

# Sachkundefortbildung im Pflanzenschutz

17. Januar 2024

Ellerhoop

## **Entomopathogene Nematoden erfolgreich einsetzen**

Ralf-Udo Ehlers

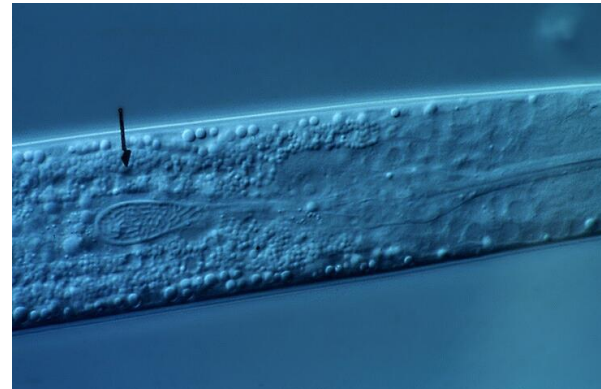
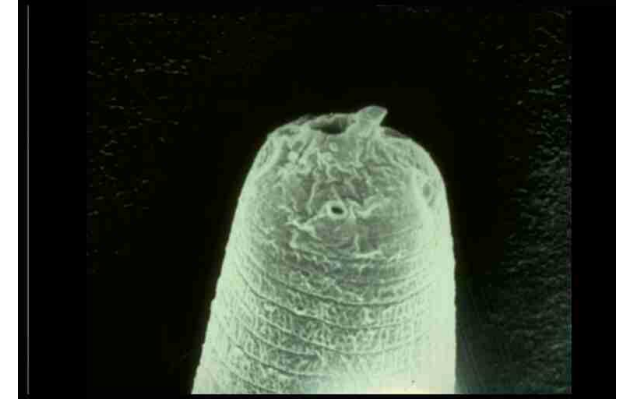
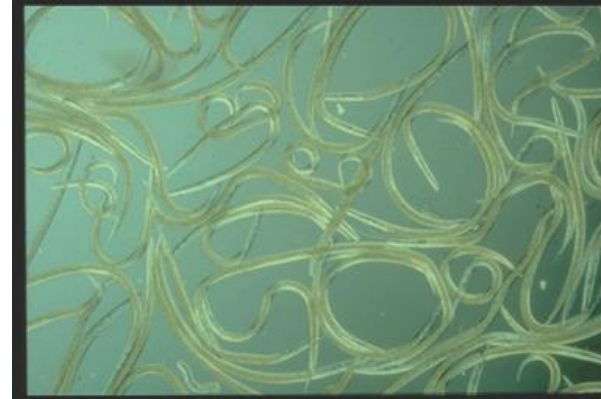
[ruehlers@aef.uni-kiel.de](mailto:ruehlers@aef.uni-kiel.de)

[ruehlers@gmail.com](mailto:ruehlers@gmail.com)

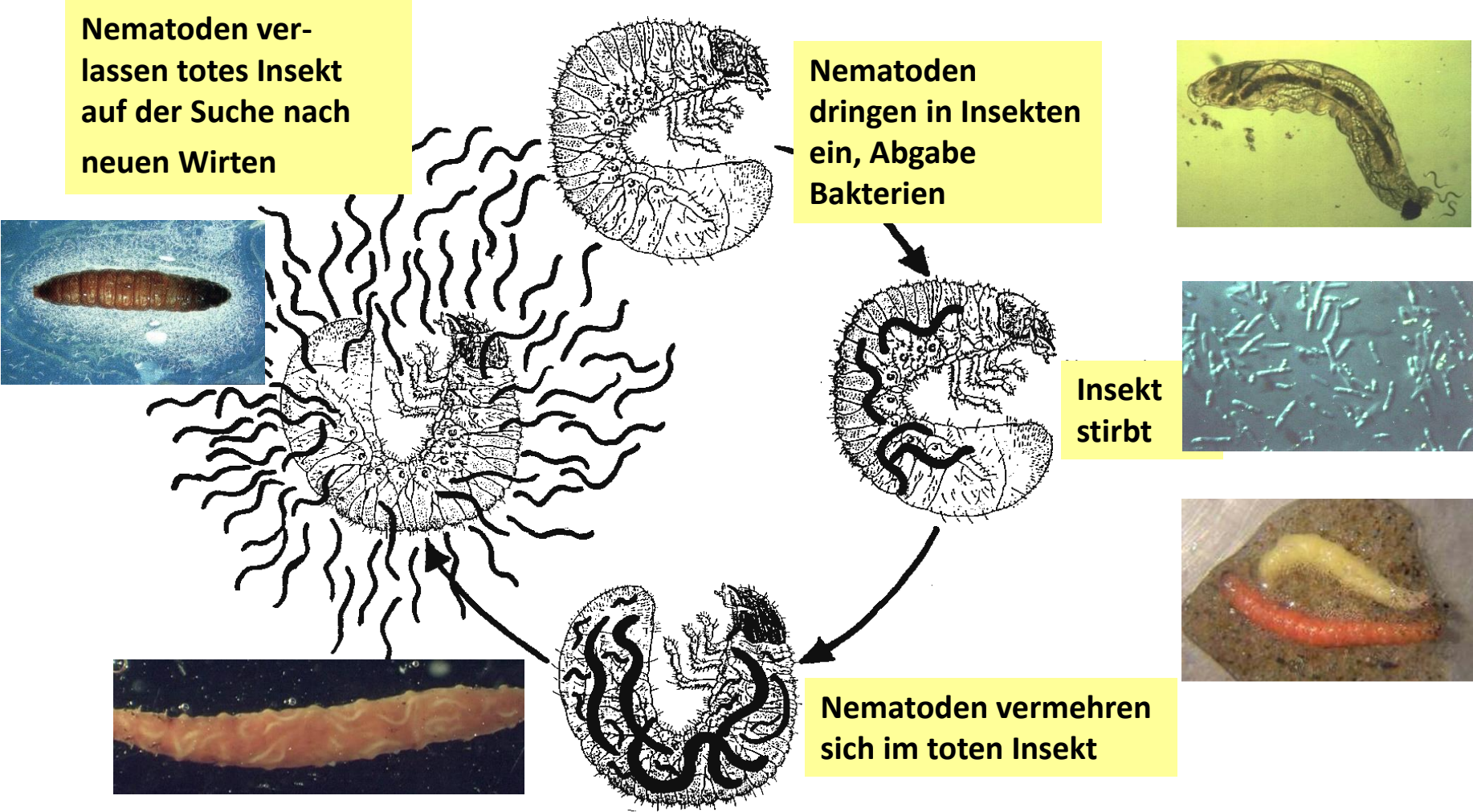
Gartenbauzentrum S.-H., Thiensen 16 25373 *Ellerhoop*

# Nematodenprodukte enthalten Dauerlarven

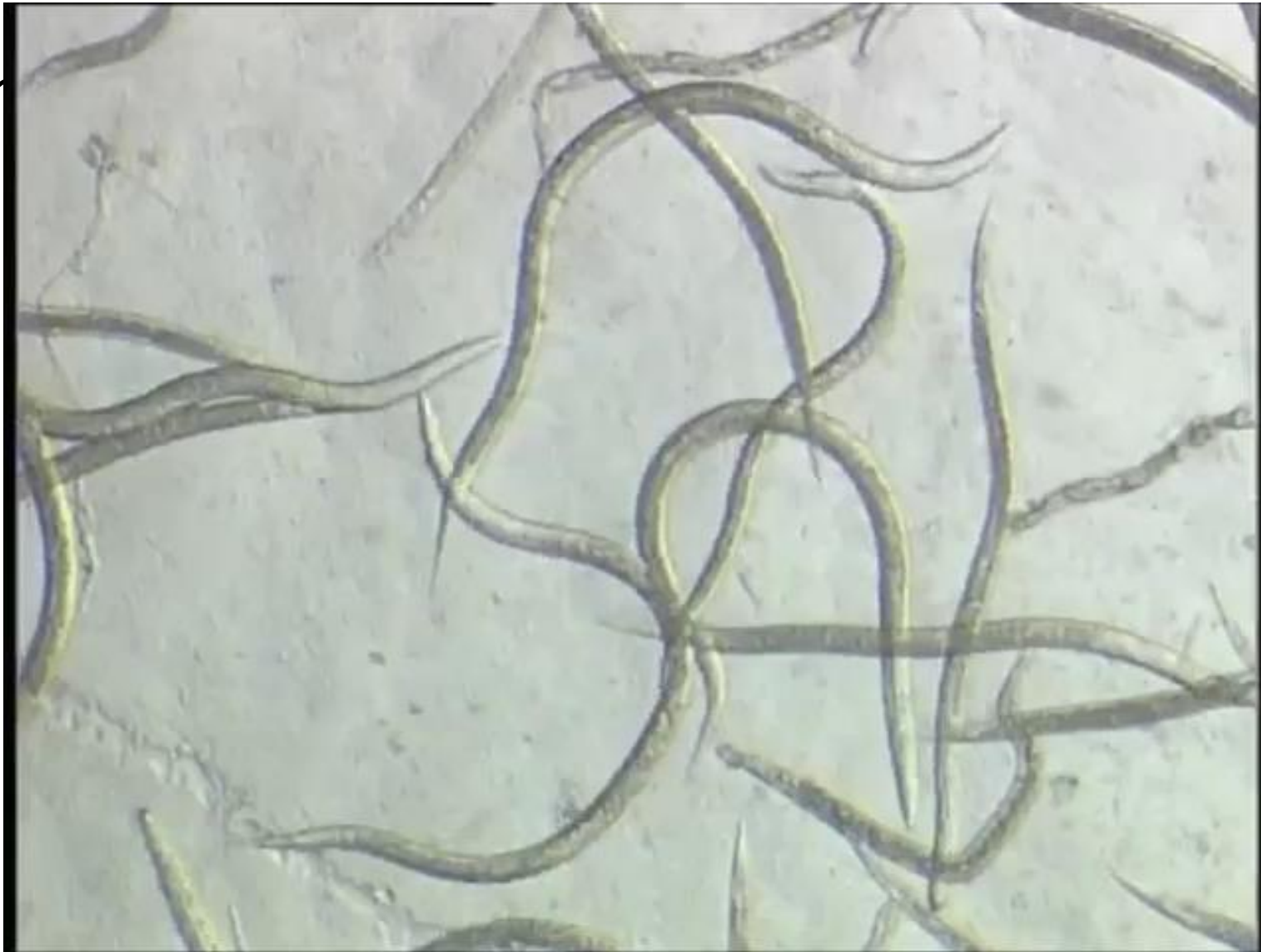
- 0.5 - 0.9 mm Länge
- Freilebend im Boden
- Vermehrung nur im Insekt
- Symbiotische Bakterien im Darm
- Keine Gefahr für Mensch, Tier, Pflanze
- Einsatz im Pflanzenschutz gegen Rüsslerlarven, Engerlinge, Raupen, Mückenlarven, etc.



# Lebenszyklus – Recycling im Wirt



Film



# **Nematoden sind Lebewesen**

**Immer für ausreichende Belüftung sorgen**

**Ab einem Sauerstoffgehalt unter 0,5% wird es kritisch**

**Nach Anlieferung bald ausbringen (Sterblichkeit in Packung hoch, besonders bei >10°C)**

**Vorteil: Nematoden sind mobil, sie wandern zum Schadinsekt**

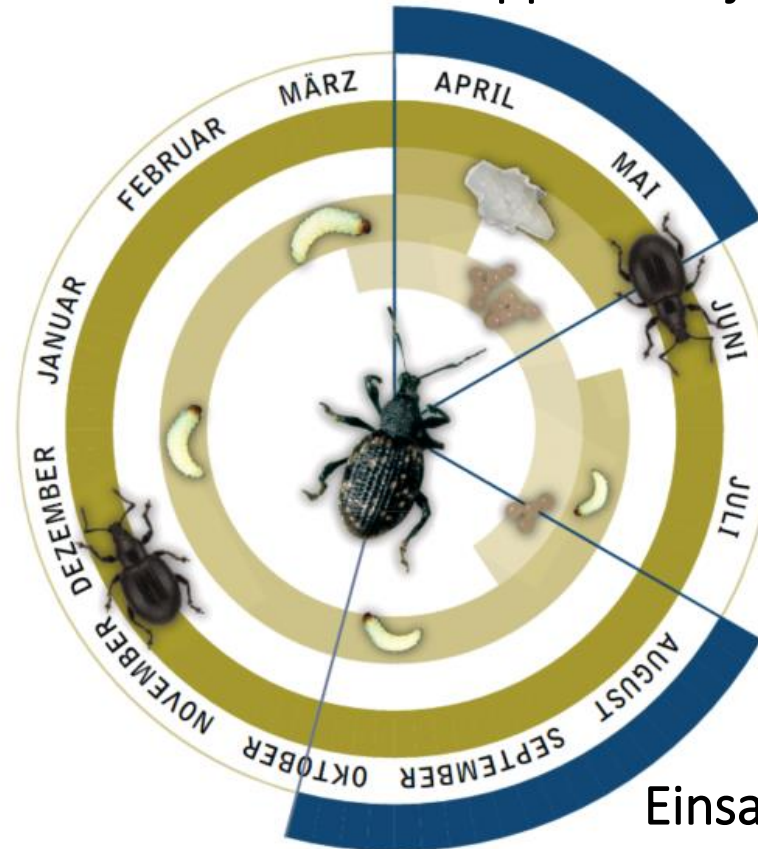
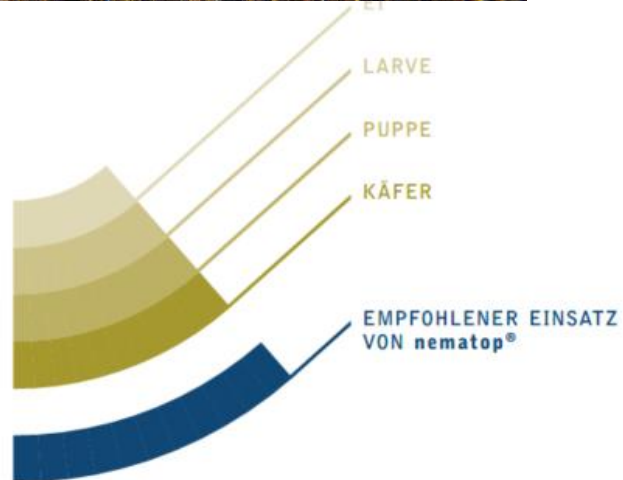




# 1. Schädling bestimmen, Applikationszeitpunkt anpassen



Einsatz gegen überwinternde Larven,  
Puppen und junge Käfer



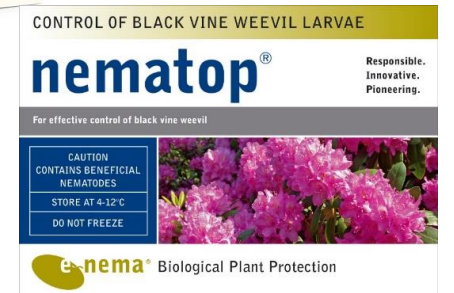
Einsatz ab L2 gegen neue Generation

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

<https://www.e-nema.de/en/nematodes/home-garden/products/nematop/>

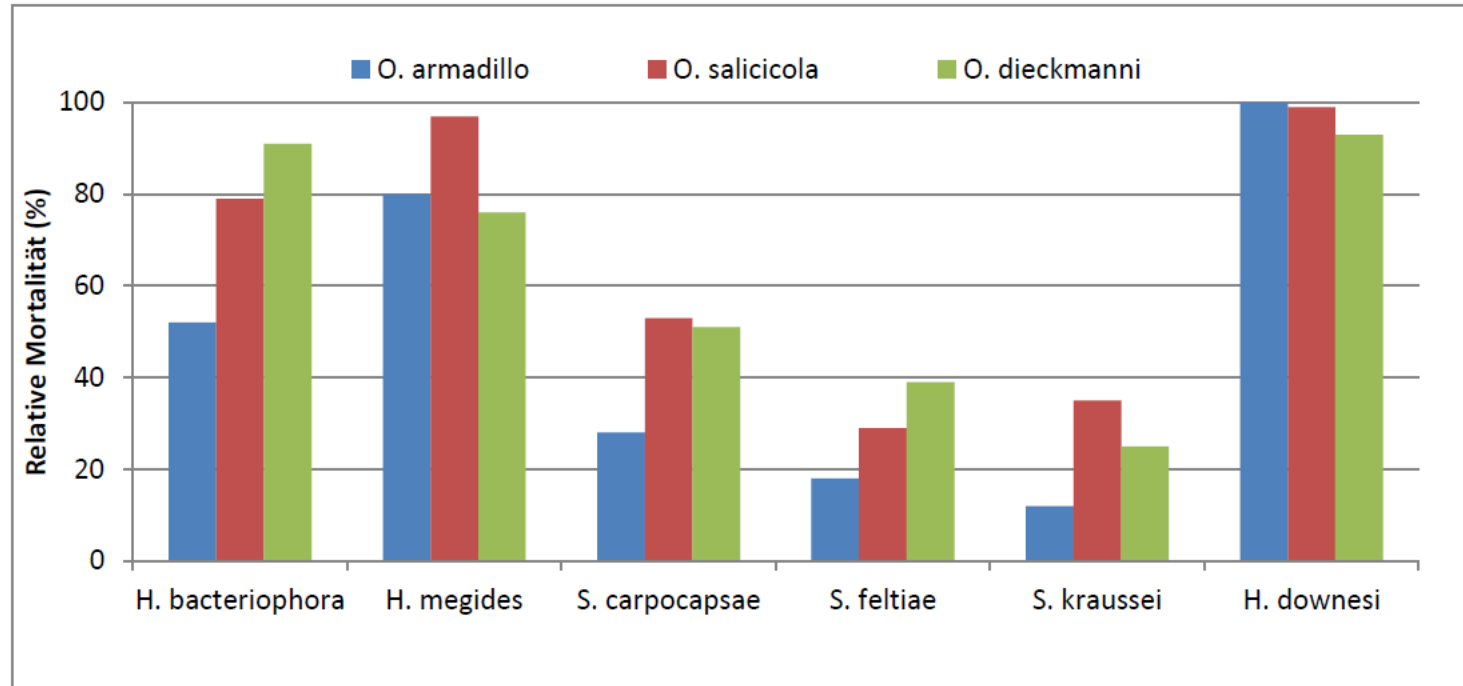


## 2. *Heterorhabditis* sp. gegen Larven von Rüsselkäfern





## 2. *Heterorhabditis* sp. gegen Larven von Rüsselkäfern



**Abb. 1:** Relative Mortalität (%) der Larven des Kompakten-, Weiden- und Dieckmann Dickmaulrüsslers durch verschiedene *Heterorhabditis*- und *Steinernema*-Arten im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle bei 20°C im Klimaschrank

### 3. Bei $T < 7^{\circ}\text{C}$ *Steinernema kraussei* einsetzen?

Nemasys<sup>®</sup> L

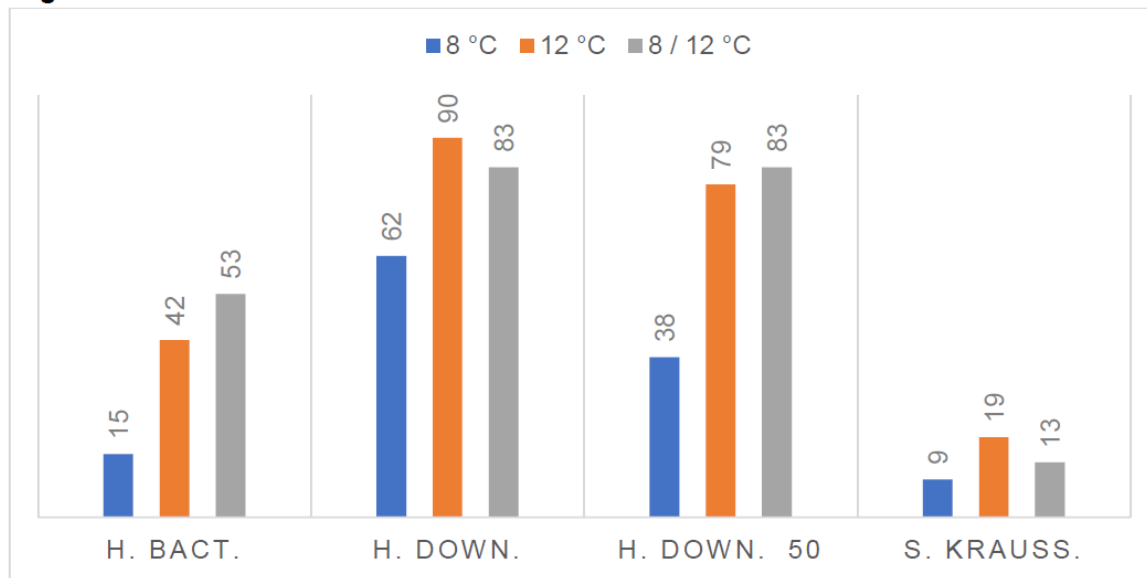


Abb. 2: Wirkungsgrad (%) der Nematoden in den Temperaturvarianten

*O. sulcatus*, 11er Topf, 5000/Topf:  
LWK Niedersachsen, 2022

Tabelle 3.4: Mittlere Anzahl lebender Larven von *Otiorynchus sulcatus* im 9er Topfballen von *Euonymus fortunei* 28 Tage nach der Applikation von 2500 Nematoden pro Topf bei einem Tagestemperaturprofil von 7-14-10-5°C für 4-4-4-12 Stunden im Klimaschrankversuch

Nematodenart	Lebende <i>O. sulcatus</i> pro Topf ( $\bar{x} \pm \text{SD}$ )
Kontrolle	7,0 ± 3,6
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	8,2 ± 3,2
<i>Heterorhabditis downesi</i>	5,0 ± 3,5
<i>Heterorhabditis megidis</i>	5,4 ± 3,1
<i>Steinernema feltiae</i>	7,0 ± 2,5
<i>Steinernema kraussei</i>	4,3 ± 1,7
<i>S. feltiae</i> + <i>H. bacteriophora</i> (1:1)	6,7 ± 2,9

LWK S.-H.: Dr. A. Wrede, Herr T. Ufer, 2008-2012

### 3. Welchen Nematoden einsetzen?

#### *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
- ✓ Im Frühjahr und Herbst und bei Vorkommen anderer *O.* Arten, auch mal nemamax einsetzen

[www.e-nema.de](http://www.e-nema.de)





**Tabelle 3.8: Wirksamkeit von *Heterorhabditis*- und *Steinernema*-Arten gegen Larven von *Otiorhynchus dieckmanni* (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) im 0,5 l Topfballen von *Euonymus fortunei* (n = 9) 3 Wochen nach Gießbehandlung von 2500 Nematoden pro 9 cm Vierecktopf im Klimaschrank bei 20 °C**

Nematodenart	Lebende <i>O. dieckmanni</i> pro Topf ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrolle	8,9 $\pm$ 1,3
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	0,8 $\pm$ 1,1
<i>Heterorhabditis downesi</i>	0,6 $\pm$ 0,7
<i>Heterorhabditis megidis</i>	2,1 $\pm$ 1,8
<i>Steinernema carpocapsae</i>	4,4 $\pm$ 4,3
<i>Steinernema feltiae</i>	6,8 $\pm$ 4,0
<i>Steinernema kraussei</i>	6,7 $\pm$ 3,9

**Tabelle 3.10: Wirksamkeit von *Heterorhabditis*- und *Steinernema*-Arten gegen Larven von *Otiorhynchus armadillo* (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) im 0,5 l Topfballen von *Euonymus fortunei* (n = 16) 3 Wochen nach Gießbehandlung von 2500 Nematoden pro 9 cm Vierecktopf im Klimaschrank bei 20 °C**

Nematodenart	Lebende <i>O. armadillo</i> pro Topf ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrolle	9,5 $\pm$ 3,0
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	4,6 $\pm$ 2,8
<i>Heterorhabditis downesi</i>	0,0 $\pm$ 0,0
<i>Heterorhabditis megidis</i>	1,9 $\pm$ 2,9
<i>Steinernema carpocapsae</i>	6,8 $\pm$ 2,3
<i>Steinernema feltiae</i>	7,8 $\pm$ 2,1
<i>Steinernema kraussei</i>	8,4 $\pm$ 2,4

**Tabelle 3.9: Wirksamkeit von *Heterorhabditis*- und *Steinernema*-Arten gegen Larven von *Otiorhynchus salicicola* (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) im 0,5 l Topfballen von *Hedera helix* (n = 28) 4 Wochen nach Gießbehandlung von 2500 Nematoden pro 9 cm Vierecktopf im Klimaschrank bei 20 °C**

Nematodenart	Lebende <i>O. salicicola</i> pro Topf ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrolle	10,7 $\pm$ 2,8
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2,2 $\pm$ 2,5
<i>Heterorhabditis downesi</i>	0,1 $\pm$ 0,4
<i>Heterorhabditis megidis</i>	0,3 $\pm$ 0,5
<i>Steinernema carpocapsae</i>	5,0 $\pm$ 2,9
<i>Steinernema feltiae</i>	7,6 $\pm$ 3,2
<i>Steinernema kraussei</i>	7,0 $\pm$ 3,6

**Tabelle 3.11: Wirksamkeit von *Heterorhabditis*- und *Steinernema*-Arten gegen Larven von *Otiorhynchus porcatus* (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) im 0,5 l Topfballen von *Tellima grandiflora* (n = 7) 3 Wochen nach Gießbehandlung von 2500 Nematoden pro 9 cm Vierecktopf im Klimaschrank bei 20 °C**

Nematodenart	Lebende <i>O. porcatus</i> pro Topf ( $\bar{x} \pm SD$ )
Kontrolle	3,4 $\pm$ 1,0
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	0,9 $\pm$ 0,9
<i>Heterorhabditis downesi</i>	0,3 $\pm$ 0,8
<i>Heterorhabditis megidis</i>	0,3 $\pm$ 0,5
<i>Steinernema carpocapsae</i>	0,9 $\pm$ 1,2
<i>Steinernema feltiae</i>	0,0 $\pm$ 0,0
<i>Steinernema kraussei</i>	0,6 $\pm$ 0,8

# Bekämpfung Larven von Rüsselkäfern

- *Heterorhabditis* spp. den Arten der Gattung *Steinernema* überlegen
- *H. bacteriophora* im Frühjahr ab April und Herbst ab August,  $T > 12^{\circ}\text{C}$
- *H. downsei* bei  $T > 8^{\circ}\text{C}$
- Ausbringung von 0,5 Mio. pro  $\text{m}^2$  oder 10.000 pro Liter Substrat
- Applikation mit Spritze, Gießwagen oder über Tröpfchenbewässerung
- Applikation mit 5 L pro  $\text{m}^2$
- Nach Spritzen bewässern, um Nematoden in den Erdboden zu bringen
- Danach Bewässern nach Pflanzenbedarf, nicht zu feucht halten

# 4. Käferbekämpfung

*Heterorhabditis bacteriophora*  
(nematop) gegen Larven

*Steinernema carpocapsae*  
(Käferstop) gegen Käfer

*O. sulcatus*

DICKMAULRÜSSLERBEKÄMPFUNG

**nematop**<sup>®</sup>

Verantwortlich.  
Innovativ.  
Wegweisend.

Zur nachhaltigen Bekämpfung von Dickmaulrüsslerlarven

ACHTUNG  
ENTHÄLT NÜTZLINGE

KÜHL LAGERN  
BEI 4-12°C

NICHT EINFRIEREN



**e-nema**<sup>®</sup> Biologischer Pflanzenschutz



Dosierung: 500.000/m<sup>2</sup> oder 10.000/l Substrat

*H. bacteriophora*: Temperatur > 13°C, *H. downesi* > 8°C, *S. carpocapsae*: > 14°C, für mind. 1 Std.



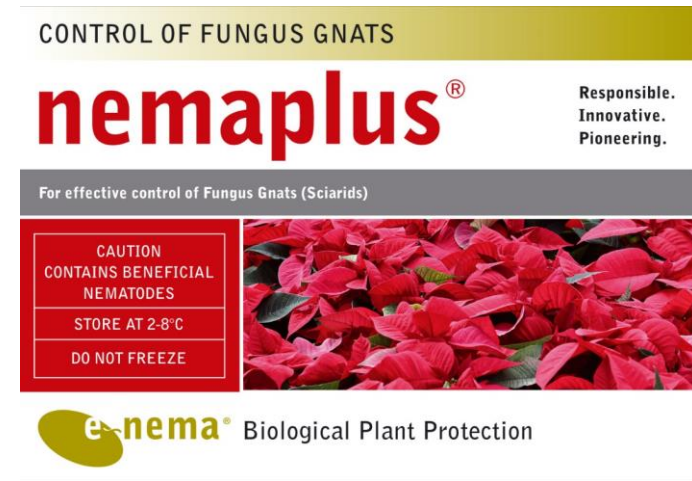
# 5. Bekämpfung Trauermücken



Probleme in Substrat mit hohem Anteil Kompost  
Anwendung im Gießverfahren  
Dosierung: 0,5 Millionen pro m<sup>2</sup> in 1 Liter Wasser

Bei hohem Befall Behandlung nach einem Monat wiederholen

<https://www.koppertbio.de/entonem/#gallery-4>



Nemasys<sup>®</sup>



## 6. Neu: Nemaplus-Depot

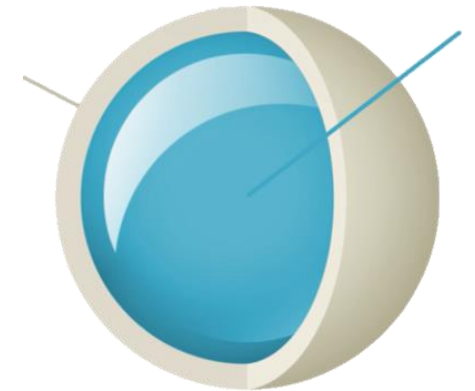


KATZ BIOTECH AG  
www.katzbiotech.de

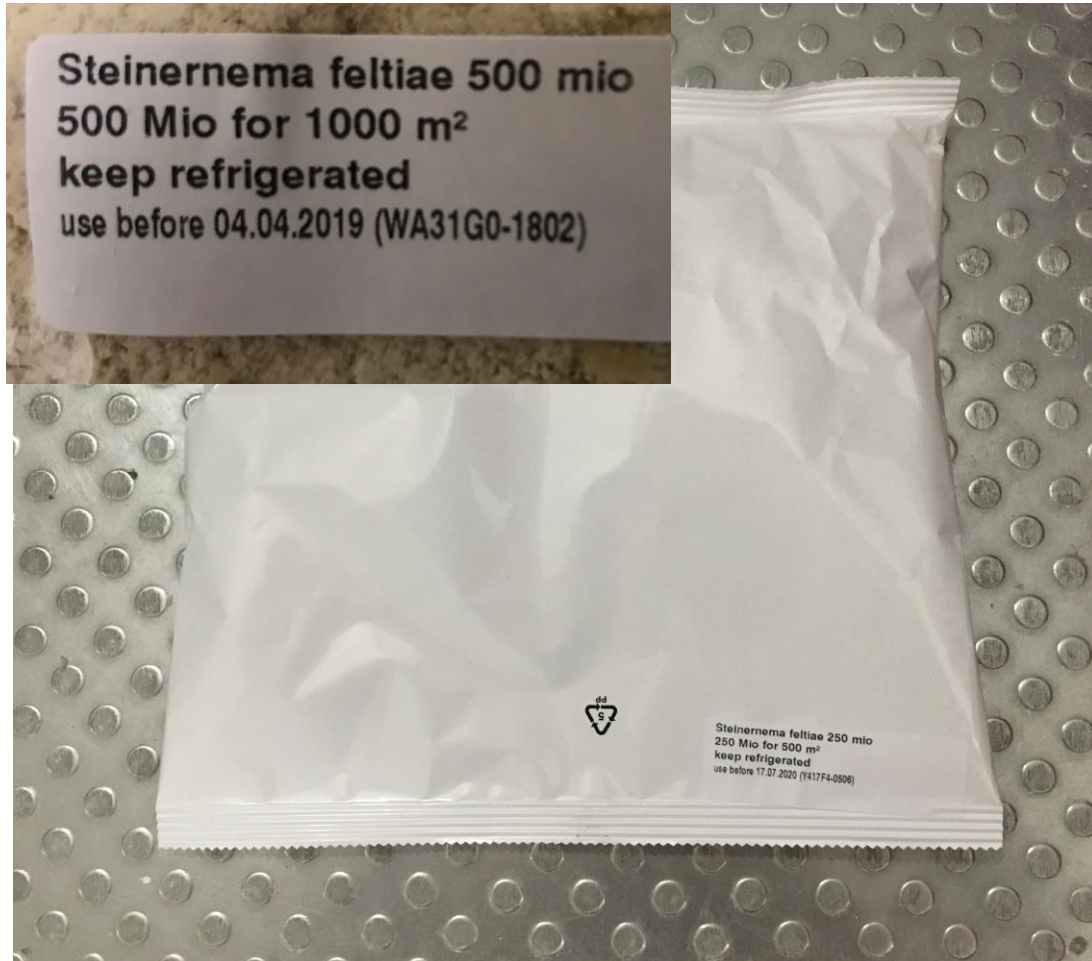
Verpackung: 50 Mio *Steinernema feltiae* in ca. 32.000 Kapseln

Ausbringung: Einmischung in Substrat mit Topfmaschine, kein oberflächliches Ausstreuen, da sonst zu schnelle Austrocknung

Dosierung: 1 Schale auf ca. 5 m<sup>3</sup> Pflanzerde oder ca. 6 Kapseln pro 10er Topf



# 7. Nematoden bald nach Lieferung ausbringen



**Haltbarkeit max. 6 Wochen**

**Danach ist die angegebene Menge geringer und die Qualität kann leiden**

**Je früher ausgebracht wird, umso mehr Nematoden werden appliziert**



# 8. Über Kompatibilität mit Pestiziden informieren

<https://www.e-nema.de/assets/Uploads/CompatList/compat-aktuell>

<https://nebenwirkungen.koppertbio.de/nebenwirkungen>

## Compatibleness of entomopathogene nematodes with chemicals

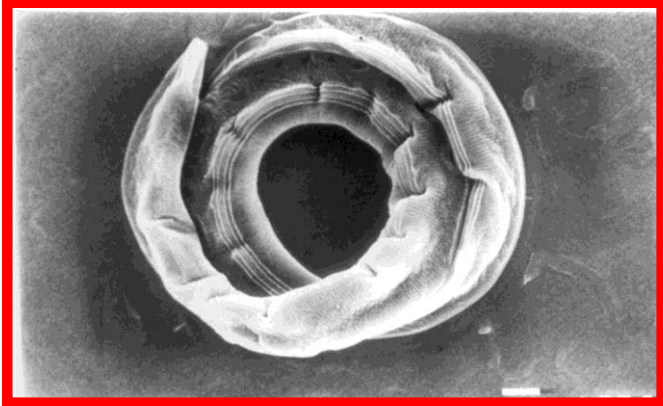
legend	0	no effect on nematode survival or infectivity
	1	weak impact on nematode infectivity and survival (25 to 50% death)
	2	moderately toxic (50 to 75% death)
	3	toxic (>75% death of nematodes)
	no entry	no investigations found

**Produkt nicht in der Liste? Firma informieren, Sie werden prüfen!**

If there is a negative influence of the chemical for the nematodes (number 1 to 3), we recommend to apply 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
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

# 9. Nematoden nie auf trockenen Boden geben



Nematoden lieben es feucht

Ab eine 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???



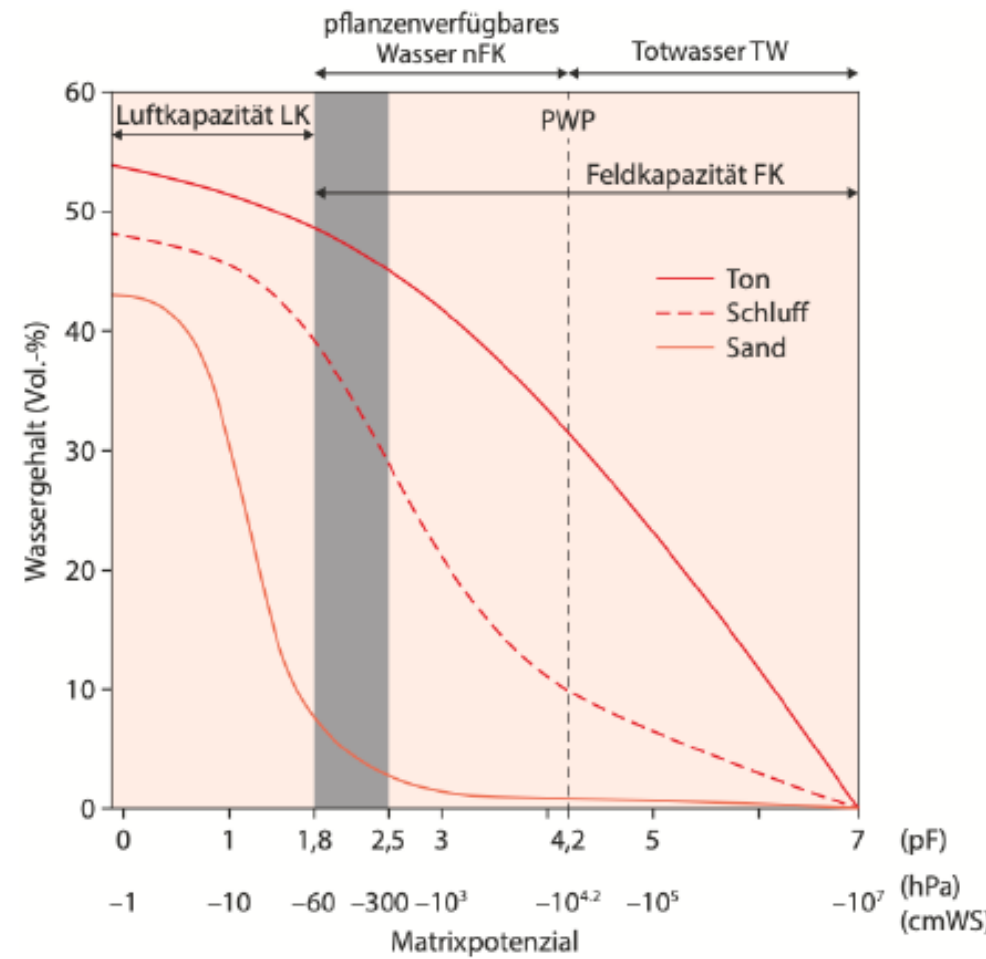
# Enge Grobporen mit Wasser füllen, um LN-Sickeranzusiedeln

Nematoden sind in den Grobporen, die bei pF 1,8-2,4 mit Wasser gefüllt sind  
 Applikation: Boden bis zu 80% nutzbarer Feldkapazität bewässern  
 Tonböden bewässern auf 90-100 % nFK

Nematodenart	Durchmesser (µm)
S. carpocapsae	25
S. feltiae	26
S. kraussei	31
H. bacteriophora	23
H. downesi	39

**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

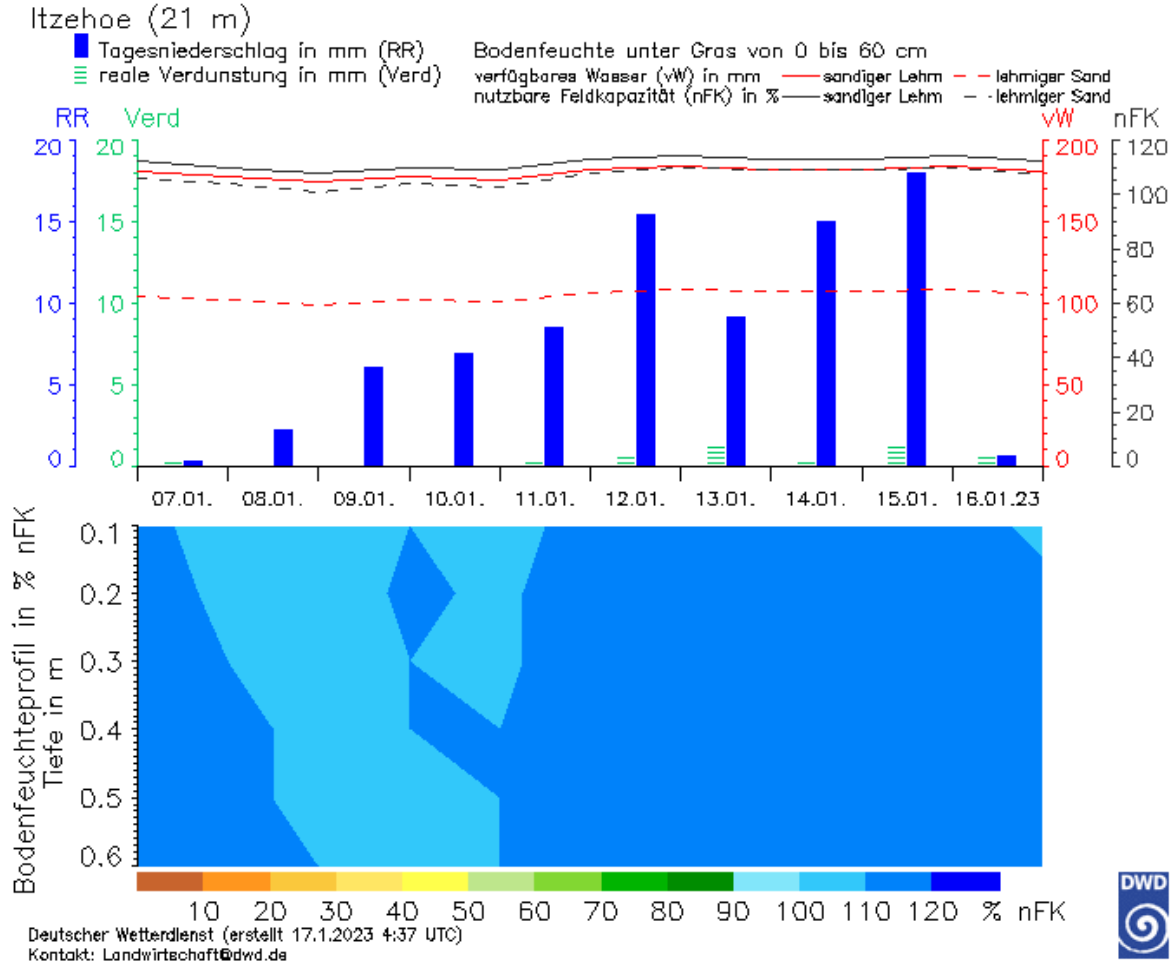




# 11. Wie schätze ich die nutzbare Feldkapazität?

## Modell DWD: Beispiel Itzehoe am 17.1.2023 – Sehr feucht

[www.dwd.de/DE/leistungen/bodenfeuchte/bodenfeuchte.html?nn=510076#buehneTop](http://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	0,3 m Tiefe
Sa 07.01.	112	112	112
So 08.01.	107	109	110
Mo 09.01.	107	107	108
Di 10.01.	110	111	110
Mi 11.01.	108	109	109
Do 12.01.	112	113	113
Fr 13.01.	114	114	114
Sa 14.01.	112	113	113
So 15.01.	112	113	114
Mo 16.01.	112	113	114

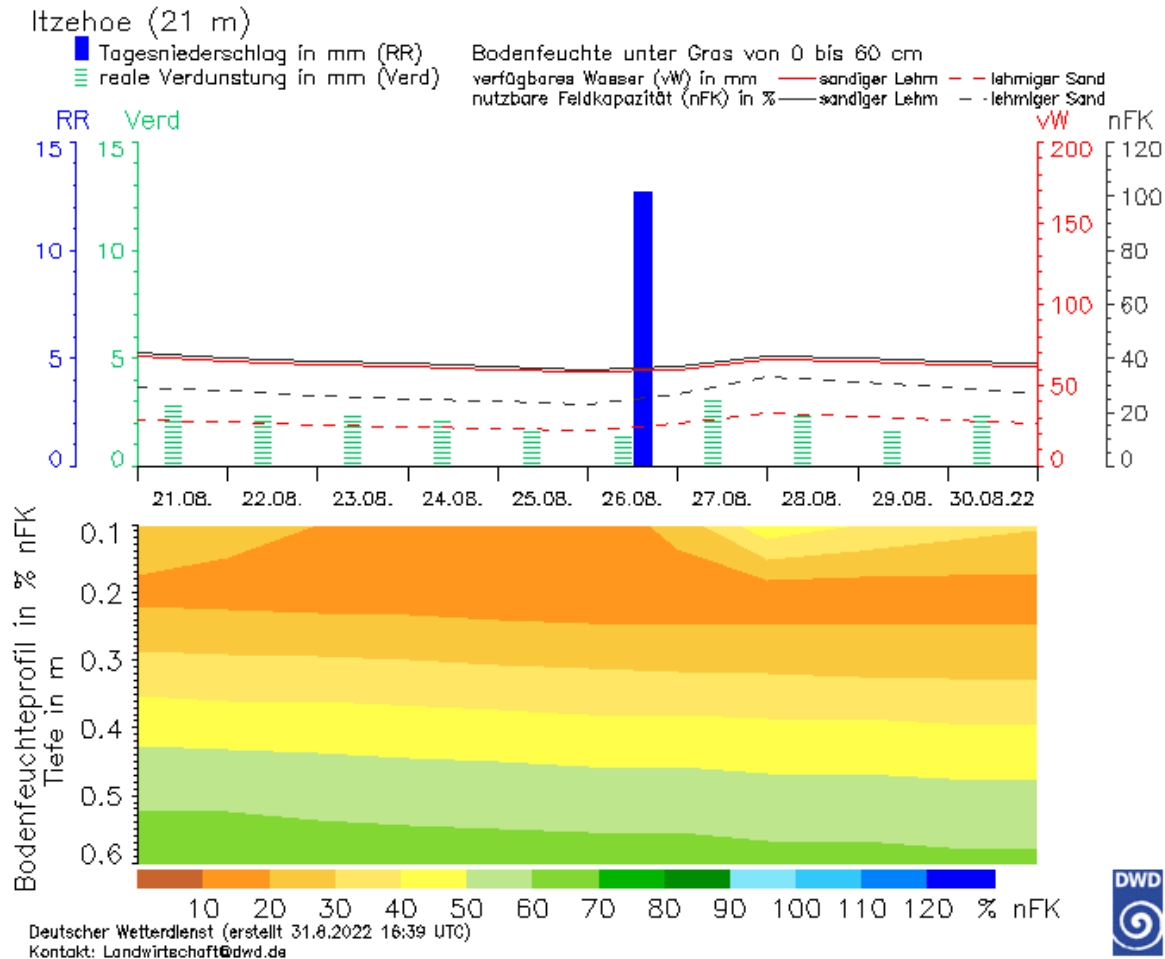
- Bodenwassergehalt auf 80-90% der nFK anheben
- Bei Tonerde auf 100% nFK bewässern
- Um am Sonntag auf 80% anzuheben, braucht es 33% nFK

# 11. Wie schätze ich die nutzbare Feldkapazität?

## Modell DWD: Beispiel Itzehoe am 31.08.2022 – Extreme

### Trockenheit

[www.dwd.de/DE/leistungen/bodenfeuchte/bodenfeuchte.html?nn=510076#buehneTop](http://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

# 12. Nematoden mit viel Wasser applizieren



Praxisübliche Wassermenge von 200 ltr/ha ist ungenügend (0,02 mm Regen, 20 ml/m<sup>2</sup>)

1 mm Regen entspricht 1 ltr./m<sup>2</sup> = 10.000 ltr./ha

Die Menge kann mit Pflanzenschutzspritzen nicht ausgebracht werden.

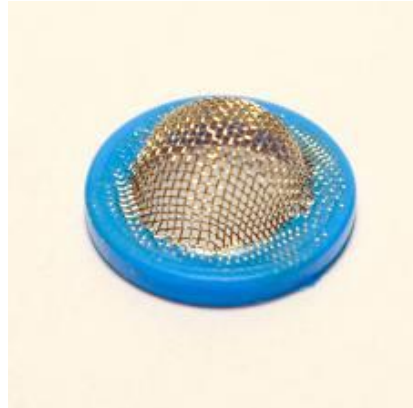
Bewässern oder auf Regen warten





# 13. Düsendurchmesser, bzw. Siebmaschenweite mind. 0,5 mm

- ✓ Wasser nicht zu kalt, wenn möglich ca. 15°C
- ✓ Tankmischung immer in Bewegung halten (Belüftung)
- ✓ Druck nicht über 20 bar



Alle Filter  
entfernen





# 14. Tropfengröße

- DJ = 500-800  $\mu\text{m}$  lang
- Werden nur in großen Tropfen transportiert
- Düsen mit großem Volumen und Tropfengröße bringen auch mehr Wasser aus

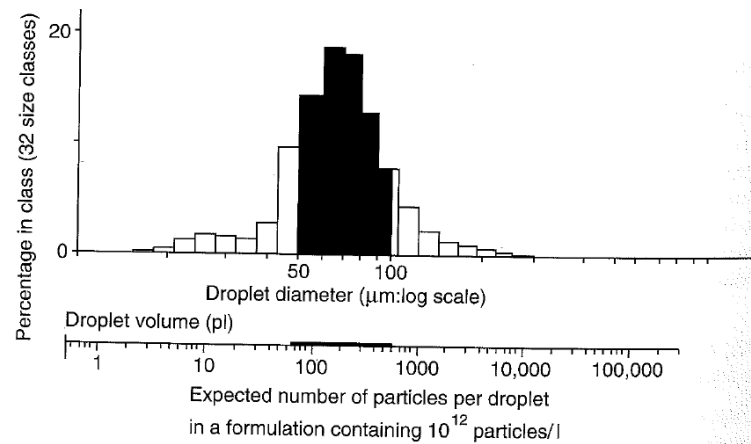


Figure II.1 Droplet size distribution of a Micron Ulva<sup>+</sup>, 7000 r.p.m., blank carrier oil, Odina EL and Shellsol T 1:1 (Bateman, in press).

## 15. Einsatz über Bewässerungsleitung in Erdbeeren oder Blaubeeren

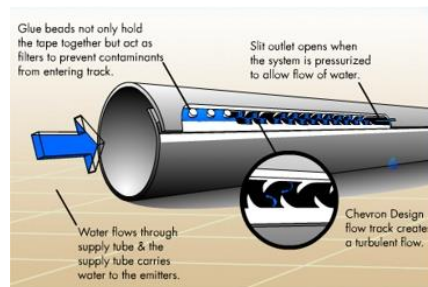




# 15. Bei Tröpfchenbewässerung EPN aus dem System waschen



- Nematoden passen durch die Systeme
- Tropfmechanismus verstopft nicht
- Am Ende der Leitungen fällt die Fließgeschwindigkeit und der Druck fällt ab
- Nematoden sedimentieren am Ende der Leitungen
- Deshalb nach Entleerung des Injektionstanks, weiter bewässern



# 15. Applikation mit Dosatron Nematodensuspension alle 5 Min. rühren

Nematoden sind groß und bewegen sich, d.h. sie setzen sich in der Tankmischung ab.



**Wichtig:** Die Suspension rühren. Nematoden sedimentieren mit 0,6 cm/min  
Vorsicht mit Gel-Formulierung. Bei zu hoher Konzentration verstopft Dosatron



# 16. Wasseraufwandmenge einsparen durch gezielte Ausbringung



Tauchen



Injektion

# 16. Tauchen

- Wieviel Wasser nimmt der Pflanzenballen auf?
- Danach Dosierung im Bad einstellen
- Zum Beispiel, Suspension mit 5,000 DL/ml
- Tapetenkleister zugeben (CMC) mit 0,1 %, um Sedimentation zu reduzieren
- 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

[ruehlers@aef.uni-kiel.de](mailto:ruehlers@aef.uni-kiel.de)

[ruehlers@gmail.com](mailto:ruehlers@gmail.com)