

EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK

JOHANNES HALLMANN; Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Toppeideweg 88, 48161 Münster; e-mail: johannes.hallmann@jki.bund.de

Bedeutung bodenbürtiger Schaderreger

Die wirtschaftliche Bedeutung bodenbürtiger Schaderreger nimmt in Deutschland zu. So beobachten Produzenten und Berater bei pilzlichen Schaderregern in den letzten Jahren unter anderem eine Zunahme an Krankheiten durch *Rhizoctonia solani*. Wolf und Verreet (1999) gehen von einer endemischen Existenz von *R. solani* im gesamten südbayerischen Raum aus. Wirtschaftlich relevant ist *R. solani* in Deutschland vor allem als Wurzeltöterkrankheit an Kartoffeln, späte Rübenfäule und Salatfäule (Kofot et al. 2001, Laun 2002). Die genannten Krankheiten können Ertragverluste bis zu 70% verursachen (Stevens et al. 1993, Davis et al. 1997, Kiewnick et al. 2001). An Mais gewinnt der Erreger ebenfalls an Bedeutung.

Vergleichbares gilt auch für pflanzenparasitäre Nematoden. So treten in Deutschland u. a. zunehmend wirtschaftliche Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden in norddeutschen „Dauergrün-Fruchtfolgen“ (Winterraps, Wintergerste, Winterweizen), im Baumschulbereich, an Erdbeeren, im Zuckerrübenanbau auf „Trockenstandorten“ sowie im Ökolandbau auf.

Bodenbürtige Schaderreger gehören zu den am schwersten zu bekämpfenden Schaderregern von Kulturpflanzen. Eine Bekämpfung dieser Schaderreger allein über die Fruchtfolge ist aufgrund des breiten Wirtspflanzenspektrums dieser Schaderreger und ihrer meist langen Überdauerungszeiten im Boden nicht möglich. Resistente Sorten stehen mit wenigen Ausnahmen (z. B. Kartoffeln - *Globodera pallida*/*G. rostochiensis*, Zwischenfrüchte/Zuckerrüben - *Heterodera schachtii*) nicht zur Verfügung, oder stellen aufgrund von Ertrags- und Qualitätsnachteilen keine Alternative für den Landwirt dar, so dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln oftmals die einzige Bekämpfungsmöglichkeit darstellt. Da der gesamte Boden behandelt werden muss, bedeutet dies hohe Aufwandmengen an Pflanzenschutzmitteln. Diese müssen zudem gut wasserlöslich sein, um eine gute Verteilung im Boden zu gewährleisten, was wiederum die Gefahr einer Auswaschung ins Grundwasser mit sich bringt. Hinzu kommt, dass diese Pflanzenschutzmittel meist wenig spezifisch sind und vielfältige Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen haben. Sie stellen ein erhebliches

Risiko für den Naturhaushalt sowie aufgrund ihrer oft hohen Toxizität für die Gesundheit von Mensch und Tier dar. Aus diesem Grund sind heute auch nur noch sehr wenige Pflanzenschutzmittel für die Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger verfügbar, und dies auch nur für sehr spezifische Indikationen (z. B. Fosthiazate gegen verschiedene Nematoden in Spätkartoffeln) bzw. nur mit Ausnahmegenehmigung (in 2010 z. B. Genehmigung nach § 11 Pflanzenschutzgesetz für Basamid gegen freilebende Wurzelneematoden in Erdbeeren).

Erwartungen an die Biofumigation

Da insgesamt praxistaugliche Alternativen zur Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger nur eingeschränkt bzw. je nach Kultur erst gar nicht vorhanden sind, werden große Erwartungen an die Biofumigation als alternatives Pflanzenschutzverfahren gestellt. Doch kann die Biofumigation diese Erwartungen erfüllen?

National wie auch international wird die Biofumigation als eine natürliche und umweltfreundliche Alternative zum Einsatz chemischer Bodenbegasungs- und Pflanzenschutzmittel gesehen (Brown & Mora 1997, Lazzeri & Manici 2000, Kirkegaard & Matthiessen 2004, Lazzeri et al. 2004, Matthiessen & Kirkegaard 2006). Insbesondere in Australien, USA und Italien wurde die Entwicklung der Biofumigation intensiv vorangetrieben.

Bereits in den 1930-iger Jahren wurde durch Walker et al. (1937) die antifungale Wirkung von sekundären Inhaltstoffen des Ackersenfs gegenüber *Colletotrichum circinans*, *Botrytis alii*, *Aspergillus niger*, *A. alliaceus* und *Gibberella saubineti* in Laboruntersuchungen nachgewiesen. Während die natürlichen Glucosinolate selbst keine antifungale Aktivität zeigen, wird die hemmende Wirkung der Hydrolyseprodukte von deren physikochemischen und biologischen Eigenschaften bestimmt (Manici et al. 1997). Gegenüber den einzelnen Isothiocyanaten zeigen pilzliche Pathogene eine unterschiedliche Sensitivität. Insgesamt wurde in zahlreichen Studien gezeigt, dass die antifungale Wirkung einiger Isothiocyanate ein Potential zur Entwicklung alternativer Bekämpfungsmöglichkeiten von bodenbürtigen Pathogenen bietet (Dawson et al. 1993, Galletti et al. 2006, Manici et al. 2000, Smolinska et al. 2003). Durch die Einarbeitung von entsprechenden Pflanzenteilen (Biofumigantien) in den Boden konnte bei verschiedenen bodenbürtigen pilzlichen Pathogenen wie *Fusarium* sp. (Sarwar et al. 1998), *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Angus et al. 1994), *Rhizoctonia solani* (Manici et al. 1997, Cohen & Mazzola 2006), *Verticillium dahliae* (Subbaroa & Hubbard 1996, Harding & Wicks 2007), *Sclerotinia* spp. (Sanchi et al. 2005), *Aphanomyces*

sp. (Muehlchen et al. 1990) oder *Pythium irregulare* (Manici et al. 1997) eine signifikante Reduktion der Erreger und der durch sie verursachten Krankheiten beobachtet werden.

Eine befallsreduzierende Wirkung der Biofumigation auf pflanzenparasitäre Nematoden ist unter anderem beschrieben für *Meloidogyne incognita* (Lopez-Perez et al. 2005), *Meloidogyne chitwoodi* (Riga et al. 2003) und *Pratylenchus neglectus* (Potter et al. 1998). So konnte z. B. in den U.S.A. durch Einsatz der Biofumigation die Rentabilität des Kartoffelanbaus bei gleichzeitiger Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes deutlich gesteigert werden (McGuire, 2001, Hobson, G. 2002).

So wundert es nicht, dass die Biofumigation über die letzten Jahre auch zunehmend in Deutschland praktiziert wird und zwar sowohl in Ackerkulturen als auch in Gemüse, Erdbeeren, Zierpflanzen und Baumschulen.

Was ist Biofumigation?

Der Begriff „Biofumigation“ wird in der Literatur teils sehr breit angewandt. Im Rahmen des Fachgespräches sowie den folgenden Ausführungen in diesem Heft wird unter „Biofumigation“ ausschließlich die suppressive Wirkung von Kruziferen gegenüber bodenbürtigen Schaderregern gesehen, wie sie 1993 von Kirkegaard et al. definiert wurde. Hierbei macht man sich folgendes natürliches Prinzip zu Nutze: Kruziferen enthalten Glucosinolate, deren Gesamtmenge in der Pflanze zum Zeitpunkt der Blüte am höchsten ist. Werden die Kruziferen zerkleinert und in den Boden eingearbeitet, kommt es zur Umsetzung (Hydrolyse, Myrosinase als Katalysator) der Glucosinolate u. a. in Isothiocyanate. Die genauen Umsetzungsprozesse werden im folgenden Kapitel von Schütze et al. dargestellt. Diese Isothiocyanate wiederum haben vielfältige Wirkungen gegen bodenbürtige Schaderreger, insbesondere wirken sie reduzierend auf verschiedene Pilzpathogene (Angus et al. 1994, Sarwar et al. 1998), pflanzenparasitäre Nematoden (Stirling & Stirling 2003, Potter 1998) und auch Unkrautsamen (Lopez-Martinez et al. 2006). Andere Bodenorganismen wiederum werden gefördert, wie z. B. Pilze der Gattung *Trichoderma* (Smith 2001), die u. a. bedeutende Antagonisten zahlreicher pflanzlicher Schaderreger sind. Da die Biofumigation als Zwischenfrucht erfolgt, sind die grundsätzlichen Vorteile eines Zwischenfruchtanbaus, wie Bodenverbesserung und Zufuhr von organischer Substanz, auch hier gegeben.

Forschungsvorhaben zur Biofumigation

Angesichts der bisher nur spärlich verfügbaren Informationen zur Wirkung der Biofumigation gegen bodenbürtige Schaderreger unter gemäßigten Klimabedingungen wurde ein Forschungsvorhaben ins Leben gerufen, dass die Chancen der Biofumigation als alternatives Pflanzenschutzverfahren zur Bekämpfung bodenbürtiger Pilze und pflanzenparasitärer Nematoden untersuchte. Das Forschungsvorhaben „Optimierung der Biofumigation zur nicht-chemischen Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger“ startete im Juli 2007 und endete in Juni 2010. **Finanziell gefördert wurde das Projekt aus dem Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).** Neben dem Julius Kühn- Institut waren an dem Forschungsvorhaben das Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, die P.H. Petersen Saatzucht GmbH, der Ökoring Niedersachsen sowie verschiedene Landwirte beteiligt (Abb. 1).

Ziel des Forschungsvorhabens war es,

- den Wirkungsgrad und die Wirkungssicherheit der Biofumigation für die Bedingungen gemäßigter Klimaregionen zu optimieren und
- die Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger unter Praxisbedingungen zu verbessern.

Um dies zu erreichen, wurde

- an einem vorhandenen Sortiment aussichtsreicher Kruziferenarten und –sorten der Anteil Isothiocyanate-freisetzender Glucosinolate bestimmt,
- durch züchterische Bearbeitung der Glucosinolategehalt in Kruziferenarten und –sorten erhöht
- durch Optimierung der Anbaumaßnahmen die Glucosinolat-Menge pro Flächeneinheit gesteigert und
- das neu gewonnene Wissen an die landwirtschaftliche und gartenbauliche Praxis adaptiert und transferiert.

Die Wirkung der Biofumigation wurde am Beispiel pflanzenparasitärer Nematoden (*Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera schachtii*, *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus* spp.) sowie dem bodenbürtigen Pilz *Rhizoctonia solani* untersucht, den Praktikern auf Feldtagen demonstriert und soll nun in einem Technischen Leitfaden Biofumigation zusammengefasst werden.

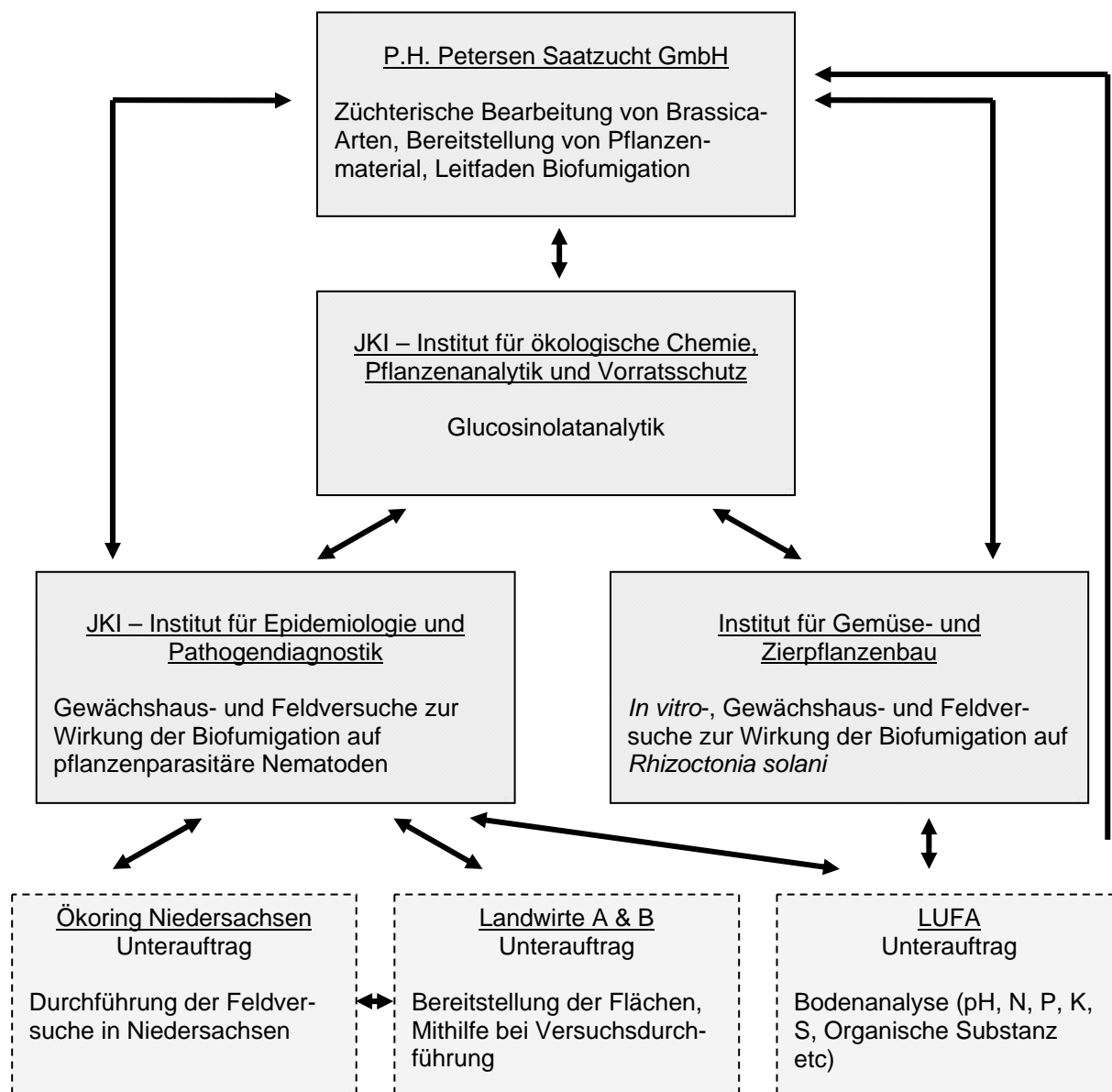


Abb. 1: Darstellung der Arbeitsteilung zwischen den Kooperationspartnern im Projekt

Ziele des Fachgesprächs

Das Fachgespräch „Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen“ wurde initiiert, um die Ergebnisse aus dem zuvor genannten Forschungsvorhaben vorzustellen und mit den Erfahrungen von Praktikern und Wissenschaftlern aus anderen Bereichen zu diskutieren. Die Organisation erfolgte durch das Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, die Durchführung der Tagung gemeinsam mit dem Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen am 5. Mai 2010 in Bonn. Ziel des Fachgesprächs war es:

- über die Grundlagen der Biofumigation zu informieren

- vorhandenes Wissen/Erfahrungen aufzuzeigen
- Chancen und Grenzen der Biofumigation darzustellen
- Anwendungen für die Praxis zu diskutieren
- Forschungsbedarf zu formulieren und
- den Erfahrungsaustausch zwischen Praktikern, Wissenschaftlern und Beratern zu fördern.

An dem Fachgespräch nahmen 86 Teilnehmer aus Praxis, Beratung, Industrie und Forschung teil. In vierzehn Beiträgen wurden die Grundlagen der Biofumigation sowie erste Praxiserfahrungen aus Deutschland, Niederlande, Schweiz und Dänemark vorgestellt. In der abschließenden Diskussion wurden insbesondere Wirkungsweise, Einsatzbereiche sowie ökonomische und praxisrelevante Aspekte der Biofumigation erörtert.

Die Kurzfassungen der insgesamt 10 Vorträge und 4 Poster schließen sich im Folgenden an.

Literatur

- Angus J., Gardner P., Kirkegaard J., Desmarchelier J. (1994). Biofumigation: isothiocyanates release from *Brassica* roots inhibit growth of take-all fungus. *Plant and Soil* 162: 107-112.
- Brown P.D., Morra M.J. (1997). Control of soilborne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advances in Agronomy* 61: 167-231.
- Cohen M., Mazzola M. (2006). Resident bacteria, nitric oxide emission and particle size modulate the effect of *Brassica napus* seed meal on disease incited by *Rhizoctonia solani* and *pythium* spp. *Plant and Soil* 286: 75-86.
- Davis R.M., Subbarao K.V, Raid R.N., Kurtz E.A. (1997). Compendium of lettuce diseases. APS Press: 15-16.
- Dawson G.W., Doughty K.J., Hick A.J., Pickett J.A., Pye B.J., Smart L.E., Wadhams L.J. (1993). Chemical precursors for studying the effects of glucosinolate catabolites on diseases and pests of oilseed rape (*Brassica napus*) or related plants. *Pesticide Science* 39: 271-278.
- Galletti S., Burzi P.L., Sala E., Marinello S., Cerato C. (2006). Combining Brassicaceae green manure with *Trichoderma* seed treatment against damping-off in sugarbeet. *IOBC/wprs Bulletin* 29: 71-75.
- Harding R.B., Wicks, T.J. (2007). *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus* spp: populations in potato soils and plants in Australia. *Australasian Plant Pathology* 36: 62-67.
- Hobson G. (2002). Potato grower's positive experiences with biofumigation green manures. *Horticulture Biofumigation Update* 16: 1.
- Kiewnick S., Jacobsen B.J., Braun-Kiewnick A., Eckhoff J.L.A., Bergmann J.W. (2001). Integrated

- control of *Rhizoctonia* crown and root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria. *Plant Disease* 85: 718-722.
- Kirkegaard J.A., Gardner P.A., Desmarchelier J.M., Angus J.F. (1993). Biofumigation – using *Brassica* species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. In: N. Wratten, R.J. Mailer (Hrsg.) Proceedings 9th Australian Research Assembly on Brassicas. Agricultural Research Institute, Wagga Wagga, S. 77-82.
- Kirkegaard J.A., Matthiesen J.N. (2004). Developing and refining the biofumigation concept. *Agroindustria* 3: 233-239.
- Kofoet A., Fricke A., Heine H., Hommes M., Richter E., Ulbrich A., Weier U. (2001). Kopfsalatsorten und ihre Anfälligkeit gegenüber bodenbürtigen Pathogenen. *Gemüse* 37: 10-13.
- Laun N. (2002). Zur Wirkung von FZB 24 WG gegen *Rhizoctonia* an Salat. *Gemüse* 38: 14-15.
- Lazzeri L., Manici L. M. (2000). The glucosinolate-myrosinase system: A natural and practical tool for biofumigation. In: Proc. IS Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Desinfestation. Eds. M. L. Gullino, J. Karan, A. Matta. *Acta Horticulturae* 532: 89-95.
- Lazzeri L., Leoni O., Bernardi R., Malaguti L., Cinti S. (2004). Plants, techniques and products for optimising biofumigation in the full field. *Agroindustria* 3: 81-287.
- Lopez-Martinez N., Castillo S., Aguirre I., Gonzales-Zamora J.E., Avilla C., Lopez-Medina J. (2006). Effect of biofumigation on typical weeds of strawberry fields. *Acta Horticulturae* 708: 193-196.
- Lopez-Perez J.A., Roubtsova T., Ploeg A. (2005). Effect of three plant residues and chicken manure used as biofumigants at three temperatures on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato in greenhouse experiments. *Journal of Nematology* 37: 489-494.
- Manici L.M., Lazzeri L., Palmieri S. (1997). *In vitro* antifungal activity of glucosinolates and their enzyme derived products towards plant pathogenic fungi. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 45: 2768-2773.
- Manici L.M., Lazzeri L., Baruzzi G., Leoni O., Galletti S., Palmieri S. (2000). Suppressive activity of some glucosinolate enzyme degradation products on *Pythium irregulare* and *Rhizoctonia solani* in sterile soil. *Pest Management Science* 56: 921-926.
- Matthiessen J.N., Kirkegaard J.A. (2006). Biofumigation and enhanced biodegradation: Opportunity and challenge in soilborne pest and disease control. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 235-265.
- McGuire A. (2001). US grower's successful use of mustard green manure in a two-year potato rotation. *Horticulture Biofumigation Update* 13: 2.
- Muehlchen A.M., Rand R.E., Parke J.L. (1990). Evaluation of crucifer green manures for controlling *Aphanomyces* root rot of peas. *Plant Disease* 74: 651-654.
- Potter M., Davies R., Rathjen A.J. (1998). Suppressive impact of glucosinolates in *Brassica* vegetative tissues on root lesion Nematode *Pratylenchus neglectus*. *Journal of Chemical Ecology* 24: 67-

80.

- Riga E., Mojtahedi H., Ingham R.E., McGuire A.M (2003). Green manure amendments and management to root knot nematodes on potato in the Pacific Northwest of USA. *Nematology Monographs and Perspectives* 2: 151-158.
- Sanchi S., Odorizzi S., Lazzeri L., Marciano P. (2005). Effect of *Brassica carinata* seed meal treatment on the *Trichoderma harzianum* T39-Sclerotinia species interaction. *Acta Horticulturae* 698: 287-292.
- Sarwar M., Kirkegaard J.A., Wong P.T.W., Desmarchelier J.M. (1998). Biofumigation potential of brassicas: III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. *Plant and Soil* 201: 103-112.
- Smith B. (2001). A complex mode of action for biofumigation? *Horticulture Biofumigation Update* 13: 1.
- Smolinska U., Morra M.J., Knudsen G.R., James R.L. (2003). Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*. *Plant Disease* 87: 407-412.
- Stevens Johnk, J., Jones R.K., Shew H.D., Carling D.E. (1993). Characterization of populations of *Rhizoctonia solani* AG-3 from potato and tobacco. *Phytopathology* 83: 854-858.
- Stirling G.R., Stirling A.M. (2003). The potential of *Brassica* green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43: 623-630.
- Subbaroa K.V., Hubbard J.C. (1996). Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and on wilt in cauliflower. *Phytopathology* 86: 1303-1310.
- Walker J.C., Morell S., Foster H. (1937). Toxicity of mustard oils and related sulphur compounds to certain fungi. *American Journal of Botany* 24: 536-541.
- Wolf P.F.J., Verreet J.A. (1999). Untersuchungen zur Epidemiologie und Schadrelevanz der *Rhizoctonia*-Rübenfäule (*Rhizoctonia solani* Kühn). *Gesunde Pflanzen* 51: 133-140.