

DE BODEMFAUNA IN ONZE BOSSEN (1)

door

J. VAN DER DRIFT

(Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de Natuur, Oosterbeek)

(vervolg)

Levensverrichtingen van de bodemfauna.

Hielden we ons tot nu toe bezig met de quantitative analyse van de bodemfauna, nu zullen we de verrichtingen van de fauna in de bodem nagaan.

Deze kunnen onderscheiden worden in processen die bepalend zijn voor de levenscyclus van de soort: ontwikkeling en groei van het individu, die meestal via rustfasen en eventueel een metamorphose tot geslachtsrijpheid voert, waarbij het dier zich voortplant en na kortere of langere tijd sterft. De aard van deze levenscyclus bepaalt de plaats van de soort in de levensgemeenschap in quantitatief opzicht.

Hiernaast kunnen onderscheiden worden de processen die samenhangen met de stofwisseling van het individu: beweging, voeding, ademhaling en excretie, processen die de plaats van de soort in de levensgemeenschap in kwalitatief opzicht bepalen.

De levenscyclus is bij elke diersoort anders, zowel wat betreft de aparte fasen die doorlopen worden als wat betreft de tijdsduur van elke fase en van de cyclus in zijn geheel.

Dit laatste, de levensduur van de soort en ook de voortplantingscapaciteit zijn de factoren die beslissend zijn voor de plaats die een soort in quantitatief opzicht in de levensgemeenschap inneemt. Een soort met een snelle ontwikkeling en een grote voortplantingscapaciteit zal bij constant gunstige uitwendige omstandigheden een massale ontwikkeling vertonen die tenslotte alleen door beëindiging van deze gunstige omstandigheden tot staan gebracht kan worden (klimatologisch, biologisch, overbevolking). Springstaarten kunnen hier als voorbeeld gelden.

Onder gunstige omstandigheden is bij *Hypogastrura manubrialis* een levensduur van 5—10 maanden vastgesteld, terwijl de ontwikkelingsduur tot geslachtsrijpheid 5—7 weken duurt. De wijfjes leggen de eieren in hoopjes van 12—35 stuks en gaan hier gedurende hun hele leven mee voort. Ripper). De grote predatie waaraan deze weinig beschermde dieren onderhevig zijn zal de oorzaak zijn van het slechts zelden tot massale ontwikkeling komen van deze dieren in natuurlijke omstandigheden. In het huishouden van de samenleving nemen deze soorten een bijzondere plaats in. De in het lichaam vastgelegde bouwstoffen worden veel sneller in de kringloop teruggegeven dan bij soorten waarbij de ontwikkeling langzaam plaats heeft. Hierbij spelen naast necrophage soorten vooral micro-organismen een belangrijke rol, die niet alleen de

(1) Voordracht gehouden op de 19e Wetenschappelijke Cursus van de Nederlandsche Boschbouw Vereeniging te Wageningen op 15 October 1948.

eiwitten maar ook de moeilijk aantastbare chitine afbreken (bacteriën, phycomyceten, actinomyceten).

Ook soorten met een langzame ontwikkeling maar met een grote voortplantingscapaciteit kunnen in bijzondere omstandigheden aanleiding geven tot massale ontwikkeling, zoals b.v. is vastgesteld bij verschillende miljoenpootsoorten. Het gaat hier echter meest om soorten, die niet in bossen voorkomen. Mogelijk is de biologische rem in bossen waarin deze dieren zich behoorlijk kunnen ontwikkelen te sterk om hen hier tot een massale vermeerdering te laten komen.

Anders is het gesteld met geophiele soorten als b.v. vliegenlarven waarvan wel soms massale ontwikkeling in onze bossen kan worden vastgesteld. (*Lycoria sociata*, *Bibio hortulans*). Dit zijn soorten waarvan de larven in sociaal verband leven en zo waarschijnlijk minder risico lopen als prooi aan andere bodemfauna-elementen ten offer te vallen. Het betreft hier echter steeds een of twee opeenvolgende generaties waarvan de oorzaak der talrijkheid te zoeken is in gunstige omstandigheden voor de imagines en de enorme eiproductie van de betrokken soorten. De populatievermeerdering wordt hier in het imaginale stadium veroorzaakt en weer afgebroken.

Beweging, voeding, ademhaling en excretie zijn functies waardoor de bodemfauna in zeer belangrijke mate zijn milieu beïnvloedt.

De dichtheid waarin de verschillende soorten voor kunnen komen en het soms relatief zeer aanzienlijke bewegingsvermogen maken het duidelijk dat het in het schijnbaar zo doodse bodemdek een voortdurend bewegen van dieren van de meest uiteenlopende grootten is. Een eenvoudige berekening leert ons dat in de strooisellaag van het reeds genoemde beukenbos de wormen b.v. een woonruimte ter beschikking staat die $7000 \times$ zo groot is als hun eigen lichaamsvolume. In bossen met een snellere strooiselomzetting is dit verhoudingsgetal nog aanzienlijk kleiner. Bedenken we daarbij dat deze ruimte nog gedeeld wordt met talrijke andere soorten dan is het ons duidelijk dat de gezonde bosbodem een van de meest dichtbevolkte milieus is die er bestaan en dat de bewegingen van deze dieren een onmiskenbare invloed moeten hebben op de structuur van het bodemdek. Aëratie en vochtthuishouding worden er ten gunstigste door beïnvloed.

Nog een zeer belangrijk effect van de dierlijke bewegingen in bossen waar de fauna ook het minerale substraat bewoont is de menging van organisch en anorganisch materiaal. Vooral wormen, die actief strooisel-delen in de grond trekken en daardoor de aantasting ervan door micro-organismen sterk bevorderen, zijn voor de strooiselvertering van zeer groot belang. Ook door afzetting van excrementen in de gangen en het boven de grond brengen van z.g.n. wormhoopjes door enkele soorten, wordt de menging van organisch en anorganisch materiaal door wormen wel in de grootste mate bewerkstelligd.

Ook andere soorten verrichten in dit opzicht een meer of minder belangrijke taak; enchytraeën, miljoenpoten, mestkevers, doodgravers, mieren en tenslotte muizen en mollen.

In bossen waarin de fauna zich practisch alleen in de organische lagen ophoudt, bossen met een langzame strooiselomzetting, blijft het voordeel van de bewegingen der dieren beperkt tot aëratie van het organisch

bodemdek. Een doordringen van de fauna in het minerale substraat heeft hier slechts in zeer ondergeschikte mate plaats zodat in deze bossen ook practisch geen menging van organische en anorganische bestanddelen plaats heeft.

De ademhaling van de bosbodem wordt bepaald door zijn aeratie: de mate waarin zuurstof in de bodem kan doordringen is hier geheel van afhankelijk. Is er een voldoende zuurstofverversing in de bodem mogelijk dan zullen plantenwortels, micro-organismen, schimmels en fauna door een sterke stofwisseling koolzuur produceren dat van zo groot belang is voor de koolzuurassimilatie van de groene planten. De mate waarin de verschillende groepen van organismen tot deze koolzuur bijdragen is moeilijk na te gaan. Dat de fauna hierin een behoorlijk aandeel heeft is uit de aantallen waarin ze voorkomen zeer waarschijnlijk.

Door voeding en excretie is de bodemfauna in staat een zeer belangrijke invloed op zijn levensmilieu uit te oefenen. Dat de saprophage voedingswijze hierbij van het grootste belang is ligt voor de hand. Door de aard van het milieu is saprophagie de grondslag waarop de voedselketens van de dierlijke levensgemeenschap in het strooisel, gebaseerd zijn. Een groot deel van de bodemfauna voedt zich dan ook geheel of gedeeltelijk saprophaag. En het is dit aspect dat ons in verband met de strooiselomzetting zowel in kwalitatief als in kwantitatief opzicht het meest interesseert.

Quantitatieve berekeningen van de strooiselomzetting door de bodemfauna zijn op verschillende wijzen uitgevoerd.

Soudék, een Tsjechisch onderzoeker, mat hiertoe de voedselresten in het darmkanaal van enkele bodemdieren en nam aan, dat deze hoeveelheid $2 \times$ per dag het darmkanaal passeerde.

Het hypothetische karakter van zijn veronderstellingen geeft aan zijn eindschatting slechts zeer betrekkelijke waarde: het strooisel in een \pm 60-jarig sparrenbos zou in twintig jaar door de voorhänden fauna zijn omzetz.

Ulrich, die in Duitsland een kwantitatief onderzoek instelde naar de strooiselfauna in beuken- en sparrenbos baseerde zijn berekeningen op theoretische beschouwingen van Pütter en kwam tot het verrassend resultaat dat de aanwezige fauna in resp. $1\frac{3}{4}$ en $3\frac{1}{3}$ jaar de gehele strooisellaag zou omzetten. Dat de fauna op deze wijze in enkele jaren tijds zijn woonmilieu zo grondig zou wijzigen is niet in overeenstemming met de ervaring en lijkt op een zeer grove overschatting van de invloed van de fauna.

Bornebusch, die in Denemarken een uitstekend onderzoek verrichtte naar bodemfauna in bossen legde aan zijn berekeningen waarnemingen naar de ademhaling ten grondslag. Aannemend dat de hoeveelheid opgenomen zuurstof ongeveer gelijk is aan de hoeveelheid organische stof, die bij het verbrandingsproces verteert, komt hij tot de conclusie dat de fauna, afhankelijk van zijn samenstelling en dichtheid een aanzienlijk deel van het jaarlijks vallend strooisel verbrandt. Een bezwaar bij deze onderzoekingen lijkt mij dat de fauna steeds in zijn geheel is beschouwd, terwijl de verschillende voedingswijzen toch zeker een scheiding naar deze noodzakelijk maken.



Fig. 5. 10 emelten gedurende 2 weken gekweekt op eikenstrooisel.

De enige manier waarop wij inzicht kunnen krijgen in de omzettingen die de fauna in het strooisel bewerkstelligt is het kweken in vitro van de soorten onder gecontroleerde omstandigheden en op materiaal van homogene samenstelling, zoals dit door Lindquist bij wormen en slakken en door Franz en Leitenberger bij vliegenlarven, millioenpoten, isopoden en wormen is gedaan. Figuren 5 en 6 geven afbeeldingen van dergelijke kweken van de emelt *Tipula scripta* en de millioenpoot *Glomeris marginata* op eikenstrooisel.

Om kwantitatieve gegevens te verkrijgen is het weer nodig het strooisel-materiaal van een bepaalde verteringsgraad en zo homogeen mogelijk te nemen. Het strooisel wordt eerst in een Tullgren-apparaat uitgezeefd om het van zijn dierlijke organismen te ontdoen. Vervolgens wordt het materiaal zorgvuldig uitgezocht, van eventueel aanwezige excrementen bevrijd en voor het samenstellen van gelijke monsters in kleine stukjes gesneden. Voor de kweken worden nu hoeveelheden van 2—5 gram luchtdroog materiaal afgewogen en in een petrischaal op de gewenste vochtigheid gebracht. Voordat de proefdieren in dit materiaal worden vrijgelaten, verblijven ze enige tijd in een laag schaalteje, waar ze hun

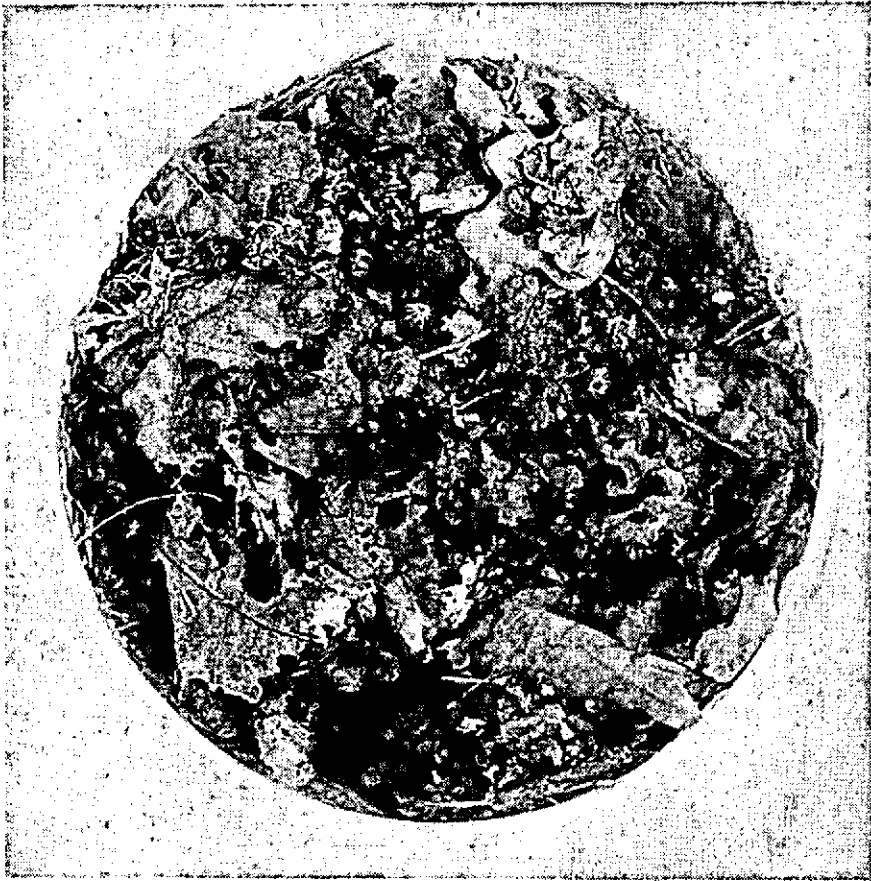


Fig. 6. *Glomeris marginata* op eikenstrooisel.

excrementen kwijtraken. Dan worden de dieren gewogen en gedurende een bepaalde tijd b.v. enkele dagen of weken op het materiaal gekweekt. Na afloop wordt het materiaal gedroogd, de excrementen en voedselresten gescheiden en de luchtdroge gewichten bepaald en vergeleken met het gewicht van contrôlemonsters. Op deze wijze is zowel het verbruikte voedsel als de hoeveelheid geproduceerde excrementen vast te stellen. Door de dieren ook na afloop te wegen is het mogelijk hun gewichtstoename te bepalen.

Behalve het voedselverbruik per dier per dag is ook het voedselverbruik per mg. dier per dag of het strooiselverbruik in percenten van het lichaamsgewicht te berekenen, waardoor verschillende soorten en verschillende grootten van een soort op een vaste basis met elkaar te vergelijken zijn. De onderstaande tabel geeft het verbruik van vers en oud strooisel van verschillende boomsoorten bij een vochtgehalte van 230 % door verschillende saphage soorten. Het verbruik van F_0 -materiaal is duidelijk lager dan dat van F_1 -materiaal. Opvallend is verder het hoger verbruik van Am. eiken- en grove dennen- F_1 in vergelijking tot het ver-

bruik van beuken- en eiken- F_1 . Het F_0 -materiaal van dezelfde soorten wordt echter praktisch niet gegeten.

Dagelijks strooiselverbruik in procenten van het lichaamsgewicht.

F	F_0 : Beuk	Eik	Am. Eik	Grove den	F_1 : Beuk	Eik	Am. Eik	Grove den
<i>Julus scandinavus</i>	8	8	3	3	16	22	31	17
<i>Cylindrojulus silvarum</i>	12	7	1		33	29	40	43
<i>Glomeris marginata</i>						26		
<i>Tipula scripta</i>					42			
<i>Dendrobaena sp.</i>	1				10			

Als in grove dennenbossen deze soorten praktisch ontbreken dan wordt dit dus niet veroorzaakt door het feit dat het strooisel niet door deze soorten gegeten kan worden maar door omstandigheden van andere aard, die we nog niet kunnen aangeven.

Het is bekend dat jonge dieren in verhouding tot hun lichaamsgewicht meer voedsel verbruiken dan oude dieren. Ook dit is door kweekproeven eenvoudig vast te stellen.

Het dagelijks strooiselverbruik van verschillende ontwikkelingsstadia van de millioenpoot *Cylindrojulus silvarum* blijkt uit onderstaand overzicht.

Dagelijks strooiselverbruik van *Cylindrojulus silvarum* op beuken F_1 .

Lengte in mm.	Gew. in mg.	Verbr. in % lich. gew.
7	3.4	51
9	6.9	37
18	25.7	29
25	68.5	9

Duidelijk blijkt het afnemend verbruik in % van het lichaamsgewicht bij toenemend gewicht van het dier. Dit is een omstandigheid waarmee we bij kwantitatieve verbruiksbepalingen ernstig rekening moeten houden.

Uit de gegevens die op deze wijze verkregen worden is het mogelijk een globaal inzicht te krijgen van de mate waarin een bepaalde soort bijdraagt tot de afbraak van het strooisel.

We moeten ons hierbij wel bewust blijven van het benaderend karakter van de gevonden resultaten. Ofschoon het mogelijk is de dieren bij verschillende temperaturen en vochtigheden te kweken geven we ze toch een onnatuurlijk, eenzijdig milieu waarin ze genoeg moeten nemen met het voedsel dat wij ze aanbieden. Ook zijn de omstandigheden in de natuur wat betreft vochtgehalte en temperatuur zo wisselend dat we onze gegevens ook hierom slechts bij benadering op de natuurlijke toestand kunnen overbrengen.

Een globale berekening van het percentage van het jaarlijks vallend

strooisel dat door de miljoenpoot *Cylindrojulus silvarum* gedurende het zomerhalfjaar in het meergenoemde beukenbos wordt omgezet geeft het volgende overzicht :

Lengte in mm	2—4	4—8	8—16	16—32
Aantallen per m ²	15	32	19	15
Verbr./w./d. 18° C. mg	7	15	27	56
Verbr./w./m ² 18° C. mg	105	480	513	840

Totaal verbr./w./m² 18° C. : 1938 mg

Idem 12° C. : $\frac{4}{7} \times 1938 = 1107$ mg

Verbr. p. m² in zomerhalfjaar : $25 \times 1107 = 27.7$ g.

Van 400 g jaarlijks p. m² vallend strooisel is dit

$$\frac{27.7 \times 100}{400} = 7 \%$$

400

Uit de aantallen, waarin de verschillende grootteklassen gemiddeld per m² voorkomen en het wekelijks strooiselverbruik per dier in kweekproeven bij 18° C is het wekelijks strooiselverbruik per m² te berekenen. Blijkens kweekproeven bij verschillende temperaturen moet dit voor het verbruik bij de gemiddelde temperatuur van 12° C met $\frac{4}{7}$ vermenigvuldigd worden.

Van de 400 g vers strooisel, die gemiddeld per m² jaarlijks in het bos vallen is het strooiselverbruik in het zomerhalfjaar c.a. 7 %. De sterke temperatuurswisselingen gedurende de winter maken een quantitative benadering van de omzetting over die periode al te onzeker. Wellicht verhogen zij het verbruik tot c.a. 10 %.

Brengt het onderzoek naar het voedselverbruik van saprophage soorten reeds vaak grote moeilijkheden mee, voor dieren met een andere voedingswijze is het nog veel moeilijker zo niet onmogelijk quantitative gegevens te verkrijgen. Hier zullen we ons meestal moeten vergenoegen met kwalitatieve voedingsgegevens, gesteund door quantitative dichtheidsgegevens, voor een inzicht in de voedselverhoudingen. Deze kwalitatieve gegevens kunnen berusten op directe waarnemingen in de natuur, of in kweekruimten, waarin de dieren zoveel mogelijk natuurlijk hun gang kunnen gaan en op onderzoek van de maaginhoud. Hierbij blijkt meestal voldoende duidelijk op wat voor wijze het betrokken dier zich gevoed heeft. In geval van prooieters kan soms zelfs aan de chitineresten in de maaginhoud de prooidieren nog bepaald worden.

Van bijzonder belang zijn die soorten, die door hun rovende levenswijze een biologische rem kunnen vormen tegen ontstaan van insectenplagen. Verschillende belangrijke plaaginsecten horen gedurende een of meer fasen van hun ontwikkeling tot de bodemfauna b.v. bladwespen en rupsen die zich in de grond verpoppen. Dat verschillende elementen van de bodemfauna als mieren en muizen een zeer belangrijke rol kunnen spelen heeft de ervaring geleerd. De betekenis van de grotere loopkevers in dit opzicht is nog geheel onbekend ten gevolge van hun grotendeels nachtelijke levenswijze. Hun bevolkingsdichtheid van vaak vele honderden exx. per A doet echter vermoeden dat hun rol in quantitatief opzicht te vergelijken zal zijn met die van mieren. In dit verband moeten nog de

sluipwespen genoemd worden waarvan de cocons vaak in aanzienlijke aantallen in de strooisellaag worden aangetroffen. De meeste soorten belagen hun slachtoffers al terwijl zij nog in de vegetatielaag leven, in de bodem brengen zij slechts hun popstadium door.

Een belangrijke vraag is wat er tijdens de darmassage vooral bij de saprophage dieren met het voedsel gebeurt.

Franz en Leitenberger, die de verschillende bodemdieren met pas gevallen strooisel voedden vonden een verschil van soms 50 % tussen de opgenomen organische stof en de organische stof afgescheiden in de excrementen, zodat dus 50 % van het opgenomen organisch voedingsmateriaal bij de stofwisseling verbruikt zou zijn. De hieruit berekende dagelijks verbruikte hoeveelheid organische stof per dier blijkt voor *Glomeris connexa* slechts 1—3 mg.

Bij proeven die wij verrichtten met *Glomeris marginata* op F_1 strooisel bleken deze veel grotere hoeveelheden voedsel op te nemen dan bij de proeven van Franz het geval was. Het verbruik aan droge stof bedroeg slechts 6% van het opgenomen voedsel, de dagelijks verbruikte hoeveelheid per dier echter ook ± 1 mg. Dit opent een interessant aspect van het voedselonderzoek: de voedingswaarde van strooisel van verschillende verteringsgraad. Kweekproeven met *Cylindrojulus silvarum* op vers en oud strooisel leerden ons reeds dat van het eerste veel minder gegeten wordt dan van het tweede, maar ook dat de ontwikkelingssnelheid op F_0 veel geringer is dan op F_1 materiaal en bovendien dat de mortaliteit vooral na enige maanden op F_0 veel groter is dan op F_1 materiaal. Om een kwantitatief beeld te krijgen van de omzettingen, die een bepaald soort in de bosbodem bewerkt is het echter noodzakelijk de dieren te voeden met dat materiaal waarmee zij zich in de natuur ook werkelijk voeden i.c. het oudere strooisel.

Franz en Leitenberger hebben ook het „humus” gehalte van voedselmateriaal en excrementen bepaald en daarbij gevonden dat dit in de excrementen meestal aanzienlijk hoger is dan in het voedsel. In hoeverre dit resultaat ook weer speciaal voor de omzetting van pas gevallen strooisel geldt is zonder nader onderzoek niet vast te stellen. Met het chemische onderzoek van strooisel en excrementen zijn wij in samenwerking met prof. Hudig pas begonnen.

Bij microscopisch onderzoek van excrementen blijken deze voor het allergrootste deel te bestaan uit stukjes strooisel van $\pm 0,01$ mm² die nog duidelijke cellulose- en ligninereacties vertonen. Een afbraak van deze stoffen in het darmkanaal lijkt dan ook zeer onwaarschijnlijk, een opvatting die ook de Zweedse onderzoeker Forsslund verdedigt.

Hoewel nader onderzoek in dit vraagstuk pas zekerheid zal kunnen geven, lijkt het mij zeer waarschijnlijk dat de stofwisseling van de saprophage bodemfauna gebaseerd is op de opname van eiwitstoffen en gemakkelijk aantastbare koolhydraten achtergebleven in het strooisel en bovendien aanwezig in de talrijke micro-organismen die het strooisel bewonen. Ofschoon cellulose en lignine niet worden afgebroken tijdens de darmassage wordt het strooisel wel in zeer sterke mate verkleind waardoor dit in de excrementen veel gemakkelijker aantastbaar zal zijn voor microorganismen en de afbraak ervan dus aanmerkelijk bespoedigd wordt.

De bodemfauna heeft dus voor de levensgemeenschap van het bos een belangrijke en veelzijdige betekenis.

De vraag doet zich voor of er reeds maatregelen zijn aan te geven waardoor de samenstelling van de bodemfauna op gunstige wijze is te beïnvloeden.

Deze beïnvloeding kan op tweeërlei wijze plaats hebben: beïnvloeding van bodemlevensgemeenschap direct door inbrenging van nieuwe soorten of het verrijken van reeds aanwezige soorten of door indirecte beïnvloeding van de levensgemeenschap door maatregelen die de bodem als woonplaats geschikter maken.

Doelbewuste experimenten in deze richting speciaal met het oog op verrijking van de bodemfauna zijn zeer schaars.

Ulrich vond bij proeven in cultuurbakken dat zowel verrijking als verarming van de strooiselfauna op de duur geen invloed op de dichtheid uitoefenen. Bij verarming herstelde de fauna zich, bij verrijking werd de bevolkingsdichtheid weer teruggedrongen tot het normale niveau. Zijn proeven zijn niet gedetailleerd en door de vorm waarin ze genomen werden zijn de resultaten niet zonder meer op de natuur over te brengen. Zijn conclusies dat kunstmatige verrijking van de fauna enerzijds en fatale maatregelen voor de bodemfauna als het blootstellen van de strooisellaag aan sterke uitdroging en grote temperatuurwisselingen anderzijds geen blijvende verandering in de bodemfauna ten gevolge zouden hebben lijken mij dan ook veel te ver gaan.

Fourman, een onderzoeker uit Hannover-Münden meent de strooiselfauna te kunnen verrijken van uit achtergebleven boomstobben. Door bepaalde maatregelen maakt hij de stobben geschikt voor begroeiing met een mosdek en daardoor geschikt als woonplaats voor de bodemfauna. Deze wordt in veelzijdige samenstelling op de stobben gebracht en van hieruit verbreidt de fauna zich in de aangrenzende strooisellaag. 70 % van zijn proeven lukte en in twee jaren tijds verbreedde de fauna zich tot op 2 m afstand in een 11 cm dikke strooisellaag. Zijn proefnemingen zijn helaas niet uitvoeriger beschreven en missen een quantitative analyse. Ongetwijfeld is dit idee voor het uitvoeren van een poging tot verrijking van de fauna de moeite waard nader onderzocht te worden.

De mogelijkheid om door een directe beïnvloeding van de bodemfauna (toevoegen of verrijken van bepaalde soorten) het gunstig effect hiervan te doen toenemen kan echter nog als zeer problematisch worden beschouwd.

Bij de aanleg van nieuwe bossen op terreinen waar de bodemfauna ontbreekt en waar de mogelijkheid tot immigratie vanuit de omgeving uitgesloten is kan het inbrengen van geschikte soorten mogelijk een belangrijk middel zijn voor de ontwikkeling van een werkzame levensgemeenschap.

De indirecte beïnvloeding van de bodemfauna door maatregelen ten opzichte van de strooisellaag (gemengde bebossing, grondbewerking, takbemesting, openstelling, strooiselroof, enz.) is voor zover bekend nooit behoorlijk geanalyseerd. De omvangrijkheid van een dergelijk onderzoek en de lange tijdsduur waarover dit plaats zou moeten hebben maken dit begrijpelijk. Vergelijking van de fauna in gemengde bossen, bossen met en zonder takbemesting, bossen met en zonder strooiselroof geven ons in dit opzicht reeds belangrijke richtlijnen.

In het algemeen kunnen we zeggen dat hoe veelzijdiger de strooisellaag is samengesteld, hoe beter deze geaëreerd is en hoe beter de vochthuishouding is des te rijker ook de bodemfauna is, vooral wat betreft de grotere soorten als aardwormen, miljoenpoten en saprophage insecten. De microarthropoden raken bij een snellere strooiselomzetting sterk op de achtergrond. De sterke toeneming van de macrofauna compenseert deze achteruitgang echter volledig.

Speciaal met betrekking tot de practijk van de beïnvloeding van de bodemfauna, direct en vooral indirect zal nog veel onderzoek moeten worden gedaan. Over exacte gegevens in dit opzicht beschikken we nog practisch niet. Dit is dan ook een van de belangrijkste aspecten van het onderzoek waaraan we in de toekomst aandacht hopen te besteden.

LITERATUUR.

(Slechts enkele der belangrijkste onderzoeken worden hier opgegeven. Voor uitvoerige literatuuropgaven zie Nrs. 2, 4 en 6.)

1. Bornebusch, C. H. (1930) The fauna of the forest soil. Det forstlige Försögsvaesen in Danmark 11, 224 pp.
2. Fenton, G. R. (1927) The soil fauna: with special reference to the ecosystem of forest soil J. anim. Ecol. 16, p. 76—93.
3. Forsslund, K. H. (1939) Über die Ernährungsverhältnisse der Hornmilben und ihre Bedeutung für die Prozesse im Waldboden. Verh. VII Int. Kongr. Ent. Berlin 1938, p. 1950—1957.
4. Forsslund, K. H. (1939) Studien über die Tierwelt des Nordschwedischen Waldbodens Medd. f. Statens skogsförsöksanst. 34, p. 1—280.
5. Fourman, K. L. (1938) Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenfauna bei der biologischen Umwandlung des Bestandsesabfalles forstlicher Standorte. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 9, p. 144—169.
6. Franz, H. und L. Leitenberger (1948) Biologische-chemische Untersuchungen über Humusbildung durch Bodentiere. Österr. Zoöl. Ztschr. 1, p. 498—518.
7. Jacot, A. P. (1940) The fauna of the soil. Quart. Rev. Biol. 15, p. 28—58.
8. Soudek, S. (1928) Fauna of the forest soil. Bull. de l'École supérieure d'agronomie C.S.R. D 8, 24 pp.
9. Trägårdh, I. und K. H. Forsslund (1932) Untersuchungen über die Auslesemethoden beim Studium der Bodenfauna. Medd. f. Statens skogsförsöksanstalt 27, p. 21—68.
10. Ulrich, A. T. (1933) Die Makrofauna der Waldstreu. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 4, p. 1—41.