

Kurt M e n d g e n

Die Untersuchung von Pilzen als Beitrag zu einem ökologisch sinnvollen Pflanzenschutz.

Im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes wird versucht, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zurückzudrängen. Dazu tragen neben den Prognoseverfahren zwei Forschungsrichtungen bei: Die Züchtung auf Resistenz gegen Schaderreger und die Ausarbeitung von Verfahren zur biologischen Schädlingsbekämpfung. Am Lehrstuhl für Phytopathologie der Universität Konstanz beteiligen wir uns an beiden Forschungsrichtungen.

Grundlage einer Züchtung auf Resistenz ist eine genaue Kenntnis der Abwehrmechanismen der Pflanze gegen Schaderreger. Wenn nämlich ein Pilz in eine unbeschädigte Pflanze eindringen will, muss er mit sogenannten Infektionsstrukturen in die Pflanze eindringen. Dabei muss er die Abwehrmechanismen der Pflanze, die diese im Laufe der Evolution entwickelt hat, überwinden. Wir untersuchen nun, mit welchen Methoden ein Pilz die Wirtspflanze erkennt und in deren Zellen eindringt. Weiterhin interessiert uns, wie sich die Pflanze gegen diese Infektion wehrt.

1. Der Infektionsverlauf, am Beispiel des Gerstenmehltaus (Erysiphe graminis) dargestellt.

Echte Mehлтаupilze (Erysiphales) rufen einen weissen "mehligem" Belag auf Blättern hervor. Dieser Belag lässt sich mit den Fingern leicht abwischen. Er besteht aus den Hyphen (=Pilzgewebe) dieses Pilzes. Diese Hyphen besitzen besondere Zellen, die die Fortpflanzungseinheiten dieses Pilzes, die Sporen abschnüren. Der Wind trägt diese Sporen viele Kilometer durch die Luft auf andere Pflanzen.

Wenn die Spore auf eine Pflanze fällt, keimt sie und bildet Infektionsstrukturen aus (Abb. 1, 2):

Die Spore keimt mit einem Keimschlauch bei fast jedem Wetter und bei einem Temperaturbereich von (mindestens) $10 - 20^{\circ} \text{C}$. Nur bei Regen ist die Infektion gestört, weil dann die Sporen leicht abgewaschen werden. Der Keimschlauch differenziert eine Haftscheibe aus, das Appressorium. Nun hat der Pilz einen festen Kontakt und mit einem kleinen Fortsatz an der Haftscheibe bohrt er sich durch die dicken Wandschichten der Blattoberfläche in die Zelle der obersten Zellschicht, der Epidermis hinein. In dieser Zelle entsteht nun ein Saugorgan des Pilzes, ein Haustorium (Abb. 1). Mit diesem Gebilde saugt der Pilz die Nährstoffe aus der Pflanze und kann jetzt neue Hyphen ausbilden, die mit weiteren Haustorien neue Zellen "aussaugen". Dadurch entsteht innerhalb von 3 - 10 Tagen ein dichtes Hyphengeflecht auf der Blattoberfläche. Wir erkennen den Mehлтаubelag (Abb. 2).

Die Mehлтаupilze sind nun hochspezialisiert: Sie können nur "ihre" Wirtspflanze befallen. Also, der Gerstenmehltau kann nur die Gerste befallen. Der Grund liegt darin, daß der Gerstenmehltau Eigenschaften besitzt, die Abwehrmechanismen der Gerste, mit der diese Pflanze alle anderen Pilze, besonders auch andere Mehлтаupilze abwehrt, zu überwinden. Wir untersuchen nun diese verschiedenen Abwehrmechanismen der Pflanze, um dem Züchter Hinweise geben zu können, wie neue Abwehrmechanismen beschaffen sein müssen, die der Gerstenmehltau dann nicht mehr überwinden kann. Der Landwirt kann solche Gerstensorten dann als "mehltauresistente" Sorte kaufen. Dadurch erübrigen sich mehrere Spritzungen im Jahr.

Während Spritzmittel oft gegen viele verschiedene Schadpilze eingesetzt werden können, wissen wir leider nicht, ob Abwehrmechanismen in den Pflanzen existieren, die gegen verschiedene Pflanzenschädlinge wirksam sind. So wird unser Getreide ja auch von unterschiedlichen Rostpilzen befallen, die sich wiederum auf die verschiedenen Getreidearten spezialisiert haben. Deshalb untersuchen wir auch den Infektionsverlauf dieser

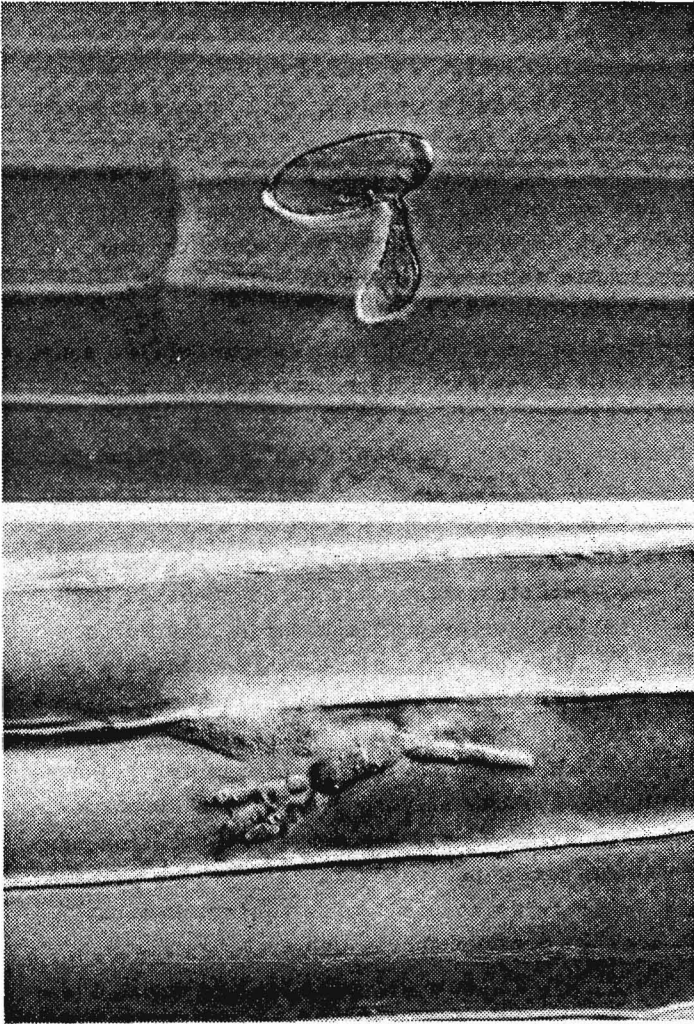


Abb. 1

oben: Die Spore des Mehltaupilzes (*Erysiphe graminis*) hat auf der Blattoberfläche den Keimschlauch mit dem Appressorium ausdifferenziert. Sie beginnt jetzt, in das Blatt einzudringen, um in einer Epidermiszelle das Haustorium auszubilden (x 900).
unten: Haustorium in einer Epidermiszelle der Gerste (x 1000, beide Aufnahmen von Dr. Keller).

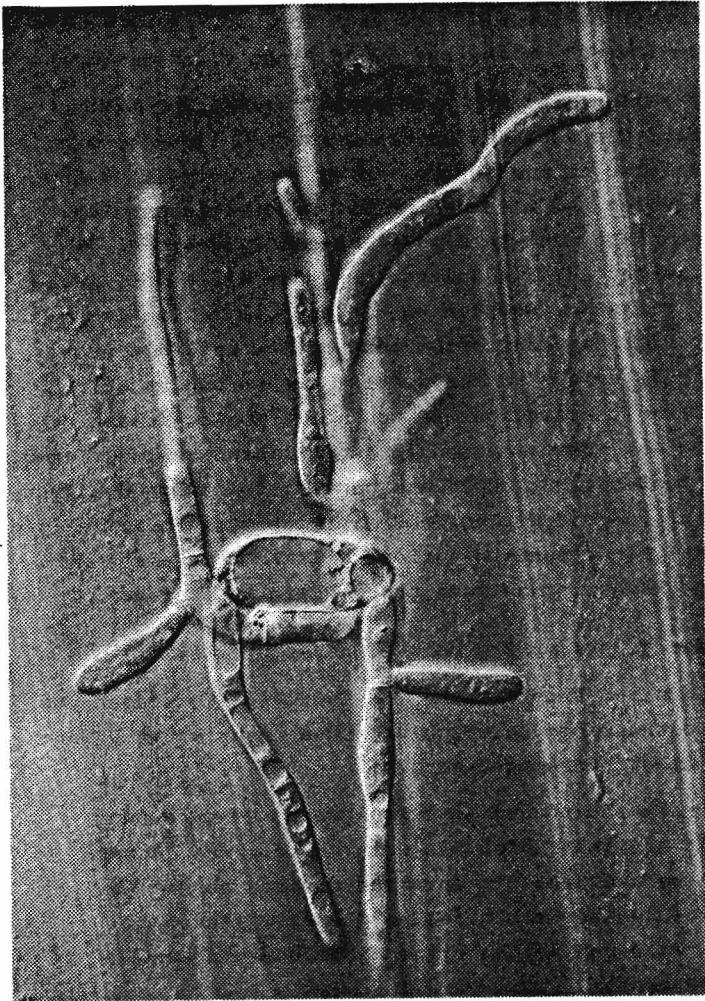


Abb. 2

Nach der erfolgreichen Ausbildung des Haustoriums beginnt der Pilz das ganze Blatt zu überwuchern. Er sendet dabei viele Haustorien in die Epidermiszellen (Aufnahmen: Dr. Keller, etwa x 750).

Rostpilze und hoffen, durch den Vergleich verschiedener Abwehrmechanismen Hinweise dafür zu erhalten, welche mehr allgemeiner Natur sind und welche nur gegen einen Pilz wirksam sind.

Beispielhaft sollen hier nur zwei Abwehrmechanismen erwähnt werden: Während der Penetration des Gerstenmehltaus bewirkt das mlo - Gen eine Ablagerung von hochgradig vernetzten Kohlehydraten, Phenolen und Ligninen an der Penetrationsstelle: Der Pilz kann nicht mehr in die Zellen eindringen, er verhungert und stirbt ab. Ein anderes Gen, das mla - Gen, leitet die Synthese toxischer Substanzen ein und die Zellen sterben ab, wenn der Pilz das Haustorium ausgebildet hat. Wieder scheint der Pilz seiner Nahrungsbasis beraubt und er stirbt ebenfalls. Derzeit versuchen wir auch, mit Kohlehydraten aus Pilzen solche Abwehrmechanismen in den Pflanzen zu induzieren. Es erscheint vorstellbar, Pflanzenschutzmittel zu produzieren, die nicht mehr dadurch wirken, daß sie giftig gegen Pilze (und auch Menschen) sind, sondern nur die Pflanze dazu umstimmen, unspezifische Abwehrmechanismen gegen Pilze auszuprägen.

2. Die Anwendung unserer Ergebnisse in der Praxis.

Unsere Methoden zur Untersuchung von Infektionsvorgängen und Abwehrreaktionen können bei Problemen des praktischen Pflanzenschutzes direkt verwendet werden.

2.1 Im Markgräfler Land und in der Umgebung von Freiburg wird seit einigen Jahren ein weitverbreitetes "Rebensterben" beobachtet. Wir untersuchen nun, ob die Abwehrreaktionen der Wurzelzellen dieser Pflanzen geschwächt sind und welche Pilze diese Wurzeln nun befallen können.

2.2 Die Aggressivität von parasitischen Pilzen richtet sich nicht nur gegen Pflanzen. Wir untersuchen die Bedingungen, unter denen *Verticillium lecanii*, ein Hyperparasit, Rostpilze (Abb. 3, 4, 5) und Blattläuse befällt. Dabei sind wir nicht nur an den Mechanismen interessiert,

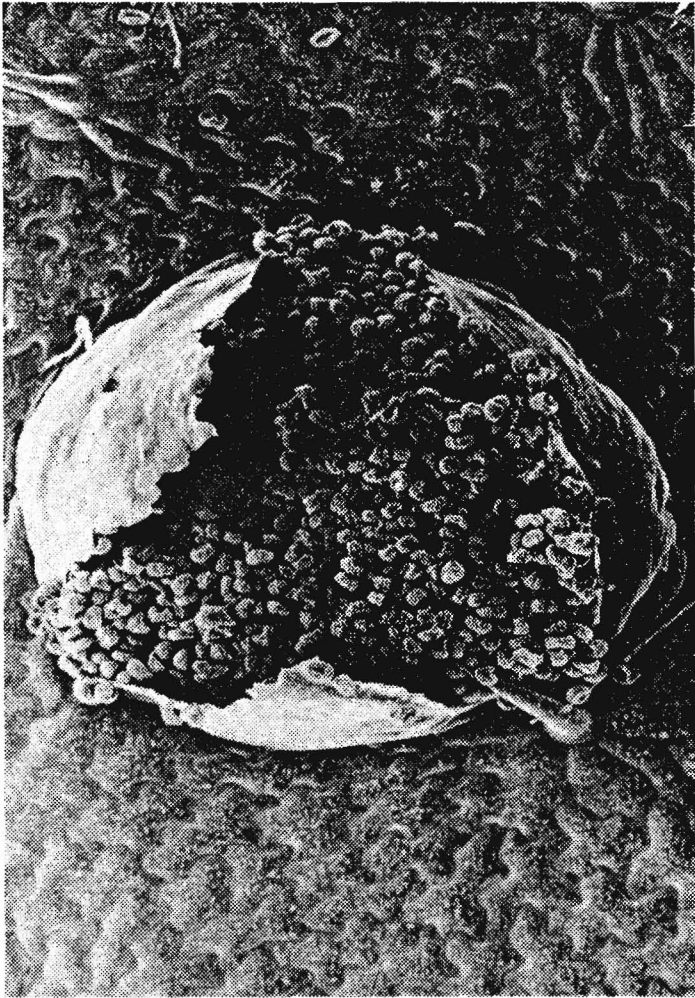


Abb. 3

Uredosporenlager eines Rostpilzes (*Uromyces appendiculatus*), im Rasterelektronenmikroskop, etwa 100 x vergrößert. Die Hyphen wachsen im Inneren des Blattes. Die Sporen drückt der Pilz nach aussen. Dabei reißt die Blattoberfläche auf.

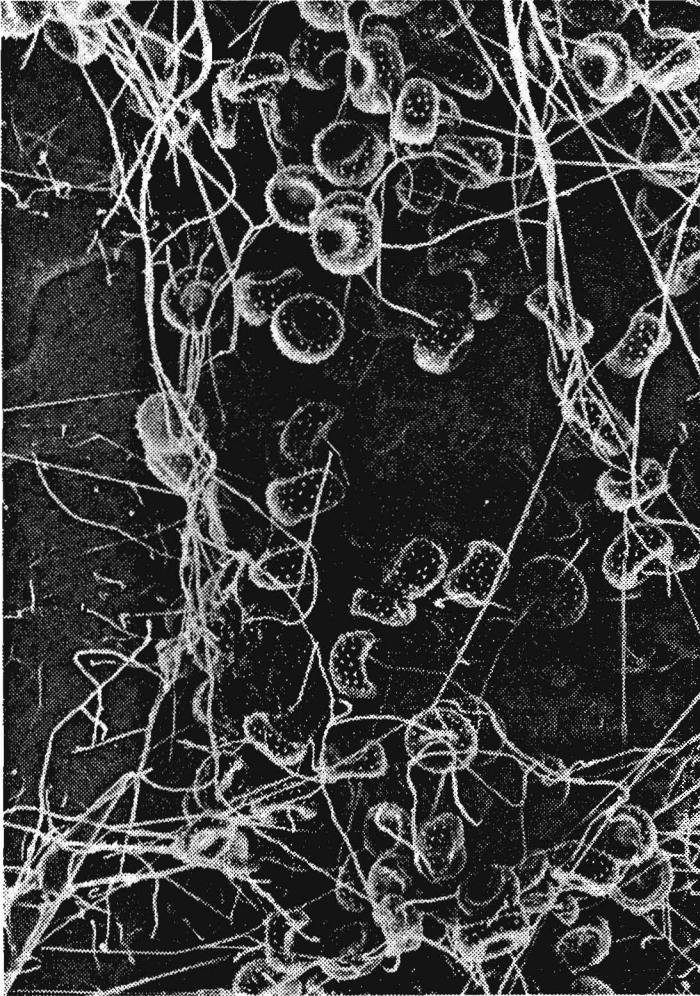


Abb. 4

Die Hyphen des Hyperparasiten (*Verticillium lecanii*) wachsen auf den Sporen des Rostpilzes (*Uromyces appendiculatus*, etwa 400 x vergrössert) und überwuchern nach einiger Zeit die gesamte Rostpustel.

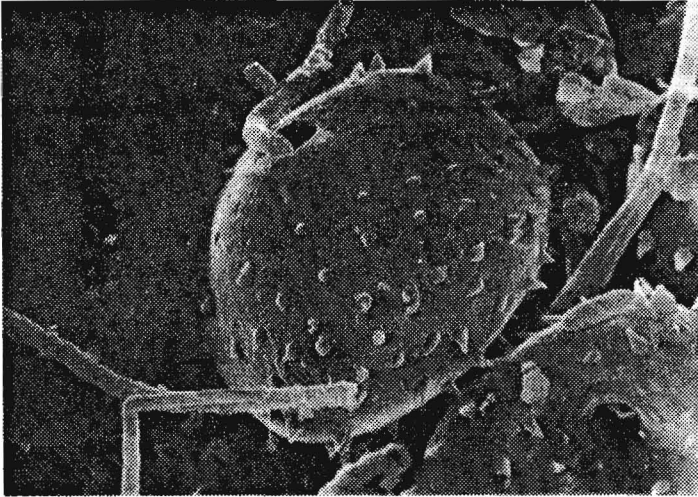


Abb. 5

Der Hyperparasit *Verticillium lecanii* dringt durch den Keimporus in die Spore ein. Nach wenigen Tagen hat er die Sporenwand und dann auch den Sporenhalt verdaut (Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Christian Grabski, etwa 2000 x vergrößert).

die dazu führen, daß dieser Parasit Pilze und Insekten befallen kann. Wir haben im bot. Garten, in unseren Gewächshäusern, aber auch bei Freilandversuchen im Gemüse- und Nelkenanbau diesen Hyperparasiten eingesetzt und hoffen, mit diesem Pilz die in der Praxis üblichen Anwendungen mit Fungiziden und Insektiziden zu ersetzen.

Literatur:

- MENDGEN, K.: Können Hyperparasiten Fungizide ersetzen?
Arbeitsberichte Ökologie/Umwelttechnik 3, 81-87 (1979).
- MENDGEN, K.: Neue Wege im Pflanzenschutz. Universitätsverlag
Konstanz (1981).
- MENDGEN, K.: Alternativen beim Pflanzenschutz? Naturwissenschaften 70, 235-240 (1983).