

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
<b>Herausgeber:</b>	Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	73 (1984)
<b>Heft:</b>	1-2
<b>Artikel:</b>	Pflanzenkrankheiten : ihre historische und gegenwärtige Bedeutung und ihre Bekämpfung
<b>Autor:</b>	Schwinn, F.J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-308630">https://doi.org/10.5169/seals-308630</a>

### 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:** 30.01.2026

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

# Pflanzenkrankheiten: ihre historische und gegenwärtige Bedeutung und ihre Bekämpfung

von F. J. SCHWINN, CIBA-GEIGY AG, Basel

Pflanzen gehören zu den ältesten Organismen auf unserem Planeten. Bereits im Paläozoikum, vor allem im Devon und Karbon (d. h. vor 400–300 Millionen Jahren), entwickelten sich Moose und Farne. Ihnen folgten im Perm, Trias und Jura (d. h. vor 270–180 Millionen Jahren) die Gymnospermen (= Nacktsamer) und in der Kreide- und Tertiärzeit (d. h. vor 140–70 Millionen Jahren) die Angiospermen (= bedecktsame Pflanzen).

Die grüne Pflanze spielt auf der Erde eine einzigartige Rolle durch ihre Fähigkeit zur Photosynthese, d. h. zur Umwandlung von anorganischem Kohlenstoff in organische Verbindungen mit Hilfe der Sonnenenergie. Diese Befähigung bildet die Grundlage für die Existenz aller kohlenstoffheterotrophen Organismen, zu denen auch der Mensch zählt. Die Pflanze liefert 90% der eßbaren Trockenmasse und 80% des Eiweißes. Der Mensch hat sie daher seit seinem Auftreten auf der Erde als Nahrungsmittel und Faserlieferant genutzt. In der Phase des Nomadendaseins geschah dies durch Sammeln wildwachsender Samen, Früchte und anderer Pflanzenteile als Ergänzung zur hauptsächlichen Ernährungsbasis, der Jagd. Etwa seit 10 000 v. Chr. ist nachweisbar, daß im Nahen Osten im Gebiet des sogenannten «Fruchtbaren Halbmonds» die bis dahin nomadenhaft lebenden Menschen seßhaft wurden (Abb. 1). In

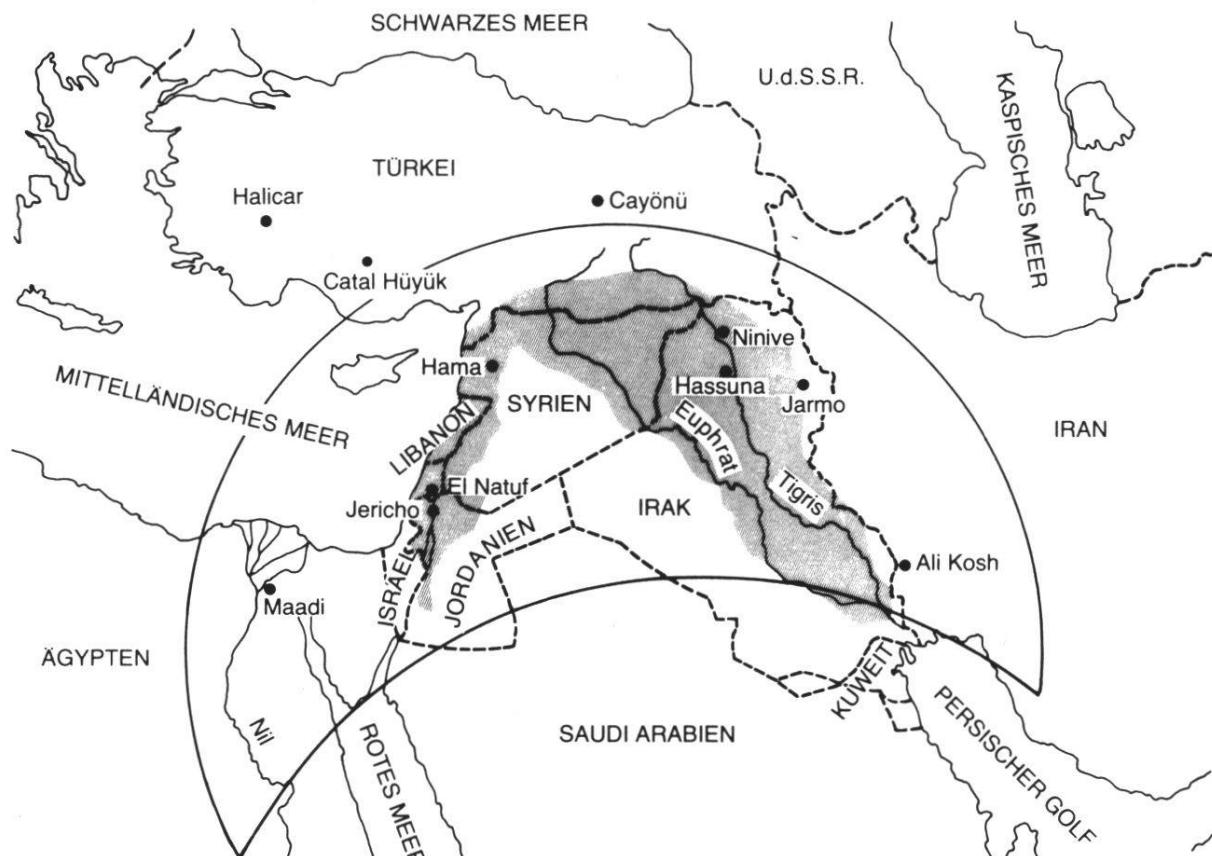


Abb. 1: «Fruchbarer Halbmond» und Verbreitungsgebiete von Weizen-Wildarten im vorderasiatischen Raum (aus GEISLER, 1980).

diesem Gebiet wuchsen als Wildpflanzen Gerste und Weizen, Wicken, Erbsen und Lein. Hier entstanden die ersten dauerhaften Siedlungen (z. B. Jericho, 8000 v. Chr.), hier wurden die ersten pflanzenbaulichen Produktionsmethoden zur Erzeugung von Nahrungsmitteln entwickelt. Sie ermöglichen eine gesellschaftliche Arbeitsteilung und damit die Entwicklung des seßhaften Zusammenlebens in größeren Verbänden (nach GEISLER, 1980).

In diesen Gemeinschaften konnten Teile der Bevölkerung, vom Zwang zur unmittelbaren Nahrungsbeschaffung befreit, technische und kulturelle Tätigkeiten entfalten (Töpferei, Weberei, Leder-, Holzbearbeitung, Metallverarbeitung, Schrift). Ackerbau und Viehzucht wurden zur Grundlage von Gemeinwesen, die sich von lokalen Stadtstaaten zu flächenhaft ausgedehnten Dynastien entwickelten. Ähnliche Entwicklungen spielten sich im zentral- und ostasiatischen Raum (China, Indien, Indochina, ab 4000 v. Chr.) und in Mittel- und Südamerika ab (ab 5000 v. Chr.). Es ist interessant, daß schon 1500 v. Chr. alle Pflanzenarten, die heute wichtig sind, angebaut wurden.

Der Mensch hatte an der Pflanze immer ein ökonomisches Interesse: sie dient ihm zur Ernährung und Faserbeschaffung, und er kultiviert sie zu diesem Zwecke. Diese Tätigkeit hat bis zum Beginn des naturwissenschaftlichen Zeitalters den größeren Teil der Bevölkerung beschäftigt. Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts arbeiteten in Deutschland etwa 40 % der Bevölkerung in der Landwirtschaft. Abb. 2 gibt die Entwicklung zwischen 1900 und 1970 in der Schweiz wieder, in der der Anteil in dieser Periode von 14 auf 3,2 % zurückgegangen ist. Mit zunehmenden landwirtschaftlichen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen hat der Mensch die Leistungsfähigkeit der

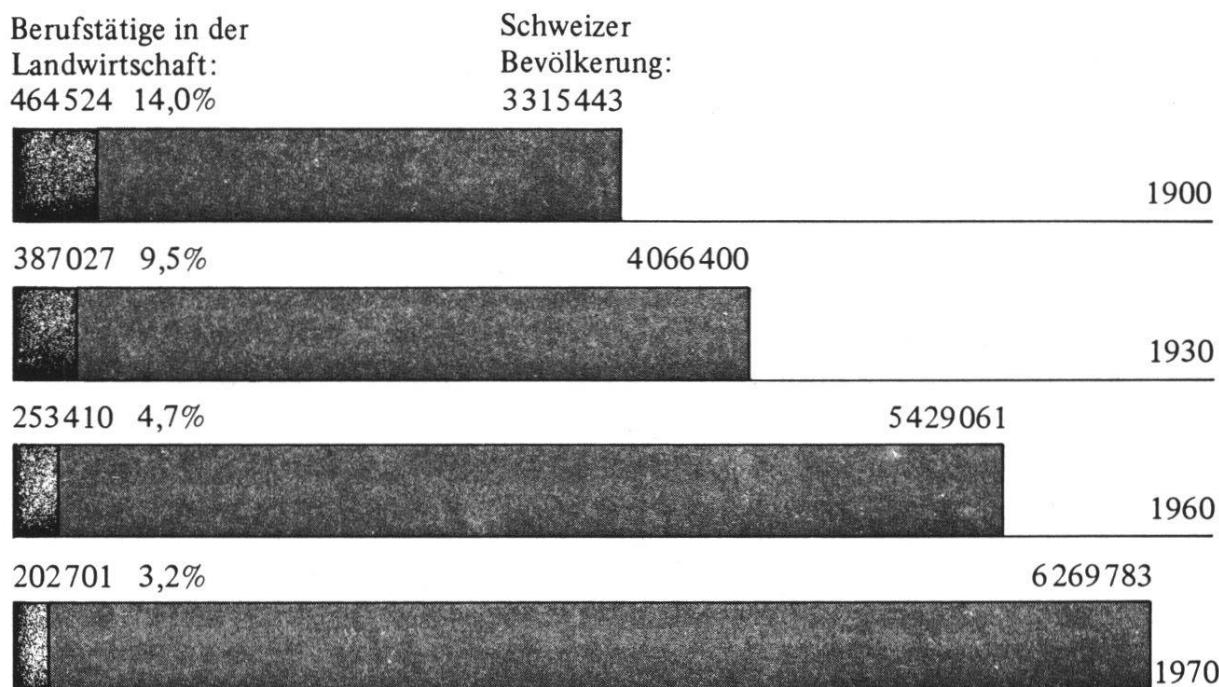


Abb. 2: Berufstätige in der Schweizer Landwirtschaft 1900–1970 (aus ANONYM, 1977).

Kulturpflanze sowohl quantitativ als auch qualitativ enorm steigern können. Dies zeigt Tabelle 1 am Beispiel der Ertragsentwicklung im Getreide in Deutschland.

Tab. 1: Ertragsentwicklung (dt/ha) von Getreidearten.

	Weizen	Gerste	Roggen	Hafer
Wildpflanzenbestände <sup>1</sup>	3–5	3–5		
14./15. Jahrh. <sup>2</sup>	5	4	5	3
16./17. Jahrh. <sup>2</sup>	9	6	8	4
um 1800 <sup>3</sup>	10	8	9	6
um 1890 <sup>3</sup>	14	13	10	12
um 1910 <sup>3</sup>	20	18	17	17
1950 <sup>4</sup>	26	24	22	22
1962 <sup>4</sup>	29	24	21	27
1975 <sup>4</sup>	46	40	34	37
1977 <sup>5</sup>	80	70	–	–

<sup>1</sup> Heutige Wildpflanzenbestände im vorderasiatischen Raum; <sup>2</sup> Norddeutscher Raum; <sup>3</sup> Deutsches Reich; <sup>4</sup> Bundesrepublik Deutschland; <sup>5</sup> Spitzenerträge in landwirtschaftlichen Betrieben in der Bundesrepublik (nach GEISLER, 1980).

Einen entscheidenden Schritt stellte dabei die Erkenntnis von Justus von Liebig dar, daß dem Boden durch intensiven Anbau entzogene Nährstoffe durch Düngergaben zurückgegeben werden müssen, will man die Ertragskraft des Bodens erhalten. Sie hat der im 17. und 18. Jahrhundert in Europa grassierenden Ertragsmüdigkeit der Böden, die zu ständigen Erntereduktionen führte, Einhalt geboten. Noch im 19. Jahrhundert verließen 34 Millionen Menschen Europa, um in der Neuen Welt Nahrung zu finden. Ein Bild der Leistungen der Landwirtschaft in neuerer Zeit gibt die Übersicht auf Abb. 3, die die Ertragssteigerungen in der Schweiz zwischen 1934 und 1975 darstellt.

Leben auf den verschiedenen Organisationsstufen – vom primitiven Einzeller bis zu hochdifferenzierten pflanzlichen oder tierischen Formen – unterliegt einer Vielzahl von Regelmechanismen: endogenen, die Stoffwechsel, Differenzierung und Fortpflanzung steuern, und exogenen, also in der Umwelt des Organismus wirksame, die seinen Ort, seinen Einfluß, seine Verbreitung im Beziehungsnetz mit anderen Organismen steuern. Ist ein Organismus in der Lage, die physiologischen Prozesse, die ihm aufgrund seiner genetischen Potenz eigen sind, optimal ablaufen zu lassen, so kann man ihn als gesund bezeichnen. Weicht er aufgrund exogener Einflüsse von der genetisch vorgegebenen Norm so ab, daß er Schaden nimmt, so bezeichnet man ihn als krank. Beeinträchtigt wird die Leistungsfähigkeit der Pflanze wesentlich durch biotische und abiotische Faktoren, d. h. belebte Krankheitsursachen wie Viren, Bakterien, Mycoplasmen, Pilze, Schmarotzerpflanzen, Nematoden, Insekten, Nagetiere und Vögel, andererseits durch Unweltfaktoren (Klima, Boden, Mangelzustände der Ernährung usw.). Sie alle führen letzten Endes zu Funktionsstörungen oder Verlusten an produktiver Biomasse, die sich in Mindererträgen äußern. Die wichtigste Gruppe von Schadorganismen, die Pflanzenkrankheiten erzeugen, sind die Pilze.

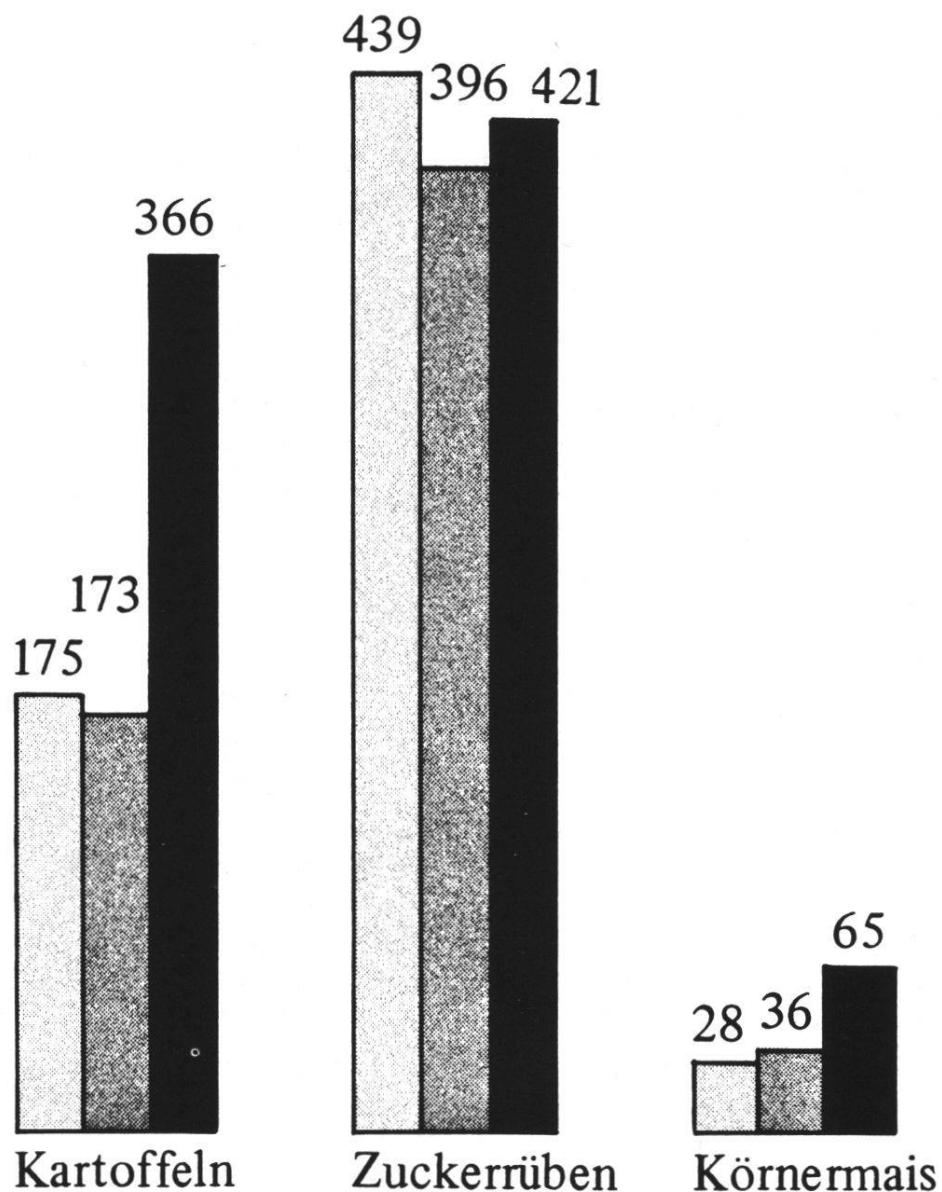


Abb. 3: Ernteerträge in Doppelzentnern pro Hektar (von links nach rechts: 1934, 1955, 1975) (aus ANONYM, 1977).

Es kann angenommen werden, daß sich auf den Pflanzen parasitisch lebende Organismen parallel zur Entwicklung ihrer Wirtspflanzen evolutiv herausgebildet haben (Co-Evolution). Aufgrund der Beschaffenheit des Pilzthallus ist es klar, daß Spuren dieser Organismen aus der Erdgeschichte kaum vorhanden sind. Primitive marine Pilze – Parasiten von schalenbildenden Meerestieren – lassen sich jedoch bis ins Kambrium (600 Mio Jahre) zurückverfolgen; die Fruchtkörper bestimmter Farnparasiten, sog. Rostpilze (die auch heute noch existieren), wurden auf Fossilien aus dem Karbon (300 Mio Jahre) gefunden. Auch von den heute lebenden Rostpilzen leben die primitivsten Formen auf Farnen und Gymnospermen.

Angesichts der frühen evolutiven Spezialisierung verschiedenster Organismen auf eine parasitäre Lebensweise ist das Auftreten von Pflanzenkrankheiten seit Beginn des landwirtschaftlichen Anbaues als sicher anzunehmen. Sie waren stets Bestandteil der

landwirtschaftlichen Ökosysteme, die der Mensch nach und nach entwickelt hat. Sie sind schon in frühesten Zeiten, aus denen uns Dokumente erhalten sind, als Ursachen von Ernteeverlusten und Bedrohungen der menschlichen Existenz erkannt worden, doch sind die Erkenntnisse über ihre Natur erst mit der Entwicklung des naturwissenschaftlichen Denkens gewachsen. Hier kommt dem 18. und vor allem dem 19. Jahrhundert eine entscheidende Rolle zu.

Bis zum Beginn des rationalistisch-naturwissenschaftlichen Zeitalters wurden Krankheiten der Pflanze in kosmischen Zusammenhängen zwischen Diesseits und Jenseits, Gott und Mensch, Natur und Geist gesehen. Die ersten dokumentierten Angaben befassen sich vor allem mit der ältesten Kulturpflanzengruppe, dem Getreide.

Aus sumerischer und ägyptischer Zeit liegen einige wenige Hinweise über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten vor, mehr dagegen über Insekten (vor allem Heuschrecken) und Klimafaktoren (Hagel, Wind). Dagegen enthält das Alte Testament der Bibel zahlreiche konkrete Hinweise, so z. B.

1. Buch der Könige, 8, 37: «Hungersnot herrscht im Land, es wütet die Pest. Getreidebrand und Rost, Heuschrecken und Ungeziefer treten auf ...»;
  - oder: Deuteronomium 28, 22: «Der Herr wird dich mit Schwindesucht, Fieber, Entzündung, Dürre, Trockenheit, Getreiderost schlagen; sie werden dich bis zu deinem Untergang verfolgen»;
  - oder: Amos, 4, 6: «Ich plage euch mit durrer Zeit und mit Brandkorn»
- (zitiert nach ORLOB, 1973).

Hier werden Pflanzenkrankheiten als göttliche Bestrafung gesehen und akzeptiert, gegen die es keine Hilfsmittel gibt. Interessanterweise wurden 1982 Rostsporen auf Weizenspelzen aus einem Gefäß von 1400–1200 v. Chr., gefunden in Tel Batash, Judäa, identifiziert. Es handelt sich um den heute noch verbreitet auftretenden Schwarzrost des Weizens, *Puccinia graminis tritici* (KISLEW, 1982).

Eine weitere wichtige Region im Zusammenhang mit diesem Thema sind Mittel- und das nördliche Südamerika, wo Azteken, Inkas und Mayas ab 1000 v. Chr. eine blühende Landwirtschaft entwickelten, bei der Mais und Kartoffel im Vordergrund standen. Hier ist z. B. die Existenz des Maisbrandes (Erreger: *Ustilago maydis*) eindeutig nachzuweisen, der – wie alle anderen Faktoren, die das Gedeihen der landwirtschaftlichen Kulturen beeinträchtigten (Dürre, Kälte, Wind, Insekten) – als das Werk dämonischer Kräfte bzw. erzürnter Götter betrachtet wurde.

Das hellenistische Zeitalter (ab 300 v. Chr. bis 500 n. Chr.) hat mit seiner neuartigen, realistischen Betrachtung der Naturerscheinungen die Grundlagen für eine wissenschaftlich orientierte Phytopathologie gelegt. Hier ist vor allem der Name Theophrast (372–285 v. Chr.) zu nennen, der ein breites Spektrum von Krankheiten umfassend beschreibt und hinsichtlich Ursachen und Konsequenzen analysiert – wenn auch die angewandte praktische Seite vernachlässigt ist. Seine Schriften stellen die ersten Dokumente einer naturwissenschaftlichen Phytopathologie dar. Hier werden neben Rost und Brand auch Mehltau, Schorf und Fäulnis genannt, alles Krankheiten, mit denen wir uns auch heute noch auseinanderzusetzen haben. Auf seinen Arbeiten baut eine umfangreiche Literatur auf, die mit wechselnden Akzenten wissenschaftliche Kenntnisse, praktische Empfehlungen und abergläubische Praktiken schildert und vermittelt (nach ORLOB, 1973).

Das Wissen der Römer, die bessere Landwirte als die Griechen waren, über Pflanzenkrankheiten war ebenfalls vielfach von religiösen Vorstellungen durchsetzt (z. B. Rost-Mythologie von Ovid). Hier seien Marcus Porcius Cato (234–149 v. Chr.) und Marcus Terentius Varro (116–27 v. Chr.) genannt, die jedoch keine wesentlich neuen Erkenntnisse hinsichtlich Pflanzenkrankheiten lieferten. Einen starken Einfluß auf die mittelalterliche Landwirtschaft hatten die Werke von Rutilius Taurus Aemilianus Palladius (4. oder 5. Jahrhundert n. Chr.). Er gibt zahlreiche Vorbeugungs- und Bekämpfungsempfehlungen: abergläubische wie Bedrohung des Himmels mit einer blutigen Axt, Auslegen eines Pferdeschädels in Pflanzgärten; aber auch realistische, z. B. Anfälligkeitsschiede von Sorten, Entfernen kranker Pflanzen, Förderung des Gesundheitszustandes des Bodens. Seine Auffassungen und Angaben beeinflußten die europäische Pflanzenpathologie bis ins 18. Jahrhundert.

Mit der Eroberung der römischen Provinzen durch die jungen Völker Nord- und Osteuropas in der Völkerwanderung erlosch zusammen mit dem Imperium auch die alte literarische Überlieferung. Es bedurfte einiger Jahrhunderte, bis sich die Eroberer ansiedelten, römische Gewohnheiten und den christlich-römischen Glauben annahmen. So entstand allmählich das mittelalterliche Europa. Nach und nach bildeten sich neue Nationen heraus, der Handel entwickelte sich wieder, eine neue Sozialstruktur entstand, Universitäten wurden gegründet, und die Wissenschaft trat in eine Phase neuer, wenn auch etwas einseitiger Aktivität.

Etwa zur gleichen Zeit (700) waren die Araber in Bewegung geraten, eroberten große Teile von Nordafrika und Spanien und machten Ausfälle nach Frankreich, bis sie bei Poitiers (732) aufgehalten wurden. In der Folgezeit profitierte die europäische Wissenschaft erheblich von der islamischen. Die arabischen Gelehrten verfügten nicht nur über eine wissenschaftliche Überlieferung von beachtlichem Niveau, sie hatten auch die in der Zwischenzeit in Vergessenheit geratenen Werke des Hellenismus konserviert.

Mit dem 11. Jahrhundert gewann in Europa eine neue geistige Strömung, die Scholastik, an Bedeutung. Die geistige Welt der Griechen und Araber wurde mit abendländischen Idealen und Vorstellungen verschmolzen. Für die Scholastiker war es die Aufgabe der Wissenschaft, sich um die Beschreibung des göttlichen Ursprungs der Naturphänomene zu bemühen; sie war also ethisch motiviert. Das scholastische Zeitalter dauerte bis gegen Ende des 15. Jahrhunderts an, aber unter dem Einfluß von Männern wie Roger Bacon (1214–1294), Nikolaus von Kues (1401–1464) und Leonardo da Vinci (1452–1519) war doch die Saat für eine moderne Wissenschaft bereits gelegt. Von nun an begann die mittelalterliche Denk- und Lebensweise zu weichen.

Die frühen scholastischen Enzyklopädien sind in bezug auf Pflanzenkrankheiten nicht sehr ergiebig. Die wenigen verstreuten Hinweise zu Fragen der Pflanzengesundheit – es scheint nirgendwo eine direkte Beschreibung einer Pflanzenkrankheit gegeben worden zu sein – stammten aus antiken oder zeitgenössischen Quellen.

Davon unterscheiden sich in Inhalt und Betrachtungsweise die Werke zweier großer Gelehrtengestalten des Mittelalters: Hildegard von Bingen (1098–1176), die berühmt für ihre Visionen und Prophezeiungen, aber auch für ihre ungewöhnlichen naturkundlichen Kenntnisse war, und Albertus Magnus (1193–1280), der bedeutendste Philosoph, Theologe und Wissenschaftler seiner Zeit. Beide lieferten jedoch nur begrenzte

Beiträge zur Phytopathologie. Hildegard von Bingen entwickelte ein zusammenhängendes System der Pathologie, in dem die Krankheiten von Mensch, Tier und Pflanze kosmischen Ursprungs waren. Diese Theorie wird durch die wundervoll ausgeführte Miniatur des Codex Lucca illustriert (ORLOB, 1973). Auch Albertus Magnus beschreibt Pflanzenkrankheiten und -störungen, oft basierend auf antiken Quellen, die er kritisch untersucht und korrigiert.

Bis zu Beginn der Neuzeit wird in einer vielfältigen Literatur über Pflanzenkrankheiten, Ernteausfälle und Hungersnöte in Europa berichtet. Das Ausmaß an Not und Elend, das sie in der Menschheitsgeschichte verursacht haben, ist wohl umfassend gar nicht zu beschreiben. Unbestritten ergibt sich aber aus dem Studium der Literatur und

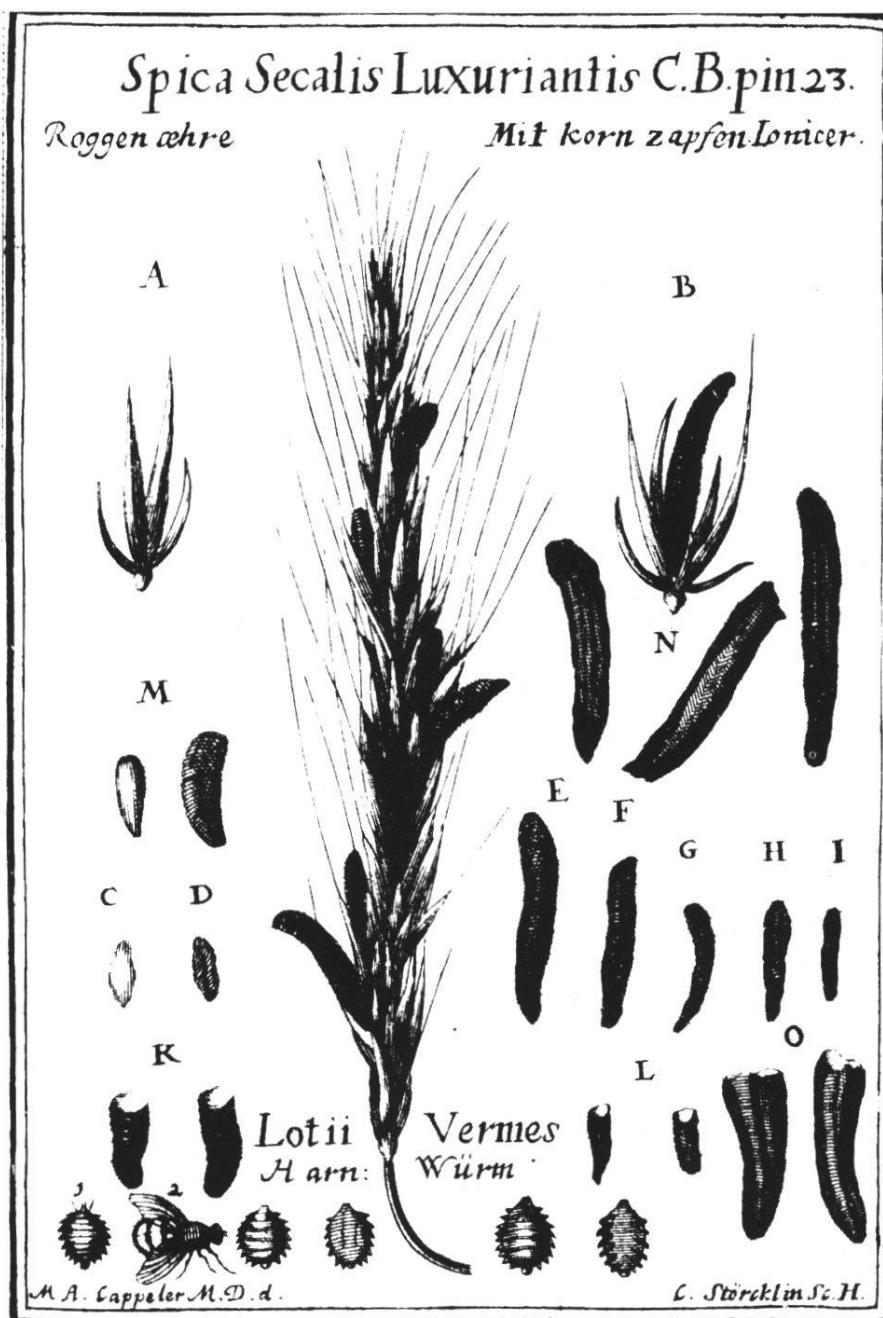


Abb. 4: Roggenähre mit Mutterkorn. Kupferstich aus C. N. Lay, Luzern 1717 (nach BAUER, 1973).

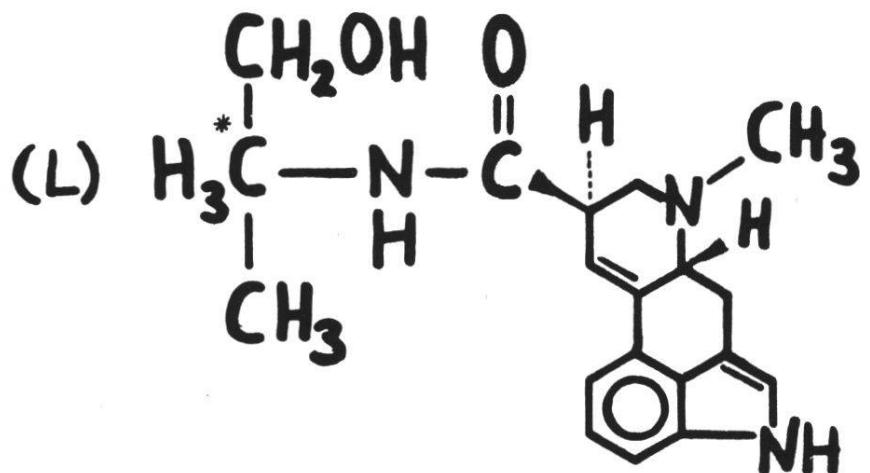
aus diesen kurzen Ausführungen, daß Pflanzenkrankheiten seit jeher die Aufmerksamkeit des landwirtschaftlich tätigen Menschen beansprucht haben. Sie haben darüber hinaus in der Kultur- und Sozialgeschichte der Menschheit sowie in der Wirtschaft vieler Länder ihre Spuren hinterlassen. Dies sei an den folgenden drei Beispielen illustriert:

1. der Mutterkorn-Krankheit der Roggens,
2. dem Kaffeerost,
3. der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel.

### *1. Die Mutterkorn-Krankheit des Roggens*

Diese Krankheit wird durch den Pilz *Claviceps purpurea* (Ascomycetes, Ascohyphomycetidae, Clavicipitales) verursacht, der die Narben der Blüten infiziert und statt der Körner etwa doppelt bis dreimal so große, kornähnlich aussehende Gebilde entstehen läßt, die die vegetativen Dauerformen des Erregers darstellen (Abb. 4). Sie wurden bis zur Entwicklung moderner Ernte- und Dreschmethoden mit den normalen Körnern geerntet und zu Mehl vermahlen. Sie enthalten als Stoffwechselprodukt des Erregers die Alkaloide Ergotamin und Ergobasin (Strukturen siehe Abb. 5). Die Krankheit tritt vor allem in küstennahen Gebieten mit feuchten Sommern auf. Sie ist über Jahrhunderte in den europäischen Roggenanbaugebieten bei entsprechenden Wetterlagen epidemisch aufgetreten. Angesichts des weit verbreiteten Anbaues von Roggen, der bis in die jüngste Zeit das wichtigste Brotgetreide und bis zur Einführung der Kartoffel nach Europa, d.h. bis zum 17. Jahrhundert, das wichtigste Grundnahrungsmittel war, war ihre Bedeutung besonders groß.

Die Verwendung von mutterkornverseuchtem Roggen zur Mehlgewinnung und Brotherstellung hat über Jahrhunderte in Europa – von Nordportugal und -spanien über Frankreich, Belgien, die Niederlande und Deutschland – schwere Erkrankungen der Menschen hervorgerufen, meist – gemäß dem jeweiligen Auftreten – regionenweise konzentriert. Die durch die wechselnden, meist aber – pharmakologisch betrachtet – toxischen Konzentrationen ausgelösten Krankheitsbilder sind als Ergotismus convulsivus (Kriebelkrankheit mit epilepsieartigen Anfällen) und Ergotismus gangraenosus (Absterben der Gliedmaßen, kalter oder heißer Brand, Antoniusfeuer) beschrieben. Über Auftreten, Verbreitung, medizinische Aspekte und die Darstellung der Krankheit in der zeitgenössischen Kunst berichtet BAUER (1973) ausführlich. Hier sei lediglich darauf hingewiesen, daß epidemisches Auftreten erstmals aus Frankreich (945 bei Paris, 994 in Aquitanien) und letztmalig aus Rußland (1927) berichtet wurde (BAUER, 1973; ORLOB, 1973). Das soziale Ausmaß der Krankheit wird durch die Tatsache illustriert, daß sie im 11. Jahrhundert zur Gründung des Antoniterordens führte, der – als Bruderschaft begründet – sich die Pflege der an Ergotismus erkrankten Menschen zur Aufgabe machte. Der Ergotismus hat verbreitet in die darstellende Kunst Eingang gefunden. So haben u.a. Hieronymus Bosch (1450–1516), Mathias Grünewald (1470–1528) und Pieter Breughel der Ältere (1528–1569) wiederholt an Ergotismus erkrankte, an Krämpfen und Verkrüppelungen leidende Menschen dargestellt. Erst die Erkenntnis der kausalen biologischen und medizinischen Zusammenhänge sowie die Verbesserung der landwirtschaftlichen Methoden, vor allem der Getreidereinigung und des Saatgutes, führten zu einem allmählichen Rückgang der



## Ergobasin [Ergometrin, Ergonovin]

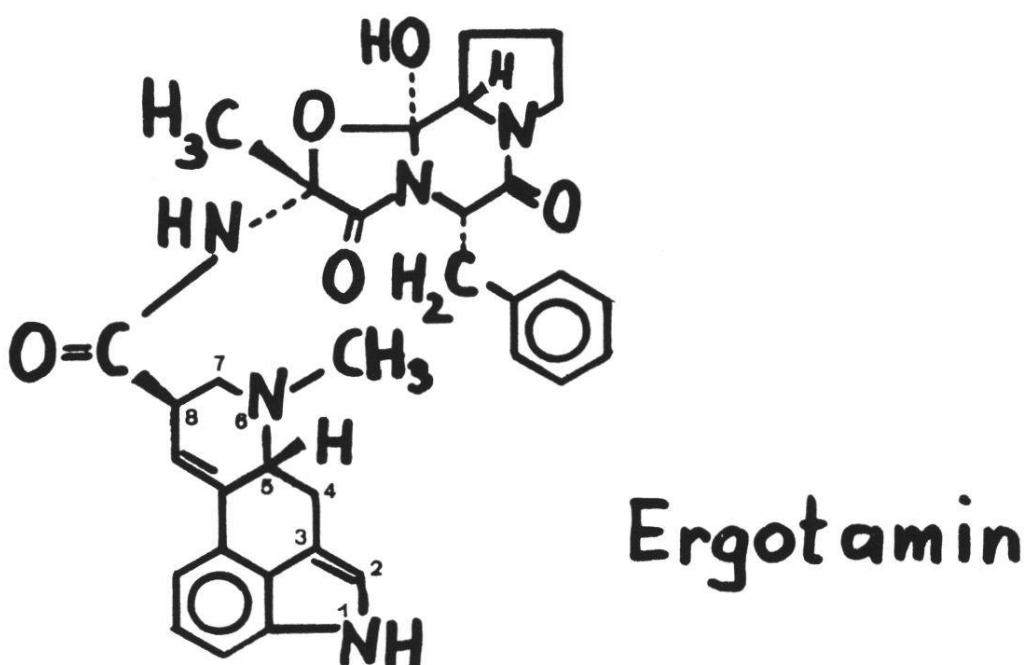


Abb. 5: Chemische Struktur von Ergobasin und Ergotamin.

Krankheit, die heute in Europa praktisch verschwunden ist. Eine verwandte Form tritt in Entwicklungsländern an Hirse noch auf. Die Erforschung der pharmakologischen Wirkung der Mutterkornalkaloide hat sie zu wichtigen Heilmitteln gemacht, die auch in der heutigen Therapie noch eine wesentliche Rolle spielen.

### 2. Der Kafferost

Die Engländer, als Kolonialherrscher im Besitze großer landwirtschaftlicher Anbaugebiete in den subtropischen und tropischen Klimazonen Afrikas und Asiens, förderten u.a. systematisch den Kaffeeanbau, zunächst in Ostafrika, der Heimat dieser Pflanze, später auch in Ceylon (heute Sri Lanka), dessen Klima sich als besonders günstig erwies. Um 1867 trat dort in den großen Kaffeefeldern erstmals eine bis

dahin unbekannte Krankheit auf, die sich in einer wachsenden Zahl orangefarbener Pusteln auf den Blättern zeigte, die allmählich abstarben. Starker Befall der Blätter führte zu einer raschen Entlaubung der Bäume, die ihrerseits die Bäume durch Erschöpfung zum Absterben brachte. Sie brachte innerhalb weniger Jahre – mangels natürlicher Resistenz und geeigneter, wirksamer Bekämpfungsmethoden – den Kaffeeanbau völlig zum Erliegen. Er wurde ersetzt durch den großflächigen Anbau von Tee. Es ist nicht übertrieben zu sagen, daß der Kaffeerost der Grund ist, warum die Engländer von Kaffee- zu Teetrinkern wurden. Die Krankheit, der Kaffeerost (Erreger: *Hemileia vastatrix*, Basidiomycetes, Phragmobasidiomycetidae), breitete sich

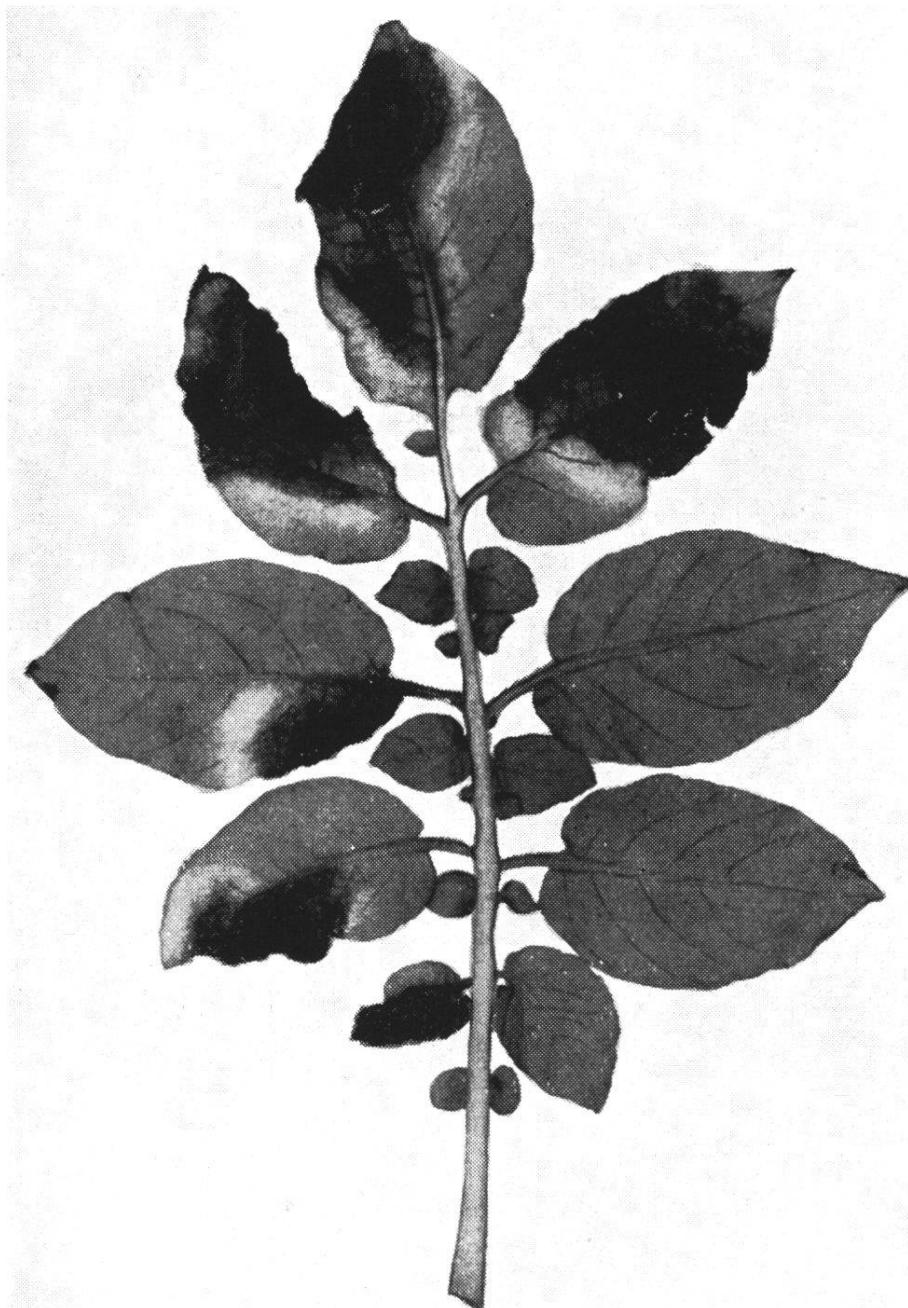


Abb. 6: Krautfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*) (aus BRAUN und RIEHM, 1953).

von Ceylon nach Ostafrika aus und gelangte trotz strenger Quarantänemaßnahmen ab 1970 auch in die zentral- und südamerikanischen Anbaugebiete. Ihr trotz heute verfügbarer wirksamer Pflanzenschutzmittel nicht immer zu vermeidendes epidemisches Auftreten führte jeweils zu deutlichem Ansteigen des Kaffeepreises.

### 3. Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel

Die Kartoffel, im 16. Jahrhundert aus ihrer Heimat, den Andengebieten des nördlichen Südamerikas, nach Europa eingeführt, entwickelte sich im 17. und 18. Jahrhundert zu einem wichtigen Grundnahrungsmittel in Europa. Erst im Zuge des steigenden allgemeinen Wohlstandes nach dem zweiten Weltkrieg wurde sie in ihrer Bedeutung stark zurückgedrängt. Im 18. Jahrhundert wurde – wahrscheinlich mit Saatgut – der Erreger der Kraut- und Knollenfäule, die zu den Algenpilzen (*Mastigomycota, Oomycetes*) gehörende *Phytophthora infestans*, aus Südamerika nach Westeuropa eingeschleppt. Da die hier vorherrschenden klimatischen Bedingungen – feuchte, mäßig warme Sommer mit häufigen Regenfällen – ihren Entwicklungsbedingungen entsprachen, trat die Krankheit vom Beginn des 19. Jahrhunderts an epidemisch auf. Sie äußerte sich in zunächst kleinen, rasch wachsenden, nekrotisch-fauligen Flecken auf den Blättern, die rasch absterben (Abb. 6). So kann die Pflanze innerhalb weniger Tage entblättert werden. Auch die Knollen werden – bereits im Boden – befallen und faulen vor der Ernte (Abb. 7). Besonders gravierend befiel sie die Kartoffelfelder in den Jahren 1845/46 in Irland, wo die daraus resultierenden Mißernten zu einer verbreiteten Hungersnot führten, die von Choleraausbrüchen gefolgt waren. Es gab innerhalb eines Jahres ca. 300 000 Tote; 1,5 bis 2 Millionen Menschen wanderten nach Amerika aus. Im Jahr 1851 war die Bevölkerung des Landes als Folge der katastrophalen Situation von 9 auf 6,5 Millionen zurückgegangen. Auch in der Schweiz kam es im 19. Jahrhundert mehrfach zu epidemischem Auftreten, das u.a.

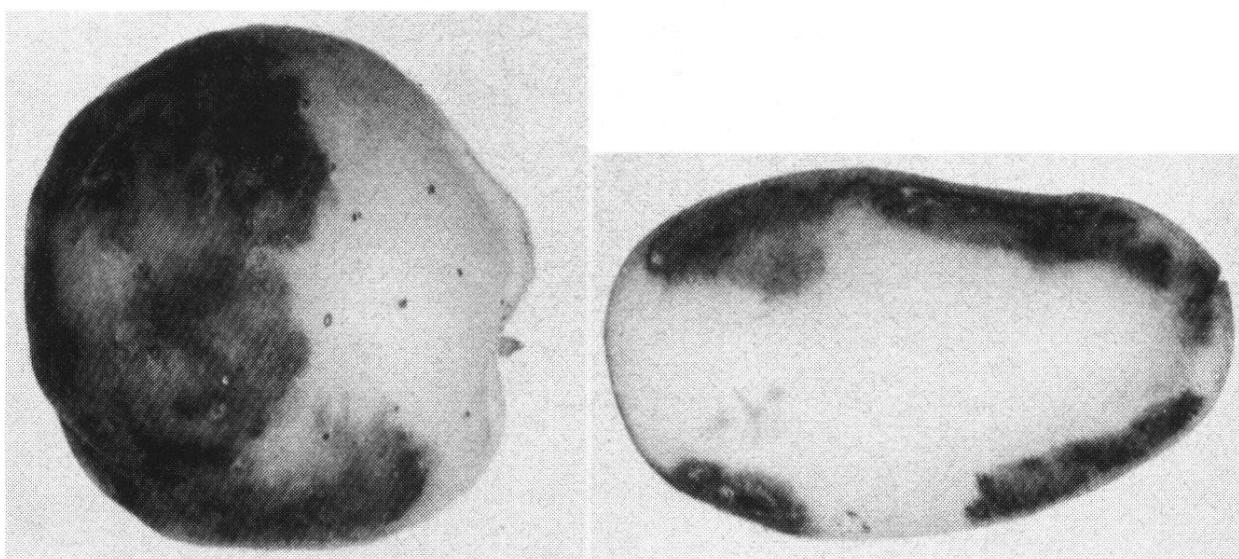


Abb. 7: Braunfäule an Kartoffelknollen, verursacht durch *Phytophthora infestans*. Links: ganze Knolle, rechts: Längsschnitt. Aus BRAUN und RIEHM (1953).

von Jeremias Gotthelf in seinem Werk «Käthi die Großmutter» geschildert wurde. Es heißt dort (Ausgabe des Rentsch-Verlages, Erlenbach, S. 117 ff.): «... die Großmutter hörte im Dorf von der neuen Seuche an den Erdäpfeln, eilte nach Hause und beim Einnachten hinaus aufs Feld, in der einen Hand das flackernde Windlicht, an der anderen ihren Enkel Johannesli. Jetzt sah Käthi im Lampenscheine die grause, schwarze Pestilenz an allen ihren Erdäpfeln, und es war ihr, als werde, je mehr sie zünde, die Pestilenz immer schwärzer und grausiger. Da überwältigte der Jammer die alte Frau. Sie setzte sich an die Furche und weinte bitterlich, und Johannesli setzte sich neben sie und weinte noch weit bitterlicher, aber nicht wegen den Erdäpfeln, sondern weil die Großmutter so bitterlich weinte und ihm nicht sagen wollte, warum.»

Die letzte große, durch die Kraut- und Knollenfäule verursachte Hungersnot in Europa ereignete sich in Deutschland im Kriegswinter 1916/17 infolge der schlechten Ernte im vorangegangenen Herbst. An sich konnte man die Krankheit zu dieser Zeit durch Kupferspritzmittel (Kupferoxychlorid bzw. Kupfersulfat) bereits gut bekämpfen, doch war das Kupfer für die Kriegswirtschaft requirierte und fehlte so zur Verwendung im Pflanzenschutz. Damals starben mehrere hunderttausend Menschen an Entkräftung. Dank verbesserter Erkenntnisse der Biologie und Epidemiologie, der Pflanzenzüchtung und des chemischen Pflanzenschutzes kann die Krankheit in neuerer Zeit in Schach gehalten werden.

Die hier kurz geschilderten und andere Pflanzenkrankheiten sind besonders gefährlich durch ihr epidemisches Auftreten, d.h. das Massenauftreten in bestimmten Regionen mit unmittelbaren Auswirkungen auf den Ertrag. Eine Vorstellung vom Vermehrungs- und Infektionspotential dieser Erreger vermitteln die folgenden Zahlen:

Falscher Mehltau/Mais	$2 \times 10^9$	Sporen je Pflanze und Tag;
Rost/Mais	$3,4 \times 10^9$	Sporen je Pflanze und Saison;
Rost/Weizen	$1,3 \times 10^{46}$	Sporen je Pflanze und Saison.

Bei günstigen klimatischen Bedingungen ist die Infektionsrate hoch und die Generationenfolge sehr eng, d. h. von der Infektion bis zur Bildung von Sporen vergehen nur 5–8 Tage. Dies gibt eine Generationenzahl von 10–15 in der kritischen Wachstumsperiode der Pflanzen. Dank des minimalen Gewichtes und der leichten Ausstreubarkeit werden Pilzsporen über große Distanzen transportiert. Entscheidend beigetragen hat zur Ausbreitung epidemischer Krankheiten – gewiß ungewollt – der Mensch. Seit der Entwicklung eines weltweiten Lebensmittel- und Pflanzenhandels im 19. Jahrhundert und seit der Entwicklung des Massentourismus nach dem 2. Weltkrieg hat die Verschleppung von epidemischen Pflanzenkrankheiten stark zugenommen. Einige Beispiele sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Verschleppung von Pflanzenkrankheiten durch den Menschen (Anthropochorie).

Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Amerika → Europa	1842
Echter Mehltau der Rebe ( <i>Uncinula necator</i> )	USA → Frankreich	1878

Falscher Mehltau des Tabaks ( <i>Peronospora tabacina</i> )	USA	→ England	1957
Kaffeerost ( <i>Hemileia vastatrix</i> )	Afrika	→ Ceylon → Brasilien	1868 1970
Feuerbrand des Kernobstes ( <i>Erwinia amylovora</i> )	USA	→ England	1958

Es muß in diesem Zusammenhang betont werden, daß trotz der inzwischen international etablierten Quarantänemaßnahmen, d. h. der Gesundheitskontrolle von eingeführten pflanzlichen Gütern (Nahrungs- und Futtermittel, Saatgut usw.), immer wieder neue Krankheiten verschleppt werden.

Pflanzenkrankheiten hatten – bei epidemischem Auftreten – immer wieder schwere und unmittelbare Auswirkungen auf die Ernährung, die sich besonders dramatisch ausgewirkt haben, solange der internationale Handel nicht entwickelt war. Sie haben in Europa und anderen Kontinenten bis in unser Jahrhundert hinein immer wieder Hungersnöte ausgelöst, eine Tatsache, die wir angesichts unserer heutigen Ernährungssituation in Westeuropa allzu leicht übersehen.

So hat der Mensch auch seit frühesten Zeiten versucht, durch Bekämpfungsmaßnahmen das Risiko der Entstehung von Epidemien zu verhindern. Dies geschah in der antiken und mittelalterlichen Phytopathologie teils mit Pflanzenextrakten oder anorganischen Chemikalien (Kreide, Kalk, Arsen, Quecksilber), teils mit naturwissenschaftlich untauglichen Mitteln (Beschwörungen, Bannfluch, Prozesse, Prozessionen, Exkommunikation, kosmisch bezogene Anwendung von landwirtschaftlichen Techniken, Pflanzen- und Tierextrakten). Mit der Erkenntnis der Kausalzusammenhänge (z. B. der mikrobiellen Natur vieler Pflanzenkrankheiten) im Zuge der Entwicklung der Naturwissenschaften ergaben sich auch bessere Möglichkeiten zur Bekämpfung der Erreger, sei es mit indirekten Methoden (z. B. Kultur- und Pflegemaßnahmen, Düngung, Beseitigung von Ernterückständen), sei es auf direktem Wege (chemisch, physikalisch). Die Phase der chemischen Bekämpfung wurde eingeleitet durch Johann Rudolf Glauber (1604–1670), der die Wirkung von  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Glaubersalz) als Saatbeizmittel entdeckte, dessen Bedeutung jedoch bescheiden blieb. Größeren Erfolg hatte die Einführung von Arsen- und Quecksilerverbindungen ab etwa 1700, die Einführung von Schwefel gegen Echten Mehltau ab 1840 (basierend auf der Erkenntnis der spezifischen fungiziden Wirkung durch den Engländer Robertson, 1824), und schließlich ab 1885 die Einführung der Kupferkalkbrühe (sog. Bordeauxbrühe), deren fungizide Wirkung durch eine Zufallsbeobachtung des französischen Phytopathologen P. M. Millardet (1838–1902) entdeckt wurde. Dieses Präparat bildete bis in die jüngste Zeit das Rückgrat der Krankheitsbekämpfung in Reben-, Kartoffel- und z. T. Obstkulturen. 1931 wurde mit der Entdeckung der Äthylenbisdithiocarbamate das Zeitalter der organischen Fungizide eröffnet, das seinen vorläufigen Höhepunkt durch die Entdeckung sog. systemischer Präparate fand, d. h. Substanzen, die von der Pflanze aufgenommen und transloziert werden (ab 1967 Benzimidazole, ab 1970 Pyrimidine, ab 1973 Acylalanine und Triazole). Fungizide sind in der modernen Landwirtschaft unverzichtbare Bestandteile des Pflanzenschutzes. Sie sind zuverlässig und rasch wirksam und ökonomisch und ökologisch akzeptabel. Trotz ihres Einsatzes sind die Ernteverluste immer noch beträchtlich, vor allem in denjenigen Teilen der Welt, deren

Bevölkerung am schnellsten wächst (Afrika, Asien) und deren Klima ihr Auftreten fördert. Hält man sich die Wachstumsprognosen der Weltbevölkerung vor Augen, so ist sicher, daß die Erhöhung der Nahrungsmittelproduktion unerlässlich ist. Auch aus diesem Blickwinkel kann auf Fungizide nicht verzichtet werden. Dies heißt aber nicht, daß ihr Einsatz den bisherigen Anwendungsmustern folgen muß. Vielmehr wird seit einigen Jahren ein neues Pflanzenschutzkonzept diskutiert und bearbeitet, der sog. Integrierte Pflanzenschutz. Es geht dabei darum, alle praktikablen Maßnahmen koordiniert einzusetzen, die dazu beitragen, Erregerpopulationen unterhalb der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten. Dieses Konzept wird den gezielten Einsatz von Fungiziden erlauben und damit eine Reduktion der Gesamtaufwandmengen pro Saison. Seine Realisierung erfordert die Kooperation aller Beteiligten, d. h. der angewandten Forschung, der staatlichen Beratungsstellen und der agrochemischen Industrie. Die Bereitschaft dazu ist vorhanden. Die Arbeiten wurden in den vergangenen Jahren eingeleitet. Der Fortschritt wird langsam, aber stetig sein.

### **Verwendete und weiterführende Literatur**

- ANONYM: Landwirtschaft, Chemie, Nahrung. Informationsdienst und Fachgruppe Agrarchemie der Schweiz. Gesellschaft f. Chem. Industrie: Zürich 1977.
- BAUER, V. H.: Das Antonius-Feuer in Kunst und Medizin. Springer: Berlin 1973.
- BRAUN, H.: Geschichte der Phytomedizin. Parey: Berlin, Hamburg 1965.
- - , und RIEHM, E.: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Parey: Berlin und Hamburg 1953.
- GEISLER, G.: Pflanzenbau. Ein Lehrbuch. Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Parey: Berlin, Hamburg 1980.
- HOFFMANN, G. M., NIENHAUS, F., SCHÖNBECK, F., WELTZIEN, H. C., und WILBEST, H.: Lehrbuch der Phytomedizin. Parey: Hamburg 1976.
- KISLEW, M. E.: Stem rust of wheat 3300 years old found in Israel. Science 216, 393–394 (1982).
- ORLOB, G. B.: Frühe und mittelalterliche Pflanzenpathologie. Pflanzenschutznachrichten Bayer 26, 69–314 (1973).
- SCHMIDT, E. W.: Die Pflanze als Patient. Bornträger: Berlin 1953.