

Sachkundefortbildung im Pflanzenschutz

Schwerpunkt: Applikationstechnik

1. September 2022

Ellerhoop und Klein Nordende

11:30 – 12:00 Uhr

Optimale Applikationstechnik beim Nematodeneinsatz

Prof. Ralf-Udo Ehlers, e-nema GmbH

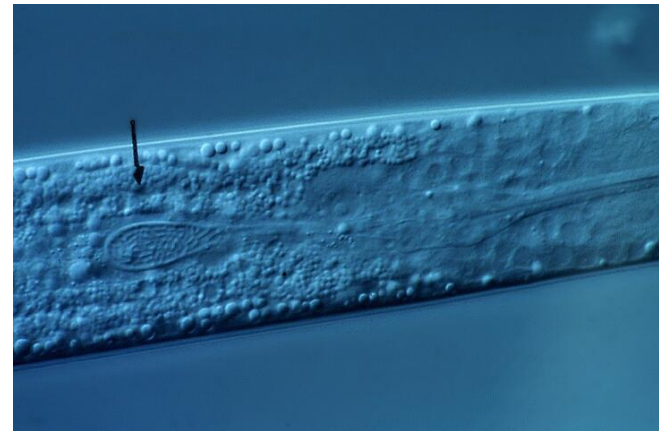
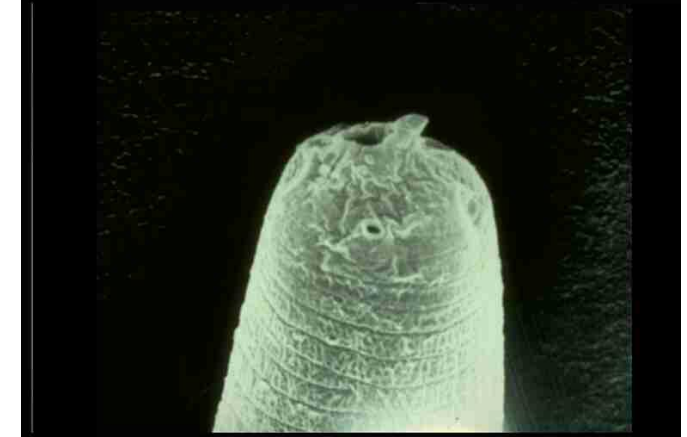


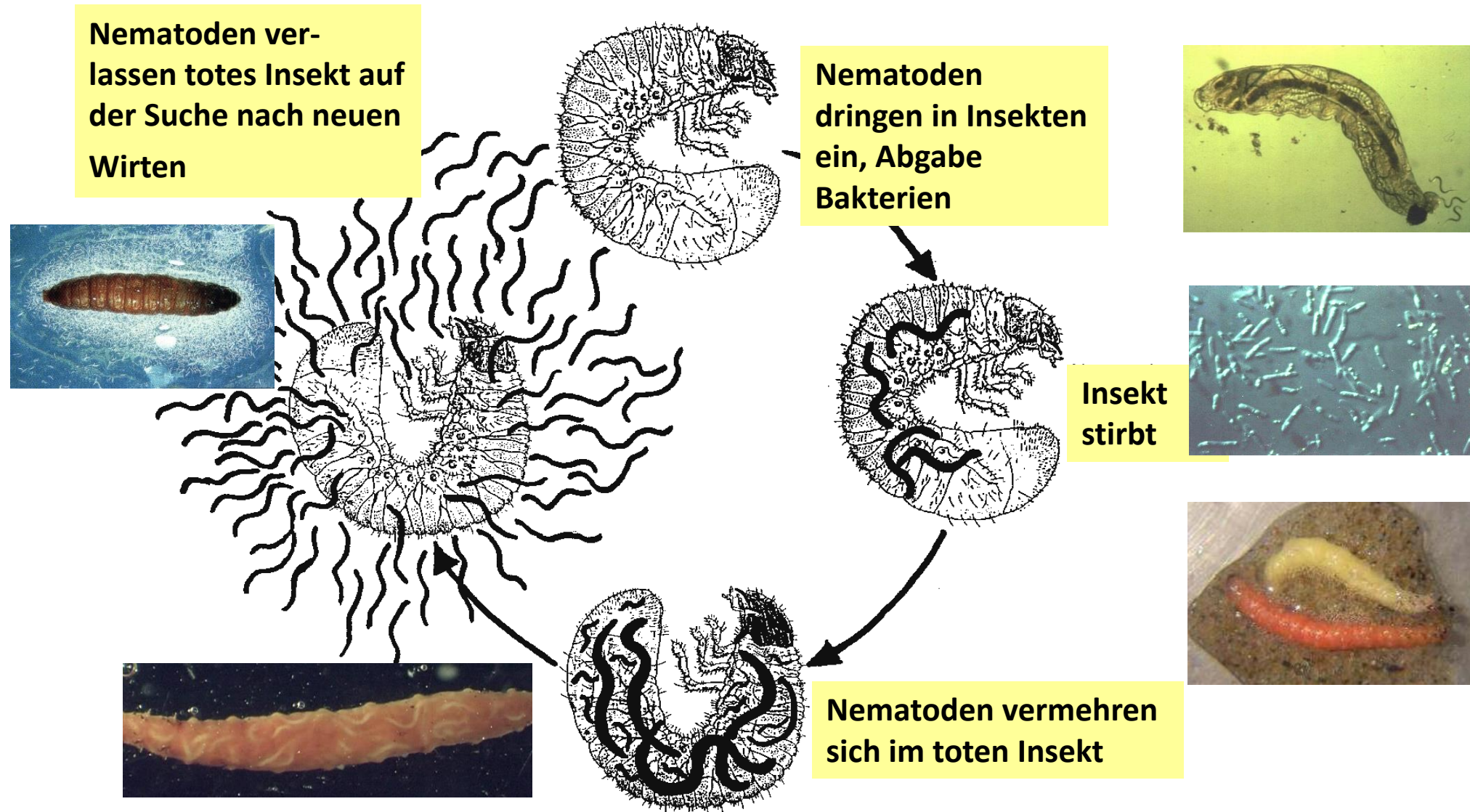
Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Nematodenprodukte enthalten Dauerlarven

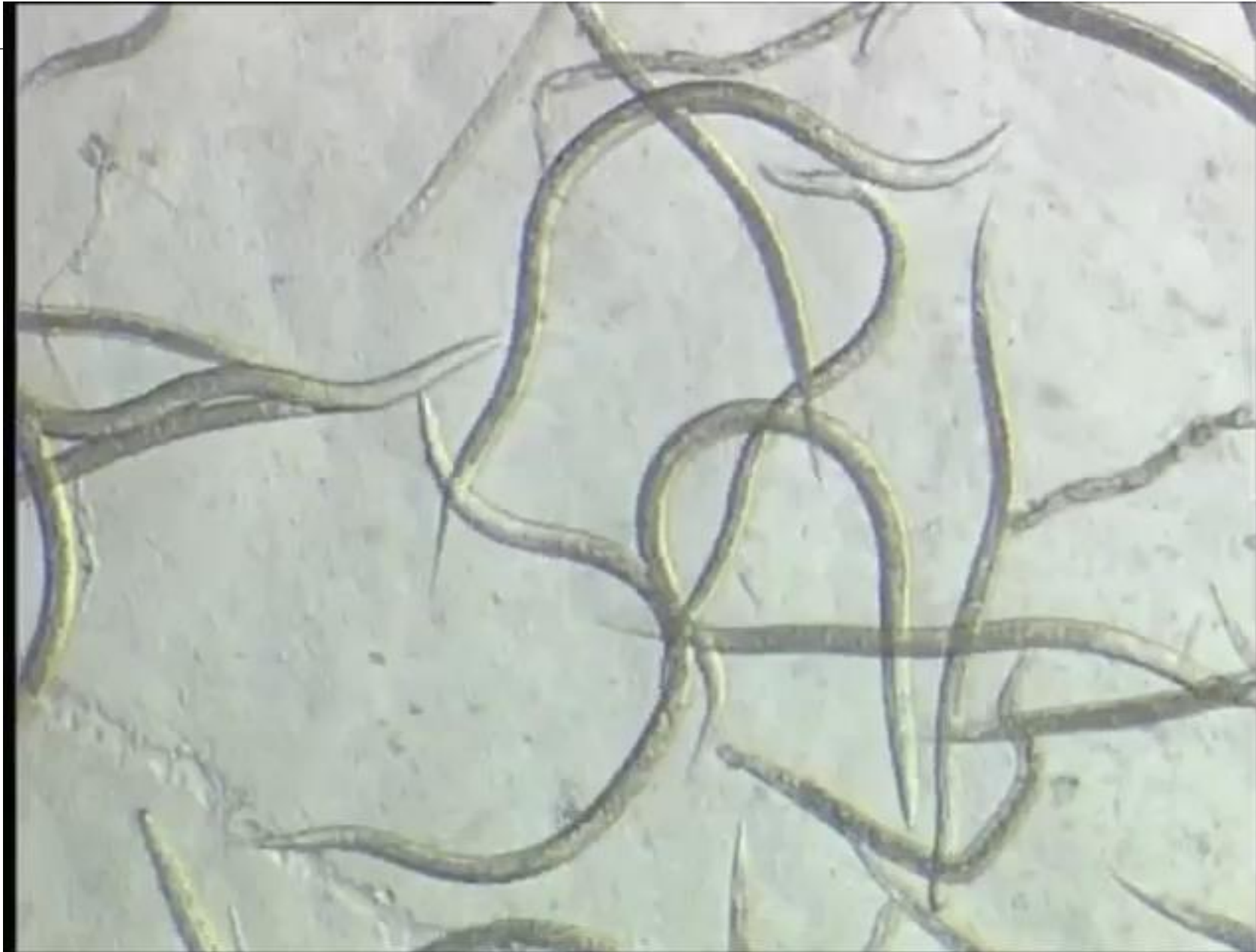


- 0.5 - 0.9 mm Länge
- Freilebend im Boden
- Vermehrung nur im Insekt
- Symbiotische Bakterien im Darm
- Keine Gefahr für Mensch, Tier, Pflanze
- Einsatz im Pflanzenschutz gegen Rüsslerlarven, Engerlinge, Raupen, Mückenlarven, etc.





Film

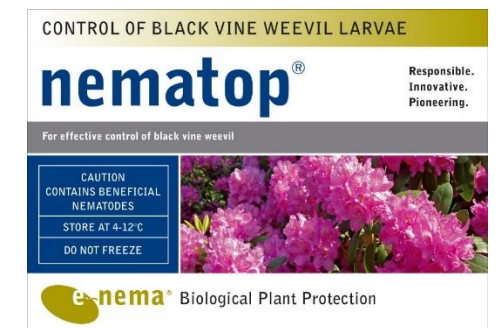


1. Immer daran denken: Nematoden sind Lebewesen

Immer für ausreichende Belüftung sorgen

Ab einem Sauerstoffgehalt unter 0,5% wird es kritisch

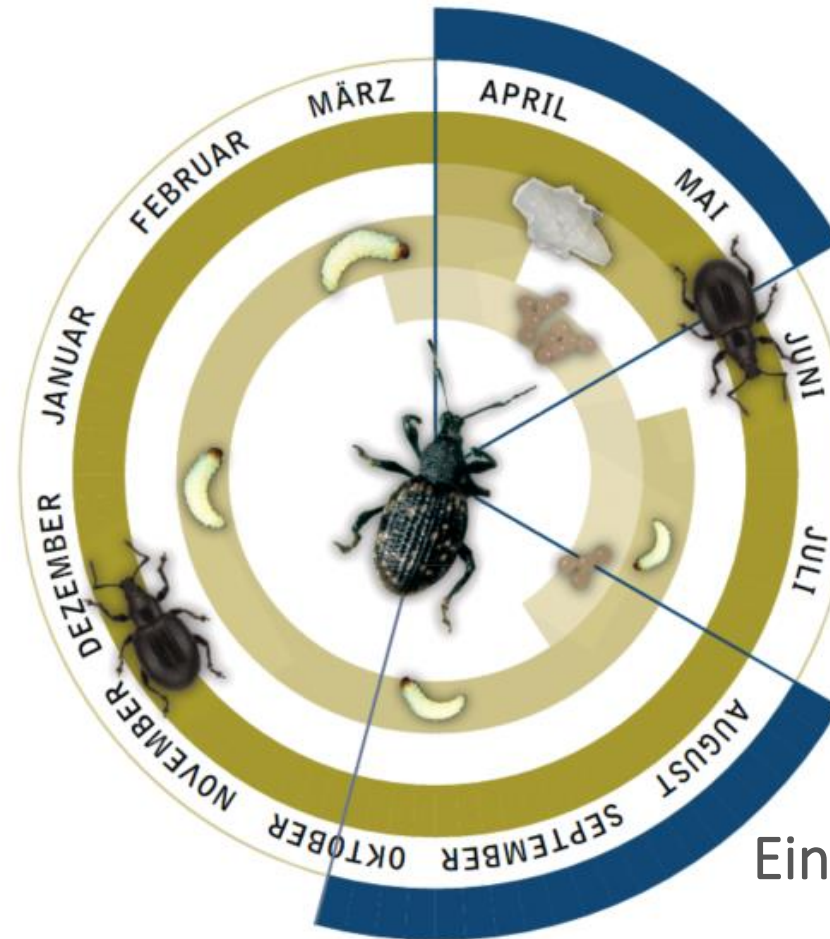
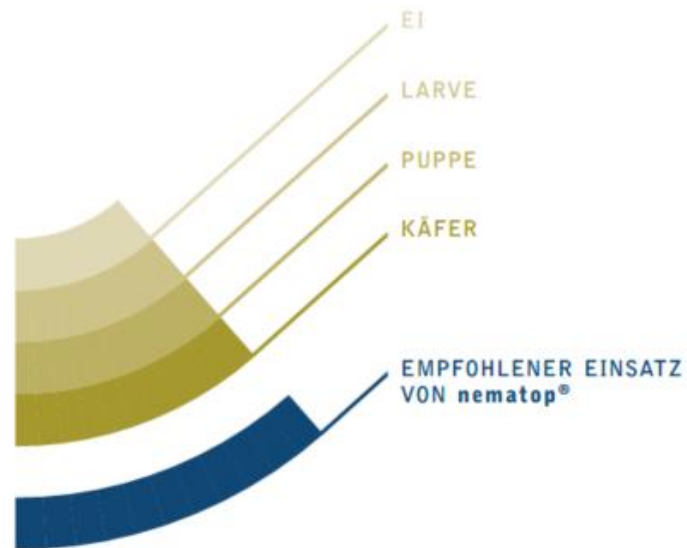
Heterorhabditis bacteriophora gegen Larven von Rüsselkäfern



2. Schädling bestimmen, über Biologie informieren



Einsatz gegen überwinternde Larven,
Puppen und junge Käfer



Einsatz ab L2 gegen neue Generation

<https://www.e-nema.de/service/videos/einsatz-von-nematoden/>

2. Schädling bestimmen, über Biologie informieren

Heterorhabditis downesi - nemamax®



- ✓ Nemamax besser wirksam gegen andere *Otiorhynchus*-Arten (z.B. *O. armadillo*, *O. crataegi*, *O. salicicola*, *O. ovatus*)
- ✓ Aktiv ab 8°C - 10°C Bodentemperatur



3. Über Potential und Grenzen des Nützlings informieren



*Heterorhabditis
bacteriophora* (nematop)
gegen Larven



Steinernema carpocapsae
(Käferstop) gegen Käfer



O. sulcatus



Dosierung: 500.000/m² oder 10.000/l Substrat

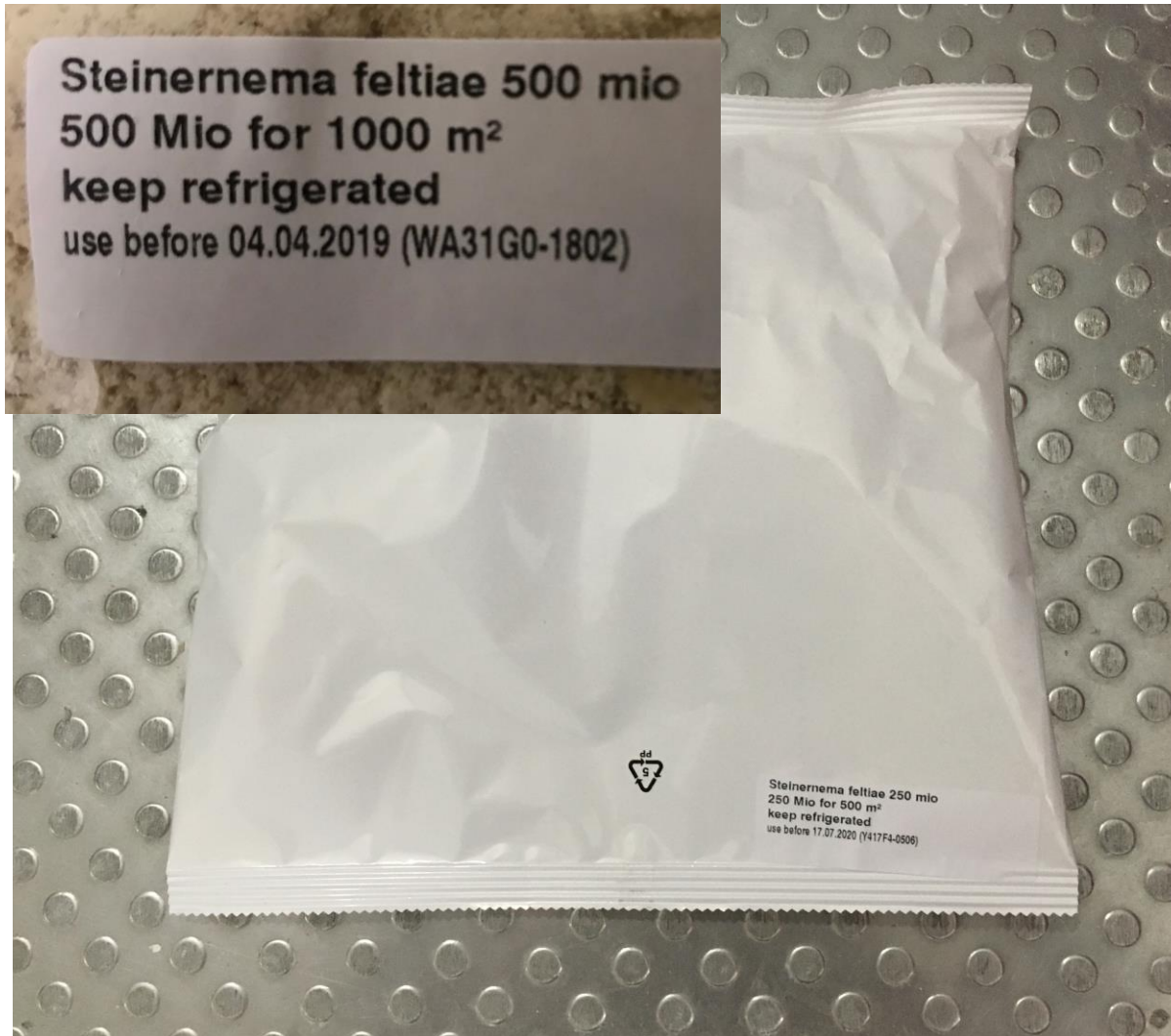
H. bacteriophora: Temperatur > 12°C, *H. downesi* > 8°C, *S. carpocapsae*: > 14°C, für mind. 1 Std.

pH > 4, sonst versagt die Nase (Chemorezeptoren) und sie finden die Insekten nicht

EPN überleben O₂ von 0,5 % (Luft 21%)

Nematoden überleben CO₂ 5-15 % (Luft 0,05%)

4. Nematoden bald nach Lieferung ausbringen



Haltbarkeit max. 6 Wochen

Danach ist die angegebene Menge geringer und die Qualität kann leiden

5. Nematoden richtig lagern

Lagerung nematop® 8°C, max. 3 Packungen übereinander (O₂ Mangel)

Niemals einfrieren

Nie der Sonne aussetzen, nie für länger als 60 min bei > 25°C lagern



6. Wenn Produkt warm geworden, zur Lagerung kühlen



Legen Sie die **einzelnen** Beutel nicht übereinander. Durch Bewegung erzeugte Wärme kann nicht entweichen!

7. Über Kompatibilität mit Pestiziden informieren

<https://www.e-nema.de/service-en/compatibility-of-pesticides/>



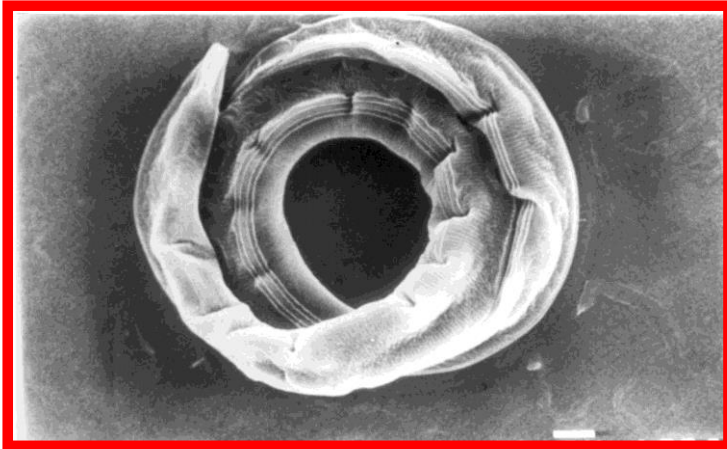
Compatibleness of entomopathogene nematodes with chemicals

legend	0	no effect on nematode survival or infectivity
	1	weak impact on nematode infectivity and survival (25 to 50% death)
	2	moderately toxic (50 to 75% death)
	3	toxic (>75% death of nematodes)
	no entry	no investigations found

Produkt nicht in der Liste? Bitte informieren Sie uns, wir werden es prüfen!

If there is a negative influence of the chemical for the nematodes (number 1 to 3), we recommend to applicate the chemicals 1 week before and/or 2 weeks after the application of the nematodes.

Kategorie	Wirkstoff	Handelsname	Art der Nematoden		
			H. bacteriophora	S. feltiae	S. carpocapsae
Fungizid	Aluminium tris	Aliette 80 WDG	3		3
Fungizid	Azoxystrobin	Abound 22.9%, Heritage 50%		0	
Fungizid	Benomyl	Benlate 76 W	0	0	0
Fungizid	Bitertanol		0	0	0
Fungizid	Bupirimate	Nimrod	0	0	0
Fungizid	Bupirimate		0	0	0
Fungizid	Calcium hypochlorite	Chlorine		3	
Fungizid	Carbendazim	Revistin 50 WP	3	0	3



Nematoden lieben es feucht

Ab einer relativen Feuchte $RLF < 98\%$ stellen sie ihre Aktivität ein

Ab $< 95\%$ beginnen sie zu sterben

Im Boden herrscht bis zum PWP (permanenten Welkepunkt der Pflanze) eine RLF von $>98\%$

**Einmal im Boden, sind sie sicher, solange es der Pflanze gut geht.
Aber wieviel Wasser brauchen wir, um Nematoden im Boden anzusiedeln???**



9. Nematoden sitzen nur in Grobporen

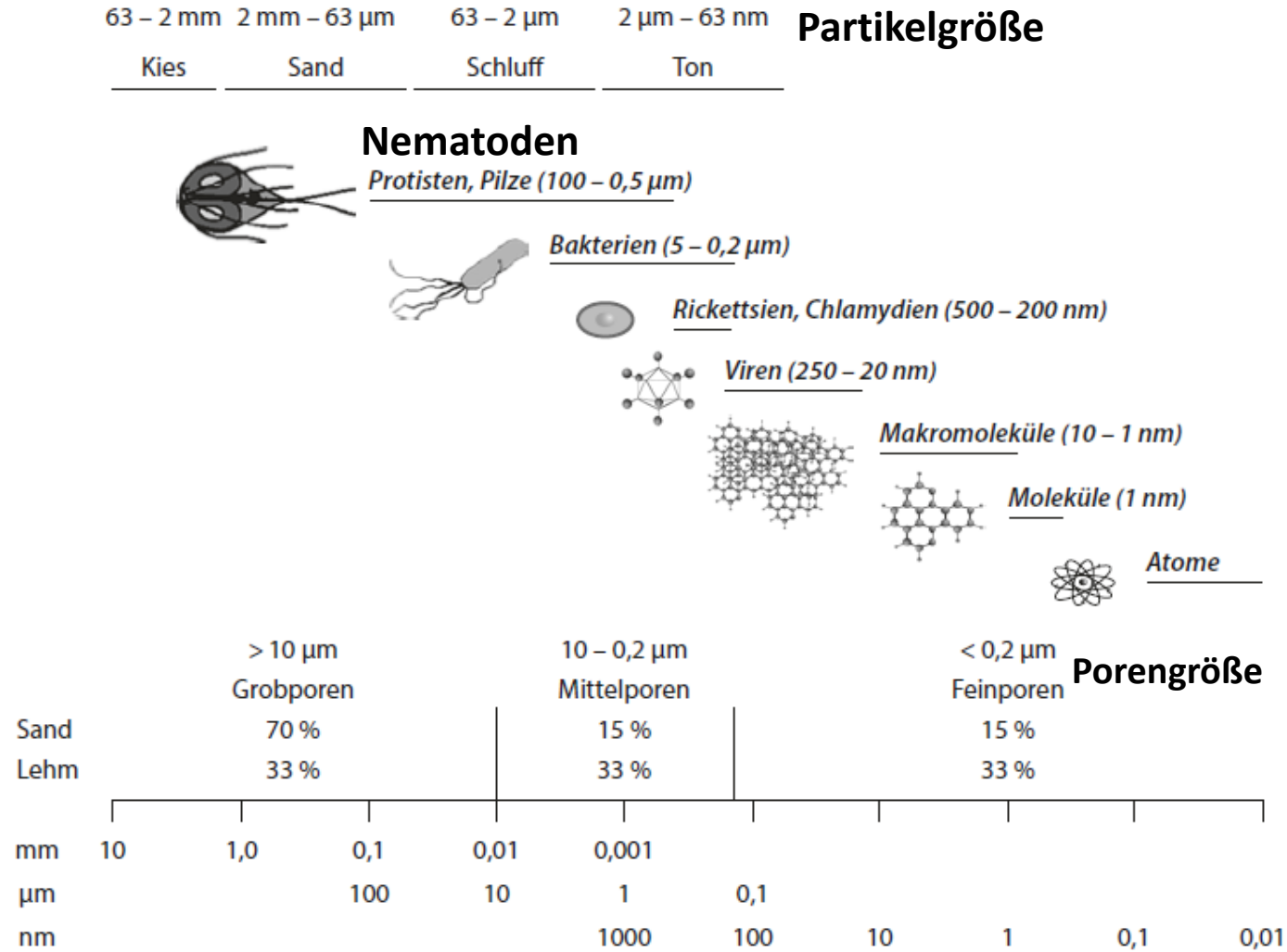
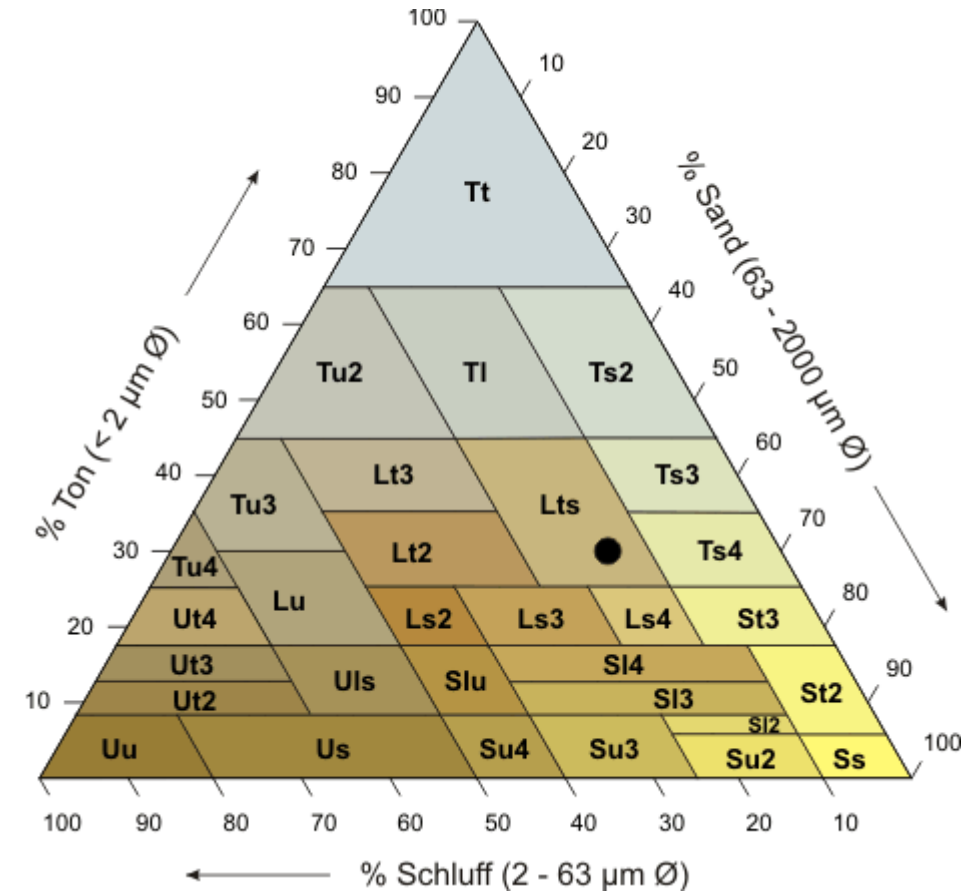


Abb. 4.4 Größenvergleich von Mikroorganismen, Bodenporen und Partikelgrößen. (Nach Maier et al. 2000)



Nematodeart	Durchmesser (µm)
<i>S. carpocapsae</i>	25
<i>S. feltiae</i>	26
<i>S. kraussei</i>	31
<i>H. bacteriophora</i>	23
<i>H. Downsei</i>	39

10. Enge Grobporen röhren, die LK-Sphäre anzusiedeln

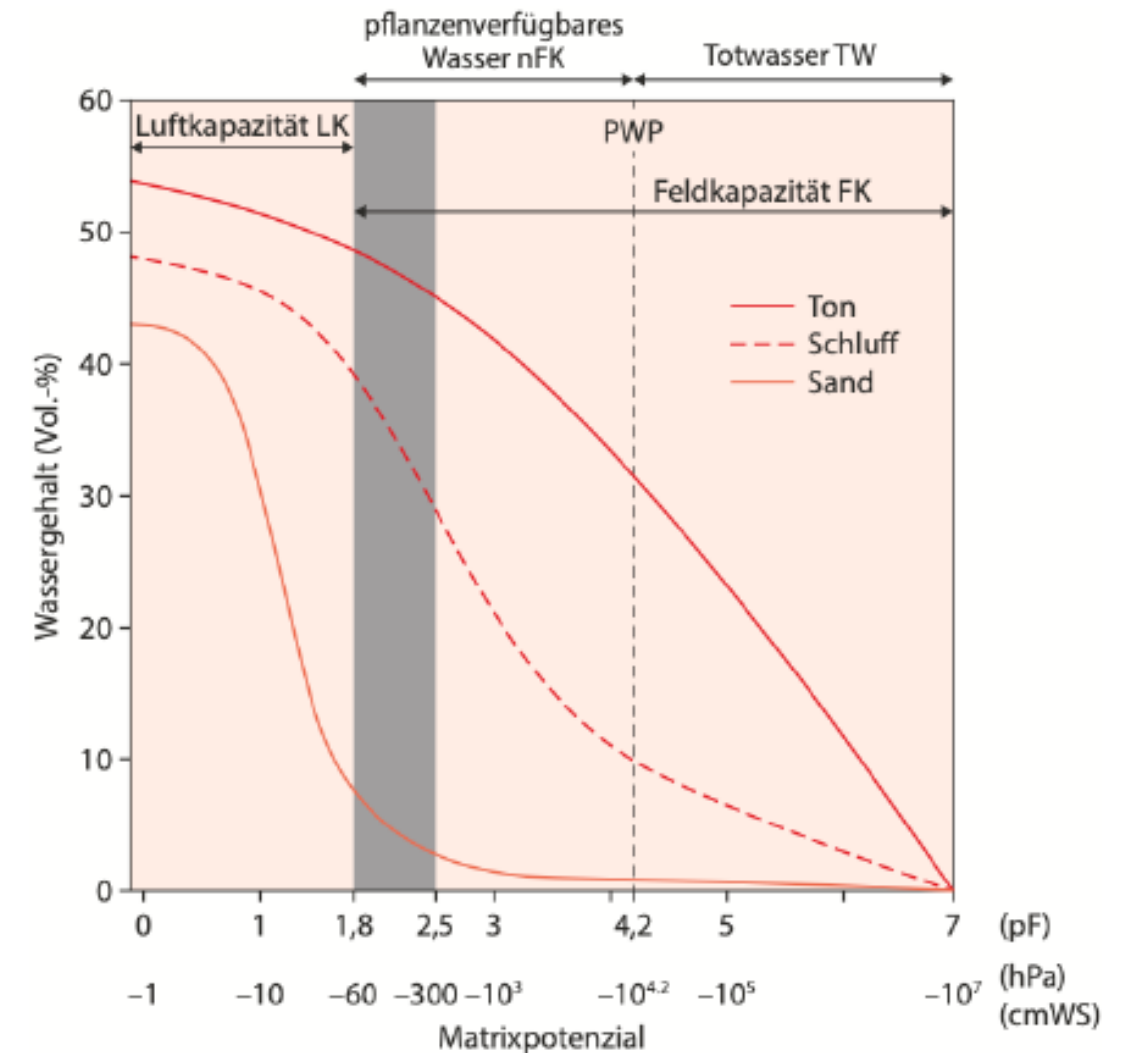
Maße für Dauerlarven: Länge 550-880 μm , Durchmesser 25-39 μm

Tab. 6.3 Einteilung der Porengrößenbereiche nach dem Äquivalentdurchmesser und dem Matrixpotenzial (hPa, pF) als Grenzwert zur Entwässerung zylindrischer Poren

Porengrößenbereiche	Porendurchmesser (μm)	Matrixpotenzial (hPa)	pF
Grobporen			
– weite	>50	>-60	<1,8
– enge	50–10	–60 bis –300	1,8–2,5
Mittelporen	10–0,2	–300 bis –15000	2,5–4,2
Feinporen	<0,2	<–15000	>4,2

Tab. 6.4 Anteil des Porenvolumens und der Porengrößenbereiche am Gesamtvolumen von Mineralböden (C-Gehalt bis 2 %) und organischen Böden

	Porenvolumen (%)	Grobporen (%)	Mittelporen (%)	Feinporen (%)
Sande	46 $\pm$ 10	30 $\pm$ 10	7 $\pm$ 5	5 $\pm$ 3
Schluffe	47 $\pm$ 9	15 $\pm$ 10	15 $\pm$ 7	15 $\pm$ 5
Tone	50 $\pm$ 15	8 $\pm$ 5	10 $\pm$ 5	35 $\pm$ 10
Anmoore	70 $\pm$ 10	5 $\pm$ 3	40 $\pm$ 10	25 $\pm$ 10
Hochmoore	85 $\pm$ 10	25 $\pm$ 10	40 $\pm$ 10	25 $\pm$ 10



11. Grobporen füllen, dann sparsam gießen

Nematoden können nicht schwimmen!

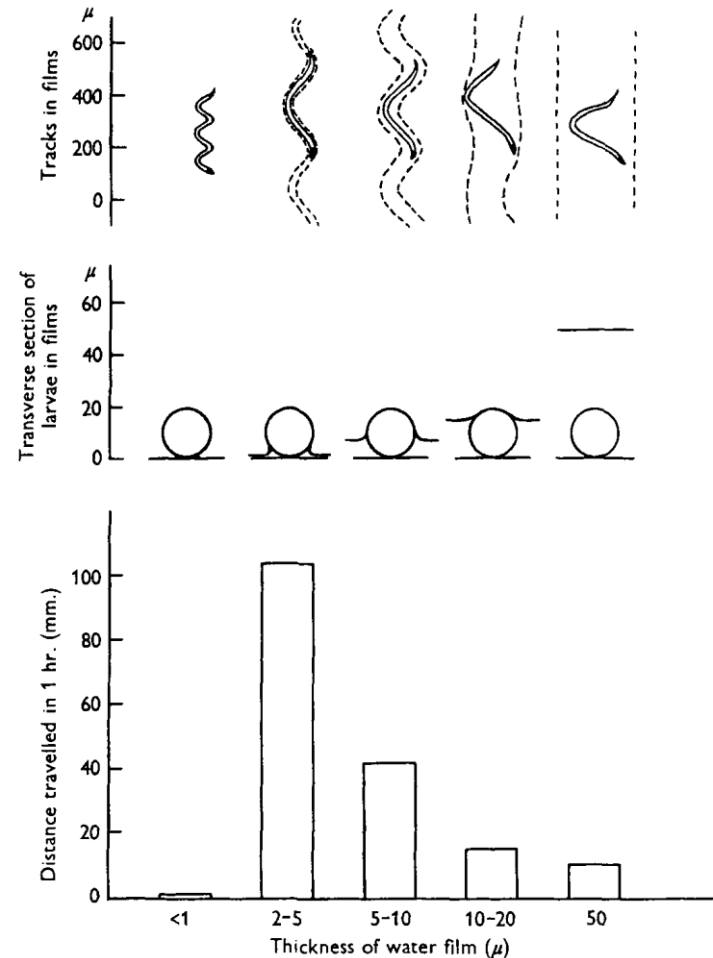


Abb. 16: Zusammenhang zwischen Dicke des Wasserfilms und der Fortbewegung (Geschwindigkeit) und der Amplituden und lateralen Seitwärtsbewegungen bei der Wanderung im Wasserfilm (nach WALLACE, 1958a, S. 83)

Wasser applizieren, dass enge Grobporen gefüllt sind. Wir waschen die Nematoden in den Boden. Liegt bei pF 2,0-2,4

Nicht unter pF 1,8, dann waschen wir Nematoden in den Untergrund (oder aus dem Container)

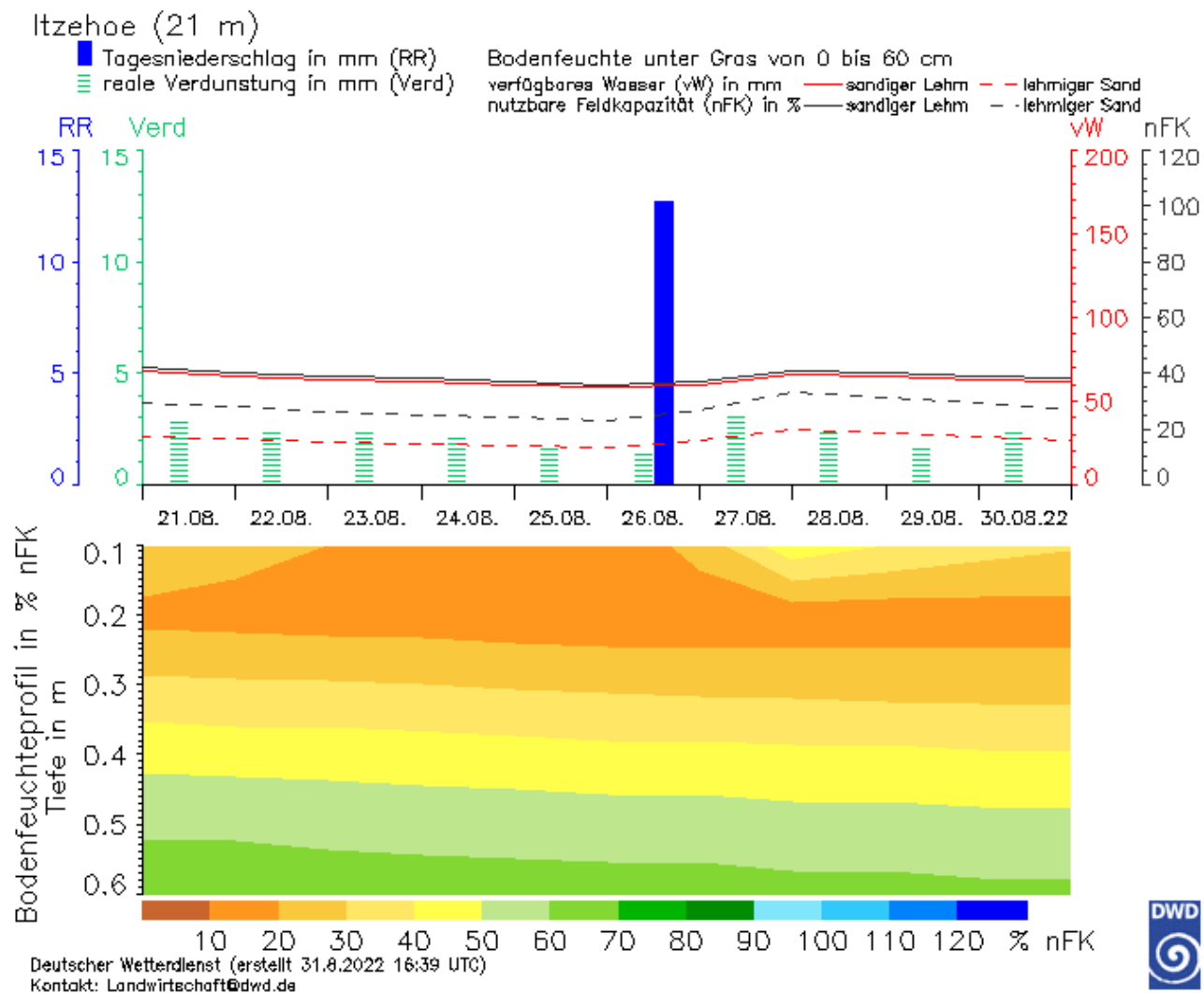
Gefüllte enge Grobporen ist für die Fortbewegung der Nematoden zu viel.

Also in den nächsten Tagen sparsam gießen, damit sie sich optimal fortbewegen können.

Insekten hinterlassen natürlich Poren, die weit über Grobporen hinausgehen.

Diese füllen sich sehr schnell mit Wasser.

www.dwd.de/DE/leistungen/bodenfeuchte/bodenfeuchte.html?nn=510076#buehneTop



Bodenfeuchte unter Gras bei sandigem Lehm in % nFK

Datum	0,1 m Tiefe	0,2 m Tiefe
So 21.08.	29	17
Mo 22.08.	24	16
Di 23.08.	20	15
Mi 24.08.	16	15
Do 25.08.	14	14
Fr 26.08.	12	13
Sa 27.08.	24	13
So 28.08.	47	14
Mo 29.08.	40	14
Di 30.08.	35	15

- Bodenwassergehalt auf 80-90% der nFK anheben
- Bei Tonerde auf 100% nFK bewässern
- Um am Sonntag auf 80% anzuheben, braucht es 33% nFK

- $80 \% nFK = (FK - PWP) \times 0,8 + PWP$
 - FK bei pF 1,8 und PWP bei pF 4,2
 - Bei pF zwischen 1,8-2,5 sind enge Grobporen gefüllt
- Ls3: $80\% nFK = (31-16) \times 0,8 + 16$
 - FK = 31
 - PWP = 16
- $80 \% nFK = 15 \times 0,8 + 16 = 28\%$ Wassergehalt im Boden

Berechnung der Einzelwassergabe	10 cm Bodenschicht auf sandigem Lehm (Ls3)
durchwurzeltes Bodenvolumen	$1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 0,1 \text{ m}^3 = 100 \text{ L/m}^2$
x Wassergehalt bei 80 % nFK	$\times 28 \text{ Vol. \%} = 28 \text{ L/m}^2$
x zu ergänzender Anteil nFK	$\times (33\% \text{ um bis } 80 \% nFK) = 33 \% nFK$
= Einzelgabe	$28 \text{ L/m}^2 \times 33 \% = 9,24 \text{ L/m}^2$ Sind 92.400 ltr./ha oder 9,24 mm Regen

Boden- art	Wassergehalt in Vol. %													
	pF-Stufen (dekadischer Logarithmus der Wasser- bzw. Saugspannung in hPa) GPV *)	0,5	0,8	1,0	1,5	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0	3,5	3,8	4,0	4,2
Ss	38	35	29	26	18	13	10,8	8	6,5	5,7	4,5	3,8	3,5	3
SI2	39	37,5	36,0	34,5	28	23	20	14,5	12,5	11,8	9,8	8,7	8,5	8
SI3	40	38,5	36,5	35	29,5	25,5	21,9	17,0	15	14,2	12,1	11	10,6	10
SI4	41	39,5	38	36,7	31,5	28	26,7	21	19,5	18,3	15,3	14	13,5	13
Slu	42	40,3	38,5	37,5	33,7	30,5	28,5	23,5	20,3	18,8	14,7	13	12,3	12
St2	40	35,6	31,8	28,5	24	21,2	20	16,5	14,8	13,8	11	9,9	9	8
St3	42	40,3	38,5	37,5	33,5	29	2	23,7	22	20,9	17,5	16	15	14
Su2	38	35	32	28,7	24	21	19	15	12,5	11,3	8,9	7,5	6,8	5
Su3	39	36	34	32,5	28,7	26	24	19	16,3	15	11,5	9,7	8,1	7
Su4	40	37,5	35,5	34	30,5	28	26	21	18	16	12	10	8,2	7
Ls2	43	41,3	40	38,7	35,5	33	31	26	23,8	22,5	20	18	17,3	16
Ls3	43	40,3	38,5	37	33,5	31	29,3	25,5	23	21,5	19,5	17,7	17	16
Ls4	43	40	38	36,7	32,7	30	28,3	24,7	22	21	18,5	17	16	15
Lt2	45	43	41,5	40	37	34,5	32,8	28,5	26,5	25	22,5	21,3	20,5	20
Lt3	47	45	44	43	40,5	38,7	37,5	35	33	32	29	26	25	24
Lts	46	43,7	42,3	41	38,3	36	35	31	29,2	28	24,7	23	22	21
Lu	45	42,7	41,3	40	37,8	36	34,6	30	27,3	26,3	22,8	21	20	19
Uu	42	40,7	39,5	38,7	36,8	35,5	34	29,5	26,5	24	18,3	15,5	13	11
Uls	42	40,5	39	38	35	32,8	31,5	27	24,5	22,5	17	14,6	1	11
Us	41	40,6	38,2	37,2	33,7	32	29	24	21	19,5	15	13	11,3	10
Ut2	42	40,7	39,2	38	35,7	34	32,8	26,5	24	22	17,3	15	13,4	12
Ut3	42	40,7	40	39	36,5	35	33	28	25	23,5	18,9	16,8	15,3	14
Ut4	44	42	41	40	38	37	35	30	27	25,5	21	19,5	18,2	17
Tt	52	51	50,5	50	49,5	49	48	46,5	45	44	41,6	38,5	36	34
Tl	49	48,2	47,8	47,3	46	45	43,5	42	40,5	39,5	36,3	33,8	32	30
Tu2	49	48,5	48	47,5	46	45	44,8	42,5	41	40	37	34,5	32,3	30
Tu3	47	45,3	44,2	43,7	41,8	40	39,3	37,3	34,5	33,5	30,6	28,5	27,3	25
Tu4	45	43,7	43	41,6	39	37	36	32	29,5	28	24,5	23	21,8	21
Ts2	49	47,5	46,5	45,5	43,3	42	41	38,3	36,6	35,5	32	30	28,5	27
Ts3	46	44	42	41	38	35	34	31	29	28	24,7	23	22	21
Ts4	44	41,5	39,5	38	34,3	32	30,7	27	26	24,5	21	18,7	18	17
Sande														
fS	40	38	35,5	33,5	27	19	16,5	12	9,5	8,2	6,5	5,2	4,6	4
mS	38	35	29	26	18	13	10,8	8	6,5	5,7	4,5	3,8	3,5	3
gS	37	33,5	28	24,3	14,5	9	7,5	5,5	4,8	4,5	3,6	3,2	2,9	2,6

9. Nematoden mit viel Wasser applizieren



Praxisübliche Wassermenge von 200 ltr/ha ist ungenügend ($0,02 \text{ mm Regen}$, 20 ml/m^2)

1 mm Regen entspricht $1 \text{ ltr./m}^2 = 10.000 \text{ ltr./ha}$

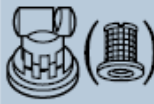
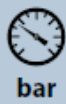
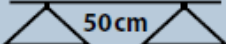
Beispiel 92.400 ltr./ha, das kann mit Pflanzenschutzspritzen nicht ausgebracht werden



TurboTeeJet Flachstrahldüsen



(Drop Size: XC=extra coarse, VC=very coarse, C=coarse, M=medium)

		TROPFEN-GRÖSSE	l/min JE DÜSE	l/ha 												
				4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h	35 km/h
TT11004 (50)	1,0	XC	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2
	2,0	C	1,29	387	310	258	221	194	155	129	96,8	86,0	77,4	61,9	51,6	44,2
	3,0	C	1,58	474	379	316	271	237	190	158	119	105	94,8	75,8	63,2	54,2
	4,0	C	1,82	546	437	364	312	273	218	182	137	121	109	87,4	72,8	62,4
	5,0	M	2,04	612	490	408	350	306	245	204	153	136	122	97,9	81,6	69,9
	6,0	M	2,23	669	535	446	382	335	268	223	167	149	134	107	89,2	76,5
TT11005 (50)	1,0	XC	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1
	2,0	VC	1,61	483	386	322	276	242	193	161	121	107	96,6	77,3	64,4	55,2
	3,0	C	1,97	591	473	394	338	296	236	197	148	131	118	94,6	78,8	67,5
	4,0	C	2,27	681	545	454	389	341	272	227	170	151	136	109	90,8	77,8
	5,0	C	2,54	762	610	508	435	381	305	254	191	169	152	122	102	87,1
	6,0	M	2,79	837	670	558	478	419	335	279	209	186	167	134	112	95,7
TT11006 (50)	1,0	XC	1,37	411	329	274	235	206	164	137	103	91,3	82,2	65,8	54,8	47,0
	2,0	VC	1,94	582	466	388	333	291	233	194	146	129	116	93,1	77,6	66,5
	3,0	C	2,37	711	569	474	406	356	284	237	178	158	142	114	94,8	81,3
	4,0	C	2,74	822	658	548	470	411	329	274	206	183	164	132	110	93,9
	5,0	C	3,06	918	734	612	525	459	367	306	230	204	184	147	122	105
	6,0	M	3,35	1005	804	670	574	503	402	335	251	223	201	161	134	115
TT11008 (50)	1,0	XC	1,82	546	437	364	312	273	218	182	137	121	109	87,4	72,8	62,4
	2,0	VC	2,58	774	619	516	442	387	310	258	194	172	155	124	103	88,5
	3,0	C	3,16	948	758	632	542	474	379	316	237	211	190	152	126	108
	4,0	C	3,65	1095	876	730	626	548	438	365	274	243	219	175	146	125
	5,0	C	4,08	1224	979	816	699	612	490	408	306	272	245	196	163	140
	6,0	M	4,47	1341	1073	894	766	671	536	447	335	298	268	215	179	153

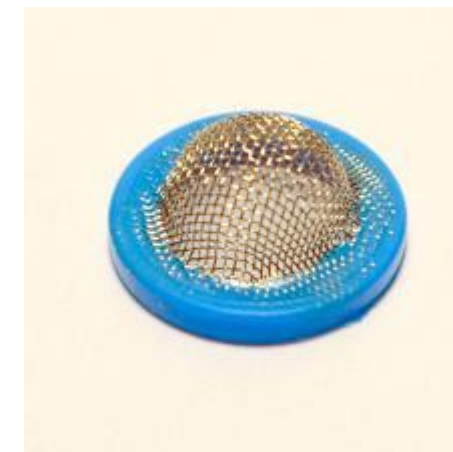
- Braun, Grau, Weiß und Schwarz sind Düsen, die > 1000 ltr. ausbringen (wenn langsam gefahren wird).
- In unserem Beispiel sind das 0,5 % der nFK

12. Düsendurchmesser, bzw Siebmaschenweite mind.

0,5 mm



- ✓ Wasser nicht zu kalt, wenn möglich ca. 15°C
- ✓ Tankmischung immer in Bewegung halten (Belüftung)



Alle Filter
entfernen



13. Wasseraufwandmenge einsparen durch gezielte Ausbringung



Tauchen



Injektion

- Suspension mit 5,000 DL/ml nematop/nemamax
- Tapetenkleister zugeben (CMC) mit 0,2-0,5 %
- Wieviel Wasser nimmt der Erdballen auf?
- Erdbeeren Frigopflanzen ca. 2 g Suspension
- Dann bekommt jede Pflanze 10 - 20,000 DJ
- Bei größeren Pflanzballen Dosis erhöhen
- Geeignet zur Sanierung von gelieferter Ware
- Ansiedlung der Nematoden im Wurzelballen

14. Applikation mit Bewässerung optimal



Tauchen



Injektion

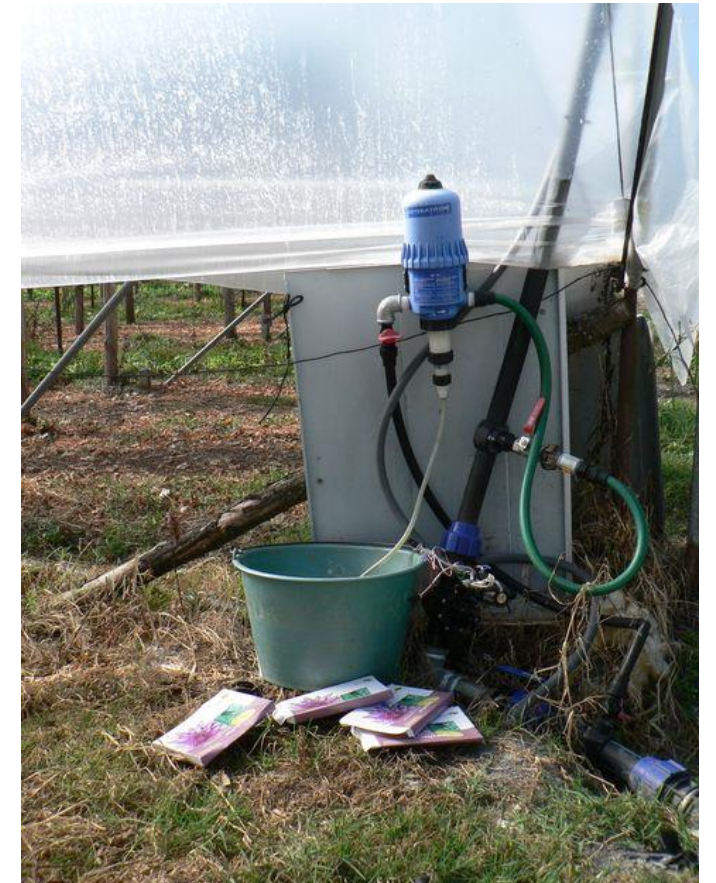


Giessen



Sprinkler

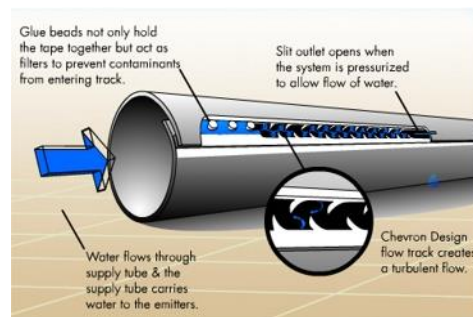
15. Applikation mit Dosatron Nematodensuspension alle 5 Min. rühren



Wichtig: Die Suspension rühren. Nematoden sedimentieren mit 0,6 cm/min



- Nematoden passen durch die Systeme
- Am Ende der Leitungen fällt die Fließgeschwindigkeit und der Druck fällt ab
- Nematoden sedimentieren in den Leitung
- Deshalb nach Entleerung des Injektionstanks nicht aufhören mit der Bewässerung



Die Biodiversität ist unsere größte Schatztruhe, um in Zukunft den Pflanzenschutz zu gestalten

ehlers@e-nema.de

www.e-nema.de