

Pilzparasitäre Schäden an *Phacelia tanacetifolia* Benth.

Damage to *Phacelia tanacetifolia* Benth. caused by fungi

Von Heinz Kröber und Ernst-Oskar Beckmann

Die aus Kalifornien stammende *Phacelia tanacetifolia* wird in Deutschland erstmals 1884 vom Kunst- und Handelsgärtner Huck aus Erfurt als eine ausgezeichnete „Honigpflanze“ beschrieben (LEIN 1953). In der Nutzung durch den Imker lag danach lange Zeit ihre einzige wirtschaftliche Bedeutung. Heute findet *Phacelia* ein zunehmendes Interesse als Gründüngungspflanze (Abb. 1). Als ein besonderer Vorteil werden ihre geringen Ansprüche an das Klima und den Standort angesehen. Ferner verhält sie sich photoperiodisch weitgehend neutral, so daß ihre Aussaat von Anfang April bis Ende August möglich ist. Im Freilandgemüsebau gilt *Phacelia* als eine langgesuchte Gründüngungspflanze zur Auflockerung enger Folgen von Gemüse gleicher Familienzugehörigkeit, da sie zu den *Hydrophyllaceae* gehört und mit keiner der Gemüsearten verwandt ist (BECKMANN 1968, 1969; WONNEBERGER 1971; FRÖHLICH und SCHRÖDER 1972; WILL 1973). In den letzten Jahren wird *Phacelia* als Gründüngungspflanze auch für Zuckerrübengebiete empfohlen, wo ein Anbau von bestimmten Kruziferen als Zwischenfrüchte die Nematodenvermehrung fördern kann (LÜTKE ENTRUP 1975).



Abb. 1. Bestand von *Phacelia tanacetifolia* in Blüte.

Inzwischen wird die Pflanze auch züchterisch bearbeitet, was bereits zur Anmeldung von mehreren *Phacelia*-Sorten beim Bundessortenamt geführt hat. Aus der Höhe der verbrauchten Saatgutmenge und bei Berücksichtigung der üblichen Aussaatmengen (10 kg/ha) läßt sich heute eine mittlere Anbaufläche von 3000 bis 5000 ha errechnen; diese macht 0,6–1,0% der als Gründüngung angebauten Sommerzwischenfrüchte aus.

Ein weiterer Vorteil beim Anbau von *Phacelia* wird daneben auch darin gesehen, daß die Pflanze angeblich von Krankheiten und Schädlingen weitgehend frei bleibt (BÖTTCHER 1963; FRÖHLICH und SCHRÖDER 1972; LÜTKE ENTRUP 1975). LEIN (1953) berichtete zwar von einer trockenfäuleähnlichen Erscheinung an den Stengeln, die gelegentlich in Samenbeständen zum Zeitpunkt der Reife festgestellt wurde. Da sie erst in diesem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium auftritt, hielt er diese Erkrankung aber für unbedeutend. Nach WEIL (1961) und SCHMELZER (1967) wurde auch Befall durch Viren (Tabakmosaik-, Tabakätzmosaik- und Kartoffel-Y-Virus) an dieser Pflanze nachgewiesen; bisher allerdings nur an Versuchspflanzen im biologischen Experiment.

Beim hiesigen *Phacelia*-Anbau erregten daher seit mehreren Jahren Erscheinungen Aufmerksamkeit, die auf eine ernstzunehmende parasitäre Krankheit beim Auflaufen und bei der Weiterentwicklung der Pflanzen schließen ließen. Diesen Erscheinungen und ihren möglichen Ursachen wurde daher in eingehenden Untersuchungen nachgegangen.

Krankheitserscheinungen und Isolierungsversuche

Schäden zeigten sich häufig schon beim Auflaufen der Saat, da Keimlinge verschiedentlich verfaulten, bevor sie die Bodendecke durchbrochen hatten.

Nach dem Auflaufen fielen manche Pflanzen innerhalb weniger Tage um. Das Hypokotyl und die Wurzeln waren glasig oder braun verfärbt und zeigten Einschnürungen. Die Auflauf- und die Umfallkrankheit führten oft zu auffälligen Lücken im Bestand.

Im weiteren Entwicklungsverlauf zeigten sich an den *Phacelia*-Wurzeln dunkelbraune Faulstellen (Abb. 2), die sich später über ganze Wurzelteile ausbreiteten. Manchmal entwickelte sich die Fäule auch an der Stengelbasis oder zog sich vom Wurzelbereich nach oben hin, wo sie einseitig oder um die gesamte Stengelbasis herum sichtbar wurde. Die erkrankten Pflanzen blieben nicht selten in der Entwicklung zurück, welkten und vertrockneten. Wenn die Wurzeln und Stengelbasen vermorschten, fielen auch diese Pflanzen um. Bei Auszählungen und Ertragsbestimmungen in sechs *Phacelia*-Beständen wurden Faulstellen an den Wurzeln bei 3 bis 28% der Pflanzen, am Stengelgrund bei 2 bis 11% der Pflanzen festgestellt. Der Ertrag an Grünmasse war

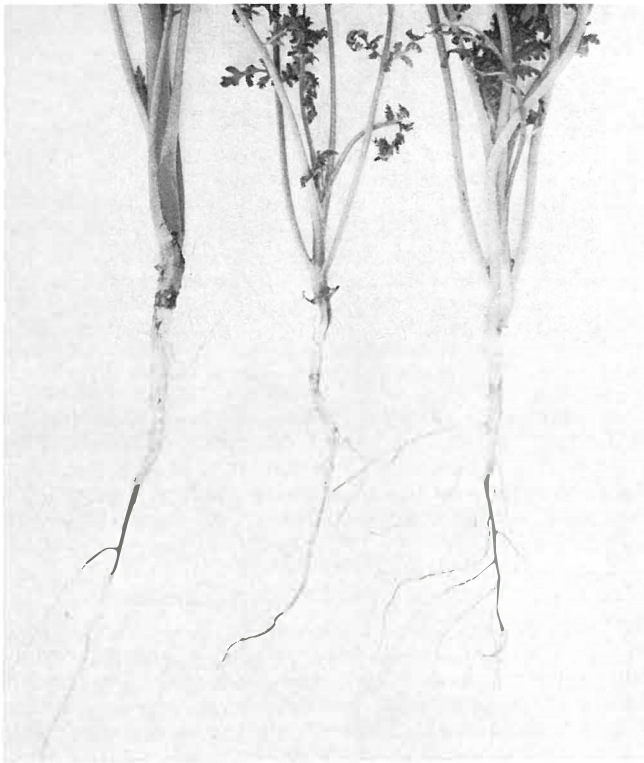


Abb. 2. *Phacelia*-Pflanzen mit dunkelbraun verfärbten Faulstellen an den Wurzeln.

in den stärker befallenen Beständen bis zu 56% herabgesetzt (Tab. 1).

Die Art der hier regelmäßig vom Boden ausgehenden Fäulen deutete auf pilzparasitäre Ursachen hin. Um diese genau festzustellen, wurden aus den Randzonen der Faulstellen an Wurzeln und Stengelbasen Gewebestücke entnommen und die sich dort entwickelnden Pilze auf Nährmedien isoliert, die für möglichst viele Pilze geeignet sind. Das Isolierungsergebnis, das von Pflanze zu Pflanze häufig wechselte, deutete an, daß die auf Fäulen zurückgehenden Schäden nicht auf einer einheitlichen Ursache beruhen. Folgende Pilze, die als Fäulniserreger an lebenden Pflanzen in Frage kommen können, wurden am häufigsten isoliert:

Alternaria sp., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schroet., *Pythium intermedium* de Bary, *P. paroecandrum* Drechsler, *P. rostratum* Butler, *P. ultimum* Trow und *Rhizoctonia solani* Kühn. Ob diese Pilze an *Phacelia* tatsächlich die Rolle von Krankheitserregern spielen, d. h., ob sie daran pathogen und ausreichend virulent sind, ließ sich erst im Infektionsversuch klären.

Infektionsversuche

Neben diesen von *Phacelia* gewonnenen Isolaten wurden in die Infektionsversuche noch weitere Pilze einbezogen, die hier im Freiland ebenfalls verbreitet vorkommen (vgl. Tab. 2). Als Versuchspflanze diente *Phacelia* 1. im Auflaufstadium, 2. nach dem Pikieren und 3. im älteren Stadium.

Von jedem zu testenden Pilz wurden zunächst Reinkulturen in einem sterilen Torf-Häcksel-Sand-Gemisch, dem eine geringe Menge geschnitzelte Möhren zugegeben worden war, hergestellt. Diese Reinkulturen vermischten wir im Verhältnis 1:4 jeweils mit dem Kul-

tursubstrat TKS 1 bzw. 2. In Saatschalen mit diesem verseuchten Substrat wurde *Phacelia* ausgesät bzw. pikiert. Das gleiche verseuchte Substrat fand Verwendung beim Topfen der älteren noch nicht blühenden Pflanzen, die vorher gesund herangezogen worden waren. Bei jeder Versuchsanstellung war ein Teil des Substrates als Kontrolle unverseucht gelassen worden. Die weitere Kultivierung der Pflanzen erfolgte im Gewächshaus bei Temperaturen, die zwischen 16 und 25 °C schwankten. Dabei wurden die Pflanzen auf ihren Gesundheitszustand laufend untersucht. Die abschließende Bonitierung erfolgte bei den ausgesäten und pikierten Pflanzen nach 14 Tagen, bei den getopften Pflanzen nach 7 Wochen.

Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Die Resultate von drei zu verschiedenen Terminen vorgenommenen Infektionsversuchen gehen aus Tabelle 2 hervor.

In den Aussaaten lief die *Phacelia* je nach dem Pilz, mit dem das Kultursubstrat verseucht worden war, normal, lückig oder gar nicht auf. Manche Sämlinge fielen nach dem Auflaufen um.

Von den pikierten Sämlingen starb ebenfalls in Abhängigkeit von den verwendeten Pilzen eine mehr oder weniger große Anzahl ab. Dem Absterben war die Entstehung von glasig oder bräunlich aussehenden Faulstellen an den Wurzeln oder dem Hypokotyl der erkrankten Sämlinge vorausgegangen. Häufig waren am Hypokotyl oder an den Wurzeln Einschnürungen erkennbar.

An Pflanzen in diesen beiden Entwicklungsstadien erwiesen sich zwei Stämme von *Rhizoctonia solani* und mehrere *Pythium*-Arten und Stämme als besonders virulent.

Die verwendeten älteren Pflanzen entwickelten sich während der 7wöchigen Beobachtungsdauer oberirdisch dagegen normal. Alle Pflanzen kamen im Verlauf des Versuches zur Blüte. Zwischen den mit den verschiedenen Pilzen behandelten Pflanzen war kein Unterschied erkennbar. Erst bei der Bonitierung der gesamten Pflanzen nach Beendigung des Versuches zeigte sich, daß zumindest die Wurzeln Unterschiede aufwiesen. *Pythium irregulare* und *P. paroecandrum* hatten daran ausgedehnte, die anderen stellenweise oder keine Schäden verursacht (Abb. 3).

Grundsätzlich wird demnach *Phacelia* von einer Reihe von Pilzen befallen. Erhebliche Pflanzenschäden gehen nach den hier beschriebenen Untersuchungen insbesondere auf einige *Pythium*-Arten, auf *Phytophthora cactorum* sowie auf *Rhizoctonia solani* zurück. Letztere besitzt Stämme mit unterschiedlicher Virulenz an *Phacelia*. Die höchste Anfälligkeit gegen diese Pilze zeigte *Phacelia* im Auflauf- und im frühen Jungpflanzenstadium. Es wäre daher denkbar, daß die in der Praxis bei ungünstigen Bodenbedingungen (Verschlammung) mehrfach beobachteten Auflaufschäden (vgl. LÜRKE ENTRUP 1975) letztlich auf Befall durch diese Pilze beruhen. Da die älteren Pflanzen im Infektionsversuch von einigen *Pythium*-Arten höchstens teilweise an den Wurzeln befallen werden konnten, können die in der Praxis beobachteten Totalausfälle unter den älteren Pflanzen nicht allein auf diese Pilze zurückgehen. Wahrscheinlich liegt eine komplexe Ursache vor, an der *Pythium*-Arten wesentlich beteiligt sind. Sämtliche hier als pathogen erkannten Pilze können an den kranken Pflanzenteilen auch sporulieren sowie Dauermyzel oder Sklerotien bilden. Danach ist festzustellen, daß der

Tab. 1. Wurzel- und Stengelgrundfäule sowie Ertragsdepressionen in mehreren *Phacelia*-Beständen (Bonitierung einen Monat nach Aussaat, Juli 1973; mittlere Pflanzenhöhe 20 cm)

Phacelia-Bestand Nr.	der untersuchten Pflanzen	Anzahl der Pflanzen mit		der befallenen Pflanzen insges.		Ertrag an Grünmasse von 132 m ²	
		Wurzel- fäule	mit Stengel- grundfäule	%		kg	%
1	150	4	3	7	5	143	100
2	150	10	3	13	9	96	67
3	150	13	9	22	15	90	63
4	150	10	16	26	18	62	44
5	150	26	4	30	20	75	53
6	150	42	8	50	33	63	44

 Tab. 2. Befall von *Phacelia tanacetifolia* nach Verseuchung des Kultursubstrates mit verschiedenen Pilzen in drei Versuchen

Pilzarten und -stämme Stamm-Nr. (DSM)	Herkunft	Auflaufende Sämlinge nach 14 Tagen			Pikierte Sämlinge nach 14 Tagen			Wurzeln der älteren Pflanzen nach 7 Wochen		
		Anzahl der Saatschalen			Anzahl der Sämlinge			Anzahl der Pflanzen		
		Versuche	Ergebnisse		Versuche	Ergebnisse		Versuche	Ergebnisse	
		I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	I. II. III.	
<i>Rhizoctonia solani</i>										
63 403	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2 2 2	4 4 4*)	56 56 41	3 3 5*)	- - 10	- - a**)			
63 404	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2 2 2	1 1 1	56 50 42	1 3 3	- - 10	- - a			
63 405	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- - 2	- - 4	- - 42	- - 5	- - 10	- - a			
<i>Pythium ultimum</i>										
63 406	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- 2 2	- 5 5	- 54 42	- 5 4	- - 10	- - b			
63 407	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- 2 2	- 5 4	- 56 41	- 5 4	- - 10	- - b			
63 408	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2 2 -	3 5 -	56 54 -	3 5 -	- - -	- - -			
<i>P. intermedium</i>										
63 125	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- - 2	- - 4	- - 41	- - 3	- - 10	- - b			
<i>P. paroecandrum</i>										
63 413	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- - 2	- - 4	- - 42	- - 4	- - 10	- - c			
<i>P. rostratum</i>										
63 409	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- 2 2	- 4 3	- 54 -	- 3 -	- - 10	- - a			
<i>P. irregulare</i>										
62 957	<i>Mammillaria zeilmanniana</i>	- - 2	- - 5	- - 42	- - 5	- - 10	- - d			
<i>Phytophthora cactorum</i>										
63 410	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2 2 2	1 3 1	56 56 42	1 4 2	- - 10	- - a			
<i>P. citricola</i>										
62 663	<i>Rhododendron</i> sp.	- - 2	- - 1	- - 42	- - 1	- - 10	- - a			
<i>P. cryptogea</i>										
62 675	<i>Spinacia oleracea</i>	- - 2	- - 4	- - 42	- - 2	- - 10	- - a			
<i>Alternaria</i> sp.										
63 411	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2 2 2	1 1 1	56 56 -	1 2 -	- - 10	- - a			
63 412	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- - 2	- - 1	- - 41	- - 2	- - 10	- - a			
<i>Fusarium avenaceum</i>										
63 414	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	- - 2	- - 3	- - 42	- - 2	- - 10	- - a			
<i>Phoma exigua</i>										
62 901	<i>Brassica oleracea</i>	- - 2	- - 1	- - 42	- - 2	- - 10	- - a			
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>										
63 017	<i>Helianthus annuus</i>	- - 2	- - 1	- - 42	- - 1	- - 10	- - a			
Kontrolle		2 2 2	1 1 1	56 56 42	1 1 1	- - 10	- - a			

*) 1 = kein Ausfall 0%
 2 = geringer Ausfall 1-5%
 3 = mittlerer Ausfall 6-25%
 4 = starker Ausfall 26-67,5%
 5 = sehr starker Ausfall über 67,5%

**) a = einzelne Wurzelspitzen verbräunt
 b = stellenweise Verbräunungen an den Wurzeln
 c = ausgedehnte Verbräunungen an den Wurzeln
 d = ausgedehnte Verbräunungen an den Wurzeln,
 Wurzelmasse stark reduziert

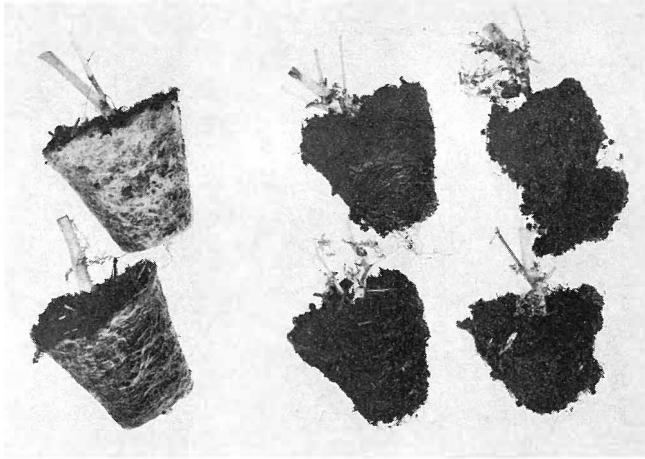


Abb. 3. Befall der Wurzeln von *Phacelia tanacetifolia* sieben Wochen nach Inokulation mit rechts: *Pythium irregulare*, Stamm Nr.: DSM 62 957; Mitte: *P. paroecandrum*, Stamm Nr.: DSM 63 413. Links: Kontrolle.

Anbau von *Phacelia* bei stärkerem Befall – entgegen bisherigen Vorstellungen – zur Massenvermehrung zumindest bestimmter parasitischer Bodenpilze beiträgt. Zwar besitzen diese Pilze einen großen Wirtspflanzenkreis und kommen im Boden weitverbreitet vor. Ihre Virulenz und Dichte wird in der Regel aber bald reduziert, da sie unter geeigneten Umweltverhältnissen gegenüber anderen Boden-Mikroorganismen eine hohe Anfälligkeit aufweisen (u. a. HENDRIX und CAMPBELL 1970). Optimale Lebensbedingungen für die Masse der Mikroorganismenflora im Boden, die insbesondere durch geeignete Kulturmaßnahmen und ausreichende Versorgung des Bodens mit Humus geschaffen werden können, wirken daher auf längere Sicht der Entstehung größerer Schäden entgegen. Unter praktischen Bedingungen dürfte die durch den *Phacelia*-Anbau bedingte Massenvermehrung von phytopathogenen Pilzen im Boden aber vor allem dann auch zu wirtschaftlich empfindlichen Schäden führen können, wenn auf die *Phacelia*-Gründung unmittelbar gegenüber *Pythium*-Arten und *Rhizoctonia solani* anfällige Pflanzen, z. B. Buschbohnen, folgen, wie das im Gemüsebau vor allem beim Anbau der Gründüngung im Frühjahr möglich ist. Soweit der Befall und die Schäden auf Vertreter der Gattung *Pythium* zurückgehen, lassen sie sich wahrscheinlich weitgehend durch Beizung des *Phacelia*-Saatgutes mit einem gegen *Pythium* spp. wirksamen Beizmittel verhindern. Dieses müßte aber mit einer möglichst langandauernden Wirkung gegen den Angriff der Pilze vom Boden her ausgestattet sein.

Zusammenfassung

Die als Gründüngungspflanze zunehmend beliebter werdende *Phacelia tanacetifolia*, die bisher für weitgehend frei von Pflanzenkrankheiten gehalten wurde, zeigte wiederholt Schäden beim Auflauf, im Sämlingsstadium und an weiter entwickelten Pflanzen. Die Ausfälle im Auflauf- und Sämlingsstadium werden auf Pilzbefall, vor allem durch Stämme von *Rhizoctonia*

solani sowie *Pythium ultimum*, *P. irregulare* und *P. paroecandrum*, zurückgeführt. Die auf einer Fäule an Wurzeln und Stengelbasen beruhenden Entwicklungsstörungen und Absterbeerscheinungen bei älteren Pflanzen scheinen eine komplexe Ursache zu haben, an der auch *Pythium*-Arten beteiligt sind. Da sich die Pilze an den befallenen Wirtspflanzen vermehren, trägt auch der Anbau von *Phacelia* zur Massenvermehrung von parasitären Bodenpilzen bei, die zumindest die unmittelbar folgende Nachfrucht gefährden können. Auf Bedingungen und mögliche Maßnahmen, die zur Verminderung dieser Gefahr beitragen, wird hingewiesen.

Summary

Phacelia tanacetifolia Benth. which is becoming more and more popular as a plant for green manuring was recently found to show considerable damage though it is so far considered to stay practically free from plant diseases. Germination damage and damping off were caused above all by strains of *Rhizoctonia solani* as well as *Pythium ultimum*, *P. irregulare* and *P. paroecandrum*. Stunt due to root and stem rot as well as die-back of older plants have presumably a complex origin in which also *Pythium* spp. are involved. Because the fungi mentioned are able to sporulate or to form resting bodies on the infected host plants, the cultivation of *Phacelia* also leads to the enrichment of parasitic fungi in the soil to such an enormous extent that at least the following crop can also be endangered.

Conditions and possible measures for reducing the risks of infection are referred to.

Frau A. SCHNIEWIND danken wir für ihre umsichtige Hilfe bei der Durchführung der Infektionsversuche, Herrn C. DINKLOH für die Anfertigung eines Fotos (Abbildung 3).

Literatur

- BECKMANN, E.-O.: Gründüngungspflanzen als späte Nachkultur im intensiven Feldgemüsebau. *Gemüse* **4**, 1968, 202–205.
 BECKMANN, E.-O.: Gründüngung als Vorkultur. Eine Bereicherung der Fruchtfolge im Feldgemüsebau. *Gemüse* **5**, 1969, 202–207.
 BÖTTCHER, H.: Die *Phacelia* als Bienenweide und landwirtschaftliche Futterpflanze. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg, 1963, 44 S.
 FRÖHLICH, H. und SCHRÖDER, E.: Die Beeinflussung der Ertragshöhe durch unterschiedliche organische Düngung im Feldgemüsebau auf leichten Böden. *Arch. Gartenbau* **20**, 1972, 239–247.
 HENDRIX, F. F. und CAMPBELL, W. A.: Distribution of *Phytophthora* and *Pythium* species in soils in the Continental United States. *Canad. J. Bot.* **48**, 1970, 377–384.
 LEIN, M.: Die *Phacelia* als landwirtschaftliche Kulturpflanze. Schriftenreihe des AID, Bad Godesberg, 1953. Heft 1.
 LÜTKE ENTRUP, E.: *Phacelia*-geeignete Zwischenfrucht. *Dt. Zuckerrüben-Zeitung* 1975. Juni.
 SCHMELZER, K.: Wirte des Kartoffel-Y- und des Tabakmosaik-Virus außerhalb der Solanaceen. *Phytopath. Z.* **60**, 1967, 301–315.
 WEIL, B.: Zierpflanzen als symptomlose Träger des Tabakmosaik-Virus. *Phytopath. Z.* **41**, 1961, 145–150.
 WILL, H.: Maßnahmen zur Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit. *Industr. Obst- und Gemüseverw.* **58**, 1973, 114–115.
 WONNEBERGER, C.: Was leisten unsere Gründüngungspflanzen? *Org. Landbau* **16** (39), 1971, 17–20.