

Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 8 (1933)

Heft: 4

Artikel: Beiträge zur Kenntnis der Fusariose des Roggens

Autor: Anliker, Johannes

Kapitel: 5.: Topf-Infektionsversuche

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-816980>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

5. Kapitel

Topf-Infektionsversuche

1. Das Versuchsziel

Bestand die Aufgabe der Feld-Infektionsversuche darin, den Einfluss der Bodenart, der Saatgutbeize und der Saatzeit auf den Befall durch *Fusarium* darzutun, sowie die Frage der Sortenanfälligkeit bei schweizerischem Landroggen und Original-Petkuserroggen abzuklären, so sollten die Topfversuche über den Zusammenhang zwischen der Bodentemperatur, der Bodenreaktion und dem Befall durch *Fusarium* Aufschluss geben.

Die Temperaturfrage ist deshalb von besonderem Interesse, weil der Roggen in der kältern Jahreszeit am meisten unter der Fusariose leidet. Die Tatsache, dass die wirtschaftlich bedeutendste Form der Fusariose, der Schneeschimmel, bei niedrigen Aussentemperaturen auftritt, legt die Möglichkeit eines kausalen Zusammenhanges zwischen den tiefen Temperaturen und dieser Krankheitsform nahe. Man kann sich vorstellen, dass normalerweise, bei günstigen Wachstumsbedingungen für den Wirt, es dem Parasiten, in unserem Falle den Fusarien, nicht gelingt, den Roggen zu befallen, sondern dass für das Zustandekommen einer Infektion niedrige Temperaturen notwendig sind. Da die Lebensvorgänge beim Wirt unter diesen Voraussetzungen gehemmt sind, stehen dem Eindringen eines Parasiten infolge der verminderten Abwehrmassnahmen keine grossen Schwierigkeiten mehr im Wege. Andererseits ist für das Gelingen einer Infektion erforderlich, dass der Parasit bei den tiefen Temperaturen noch ausreichend gedeihen kann. Der Erfolg einer Infektion würde also davon abhängen, was für Ansprüche Wirt und Parasit an die Temperatur stellen.

Die Temperaturansprüche verschiedener *Fusarium*-Arten (wie *F. nivale*, *F. herbarum*) wurden in Kapitel III eingehend besprochen. Von den uns hier interessierenden Arten wächst z. B. *Fusarium nivale*, Stamm 302, auf künstlichen Substraten optimal bei 21—24° C, *F. herbarum*, Stamm 204, bei 24—27° C. Als untere Wachstumsgrenze

wurden für *F. nivale*, Stamm 302, Temperaturen unter 0° (bis etwa -2°), für *F. herbarum* solche von +3 bis -1,0° C beobachtet. Weitere Angaben sind der Tabelle 7 (S. 30) zu entnehmen.

Der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum des Roggens wurde in einem besonderen Versuch geprüft. In je 70 Steingtöpfe wurden 35 Körner Lenzburgerroggen und Petkuserroggen ohne Infektion auf neutrale Erde ausgesät (siehe S. 77). Je 5 Töpfe jeder Sorte gelangten in einen mit Wasser gefüllten, auf eine bestimmte Temperatur eingestellten Trog. 14 solcher Tröge bildeten eine Temperaturreihe von 3–42° C, wobei das Intervall zwischen 2 Trögen 3° betrug (siehe TANJA, 1933, S. 403 ff.). Die übrigen Versuchsanordnungen entsprachen vollständig den hier zu beschreibenden Infektionsversuchen (siehe S. 76 ff.). In Tabelle 26 sind die Erträge dieses Versuches zusammengestellt. Die 5 Töpfe jeder Roggensorte ergaben folgende Trockengewichte.

Tab. 26 Kontrollversuch ohne Infektion. Erträge (Blätter und Wurzeln) von Lenzburger- und Petkuserroggen in g Trockensubstanz.

Temperatur	Lenzburgerroggen	Petkuserroggen
° C	g	g
6,1	3,1	4,0
7,2	7,9	9,7
10,9	10,8	12,3
13,1	11,0	10,9
15,1	9,5	12,7
17,1	13,2	14,9
18,3	17,7	15,8
20,5	16,0	16,7
22,0	15,9	15,6
25,4	12,4	16,8
26,1	13,1	16,4
30,6	12,0	12,1
33,0	10,9	11,7
34,1	6,3	3,3

Aus den Trockensubstanzerträgen geht übereinstimmend für beide Roggensorten als obere Wachstumsgrenze eine Bodentemperatur von etwa 33° C hervor. Bei der höchsten Temperaturstufe von rund 34° waren nur noch vereinzelt gesunde Pflanzen vorhanden. Die Bodentemperatur von 6° ermöglichte beiden Sorten ein zwar verlangsamtes, aber gesundes Wachstum. Lenzburgerroggen wächst optimal zwischen 18,3 und 22,0° Bodentemperatur. Petkuserroggen zeigt ein

breiteres und höheres Wachstumsoptimum zwischen den Temperaturen von 20,5 und 26,1° C; er benötigt also für seine Entwicklung mehr Wärme. Der gewöhnliche schweizerische Landroggen, der nicht in die Untersuchungen einbezogen wurde, dürfte sich hinsichtlich seiner Temperaturansprüche ähnlich dem Lenzburgerroggen verhalten.

Aus den obigen Darlegungen ist ersichtlich, dass die Wachstumskurven in bezug auf die Temperaturansprüche von Lenzburgerroggen und Petkuserroggen einerseits und *Fusarium nivale* und *F. herbarum* fast zusammenfallen. Die Wachstumsoptima der beiden *Fusarium*-Arten liegen beinahe vollständig im Bereich der für die Entwicklung der Roggensorten günstigsten Temperaturen. *Fusarium nivale* gedeiht bei 24° C noch sehr gut, während der Lenzburgerroggen bei dieser Temperatur sein Optimum schon überschritten hat. Diese kleinen Unterschiede besitzen aber für den Verlauf der Infektion wohl keine Bedeutung. Wichtiger sind die Verschiedenheiten der untern Wachstumsgrenzen: Während bei 0° die Entwicklung des Roggens aufhört, vermag *Fusarium nivale* noch unterhalb dieses Punktes zu gedeihen, auch *F. herbarum* zeigt auf Malzagar noch ein sehr schwaches Wachstum. Theoretisch könnte man also in diesem Temperaturgebiet, nahe der Wachstumsgrenzen, eine stärkere Infektion erwarten, da hier der Parasit gegenüber dem Wirt im Vorteil ist.

Man kann sich aber auch vorstellen, dass eine Infektion weniger an die Temperaturbedingungen gebunden sei, als dies soeben dargestellt wurde. Es braucht auf der Seite des Wirtes nicht unbedingt ein Schwächezustand vorhanden zu sein. Unter den echten Parasiten sind eine Reihe bekannt, die den Wirt auch unter Bedingungen befallen, die für seine Entwicklung günstig sind. In diesem Zusammenhang ist die Frage nach dem Einfluss der Temperatur auf die Infektion auch von Bedeutung für die immer noch umstrittene Auffassung über den Parasitismus von *Fusarium nivale* und verwandter Arten. Erfolgt eine Infektion auch unter nahezu optimalen äusseren Bedingungen, so würde *Fusarium nivale* oder *F. herbarum* zu den echten Parasiten zu zählen sein; tritt sie dagegen nur unter für die Wirtspflanzen ungünstigen Verhältnissen auf, so wird man geneigt sein, die Pilze für Schwächeparasiten zu halten. Die ausgeführten Versuche gestatten, einige Rückschlüsse über die Natur der parasitischen Verhältnisse von *Fusarium nivale* zu ziehen.

Während SCHAFFNIT (1911, 1912) *Fusarium nivale* zu den echten Parasiten zählt, greift neuerdings BALTZER (1930) diese Auffassung an. Auf Grund des geringen Infektionserfolges mit *Fusarium nivale* spricht dieser Autor dem genannten Pilze jede Art von Parasitismus ab. PEUSER (1931) sucht wiederum die Pathogenität von *Fusarium*

nivale zu beweisen. In seinen neuern Arbeiten neigt SCHAFFNIT (1930) mehr zu der Ansicht, dass *Fusarium nivale* wohl zu den echten Parasiten gehöre, dass aber die Schneeschimmelbildung einen Spezialfall der Roggenfusariose darstelle.

Vom praktischen Standpunkt aus betrachtet ist *Fusarium nivale*, und mit ihm auch andere Arten, ein gefährlicher Schädling des Roggenbaues. Die Frage, ob der Pilze als echter oder als fakultativer Parasit oder gar als Saprophyt anzusprechen sei, hat für die landwirtschaftliche Praxis keine wesentliche Bedeutung.

Für das Gelingen einer Infektion ist neben den Temperaturverhältnissen ausschlaggebend, ob sowohl Wirtspflanze wie Parasit die für ihre Entwicklung günstige Reaktion vorfinden. Die Reaktionsansprüche der Parasiten wurden an früherer Stelle besprochen (Seite 30). Es bleibt hier noch übrig, auf die Reaktionsansprüche des Roggens einzutreten. LUNDEGÅRDH (1923), MCILVAINE und SALTER (1920) und HOPKINS (1922 zit. bei LUNDEGÅRDH, 1923) finden im allgemeinen bei Roggen und Weizen mit abnehmender Azidität der Keimungsflüssigkeit zunehmende Keimprozentage. LUNDEGÅRDH (1923) beobachtet für Roggen zwei Keimungsoptima, das eine bei pH 7,0, das andere bei pH 4,8—5,2. MÜLLER (1926) stellt mit LEMMERMANN und FRESENIUS (1922, zit. bei LEHMANN und AICHELE, 1931) fest, dass Roggen (Petkuserroggen) relativ widerstandsfähig gegen freie Bodensäuren ist. ARRHENIUS (zit. bei WIEGNER, 1926) gibt für Schweden als Gebiet besten Roggenwachstums pH 5,0—6,0 an; nach anderen Autoren (KAPPEN, 1929, S. 250) wächst Roggen bei pH 5,0—7,0 optimal.

Nach den erwähnten Angaben über die Reaktionsansprüche von Roggen und *Fusarium nivale* und *F. herbarum* müsste man eine stärkere Infektion besonders bei alkalischer Bodenreaktion erwarten. Im Gebiet des Neutralpunktes, wo sich Parasit und Wirt optimal entwickeln, wie bei saurer Reaktion, die dem Roggen besser zusagt, sind die Bedingungen für eine bedeutendere Infektion nicht gegeben.

Die Topfversuche wurden, analog den im 4. Kapitel beschriebenen Feldversuchen, mit schweizerischem Landroggen und Original-Petkuserroggen durchgeführt. In den Versuchen 9 und 10 trat an die Stelle des Landroggens der aus diesem durch Auslese hervorgegangene, genetisch einheitlichere Lenzburgerroggen. Die Untersuchungen gestatten somit, auch Schlüsse über die Anfälligkeit der genannten Sorten gegenüber *Fusarium nivale* und *F. herbarum* zu ziehen.

Die vorliegenden Versuche wurden im Versuchshaus des Institutes für spezielle Botanik der E. T. H. in Zürich ausgeführt, wo

in zwei Abteilungen je 14 mit Wasser gefüllte, auf verschiedene Temperaturen eingestellte Holztröge zur Verfügung stehen. Jeder Trog fasst 10 Steinguttöpfe, die bis etwa 3—4 cm unter den obern Rand in das Wasser eintauchen. Die genaue Beschreibung der Einrichtung findet sich bei TANJA (1933, S. 403—407), worauf hier verwiesen sei.

2. Versuchsmethodik

a) Das Saatgut

Für die Topfversuche diente das gleiche Saatgut, das für die Feldversuche Verwendung fand. Angaben über die Keimfähigkeit des Landroggens und Petkuserroggens finden sich auf Seite 39. Lenzburgerroggen keimte im Mittel mit 96,6%. Vom Petkuserroggen wurden für jeden Versuch 200 g, vom Landroggen 150 g ungebeizte Körner abgewogen. Das angegebene Gewicht entspricht der Menge für 140 Töpfe.

b) Das Infektionsmaterial

Zur Infektion mit *Fusarium herbarum* (Stamm Baarn und Stamm 204) wurden Kulturen auf sterilem Reis verwendet. Je 15 g Speisereis wurden mit 45 ccm destilliertem Wasser in einen 400 ccm fassenden Erlenmeyerkolben gegeben und dreimal je 1 Stunde bei 1 Atm. Druck sterilisiert. 8 Tage nach der Impfung war in der Regel die ganze Fläche des Substrates vom Pilz bewachsen und reichlich mit Konidien durchsetzt. Für je 10 Töpfe, also für 350 Körner, wurde eine *Fusarium*-Kultur bereit gehalten. Die Kulturen hatten zu Beginn der Versuche ein Alter von 2 bis 4 Wochen. Zur Gewinnung der Konidien suspension wurde der ganze Inhalt eines Kolbens mit möglichst wenig Leitungswasser herausgespült und mit der Hand zerdrückt. Alle 14 Kulturen von *Fusarium herbarum* ergaben auf diese Weise 2—3 Liter konzentrierter Sporenaufschwemmung. *Fusarium nivale* wurde zur Erzielung von Konidien in Erlenmeyerkolben auf Hafermehlagar mit Zusatz von Glycerin und Milchsäure (siehe S. 13) kultiviert.

c) Die Infektion des Saatgutes

Die abgewogene Menge Körner wurde hierauf mit der Konidienaufschwemmung übergossen. In dieser Lösung verblieben die Körner während $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden; bei den ersten Versuchen auch bis 12 Stunden. Dieses längere Eintauchen geschah hauptsächlich in Anlehnung an die Versuche von SCHAFFNIT (1912) und APPEL (1925), die die besten Infektionsresultate erhielten, wenn die Sporen in die Fruchtschalen der Körner einzuwachsen begannen. Bei den folgenden Versuchen

wurde jedoch das Eintauchen des Saatgutes in die Sporensuspension wieder auf höchstens zwei Stunden verkürzt, um das starke Aufquellen der Körner und eine etwaige Schädigung der Keimkraft zu vermeiden. Ich gelangte so selbständig zu einer ähnlichen Infektionsmethode, wie sie BALTZER (1930) beschreibt. Nach der angegebenen Zeit wurde die überstehende Aufschwemmung abgegossen und mit der ursprünglichen Suspension vereinigt. Dazu wurde nun so viel Leitungswasser gegeben, bis das Volumen 14 Liter betrug.

d) Die Versuchserde

Die bei allen hier beschriebenen Versuchen verwendete Erde stammte aus einem Mischwald des forstlichen Lehrreviers Albisrieden am Uetliberg bei Zürich. Nach den Untersuchungen von ROTH (1935) ist der Boden nach der sauren wie nach der basischen Seite schwach gepuffert. Die Reaktion der unveränderten Erde liegt nahe dem Neutralpunkte $\text{pH} = 6,98$. Der Gehalt an Humusstoffen beträgt 3,92%. Die wasserfreie Substanz enthält weiter in %: N 0,17, P_2O_5 0,05, K_2O 0,09, CaO 0,49, MgO 0,66, Sesquioxide 7,00, Kieselsäure 0,09%. Die Schlämmanalyse nach KOPECKY und ihre Auswertung nach dem Verfahren der schweizerischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalten (siehe GESSNER, 1931, S. 215–217) ergab die Klassifikation: Toniger Lehm. Die schwache Pufferung des Bodens war bei der Wahl desselben für unsere Versuche massgebend. Nachdem die schwach angetrocknete Versuchserde ein Sieb von ungefähr 1 cm Maschenweite passiert hatte, wurden 5 kg hievon, später 4,5 kg, in die gewaschenen Töpfe eingefüllt. Um eine gleichmässige Lagerung der Erde in den Töpfen zu erreichen, wurden diese nach dem Einfüllen leicht geschüttelt.

e) Die Aussaat

Mit einer Pinzette wurden 35 infizierte Körner für je einen Topf abgezählt und hierauf die zehn Töpfe eines Troges nacheinander besät und sogleich die Körner mit Deckerde zugedeckt. Als solche diente stets feingesiebte Erde derselben Reaktion. Vor der Deckerde, in spätern Versuchen auch nach derselben, erhielt jeder Topf 100 ccm der verdünnten Sporenaufschwemmung. Die Deckerde wurde von Hand sorgfältig über die Körner ausgebreitet und hierauf leicht angedrückt. Die Töpfe der Versuche 1 und 2 erhielten je 275 bis 300 g Deckerde, die der folgenden je 600 g, da sich die Saattiefe im ersten Falle als zu gering erwiesen hatte. Die Körner lagen bei Verwendung von 600 g Deckerde ungefähr 3 cm tief, was der üblichen Saattiefe entspricht. Die zweite Hälfte der Deckerde konnte oft erst am zweiten Versuchstage auf die Töpfe gebracht werden. Abschliessend wurden sämtliche Töpfe leicht begossen.

Während des Winters blieben infolge der geringen Sonnenstrahlung die Raumtemperaturen hinreichend tief, um die gewünschte Temperatur der Erde in den Töpfen nicht stark zu verändern. Bei den Versuchen, die in den Monaten April bis Juni unternommen wurden, erhöhte sich die Temperatur der obersten Bodenschicht zufolge der starken Wärmestrahlung sehr stark. Um die Wirkung der Insolation herabzusetzen, wurde in diesen Fällen die Deckerde mit weissem Quarzsand überschichtet, bis die ganze Oberfläche davon bedeckt war. Hierzu waren in der Regel ungefähr 275 g feiner Quarzsand notwendig.

f) Weitere Versuchsanordnungen

Jeden Tag wurde einmal die Temperatur des Wassers abgelesen, notiert und wenn nötig die erforderlichen Korrekturen am Thermostaten vorgenommen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Versuchsraum schwankte während der Wintermonate zwischen 70% bis 90%; im Sommer fiel er besonders über den Mittag oft bis auf 50%. Jeden Tag wurde mit einer kleinen Giesskanne das aus den Töpfen verdunstete Wasser ersetzt; Töpfe höherer Temperatur erhielten entsprechend mehr Wasser. Die Töpfe von 3—9° Wassertemperatur zeigten meistens erst nach 2—3 Tagen einen merklichen Wasserverlust. Auf diese Weise wurde die Erde auf einem mittleren Feuchtigkeitsgrade gehalten. Zugegeben sei, dass für die Innehaltung konstanter Versuchsbedingungen die Kontrolle des Wasserersatzes durch Wägung genauer gewesen wäre. Der Einfachheit halber wurde jedoch die angegebene Methode gewählt.

Schwieriger gestaltete sich die Beurteilung des Feuchtigkeitsgehaltes der Versuchserde, wenn diese mit Quarzsand bedeckt war.

Die Temperatur der Versuchsräume wurde nach Möglichkeit auf etwa 18—22° C gehalten. Im Winter war dies durch entsprechende Lüftung und Heizung leicht zu erreichen, bereitete aber in der wärmeren Jahreszeit gelegentlich Schwierigkeiten. Die Raumtemperatur stieg bei Sonnenschein trotz intensiver Lüftung besonders über Mittag oft für einige Stunden auf 30° und darüber. Zur Verhütung eines zu starken Temperaturanstieges bei schönem Wetter enthält das Versuchshaus eine Anlage, die es erlaubt, die nach Norden und Süden geneigten Teile des Glasdaches der Halle einzeln mit Wasser zu besprühen. Dem gleichen Zweck, hauptsächlich aber der Erhaltung einer hohen Luftfeuchtigkeit, dient die Wasserzerstäubungsanlage im Raume selbst. In den vier Ecken des Versuchsraumes endigen in einer Höhe von rund 2 m Wasserleitungen in feinen Düsen, wo mittelst Pressluft Wasser in feinste Nebelform zerstäubt werden kann. Die relative

Luftfeuchtigkeit steigt bei funktionierender Zerstäubungsanlage auch bei hoher Raumtemperatur rasch auf 95—100 %.

Neben den Wassertemperaturen wurden täglich diejenigen der Versuchserde in 3—4 cm Tiefe notiert und daraus am Schlusse eines Versuches die durchschnittlichen Bodentemperaturen berechnet. In den Tabellen 27—36 sind nur diese für den Infektionsverlauf wichtigen Temperaturen angegeben.

Die Versuchsdauer betrug 21—70 Tage und richtete sich nach der Entwicklung der Pflanzen. Das ungleiche Alter der Pflanzen erschwert den Vergleich der Versuche untereinander, doch bestand ihre Hauptaufgabe darin, die durch die verschiedenen Bodentemperaturen bedingten Unterschiede im Befall innerhalb eines Versuches zu zeigen.

Eine Schwierigkeit in der Durchführung der Versuche ergab sich aus dem Umstand, dass dieselbe Erde mehrere Male hintereinander verwendet werden musste. Da für die Beschickung sämtlicher Töpfe eine beträchtliche Menge Erde notwendig war (700 kg), so wäre die Erneuerung des Topfinhaltes nach jedem Versuch auf Schwierigkeiten gestossen. Eine Sterilisation der gesamten Bodenmenge, z. B. mit Formalin (ROTH, 1935), kam aus technischen Gründen nicht in Frage. Aus diesen Gründen entschloss ich mich für die genannte Versuchsmethode. Für dieselbe *Fusarium*-Art und denselben Stamm wurde selbstredend immer der gleiche Boden verwendet. Mit der mehrmaligen Verwendung derselben Versuchserde läuft man aber Gefahr, die Versuchsfehler stark zu vergrössern, da man mit der Tatsache rechnen muss, dass mit jeder Infektion der Gehalt des Bodens an *Fusarium*-Keimen vermehrt wird und infolgedessen ein immer stärkerer Befall des Roggens auftritt. Nach den Untersuchungen von BALTZER (1930) wird jedoch durch wiederholte Verwendung derselben Versuchserde bei Infektionsversuchen der Befall nur in geringem Masse erhöht. Die Möglichkeit einer schädlichen Wirkung würde im wesentlichen davon abhängen, wie lange die *Fusarium*-Keime im Boden am Leben bleiben.

g) Veränderung der Reaktion der Versuchserde

Für die Durchführung von Versuchen über den Einfluss der Bodenreaktion auf den Befall durch *Fusarium* standen zwei Wege offen. Entweder verwendet man natürliche Böden von verschiedenen pH-Werten oder man benützt den gleichen Boden und bringt ihn durch Beimischung entsprechender Chemikalien auf die gewünschte Reaktion. Der erste Weg besitzt den Vorteil, dass sich die Versuchsbedingungen innerhalb praktisch vorkommender Grenzen bewegen, ihm haftet aber der Nachteil an, dass es mitunter schwer fallen wird,

Böden zu finden, die ausser der verschiedenen Wasserstoffionenkonzentration in allen Eigenschaften übereinstimmen. Die andere Methode hat den Vorteil, dass ausser der Reaktion und der von ihr abhängigen Eigenschaften, der Boden unverändert bleibt, dafür weist sie den Mangel auf, dass durch den Zusatz von Chemikalien im Boden ganz abnorme Verhältnisse geschaffen werden können.

In den hier beschriebenen Versuchen wurde auf Anregung von Herrn Prof. Dr. GÄUMANN der zweite Weg eingeschlagen.

Erzielung der alkalischen Reaktion: Nach Beendigung der Versuche 3 und 4 wurde die schon mit *Fusarium herbarum* infizierte Erde aus den Töpfen an einen Haufen geschüttet, durchgemischt und die vorhandenen Wurzeln entfernt. Einige Proben des schon etwas angetrockneten Bodens dienten zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration; diese ergab ein pH von 6,97—7,11. Von der lufttrockenen Erde wurden 6 mal 50 g abgewogen, in Erlenmeyerkolben mit steigenden Mengen einer Lösung von Calciumhydroxyd ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) bekannten Gehaltes versetzt und die Flüssigkeit mit destilliertem Wasser auf 200 ccm ergänzt. Nach 3 Tagen erfolgte nach mehrmaligem Schütteln die Messung der Reaktion der Bodenflüssigkeit. Aus dem zugesetzten Volumen der Calciumhydroxydlösung liess sich die erforderliche Menge $\text{Ca}(\text{OH})_2$ für die gewünschte pH-Stufe annähernd berechnen. Im vorliegenden Fall waren für 100 g lufttrockene Feinerde vom mittleren pH von 7,05 3,74 Milliäquivalente notwendig, um die Reaktion auf $\text{pH}=8,60$ zu bringen. Daraus ergeben sich für 700 kg Erde rund 2170 g festes Calciumhydroxyd. Diese Menge $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wurde in feingemahlener Form über die in flacher Schicht ausgebreitete Erde gestreut und damit gründlich vermischt. Zur Erzielung einer vollständigen Mischung war mehrmaliges Umschaufeln und Befeuchten mit Wasser erforderlich. Die gekalkte Erde blieb noch einige Tage liegen und wurde hierauf in die Töpfe abgefüllt. Proben, die an verschiedenen Stellen der ausgebreiteten Erde entnommen wurden, ergaben gut übereinstimmende pH-Werte; die Reaktion betrug im Mittel von 5 Bestimmungen $\text{pH}=8,83$. Die Deckerde wurde getrennt gekalkt; sie zeigte ein mittleres pH von 8,92.

Wie zu erwarten war, ging die stark alkalische Reaktion der Erde im Laufe des folgenden Versuches zurück. So wurde am Schlusse des Versuches 5 ein pH von 7,85 gemessen. Die anfänglich sehr hohe Reaktion der Erde in Versuch 5 und 6 war schon zu Beginn der Versuche auf $\text{pH}=8,45$ gesunken.

Erzielung der sauren Reaktion: (Versuch 7). Die Behandlung der Erde mit Salzsäure und nachfolgendem Auswaschen mit Wasser, wie sie ROTH (1935) beschreibt, konnte für unsere Zwecke,

der grossen Bodenmengen wegen, nicht Verwendung finden. Da weiter Vorversuche gezeigt hatten, dass zur Erzielung einer sauren Bodenreaktion Zitronensäure wegen der auftretenden Schimmelbildung nicht in Frage kommen konnte, verwendeten wir für diesen Zweck verdünnte Schwefelsäure. Angestrebt wurde ein pH von 4,6. Analog wie bei der Kalkung der Erde wurde die notwendige Menge Säure zur Erzielung dieses pH-Wertes durch steigende Zusätze von 1 normaler Schwefelsäure zu 50 g Boden ermittelt. Um die Reaktion von pH = 7,85 auf pH = 4,6 herab zu setzen, waren 10 ccm Säure obiger Konzentration erforderlich. Die notwendige Menge Säure wurde einzeln der abgewogenen Erde beigefügt und diese gut gemischt. Dieses Verfahren erwies sich in der Folge als ungeeignet: Trotz mehrmaligen Mischens der Erde schwankten die pH-Werte von Topf zu Topf so beträchtlich, dass dadurch die Brauchbarkeit des Versuches in Frage gestellt wird.

h) Die Ernte

Bei der Ernte wurde die oberste Schicht der Erde in den Töpfen sorgfältig gelockert, die Pflanzen büschelweise herausgehoben und die Wurzeln mit Wasser sorgfältig von der anhaftenden Erde befreit. Zuerst erfolgte meistens die Ernte der Töpfe der obern Temperaturstufen, da sich dort stets zahlreiche welkende Pflanzen zeigten. Bis

Topf-Infektionsversuche

Versuch Nr.	Erde	Roggensorte	Pilz
1. Versuche mit <i>Fusarium herbarum</i> .			
1	neutral, pH = 6,98	Landroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm 204
2	neutral	Landroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm Baarn
3	neutral	Petkuserroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm 204
4	neutral	Petkuserroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm Baarn
5	alkalisch, pH = 8,80	Petkuserroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm 204
6	alkalisch	Petkuserroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm Baarn
7 ¹	sauer	Petkuserroggen	<i>F. herbarum</i> , Stamm 204
2. Versuche mit <i>Fusarium nivale</i> .			
8	neutral, pH = 6,98	Petkuserroggen	<i>F. nivale</i> , Stamm 302
9	neutral	Lenzburgerroggen	<i>F. nivale</i> , Stamm 302
10	neutral	Kontrollversuch mit Petkuserroggen und Lenzburgerroggen ohne Infektion	
11	alkalisch, pH = 8,40	Petkuserroggen	<i>F. nivale</i> , Stamm 302 mit und ohne Infektion

¹ Der Versuch Nr. 7 auf saurer Erde wird wegen der starken Schwankung der Bodenreaktion nicht veröffentlicht.

zur Ernte der Tröge von 3° und 6° verstrichen in der Regel 4—5 Tage. Nachdem die Pflanzen gründlich auf den *Fusarium*-Befall untersucht waren, wurden sie zum Trocknen ausgebreitet. Der Ertrag von je 10 (bezw. 5) zusammengehörenden Töpfen wurde bei 98° getrocknet.

Der Übersicht halber folgt eine Zusammenstellung der ausgeführten Topfversuche (S. 81).

3. Die Versuchsergebnisse

a) Methoden der Bewertung des Befalls

Den Krankheitsbefall eines Infektionsversuches in einer Zahl zum Ausdruck zu bringen, bereitet oft Schwierigkeiten. Liegt ein stetiges Merkmal, wie z. B. die Anzahl der Sporenlager, vor, so ist die Auswertung relativ einfach. Schwieriger ist es, wie dies bei der Beurteilung der vorliegenden Infektionsversuche der Fall war, wenn fluktuierende Merkmale wie z. B. Bräunung der Koleoptile und der Halmbasis oder der allgemeine Gesundheitszustand der Pflanzen als Maßstab verwendet werden müssen. Naturgemäss kommen bei solchen Merkmalen Übergänge vor, die eine Zuteilung in Krankheitsklassen immer erschweren.

Grundsätzlich musste entschieden werden, ob bei der Bewertung des *Fusarium*-Befalls nur die Zahl der erkrankten Pflanzen oder ob auch der Krankheitsgrad berücksichtigt werden solle. Es schien uns nicht zweckmässig zu sein, nur gesunde und kranke Pflanzen auseinander zu halten; daher wurde mindestens zwischen schwach und stark kranken Pflanzen unterschieden. Bei Anwendung dieser Bewertungsart blieb immer noch die Frage offen, ob die absolute Zahl der kranken Pflanzen (Summe der schwach und stark kranken Pflanzen) als Maßstab des Befalls brauchbar sei. Es zeigte sich nämlich, dass bei den extremen Temperaturen weniger Körner keimten als bei den mittleren. Da der Ausfall an gekeimten Körnern entweder durch die extremen Temperaturen oder durch die natürliche Korninfektion bedingt sein kann, gibt die absolute Zahl der erkrankten Pflanzen kein richtiges Bild vom Infektionsverlauf. Vergleichshalber wird aber dieser Wert in den Tabellen mit angeführt. Eine bessere Wiedergabe der tatsächlichen Befallsverhältnisse erhält man, wenn die Zahl der erkrankten Pflanzen in Prozenten der aufgelaufenen Keimlinge ausgedrückt wird. In diesem Fall gelingt es, den Anteil der nicht gekeimten Körner auszuschalten.

Um die Unterschiede im Befall besser zur Darstellung zu bringen, erschien es wünschenswert, noch mehr Krankheitsklassen einzuführen.

Daher wurden sechs Befallsgruppen aufgestellt (siehe S. 84) und jede Pflanze bei der Ernte danach eingereiht. Die Summe der Befallsziffern der einzelnen Pflanzen eines Topfes ergab seinen Befallswert. Die Befallswerte einer Temperaturserie wurden wiederum addiert und aus der Summe durch Division durch die Anzahl der Töpfe der mittlere Befallswert erhalten. Als Ergänzung hiez zu liess sich leicht auch der mittlere Befallswert einer Pflanze einer Temperaturstufe berechnen.

Bis zu einem gewissen Grade kommt der Befall durch *Fusarium* auch in den Erntegewichten (Trockensubstanzerträgen) zum Ausdruck. Tritt nämlich bei einer bestimmten Temperatur eine starke Infektion auf, so muss sich bei der betreffenden Temperaturstufe auch ein deutlicher Rückgang des Erntegewichtes zeigen. In diesem Fall würde einem Befallsmaximum ein Ertragsminimum entsprechen. Ist die Infektion dagegen schwächer, so kann nur der Vergleich mit den nicht infizierten Kontrollreihen sichere Resultate vermitteln.

Nachstehend sind die verwendeten Bewertungsarten zusammengestellt. In der folgenden Besprechung der Versuchsergebnisse wird der Einfachheit halber auf die zugehörigen Nummern verwiesen. Der Befall durch *Fusarium* wird ausgedrückt durch

1. die absolute Zahl der erkrankten Pflanzen (schwach und stark erkrankte Pflanzen).
2. die Zahl der erkrankten Pflanzen, ausgedrückt in % der aufgelaufenen Pflanzen (Prozentualer Krankheitsbefall).
3. die mittleren Befallswerte (siehe oben) und den mittleren Befall einer Pflanze.
4. die Trockensubstanzerträge der einzelnen Temperaturserien.

b) Die Krankheitssymptome und ihre Bewertung.

Für die Beurteilung des Befalls waren die Krankheitssymptome von ausschlaggebender Bedeutung. Von Anfang an bestand die Schwierigkeit, Veränderungen der Gewebe, die durch die Einwirkung extremer Temperaturen verursacht waren, von solchen zu unterscheiden, die als Folge der Infektion betrachtet werden mussten. Namentlich zeigten sich bei den hohen Bodentemperaturen stets viele gebräunte Pflanzen, von denen anzunehmen war, dass als Ursache der Bräunung nicht nur die Infektion in Betracht zu ziehen sei. Schon bei der Ausführung der ersten Infektionsversuche machte sich daher die Notwendigkeit von Kontrollversuchen (ohne Infektion) bemerkbar. Der Kontrollversuch Nr. 10, der später eingehend besprochen wird, zeigte, dass tatsächlich die hohen Bodentemperaturen allein eine Bräunung der Halmbasis, der Koleoptile und der Wurzeln bedingen,

dass aber im Vergleich hiezu die Infektion mit *Fusarium nivale* doch eine intensivere Verfärbung dieser Organe zur Folge hat. Dieses Ergebnis hatte man bei der Bewertung des Befalls der obern Temperaturstufen stets in Rechnung zu ziehen.

Nachstehend eine übersichtliche Zusammenstellung der Krankheitssymptome und der Krankheitsgruppen.

Befallsgrad	Krankheitssymptome
0 gesund	Koleoptile, Halmbasis und Wurzeln weiss (natürliche Farbe) oder vereinzelte, kleine gelbliche Flecken. Pflanzen kräftig.
1 leicht krank	Leichte gelblichbraune Verfärbung der Koleoptile, der Halmbasis und der Wurzeln, oder vereinzelte braune Flecken. Pflanzen frisch aussehend.
2 mittel krank	Meist noch kräftig wachsende, grüne Pflanzen. Koleoptile, Halmbasis und Wurzeln zeigen deutliche hellbraune Verfärbungen oder dunkelbraune Flecken. Hin und wieder teilweise abgestorbene, am Ende braun verfärbte Wurzeln.
3 stark krank	Koleoptile und Halmbasis weisen dunkelbraune bis schwarzbraune Verfärbungen auf. Wurzeln entweder in gleicher Weise verfärbt oder in grosser Zahl rudimentär (wie abgeschnitten, am vordern Ende gebräunt). Pflanzen meist deutlich kleiner als bei 2, jedoch noch grün, wachsend.
4 sehr stark krank	Nur wenig rudimentäre (wie unter 3) oder tief braunschwarze Wurzeln. Halmbasis und Koleoptile tief braun, mehr oder weniger vermorscht. Pflanzen klein, kümmerlich, aber noch grün; Wachstum stark gehemmt. Die Pflänzchen lassen sich leicht aus der Erde ziehen.
5 sehr stark krank	Wie unter 4, aber Pflanzen ganz oder teilweise verdorrt.
6 gekeimt, aber nicht aufgelaufen	Die Keimlinge erscheinen nicht mehr über der Bodenoberfläche. Koleoptile verkürzt, Blätter unregelmässig verkrümmt oder spiralig aufgerollt. Farbe gelblichbraun.

Zwischen den einzelnen Krankheitsklassen kamen selbstredend Übergänge vor, die die Zuteilung zu einer bestimmten Gruppe erschwerten. Gelegentlich wurden auch halbe Befallsgrade verwendet, so namentlich zwischen den Klassen gesund und leicht krank (Befallsgrad $\frac{1}{2}$). Die obenstehende Einteilung der Krankheitsgrade bildete sich im Laufe der ersten Versuche aus. Als «schwach krank» werden in den Tabellen die Befallsgrade 1 bis 3, als «stark krank» die Klassen 4 bis 6 bezeichnet.

Pflanzen der verschiedenen Krankheitsgrade sind auf Tafel 3 dargestellt. Sie stammen aus dem Versuch 9 mit Lenzburgerroggen. Die Ziffern der Abbildung entsprechen den oben charakterisierten Befallsklassen.

Im Zusammenhange folgen die Ergebnisse der einzelnen Versuche (Tabellen 27—36). In der anschliessenden Besprechung beziehen sich alle Angaben auf die Bodentemperaturen, die für die Auswertung

der Untersuchungen massgebend sind. Der Beurteilung der Versuche wurde hauptsächlich die Bewertungsart 2 (prozentualer Befall) zugrunde gelegt, weil sie das beste Bild des Infektionsverlaufes vermittelt. In der Zahl der aufgelaufenen Pflanzen sind auch die Keimlinge enthalten, die nicht über der Bodenoberfläche erschienen.

4. Besprechung der Versuchsergebnisse

a) Versuche mit *Fusarium herbarum*

Versuche auf neutralem Boden (pH = 6,98)

Versuch 1: Landroggen infiziert mit *F. herbarum*, Stamm 204 (Tab. 27)

Der Befall, sowohl in Prozenten kranker Pflanzen wie in Befallsgraden ausgedrückt, ist im Gebiet der mittleren Temperaturen (18,9—24,8° Bodentemperatur) am niedrigsten. Im untern wie im obern Temperaturbereich nimmt die Anzahl der kranken Pflanzen zu, in dem obern etwas stärker. Sie erreicht bei der letzten Temperaturstufe von 34° zirka 60%, bei 3° und 9° rund 50% (bezogen auf aufgelaufene Keimlinge). Die Kurven der Anzahl kranker Pflanzen und die der prozentualen Krankheitsfälle decken sich hier fast vollständig; auffallend ist bei beiden der leichte Anstieg im Befall bei 15°. In den Kurven der Befallswerte kommt diese Schwankung nicht zum Ausdruck, sie verlaufen regelmässig vom tiefsten Befall bei 21—25° nach oben.

Versuch 2: Landroggen infiziert mit *F. herbarum*, Stamm Baarn (Tab. 28, Abb. 13)

Dieser Versuch unterscheidet sich vom vorangehenden durch den auffallend kleinen Befall im Gebiete von 9—25° Bodentemperatur. Die Zahl der erkrankten Pflanzen beträgt bei 25° 15% der aufgelaufenen Keimlinge, während Versuch 1 bei der gleichen Bodentemperatur 31% aufweist. Das Minimum des Befalls liegt bei 15°, wo etwa 3% der Pflanzen erkrankt sind. Von 25° an steigt der Befall sehr rasch bis 33,4°, die erkrankten Pflanzen erreichen hier 75%. Die starke Zunahme des Befalls von 25° an aufwärts kommt in allen drei Bewertungsarten zum Ausdruck. Einzig der mittlere Befall einer Pflanze ergibt ein anderes Bild; er bleibt von 25° an ungefähr gleich hoch, zeigt dagegen ein Optimum bei 16,7°.

Aus den beiden Versuchen, die direkt verglichen werden können, geht hervor, dass der Stamm 204 von *F. herbarum* im Temperatur-

Tab. 27

Versuch 1: Landroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm 204.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 61 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelau- fener Pflanzen	Anzahl kranker Pflanzen			Kranke Pflanzen bezogen auf aufgelaufene Keimlinge			Befallswerte			Trocken- substanz- ertrag einer Ver- suchsreihe
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Durchschnittl. Befall pro Topf	Mittl. Befall einer Pflanze		
7,8	22,1	2,8 ± 0,4	7,8 ± 0,6	10,6	12,5 ± 2,0	36,2 ± 2,3	47,8	34,0	3,2 ± 0,12	11	
9,6	20,0	4,0 ± 0,5	5,7 ± 0,3	9,7	20,2 ± 2,6	28,6 ± 1,2	48,8	25,6	2,7 ± 0,15	15	
11,6	18,5	4,5 ± 0,5	4,5 ± 0,5	9,0	24,2 ± 2,4	24,4 ± 2,2	48,6	22,5	2,5 ± 0,12	21	
12,9	18,8	5,6 ± 0,6	4,3 ± 0,6	9,9	29,9 ± 2,9	22,3 ± 2,1	52,2	22,8	2,3 ± 0,11	29	
15,2	20,3	5,0 ± 0,6	3,3 ± 0,8	8,3	24,9 ± 2,7	16,5 ± 3,3	41,4	18,2	2,1 ± 0,13	—	
17,0	20,2	4,4 ± 0,4	2,4 ± 0,5	6,8	22,1 ± 1,9	12,1 ± 3,2	34,2	14,0	1,9 ± 0,16	—	
19,0	21,7	6,3 ± 0,8	1,3 ± 0,3	7,6	28,4 ± 2,6	5,8 ± 1,5	34,2	11,5	1,5 ± 0,15	66	
19,7	20,1	6,4 ± 0,5	1,4 ± 0,3	7,8	31,8 ± 2,2	6,9 ± 1,7	38,7	12,0	1,5 ± 0,12	63	
20,6	20,0	4,7 ± 0,4	1,6 ± 0,4	6,3	23,8 ± 2,2	7,8 ± 2,0	31,5	11,1	1,7 ± 0,16	56	
21,8	20,4	4,2 ± 0,5	3,9 ± 0,7	8,1	20,2 ± 2,2	18,6 ± 2,5	38,8	19,8	2,4 ± 0,12	45	
23,8	20,1	4,1 ± 0,6	3,6 ± 0,3	7,7	20,0 ± 2,5	17,8 ± 1,3	37,8	18,5	2,5 ± 0,11	40	
25,6	19,9	4,4 ± 0,3	5,4 ± 0,5	9,8	22,3 ± 1,6	27,1 ± 2,0	49,5	26,0	2,6 ± 0,07	31	
26,1	22,0	6,0 ± 0,4	5,1 ± 0,5	11,1	27,8 ± 2,2	22,9 ± 1,8	50,7	26,5	2,4 ± 0,09	30	
27,2	21,2	5,7 ± 0,6	7,5 ± 0,6	13,2	26,7 ± 2,5	35,5 ± 2,5	62,2	35,7	2,7 ± 0,12	17	

Tab. 28**Versuch 2: Landroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm Baarn.**

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 52—53 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelaufener Pflanzen		Anzahl kranker Pflanzen			Prozentualer Krankheitsbefall bezogen auf aufgelaufene Keimlinge			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag einer Ver- suchsreihe
	schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Durchschnittl. Befall pro Topf	Mittl. Befall einer Pflanze	g		
7,8	26,2	1,5 ± 0,5	0,3 ± 0,2	1,8	5,9 ± 1,8	1,1 ± 0,8	7,0	2,4	0,9 ± 0,25	6	
9,6	26,9	1,3 ± 0,4	0,8 ± 0,4	2,1	4,7 ± 1,5	3,9 ± 1,9	8,6	4,7	1,5 ± 0,57	7	
11,6	26,2	0,7 ± 0,3	0,3 ± 0,2	1,0	2,7 ± 1,3	1,2 ± 0,8	3,9	1,8	0,9 ± 0,41	13	
12,9	25,4	0,3 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,8	1,1 ± 0,6	2,0 ± 0,7	3,1	2,4	1,9 ± 0,64	18	
15,2	25,2	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,2	1,0	1,7 ± 0,9	2,3 ± 0,9	4,0	3,5	2,6 ± 0,78	23	
17,0	26,9	0,9 ± 0,3	0,5 ± 0,2	1,4	3,1 ± 1,2	2,2 ± 0,9	5,4	3,3	1,8 ± 0,43	24	
19,0	29,3	1,5 ± 0,7	1,0 ± 0,3	2,5	5,1 ± 2,3	3,4 ± 1,0	8,4	5,1	1,8 ± 0,41	26	
19,7	27,0	1,5 ± 0,3	1,6 ± 0,4	3,1	5,6 ± 1,1	6,0 ± 1,6	11,5	7,0	2,1 ± 0,28	31	
20,6	26,9	2,1 ± 0,2	2,0 ± 0,4	4,1	7,9 ± 1,0	7,6 ± 1,5	15,5	8,7	2,0 ± 0,19	28	
21,8	25,7	3,3 ± 0,5	2,6 ± 0,6	5,9	13,0 ± 2,3	10,1 ± 2,1	23,1	12,0	2,0 ± 0,21	21	
23,8	24,7	5,8 ± 1,0	4,3 ± 0,9	10,1	24,0 ± 4,1	17,1 ± 3,6	41,0	19,7	1,9 ± 0,18	22	
25,6	27,2	10,0 ± 0,7	8,1 ± 0,6	18,1	36,8 ± 2,2	29,8 ± 2,0	66,7	36,2	2,0 ± 0,08	19	
26,1	25,8	10,3 ± 0,5	9,0 ± 0,9	19,3	40,0 ± 1,1	34,7 ± 2,4	74,8	40,0	2,0 ± 0,09	12	
27,2	23,9	8,7 ± 0,8	9,6 ± 0,5	18,3	36,0 ± 2,5	40,4 ± 2,4	76,4	40,5	2,2 ± 0,08	9	

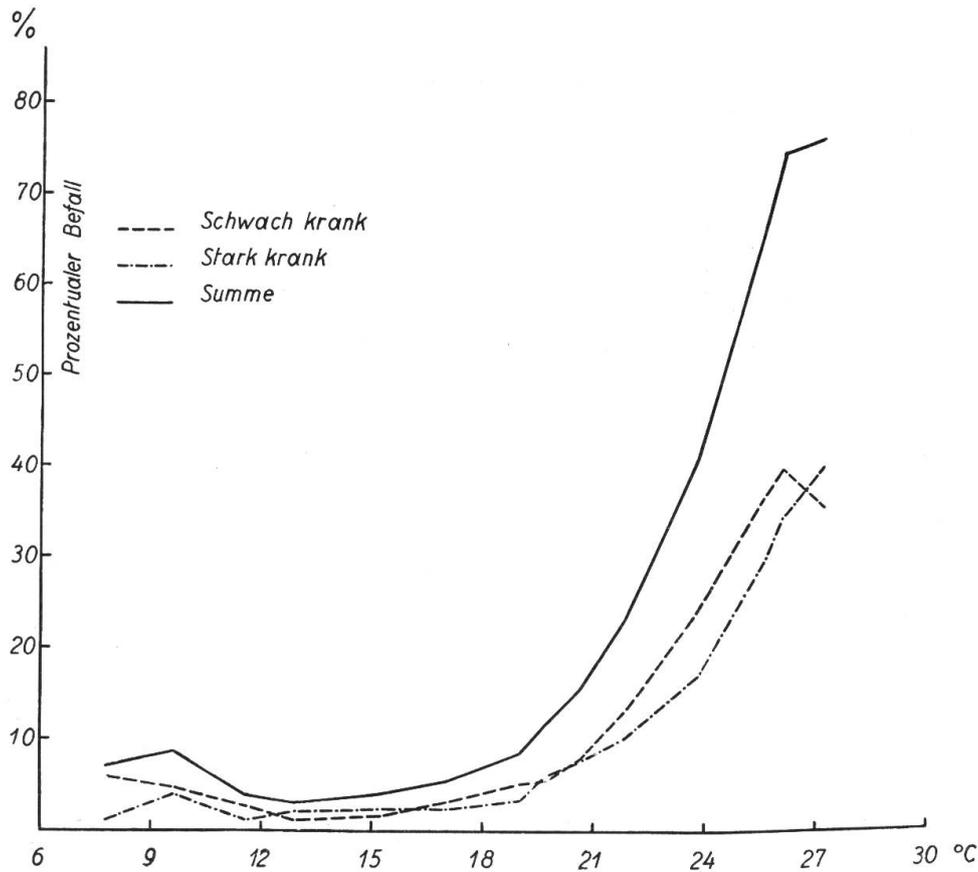


Abb. 13

Versuch 2: Landroggen infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm Baarn.
Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

bereich von 9–25° wesentlich virulenter ist als der schon lange in Kultur stehende Stamm von Baarn. Im Gebiet der höchsten Temperaturstufen sind keine bedeutendere Befallsunterschiede festzustellen, dagegen bewirkt bei den Temperaturen von 9–25° der Stamm 204 einen deutlich höheren Befall. Die Differenz der erkrankten Pflanzen beträgt rund 40%.

Versuch 3: Petkuserroggen infiziert mit *F. herbarum*,
Stamm 204 (Tab. 29)

Fusarium herbarum Stamm 204 erzeugte in diesem Versuch ebenfalls einen sehr kräftigen Befall. Mit Ausnahme der Temperaturen von 12 und 13,5°, wo am wenigsten kranke Pflanzen gefunden wurden, liegen alle Werte über 50%. Ein zweites, wohl kaum charakteristisches Minimum, zeigte sich bei einer Bodentemperatur von 22,7°. Im allgemeinen steigt der prozentuale Anteil der erkrankten Pflanzen von 15–34°, wo über 70% der Pflanzen erkrankt sind. Die stärkeren Befallsgrade sind mit grösseren Werten vertreten, be-

sonders bei den hohen Bodentemperaturen überwiegen die stark kranken Pflanzen. Die Bewertungsarten 1—3 lieferten auffallend übereinstimmende Resultate.

Versuch 4: Petkuserroggen infiziert mit *F. herbarum*,
Stamm Baarn (Tab. 30)

Im ganzen genommen nimmt in diesem Versuch der Krankheitsbefall von den tiefsten nach den höchsten Temperaturen zu, was in allen drei Bewertungsarten zum Ausdruck gelangt. Der geringste Befall ist bei den Temperaturen von 11,6—15° zu beobachten. In gleicher Weise ergeben die Bewertungsarten 1—3 einen leichten Rückgang der Erkrankung bei 26°. Die höchsten Befallswerte wurden bei den Temperaturen von 29,4—33,4° gefunden.

Vergleichend stellen wir fest, dass sich *F. herbarum* Stamm 204 in den Versuchen 1 und 3 gegenüber dem Stamm Baarn in den Versuchen 2 und 4 als virulenter erwiesen hat. Dies kommt neben den höheren Befallszahlen auch in dem grösseren Anteil stark erkrankter Pflanzen zum Ausdruck. Im Versuch mit Stamm 204 ist ihre Zahl grösser; im Versuch mit Stamm Baarn überwiegen die schwach kranken Pflanzen. Hat in Versuch 4 die Zahl der Krankheitsfälle bei 15° Bodentemperatur schon ihr Minimum erreicht, so sind bei der gleichen Temperatur des Versuches mit Stamm 204 immer noch 60% der Pflanzen krank.

Versuche auf alkalischem Boden (pH = 8,83).

Analog den Versuchen auf neutraler Erde sollte das Verhalten von Landroggen und Petkuserroggen auch auf alkalischem Boden geprüft werden. In der Folge wurden die Versuche mit Landroggen aufgegeben und die Untersuchungen über den Einfluss der Bodenreaktion auf den *Fusarium*-Befall nur mit dem genetisch einheitlicheren Petkuserroggen weitergeführt.

Versuch 5: Petkuserroggen infiziert mit *F. herbarum*,
Stamm 204. pH der Versuchserde = 8,83. (Siehe Tab. 31 und
Abb. 14.)

Das Auffallendste an diesem Versuch ist die kleine Zahl der aufgelaufenen Pflanzen; besonders bei den Temperaturen von 16,7 bis 26,0° nimmt sie beträchtlich ab. Im Bereiche von 20,8—24,8° wurden nirgends über 10 Pflanzen gezählt. Diese Tatsache deutet auf eine Schädigung durch die stark alkalische Reaktion des Bodens hin. So lange im Boden noch freies Calciumhydroxyd vorhanden war, konnte eine keimungshemmende Wirkung leicht eintreten. Immerhin

Tab. 29

Versuch 3: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm 204.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 59—63 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelaufener Pflanzen	Anzahl kranker Pflanzen			Prozentualer Krankheitsbefall bezogen auf aufgelaufene Keimlinge			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag einer Ver- suchsreihe
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
°C					%	%	%			g
7,8	19,5	4,4 ± 0,6	5,9 ± 0,6	10,3	23,1 ± 2,4	34,6 ± 5,7	57,7	2,7 ± 0,1	28,0	7
9,6	25,3	3,0 ± 0,7	3,1 ± 0,6	6,1	13,0 ± 2,6	11,3 ± 2,1	24,4	2,8 ± 0,3	16,2	9
11,6	21,3	4,2 ± 1,9	4,1 ± 0,5	8,3	19,5 ± 2,0	20,9 ± 2,3	40,4	2,5 ± 0,1	20,4	13
12,9	22,6	6,6 ± 0,7	7,6 ± 0,6	14,2	29,5 ± 3,3	34,3 ± 3,0	63,8	2,9 ± 0,1	39,6	15
15,2	27,0	7,9 ± 0,7	9,1 ± 0,6	17,0	29,0 ± 2,3	33,5 ± 1,4	62,5	3,0 ± 0,1	50,1	14
17,0	25,6	5,2 ± 0,6	9,1 ± 1,1	14,3	20,5 ± 2,4	35,8 ± 4,6	56,3	3,3 ± 0,2	47,4	16
19,0	25,1	7,4 ± 0,6	8,9 ± 0,8	16,3	29,7 ± 2,5	35,1 ± 2,1	64,8	3,1 ± 0,2	50,2	17
19,7	26,0	6,7 ± 0,5	9,5 ± 0,7	16,2	25,7 ± 1,7	36,3 ± 2,2	62,0	3,1 ± 0,1	49,7	20
20,6	25,9	6,3 ± 0,4	11,2 ± 0,9	17,5	24,5 ± 1,7	42,9 ± 2,8	67,3	3,4 ± 0,2	59,9	14
21,8	24,5	4,8 ± 0,4	8,5 ± 0,9	13,3	21,4 ± 2,6	31,4 ± 2,4	52,8	3,1 ± 0,2	45,0	17
23,8	22,9	5,9 ± 0,5	8,1 ± 1,0	14,0	26,2 ± 2,6	34,9 ± 3,4	61,1	3,05 ± 0,2	43,3	12
25,6	24,9	3,8 ± 0,6	13,8 ± 1,1	17,6	14,8 ± 1,3	56,0 ± 3,7	70,8	3,7 ± 0,1	65,6	13
26,1	23,3	2,4 ± 0,5	15,6 ± 1,4	18,0	10,0 ± 2,1	68,0 ± 6,9	78,0	4,3 ± 0,2	78,7	9
27,2	25,3	4,1 ± 0,7	14,8 ± 1,0	18,9	15,9 ± 2,5	59,1 ± 4,5	75,0	3,9 ± 0,1	73,9	11

Tab. 30 Versuch 4: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm Baarn.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 66—70 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelau- fener Pflanzen	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % der aufgelaufenen Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag einer Ver- suchsreihe
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
7,8	19,9	1,6 ± 0,6	2,5 ± 0,5	4,1	11,5 ± 5,3	16,3 ± 2,4	27,8	3,1 ± 0,3	14,5	7
9,6	25,0	1,9 ± 0,6	1,7 ± 0,5	3,6	8,4 ± 2,3	9,3 ± 2,2	17,7	2,7 ± 0,3	9,7	12
11,6	25,0	3,2 ± 0,6	2,1 ± 0,4	5,3	12,8 ± 2,1	8,4 ± 1,5	21,2	2,2 ± 0,2	11,6	22
12,9	24,0	2,2 ± 0,6	2,4 ± 0,4	4,6	8,5 ± 2,3	10,1 ± 1,5	18,6	2,9 ± 0,3	11,8	30
15,2	25,7	4,3 ± 0,7	2,9 ± 0,4	7,2	16,5 ± 2,2	11,5 ± 1,8	28,0	2,2 ± 0,2	15,9	38
17,0	23,1	3,5 ± 0,7	1,4 ± 0,3	4,9	16,8 ± 4,0	7,7 ± 3,6	24,5	1,9 ± 0,1	11,4	32
19,0	25,0	7,2 ± 0,5	3,1 ± 0,3	10,3	29,5 ± 2,5	12,2 ± 1,2	41,7	1,8 ± 0,1	19,6	39
19,7	25,0	8,2 ± 0,6	3,0 ± 0,5	11,2	32,9 ± 2,6	12,0 ± 1,2	45,0	2,8 ± 0,1	20,2	35
20,6	22,0	6,4 ± 0,5	3,0 ± 0,4	9,4	29,7 ± 2,9	13,5 ± 1,7	43,3	1,9 ± 0,1	18,4	28
21,8	27,2	6,2 ± 1,1	2,7 ± 0,6	8,9	22,3 ± 3,5	10,0 ± 2,0	32,3	2,2 ± 0,2	16,6	33
23,8	25,8	7,0 ± 0,6	4,5 ± 0,4	11,5	27,4 ± 1,7	18,7 ± 3,0	46,1	2,2 ± 0,1	25,0	20
25,6	23,8	8,5 ± 0,7	5,5 ± 1,1	14,0	35,9 ± 2,9	22,5 ± 3,9	58,4	2,1 ± 0,2	30,5	10
26,1	16,9	4,7 ± 0,5	6,4 ± 0,9	11,1	27,7 ± 2,5	38,8 ± 4,7	66,5	2,7 ± 0,1	30,3	2
27,2	13,5	4,6 ± 0,4	4,5 ± 0,5	9,1	33,9 ± 1,9	34,0 ± 3,6	67,8	2,5 ± 0,1	22,6	4

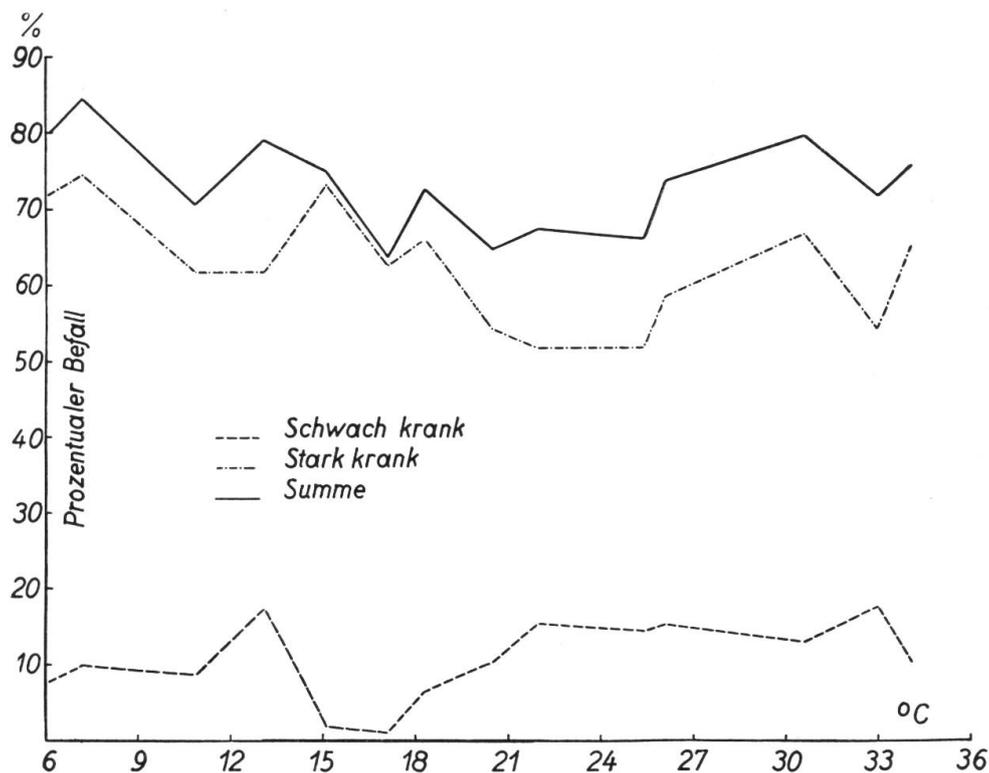


Abb. 14

Versuch 5: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm 204.
Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

ging die anfängliche Reaktion von $\text{pH} = 8,83$ rasch zurück. Nachteilig ist, dass auch während des Versuches die Reaktion noch weiter sank; sie betrug am Ende desselben noch $\text{pH} = 7,85$. Daraus geht deutlich hervor, dass es unbedingt notwendig ist, die gekalkte Erde einige Zeit zu lagern.

Bewertet man den Befall nach der absoluten Zahl der erkrankten Pflanzen, so würde ein deutliches Minimum im Temperaturbereich von $19\text{--}24,8^\circ$ erscheinen. Bezieht man jedoch die Zahl der Krankheitsfälle auf die der aufgelaufenen Pflanzen, so finden wir über das ganze Temperaturgebiet einen annähernd gleich hohen Befall. Ein leichter Rückgang der Erkrankungen, der aber zu keinen Schlüssen führen kann, ist von $19\text{--}26^\circ$ festzustellen.

Versuch 6: Petkuserroggen infiziert mit *F. herbarum*,
Stamm Baarn. Reaktion der gekalkten Erde = $\text{pH} 8,78$
(siehe Tab. 32 und Abb. 15).

Die Zahl der gekeimten Körner dieses Versuches ist etwas grösser als die des vorangehenden, jedoch immer noch gering. So gingen durchschnittlich bei den Serien von $15,1\text{--}26,1^\circ$ nicht über 20 Pflanzen auf.

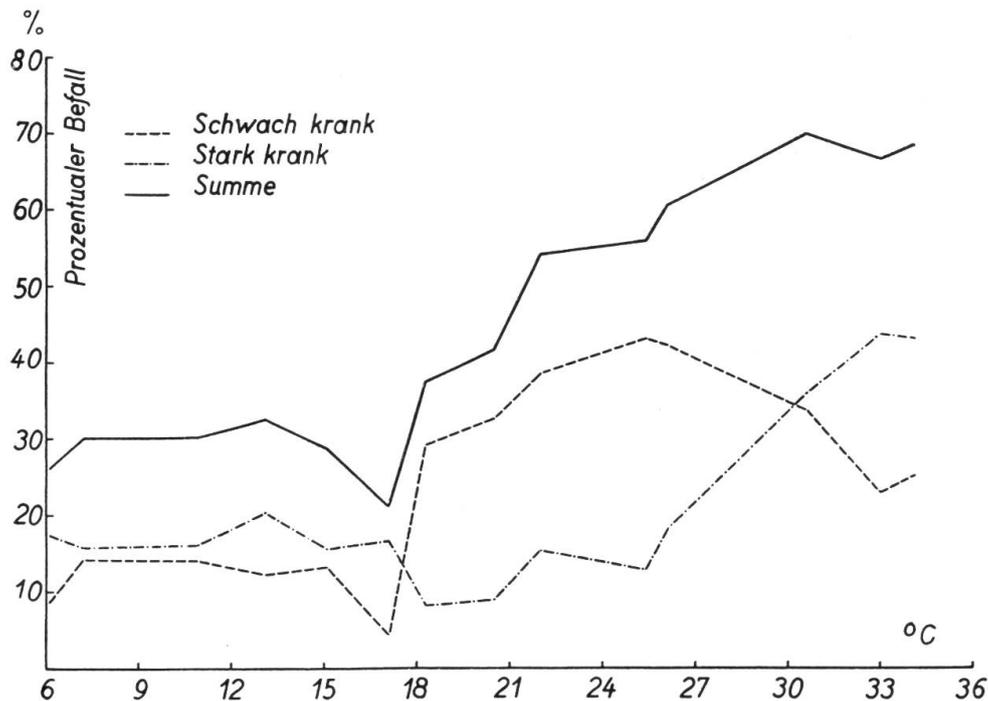


Abb. 15

Versuch 6: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm Baarn.
Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

Alle vier Bewertungsarten ergeben hier dasselbe Befallsbild: Ein schwacher Befall bei den untern Temperaturstufen, ein sicher gestelltes Minimum bei 19° (Bodentemperatur), worauf eine rasche Zunahme der Krankheitsfälle bis zu den extrem hohen Temperaturstufen folgt. Fast über den ganzen Temperaturbereich überwiegt die Zahl der schwach erkrankten Pflanzen. Die absolute Zahl kranker Pflanzen lässt ein scharfes Befallsmaximum bei 29,4° erkennen; das gleiche kommt im durchschnittlichen Befall eines Topfes zum Ausdruck. Werden die Krankheitsfälle in Prozenten der aufgelaufenen Pflanzen ausgedrückt, so erscheint der Befall von 29,4—34,1° ungefähr gleich hoch. Da bei den obersten Temperaturen weniger Körner keimten und in diesem Temperaturbereich die Bräunung der in der Erde steckenden Pflanzenteile immer stärker ist, dürfte das Befallsoptimum von 29,4° zutreffend sein.

Stellt man die Krankheitszahlen der Versuche 5 und 6 einander gegenüber, so finden wir einen wesentlich höheren Befall bei der Infektion mit Stamm 204. Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen der Versuche auf neutraler Erde überein. Der schon lange in Kultur stehende Stamm von Baarn zeigt eine geringere Virulenz als die eigene Isolierung.

Die Ergebnisse der Infektionsversuche auf neutralem und alka-

Tab. 31**Versuch 5: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm 204.**

Alkalische Erde, pH = 8,83

Versuchsdauer = 21—25 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelau- fener Pflanzen	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag einer Ver- suchsreihe
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
6,1	11,7	0,9 ± 0,2	8,5 ± 1,1	9,4	7,8 ± 2,0	72,1 ± 4,0	80,0	2,9 ± 0,09	26,8	276
7,2	13,1	1,2 ± 0,3	9,8 ± 0,7	11,0	10,0 ± 2,9	74,6 ± 3,0	84,6	2,8 ± 0,07	30,8	380
10,9	10,2	1,0 ± 0,3	6,3 ± 0,5	7,3	8,8 ± 2,0	61,9 ± 3,2	70,7	2,8 ± 0,05	19,9	510
13,1	13,6	2,1 ± 0,5	7,9 ± 0,9	10,0	17,4 ± 3,4	61,9 ± 3,8	79,2	2,6 ± 0,08	28,4	759
15,1	5,9	0,2 ± 0,2	4,3 ± 0,6	4,5	2,0 ± 2,0	73,1 ± 5,3	75,1	3,1 ± 0,11	13,9	288
17,1	7,4	0,1 ± 0,1	2,4 ± 0,3	2,5	1,2 ± 1,2	62,6 ± 4,3	63,9	3,0 ± 0,04	14,8	320
18,3	4,0	0,2 ± 0,1	2,6 ± 0,5	2,8	6,5 ± 4,4	66,1 ± 2,7	72,7	2,9 ± 0,08	8,2	173
20,5	4,8	0,4 ± 0,2	2,3 ± 0,4	2,7	10,4 ± 5,2	54,4 ± 6,1	64,8	2,7 ± 0,12	7,3	173
22,0	4,5	0,7 ± 0,15	2,2 ± 0,4	2,9	15,5 ± 3,9	51,9 ± 7,0	67,5	2,8 ± 0,27	7,7	227
25,4	6,5	1,0 ± 0,3	3,3 ± 0,4	4,3	14,4 ± 3,8	51,9 ± 3,2	66,3	2,8 ± 0,15	11,7	223
26,1	10,2	1,7 ± 0,7	5,7 ± 0,6	7,4	15,2 ± 6,6	58,7 ± 6,6	73,9	2,7 ± 0,17	19,6	407
30,6	5,7	0,6 ± 0,2	4,0 ± 0,7	4,6	12,9 ± 5,4	66,9 ± 5,0	79,8	2,8 ± 0,13	13,0	226
33,3	7,9	1,5 ± 0,4	4,2 ± 0,5	5,7	17,6 ± 4,7	54,4 ± 5,7	72,0	2,8 ± 0,17	15,7	199
34,1	5,3	0,5 ± 0,3	3,3 ± 0,6	3,8	10,4 ± 4,5	65,7 ± 5,3	76,1	3,3 ± 0,21	12,5	136

Tab. 32 Versuch 6: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium herbarum*, Stamm Baarn.

Alkalische Erde, pH = 8,78

Versuchsdauer = 26—30 Tage

Boden- temperatur	Total aufgelaufener Pflanzen	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
°C					%	%	%			g
6,1	24,2	4,3 ± 0,6	2,2 ± 0,5	6,5	8,6 ± 1,8	17,5 ± 2,1	26,1	1,6 ± 0,12	11,3	5,1
7,2	24,8	3,9 ± 0,5	3,6 ± 1,0	7,5	14,2 ± 3,5	15,9 ± 2,1	30,1	2,3 ± 0,26	18,6	6,4
10,9	24,4	4,0 ± 0,6	3,4 ± 0,3	7,4	14,1 ± 1,3	16,2 ± 2,3	30,3	2,1 ± 0,10	15,8	7,9
13,1	21,9	4,4 ± 0,6	2,7 ± 0,6	7,1	12,3 ± 2,9	20,4 ± 2,8	32,7	2,0 ± 0,23	14,1	8,3
15,1	12,5	1,8 ± 0,3	1,7 ± 0,5	3,5	13,3 ± 3,2	15,7 ± 3,5	28,9	1,8 ± 0,18	7,5	7,0
17,1	11,6	2,0 ± 0,4	0,5 ± 0,2	2,5	4,4 ± 2,0	16,8 ± 3,0	21,3	1,4 ± 0,16	3,9	9,4
18,3	11,3	3,2 ± 0,5	1,0 ± 0,4	4,2	29,3 ± 4,0	8,3 ± 3,3	37,6	1,6 ± 0,28	7,2	9,6
20,5	10,8	3,5 ± 0,3	1,0 ± 0,4	4,5	32,7 ± 2,9	9,0 ± 3,5	41,8	1,6 ± 0,23	7,5	9,9
22,0	11,8	4,5 ± 0,7	1,8 ± 0,3	6,3	38,6 ± 4,6	15,5 ± 2,3	54,1	1,7 ± 0,14	10,5	7,3
25,4	15,4	6,7 ± 0,8	2,0 ± 0,5	8,7	43,1 ± 2,1	12,9 ± 2,5	56,0	1,5 ± 0,08	13,1	7,1
26,1	19,3	8,1 ± 0,6	3,6 ± 0,5	11,7	42,3 ± 2,5	18,2 ± 2,4	60,5	1,9 ± 0,10	22,5	5,6
30,6	20,1	6,7 ± 0,6	7,3 ± 0,8	14,0	33,8 ± 3,4	36,0 ± 3,9	69,8	2,7 ± 0,19	38,2	3,2
33,0	14,3	3,3 ± 0,4	6,3 ± 0,6	9,6	22,9 ± 1,9	43,7 ± 2,9	66,6	3,1 ± 0,09	29,6	2,6
34,1	10,4	2,6 ± 0,5	4,5 ± 0,6	7,1	25,1 ± 4,1	43,2 ± 4,5	68,4	3,3 ± 0,23	22,5	1,2

lischem Boden vergleichend, lassen sich die folgenden Unterschiede feststellen. Im allgemeinen ist der Befall bei den vier untersten Temperaturstufen auf alkalischem Boden grösser als auf saurem. Das Minimum der Erkrankung verschiebt sich auf alkalischer Erde nach dem Gebiet der mittleren Temperaturen (19—21°). In beiden Fällen treten von 26,0° an aufwärts hohe Prozentsätze erkrankter Pflanzen auf.

b) Versuche mit *Fusarium nivale*

Versuche auf neutraler Erde (pH = 6,98)

Versuch 8: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302 (Tab. 33 und Abb. 16)

Der Infektionsverlauf dieses Versuches gleicht durchaus dem des Versuches 2 mit Landroggen und *F. herbarum*, mit dem Unterschied, dass kein so hoher Befall auftritt. Bis zur Temperatur von 18° ist die Zahl der Krankheitsfälle unbedeutend, meist unter 10%. Von hier an nimmt der Umfang der Erkrankung mehr oder weniger

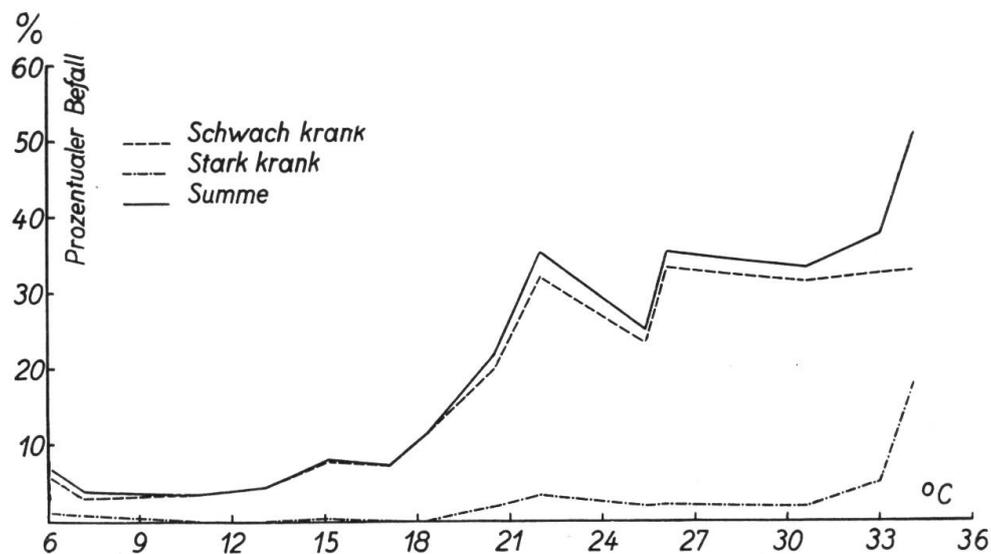


Abb. 16

Versuch 8: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % der aufgelaufenen Pflanzen.

regelmässig zu bis zur höchsten Temperaturstufe von 34,1°. Mit allen drei Bewertungsarten, deren Ergebnisse gut übereinstimmen, lässt sich ein leichter Rückgang des Befalls bei 26,0° nachweisen. Die stark erkrankten Pflanzen machen einen verschwindend kleinen Bruchteil der Summe der Krankheitsfälle aus.

Versuch 9: Lenzburgerroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302 (Tab. 34 und Abb. 17, 18)

Der Verlauf der Befallskurven unterscheidet sich von dem vorausgehenden Versuch nicht unwesentlich. Bis 16,7 und 18,9° haben wir nur einen kleinen Befall zu verzeichnen (rund 7—16%), von hier an steigt die Kurve rasch und regelmässig an. Schon bei 28° sind beinahe 80% der aufgelaufenen Pflanzen erkrankt, wobei der Hauptanteil auf die stark erkrankten Pflanzen fällt. Die Bewertung nach

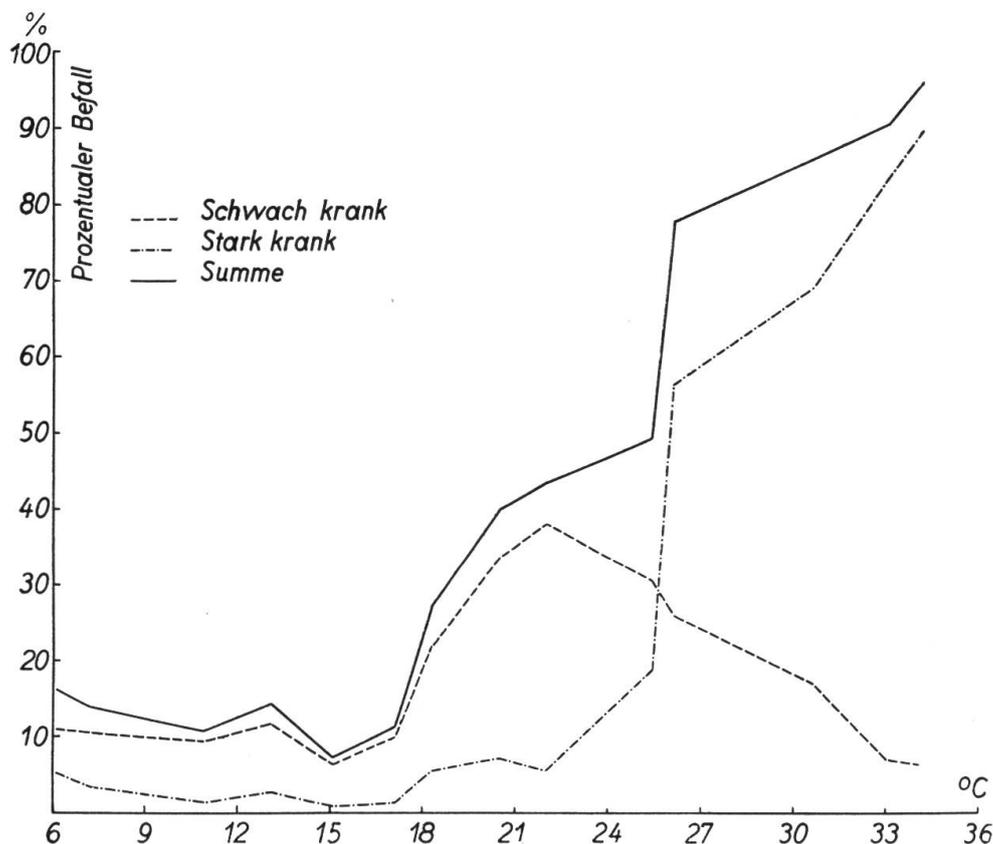


Abb. 17

Versuch 9: Lenzburgerroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

Befallsgraden lässt ebenfalls ein Minimum der Erkrankung bei 16,7 und 18,9°, sowie die darauf folgende rasche Zunahme der Befallswerte erkennen. Nach dem ausgesprochenen Erkrankungsmaximum bei 28° nimmt der durchschnittliche Befall eines Topfes wieder ab. Ein ähnliches Bild liefert die Bewertungsart 1. Der durchschnittliche Befall einer Pflanze sinkt von 2,5 bei 9° auf 1,4 bei 22,7 und 24,8° und steigt dann bis zur höchsten Temperaturstufe auf 4,4 an. Der starke Krankheitsgrad der beiden letzten Temperaturserien dürfte

Tab. 33

Versuch 8: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 36—40 Tage

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
°C					%	%	%			g
6,1	32,6	1,8 ± 0,4	0,4 ± 0,2	2,2	5,6 ± 1,1	1,2 ± 0,7	6,8	1,8 ± 0,24	4,4	15,7
7,2	32,8	1,0 ± 0,4	0,3 ± 0,2	1,3	3,1 ± 1,3	0,9 ± 0,6	4,0	1,1 ± 0,33	2,2	23,4
10,9	33,1	1,2 ± 1,3	0	1,2	3,6 ± 0,4	0	3,6	1,2 ± 0,13	1,4	32,5
13,1	32,4	1,5 ± 0,3	0	1,5	4,6 ± 1,0	0	4,6	1,0 ± 0,26	1,7	38,1
15,1	32,7	2,6 ± 0,5	0,1 ± 0,1	2,6	7,9 ± 1,6	0,3 ± 0,3	8,2	1,1 ± 0,14	3,2	51,3
17,1	32,7	2,4 ± 0,6	0,4 ± 0,3	2,4	7,4 ± 1,8	0	7,4	1,1 ± 0,21	3,5	54,7
18,3	32,2	3,7 ± 0,6	0	3,7	11,5 ± 1,8	0	11,5	1,2 ± 0,11	4,5	50,2
20,5	32,2	6,5 ± 0,5	0,6 ± 0,3	7,0	20,1 ± 1,5	1,9 ± 1,0	22,0	1,3 ± 0,09	9,4	43,2
22,0	31,8	10,2 ± 1,2	1,1 ± 0,3	11,3	32,2 ± 3,9	3,4 ± 0,8	35,6	1,4 ± 0,07	15,6	34,3
25,4	33,1	7,8 ± 0,4	0,7 ± 0,3	8,5	23,4 ± 1,2	2,0 ± 1,0	25,4	1,3 ± 0,06	11,4	31,7
26,1	33,1	11,1 ± 0,9	0,7 ± 0,3	11,8	33,4 ± 2,4	2,1 ± 1,0	35,6	1,4 ± 0,06	16,4	27,9
30,6	32,7	10,3 ± 0,5	0,6 ± 0,3	10,9	31,6 ± 1,6	1,9 ± 1,0	33,4	1,3 ± 0,05	14,7	26,1
33,0	29,9	9,9 ± 1,1	1,5 ± 0,5	11,4	32,7 ± 3,6	5,1 ± 1,5	37,8	1,5 ± 0,07	17,0	24,3
34,1	30,5	10,0 ± 1,0	5,6 ± 0,8	15,6	33,0 ± 3,6	18,3 ± 2,7	51,4	2,1 ± 0,14	32,7	5,6

Tab. 34 Versuch 9: Lenzburgerroggen, infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 21—26 Tage

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
°C					%	%	%			g
6,1	26,3	3,7 ± 0,6	1,3 ± 0,3	5,0	11,0 ± 2,0	5,2 ± 1,1	16,2	2,5 ± 0,24	12,2	6,4
7,2	29,2	3,0 ± 0,4	1,0 ± 0,3	4,0	10,5 ± 1,7	3,4 ± 0,9	13,9	2,3 ± 0,19	9,5	9,1
10,9	29,6	3,0 ± 0,3	0,4 ± 0,2	3,4	9,4 ± 0,9	1,4 ± 0,6	10,8	2,1 ± 0,36	6,0	11,6
13,1	30,0	3,5 ± 0,8	0,9 ± 0,3	4,4	11,7 ± 3,2	2,7 ± 1,1	14,4	1,7 ± 0,32	7,5	13,6
15,1	30,0	1,9 ± 0,7	0,3 ± 0,15	2,2	6,4 ± 0,7	1,0 ± 0,5	7,4	1,7 ± 0,42	3,7	12,1
17,1	29,0	2,8 ± 0,55	0,4 ± 0,2	3,2	9,9 ± 1,9	1,4 ± 0,8	11,3	1,4 ± 0,25	5,3	12,7
18,3	29,3	6,4 ± 0,5	1,6 ± 0,3	8,0	21,8 ± 1,5	5,5 ± 1,1	27,3	1,8 ± 0,12	14,5	16,2
20,5	28,1	9,5 ± 0,7	2,0 ± 0,03	11,5	33,6 ± 1,9	7,1 ± 1,0	40,7	1,4 ± 0,07	16,5	16,2
22,0	29,1	11,3 ± 1,6	1,6 ± 0,5	12,9	38,1 ± 4,6	5,5 ± 1,7	43,6	1,4 ± 0,11	18,7	13,1
25,4	25,1	7,7 ± 0,8	5,2 ± 0,6	12,9	30,6 ± 2,5	18,7 ± 1,9	49,3	2,4 ± 0,17	30,9	9,3
26,1	21,5	5,6 ± 0,5	12,1 ± 0,6	17,7	25,9 ± 2,0	56,4 ± 2,8	78,0	3,7 ± 0,13	64,5	3,0
30,6	15,4	2,9 ± 0,75	10,4 ± 0,8	13,3	17,1 ± 3,5	69,2 ± 4,9	86,3	4,0 ± 0,17	51,8	2,1
33,0	10,6	0,9 ± 0,3	8,7 ± 0,5	9,6	7,1 ± 2,7	83,8 ± 3,2	90,9	4,3 ± 0,09	40,7	0,7
34,1	6,8	0,5 ± 0,3	6,1 ± 0,8	6,6	6,4 ± 3,7	90,1 ± 4,8	96,6	4,4 ± 0,20	29,1	0,4

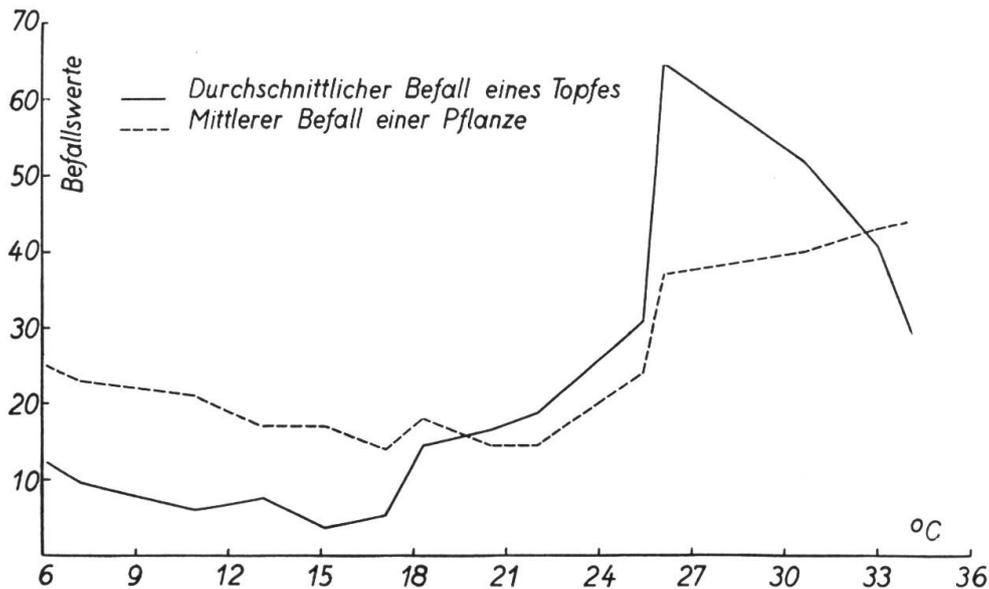


Abb. 18

Versuch 9: Lenzburgerroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
Befallswerte: Mittlerer Befall einer Pflanze und durchschnittlicher Befall eines Topfes.

wiederum ohne Zweifel auf die extrem hohe Bodentemperatur zurückzuführen sein.

Der Vergleich der Versuche 8 und 9 gibt Aufschluss über die Anfälligkeit des Lenzburgerroggens und Petkuserroggens gegenüber *Fusarium nivale*, Stamm 302. Ist bei den tieferen Bodentemperaturen (bis etwa 18,9°) kein wesentlicher Unterschied im prozentualen Krankheitsbefall wahrzunehmen, so weist der infizierte Lenzburgerroggen bei den höchsten Temperaturen (von 26,0° an aufwärts) bedeutend mehr Krankheitsfälle und einen höheren durchschnittlichen Befallsgrad auf. Lenzburgerroggen scheint also bei höheren Temperaturen anfälliger gegenüber *Fusarium nivale* zu sein.

Versuch 10: Kontrollversuch mit Lenzburger- und Petkuserroggen ohne Infektion. Neutrale Versuchserde (Tab. 35a, b und Abb. 19, 20)

Über die Gründe, die für die Ausführung dieses Versuches sprachen, wurde auf Seite 83 berichtet. Sein Ziel bestand in der Feststellung der optimalen Wachstumstemperatur der beiden Roggensorten einerseits (siehe S. 73) und des Bräunungsgrades der Halmbasis und der Koleoptile bei fehlender Infektion andererseits.

Der Kontrollversuch brachte tatsächlich den Beweis, dass weniger Pflanzen erkrankten, wenn keine Infektion vorgenommen

wird. Neben der Zahl erkrankter Pflanzen war auch der Befallsgrad geringer. Die Pflanzen der unteren und mittleren Temperaturstufen erwiesen sich mehrheitlich als gesund oder zeigten nur schwache Krankheitssymptome. Von $26,0^{\circ}$ an traten in zunehmendem Masse Pflanzen auf, deren Stengelgrund und Wurzeln gelblichbraun verfärbt waren. Auch die Koleoptile teilte in der Regel die gleiche Farbe, hatte aber im Gegensatz zu den Infektionsversuchen meist eine normale Form. Mit Ausnahme der obersten Temperaturstufe, die in unsern Versuchen nicht mehr stark ins Gewicht fällt, war der Anteil der schwach erkrankten Pflanzen grösser. Der prozentuale Krankheitsbefall beträgt bei $33,4^{\circ}$ Bodentemperatur rund 38% , bei der letzten Temperaturstufe ($34,1^{\circ}$ im Boden) rund 60% . Die Werte bleiben also beträchtlich hinter denen der Infektionsversuche zurück.

Von den beiden Roggensorten weist der Petkuserroggen weniger Krankheitsfälle auf. Bis zu $22,7^{\circ}$ ist die Zahl der kranken Pflanzen unbedeutend (unter 10%). Beim Lenzburgerroggen schwankt im Gegensatz zum Petkuserroggen die Zahl der auf die aufgelaufenen Keimlinge bezogenen kranken Pflanzen ganz erheblich. Die Kurve verläuft so unregelmässig, dass es schwer fällt, minimale wie maximale Erkrankung zu erkennen. Anscheinend wird diese Unregel-

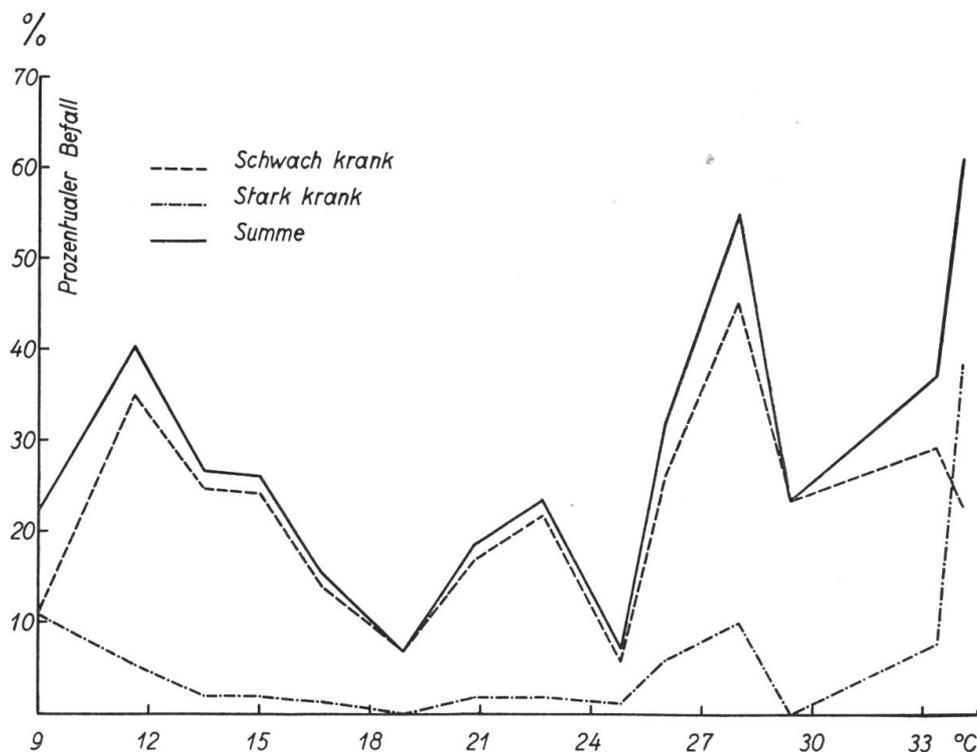


Abb. 19

Versuch 10; Kontrollversuch mit Lenzburger- und Petkuserroggen ohne Infektion. Reihe Lenzburgerroggen: Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

Tab. 35 a Versuch 10: Kontrollversuch (ohne Infektion) mit Lenzburgerroggen und Petkuserroggen.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 22—27 Tage

Reihe mit Petkuserroggen

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte			Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	g	
9,0	33,0	2,0 ± 0,3	0,4 ± 0,4	2,4	6,1 ± 1,1	1,1 ± 2,7	7,3	1,6 ± 0,53	4,8	3,3	
11,6	32,0	2,4 ± 0,9	0,4 ± 0,2	2,8	7,5 ± 3,0	1,2 ± 0,1	8,7	1,1 ± 0,67	5,3	11,7	
13,5	32,4	2,6 ± 0,4	0,4 ± 0,2	3,0	7,9 ± 1,1	1,2 ± 0,8	9,2	1,5 ± 0,17	4,7	12,1	
15,0	32,2	1,8 ± 0,6	1,0 ± 0,3	2,8	5,5 ± 1,7	3,1 ± 0,8	8,7	2,4 ± 0,39	6,1	16,4	
16,7	35,0	2,4 ± 0,5	0,2 ± 0,2	2,6	7,0 ± 1,5	0,5 ± 0,5	7,5	1,2 ± 0,19	3,2	16,8	
18,9	33,4	1,2 ± 0,6	0,4 ± 0,2	1,6	3,6 ± 1,8	1,2 ± 0,7	4,8	1,3 ± 0,50	2,6	15,6	
20,8	32,4	2,2 ± 0,8	0,2 ± 0,2	2,4	6,8 ± 2,5	0,6 ± 0,6	7,4	0,9 ± 0,32	2,8	16,7	
22,7	32,6	1,8 ± 0,4	0,2 ± 0,2	2,0	5,5 ± 1,1	0,6 ± 0,6	6,1	1,2 ± 0,28	2,6	15,8	
24,8	32,2	5,0 ± 1,4	0	5,0	15,2 ± 4,1	0	15,2	0,6 ± 0,15	3,6	14,9	
26,0	33,0	4,6 ± 1,7	0	4,6	13,9 ± 4,9	0	13,9	1,2 ± 0,33	3,6	12,7	
28,0	33,2	6,0 ± 3,0	0,6 ± 0,4	6,6	20,2 ± 9,3	1,8 ± 1,2	22,0	1,5 ± 0,45	9,7	10,9	
29,4	32,2	10,0 ± 3,8	1,0 ± 0,6	11,0	30,7 ± 11,5	3,0 ± 1,9	33,7	1,1 ± 0,15	12,1	12,3	
33,4	33,0	8,8 ± 0,5	3,6 ± 0,5	12,4	26,7 ± 1,7	10,9 ± 1,5	37,6	1,8 ± 0,17	22,4	9,7	
34,1	25,6	4,0 ± 1,3	9,8 ± 1,3	14,2	17,0 ± 4,8	38,5 ± 5,3	55,6	3,5 ± 0,40	49,6	4,0	

Tab. 35b Versuch 10: Kontrollversuch (ohne Infektion) mit Lenzburgerroggen und Petkuserroggen.

Neutrale Erde, pH = 6,98

Versuchsdauer = 22—27 Tage

Reihe mit Lenzburgerroggen

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte			Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf		
°C					%	%	%				g
9,0	23,6	2,6 ± 1,1	2,8 ± 1,2	5,4	11,3 ± 4,2	10,9 ± 4,7	22,2	3,3 ± 0,91	20,4	6,3	
11,6	29,2	10,2 ± 1,2	1,6 ± 0,8	11,8	35,0 ± 4,1	5,4 ± 2,7	40,4	1,4 ± 0,26	18,6	10,9	
13,5	30,6	7,6 ± 0,8	0,6 ± 0,2	8,2	24,7 ± 2,1	2,0 ± 0,8	26,7	1,0 ± 0,08	8,4	12,0	
15,0	30,4	7,4 ± 1,0	0,6 ± 0,4	8,0	24,2 ± 2,9	1,9 ± 1,2	26,1	1,1 ± 0,18	8,9	13,1	
16,7	29,8	4,8 ± 0,7	0,4 ± 0,4	5,2	14,0 ± 3,6	1,4 ± 1,4	15,4	1,1 ± 0,20	6,2	12,4	
18,9	30,4	2,0 ± 0,8	0	2,0	6,8 ± 3,0	0	6,8	0,6 ± 0,19	1,8	15,9	
20,8	32,2	5,4 ± 1,1	0,6 ± 0,2	6,0	16,8 ± 3,6	1,8 ± 0,7	18,6	1,1 ± 0,07	6,6	16,0	
22,7	31,6	4,0 ± 0,7	0,6 ± 0,4	4,6	21,8 ± 9,4	1,9 ± 1,3	23,6	1,7 ± 0,27	12,8	17,7	
24,8	32,2	1,8 ± 0,7	0,4 ± 0,2	2,2	5,8 ± 2,5	1,2 ± 0,8	7,2	1,1 ± 0,49	3,4	13,2	
26,0	31,4	14,6 ± 4,1	1,8 ± 0,9	16,4	26,1 ± 16,3	5,9 ± 2,8	32,0	1,5 ± 0,12	25,6	9,5	
28,0	32,0	16,9 ± 3,5	2,0 ± 0,9	18,9	45,1 ± 13,9	10,0 ± 4,5	55,1	1,1 ± 0,26	31,4	11,0	
29,4	31,8	7,4 ± 2,0	0	7,4	23,4 ± 6,4	0	23,4	0,9 ± 0,09	7,3	10,8	
33,4	30,6	9,0 ± 0,3	2,4 ± 0,4	11,4	29,4 ± 1,0	7,8 ± 1,2	37,2	1,8 ± 0,11	20,7	7,9	
34,1	26,0	10,0 ± 0,9	5,8 ± 0,7	15,8	22,7 ± 2,7	38,3 ± 2,5	61,1	3,2 ± 0,08	50,9	3,1	

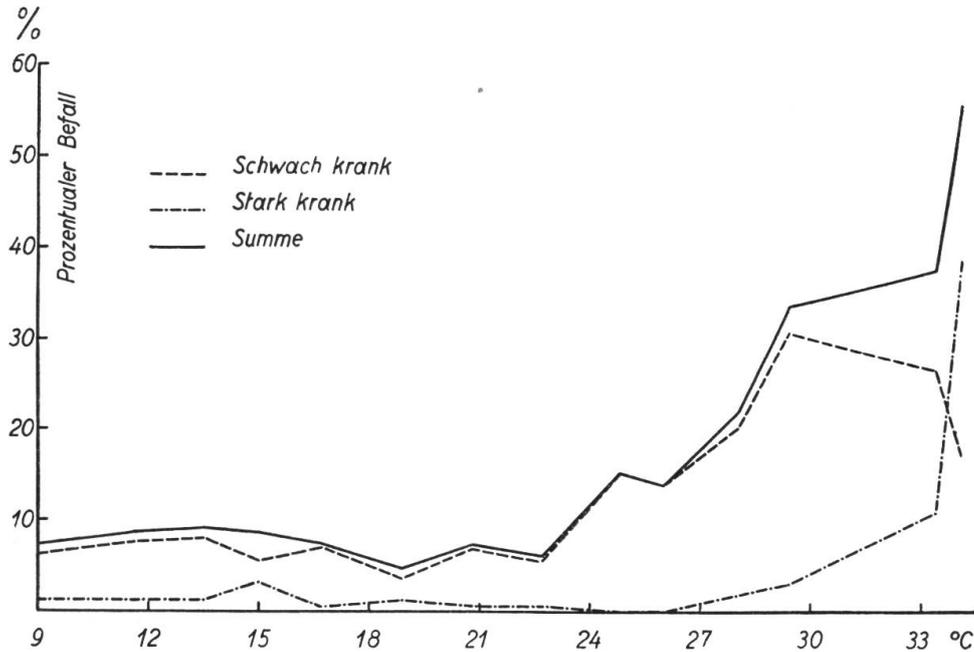


Abb. 20

Versuch 10: Kontrollversuch mit Lenzburger- und Petkuserroggen ohne Infektion. Reihe Petkuserroggen: Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen.

mässigkeit eher auf den ungleichen Feuchtigkeitsgehalt der Versuchserde als auf eine parasitäre Einwirkung irgendeines Pilzes zurückzuführen sein. Bei 18,9 und 24,8° stehen die Befallszahlen im Minimum (rund 7%), von hier an nehmen, sowohl nach der Seite der tiefern wie der höheren Temperaturen, die Krankheitsfälle zu. Bei 11,6° zeigen 40% der aufgelaufenen Pflanzen schwache Krankheits-symptome, welcher Wert sonst nur bei den Temperaturen von 28,0 und 34,1° überschritten wird. Wird der Befall nach der absoluten Zahl der kranken Pflanzen bewertet, so erhält man dasselbe Bild.

Rückisolierungen aus schwarzbraun verfärbten Teilen erkrankter Pflanzen (Wurzeln und Teile der Halmbasis) wiesen die Anwesenheit von *Fusarium* nach; die Art wurde nicht bestimmt. Da ungebeiztes Saatgut zur Aussaat gelangte, erscheint die Gegenwart von *Fusarium* verständlich. Daneben können aber auch andere parasitische Pilze wie *Phoma*, *Pythium*, *Leptosphaeria* usw. vorhanden sein. Zur Erzielung idealer Versuchsbedingungen wäre Beizung des Roggens und Sterilisation der Erde notwendig gewesen. Die gleiche Anforderung kann übrigens auch an die Infektionsversuche gestellt werden.

Durch den vorliegenden Kontrollversuch wurde bewiesen, dass die mehr oder weniger starke Bräunung der Koleoptile, des Stengelgrundes und der Wurzeln der vorangehenden Versuche zum grössten

Teile durch die erfolgte Infektion mit *Fusarium herbarum* oder *F. nivale* bedingt war, dass aber auch ohne Infektion bei den höheren Temperaturstufen gelblichbraune Verfärbungen der genannten Organe auftreten.

Versuche auf alkalischer Erde (pH = 8,37—8,41)

Versuch 11: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302. Fünf Töpfe infiziert, fünf Töpfe ohne Infektion (Tab. 36 a und b, Abb. 21—23)

Da die bisherigen Infektionsversuche ergeben hatten, dass die Beurteilung der Erkrankung besonders bei den höheren Temperaturstufen schwierig war, wurde der vorliegende Versuch mit Kontrollen angelegt. Je fünf Töpfe wurden in der früher angegebenen Weise

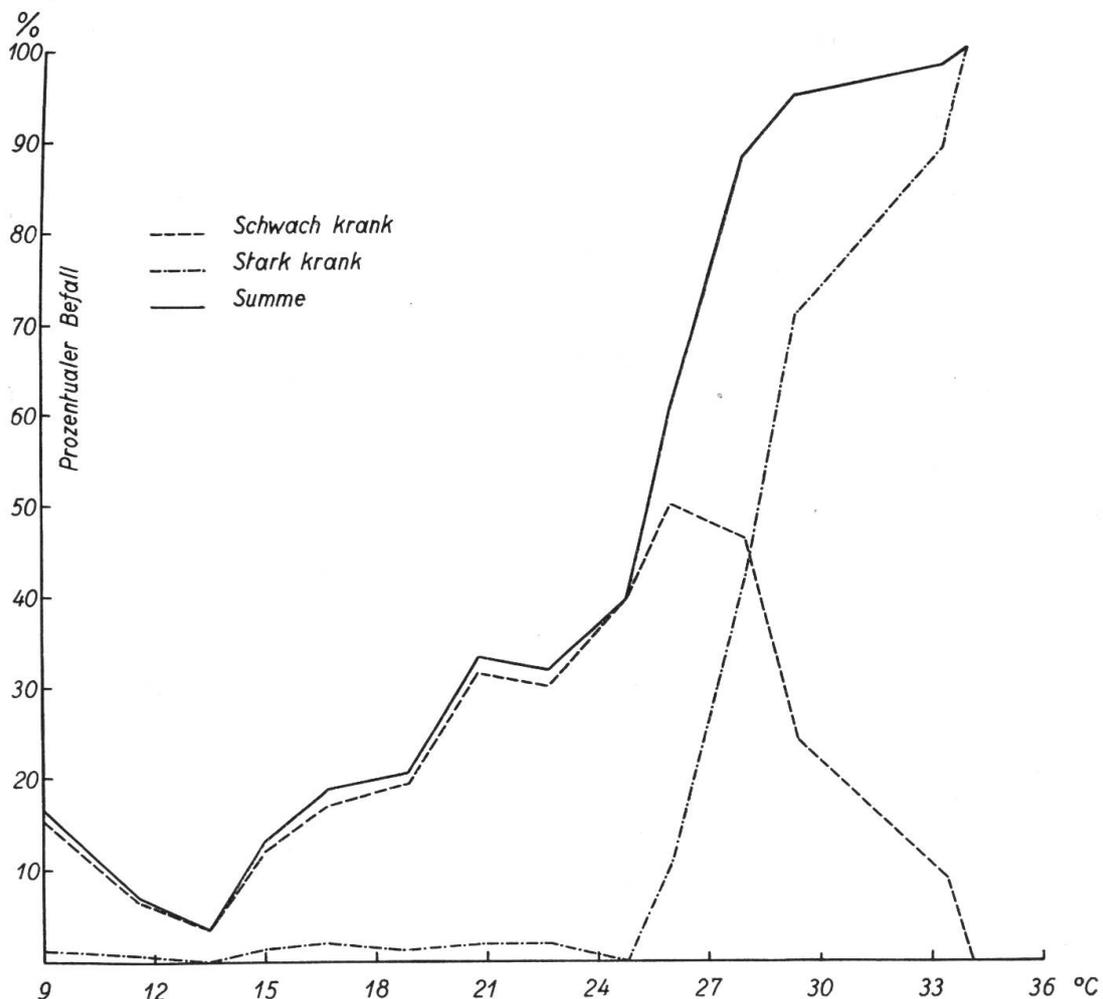


Abb. 21

Versuch 11: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302 auf alkalischer Erde. Zahl der erkrankten Pflanzen ausgedrückt in % aufgelaufener Pflanzen bei infizierter Reihe.

Tab. 36a Versuch 11: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
 Alkalische Erde, pH = 8,37—8,41 Versuchsdauer = 24—29 Tage Kontrollreihe

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
° C					%	%	%			g
11,6	34,0	0,2 ± 0,2	0	0,2	0,6 ± 0,6	0,6 ± 0,6	1,2	1,0 ± 0,77	1,0	12,8
13,5	30,0	1,2 ± 0,6	0,2 ± 0,2	1,4	4,3 ± 2,2	0,6 ± 0,6	5,0	1,3 ± 0,53	1,8	17,0
15,0	34,0	2,2 ± 0,4	0,4 ± 0,2	2,6	6,5 ± 1,1	1,2 ± 0,7	7,6	1,6 ± 0,32	4,6	25,5
16,7	27,4	2,2 ± 0,8	0,6 ± 0,4	2,8	8,7 ± 3,0	1,9 ± 1,2	10,6	2,1 ± 0,95	6,4	22,6
18,9	30,6	3,4 ± 0,9	0,4 ± 0,2	3,8	11,2 ± 3,0	3,2 ± 1,7	14,4	1,2 ± 0,21	4,4	32,1
20,8	31,2	5,4 ± 1,0	0,2 ± 0,2	5,6	17,1 ± 3,0	0,7 ± 0,7	17,8	1,0 ± 0,28	5,3	26,7
22,7	29,2	10,8 ± 1,8	0,2 ± 0,2	11,0	36,3 ± 1,4	0,7 ± 0,7	36,9	0,9 ± 0,11	10,6	24,8
24,8	31,0	14,8 ± 2,3	3,8 ± 1,6	18,6	47,7 ± 7,2	12,2 ± 4,9	59,9	1,8 ± 0,16	33,9	20,1
26,0	28,4	11,2 ± 1,5	1,2 ± 0,8	12,4	38,9 ± 3,0	3,7 ± 2,4	42,5	1,3 ± 0,14	16,2	16,0
28,0	32,6	17,4 ± 1,4	8,4 ± 2,2	25,8	53,2 ± 3,1	26,3 ± 6,8	79,5	2,2 ± 0,25	57,7	12,0
29,4	30,4	16,0 ± 1,9	11,6 ± 2,9	27,6	53,3 ± 7,8	37,6 ± 9,3	90,9	2,2 ± 0,10	61,2	6,0
33,4	30,6	11,0 ± 1,9	16,6 ± 1,1	27,6	35,5 ± 5,4	54,7 ± 4,8	90,2	2,8 ± 0,15	77,3	4,2
34,1	18,4	5,6 ± 0,4	11,4 ± 0,8	17,0	30,3 ± 1,4	62,0 ± 4,4	92,4	3,3 ± 0,12	57,3	1,4

Tab. 36b Versuch 11: Petkuserroggen, infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
 Alkalische Erde, pH = 8,37—8,41 Versuchsdauer = 24—29 Tage Infizierte Reihe

Boden- temperatur	Anzahl aufge- laufener Pflanz.	Anzahl kranker Pflanzen			Befall in % aufgelaufener Pflanzen			Befallswerte		Trocken- substanz- ertrag g
		schwach krank	stark krank	Summe	schwach krank	stark krank	Summe	Mittl. Befall einer Pflanze	Durchschnittl. Befall pro Topf	
°C					%	%	%			
11,6	31,8	2,0 ± 1,0	0,2 ± 0,2	2,2	6,4 ± 3,5	0,7 ± 0,7	7,1	0,8 ± 0,26	2,9	10,1
13,5	33,4	1,2 ± 1,0	0	1,2	3,6 ± 2,9	0	3,6	0,4 ± 0,22	1,0	16,2
15,0	32,0	3,8 ± 0,7	0,4 ± 0,4	4,2	11,9 ± 2,2	1,3 ± 1,3	13,2	0,9 ± 0,16	4,3	23,3
16,7	29,2	5,0 ± 0,7	0,6 ± 0,4	5,6	16,9 ± 2,0	2,0 ± 1,3	18,9	1,3 ± 0,19	7,8	20,3
18,9	31,0	6,0 ± 1,1	0,4 ± 0,2	6,4	19,4 ± 3,6	1,3 ± 0,8	20,7	1,1 ± 0,20	7,3	29,1
20,8	30,6	9,6 ± 0,6	0,6 ± 0,4	10,2	31,5 ± 2,1	1,9 ± 1,2	33,4	1,1 ± 0,10	11,6	26,1
22,7	30,6	9,2 ± 1,2	0,6 ± 0,4	9,8	30,1 ± 4,1	1,9 ± 1,3	32,0	1,1 ± 0,11	11,0	18,7
24,8	29,0	11,6 ± 1,7	0	11,6	39,7 ± 5,4	0	39,7	0,9 ± 0,08	10,0	11,2
26,0	28,4	14,2 ± 1,5	3,0 ± 0,7	17,2	50,1 ± 5,3	10,4 ± 2,4	60,5	1,4 ± 0,12	24,0	6,5
28,0	26,2	12,2 ± 1,3	10,8 ± 0,6	23,0	46,2 ± 3,7	41,9 ± 4,1	88,1	2,6 ± 0,09	58,9	0,7
29,4	23,6	5,8 ± 1,3	16,6 ± 0,8	22,4	24,1 ± 4,6	70,7 ± 3,8	94,8	3,6 ± 0,17	80,5	2,4
33,4	20,0	1,8 ± 0,9	17,8 ± 1,7	19,6	9,0 ± 4,7	88,9 ± 6,0	97,9	3,8 ± 0,39	74,8	1,3
34,1	9,4	0	9,4 ± 1,3	9,4	0	100,0	100,0	5,0 ± 0,02	46,8	0,1

mit infizierten Körnern, die andern fünf Töpfe jeder Temperaturserie mit gewöhnlichem ungebeiztem Roggen besät. Durch den Vergleich der infizierten Pflanzen mit denen der Kontrolltöpfe wurde eine grössere Sicherheit in der Beurteilung der Krankheitssymptome und damit in der Auswertung des ganzen Versuches überhaupt erzielt. Der Nachteil besteht darin, dass die Anzahl der Wiederholungen einer Versuchsreihe kleiner wird und somit das Schwankungsmass der Mittelwerte steigt.

Die Kontrolltöpfe wurden mit frischer, noch nicht infizierter Erde gefüllt, die infizierten Töpfe mit der Erde des Versuches 9. Nach der Kalkung wurden folgende pH-Werte gemessen: infizierte Erde pH = 8,37, Erde für Kontrolltöpfe pH = 8,41.

Der Versuch zeigte, dass die Pflanzen der Kontrollreihen bei höheren Bodentemperaturen an ähnlichen Symptomen erkranken, wie die der infizierten Reihen. Die Zahl der prozentualen Krankheitsfälle ist fast gleich gross (29,4%: 91% bei den Kontrolltöpfen, 95% bei den infizierten Töpfen). Die beiden Versuchsreihen unterscheiden sich aber deutlich durch den Krankheitsgrad. Der Anteil der schwach und stark erkrankten Pflanzen der infizierten Reihe

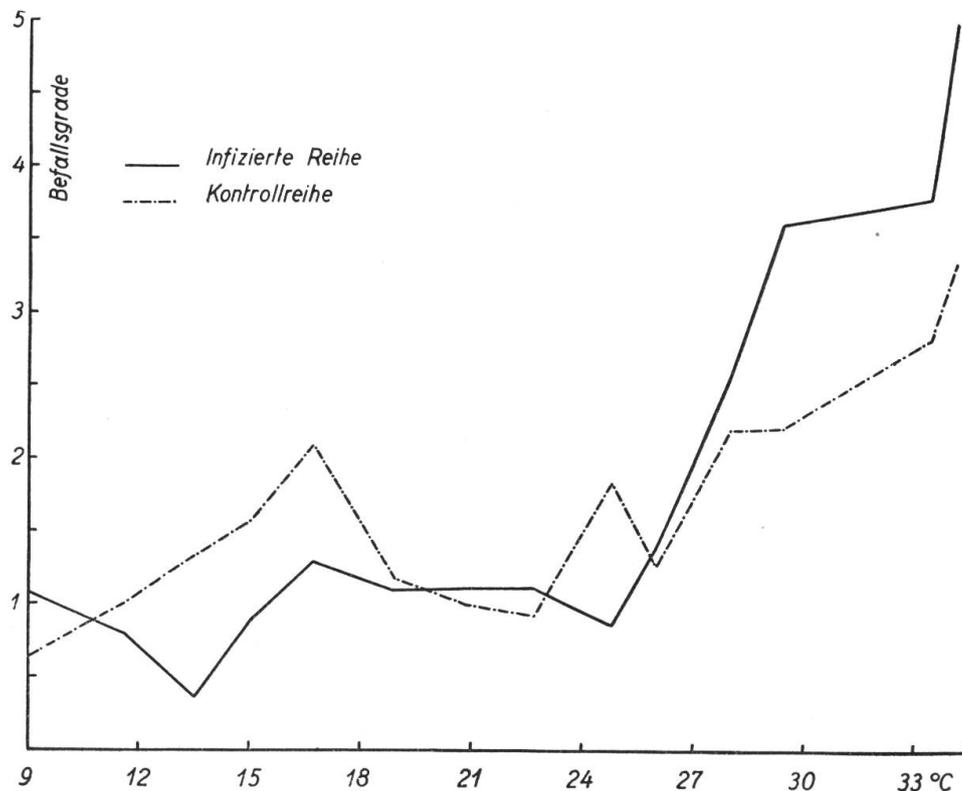


Abb. 22

Versuch 11: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
Befallswerte.

erreicht bei einer Bodentemperatur von 28° beinahe den gleichen Wert; die schweren Krankheitsfälle nehmen in der Folge rasch zu (bis 100%). In den Kontrollreihen wurden noch bei $29,4^{\circ}$ mehr schwach kranke Pflanzen gezählt; sie werden nur bei der obersten Temperaturstufe von der Zahl der stark erkrankten Pflanzen um 20–30% übertroffen. Im Temperaturgebiet von $20,8^{\circ}$ bis zum gemeinsamen Befallsminimum bei $11,6$ und $13,5^{\circ}$ halten sich die Krankheitsfälle der infizierten Reihen über denen der Kontrollen (33% gegenüber 18% bei $20,8^{\circ}$).

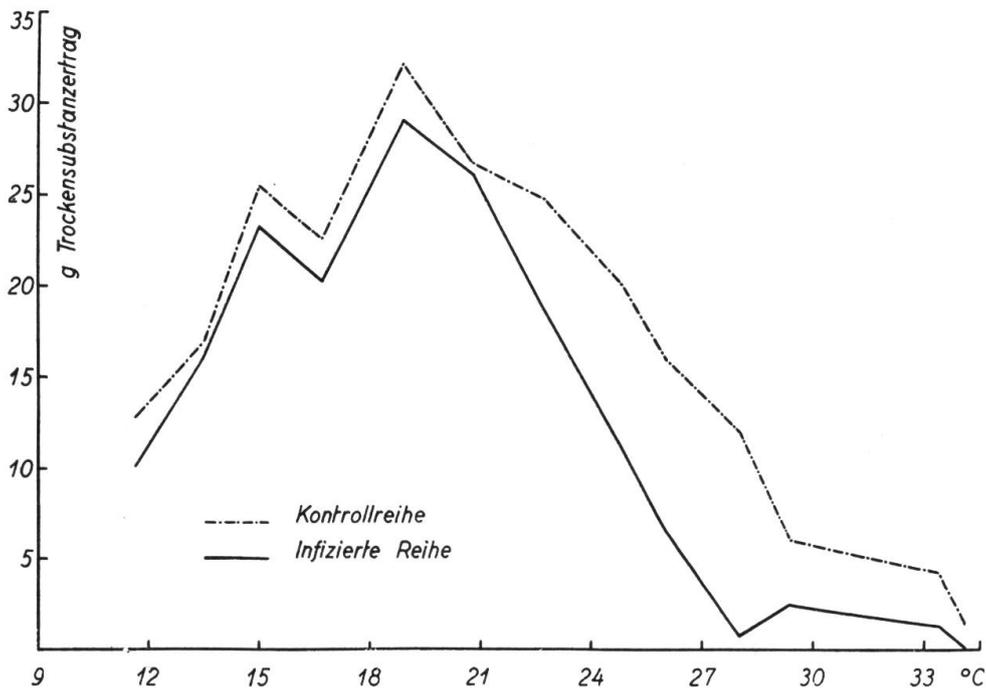


Abb. 23

Versuch 11: Petkuserroggen infiziert mit *Fusarium nivale*, Stamm 302.
Trockensubstanzerträge der infizierten Reihe und der Kontrollreihe.

In bezug auf den Infektionsverlauf bei den unteren Temperaturstufen liefert die Bewertung nach der Anzahl der erkrankten Pflanzen das gleiche Ergebnis, abgesehen von einer unregelmässigen Zunahme der Krankheitsfälle der Kontrollpflanzen bei $24,8^{\circ}$. Das Befallsmaximum dagegen befindet sich nach dieser Auswertung bei $28,0$ – $29,4^{\circ}$, was den beobachteten Verhältnissen besser entspricht. Diese Feststellung wird durch die Trockensubstanzerträge (Bewertungsart 4) bestätigt (vergl. Abb. 23). Die Differenz der Erträge der beiden zu vergleichenden Versuchsreihen nimmt von $22,7^{\circ}$ an stetig zu und erreicht bei der Bodentemperatur von 28° ihren höchsten Wert. Die Bewertung mit Hilfe des mittleren Befalls einer Pflanze führt zu

einem ähnlichen Ergebnis wie die Auswertung des Versuches mit Hilfe des prozentualen Krankheitsbefalls (siehe Abb. 22).

Werden die Versuche auf neutralem und alkalischem Boden miteinander verglichen, so zeigt es sich, dass auf letzterem, analog den Untersuchungen mit *Fusarium herbarum*, der Befall grösser ist. Auf neutraler bis schwach saurer Erde erkrankten bei der höchsten Temperaturstufe (34,1° Bodentemperatur) rund 50% der aufgelaufenen Pflanzen, auf gekalktem Boden 100%.

Das Auffallendste an den besprochenen Versuchen besteht darin, dass der grösste Befall durch *Fusarium herbarum* und *F. nivale* nicht, wie erwartet wurde, bei den tieferen Bodentemperaturen auftrat (vergl. die Ausführungen auf S. 74), sondern im Bereich der oberen Temperaturstufen (etwa 24°—34° Bodentemperatur). Diese Feststellung ist deshalb beachtenswert, weil sie im Gegensatz zu der üblichen Auffassung der Fusariose des Roggens steht. Nahm man auf Grund der bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen an, dass der Befall durch *Fusarium* besonders an tiefe Temperaturen gebunden sei, so beweisen die ausgeführten Versuche das Gegenteil. *Fusarium herbarum* und *F. nivale* vermögen anscheinend den Roggen nicht nur, wie dies in der Praxis der häufigste Fall ist, bei Temperaturen um 0° zu schädigen, sondern in starkem Masse auch oberhalb 27°. Immerhin müssen die Untersuchungen noch durch Versuche bei 0—6° Bodentemperatur ergänzt werden, da es wohl möglich ist, dass in diesem Temperaturbereich der Befall wieder zunimmt.

Die erwähnten Infektionsverhältnisse legen die Vermutung nahe, dass der Parasit in erster Linie die Leitungsbahnen des Roggens angreife; die Fusariose also, ähnlich wie andere durch *Fusarium* verursachte Krankheiten, unter die Tracheomykosen oder Welkekrankheiten einzureihen sei.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Versuche mit *Fusarium herbarum*

1. Die durch die Infektion mit *F. herbarum* verursachte Erkrankung bei Landroggen und Petkuserroggen trat entweder im ganzen Temperaturbereich der Versuche (von rund 6—34°) in gleicher Stärke auf, oder zeigte sich besonders deutlich in dem Temperaturgebiet von 25,4—33,0° C. Auf keinen Fall wurde, entgegen unseren Erwartungen, die höchste Zahl der Krankheitsfälle bei den mittleren und unteren Temperaturstufen gefunden.

2. Soweit die ausgeführten Versuche mit *F. herbarum* einen Vergleich über die Anfälligkeit bzw. Resistenz der beiden geprüften Roggensorten zulassen, erwies sich der Petkuserroggen als etwas anfälliger als der Landroggen.

3. Bei Petkuserroggen entstand durch Infektion mit *F. herbarum* auf alkalischer Erde (pH = 8,80) ein höherer Befall als auf neutraler Erde (pH = 6,98). Stamm 204 erzeugte eine wesentliche Vermehrung der Krankheitsfälle, Stamm Baarn nur eine unbedeutende. Vergleichende Versuche mit Landroggen liegen nicht vor.

4. Übereinstimmend resultierte in allen Versuchen bei Infektion mit dem von Baarn bezogenen Stamm von *F. herbarum* ein bedeutend geringerer Befall als bei der Infektion mit dem selbst isolierten Stamm 204.

Versuche mit *Fusarium nivale*

1. Die Infektionsversuche mit *F. nivale* liessen ohne Ausnahme einen ausgesprochen maximalen Befall (bis 100%) bei Bodentemperaturen von 26° erkennen; die durch den Pilz hervorgerufenen Schädigungen waren im Temperaturgebiet von 6—21° sehr gering.

2. Der Petkuserroggen zeichnete sich in den Versuchen mit *F. nivale* gegenüber dem Landroggen durch eine merklich grössere Resistenz aus.

3. Der Infektionserfolg von *F. nivale* scheint ebenso von der Reaktion des Bodens abhängig zu sein: Auf alkalischer Erde erschienen mehr kranke Pflanzen als auf dem neutralen Boden.

Zum Schlusse möchte ich allen, die durch ihre Mithilfe und sonstige Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, meinen wärmsten Dank bezeugen. Insbesondere bin ich den folgenden Herren, welche die kleineren und grösseren Versuchsflächen zur Verfügung stellten, zu grossem Dank verpflichtet.

Herrn Dr. F. T. WAHLEN, Direktor der landw. Versuchsanstalt, Zürich-Oerlikon.

» Dr. E. NEUWEILER, Adjunkt an der gleichen Anstalt.

» Direktor T. SCHNEIDER und S. FREIBURGHHAUS, Landwirtschaftslehrer, landw. Schule Waldhof, Langenthal (Kt. Bern).

» H. KELLERHALS, Leiter des Landwirtschaftsbetriebes der kantonal-ber-nischen Strafanstalt Witzwil.

» H. WIDMER, Verwalter, Rübenbau, Payerne (Kt. Waadt).

Herrn FR. GERBER, Verwalter, Rübenbau, Avenches.

- » FR. JORDI-WÄLCHLI, Landwirt, Gondiswil.
- » G. ZÜRRER-ANLIKER, Verwalter, Wädenswil (gest. 1933).
- » H. DÜBENDORFER, a. Kantonsrat, Riethof, Regensdorf.

Vor allem ist es meine Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. GÄUMANN, unter dessen Leitung die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt wurden, für das rege Interesse, das er der Arbeit entgegenbrachte und die wohlwollende Unterstützung, die er ihr stets angedeihen liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.