freilandversuch ¹	Sklerotienbesatz	
		beimpft	Kontrolle
Priska	stark	schwach	mittel
Frühbote	stark	schwach	mittel
Flava	mittel	stark	stark
Carnea	stark	schwach	schwach
Parnassia	mittel	mittel	schwach
Voran	schwach	schwach	schwach
Gemma	schwach	stark	schwach
Ackersegen	stark	mittel	mittel
Olympia	stark	sehr stark	mittel
Aquila	stark	mittel	schwach
Erntedank	stark	schwach	schwach
Bona	stark	mittel	schwach
Jubel	stark	schwach	schwach
Robusta	schwach	schwach	schwach

¹ Relatives Erntegewicht, herabgesetzt auf:

50—75% = stark
75—86% = mittel
86—100% = schwach

dienen, in der wir für einige Sorten aus dem Feldversuch Knehden Sklerotienbesatz der Knollen und Verhalten der Stauden gegenüber *Rhizoctonia solani* eingetragen haben.

IV. Zur Diskussion der Ergebnisse.

In Tabelle 3 ist das Verhalten der untersuchten Kartoffelsorten nach Infektion in der Feuchtkammer und in der Feldprüfung gegenübergestellt. Dabei ist bemerkenswert, daß sich eine Reihe von Sorten bei der feldmäßigen Prüfung gerade umgekehrt verhielt, wie im Feuchtkammerverfahren im Laboratorium, darunter vor allem die Sorten Erstling und Voran. Sie waren im Feuchtkammerinfektionsversuch relativ stark anfällig, in der Feldprüfung relativ widerstandsfähig. Es liegt die Vermutung nahe, daß es sich hier um Sorten handelt, die an und für sich anfällig sind aber über eine gewisse Feldresistenz bzw. Unempfindlichkeit verfügen. Eine gute Übereinstimmung der Befunde liegt vor bei Priska, Frühbote (relativ stark anfällig), Flava, Carnea (mäßig) und Gemma (relativ schwach anfällig).

Das Gesamtergebnis der Versuche führt uns zu folgender zunächst als Arbeitshypothese zu wertenden Vorstellung: alle von uns geprüften Sorten und möglicherweise alle derzeitigen Kultursorten sind anfällig. Bei einigen Sorten sind spezifische Unterschiede im Anfälligkeitsverhalten vorhanden, die

Tabelle 3.

Sorte	Befall im Laboratorium ¹	Befall im Freilandversuch ²	
		Dahlem	Knehen
Priska	stark (+++)	stark	stark
Frühbote	stark (+++)	stark	stark
Flava	mittel (++)	stark	mittel
Carnea	mittel (++)	mittel	stark
Voran	stark (+++)	nicht befallen	schwach
Gemma	schwach (+)	nicht befallen	schwach
Olympia	stark (+++)	schwach	stark
Aquila	schwach (+)	nicht befallen	stark
Kaiserkrone	mittel (++)	stark	
Flämingskost	stark (+++)	stark	
Capella	mittel (++)	schwach	
Flämingsstärke	schwach (+)	nicht befallen	
Erstling	stark (+++)	nicht befallen	
Viola	schwach (+)	nicht befallen	
Böhm's	schwach (+)		stark
Mittelfrühe			
Frühnudel	schwach (+)		mittel

¹ Siehe Bonitierungsschema S. 259.

² Relatives Erntegewicht, herabgesetzt auf:

50—75% = stark

75—86% = mittel

86—100% = schwach.

allem Anschein nach auf erblich bedingte Konstitutionsunterschiede zurückzuführen sind. Die meisten Sorten jedoch reagieren nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht eindeutig. Ihr Verhalten unterliegt in stärkerem Maße der Beeinflussung durch äußere Faktoren. Nicht die Konstitution sondern die Disposition bestimmt bei ihnen Auftreten und Verlauf der Krankheit. Zur Klärung dieses Fragenkomplexes sind vergleichende Infektionsversuche auf breiter Basis in der Feuchtkammer, im Gefäß und unter Freilandbedingungen eingeleitet. Nach den bisherigen Erfahrungen wird auf die feldmäßigen Prüfungen zunächst noch besonderes Gewicht zu legen sein. Um festzustellen, wie weit Konstitution und Disposition der Wirtspflanze durch edaphische und klimatische Faktoren beeinflußt werden können, sollen die Freilandinfektionsversuche während mehrerer Jahre an mehreren Anbauorten mit der Mycelstück-Infektionsmethode durchgeführt werden.

Für den Versuch der Auslese völlig *rhizoctonia*-freier Kartoffeln muß Material von besonders großer genetischer Streubreite, wie wir es in den „Wildkartoffeln“ besitzen herangezogen werden. Trotz aller sonstigen Nachteile bieten hier voraussichtlich die zahlreichen knollentragenden *Solanum*-Arten außerhalb der Art *Solanum tuberosum* vielfältige Möglichkeiten.

Für die praktische Kartoffelzüchtung ergibt sich aus den bisherigen Versuchsergebnissen, daß bei dem derzeit in der Praxis benutzten Ausgangsmaterial wenig Aussicht besteht, Formen mit echter *Rhizoctonia*-Resistenz aufzufinden. Dagegen dürfte der Weg der Suche nach Feldresistenz bzw. Unempfindlichkeit auch heute bereits gangbar sein. Es wird sich dabei

um die Auffindung von Stämmen oder Sorten handeln, die, sei es durch erhöhte Regenerationsfähigkeit, sei es durch einen abweichenden Entwicklungsrhythmus oder andere Eigenschaften, in der Lage sind, *Rhizoctonia*-Befall auszugleichen, und obwohl sie nicht befallsfrei bleiben keine oder nur unwesentliche Ertragsdepressionen erleiden. Leider stehen uns zur Beurteilung dieser Eigenschaften noch keine einfachen im Laboratorium durchführbaren Testverfahren zur Verfügung. Wir können dafür den umständlichen und zeitraubenden Feldversuch, der möglichst an verschiedenen Orten parallel laufen mußte, vorerst noch nicht entbehren. Es dürfte zweckmäßig sein, für diese Feldversuche regelrechte *Rhizoctonia*-Prüffelder anzulegen. Man wählt dazu am besten ein Feldstück aus, das als „*Rhizoctonia*-Lage“ bekannt ist. Dieser Schlag oder Schlagteil mußte dann aus der Fruchtfolge ausscheiden und in möglichst kurzfristiger Folge, am besten wohl in zweijährigem Wechsel mit Leguminosen, den *Rhizoctonia*-Infektionsversuch tragen. Die dadurch im Laufe der Jahre eintretende gleichmäßige und starke *Rhizoctonia*-Verseuchung des Bodens wird die in jedem Jahre zu wiederholende künstliche Infektion der Knollen zwar nicht überflüssig machen, wird aber bestimmt zur Erhöhung des Infektionserfolges und damit zur Sicherung der Versuchsergebnisse beitragen.

Zusammenfassung.

Für die vergleichende Prüfung von Kartoffelsorten auf *Rhizoctonia*-Anfälligkeit bzw. -Widerstandsfähigkeit wurden eine bequem zu handhabende laboratoriumstechnische Prüfmethode und geeignete Infektionsverfahren für Gefäß- und Freilandversuche ausgearbeitet.

Damit wurden folgende Ergebnisse erzielt: Alle geprüften Kartoffelsorten sind anfällig. Graduelle Anfälligkeitsunterschiede konnten mit den genannten Infektionsverfahren im Laboratorium und Freiland festgestellt werden. Die Resultate von Laboratoriums- und Freilandinfektionsversuchen stimmten nur bei einigen Sorten überein. Bei einer Reihe von Sorten war ein eindeutiges Verhalten weder bei den an zwei Orten gleichzeitig angelegten Freilandversuchen noch bei den in Laboratorium und Freiland vergleichend durchgeführten Prüfungen, festzustellen.

Literatur.

1. BRAUN, H.: Der Wurzelrot der Kartoffel, *Rhizoctonia solani* K. Monographien z. Pflanzenschutz 5, Verlag J. Springer, Berlin 1930. — 2. BRITON-JONES, H. R.: Mycological work in Egypt. during the period 1920—1922. Min. Agricult. Egypt. Techn. a. sci. Service Bull. 49, 1925. — 3. CORSANT, I. N.: Studies of the *Rhizoctonia* disease of potatoes. Science, N. S. 42, 582—583 (1915). — 4. EHRKE: Die Aussichten in der *Rhizoctonia*- und Schorfbekämpfung. Mitt. f. d. Landw. 54, 525—526 u. 547—549 (1939). — 5. LEPIK, E.: Beitrag zur Beizung der Pflanzkartoffeln. Nachrichten Schädlingsbekämpfung 13, 55—61 (1938). — 6. LUDBROOK, W. V.: Potatoes: *Rhizoctonia solani*. In Commonwealth Scient. Industr. Res. Org. Ann. Rept. for 1948—49. Canberra, Australia (Briefliche Mitteilung). — 7. MÜLLER, K. O.: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Hypochnus solani* P. u. D. (*Rhizoctonia solani* K.). Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 13, 197—262 (1924). — 8. MÜLLER, K. O.: Über die Schädwirkung der *Rhizoctonia solani* K. bei der Kartoffel. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. Neue Folge 1, 47—51

(1947). — 9. RICHARDS, B. L.: Pathogenicity of *Corticium vagum* on the potato as affected by soil temperature. *J. agricult. Res.* **21**, 459—483 (1921). — 10. RICHARDS, B. L.: Further studies on the pathogenicity of *Corticium vagum* on the potato as affected by soil temperature. *J. agricult. Res.* **23**, 761—770 (1923). — 11. SCHLEUSENER: Was lehren uns die Kartoffelkrankheiten des Jahres 1943. *Mitt. f. d. Landw.* **59**, 141 bis 143 (1944). — 12. STÖRMER, I.: Versuche zur Bekämpfung von Schorf und *Rhizoctonia* bei der Kartoffel durch

quecksilberhaltige Dünge- und Beizmittel. *Nachr. Schädlingsbekämpfung* **13**, 45—55 (1938). — 13. STÖRMER, I.: Weitere Versuchsergebnisse bei der Bekämpfung des Kartoffelschorfes und der *Rhizoctonia solani*. *Nachr. Schädlingsbekämpfung* **14**, 57—65 (1939). — 14. STÖRMER und EBEL, MARIE: *Rhizoctonia*-Bekämpfungsversuche. *Mitt. f. d. Landw.* **59**, 352—353 (1944). — 15. STÖRMER, I.: Maßnahmen zur Gesundheitspflege bei Pflanzkartoffeln. *Mitt. f. d. Landw.* **58**, 475—478 (1943).

Befruchtungsbiologische Untersuchungen an Südtiroler Apfelsorten.

Von K. W. ZANON.

Mit 3 Textabbildungen.

In Anbetracht der Wichtigkeit einer genauen Kenntnis der Blüten- und Befruchtungsbiologie der Obstgewächse und der Tatsache, daß bis heute das Verhalten der einheimischen Südtiroler Apfelsorten (80% des Südtiroler Obstbaumbestandes sind Apfelbäume!) unter sich und mit den eingeführten Sorten bis auf einen Beitrag von BACH (1928) gänzlich unerforscht geblieben ist, habe ich mich im Jahre 1947 entschlossen, eine Serie systematischer Untersuchungen zu beginnen, um diese fühlbare Lücke zu schließen.

Dem großzügigen Entgegenkommen der DOBLHOF'schen Gutsverwaltung, Meran, verdanke ich es, wenn ich meine Versuche in den rationell angepflanzten und gepflegten Obstanlagen dieses Betriebes, der etwa 40 ha Kulturgrund auf einer Meereshöhe von 325 m ü. d. M. umfaßt, durchführen konnte.

Das vorhandene Sortiment umfaßte folgende Apfelsorten:

1. Ananas Renette, 2. Champagner Renette, 3. Champion, 4. Goldparmäne, 5. Gravensteiner, 6. Jonathan, 7. Kalterer Böhmer, 8. Kanada Renette, 9. Köstlicher, 10. Rome Beauty (Morgenduft), 11. Spitzleder, 12. Wagener, 13. Weißer Rosmarin, 14. Winesap.

Wir setzten uns zum Ziel, folgende miteinander verbundene Fragen zu klären:

1. Blühdauer und Blühverlauf der einzelnen Sorten.
2. Keimfähigkeit und Keimkraft des Pollens der verschiedenen Sorten.
3. Sterilität, Unverträglichkeit, bzw. Verträglichkeit verschiedener Kreuzungen, Ermittlung der geeignetsten Befruchtungspartner, Feststellung eventueller Neigung zur Selbstfruchtbarkeit oder von Metaxenien.

Leider waren die uns zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel sehr beschränkt, so daß wir nicht alle möglichen Kreuzungen der erwähnten 14 Sorten vornehmen konnten. Der ursprünglich festgesetzte Versuchsplan mußte außerdem, infolge außergewöhnlich ungünstiger Witterungsverhältnisse während der Blütezeit (starker Wind und Regen!), welche einen Teil des Hüllmaterials versehrte, noch nachträglich reduziert werden. Trotz all dieser Schwierigkeiten, konnten wir 26 verschiedene Kreuzungen der wichtigsten Sorten, außer den dazugehörigen Kontrollen und einigen summarischen Untersuchungen über die Selbststerilität, erfolgreich durchführen. Zur Gewährleistung der Richtigkeit der erzielten Ergebnisse und der größeren Vollständigkeit halber ist es vorgesehen,

diese Versuche in den folgenden Jahren zu wiederholen und auch auf andere Kombinationen auszuweiten.

1. Die Beobachtungen über Blühdauer und Blühverlauf.

Für die vorgesehenen 14 Sorten wurde die Aufblühzeit der ersten Blütenknospen, der Zeitpunkt der Vollblüte und die Beendigung der Blüte in den Obstanlagen des Doblhof-Gutes ermittelt.

Da diese Beobachtungen sich nur auf ein einziges Jahr (1948) und bei ganz wenigen Sorten auf zwei Jahre (1947—1948) erstrecken, können nachfolgende Angaben allerdings nur annähernd die relative Blütezeit (d. h. die Aufblühfolge u. den zeitlichen Abstand der Blüte der verschiedenen Sorten) charakterisieren, da sowohl diese als die Dauer der Blütezeit vom Witterungsverlauf, von der Wüchsigkeit und dem Gesundheitszustand des Baumes, von der Veredlung, vom Ausmaß der letzten Ernte und der gegenwärtigen Blüte, sowie von vielen anderen Faktoren beeinflusst wird.

Um wenigstens einen Teil dieser Fehlerquellen zu vermeiden, wurden möglichst gleichaltrige Bäume in denselben Standorts- und Kulturverhältnissen und mit derselben Baumform (Halbstamm) ausgewählt.

Die ermittelten Daten sind in der nachfolgenden Abb. 1 übersichtlich als Phänogramme graphisch dargestellt.

Auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchungen haben wir die Sorten in den folgenden drei Gruppen eingeteilt:

a) Frühblühend: Gravensteiner, Kalterer Böhmer.

b) Mit mittlerer Blütezeit: Ananas Renette, Champagner Renette, Champion, Goldparmäne, Jonathan, Kanada Renette, Köstlicher, Wagener, Weißer Rosmarin, Winesap.

c) Spätblühend: Rome Beauty, Spitzleder.

Bei einer genaueren Durchsicht der Phänogramme fällt es leicht auf, daß nicht nur weitaus die Mehrheit der untersuchten Apfelsorten ungefähr gleichzeitig blüht und eine mittlere Blütezeit aufweist, sondern daß selbst Sorten, die zwei angrenzenden, und sogar der I. und III. Gruppe angehören, sich in ihrer Blüte genügend überdecken, um die gegenseitige Bestäubung in ausreichendem Maße zu gewährleisten.

Die Dauer der Blüte schwankte von 17—29 Tagen, am kürzesten war sie bei der Sorte „Goldparmäne“,