

W. P. I S R A I L S K I

Bakterielle

PFLANZEN-
KRANKHEITEN

DEUTSCHER BAUERNVERLAG

PROFESSOR W. P. ISRAILSKI

BAKTERIELLE
PFLANZENKRANKHEITEN



DEUTSCHER BAUERNVERLAG

Russischer Originaltitel:

Бактериальные болезни растений
Сельхозгиз 1952

Der vorliegenden Ausgabe liegt eine Übersetzung
von Th. C. Boetticher zugrunde

Redaktion: Kurt Sommerfeld

1 9 5 5

Alle Rechte, besonders die des Nachdrucks und der Rundfunkübertragung, vorbehalten

Deutscher Bauernverlag, Berlin C 2, Am Zeughaus 1-2

Veröffentlicht unter Lizenz-Nr. 101 — 175/20/55

Umschlaggestaltung: H. Hoeffmann

Abbildungen aus dem Originalwerk übernommen

Druck: Buch- und Offsetdruckerei Calbe (Saale), Zweigbetrieb Staßfurt

Vorwort

Die Erforschung der bakteriellen Krankheiten der Pflanzen ist noch verhältnismäßig jung. Im Jahre 1867 stellte der russische Gelehrte M. S. Woronin erstmalig pathologische Veränderungen in pflanzlichen Geweben sowie die Bildung von Knöllchen an den Wurzeln der Lupine fest. Eine Reihe von Forschern hat die Symbiose zwischen den höheren Pflanzen und Bakterien später bestätigt.

Erst Ende des vorigen Jahrhunderts wurden Bakterien als Parasiten in den Geweben von Pflanzen festgestellt und endgültig als solche erkannt. Jedoch noch im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts erkannten sogar viele Phytopathologen und Bakteriologen die Existenz bakterieller Pflanzenkrankheiten in der Natur nicht an. Ein bekannter Wissenschaftler jener Zeit, der Bakteriologe A. Fischer, sprach sich in seinen Vorlesungen entschieden dagegen aus, daß Bakterien Pflanzenkrankheiten verursachen können.

Vor der Revolution wurden in Rußland Bakterioseforschungen nur von wenigen selbständigen Wissenschaftlern auf Grund zufälliger Beobachtungen durchgeführt. So wird in der im Jahre 1915 erschienenen Arbeit von P o t e b n j a von einigen wenigen Forschungen berichtet, die in Rußland durchgeführt wurden, sowie davon, daß eine Methodik für die Erforschung von Bakteriosen (durch Bakterien hervorgerufene Pflanzenkrankheiten — Der Übers.) fehlte.

Somit kann man die Zeit vor der Großen Oktoberrevolution als die Periode bezeichnen, in der Tatsachenmaterial gesammelt und Beobachtungen gemacht wurden, die darauf hinwiesen, daß es krankheitserregende — parathogene — Bakterien gibt, die fähig sind, parasitisch zu leben, pflanzliche Gewebe zu zerstören und damit parasitäre Pflanzenkrankheiten hervorzurufen.

Allmählich wurde auch klar, daß die pathogenen Bakterien für verschiedene landwirtschaftliche Kulturpflanzen schädlich sind. So waren z. B. in den Vereinigten Staaten von Amerika die Ernteschädigungen durch bakterielle Krankheiten im Durchschnitt mehrerer Jahre folgende: Durch die Gumbose (Gummifluß — Der Übers.) wurde der Ernteertrag der Baumwolle um 21,8 Prozent und durch die bakterielle Blattfleckkrankheit die des Tabaks um 70 Prozent gemindert, durch die Schwarzbeinigkeit wurden bis zu 4,3 Millionen Bushel Kartoffeln vernichtet, der Erbsenstengelbrand verursachte bis zu 25 Prozent Ernteverlust, eine Bakteriose der Bohnen vernichtete sämtliche Keimpflanzen, so daß die Bestände umgepflügt werden mußten. Zur Bekämpfung des bakteriellen Krebses an Citrusgewächsen wurden im Laufe von zwei Jahren 1 285 000 Dollar ausgegeben. Die Schwarze Bakteriose vernichtete 2 040 000 Bushel Weizen, durch die Braune Bakteriose des Hafers wurden 25 bis 100 Prozent der Pflanzen infiziert. Der Bakterielle Brand an Apfel- und Birnbäumen verursachte allein in Kalifornien einen Schaden von

10 000 000 Dollar, und infolge der Bakteriose an Bananen mußte deren Anbau auf einer Fläche von 20 000 ha eingestellt werden.

Da zu jener Zeit fast überall große Ernteverluste durch bakterielle Krankheiten festgestellt wurden, wurden in allen Ländern viele Forscher und Mikrobiologen zur Erforschung der phytopathogenen Bakterien und zur Entwicklung von Bekämpfungsmaßnahmen herangezogen.

Bereits vor der Revolution hat als einer der ersten Bakterioseforscher in Rußland Trebinski (1910 bis 1911) bakterielle Krankheiten der Zuckerrübe festgestellt; Potebnja (1915) befaßte sich mit eingehenden Untersuchungen an Gurkenblättern und -früchten. Besonders wertvolle Arbeiten wurden von Serbinow auf dem Gebiet verschiedener bakterieller Pflanzenkrankheiten durchgeführt. Er war der erste russische Gelehrte, der die Pflanzenbakteriosen gründlich erforschte und über 30 Arbeiten auf diesem Gebiet veröffentlichte (z. B. „Die Gummose der Baumwolle“, „Bakterielle Kartoffelkrankheiten“, „Die Gummose von Sorghum“, „Die bakteriellen Krankheiten der Gramineen, insbesondere von Sudangras“, „Die bakterielle Nekrose der Weinrebe“, „Die Bakterienfäule der Aubergine“, „Bakterielle Krankheiten der Mais- und Weizensamen“, „Die Bakteriose des Kohls“, „Der bakterielle Krebs der Obstbäume“ u. a.).

Nach der Oktoberrevolution hat die Sowjetmacht energische Maßnahmen zur Erforschung der Bakteriosen getroffen. Es wurden besondere wissenschaftliche Forschungsinstitute — die Gebiets-Pflanzenschutzstationen — mit vielen wissenschaftlichen Mitarbeitern gegründet und neue Kader junger Fachkräfte in den landwirtschaftlichen Hochschulen herangebildet. Im Jahre 1920 wurde ein besonderes Institut für angewandte Zoologie und Phytopathologie sowie ein Phytopathologisches Wissenschaftliches Forschungslaboratorium eingerichtet, die den Namen von Professor A. A. Jatschewski tragen.

Die Zeit von der Oktoberrevolution bis zum Jahre 1930 kann man als die Periode der Entwicklung der Wissenschaft von den bakteriellen Pflanzenkrankheiten und der Ausarbeitung einer Methodik der Diagnose pathogener Bakterien bezeichnen. In dieser Zeit wurden die erworbenen Kenntnisse systematisch geordnet und die Arbeiten fortgesetzt, die dazu dienten, die Verbreitung bakterieller Pflanzenkrankheiten in der UdSSR zu erforschen.

Vom Jahre 1930 an wurden wissenschaftliche Forschungsinstitute für die verschiedenen Zweige des Pflanzenbaues gegründet. Diesen Instituten sind viele Versuchsstationen und Stützpunkte angeschlossen. Zum erstenmal in der Geschichte konnte jetzt die Forschungsarbeit auf Grund ausgearbeiteter Pläne erfolgen. Bei diesen Arbeiten wurden die Erfordernisse der sozialistischen Produktion der landwirtschaftlichen Kollektivwirtschaften und der Sowjetgüter berücksichtigt. Das ist die Zeit des Aufblühens der Wissenschaft von den bakteriellen Pflanzenkrankheiten. Im vorliegenden Buche werden Literaturverzeichnisse angeführt, die sich auf die einzelnen bakteriellen Pflanzenkrankheiten beziehen.

Die Beschlüsse, die auf der Augusttagung (1948) der Unions-Lenin-Akademie für Landwirtschaftswissenschaften auf Grund des Vortrages des Präsidenten der Akademie, Akademiemitglied T. D. Lysenko, „Über die Lage in der biologischen Wissenschaft“ gefaßt wurden, haben die gesamte wissenschaftliche und praktische agronomische Tätigkeit grundlegend verändert. Im Zusammenhang damit

änderte sich auch in der Wissenschaft von den bakteriellen Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen die Ideenrichtung der Forscher. Die in der Vergangenheit gesammelten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Tatsachen mußten entsprechend den neuen Erkenntnissen revidiert werden.

Während man früher annahm, daß die Natur der Bakterien unveränderlich sei und die Umweltbedingungen angeblich deren Vererbung in keiner Weise beeinflussen könnten, beschreitet gegenwärtig die neue fortschrittliche agronomische Wissenschaft der Stalinschen Epoche einen anderen Weg. Dort heißt es: „Wenn man die Umweltbedingungen und die Lebensbedingungen der pflanzlichen Organismen lenkt, kann man die Sorten gelenkt verändern und neue Sorten mit für uns erforderlichen Erbeigenschaften schaffen.“¹

Die Fähigkeit der Pflanzen, unter Einwirkung der Umweltbedingungen gegen Krankheiten resistent zu werden und diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu vererben, ist das wichtigste, ja entscheidende Moment für die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Die Erforschung der Immunität von Pflanzen läuft hauptsächlich auf die Erforschung der Umweltfaktoren hinaus, die auf die Pflanzen einwirken und ihre Eigenschaften verändern.

Akademienmitglied T. D. Lysenko weist auf folgendes hin: „... die Kenntnis der natürlichen Ansprüche und des Verhältnisses eines Organismus zu den Umweltbedingungen ermöglicht es, das Leben und die Entwicklung dieses Organismus zu lenken. Darüber hinaus kann auf Grund einer solchen Kenntnis die Vererbung der Organismen gelenkt werden.“² Daraus folgt, daß wir auch die Möglichkeit haben, die Immunität der Pflanzen zu lenken, wenn wir diese Bedingungen kennen.

Ein Beweis für die Richtigkeit der Mitschurinschen Weltanschauung ist „die Sommerpflanzung von Kartoffeln“ nach der Methode, die von Akademienmitglied T. D. Lysenko entwickelt worden ist. Bei einer derartigen Anbauweise werden ungünstige Bedingungen für die Entwicklung der Erreger der Viruskrankheiten, z. B. von Kräuselmosaik und anderen Kartoffelkrankheiten, geschaffen. In der Südukraine sind diese Krankheiten auf großen Anbauflächen stark zurückgegangen.

Das Ausbleiben von Kartoffelerkrankungen durch Veränderung der Umweltbedingungen kann man mit vollem Recht als Immunitäterscheinung bezeichnen. Nach der alten Terminologie hielt man die agrotechnischen Maßnahmen für indirekt wirksam und nahm an, daß sie mit der Immunität nichts zu tun hätten. Dieser falsche Standpunkt führte in der Wissenschaft häufig zu unrichtigen Arbeitsmethoden auf dem Gebiet der Immunität der Pflanzen.

Die sowjetische Wissenschaft von den bakteriellen Pflanzenkrankheiten hat in den letzten 20 Jahren umfangreiches wissenschaftliches Material gesammelt. Neue phytopathogene Bakterien sind entdeckt und Methoden zu ihrer Erforschung und

¹ T. D. Lysenko, Über die Vererbung und ihre Veränderlichkeit, S. 79, Selchosgis, 1949 (russ.).

² T. D. Lysenko, Über die Vererbung und ihre Veränderlichkeit, S. 5, Selchosgis, 1949 (russ.).

Bekämpfung entwickelt worden, die unbedingt in der landwirtschaftlichen Produktion Eingang finden müssen.

Folgende Fachkräfte der Phytopathologie und Mikrobiologie haben an vorliegendem Buch als Verfasser mitgearbeitet:

Professor Doktor der biologischen Wissenschaften W. P. I s r a i l s k i : Die Lehre von der Infektion der Pflanzen; Immunität der Pflanzen; Systematik der phytopathogenen Bakterien; Methode der serologischen Erforschung der phytopathogenen Bakterien; Bakteriosen der Leguminosen, Kartoffeln, Mohrrüben und anderer Wurzelfrüchte; Bakteriosen der Apfel-, Birn-, Aprikosen- und Pfirsichbäume.

Dozent Kandidat der medizinischen Wissenschaften L. N. S c h u s t o w a : Die Methoden der serologischen Forschungen und die Methodik serologischer Reaktionen.

Professor Doktor der biologischen Wissenschaften M. W. G o r l e n k o : Die Bakteriosen von Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Hirse, Reis, Kürbisgewächsen, Kohl und anderen Kreuzblütlern.

Professor Doktor der biologischen Wissenschaften M. P. M u r a w j o w : Die Bakteriosen der Zuckerrübe.

Professor Doktor der Landwirtschaftswissenschaften S. J. G r u s c h e w o i : Die Bakteriosen des Tabaks.

Professor Doktor der biologischen Wissenschaften J. F. B e r e s o w a und der Mikrobiologe L. W. S u d a k o w a : Die Bakteriose des Leins.

Kandidat der biologischen Wissenschaften L. P. S t a r y g i n a : Die Bakteriosen des Maulbeerbaumes.

Kandidaten der biologischen Wissenschaften L. P. S t a r y g i n a , S. G. P e r s c h i n a , Mikrobiologe S. S. A r t e m j e w a : Methoden der Erforschung von Pflanzenbakteriosen.

Ältester wissenschaftlicher Mitarbeiter — Phytopathologe J. A. O s n i z k a j a : Die Bakteriosen der Tomaten.

Kandidat der biologischen Wissenschaften P. S. N o w i k o w a : Die Bakteriophagie bei pflanzlichen Bakteriosen.

Phytopathologe und Mikrobiologe N. W. J a s c h n o w a : Das Bakterielle Welken von Mais und die Rüben tuberkulose.

Mikrobiologe W. O. M i r s a b e k j a n : Das Bakterielle Welken der Aprikosen.

Inhaltsverzeichnis

ALLGEMEINER TEIL

Die Lehre von der Infektion	15
Symbiose und Parasitismus	15
Das Eindringen von Parasiten in die Pflanzen, Toxine	19
Die Virulenz phytopathogener Bakterien und Pilze	21
Das Eindringen phytopathogener Bakterien in die pflanzlichen Gewebe	23
Der Entwicklungsgang bakterieller Pflanzenkrankheiten	24
Die spezifische Fähigkeit phytopathogener Bakterien zur Infektion von Pflanzen	25
Die Bedeutung der Wachstumsstoffe für die Lebenstätigkeit der pathogenen Bakterien	26
Der Einfluß der Umwelt auf die Inkubationszeit der pathogenen Bakterien	28
Die Bestimmung der Bakterioseerreger	29
Die Infektionsquellen und die Verbreitung pathogener Bakterien	30
Der Einfluß der Umweltbedingungen auf die Erkrankung von Pflanzen	34
Erscheinungen der Bakteriophagie bei bakteriellen Pflanzenkrankheiten	37
Die Natur (Eigenart) der Bakteriophagen	38
Verwendung von Bakteriophagen in der Medizin	39
Die Bakteriophagie bei bakteriellen Pflanzenkrankheiten	40
Die Methodik der Isolierung der Bakteriophagen aus den Geweben der kranken Pflanze	41
Die spezifische Wirkung des Bakteriophagen	41
Das Verhältnis der Bakteriophagen zu physikalischen und chemischen Faktoren	42
Der Bakteriophage in den Geweben einer kranken Pflanze	42
Methoden der Bakteriophagenprophylaktik und -therapie bei Pflanzenbakteriosen	43
Die Systematik der phytopathogenen Bakterien	46
Methoden der Untersuchung der phytopathogenen Bakterien	57
Die Methoden des Studiums morphologischer Merkmale	57
Die Untersuchung der Form einer Bakterienzelle	57
Die Messung der Bakteriengröße und das Färben von Kapseln, Sporen, Geißeln und Bakterienkernen	61
Methoden zur Erforschung der physiologischen und biochemischen Eigenschaften der Bakterien	66
Methoden zur Herstellung von Nährböden für die Aufzucht von Bakterien	68
Nährböden zum Studium der biochemischen Eigenschaften phytopathogener Bakterien	71
Nährböden zur Bestimmung der Vergärung von Kohlehydraten	73
Nährböden zum Isolieren von Bakterien	73
Eiweißfreie oder synthetische Nährböden	75
Nährböden zur Isolierung phytopathogener Bakterien	75

Wuchsstoffe und Vitamine für phytopathogene Bakterien	77
Die Technik der Übertragung von Bakterien auf die Nährböden	78
Methoden der Isolierung phytopathogener Bakterien aus Samen, Früchten und anderen Pflanzenteilen	79
Methoden zur Aufbewahrung von Bakterienreinkulturen auf künstlichen Nähr- böden	88
Das Färben von Pflanzen nach Gram	89
Methoden zur Herstellung von Reagenzien für die Untersuchung phytopatho- gener Bakterien	92
Methoden der serologischen Untersuchung	94
Die Methodik der serologischen Reaktion	97
Die Methoden der serologischen Untersuchung phytopathogener Bakterien . . .	105
Die Immunität	113
Die natürliche oder erbliche Immunität	114
Die erworbene Immunität	126

SPEZIELLER TEIL

Die Bakteriosen des Getreides	149
Von Xanthomonas translucens verursachte Krankheiten	149
Die Schwarze Bakteriose des Weizens (Schwarzspelzigkeit)	150
Die Gestreifte (Lineare) Bakteriose der Gerste	159
Die Bakterielle Fleckigkeit der Roggenblätter	160
Die Basale Bakteriose des Weizens	161
Die Bakteriose des Endosperms der Gerste	163
Die Gelbe (Schleimige) Bakteriose des Weizens	164
Die Braune Bakteriose der Weizenkörner	165
Die Fleckige Bakteriose der Gerste	166
Die Braune (Rote) Bakteriose des Hafers	166
Die Gestreifte Bakteriose der Hirse	168
Das Bakterielle Welken des Mais	169
Die Bakterielle Fleckigkeit des Mais	177
Die Maisstengelfäule	179
Die Gestreifte Fleckigkeit an Sorghum	181
Die Bakteriosen der Leguminosen	182
Die Bakteriosen der Bohne	182
Die Bakteriosen der Soja	190
Die Bekämpfung der Bakteriosen der Bohne und der Soja	192
Der Erbsenstengelbrand	194
Der Stengelbrand der Luzerne	195
Die Welkekrankheit der Luzerne	196
Die Bakteriosen des Klees	203
Die Bakteriosen der Zuckerrübe	205
Die Bakterielle Fleckigkeit der Blätter	205
Die Streifigkeit der Blattstiele und -nerven	206
Die bakterielle Form des Wurzelbrandes	206
Der Wurzelkrebs (Kropf)	207
Der Bakterielle (Pustel-) Schorf	207
Die Nekrose der Gefäßbündel	208

Die Schwanzfäule (Gummosis)	209
Die Bakterielle Mietenfäule der Rüben	209
Die Tuberkulose der Rübe	211
Die bakteriellen Krankheiten des Leins	216
Die Bakteriosen des Tabaks und des Machorkas	229
Die Bakterielle Fleckigkeit (Wildfeuer) des Tabaks	229
Die Eckige Fleckigkeit	231
Die Wisconsiner Bakterielle Fleckigkeit	232
Die Braune Bakterielle Fleckigkeit	232
Die Schwarze Fleckigkeit	233
Der Ablauf der Krankheiten an den Tabak- und Machorkablättern	233
Das Welken des Tabaks	244
Die Hohlstengligkeit und Schwarzbeinigkeit des Tabaks	245
Die Bakteriosen der Kartoffel	247
Die Schwarzbeinigkeit (Naßfäule)	247
Die Schleimkrankheit der Kartoffel	252
Die Bakterien-Ringfäule der Kartoffel	255
Der Ablauf aller bakteriellen Kartoffelkrankheiten	260
Die Wäßrige Fäule oder Naßfäule der Kartoffel	263
Die Bakteriosen der Mohrrüben und anderer Gemüsekulturen	266
Die Weichfäule (Erw. carotovora)	266
Die Wäßrige Fäule (Erw. aroideae)	267
Die Bakteriosen der Tomaten	272
Die Bakterielle Fleckigkeit	272
Die Wipfelfäule der Tomatenfrüchte	276
Der Bakterielle Tomatenkrebs	282
Die Bakteriosen der Kürbisgewächse	298
Die Bakteriose der Gurke	298
Die Bakteriose der Melone	303
Die Naßfäule der Melonen	304
Der Bakterielle Befall der Kürbisblüten	305
Die Bakterielle Fleckigkeit von Kürbisblättern und -früchten	305
Das Bakterielle Welken der Gurke und anderer Cucurbitazeen	306
Die Bakteriosen des Kohls und anderer Kreuzblütler	309
Die Gefäßbakteriose des Kohls	309
Die Schleimige Bakteriose oder Weichfäule des Kohls	313
Die Bakteriose des Blumenkohls	316
Die bakteriellen Krankheiten der Obstbäume	319
Der Brand der Obstbäume	319
Der Wurzelkrebs der Obstbäume	330
Die Zottige (Haarige) Wurzel der Obstbäume	348
Der Bakterielle Krebs der Steinobstbäume	351
Die Bakterielle Blattfleckigkeit der Steinobstbäume	356
Das Bakterielle Welken der Aprikose	359
Das Bakterielle Braunwerden der Aprikosen und Pfirsiche	360
Die Bakteriose der Maulbeere	361
Tabelle der morphologischen Merkmale und biochemischen Eigenschaften der Bakterien	368

ALLGEMEINER TEIL

Die Lehre von der Infektion

Während die Biologie der pathogenen Mikroben und die Krankheiten, die von ihnen bei Menschen und Tieren hervorgerufen werden, in der Medizin und Tierheilkunde bis zu einem gewissen Grade gut erforscht sind, sind die phytopathogenen Mikroorganismen in der Pflanzenpathologie bisher nur sehr wenig bekannt. Erst in der letzten Zeit geht die Phytopathologie von der einfachen Beschreibung der durch Bakterien oder Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten allmählich dazu über, die Rolle der Mikroorganismen als Pflanzenparasiten und die Physiologie ihres Zusammenlebens mit den Pflanzen zu studieren. Die Faktoren, welche Infektionen, Ansteckungen und Immunität der Pflanzen sowie die Virulenz der Bakterien hervorrufen, sind aber noch ungenügend erforscht. Auch der Einfluß der Umweltfaktoren, z. B. des Nährstoff- und Wasserhaushalts des Bodens und der Temperatur, die die Lebenstätigkeit der Pflanzen und Mikroorganismen bedingen, ist bisher nur wenig erforscht.

Die in der Medizin und Tierheilkunde üblichen Methoden zur Erforschung der Mikroorganismen und Krankheiten des tierischen Organismus haben mit denen der Pflanzenpathologie vieles gemeinsam. Es sind aber auch grundlegende Unterschiede vorhanden. So ist es z. B. schwierig, aus der Pflanze einen sterilen unveränderlichen Pflanzensaft zu gewinnen, während man den Tieren sehr einfach Blut entnehmen und seine Zellenbestandteile lange am Leben erhalten kann. Der Pflanzensaft, den man beim Zerreiben von Pflanzen erhält, ist bereits durch die Zerstörung der Zellen und die Einwirkung verschiedener Fermente stark verändert. Außerdem ist es sehr viel schwerer, Bakterien in meßbaren Mengen in das Innere einer Pflanze einzuführen als bei Tieren, bei denen dies mittels einer Spritze leicht zu bewerkstelligen ist. Endlich erschwert noch die Saisongebundenheit die Forschung oder verzögert sie wenigstens, da man immer nur in der Vegetationsperiode von 4 bis 5 Monaten arbeiten kann, während sich an Tieren zu jeder Jahreszeit Versuche anstellen lassen.

Symbiose und Parasitismus

Durch zahlreiche Tatsachen, besonders in der medizinischen Bakteriologie, ist bewiesen, daß viele saprophytische Mikroorganismen unter bestimmten Umständen zu einer parasitären Lebensweise übergehen und pathogene Bakterien und Pilze andererseits die Fähigkeit zur Infektion eines Organismus verlieren können. Es ist daher schwierig, zwischen Saprophyten und Parasiten eine scharfe Grenze zu ziehen. Auf dem Gebiet der Pflanzenpathologie kommt diese Erscheinung gleichfalls vor.

Zwischen den Parasiten und den Saprophyten sowie zwischen dem Parasitismus und der Symbiose gibt es eine Reihe von Übergängen.

Als Beispiel der Symbiose wurden im Jahre 1904 *Lolium temulentum*-Pflanzen (Lieschgras) beschrieben, bei denen der Pilz die ganze Pflanze durchzieht, während diese sich völlig normal entwickelt.

Zwischen den Bakterien und den höheren Pflanzen sind gleichfalls eigenartige Wechselbeziehungen bekannt. Mit dem Staub gelangen aus der Luft viele Bakterien auf die Oberfläche der Blätter und Stengel der Pflanzen. In einem Gramm zerriebener Pflanzenmasse sind etwa 200 Millionen Bakterien enthalten. Die Mikroflora der Blätter und Stengel ist aber einförmiger und der Luftmikroflora ganz unähnlich. Manche von diesen Bakterien kommen in der Luft gar nicht vor, z. B. *B. herbicola aureum*, ein typischer Vertreter der Mikroflora auf der Blattoberfläche der Pflanzen. Außer diesem Mikroorganismus trifft man auf den Blättern *B. herbicola rubrum*, verschiedene fluoreszierende Bakterien mit dem typischen Vertreter dieser Gruppe *Ps. fluorescens*, verschiedene Saprophyten und Halbsaprophyten, *Ps. putidum*, *B. megatherium* sowie *Bac. mesentericus vulgatus* und *Escher. coli* an. Möglicherweise ernähren sich viele von ihnen von Stoffen, die in minimalen Mengen an der Blattoberfläche ausgeschieden werden. Diese Organismen dringen aber nicht in die pflanzlichen Gewebe ein.

Solche Bakterien, wie *Bac. mesentericus vulgatus* Flügge, können bei größerer Feuchtigkeit die Stempel und Fruchtknoten von Kürbis infizieren, was als Beispiel für den Übergang vom Saprophytismus zum Parasitismus dienen kann (J a t s c h e w s k i). Das gleiche kann auch von dem Bakterioseerreger des Flachses, *Bac. macerans* Schardinger, gesagt werden. Unter den pathogenen Bakterien sind gleichfalls veränderliche Wechselbeziehungen zwischen Bakterien und Pflanzen im Zusammenhang mit der Veränderung der Umweltbedingungen sowie mit der Veränderung der Phasen und Stadien der Pflanzenentwicklung zu finden. Das gilt ganz besonders für die verschiedenen Formen fluoreszierender Bakterien. Als Beispiel kann man auf das Bakterium *Ps. citriputeale* hinweisen, das auf den Citrusgewächsen schmarotzt. Zweifellos befinden sich diese Bakterien auf der Oberfläche der Blätter von Citrusgewächsen, gelangen aber bei höherer Temperatur im Sommer und bei entsprechend erhöhter Widerstandsfähigkeit der Pflanzen nicht in die Gewebe. Im Herbst und Frühjahr dagegen, wenn die Temperaturen niedriger sind, schmarotzen sie auf den Pflanzen und rufen an Blättern und Zweigen Branderkrankungen hervor. Bekanntlich findet man auf gesunden Tabakblättern *Ps. tabacum*; sie infizieren die Pflanzen aber dank ungenügender Ernährung nicht. Andernfalls beginnen sie aber infolge veränderter Umweltbedingungen auf dieser Pflanze zu schmarotzen.

Im Boden locken die Pflanzenwurzeln durch ihre Ausscheidungen eine große Zahl von Bakterien an und bilden mit ihnen die sogenannte Rhizosphäre, in der sich eine spezifische Mikroflora befindet, die anders ist als die gewöhnliche Mikroflora des Bodens, der nicht direkt an den Wurzeln liegt. Demnach steht die Mikroflora der Rhizosphäre in symbiotischen Beziehungen zu den Pflanzenwurzeln.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde festgestellt, daß die Gewebe mancher widerstandsfähiger Weizensorten, die mit Rost infiziert waren, an der Stelle, an der der Pilz eingedrungen war, ein besseres Wachstum aufwiesen. Die Zellen enthiel-

ten Chlorophyll, und es konnte sogar eine stimulierende Wirkung des Pilzes auf die Wirtspflanze beobachtet werden. Der Pilz beschleunigte in der ersten Zeit nach dem Eindringen in die Pflanzenzellen deren Wachstum und verbreitete sich auf diese Weise in den Geweben. Es trat eine Art Symbiose ein, die sich aber nur auf das Anfangsstadium der Krankheit beschränkte. In den für diese Krankheit anfälligen Weizenpflanzen sind die Pflanzenzellen gegenüber diesen Parasiten sehr empfindlich. Der Pilz dringt mit Hilfe seiner Haustorien durch die Spaltöffnungen in die Zellen ein und tötet sie; gleichzeitig töten aber die Zellsubstanzen ihrerseits den Parasiten. Durch diesen Vorgang stirbt ein bestimmter Zellbezirk der Pflanze ab, und gleichzeitig stellt auch der Pilz seine Tätigkeit ein. Hier muß unbedingt zwischen der Resistenz einer Pflanze gegenüber dem Eindringen des Parasiten in die Pflanze und ihrer Resistenz gegenüber seiner Verbreitung in den Pflanzengeweben unterschieden werden. Der Parasit kann zwar in die Pflanzengewebe eindringen, sich aber nicht darin ausbreiten.

Auch bei Knöllchenbakterien kann man mitunter parasitäre Erscheinungen beobachten. Das ist besonders bei ungenügendem Luftzutritt zum Wurzelsystem und außerdem dann der Fall, wenn im Boden und in den Pflanzen das Element Bor fehlt.

Als weiteres Beispiel eines Übergangs von der Symbiose zum Parasitismus bei veränderten Umständen können die Komponenten der Flechten — die Pilze und Algen — dienen. In manchen Fällen wird das friedliche Zusammenleben dieser Organismen gestört, und dann beginnen die Pilze deutlich auf den Algen zu schmarotzen (J e n k i n).

Es ist festgestellt worden, daß die Pilze *Rhizoctonia* in den Orchideenwurzeln zu einer bestimmten Zeit vom Zellkern aufgelöst werden, andererseits können sich die Orchideen ohne diesen Pilz nicht normal entwickeln.

Somit ist es manchmal gar nicht leicht zu entscheiden, ob wir es mit einer Symbiose oder mit Parasitismus zu tun haben. Bilweilen verläuft ein offensichtlicher Parasitismus in den Anfangsstadien als Symbiose. Darüber hinaus ist eine vorübergehende Symbiose unbedingte Voraussetzung für die Entwicklung der Krankheit und des Parasitismus, wie das Beispiel des durch Rost infizierten Weizens zeigt.

Die weite Verbreitung des symbiotischen Zusammenlebens in der Natur hat in der Literatur die Frage laut werden lassen, ob denn die inneren Gewebe der Pflanzen überhaupt steril sind, d. h., ob in ihnen keine Mikroorganismen enthalten sind, oder ob das Zusammenleben der Bakterien in den pflanzlichen Geweben in irgendeiner verborgenen Form verläuft, der mit den gegenwärtigen Untersuchungsmethoden nicht beizukommen ist. Manche Wissenschaftler haben gefunden, daß die meisten Pflanzen mit Bakterien symbiotisch zusammenleben und daß letztere sogar fähig sind, den Stickstoff der Luft zu assimilieren und so die Pflanzen auf wenig fruchtbaren Böden zu ernähren. Man fand eine ganze Reihe von Bakterien in gesunden, normal entwickelten Samen und in pflanzlichen Geweben, obgleich die Oberfläche der Samen oder Pflanzen vorher mit verschiedenen Desinfektionsmitteln keimfrei gemacht worden war.

Andere Autoren haben aber durch zahlreiche Untersuchungen des gleichen Pflanzenmaterials (Sedum, Aconitum, Agave, Aloe, Euphorbia, Cereus, Tussilago