

## **Untersuchung möglicher Faktoren von nesterweise auftretenden Wuchsdepressionen bei Getreide auf Ökobetrieben mit leichten Böden**

### **Investigation of potential factors of spotwise appearing cereal growth depressions on organic farms with light soils**

H. Schmidt<sup>1</sup> und J. Hallmann<sup>2</sup>

**Keywords:** crop farming, plant nutrition, plant protection, nematodes

**Schlagwörter:** Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Pflanzenschutz, Nematoden

#### **Abstract:**

*Evaluating the problem of spotwise appearing cereal growth depressions 23 fields of 10 organic managed farms were investigated. Potential causes were soil nutrients and other chemical and physical soil properties as well as high abundance of the plant parasitic nematodes *Heterodera avenae* and *Pratylenchus*-, *Tylenchorhynchus* and *Trichodorus* species. In two on-farm field experiments different catch crops and a black fallow treatment caused a decrease of *Pratylenchus* and *Tylenchorhynchus* species. However, the yields of the following spring wheat were low, possibly due to *H. avenae* infestation. Fertilization with compost and potassium had no effect but the *H. avenae* resistant variety *Isotta* produced much higher yields. The conclusion drawn was that farmers with spotwise appearing growth depressions should watch them closely for nematode infestation to take regulation measures as early as possible.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Im Rahmen des Projekts „Untersuchung ackerbaulicher Probleme langjährig ökologisch wirtschaftender Betriebe“ (gefördert durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau) wird unter anderem die Problematik nesterweise auftretender, starker Wuchsdepressionen bei ökologisch angebautem Getreide untersucht. Ausgehend von der Untersuchung zweier Betriebe mit aktuellen Problemen wurden weitere Betriebe mit ähnlichen Symptomen und Standortbedingungen in die Problemanalyse einbezogen. Auf den ausgewählten Betrieben sollten die Wuchsdepressionen mehrjährig aufgetreten sein und keine offensichtlichen Ursachen (z.B. starke Bodenunterschiede oder Managementfehler) dafür verantwortlich gemacht werden können. Die Ziele der Untersuchung sind (i) Identifizierung der für die Wuchsdepressionen verantwortlichen Faktoren, (ii) Erarbeitung von möglichen Problemlösungsstrategien. Im Folgenden werden Ergebnisse von Teilbereichen der Untersuchung vorgestellt und interpretiert.

#### **Methoden:**

In den Jahren 2004 bis 2006 wurden auf zehn Ökobetrieben insgesamt 23 Schläge untersucht (Tab. 1). Im Frühjahr wurden je Schlag an mindestens zwei Messpunkten Boden- (ca 30 Einstiche, 25 cm tief), und z.T. auch Wurzelproben (ca. 20-30 Pflanzen) der Kulturpflanzen, entnommen. Die Messpunkte lagen jeweils in geschädigten und in möglichst ungeschädigten Bereichen des Schlages. Es wurden (i) die Spross- und Wurzelsymptome visuell bonitiert, (ii) die Bodenproben auf Makro- und Mikronährstoffe sowie die Bodenart analysiert und (iii) die Boden- und Wurzelproben auf pflanzenparasitäre Nematoden untersucht (Tab. 1).

---

<sup>1</sup>Stiftung Ökologie und Landbau, Modellprojekt Öko-Ackerbau, Himmelsburger Str. 95, 53474 Ahrweiler, Deutschland, [schmidt@soel.de](mailto:schmidt@soel.de)

<sup>2</sup>Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Topphaideweg 88, 48161 Münster, Deutschland, [j.hallmann@bba.de](mailto:j.hallmann@bba.de)

Tab. 1: Angaben zu den untersuchten Betriebe und ermittelte Parameter.

<b>Betriebe / Schläge</b>	
<b>Bundesland</b>	7 x Niedersachsen; 3 x Schleswig-Holstein
<b>GV/ha</b>	4 x 0 GV/ha; 6 x 0,1-0,5 GV/ha
<b>Getreideanteil</b>	5 x 50-60%; 5 x 65-90% (z.T. mit weitem Reihenabstand in Gemengen)
<b>Bodenart / Schlag</b>	35% schwach lehmiger Sand (schw. IS); 27% humos schw. IS; 23% stark IS; 12% humos stark IS; 4% humoser L
<b>Parameter (in Klammern: Methode)</b>	
<b>Boden 0-25 cm</b>	Corg, Nt, pH, P, K, Mg, B, Bodenart (LUFA-Methodik); Cu, Mn, Zn (CAT) pflanzenparasitäre Nematoden (Extraktion nach HOOPER et al. 2005; Bestimmung der Abundanz einzelner Gattungen mit dem Stereomikroskop)
<b>Boden 0-90 cm</b>	Wasser: H <sub>2</sub> O & Nitrat- & Ammonium-N: N <sub>min</sub> (LUFA-Methodik)
<b>Betrieb</b>	Fruchtfolge, Beobachtungen (Befragung der Betriebsleiter)

Parallel zu den Betriebserhebungen wurde auf nebeneinander liegenden Arealen eines Schlages mit besonders starken und großflächigen Schäden 2004 (04/05) und 2005 (05/06) zweijährige Feldversuche angelegt (Tab. 2). Im Versuch 04/05 sollte der Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf den Nematodenbesatz und den folgenden Sommerweizen getestet werden. In 05/06 wurden zusätzlich Varianten unterschiedlicher Düngung untersucht und eine *Heterodera avena*-resistente Sommergerste als weitere Nachfrucht einbezogen. Bodenuntersuchungen erfolgten vor Versuchsbeginn und im Frühjahr vor der Getreidesaat. Zusätzlich zu den in der Betriebserhebung untersuchten Parametern wurden N<sub>min</sub> (0-90 cm) im Herbst und Frühjahr, die Zwischenfruchtsprossmasse, auftretende Krankheiten (Bonitur), der Unkrautdruck (Bonitur) und der Getreideertrag erfasst.

Tab. 2: Angaben zu den Feldversuchen 2004/2005 (04/05) und 2005/2006 (05/06).

	<b>04/05</b>	<b>05/06</b>
<b>Varianten</b> (ab Getreideernte)	Schwarzbrache (SB), Ackerbohnen/Rübsen (AR), Ölrettich*(ÖR), Sandhafer** (SH), Tagetes (TA)	SB, AR, ÖR, Terra Protect*** (TP), 40 t Grüngutkompost/ha (GK), 50 kg K <sub>2</sub> O/ha als Patentkali (PK)
<b>Früchte im 2. Jahr</b>	Sommerweizen 'Thasos' (SW)	SW & Sommergerste 'Isotta' (SG)
<b>Wiederholungen</b>	SB, AR, ÖR: 3; SH, TA: 2	3
<b>Parzellengröße</b>	160 m <sup>2</sup> , TA 40m <sup>2</sup>	SW: 125 m <sup>2</sup> , SG:62 m <sup>2</sup> , Düngung : 9 m <sup>2</sup>
<b>Design</b>	Blockanlage	geteilte Blockanlage mit Mikroplots

\* Sorte Colonel (nematodenresistent).

\*\* *Avena strigosa*, möglicherweise nematodenresistent (Fa. P. H. Petersen).

\*\*\* Mischung aus *Snapis alba* & *Brassica juncea* zur Biofumigation (Fa. P. H. Petersen), am 09.11. eingearbeitet.

## Ergebnisse und Diskussion:

Aufgrund von Sprosssymptomen, die auf extreme Nährstoffmangelsituationen hinweisen sowie starken Wurzelschädigungen und ersten Hinweisen auf Nematodenbefall zu Beginn des Projekts, lag der Schwerpunkt der Untersuchung im Bereich Bodennährstoffe und pflanzenparasitäre Nematoden. Die Ergebnisse der Betriebsevaluation weisen darauf hin, dass die Ursachen der Wuchsdepressionen sehr schlagspezifisch sind (Tab. 2 & 3). Oft unterscheiden sich der geschädigte und der ungeschädigte Bereich eines Schlages sowohl in den Nährstoffgehalten als auch in Auftreten und Abundanz einzelner Nematodenarten. Bei der Beurteilung der Nematodenergebnisse muss beachtet werden, dass auf bewachsenen Böden freilebende Nematoden kurzfristig zwischen Wurzel und Boden wechseln sowie von stark geschädigten zu gesünderen Pflanzen wandern können. Auch bei einer Schädigung durch solche Nematoden ist somit nicht in jedem Fall ein Zusammenhang zwischen Ausmaß der Schädigung und Nematodenabundanz zu erkennen. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge wurde bei der Auswertung der Daten eine schlagspezifische Herange-

hensweise unter Berücksichtigung der Schlaghistorie und der Betriebsleitererfahrung gewählt.

Tab. 3: Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen bei der Betriebserhebung (SA: Standardabweichung) und Anzahl der untersuchten Schläge mit deutlichen Unterschieden zwischen den Punkten im geschädigten und ungeschädigten Bereich (A≠B).

Parameter	Ø	Min	Max	SA	A≠B	Parameter	Ø	Min	Max	SA	A≠B
pH	5,9	5,0	7,2	0,5	6	B [mg/kg]	0,50	0,23	0,90	0,20	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	16	3	123	22	7	Mn [mg/kg]	36	2	195	38	10
K <sub>2</sub> O*	9	2	45	6	8	Zn [mg/kg]	3,9	0,7	28,0	5,0	2
Mg*	6	1	20	5	2	Cu [mg/kg]	2,4	0,4	8,7	1,7	3
Corg [%]	1,44	0,72	2,38	0,38	5	C/N	12,4	9,3	18,6	2,3	3
Nt [%]	0,12	0,07	0,20	0,03	3						

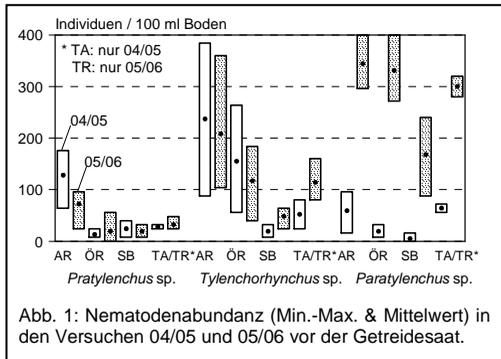
\*[mg/100g].

Die Wuchsdepressionen der untersuchten Schläge können grob in Gruppen potentieller Schadensursachen aufgeteilt werden: (1) Bodennährstoffe, auch als Indikator für bodenphysikalische Eigenschaften (z.B. lang zurück liegende Mietenplätze), z.T. verbunden mit erhöhten Gehalten an *Pratylenchus* spp.; (2) *Heterodera avenae*, meist auf Flächen mit hohem Sommergetreideanteil in der Fruchtfolge, z.T. verbunden mit erhöhter Abundanz von *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus* spp.; (3) *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus* spp. oft in Kombination mit niedrigen Gehalten einzelner Bodennährstoffe; (4) in wenigen Fällen *Trichodorus*- spp.. Eine eindeutige Identifizierung und Gewichtung der Faktoren in jedem Einzelfall war im Rahmen der Betriebserhebung nicht möglich, Nährstoffmangel als Hauptfaktor konnte jedoch in den meisten Fällen aufgrund der Bodenuntersuchungen ausgeschlossen werden.

Tab. 4: Ergebnisse der Nematodenuntersuchungen bei der Betriebserhebung (SA: Standardabweichung) und Anzahl der Schläge bei denen die Probe (Boden oder Wurzel) aus dem geschädigten Bereich deutlich höhere Gehalte aufwies als die aus dem ungeschädigten Bereich (A>B).

Nematoden	in 100 ml Boden			in 10 g Wurzeln			Untergrenze		Schläge	
	Ø	Max	SA	Ø	Max	SA	Bod.	Wurz.	hoch	A>B
<i>Heterodera avenae</i>	274	7280	1077	8	165	31	100	100	9	6
<i>Pratylenchus</i> spp.	73	435	99	1301	11729	2316	100	100	19	11
<i>Trichodorus</i> spp.	23	280	50	-	-	-	50	-	6	3
<i>Meloidogyne</i> spp.	65	544	130	77	978	216	100	100	6	5
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	129	412	104	31	116	34	100	100	16	7
<i>Paratylenchus</i> sp.	22	270	48	-	-	-	200	-	1	1

Die Flächen der Feldversuche 04/05 und 05/06 wiesen vor Versuchsbeginn eine relativ hohe Abundanz freilebender Nematoden auf (Ergebnisse nicht dargestellt). Die hohen *H. avenae*-Werte (Ø 334 bzw. 1202 Eier & Larven /100 ml Boden) wurden erst nach Beginn des Versuchs 04/05 festgestellt. In beiden Versuchen wurden nach den Varianten Schwarzbrache (SB), Ölrettich (ÖR) und Tagetes (TA, nur 04/05 getestet) die niedrigsten Gehalte an *Pratylenchus* spp. gemessen (Abb. 1) und somit die Ergebnisse von HESSELBARTH (2006) bestätigt. *Tylenchorhynchus* spp. wiesen die niedrigsten Werte nach SB und nach TA (04/05) auf. Die Abundanzen der *Paratylenchus* spp. waren 04/05 sehr gering und 05/06 auf einem hohen Niveau, in beiden Jahren lagen die niedrigsten Werte in SB. *H. avenae* zeigte keine eindeutige Reaktion auf die einzelnen Varianten. Aufgrund der hohen Streuung konnten die Effekte auf Nematoden nur in Einzelfällen statistisch abgesichert werden (z.B. *Pratylenchus* sp. ÖR/AR). Schwarzbrache war zwar am erfolgreichsten in der gattungsübergreifenden Reduzierung von Nematoden, verursachte aber im Vergleich zu den Zwischenfrüchten hohe N-Verluste durch Nitratverlagerung (Ergebnisse nicht dargestellt).



Trotz der erfolgreichen Reduzierung einzelner Nematodengattungen lagen die Sommerweizenenerträge in beiden Versuchen in allen Varianten auf einem niedrigen Niveau ( $\bar{\varnothing}$  04/05: 14 dt/ha, 05/06: 18 dt/ha). In beiden Versuchen zeigt die multiple lineare Regression, dass die *H. avenae*-Abundanz, die  $N_{\min}$ -Mengen im Frühjahr und z.T. die Kaliumversorgung wesentlichen Einfluss auf die Ertragsbildung hatten. Die

Düngung mit Grüngutkompost und Patentkali in 05/06 hatte jedoch keine Effekte auf die Getreideerträge. Der *H. avenae*-Einfluss hingegen wurde 05/06 durch die relativ hohen Erträge (35 dt/ha) der resistenten Sommergerstensorte 'Isotta' bestätigt. Der hohe Besatz mit *H. avenae* und evtl. auch mit freilebenden Nematoden ist in diesem Fall wahrscheinlich auf das Anbausystem – 90% Getreide (25-50 cm Reihenabstand) mit Untersaaten – zurückzuführen. Da auf dem Betrieb auch Nichtwirtspflanzen von *H. avenae* (z.B. Ackerbohnen) oft geschädigt werden, sind die Wuchsdepressionen wahrscheinlich auf mehrere Faktoren zurück zu führen (z.B. verschiedene Nematodenarten, Nährstoffversorgung, noch ungeklärte Ursachen).

### Schlussfolgerungen:

Die bisher durchgeführte Auswertung der Untersuchungsergebnisse lässt folgende Schlussfolgerungen zu: (1) Die Ursachen nesterweise auftretender Wuchsdepressionen sind oft schlagspezifische Kombinationen verschiedener Faktoren. (2) In getreidereichen Fruchtfolgen (v.a. mit Sommergetreide) können auch im Ökolandbau Getreidezystennematoden (*H. avenae*) hohe Abundanzen erreichen und damit deutliche Schädigungen hervorrufen. Geeignete Gegenmaßnahmen sind z.B. die Reduzierung des Getreideanteils und der Anbau resistenter Sorten. (3) Die Ergebnisse zeigen, dass auch im ökologischen Ackerbau freilebende, pflanzen-parasitäre Nematoden zu Schädigungen führen oder beitragen können, meist in Verbindung mit brachearmen Fruchtfolgen und niedrigen Bodennährstoffgehalten. Je nach Nematodenart können einzelne Managementmaßnahmen (z.B. Schwarzbrachephasen, bestimmte Zwischenfrüchte) regulierend wirken. (4) Betriebe mit mehrjährig auftretenden, nesterweisen Wuchsdepressionen sollten gegebenenfalls den Besatz mit pflanzenparasitären Nematoden prüfen, um frühzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

### Danksagung:

Wir danken der Firma P.H. Petersen, Grundhof, für die Überlassung von Saatgut.

### Literatur:

Hooper D. J., Hallmann J. und Subbotin S. A. (2005): Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. In: Luc M., Sikora R. A. und Bridge J. (Hrsg.): Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International, Wallingford, S. 53-86.

Hesselbarth C. (2006): Freilebende Wurzelnematoden – Probleme in engen Getreide-Raps-Dauergrün-Fruchtfolgen in Schleswig-Holstein. GetreideMagazin(11):118-123.