

Regnorme – Den frugtbare jords arkitekter

Deres betydning og anbefalinger for deres fremme i landbruget

Oversigt

I dag ved man meget om regnormes taksonomi og biologi, mens man ved relativt lidt om deres påvirkning af jorden, deres interaktioner med andre jordorganismer og landbrugsmetodernes indflydelse på deres populationer.

Denne vejledning indeholder en kort oversigt over regnormenes biologi, miljø og deres mange tjenesteydelser til landmændene. Der gives anbefalinger til fremme af populationen for disse ekstraordinære skabninger i landbrugsjorden.



Undervurderede arbejdere

I det 19. århundrede blev regnorme betragtet som skadedyr i jorden. Selvom dette synspunkt har ændret sig, får regnorme ikke meget opmærksomhed i landbruget. Det er meget få landmænd, som gør en aktiv indsats for dem. Tungere maskiner, intensiv dyrkning og omfattende brug af pesticider har mange steder udryddet regnorme i markerne. I kontrast til dette scenarie kan man finde 1-3 millioner regnorme i én hektar sund græsmark.

Antallet og diversiteten af regnorme i en mark anses som et vigtigt kriterium for jordens frugtbarhed, idet regnorme på mange måder bidrager til en sund og biologisk aktiv jord og en bedre tilpasning af landbrugssystemer til klimaforandringer. De leverer således vigtige, jordmæssige funktioner, der er gavnlige for økosystemet. Som følge af deres mange tjenesteydelser, som øger bæredygtigheden i landbrugets økosystemer, bør regnormene få større opmærksomhed i bæredygtige landbrugsproduktion.

Udbredelse og biologi

Bortset fra i polaregne og ørkener finder man regnorme i de fleste jorde. Selvom der kendes til mere end 3.000 arter på verdensplan, findes kun 400 arter i Europa og kun 40 arter i Centraleuropa. I dyrket jord kan man normalt kun finde 4-11 arter.

Regnorme foretrækker mellemtung lerjord til lerblandet sandjord. Tung lerjord og tør sandjord er ikke gunstig for deres udvikling. I sur tørvejord finder man kun specialiserede arter, som har tilpasset sig dette "fjendtlige" miljø.

Regnorme er hermafroditte og vokser langsomt, bortset fra de overfladelevende (epigæiske) arter. Der dannes kun én generation om året med maksimalt 8 til 12 kokoner (æg). Regnorme lever 2-8 år afhængigt af arten. Kønsmodne orme kan kendes på deres "kønsbælte" (clitellum) rundt om kroppen.

Den største graveaktivitet og forplantning finder sted i marts og april samt i september og oktober (tempereret klima). Når det er meget tørt og varmt, går mange regnorme i sommerdvale og trækker sig tilbage til dybere jordlag.

I den kolde vinter trækker ormene sig ned i frostfri dele af deres gange, og deres stofskifte reduceres til et minimum. På frostfrie vinterdage bliver de aktive igen. Regnorme kan migrere til agerjord fra uforstyrrede kantområder, som f.eks. markkanter. Stor regnorm (*Lumbricus terrestris*) kan migrere helt op til 20 meter om året.



En *Nicodrilus* sp. ruller sig op for at overleve kolde, varme eller tørre perioder samt under perioder med dvale.

Ernæring

Regnorme lever primært af døde plantedele. Om natten græsser de på algelag, der har vokset på jordoverfladen i løbet af dagen, og trækker døde plantedele ned i deres gange til "fordøjelse" af jordmikroorganismer i 2-4 uger. Regnorme har ingen tænder og kan derfor ikke leve af rødder. Regnorme kræver en rig fødeforsyning for at kunne trives.

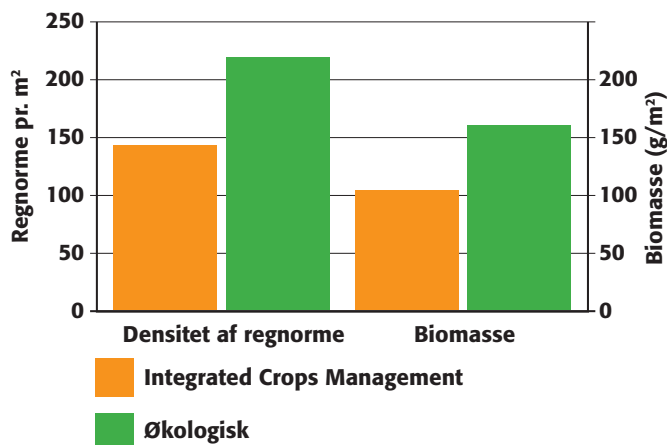
Regnormenes populationer påvirkes af almindelig landbrugspraksis

Brug af pesticider påvirker regnormene på tre måder: i) De kan påvirke deres genudtryk og fysiologi (intraindividuel niveau), ii) ændre karaktertrækkene for deres livshistorie, populationstæthed og adfærd (individuel og på populationsniveau) eller iii) ændre biomassen og tætheden af regnormenes populationer (fællesskabsplan). Pesticider kan forstyrre enzymprocesser, øge den individuelle dødelighed, reducere befrugtningsevnen og væksten eller ændre den individuelle adfærd, som f.eks. fødeindtagelsesrate, og reducere den overordnede populationsbiomasse og -tæthed.

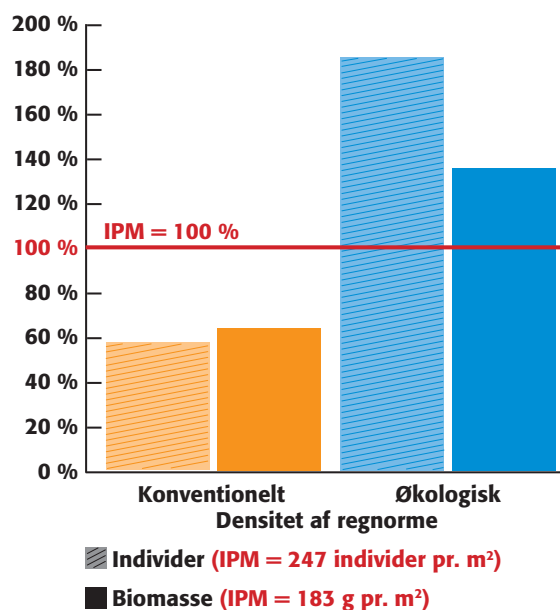
Dybtrævende (anektiske) regnorme, som f.eks. *L. terrestris*, er de mest følsomme over for anvendelse af pesticider på jordoverfladen. Eftersom *L. terrestris* danner permanente gange, kommer den ikke i kontakt med jorden lige under overfladen i sine gange. I modsætning hertil er jordlevende (endogæiske) arter, som f.eks. *A. caliginosa*, som løbende udvider deres gange, mens de får deres føde fra jorden under overfladen. De er mere udsatte, når giftige pesticider indarbejdes i jorden.

De fleste ukrudtsmidler skader sandsynligvis ikke regnormene direkte. Hvis ukrudtsmidlerne anvendes med den anbefalede hyppighed, udgør de tilsyneladende lav toksicitet for regnormene. Men de kan reducere populationer af regnorme ved at reducere tilgængeligheden af organisk materiale i form af ukrudt på jordoverfladen.

Visse uorganiske gødningsstoffer, især ammoniumsulfat, kan være skadelige for regnormepopulationer på grund af en forsurende virkning.






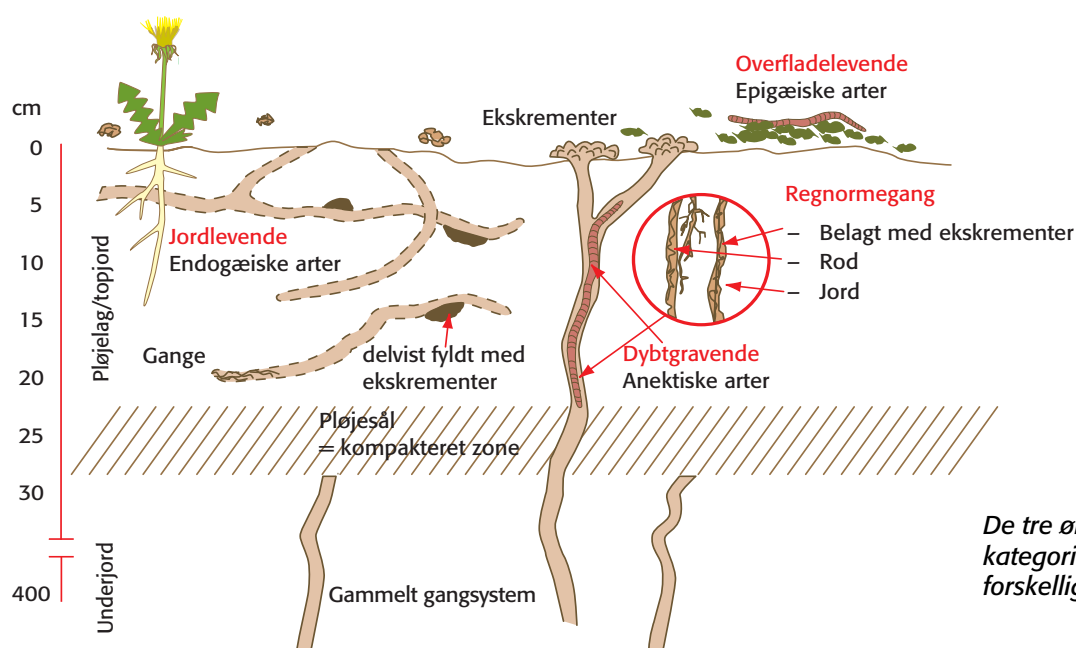
Figur 1: Væsentlig påvirkning fra markafgrødesystemer på regnormes densitet og biomasse i kornmarker. (Piffner & Luka 2007).



Figur 2: Påvirkning af gødsning og pesticider i forskellige landbrugssystemer på antallet og biomassen af regnorme (gennemsnit over tre år) i et langvarigt forsøg (DOK forsøg). Konventionelt = udelukkende mineralsk gødsning og integreret skadedyrsbekæmpelse (IPM). IPM = blandet mineralsk og organisk gødsning samt IPM. Økologisk = kun brug af frisk husdyrgødning og ingen brug af kemiske pesticider. (Piffner & Mäder 1997).

Tre økofysiologiske kategorier af regnorme i tempererede økosystemer

Grupper	Overfladelevende	Jordlevende	Dybtgravende
	Epigæiske arter, lever i løvlaget oven på jorden	Endogæiske, jordædende arter, laver vandrette gange i jorden	Anektiske arter, laver dybe gange lodret ned i jorden
Fotos			
Eksempler	<ul style="list-style-type: none"> Brandorm (<i>Eisenia fetida</i>) Skovregnorm (<i>Lumbricus rubellus</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Mælket orm (<i>Octolasion lacteum</i>) Almindelig gråblå regnorm (<i>Allolobophora caliginosa</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Stor regnorm (<i>Lumbricus terrestris</i>) Langorm (<i>Allolobophora longa</i>)
Farve	Normalt rødbrun	Lys, pigmentløs	Rødbrun, hovedet mørkere
Levested	<ul style="list-style-type: none"> I løvlag, især på græsmarker, i skove og kompost Findes sjældent i dyrket jord pga. manglende løvlag 	<ul style="list-style-type: none"> Øverste jordlag (5-40 cm), mineraljord med højt humusindhold Overvejende vandrette, ustabile gange Yngre orme findes oftest i de øverste lag mellem rødderne 	<ul style="list-style-type: none"> Alle jordlag, 3-4 m dybde Tilbringer hele livet i lodrette, stabile gangsystemer (Ø 8-11 mm) Vigtige i landbrugsjord
Størrelse	Små, normalt 2-6 cm lange	Fra små og op til 18 cm lange	Generelt store, 15-45 cm lange
Fødeoptagelsesadfærd	Lever af små plantedele på jordoverfladen	Lever af plantedele i det øverste jordlag	Trækker store plantedele ned i deres gange
Forplantning	<ul style="list-style-type: none"> Kraftig 100 kokoner pr. år 	<ul style="list-style-type: none"> Begrænset 8-12 kokoner pr. år 	<ul style="list-style-type: none"> Begrænset 8-12 kokoner pr. år
Levetid	Kort, 1-2 år	Mellem, 3-5 år	Lang, 4-8 år
Følsomhed over for lys	Lille	Stor	Moderat



Hvordan er regnorme gavnlige for jordens frugtbarhed?

Regnorme deponerer årligt op til 10 kg værdifuld ormegødning pr. kvadratmeter i jorden og på overfladen. Dette svarer til 0,5 cm af jordlaget på markerne og op til 1,5 cm på engarealer. Men ud over det har regnorme mange andre funktioner i jorden.



Regnormenes gange er belagte med ormeekskremitter, brune spor af humus og hvide pletter af krystalliserede næringsstoffer, som giver fremragende vækstbetingelser for planterødder.

1. Regnorme ilter jorden

Regnormenes gange sørger for, at jorden luftes godt, og øger antallet af makroporer.

2. Regnorme forbedrer vandinfiltrationen i jorden og reducerer overfladeafstrømningen

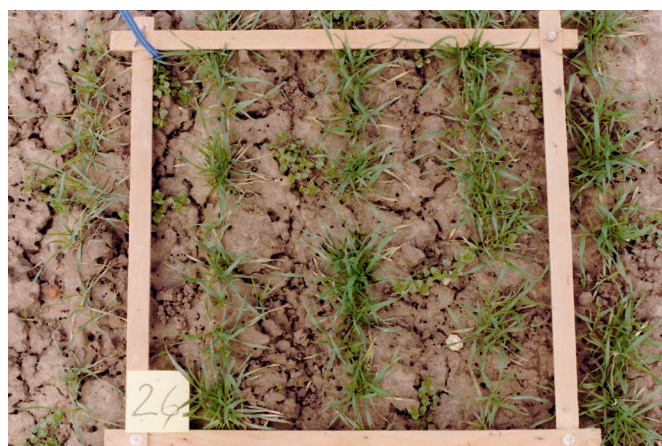
Især de stabile gange hos de dybtgravende (anektiske) orme forbedrer vandinfiltration, vandholdighed og dræning af jorden væsentligt. Derved reduceres afstrømning og erosion. Man kan finde op til 150 gange, svarende til 900 meter gange pr. kvadratmeter og dybdemeter, i ikke-pløjet jord. De lodrette gange, der er stabiliseret af slim, kan blive op til 3 meter dybe i løsjord og helt op til 6 meter dybe i sortjord. På grund af deres kraftige muskler er de dybtgravende orme i stand til at gennembore let kompakteret jord og forbedrer dermed dræningen.

3. Regnorme nedbryder dødt plantemateriale

I marker kan regnorme årligt indarbejde op til 6 tons dødt organisk materiale i jorden pr. hektar. I skove nedbryder regnorme op til 9 tons løv pr. ha.

4. Regnorme koncentrerer plantenæringsstoffer

Regnorme danner årligt 40-100 tons ekskrementer pr. ha. Regnormenes ekskrementer danner stabile jord-aggregater, som aflejres på jordoverfladen. Organiske og uorganiske dele blandes i ormeekskremitterne, og næringsstofferne er både tilgængelige og berigede. Ekskrementerne indeholder i gennemsnit 5 gange så meget kvælstof, 7 gange så meget fosfor og 11 gange så meget kalium som den omgivende jord.



Denne jord har mange ormeekskremitter på overfladen, hvilket er et tegn på høj aktivitet af regnorme. Den bliver knapt nok mudret, selv efter kraftig regn. Billedet er fra en økologisk mark fra de langvarige forsøg (DOK forsøg) i Therwil, Schweiz.



Der mangler ormeekskremitter i denne jord, hvilket er et tegn på lille regnormeaktivitet. Under kraftig regn har jordoverfladen tendens til at slemme til. Billedet er fra en konventionel mark fra de langvarige forsøg (DOK forsøg) i Therwil, Schweiz.

5. Regnorme forynger jorden

Regnorme transporterer jordmateriale og næringsstoffer fra underjorden til jordoverfladen og vedligeholder derved jordens levedygtighed.

6. Regnorme fremmer biologisk kontrol

Regnorme fremmer dyrkningen og udbredelsen af gavnlige jordbakterier og -svampe i deres gange og ekskrementer. Ved at trække nedfaldne blade ned i jorden sker en biologisk nedbrydning af bladpatogener og skadedyr (vinterafarter af svampepatogener, som f.eks. æbleskurv, og insekter, som f.eks. bladmine). Arter med dvalefase (sporer) kan imidlertid modstå regnormenes fordøjelsessystem og udskilles med ekskrementerne.

7. Regnorme fremmer rodvækst

Over 90 % af gangene synes at være koloniseret af rødder. Rødder kan således trænge ned i de dybere jordlag uden at møde modstand og finde næringsrige regnormeekskrementer, vand og luft.



Gange, der dannes af dybtgravende regnorme, gør det nemmere for rødder at trænge dybere ned i jorden.

8. Regnorme fremmer jordstruktur og jordstabilitet

Via intensiv blanding af organisk materiale med uorganiske jordpartikler og mikroorganismer og via udskillelse af slim danner regnorme stabile jordaggregater, som bidrager til en god jordstruktur. Jord med høj aktivitet af regnorme har mindre tendens til at blive

mudret og kan nemmere bearbejdes end jord med lav aktivitet af regnorme. Desuden bevares næringsstoffer og vand mere effektivt i jorden. En stor produktion af ormeekskrementer gør tung jord løsere og sandet jord mere sammenhængende.



Ormenes ekskrementer danner stabile jordaggregater og er rige på næringsstoffer. Regnorme kan årligt danne 40 til 100 tons ekskrementer pr. hektar.

Regnorme hjælper med at kontrollere jordbårne skadedyr

Nyere undersøgelser viser, at regnorme fremmer væksten og udbredelsen af nyttige organismer i jorden. Regnorme fordeler insektdræbende nematoder (*Steinernema sp.*) og svampe (*Beauveria bassiana*) i jorden og bidrager således til en bedre naturlig regulering af jordbårne skadedyr. Svampesporer overlever passagen igennem regnormens tarmsystem og formerer sig senere i regnormens ekskrementer. Arter, der laver lodrette gange, som f.eks. Stor regnorm eller Langorm, der konstruerer permanente gangsystemer, gør et stort nyttearbejde i den henseende.

9. Regnorme og kulstofbinding

Regnorme fordøjer organiske rester med forskelligt C:N-forhold og omdanner dem til et lavere C:N-forhold. Det bidrager i sidste ende til kulstofbinding. De hjælper således med at begrænse klimaændringerne.

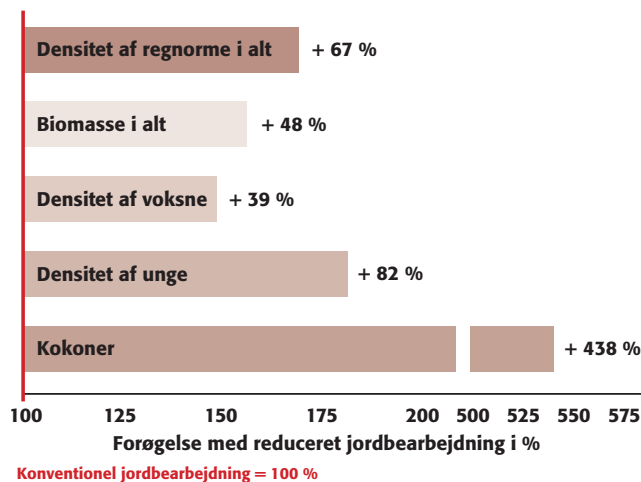


Regnorme trækker nedfaldne blade ned i jorden og øger nedbrydningshastigheden af bladpatogener og skadedyr, som f.eks. æbleskurv og bladmine.

Effektiv jordbrugspraksis til forbedring af regnormenes vilkår

Undgå intensiv jordbearbejdning og minimer brug af plov

- Plove og hurtigt roterende redskaber bør kun bruges, hvis det er absolut nødvendigt, da de kan udøve stor skade på regnorme på bestemte tidspunkter af året. Tabsprocenten for regnorme efter pløjning er ca. 25 % og kan være helt op til 70 % efter brug af roterende redskaber (se figurerne nedenfor).
- Intensiv jordbearbejdning bør undgås i perioder med høj regnormeaktivitet (marts/april, sept/okt).
- Jordbearbejdning af tør eller kold jord påvirker regnormepopulationerne meget mindre, da de fleste regnorme har trukket sig ned i lavere jordlag i disse perioder.
- Brug af "on-land" plov (se side 7) og overfladisk pløjning reducerer kompaktion af de dybere jordlag.
- Reduceret jordbearbejdning minimerer forstyrrelsen af jorden og nedsætter risikoen for jordkompaktion, bevarer en god vandinfiltration og reducerer afstrømning og fordampning, hvilket forbedrer jordens evne til at tilbageholde vand.

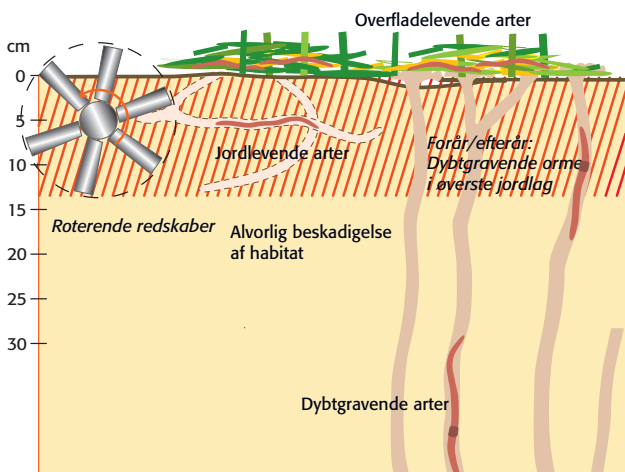


Figur 3: Påvirkning fra reduceret jordbearbejdning sammenlignet med pløjning (konventionel dyrkning = 100 %) på regnorme i økologisk drevet lerjord. Relativ forøgelse af populationstæthed af regnorme, biomasse og væksttrin sammenlignet med pløjning (Kuntz et al. 2013).

Forskellige jordbearbejdningsintensiteters påvirkning på regnorme

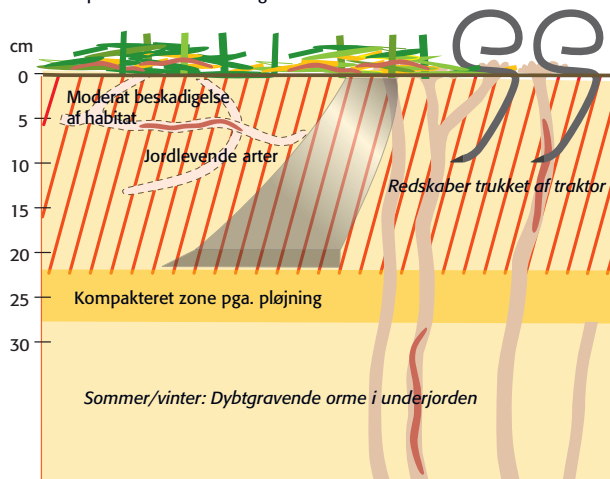
Intensiv jordbearbejdning

Op til ca. 70 % tab af regnorme



Mellemintensiv jordbearbejdning

Op til ca. 25 % tab af regnorme



Jo mere intensivt jorden bearbejdes, jo større er tabene. Tabene er størst om foråret og om efteråret

Minimering af jordtryk og jordkompaktion

- › Kompaktion af jorden har negativ effekt på populationen af regnorme og andre organismer. Jo tungere udstyret er, jo større er kompaktionen af jorden. Maskinerne bør tilpasses, så jordtrykket holdes på et minimum (dæktryk, vægt af maskiner).
- › For at undgå jordkompaktion bør man kun dyrke veltørrede jorder med god bæreevne.



On-land ploven hjælper med at undgå jordkompaktion i pløjesålen.



Lettere jordbearbejnings- og såningskombinationer skåner regnorme.

Vekslende sædskifte beriger regnormenes menu

- › Et vekslende sædskifte med holdbare efterafgrøder med dybt rodfæste, der er rige på kløver eller planter til grøngødning og diversificerede planterester, er grundlaget for et rigt jordliv og er samtidig vigtig for bevarelsen/forøgelsen af regnormepopulationer.
- › Et vedvarende dække af planterester eller vegetation på jorden (især over vinteren) er meget gavnlige for regnorme og anden fauna i jorden.
- › Flerårige kløvergræsmarker regenererer regnormepopulationer og er mere gavnlige end enårige græsudlæg.

Gødsning i forhold til jordegenskaber og plantebehov

Typen og mængden af gødning, der anvendes, påvirker regnormepopulationerne.

- › En jord, der gødskes efter afgrødens behov og på en velbalanceret måde, er god for både afgrøder og regnorme.
- › En let forrådnede, komposteret gødning indeholder mere føde for regnormene og er derfor bedre egnet til regnorme end færdigkomposterede gødningmidler.
- › Organisk gødning bør kun indarbejdes overfladisk i jorden. Dybt begravede afgrøderester er skadelige for regnormene, da der kan opstå anaerobe forhold.
- › Eftersom ammoniak i ubehandlet, flydende gødning er meget skadelig for regnorme, især dem, der lever nær overfladen i vandmættet jord, bør flydende gødning omrøres (og derved iltet) og fortyndes før anvendelse.
- › Flydende gødning bør kun anvendes i absorberende jord og i moderate mængder på ca. 25 m³ pr. ha.
- › For at sikre en neutral pH i jorden bør der regelmæssigt tilføres kalk på baggrund af pH-målinger. pH under 5,5 er skadeligt for regnorme.



Når flydende gødning fortyndes og anvendes i moderate mængder og på det rette tidspunkt, er det gavnlige for regnormene og afgrødevæksten.



En rig regnormefauna hjælper med at reducere tilslemning og forbedrer jordens vandfiltrationsevne samt evnen til at tilbageholde vand.

Estimering af antallet af regnorme i jorden

I Centraleuropa er 120-140 regnorme pr. m² en god populationstæthed for dyrket agerjord.

Det omtrentlige antal orme kan estimeres ved hjælp af følgende metoder, som nemt kan anvendes i praksis:

- En 10 x 10 cm og 25 cm dyb spadefuld frugtbar, mellemtung lerjord indeholder gennemsnitligt 2 til 3 orme. Denne mængde svarer til 100-200 orme pr. kvadratmeter.
- Antallet af ormegange er også en god indikator for ormeaktiviteten i jorden.
- Når man tæller antallet af ormeekskremer i et område på 50 x 50 cm under perioder med regnormeaktivitet (marts til april og september til oktober), vil i) 5 eller færre ekskremer angive lille ormeaktivitet, ii) 10 ekskremer angive moderat ormeaktivitet, og iii) 20 eller flere ekskremer angive god ormeaktivitet med et stort indhold af orme i jorden.



Kun modne regnorme med "kønsbælte" kan tydeligt artsbestemmes (f.eks. *Eisenia foetida*).



En regnorm kommer ud af en kokon

Resumé: Vigtige tiltag til fremme af regnormebestanden

Følgende tiltag er forudsætninger for opblomstring af regnorme i landbrugsjord:

1. Tilførsel af tilstrækkelig føde (plantemateriale) til regnorme
2. Undgå brug af pesticider, der er skadelige for regnorme
3. Anvendelse af jordbevarende metoder, som f.eks. reduceret jordbearbejdning eller ingen jordbearbejdning
4. Undgåelse af jordpakning og fremme af velstruktureret og iltet jord
5. Passende gødning i forhold til sted og afgrøde, balanceret håndtering af humus isædskiftet

En rig regnormefauna er nøglen til bevarelse og beskyttelse af en sund jord og til fremme af mange vigtige økosystemsfunktioner i jorden.

Levestedet påvirker densiteten af regnorme

Koloniseringen af et regnorme-habitat afhænger af føde- og vandforsyningen. Der er således stor variation i antallet af regnorme pr. kvadratmeter:

Græsareal med lavt input	400-500 regnorme
Gødet engareal	200-300 regnorme
Løvskov	150-250 regnorme
Dyrket mark med lavt input	120-250 regnorme
Dårligt græsareal	30-40 regnorme
Granskov	10-15 regnorme

Udvalgt litteratur om jordbearbejdningens påvirkning på regnorme

- 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 earth-worms – A review. *Pedobiologia* 50: 463–477.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd 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. *Pedo-biologia* 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., Cannavaciulo, 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.

Tryk

Udgivet og distribueret af:

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

og

SEGES ØkologiInnovation
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15, DK 8200 Aarhus N., Denmark
info@seges.dk, www.seges.dk

Forfatter

Lukas Pfiffner, Agricultural Ecologist, FiBL

Korrektur

Josephine Peigné, ISARA, Lyon, Paul Mäder, FiBL, og Julia Cooper, Newcastle University, UK

Redigering

Gilles Weidmann, FiBL

Billeder

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

Dansk oversættelse

Casper Laursen, SEGES ØkologiInnovation, 2017

© FiBL og SEGES

Denne vejledning blev udarbejdet i projektet: Organic Knowledge Network Arable (OK-NetArable). Projektet er finansieret gennem EUs Horizon 2020 forsknings og innovationsprogram under tilkudsaf-tale nr. 652654. Denne vejledningen afspejler kun forfatterens egen opfattelse. Forskningsorganet er således ikke ansvarlig for den videre brug, der måtte blive gjort af oplysningerne i vejledningen

