

# Regenwormen – Architecten van vruchtbare grond

## Hun belang en aanbevelingen voor de landbouw

### Kort

Vandaag is veel bekend over de algemene taxonomie en biologie van de wormen, maar weten we relatief weinig over hun invloed op de bodem, hun interacties met andere bodemorganismen en de invloed van landbouwpraktijken op hun populaties.

Deze brochure geeft een kort overzicht van de biologie, de ecologie en de meervoudige diensten van regenwormen aan landbouwers en geeft aanbevelingen voor de bevordering van deze buitengewone wezens in landbouwbodems.



### Onderschatte werkrachten

In de 19e eeuw werden regenwormen beschouwd als een bodemplag. Hoewel deze denkwijze is veranderd, krijgen de regenwormen weinig aandacht in de landbouwpraktijk. Zeer weinig boeren bevorderen ze actief. Toenemend zware machines, intensieve grondbewerking en intensief gebruik van pesticiden hebben op veel plaatsen de regenwormen in de velden geëlimineerd. Ter vergelijking: in een gezonde bodem van een hectare grasland bevinden zich één tot drie miljoen regenwormen.

Het aantal en diversiteit van regenwormen in een bodem worden beschouwd als belangrijke criteria van bodemvruchtbaarheid, omdat regenwormen op vele manieren bijdragen aan gezonde en biologisch actieve bodems en een betere aanpassing van de landbouwsystemen aan klimaatverandering. Aldus dragen zij bij aan belangrijkste bodemfuncties die veel positieve ecosysteemdiensten begunstigen. Vanwege hun talrijke diensten die de duurzaamheid van agroecosystemen verhogen, zouden de regenwormen meer aandacht moeten krijgen in duurzame landbouwsystemen.

### Verspreiding & biologie

Met uitzondering van de poolgebieden en woestijnen, bevinden regenwormen zich in de meeste bodems. Wereldwijd zijn er 3000 soorten bekend, maar slechts 40 daarvan vind je in Europa, en zelfs maar 40 in Centraal-Europa. In akkerland worden gemiddeld 4 tot 11 soorten gevonden.

Regenwormen verkiezen medium-zware leem boven leemachtige zandgronden. Zware klei en droge zandgronden zijn niet gunstig voor hun ontwikkeling. In zure turfgronden zitten alleen gespecialiseerde soorten die zich hebben aangepast aan zulke "vijandige" omstandigheden.

Regenwormen zijn hermafrodieten en groeien langzaam, met uitzondering van de bladafvalbewoners. Er wordt maar één generatie per jaar geproduceerd, met maximaal 8 tot 12 cocons (eieren). Regenwormen leven 2 tot 8 jaar, afhankelijk van de soort. Seksueel volwassen wormen herken je aan de "genital ring" (clitellum) die het lichaam omringt.

Regenwormen graven en reproduceren zichzelf vooral in maart en april, en ook in september en oktober (gematigd klimaat). Wanneer het erg droog en warm is, gaan veel regenwormen in 'zomerslaap' en trekken ze zich terug naar diepere grondlagen. In de koude winter trekken de wormen zich terug op vorstvrije delen van hun gangen, en vertraagt hun metabolisme tot het minimum. Tijdens vorstvrije winterdagen worden ze weer actief. Regenwormen kunnen migreren in akkerland vanuit ongestoorde randgebieden zoals veldkanten. De gewone regenworm (*Lumbricus terrestris*) kan tot 20 meter per jaar migreren.



*A Nicodrilus sp. rolt zich op om koude, hitte en droogte periodes te overleven, alsook tijdens het overwinteren en in de hete zomerperiodes (estivatie).*

### Voeding

Regenwormen voeden zich voornamelijk op dode planten. 's Nachts grazen ze op de gazons op algen die tijdens de dag op het bodemoppervlak zijn gegroeid en trekken ze dode plantendelen in hun wormgangen. Daar zorgen bodemmicro-organismen in 2 tot 4 weken voor "pre-spijvertering". Regenwormen hebben geen tanden en kunnen zich daarom niet met wortels voeden. Opdat regenwormen zich goed kunnen ontwikkelen, is een rijk voedselaanbod essentieel.

## Impact van algemene landbouwpraktijken op regenwormpopulaties

Het gebruik van pesticiden zorgt voor een aantal mogelijke gevolgen voor regenwormen: i) Ze beïnvloeden de genuitdrukking en fysiologie van de worm (intra-individueel niveau), ii) ze veroorzaken veranderingen in kenmerken van levensgeschiedenis, populatiedichtheid en het gedrag (individueel en populatie), iii) ze wijzigen biomassa en dichtheid van regenwormpopulatie (gemeenschapsniveau). Pesticiden kunnen enzymatische processen verstoren, individuele mortaliteit verhogen, vruchtbaarheid en groei verminderen, individueel gedrag veranderen, zoals snelheid waarmee voeding opgenomen wordt en de totale biomassa en dichtheid van de gemeenschap verminderen.

Anecische (pendelaars) regenwormen zoals *L. terrestris* zijn het meest vatbaar voor oppervlakte-toepassing van pesticiden. Omdat die soort permanente gangen vormt, komt deze niet in contact met besmette grond in zijn gangen. Endogene (grondeters) soorten zoals *A. Caliginosa* breiden hun gangen continu uit en voeden zich bovengronds. Zij zijn het meest vatbaar wanneer giftige pesticiden in de bodem worden ingebracht.

De meeste herbiciden brengen vermoedelijk geen rechtstreekse schade aan bij regenwormen. Wordt er vastgehouden aan de aanbevolen gebruikslimieten, dan hebben pesticiden een lagere toxiciteit voor wormen. De negatieve invloed op de regenwormpopulatie komt omdat minder onkruid ook de beschikbaarheid van organische stof doet dalen. Sommige anorganische meststoffen, vooral ammoniumsulfaat, kunnen schadelijk zijn door hun verzurende invloed.

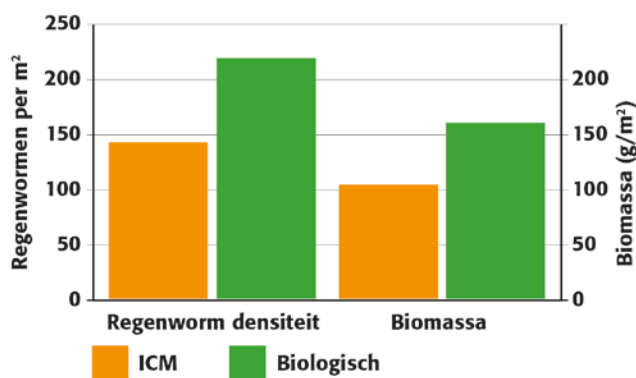


Fig 1: Belangrijke impact van akkerbouw op dichtheid en biomassa regenwormen in graanvelden (Pffner & Luka 2007).

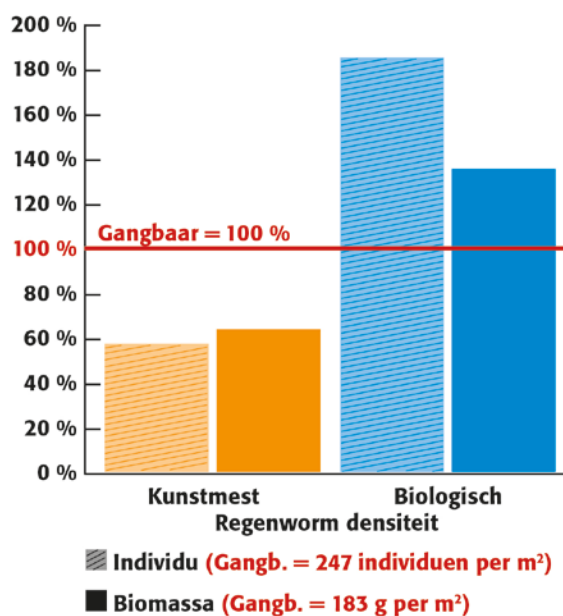



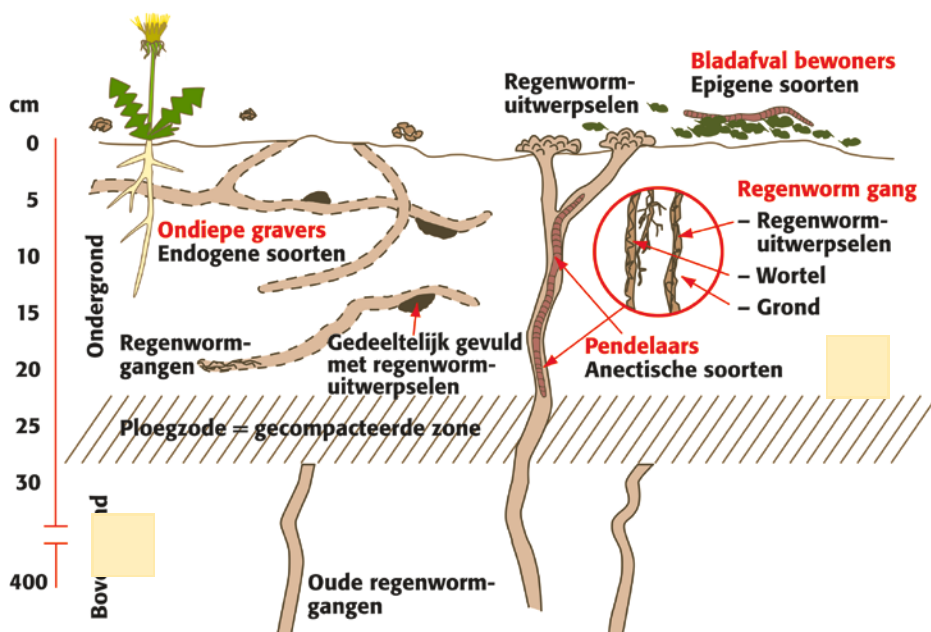


Fig. 2: Effect van bemesting en pesticiden in verschillende landbouwsystemen op aantal en biomassa regenwormen (gemiddeld over 3 jaar) in een langetermijnproef (DOK). Mineraal = zuiver minerale meststof & IPM-toepassing; gangbaar (conv) = gemengd mineraal en organische meststof en IPM, bio (organic) = gebruik van verse mest en geen chemisch synthetische pesticiden (Pffner & Mäder 1997).

## Drie ecofysiologische categorieën van regenwormen in gematigde ecosystemen

Groepen	Bladafval en strooisel bewoners Grondeters	Pendelaars – diepe gravers	
	Oppervlaktebewoners, epigene soorten	Ondiepe gravers, endogene soorten, horizontale gangen	Verticale gangen, anectische soorten
Vertegenwoordigers			
Voorbeelden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compostworm (<i>Eisenia fetida</i>)</li> <li>Europese regenworm (<i>Lumbricus rubellus</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Octolasion lacteum</i></li> <li>Gewone veldworm (<i>Allolobophora caliginosa</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewone regenworm (<i>Lumbricus terrestris</i>)</li> <li>Zwarthoofdige worm (<i>Allolobophora longa</i>)</li> </ul>
Kleur	Algemeen bruin-rood	Bleek	Rood bruin, donkerder hoofd
Leefomgeving	<ul style="list-style-type: none"> <li>In strooisellaag, specifiek in grasland, bossen en compost</li> <li>Zelden terug te vinden in akkerland door het gebrek aan een permanente strooisellaag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplaag (5–40 cm), humus minerale bodem</li> <li>Meestal horizontale, onstabiele gangen</li> <li>Jonge wormen meestal in de bovenste lagen terug te vinden opgekruld tussen de wortels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle bodemlagen, 3–4 m diep</li> <li>Leven hele leven in verticale, stabiele gangen (Ø 8–11 mm)</li> <li>Belangrijk in landbouw-bodems</li> </ul>
Grootte	Klein, gemiddeld 2–6 cm lang	Klein, tot 18 cm lang	Algemeen groot, 15–45 cm lang
Voedingsgedrag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voeden zich met kleine plantdelen aan de oppervlakte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voedingen zich met ondergewerkte plantdelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trekken grote plantdelen in hun gangen</li> </ul>
Voortplanting	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veelvuldig</li> <li>100 cocons per jaar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beperkt</li> <li>8–12 cocons per jaar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beperkt</li> <li>8–12 cocons per jaar</li> </ul>
Levensduur	Kort, 1–2 jaar	Gemiddeld, 3–5 jaar	Lang, 4–8 jaar
Lichtgevoeligheid	Zwak	Hoog	Gemiddeld



De drie ecofysiologische categorieën van regenwormen hebben een uiteengesproken voedingpatroon en leefomgeving.



## Hoe verbeteren regenwormen de bodemvruchtbaarheid?

Regenwormen brengen jaarlijks tot 10 kilo per vierkante meter waardevolle wormuitwerpselen in de bodem en op het oppervlak. Dat komt overeen met 0,5 cm van de grondlaag in velden, en met 1,5 cm in de weiden. Maar regenwormen bieden nog veel meer diensten aan de bodem. Een opsomming:



*Regenwormgangen gevuld met wormuitwerpselen, bruine humussporen en witte vlekjes van gekristalliseerde nutriënten, geven uitstekende groeicondities voor de plantenwortels.*

### 1. Ze beluchten de bodem

Regenwormgangen zorgen ervoor dat de bodem goed belucht is en de hoeveelheid macro-poriën verhoogt.

### 2. Ze verbeteren waterinfiltratie in de bodem en verminderen oppervlakte-uitspoeling

De stabiele gangen van de verticale pendelaars verbeteren in het bijzonder de waterinfiltratie, opslag en drainage van bodems. Oppervlakte uitspoeling en erosie worden aldus verminderd. Tot 150 gangen, of 900 meter gangen per vierkante meter en één meter diepte, zijn te vinden in ongeploegde grond. De verticale gangen die met slijm zijn gestabiliseerd kunnen tot 3 meter diep zijn in diepe loessgronden, en zelfs tot 6 meter diep in chernozembodems ('Black Earths'). Door hun krachtige spieren zijn diepe pendelaars in staat om licht gecompriëerde bodems te penetreren en zo drainage te verbeteren.

### 3. Ze ontbinden dood plantmateriaal

In de velden kunnen regenwormen tot 6 ton dood organische materiaal per hectare per jaar in de bodem brengen. In bossen verwerken de wormen tot 9 ton bladafval per hectare.

### 4. Ze concentreren plantenvoeding

Regenwormen produceren jaarlijks 40 tot 100 ton uitwerpselen per hectare. De wormpoep vormt stabiele bodemaggregaten (kruimels) die op het bodemoppervlak worden afgezet. Organische en anorganische fracties worden goed gemengd in wormpoep, en de voedingsstoffen zijn aanwezig in een gemakkelijk beschikbare en verrijkte vorm. De uitwerpselen bevatten gemiddeld 5 keer zoveel stikstof, 7 keer zoveel fosfor, en 11 keer zoveel kalium als de omringende bodem.



*Deze bodem heeft veel wormpoep op de oppervlakte; Dit geeft een hoge regenwormactiviteit aan. Na hevige regenval wordt de bodem zelden modderig. Foto genomen op een biologisch beheerd plot van de DOK meerjarige proef in Therwil, Zwitserland.*



*Wormpoep beperkt aanwezig op dit bodemoppervlak. Dit geeft weinig regenwormactiviteit aan. Tijdens hevige regenval slempt het bodemoppervlak toe. Foto genomen op een biologisch beheerd plot van de DOK meerjarige proef in Therwil, Zwitserland.*



## 5. Ze verjongen de bodem

Regenwormen vervoeren bodemmateriaal en voedingsstoffen van de onder- naar de bovengrond en behouden zo de vitaliteit van de bodem.

## 6. Ze fungeren als promotor van biocontrole

Regenwormen bevorderen de kolonisatie en verspreiding van gunstige bodembacteriën en -schimmels in hun gangen en uitwerpselen. Door afgevallen bladeren in de bodem te trekken, worden bladpathogenen en -plagen (winterstadia van schimmelinfecties zoals appelschurft, en insecten zoals bladmijten) biologisch afgebroken. Slapende vormen (sporen) worden niet afgebroken door het spijsverteringsstelsel in de regenworm en worden uitgescheiden in de uitwerpselen.

## 7. Ze bevorderen wortelgroei

Meer dan 90 % van de wormgangen worden door wortels gekoloniseerd. Wortels kunnen op die manier doordringen in dieper bodemlagen, zonder dat ze weerstand ondervinden, en vinden daar voedingsrijke regenwormuitwerpselen, water en lucht.



De gangen, gemaakt door diepgravende regenwormen, maken het voor wortels makkelijker om diep in de bodem te penetreren.

## 8. Ze verbeteren bodemstructuur en -stabiliteit

Regenwormen creëren stabiele bodemagregaten die bijdragen tot een goede bodemstructuur door het intensief mengen van organisch materiaal met anorganische bodemdeeltjes en micro-organismen en door middel van slijm-afscheiding. Grond met hoge regenwormactiviteit heeft minder neiging om modderig te worden en kan gemakkelijker worden bewerkt dan gronden met een lage regenwormactiviteit. Ook worden voedingsstoffen en water effectiever in de bodem vastgehouden. Overvloedig aanwezige wormuitwerpselen maken zware bodems losser en zandgronden meer samenhangend.



Uitwerpselen van wormen vormen stabiele bodemagregaten en zijn rijk aan nutriënten. Regenwormen kunnen tot 40 à 100 ton wormpoep per hectare per jaar produceren.

## Regenwormen helpen tegen bodemplagen

Recente studies hebben aangetoond dat regenwormen de groei en ontwikkeling van gunstige bodemorganismen bevorderen. Regenwormen transporteren insectdodende nematoden (*Steinernema* sp.) en schimmels (*Beauveria bassiana*) in de bodem. Zo dragen zij bij aan een natuurlijke regulatie van bodemplagen. Schimmelsporen overleven de doorgang door het spijsverteringsstelsel van de regenworm en planten zich verder voort in de wormpoep. Verticaal gravende soorten zoals de gewone regenworm of de zwarthoofdige worm, die permanente gangen maken, hebben hierin een waardevolle bijdrage

## 9. Ze helpen koolstof vastleggen in de bodem

Regenwormen absorberen organische stoffen met verschillende C: N-verhoudingen, zetten deze om in een lagere C: N-verhouding en dragen zo uiteindelijk bij tot koolstofvastlegging. Zo helpen ze ook om klimaatverandering te verzachten.



Regenwormen trekken afgevallen bladeren in de bodem en versnellen zo de degradatie van bladpathogenen en plagen zoals appelschurft en bladmineerders.

## Effectieve landbouwpraktijken om regenwormen te bevorderen

### Vermijd intensieve grondbewerking en beperk ploegen tot minimum

- Ploegen en snelroterende machines mogen alleen gebruikt worden als het echt nodig is, omdat ze op bepaalde tijdstippen van het jaar grote schade kunnen aanrichten bij de regenwormen. Verliespercentages van regenwormen na het gebruik van ploegen zijn ongeveer 25 % en kunnen tot 70 % oplopen na het gebruik van roterende machines (zie onderstaande figuren).
- Intensieve bodembewerking moet worden vermeden tijdens de perioden van hoge aardwormactiviteit in maart/april en september/oktober.
- Grondbewerking op droge of koude gronden heeft veel minder negatieve effecten op de regenwormpopulaties, aangezien de meerderheid van de regenwormen zich terugtrekt naar lagere bodemlagen tijdens deze periodes.
- Het gebruik van landploegen en ondiep ploegen vermindert de verdichting van diepere grondlagen.
- Conserveringslandbouw, met inbegrip van verminderde grondbewerking, minimaliseert bodemverstoring, vermindert het risico op bodemverdichting, behoudt de juiste waterinfiltratie, vermindert afspoeling van water en evaporatie, waardoor de opslag van water wordt verbeterd.

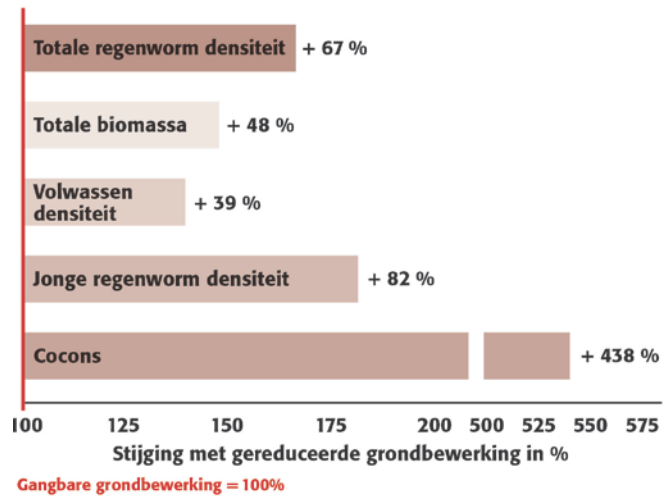
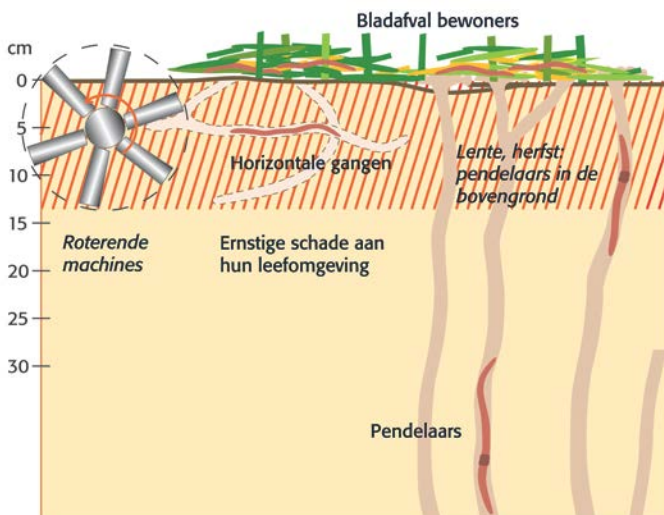


Fig. 3: Impact van beperkte grondbewerking vergeleken met ploegen (gangbare grondbewerking= 100 %) op regenwormen in een biologisch beheerde kleibodem. Relatieve stijging van regenworm populatie dichtheid, biomassa en groeistadia vergeleken met ploegen (Kuntz et al. 2013).

### Impact van meer of minder intense grondbewerking op regenwormen

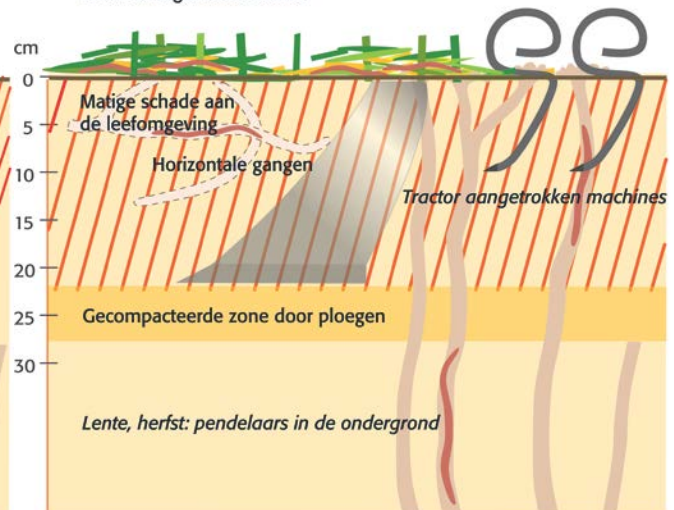
#### Intensieve grondbewerking

Tot 70 % regenworm verlies



#### Medium intensieve grondbewerking

Tot 25% regenworm verlies



Het verlies stijgt naarmate de grond intensiever wordt bewerkt. Het verlies is het hoogst in de lente en de herfst.



## Beperken van gronddruk en bodemverdichting

- Bodemverdichting heeft negatieve effecten op regenwormpopulaties en andere organismen. Hoe zwaarder het materiaal, hoe meer de grond verdicht geraakt.
- Machines moeten aangepast worden om de gronddruk te minimaliseren (bandenspanning, gewicht van machines).
- Om grondverdichting te vermijden, mogen alleen goed gedroogde, goede draagbare gronden worden bewerkt.



*De ecoploeg helpt bodemverdichting in het ploegspoor te vermijden.*



*Combinatie van lichtere groundbewerking en frezen spaart de regenwormen.*

## Diversificatie in vruchtwisseling verrijkt het menu van de regenwormen

- Een gediversifieerde gewasrotatie met meerjarige en diepgewortelde vanggewassen die rijk zijn aan klaver of groenbedekkers, en gediversifieerde gewasresiduen vormen de basis voor een rijk bodemleven en zijn essentieel om de regenwormpopulaties te behouden of te verhogen.
- Voortdurend afdekken van plantenresten of vegetatie op de bodem (vooral in de winter) is zeer gunstig voor regenwormen en andere bodemfauna.
- Meerjarige klaver-grasweiden regenereren regenwormpopulaties aanzienlijk en zijn gunstiger dan éénjarige grasteelt.

## Bemesting in relatie met bodemeigenschappen en plantbehoeften

Zowel het type als de hoeveelheid meststoffen hebben een effect op de regenwormpopulatie.

- Een bodem, waarbij de bemesting is afgestemd op de gewasbehoeften en op een evenwichtige manier is toegepast, is goed voor zowel gewassen als regenwormen.
- Licht rottende gecomposteerde mest bevat meer voedsel voor regenwormen en is dus beter geschikt om regenwormen te bevorderen dan rijpe compost.
- Organische meststoffen mogen alleen ondiep worden ingewerkt. Diep ondergewerkte gewasresiduen zijn nadelig voor regenwormen, omdat anaërobe omstandigheden kunnen optreden.
- Omdat ammoniak in onverwerkte drijfmest zeer schadelijk is, m.n. voor wormen die zich aan de oppervlakte van waterverzadigde bodems bevinden, moet vloeibare mest worden geroerd (en dus belucht) voor toediening.
- Drijfmest zou alleen op goed absorberende gronden en in gematigde hoeveelheden van zo'n 25 m<sup>3</sup>/ha toegepast mogen worden.
- Om een neutrale grond pH (H<sub>2</sub>O) te hebben, zou kalk routinematig toegediend moeten worden op basis van pH-metingen. Bodem-pH (H<sub>2</sub>O) onder 5,5 is schadelijk voor regenwormen.



*Indien verdund en in gematigde hoeveelheden toegepast op het juiste tijdstip, kan drijfmest gunstig zijn voor regenwormen en gewasgroei.*



*Een rijke regenwormfauna helpt verslemping tegen te gaan en verbetert het vasthouden van water en de waterinfiltratie.*



## Schatting van het aantal regenwormen in de bodem

In Centraal-Europa zijn 120-140 regenwormen per vierkante meter een goede populatiedichtheid voor akkerland.

Het aantal wormen kan ongeveer geschat worden via volgende methodes, die iedereen in de praktijk kan toepassen:

- Een spadesteek van 10x10 cm en 25 cm diep vol vruchtbare, medium-zware leemgrond bevat ongeveer 2-3 wormen. Dit komt overeen met 100 tot 200 wormen per vierkante meter.
- Het aantal wormenuitwerpselen is ook een goede indicator voor de wormactiviteit in je bodem.
- Tel het aantal wormuitwerpselen op een 50 X 50 cm oppervlakte tijdens de periode van wormactiviteit (maart tot april, september tot oktober): i) 5 of minder wormenuitwerpselen geeft weinig worm activiteit aan, ii) 10 wormenuitwerpselen geeft gemiddelde wormenactiviteit aan, iii) 20 of meer wormenuitwerpselen geeft een goede wormactiviteit met veel wormen.



Een regenworm komt uit een cocon.

### Leefomgeving bepaalt dichtheid regenworm

De kolonisatie van de leefomgeving door de regenwormen is in de eerste plaats afhankelijk van voedsel -en watervoorziening. Op die manier is er een grote variatie in het aantal regenwormen per vierkante meter:

Weiland met lage input	400–500 regenwormen
Bemeste weide	200–300 regenwormen
Bos met hardhout	150–250 regenwormen
Akkerland met lage input	120–250 regenwormen
Arm grasland	30–40 regenwormen
Opschietend bos	10–15 regenwormen



Enkel volwassen regenwormen met een duidelijke clitellum kunnen goed gedetermineerd worden op soortniveau (vb. *Eisenia foetida*).

### Samenvatting: belangrijkste maatregelen voor de bevordering van regenwormen

De volgende maatregelen zijn een absolute noodzaak voor een goede ontwikkeling van regenwormen in landbouwbodems:

1. Aanwezigheid van voldoende voeding (plantmateriaal) voor regenwormen.
2. Geen pesticiden gebruiken die schadelijk zijn voor regenwormen.
3. Bodemconserverende grondbewerkingen toepassen zoals beperkt of niet-kerend.
4. Bodemverdichting vermijden en maatregelen nemen voor een goede en verluchte bodemstructuur.
5. Bemesting afstemmen op het perceel en gewas, met een evenwichtig humusbeheer tijdens de vruchtwisseling.

**Een rijke regenwormfauna is de sleutel voor een vruchtbare en gezonde bodem, en bevordert essentiële ecosysteemfuncties van de bodem.**



## Literatuurselectie over de impact van bodemmanagement op regenwormen

- Blouin, M., Hodson, M.E., Delgado, E.A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K.R., Dai, J., Dendooven, L., Peres, G., Tondoh, J.E., Cluzeau, D., Brun, J.-J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* 64: 161–182.
- Bouché, M.B. (1972). *Lombriciens de France: écologie et systématique*. INRA, Paris.
- Curry J.P., Schmidt O. (2007). The feeding ecology of earthworms – A review. *Pedobiologia* 50: 463–477.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. 3<sup>rd</sup> ed. Chapman & Hall, London. 426 pp.
- Kuntz, M., Berner, A., Gattinger, A., Mäder, P., Pfiffner, L. (2013). Influence of reduced tillage on earthworm and microbial communities under organic arable farming. *Pedobiologia* 56: 251–260.
- Lee, K. E. (1985). *Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use*. Academic Press, Sydney, 411 pp.
- Peigné, J., Vian, J. F., Cannavacciuolo, M., Lefevre, V., Gautronneau, Y., & Boizard, H. (2013). Assessment of soil structure in the transition layer between topsoil and subsoil using the profil cultural method. *Soil and Tillage Research*, 127, 13–25.
- Peigné, J., Cannavacciuolo, M., Gautronneau, Y., Aveline, A., Giteau, J. L., & Cluzeau, D. (2009). Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 104(2), 207–214.
- Pelosi, C., Barot, S., Capowiez, Y., Hedde, M., Vandenbulcke F. (2013). Pesticides and earthworms. A review. *Agronomy for Sustainable Development* DOI 10.1007/s13593-013-0151-z.
- Pfiffner, L. & Luka, H. (2007). Earthworm populations in two low-input cereal farming systems. *Applied Soil Ecology* 37: 184–191.
- Pfiffner, L. & Mäder, P. (1997). Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture and Horticulture* 15: 3–10.

## Colofon

### Oorspronkelijke publicatie:

Research Institute of Organic Agriculture FiBL,  
Ackerstrasse 113, P.O. Box 219, CH-5070 Frick,  
Switzerland,  
Tel. +41 (0)62 865 72 72, Fax +41 (0)62 865 72 73  
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

BioForum Vlaanderen vzw  
Regine Beerplein 1, Bus E305  
2018 Antwerpen

### Auteur:

Lukas Pfiffner, Agricultural Ecologist, FiBL

### Onderzoek:

Josephine Peigné (ISARA, Lyon), Paul Mäder (FiBL) en  
Julia Cooper (Newcastle University, UK)

### Redactie:

Gilles Weidmann (FiBL)

### Foto credits

Thomas Alföldi, FiBL: eerste pagina, p. 4 (2, 3), 7 (1-3);  
M. Biondo: p. 2; Otto Ehrmann, D-Creglingen: p. 5;  
Andreas Fliessbach, FiBL: p. 7 (4, 5); Lukas Pfiffner, FiBL:  
p. 3 (1, 2, 3), 4(1), 8 (2); Fritz Häni: p. 8 (1)

FiBL Nr: 1044

ISBN PDF: 978-3-03736-055-2

© FiBL & BioForum Vlaanderen vzw

Deze gids is samengesteld met financiële steun van het project "Reduced crops and green manures for sustainable organic crop systems" (TILMAN-ORG) en werd door BioForum Vlaanderen vertaald naar het Nederlands met de steun van Ok-Net Arable Project.

Het HOR2020 Thematische Netwerk Ok-Net Arable is gefinancierd met de steun van de Europese Unie en heeft als doel: kennisuitwisseling over biologische akkerbouw te bevorderen samen met landbouwers, adviseurs en onderzoeker om zo de productiviteit en de kwaliteit van biologische akkerbouwproductie in Europa te verbeteren. Meer info via; <http://www.ok-net-arable.eu/>

