

EEN ONDERZOEK NAAR SAMENSTELLING EN BETEKENIS VAN DE FAUNA VAN EIKENSTROOISEL.

(Uit het Biologisch Laboratorium „Hoenderloo” en het Laboratorium voor
Alg. Zoölogie der Rijksuniversiteit te Utrecht)

door

D. Noordam Jr. en S. H. van der Vaart-de Vlieger.

Voorwoord.

Door de onderzoekingen, die aan ons laboratorium zijn verricht betreffende de insectenplagen onzer bosschen en wel in de eerste plaats die naar de levenswijze en de bestrijding van de dennebladwesp (Mededeeling No. 5 en 8 van het Comité ter bestudeering en bestrijding van insectenplagen in bosschen) kwamen wij tot de overtuiging, dat zich onder de bodemfauna elementen bevinden, die uiterst belangrijk zijn als weerstandsfactoren, welke het massaal optreden van vele soorten van insecten tegengaan. Ons inzicht in de samenleving in den bodem was echter uiterst beperkt om welke reden wij niet wisten op welke wijze van deze nuttige elementen der bodemfauna zoo goed mogelijk partij zou kunnen worden getrokken. In verband hiermede hebben wij reeds in 1939 het onderzoek van de bodemfauna op ons werkprogramma geplaatst. Doel van het onderzoek was dus aanvankelijk vooral het verkrijgen van gegevens over de rol, die de bodemfauna speelt bij het voorkomen en bestrijden van insectenplagen; daarnaast hoopten wij tot een beter inzicht te zullen komen inzake de vertering van het strooisel en de rol, die de bodemfauna hierbij speelt. In het eerste jaar werden slechts enkele oriënteerende waarnemingen verricht. In 1940 verklaarden de heer Noordam en mejuffrouw de Vlieger (thans mevrouw van der Vaart-de Vlieger) zich bereid het onderzoek ter hand te nemen, zoodat vanaf dat oogenblik meer intensief aan dit onderwerp kon worden gewerkt. Daar wij wisten, dat het een uiterst omvangrijk onderzoek zou worden, hebben onze medewerkers zich bepaald tot één boschtipe — het eikenberkenbosch — en van dit bosch tot de bladeren, die in het najaar 1940 waren afgevallen.

In het najaar 1941 zagen zij zich zeer tot onze spijt genoodzaakt hun werkzaamheden te staken; gelukkig werden zij korten tijd daarna door de Centrale Organisatie T.N.O., die het belang van het onderzoek inzag, in staat gesteld dit met eigen personeel voort te zetten.

De heer Noordam en mevrouw van der Vaart-de Vlieger hebben dus één jaar aan het probleem gewerkt. Uit de aard der zaak was niet worden verwacht, dat het door hen verrichte onderzoek ons thans een volledig beeld geeft van de samenleving van het strooisel van het eikenberkenbosch. Het onderzoek heeft echter vele waardevolle gegevens opgeleverd, welke door de onderzoekers, die thans met het probleem bezig zijn, kunnen en zullen worden gebruikt. Om deze reden meenen wij, dat het beter is niet te wachten met de publicatie van de in 1941 verkregen gegevens, totdat wij ons een duidelijker beeld zullen kunnen vormen van de samenleving in het strooisel van het genoemde boschtipe, maar deze reeds thans te publiceren, uit den aard der zaak onder den naam van onze medewerkers, die zich met dit onderzoek hebben belast.

Het onderzoek van den heer Noordam en mevrouw van der Vaart-de Vlieger was het eerste, dat in ons land op dit gebied is verricht. Gaarne betuigen wij onze erkentelijkheid aan deze beide onderzoekers voor de vele moeite, die zij zich hebben getroost ten behoeve van dit onderzoek en aan den directeur van het Laboratorium voor Algemeene Zoölogie in Utrecht voor de prettige samenwerking tusschen onze beide instellingen, waardoor het verrichten van dit onderzoek mogelijk is geworden.

Het Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur,
A. D. Voûte, directeur.

Inleiding.

Hoewel er uitvoerige onderzoekingen zijn verricht over de samenstelling van de strooiselfauna, wat betreft soort en aantal, is over de rol, die de bodemfauna speelt bij de omzetting van strooisel tot humus, slechts weinig bekend. Het artikel van Dr Ir J. J. Fransen in het tijdschrift der Ned. Heide Mij. 1942, geeft een goed overzicht van hetgeen hierover tot nu toe onderzocht is. Zie ook H. Koornneef, Landbk. Tijdschr. 1942.

Het uitvoerigst zijn de Lumbricidae onderzocht (Bornebusch 1930 met litt.), die dan ook als zeer belangrijk voor de omzetting van strooisel beschouwd worden. Van andere dieren, die in het strooisel voorkomen, is de betekenis echter onbekend en waarschijnlijk juist daarom onderschat.

Bornebusch (1930) houdt zich uitvoerig bezig met het onderzoek van de strooiselfauna. Hij komt tot ademhalingsmetingen van strooiselbewoners tot bepaalde conclusies omtrent het totale zuurstofverbruik der strooiselfauna. Bornebusch meent, dat van de totale hoeveelheid organisch materiaal, die wordt verbrand één vijfde tot één vierde deel wordt omgezet door de stofwisseling van de strooiselfauna.

Ulrich (1933) berekent uit de intensiteit der stofwisseling, dat sparrenstrooisel in 3 jaar en 4 maanden, beukenstrooisel in 1 jaar en 9 maanden wordt opgegeten.

Soudek (1928) berekende, uit den darminhoud en de snelheid waarmee deze darminhoud het lichaam weer verlaat, de hoeveelheid opgenomen voedsel bij Collembola en Acari uit sparrenstrooisel.

Fourman (1936) heeft verterings- en rottingsprocessen onderling vergeleken. Hij bespreekt de diergroepen, die hierbij een rol spelen.

Forsslund (1938) onderzocht den darminhoud van verschillende mijten en concludeert hieruit, dat de Oribatiden (met uitzondering van Phthiracaridae) waarschijnlijk een ondergeschikte rol spelen bij de strooisel-omzetting en voornamelijk van belang zijn door het vrijmaken van stikstof uit schimmelmycelium.

Ook over het voedsel van Collembola is een en ander bekend (zie E. Handschin 1926. O. Strebel 1932). Deze onderzoekers meenen, dat op plaatsen waar Collembola in groot aantal voorkomen, zij een belangrijke, tot nu toe onderschatte, rol spelen.

In de literatuur, zijn dus wel bepaalde opvattingen te vinden omtrent de betekenis van de fauna voor de omzetting van strooisel tot humus, maar die opvattingen berusten ten deele op gegevens welke slechts zijdelings verband houden met de omzetting, die in werkelijkheid plaats heeft.

Het probleem der betekenis van de strooiselfauna voor de omzetting van blad tot humus is te omvangrijk om nadelijk in zijn geheel te worden aangepakt. Wij hebben ons daarom beperkt tot het onderzoek van één enkele bladgeneratie in den loop van één jaar. D.w.z. wij hebben de fauna bestudeerd van blad gevallen in één herfstperiode, totdat daarop in den volgende herfst een nieuwe laag gevormd werd.

Twee punten komen hierbij naar voren:

1. Hoe is de fauna van die bladlaag samengesteld in soort en aantal?
2. Wat doen de dieren met het blad?

Als werkterrein kozen wij den Franschen Berg op de Hoge Veluwe, omdat dit gebied ook op andere wijze goed onderzocht is en bovendien door ligging en begroeiing enz. gunstige voorwaarden bood.

Het onderzoek werd verricht in het Zoologisch laboratorium te Utrecht en het Biologisch laboratorium „Hoenderloo" en wel in voortdurend overleg met den directeur van het instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur (Ibón).

Terreinbeschrijving.

De strooiselmonsters werden verzameld op Noord- en Zuidhelling van den z.g. Franschen Berg in het Nationale Park de Hoge Veluwe. Van dit gebied heeft Ir W. Voorbeytel Cannenburg een uitvoerige studie gemaakt over de vegetatie in verband met bodem- en klimaatinvloeden. Van het verslag van dit werk hebben wij voor het hierna volgende met zijn toestemming gebruik gemaakt.

De Fransche Berg is de hoogste van een reeks uit stuifzand bestaande, vastliggende heuvels, die aan de zuidkant begrensd wordt door een kale uitgestoven vlakte en aan de Noordzijde door bosch. De 30 m hoge heuvel is geheel begroeid geweest met eikenhakhout, dat voor 't laatst is gekapt in 1914. Toen heeft men telgen gespaard, die nu opgaand eikenbosch vormen.

De vegetatietypen, die Noord- en Zuidhelling nu te zien geven, zijn dus jong en bevinden zich nog in ontwikkeling. Voor ons onderzoek is een vergelijking van klimaat, vegetatie en bodemgesteldheid van Noord- en Zuidhelling van belang.

Klimaat.

De klimaatsverschillen tusschen Noord- en Zuidhelling zijn voor ons onderzoek van primair belang, omdat alle factoren, die het milieu van de strooiselfauna bepalen, erdoor worden beïnvloed.

De Noordhelling grenst aan opgaand bosch, draagt zelf een dichte vegetatie en biedt zoodoende aan het strooisel een goede beschutting tegen wind en zon. Een en ander maakt, dat hier een geringe verdamping, lagere en minder wisselende temperaturen en daarmee samengaan, een hoogere vochtigheid heerschen dan op de Zuidhelling. Deze immers ligt geheel open naar de vlakte en laat door de ijle begroeiing zon en wind meer vrij spel.

Een sterke bestraling zal er een hooge dagtemperatuur tot gevolg hebben, die gepaard gaat met een sterke verdamping. Dus droogt daar het strooisel het meest uit. Dag- en nachttemperatuur zullen aan de Zuidhelling verder uiteen liggen dan aan de Noordzijde. Gemiddeld bedroeg het temperatuurverschil tusschen 'smorgens vroeg en 's middags aan de N. helling 5.45°, aan de Z. helling 7.8°. De morgentemperatuur aan N. en Z. helling verschilde echter niet.

Vegetatie.

De vegetatie van de Noordhelling is als geheel veel rijker dan die van de Zuidhelling. Dit blijkt behalve uit de hier onder volgende beschrijving, uit de plantensociologische opnamen van Ir. W. Voorbeytel Cannenburg:

	N. helling (N. Slope)	Z. helling (S. Slope)
<i>Boométage</i> (Trees)		
<i>Quercus spec.</i>	4.4 . . .	4.4 . . .
<i>Betula pendula</i> Roth.	×	
<i>Struiétage</i> (Shrubs)		
<i>Quercus spec.</i>	×	2.2 . . .
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	2.1 . . .	
<i>Pinus silvestris</i> L.	×	
<i>Kruidenétage</i> (Herbs)		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	3.3 . . .	×
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	3.4 . . .	2.3 . . .
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	×	
<i>Majanthemum bifolium</i> Schmidt	×	
<i>Rubus</i> L. spec.	×	
<i>Polypodium vulgare</i> L. var.	×	
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull		×
<i>Quercus spec.</i>	K. × . . .	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	K. × . . .	×
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	K. × . . .	
<i>Frangula alnus</i> Miller	×	
<i>Mossenétage</i> (Mosses)		
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	1.2 . . .	4.5 . . .
<i>Polytrichum attenuatum</i> Menz.	×	
<i>Dicranella heteromalla</i> (L.) Schimper		1.2 . . .
<i>Plagiothecium denticulatum</i> L.	×	
<i>Entodon Schreberi</i> (Willd.) Moenk.	2.4 . . .	
<i>Hypnum cupressiforme</i> L.	×	
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dum.	×	
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dum.	× × . . .	
<i>Aulacomnium androgynum</i> Schwgr.	×	
<i>Georgiella pellucida</i> Rabenh.	×	×

Op de N. helling staan tusschen de opgaande eiken enkele berken. De struiklaag bestaat er in hoofdzaak uit eik, berk en lijsterbes. De kruidlaag wordt er voornamelijk gevormd door de blauwe boschbes en *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. Daaronder vinden we nog een rijke mosflora.

De veel drogere zuidhelling mist in de boomlaag de berken. De struiklaag is veel minder ontwikkeld en bestaat bijna uitsluitend uit eik. De kruidlaag heeft hier een ge-

ringe dekkingsgraad. Grassen en wat struikhei komen het meest voor. Ook de mosbegroeiing is arm.

Bodemgesteldheid.

Het profiel op beide hellingen is nagenoeg gelijk. Een donkere, humusrijke laag van wisselende dikte rust op het stuifzand. In de strooisellaag zijn echter belangrijke verschillen. De ijle vegetatie van de Zuidhelling laat groote plekken van $\pm 1\text{ m}^2$ vrij waar het eikenstrooisel aan uitdroging is blootgesteld. Op de Noordhelling wordt het blad vastgehouden op kleine plekken tusschen moskussens en boschbesstruikjes. De strooiselvlakken bereiken daar hoogstens een oppervlakte van $25 \times 25\text{ cm}^2$. De invloed, die deze verschillen hebben op de onderzochte fauna, wordt bij de bespreking der fauna van Noord- en Zuidhelling uitvoerig behandeld.

De zuurgraad van den bodem bleek op N. en Z. helling gelijk te zijn. De PH bedroeg 4.3.

Werkwijze bij het onderzoek naar de samenstelling der strooiselfauna.

Ongeveer om de 14 dagen werd, voor het onderzoek een monster strooisel verzameld op den Franschens Berg, afwisselend van Noord- en Zuidhelling. Zodoende werd iedere maand strooisel van gelijksoortig terrein onderzocht.

Meestal werd van $\pm \frac{1}{4}\text{ m}^2$ oppervlak het strooisel verzameld tot op den mineralen ondergrond. De bovenste bladlaag, die in den voorafgaanden herfst was gevallen, werd zorgvuldig van de rest gescheiden. Tot en met Augustus waren boven- en onderlaag, dus nieuw en oud blad, gemakkelijk op het oog te scheiden. Daarna vervaagde de grens, waarschijnlijk door groote vochtigheid en verderen verteringsgraad. Wij maakten toen gebruik van plaatsen waar wij eenige maanden tevoren stukken grof kippengaas tusschen boven- en onderlaag hadden gelegd. De bovenste bladlaag kon zodoende als één geheel, van de onderlaag gescheiden, worden opgenomen. Boven- en onderlaag zijn verder steeds afzonderlijk behandeld.

Beide monsters werden in gesloten blikken van de Hoge Veluwe meegenomen en den volgenden dag in Utrecht op het Zoölogisch Laboratorium verder behandeld.

Voor het bepalen van de bladstrooiselfauna werd gebruik gemaakt van een bodemzeef, die door Tullgren (1918) werd geconstrueerd en welke ook door Bornbusch (1930) is gebruikt. De bodemzeef bestaat uit een trechter, waarin zich boven een zeef met het te onderzoeken strooisel bevindt. De trechter is boven 55 cm wijd, terwijl de zeef bestaat uit gaas met een maaswijdte van $\frac{1}{2}\text{ cm}$. Door drie kooldraadlampen kan het strooisel van bovenaf worden verlicht en verwarmd.

De eerste dagen werd, door slechts één of twee lampen te laten branden, de temperatuur van het strooisel niet boven 30° C opgevoerd. Hierdoor kregen de dieren waarschijnlijk gelegenheid naar beneden te verhuizen en werd het condenseeren van water onderin den trechter eenigszins tegengegaan. Daarna werden alle drie de lampen ingeschakeld en liep de temperatuur op tot ongeveer 50° C . Door de warmte en door het uitdrogen van het strooisel vluchtten de dieren naar beneden, vielen in den trechter en werden opgevangen in Koenike-vloeistof: een mengsel van glycerine, azijnzuur en water. In dit mengsel sterven mijten met uitgestrekte pooten, terwijl ze in alcohol de ledematen geheel intrekken, wat voor het determineeren moeilijkheden oplevert. Meestal werden na een week geen dieren meer opgevangen uit den trechter, waarna het apparaat werd afgezet. De bladmonsters zijn steeds, vóór en na het drogen in de zeef, gewogen. Uit het gewichtsverschil werd het watergehalte bepaald, uitgedrukt in % van het drooggewicht.

Met „droog” is hier steeds bedoeld de toestand waarin het blad uit de zeef komt. Het blad is dan volkomen luchtdroog, bros en hard.

Met de bodemzeef blijken niet alle diersoorten uit het strooisel verdreven te kunnen worden. Volgens de literatuur blijven Nematoda, Tardigrada, Rotatoria en Protozoa in het strooisel achter. Deze dieren werden ook door ons nooit gevonden met de bodemzeefmethode, hoewel ons bij één proef (12 Febr.) gebleken is, dat vochtig blad wel dergelijke dieren bevatte. Door vochtig eikenblad in een reageerbuisje met water te schudden werden namelijk per blad ongeveer 10 Rotatoria en enkele Tardigrada en Enchytraeën gevonden. Hoogwaarschijnlijk blijven dus ook kleine Enchytraeën in het strooisel achter bij de bodemzeefmethode (Verg. Volz 1934).

Welk percentage van de strooiselbewoners, die wel met de bodemzeefmethode gevangen worden, tenslotte in de Koenike vloeistof terecht komt is ons niet bekend en werd niet nader onderzocht. Trägårdh (1933), die de bovenbeschreven uitdrogingsmethode op zijn bruikbaarheid onderzocht, komt tot de conclusie dat een deel der aardwormen en mijten met dunne huid in het strooisel achterblijft.

Het sorteren van de vangst vond plaats onder een binoculairmicroscop bij 20- of 40-voudige vergrooting. De dieren werden met een pipet met geschikte instroomopening opgezogen en soort bij soort in sorteerbakjes gebracht.

Een aantal dieren, waaronder vooral Collembola, blijft drijven op de vloeistof en moet met een penseel worden verzameld.

Na het sorteren werden de aantallen van iedere „soort” geteld.

Het determineren der diersoorten vond plaats, door van iedere „soort” zoo mogelijk 20—50 exemplaren in Berlese-vloeistof in te sluiten en vervolgens met den microscop te onderzoeken. Hierbij bleek dan of de uitgezochte „soorten” uit slechts één of een mengsel van meerdere systematische soorten bestonden. Zoo noodig werd naderhand nog een tweede sortering uitgevoerd om soorten, die eerst niet gescheiden waren, afzonderlijk te kunnen tellen.

Het volledig gesorteerde materiaal werd bewaard in buisjes met alcohol 70%.

Resultaten van het onderzoek

Systematische toelichtingen van tabel 1.

De gegevens verkregen bij het onderzoek, zijn samengevat in Tabel 1. In de orde, waarin de diersoorten in de tabel zijn opgenomen volgen hier thans de noodige systematische toelichtingen.

1. Een oligochaet van ongeveer $\frac{1}{2}$ cm lengte.

2. *Lumbricus*. Slechts één der exemplaren was geslachtsrijp.

6. *Lithobius* soorten, *Lithobius calcaratus* C. Koch, *Lithobius crassipes* L. Koch en verder onvolwassen exemplaren.

Bij de Collembola zijn volwassen en onvolwassen exemplaren van iedere soort bij elkaar geteld, daar deze slechts in enkele gevallen min of meer te scheiden waren. Zoo was op 14 Juli van de 1890 exemplaren *Anurophorus laticis* (10) de helft onvolwassen. Door het groote aantal onvolwassen exemplaren is het aantal onbekende Collembola (23) in October groot.

21 *Sphyrotheca lubbocki* (Tulb.) werd door Mej. Buitendijk gedetermineerd en is nieuw voor Nederland.

26 De gevonden Copeognatha waren onvolwassen of microptere vormen.

36 Coleoptera spp. adult waaronder 3 exemplaren van *Cyrtoscydmus collaris* Müll. e. Kunz op 15 Aug.

39 Coleoptera spp. juveniel, waarbij verscheidene soorten in slechts enkele exemplaren.

Bij 36 en 39 zijn de andere in deze tabel genoemde Coleoptera niet meegerekend. 40 Hymenoptera, waaronder in 3 monsters mieren; verder sluip- en galwespjes.

43 Chironomide larve eenigszins gelijkend op *Phaenocladus*.

44 Diptera-larven met 2 exemplaren *Fannia*; 6 ex. *Forcipomyia nigra* Winn in één monster.

48 Microlepidopteralarven waarvan 9 ex. *Adela* en 4 ex. van een evenzoo in kortjes levende soort.

49 Onder de Arachnoidea zijn de Acari niet medegerekend. Uitgezonderd twee exemplaren *Obisium* Illg. (op 23 Oct.) behoorden alle gevonden dieren tot de Araneina en de Opiliones, waarvan een deel te determineren was en behoorde tot de volgende geslachten en soorten: *Clubiona* sp.; *Drassodes pubescens* Thor.; *Hahnina* sp.; *Haplo-drassus* sp.; *Lepthyphantes* p.; *Lycosa* sp.; *Macrargus rufus* W. et R.; *Microneta viaria* Blackw.; *Micryphantes innotabilis* Cambr.; *Theridium* sp.; *Xysticus* sp.; *Zelotes* sp.; *Zora spinimana* Sund.; tenslotte *Platybunus* sp. (Opiliones).

Bij Acari zijn zoo veel mogelijk volwassen en onvolwassen exemplaren apart aangegeven respectievelijk met V (= volwassen) en N (= nymph.).

50 *Asca* sp. is misschien *A. aphidioides* Linné.

51 *Belba verticillipes* (Nic.) is synoniem met *Damaeus verticillipes* Nicolet.

55 *Cepheus* sp. lijkt op *C. cepheiformis* (Nic.), maar is vermoedelijk toch een andere soort. De juveniele ex. van *Cepheus* (56) lijken sterk op die van *C. cepheiformis*.

59 *Chamobates* sp. lijkt op *Ch. schützi* (Oudms.), maar is toch een andere soort.

60 *Eremaeidae*, in hoofdzaak *Oppia* soorten (*O. splendens* (C. L. Koch), *O. neerlandica* (Oudms.) en *O. ornata* (Oudms.) en minder *Suctobella subtrigona* Oudms. Alles sensu Willmann.

64. *Hoploderma* sp., verwant aan *H. spinosum* (Sell.).

67 *L. denticulatum* Schrank is synoniem met *L. luteum* P. Kram.

71 *Notaspis* sp. is vermoedelijk *N. coleoptratus* (L.).

73 *Ologamasus* sp., misschien *O. pollicipatus* Berl.

75 Parasitidae, verschillende geslachten en soorten. Pergamasus Berlese, Amblygamasus Berlese, Dendrolaelaps Halbert, Veigaia Oudms. en vermoedelijk nog andere geslachten. Ologamasus staat apart genoemd onder 73.

84 Uropoda sp. Hierbij zijn ook onvolwassen exemplaren gerekend.

85 Xenillus, twee soorten: *X. tegeocranus* (Herm.) en *X. latus* (Nic.).

Met erkentelijkheid zij vermeld, dat wij bij de determinatie van Acari veel hulp ondervonden hebben van den heer G. L. van Eyndhoven en bij de determinatie van Collembola van mejuffrouw A. M. Buitendijk, terwijl de heer B. de Jong onze Araneina determineerde.

Bespreking van tabel 1.

Allereerst zijn enkele meer algemeene opmerkingen noodzakelijk.

Zooals reeds is medegedeeld werd de fauna zowel van strooiselboven- als onderlaag met behulp van de bodemzeef uitgezeefd. Met nadruk moet er hier echter op gewezen worden, dat de volgende resultaten uitsluitend betrekking hebben op de strooiselbovenlaag. Het materiaal van de onderlaag werd namelijk niet uitgewerkt.

In Tabel 1 staat bij het monster van 23 October vermeld „onvolledig”. Dit vindt zijn oorzaak hierin, dat een deel van het monster verloren is gegaan, waardoor verschillende diersoorten ontbreken en het totaal aantal der dieren zeker aan de lage kant is.

Verder dient gewezen te worden op het in verhouding zeer geringe aantal dieren in het monster van 16 December. Afgezien van het feit, dat dit monster zeer klein was en zoo een bron van fouten zou kunnen zijn, moet de oorzaak van het geringe aantal vooral hierin worden gezocht, dat het monster bevroren was. Om boven- en onderlaag van elkaar te scheiden moest het monster eerst ontdooid worden. Wij willen niet trachten op grond van dit ééne monster conclusies te trekken omtrent den invloed van vorst op de strooiselfauna en constateeren alleen, dat de soorten, voorkomend in het monster van 16 December, zich blijkaar levend laten invriezen, een feit, dat reeds langer bekend is (vergelijk voor Collembola b.v. Volz 1934).

Periodieke of toevallige vondsten.

Een belangrijke vraag is: geven de verschillen in de aantallen, die gevonden werden, een getrouw beeld van werkelijke veranderingen en verschillen, samenhangend met het feit, dat ieder monster op een anderen tijd en op een andere plaats werd genomen? Of zijn de verschillen geheel toevallig, zoodat twee monsters op denzelfden dag en van vlak naast elkaar gelegen plaatsen genomen soortgelijke verschillen te zien zouden geven? Dit laatste toch zou kunnen voorkomen bij plaatselijk sterke vermenigvuldiging, gepaard gaande met een langzame verspreiding der soort of ook door locale aantrekking bij grootere vagiliteit. Er is reden om dit toeval aan te nemen in gevallen waar plotselinge afwijkingen voorkomen in verschijnselen, waarin een zekere lijn is te constateeren. Zoo komt *Anurophorus laricus* (10) 14 juli in hoeveelheden voor zooals ze anders nooit werden gevonden. Men vergelijke verder ook *Dicyrtoma fusca* (11) op 23 October, *Dicyrtomina minuta* (12) op 23 October, *Sminthurinus niger* (20) op 29 Aug., *Asca* (50) op 15 April, *Chamobates* (59) op 3 Oct., *Hypochthoniella pallidula* (65) op 3 Oct., *Leder Mülleria* (68) op 15 April, *Tydeus* (83) op 7 Maart. Vooral bij de springstaarten is dit plotseling in een abnormaal hoog of laag aantal aanwezig zijn vaker te constateeren en maakt het zien van een „zekere lijn” moeilijk. Ook Börnebusch (1930) constateerde vooral bij springstaarten, (en ook bij Dipteralarven) een zich plaatselijk ophopen van individuen.

Jeugdstadia.

Van verschillende dieren troffen wij alleen jeugdstadia aan: *Heteroptera* (30), *Coleoptera* (38 en 39), *Panorpa* (41); *Diptera* (42, 43, 44), *Enicocla pusilla* (45), *Macrolepidoptera* (46), *Microlepidoptera* (48); van andere vonden we alleen volwassen dieren: *Thysanoptera* (27), *Ischnorhynchus residae* (28), *Microlepidoptera* (47). Dit vond zijn oorzaak hierin, dat de dieren in verschillende ontwikkelingsstadia in een ander milieu leefden. Dit is zonder meer duidelijk voor de soorten, die als volwassen vorm het grootste deel van hun leven in de lucht doorbrengen, zooals b.v. *Diptera*, *Panorpa*, *Macrolepidoptera*.

Dieren, die zoowel adult als juveniel in het strooisel werden gevonden zijn: *Lithobius* (6), *Julus* (8), de meeste *Collembola*, *Newstaedia floccosa* (32), *Belba verticillipes* (51), *Cepheus* (55, 56), *Ceratopopia* (57, 58), *Galumna dorsalis* (1), *Hermannia gibba* (62), *Parasitidae* (75), *Pelops auritus* (76), *Platynothrus peltifer* (79), *Trachytes pyriformis* (82), *Uropoda* (84).

TABEL 1. TABLE 1.

FAUNA VAN DE STROOISELBOVENLAAG VAN NOORD- EN ZUID-HELLING,
BEREKEND OP 100 g. DROOGGEWICHT (= ONGEVEER $\frac{1}{4}$ m²).

Helling (slope)		Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.
Monster Sample	datum (date)	16 Dec.	12 Febr.	7 Maart	28 Maart	15 April	30 April
	drooggewicht (dry weight)	43.5 g.	84 g.	97 g.	122 g.	124 g.	88 g.
	vochtgehalte in 0/0 v. h. drooggewicht ¹⁾	253 %	300 %	311 %	321 %	106 %	14 %
<i>Oligochaeta.</i>							
1.	<i>Oligochaeta</i> sp.	.	.	.	.	1	.
2.	<i>Lumbricus</i> Grube sp.	.	.	.	1	.	.
<i>Gastropoda.</i>							
3.	<i>Arion</i> Fér. sp.	.	.	.	1	.	.
4.	<i>Zonitoides</i> hammonis Ström.	.	.	.	.	1	.
<i>Isopoda.</i>							
5.	<i>Isopoda</i>	.	.	1	2	2	.
<i>Myriapoda.</i>							
6.	<i>Lithobius</i> spp.	.	.	.	1	1	.
7.	<i>Geophilus</i> sp.	.	.	.	1	.	.
8.	<i>Julus</i> sp.	.	.	1	1	2	.
<i>Collembola.</i>							
9.	<i>Achorutes</i> muscorum Templ.	.	.	2	20	.	.
10.	<i>Anurophorus</i> laricis Nic.	.	25	3	.	120	.
11.	<i>Dicyrtoma</i> fusca (Luc. Lubbr.)	.	.	.	2	.	.
12.	<i>Dicyrtomina</i> minuta (Fabr.)	.	.	.	.	.	.
13.	<i>Entomobrya</i> nivalis (L.)	5	.	52	.	24	.
14.	<i>Folsomia</i> quadrioculata (Tullb.)	.	558	240	420	80	.
15.	<i>Hypogastrura</i> armata (Nic.)	21	18	5	2	.	.
16.	<i>Isotoma</i> sensibilis Tullb.	.	.	.	.	.	.
17.	<i>Lepidocyrtus</i> lanuginosus (Gmel)	.	45	70	2	14	.
18.	<i>Onychiurus</i> armatus (Tullb.)	.	30	.	2	.	.
19.	<i>Orchesella</i> cincta (L.)	.	.	25	2	20	.
20.	<i>Sminthurinus</i> niger (Lubb.)	.	4	.	22	.	.
21.	<i>Sphyrotheca</i> Lubbocki (Tullb.)	5	.	.	.	.	.
22.	<i>Tomocerus</i> plumbeus (Templ.)	.	2	2	3	.	.
23.	<i>Collembola</i> spp.	9	.	12	5	.	13
Totaal aantal Collembola Total amount		40	682	411	480	258	13
<i>Orthoptera.</i>							
24.	<i>Ectobius</i> sp.	.	.	.	.	.	.
25.	<i>Gryllidae</i> sp. juv.	.	.	.	.	.	.
<i>Copeognatha.</i>							
26.	<i>Copeognatha</i>	.	.	10	.	.	2
<i>Thysanoptera.</i>							
27.	<i>Thysanoptera</i> spp.	2	.	.	.	.	.
<i>Rhynchotha.</i>							
28.	<i>Ischnorhynchus</i> residua Phz.	.	1	.	4	.	.
29.	<i>Drymus</i> silvaticus F.	.	.	.	1	.	.
30.	<i>Heteroptera</i> spp. juv.	.	.	.	.	.	.
31.	<i>Aphidoidea</i> sp.	.	.	.	.	.	.
32.	<i>Newsteadia</i> floccisa (Newstead)	.	.	.	.	2	.
<i>Coleoptera.</i>							
33.	<i>Strophosomus</i> rufipes Steph.	.	1	1	3	.	.
34.	<i>Trichopteryx</i> intermedia Gillm.	.	7	.	7	.	1
35.	<i>Staphilinidae</i> spp. ad.	.	1	.	.	.	.
36.	<i>Coleoptera</i> spp. ad.	2	.	1	.	1	.
37.	<i>Staphilinidae</i> spp. juv.	.	.	.	.	.	.
38.	<i>Cantharidae</i> juv.	.	7	.	.	.	.
39.	<i>Coleoptera</i> spp. juv.	.	1	.	.	.	.

¹⁾ percentage of moisture in 0/0 of the dry weight.

FAUNA OF THE UPPER LAYER OF LITTER FROM THE NORTH- AND SOUTH SLOPES, CALCULATED ON 100 g. DRY WEIGHT (ABOUT $\frac{1}{4}$ m²).

Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.	N.	Z.
16 Mei	2 Juni	20 Juni	2 Juli	14 Juli	1 Aug.	15 Aug.	29 Aug.	3 Oct.	23 Oct. (onvolledig incomplete) ± 60 g.
104 g.	68 g.	89 g.	69 g.	137 g.	98 g.	81 g.	115 g.	104 g.	± 60 g.
0 %	41 %	0 %	9 %	4 %	299 %	216 %	221 %	137 %	± 200 %
.	3	.	.	.	.	41	4	5	94
.	.	.	.	.	.	.	1	3	.
.	.	.	.	.	.	1	1	1	.
.	1	.	.	.	.	1	3	1	2
.	1	.	.	.	5	7	14	8	16
.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	3	2	4	1	2
.	2	1	.	.	1	36	22	35	34
.	2	3	.	1890	50	48	32	55	111
.	.	.	.	.	25	108	81	110	.
.	.	.	.	.	.	.	4	6	308
.	2	.	.	.	1	5	.	10	.
.	60	.	2	.	55	168	252	2300	1930
.	2	.	2	.	20	.	.	.	102
.	.	.	.	.	1	36	45	50	43
.	5	.	.	.	4	48	27	90	31
.	.	.	.	.	2	.	4	.	.
.	.	.	.	.	.	12	1	10	65
.	2	.	3	1	.	.	1638	380	128
.	.	.	.	.	180	168	198	21	10
.	.	.	.	.	4	12	144	170	391
.	12	1	.	.	.	.	18	100	238
0	87	5	7	1891	343	641	2466	3337	3391
.	.	.	.	3	.	.	.	.	.
.	.	.	.	5	.	.	.	.	.
.	.	.	3	1	.	1	4	.	2
.	1	.	.	.	6	.	4	2	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	.	.	1	2	3	.
.	3	.	3	1	2	2	1	.	.
.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	18	2	27	30	7
.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
.	8	.	.	.	.	.	8	26	.
.	.	.	.	.	1	2	1	.	3
.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	8	4	.
.	18	.	.	.	.	.	.	6	2
.	.	.	.	.	2	2	3	.	.

Helling (slope)		Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.
	datum (date)	16 Dec.	12 Febr.	7 Maart	28 Maart	15 April	30 April
Monster Sample	drooggewicht (dry weight)	43.5 g.	84 g.	97 g.	122 g.	124 g.	88 g.
	vochtgehalte						
	in 0/10 v. h. drooggewicht ¹⁾	253 %	300 %	311 %	321 %	106 %	14 %
<i>Hymenoptera.</i>							
40.	Hymenoptera spp.				2	2	3
<i>Mecoptera.</i>							
41.	Panorpa sp. juv.						
<i>Diptera.</i>							
42.	Tipulidae sp. juv.						
43.	Chironomidae sp. juv.		28	8	18	5	1
44.	Diptera spp. juv.		6	8	1		
<i>Trichoptera.</i>							
45.	Enoicyla pusilla Burm.						
<i>Lepidoptera.</i>							
46.	Macrolepidoptera spp. juv.	2		1			
47.	Microlepidoptera spp. ad.			1		2	
48.	Microlepidoptera spp. juv.						
<i>Arachnoidea.</i>							
49.	Arachnoidea spp.	2	4	20	4	10	2
<i>Acari.</i>							
50.	Asca v. Heyden sp.					88	
51.	Belba verticillipes (Nic.)		1		1	2	1N
52.	Camisia spinifer (C. L. Koch)			1	2		
53.	Carabodes coriaceus C. L. Koch		4	4	2	32	1
54.	Carabodes C. L. Koch sp.					52	2
55.	Cepheus C. L. Koch sp.			2			
56.	Cepheus C. L. Koch sp. juv.			1			
57.	Ceratoppia Berlese sp.		4	2	13	3	1
58.	Ceratoppia Berlese sp. juv.			2		4	
59.	Chamobates Hull. sp.		1	7	10	48	
60.	Eremaeidae spp.	2	40	2	17		3
61.	Galumna dorsalis (C. L. Koch)						
62.	Hermannia gibba C. L. Koch			1N 1V	8N. 16V.		
63.	Hermaniella granulata (Nic.)		4	6	1	40	
64.	Hoplodermma Michael sp.		4			4	
65.	Hypochthoniella pallidula (C.L.Koch)					12	1
66.	Hypochthonius rufulus C. L. Koch						
67.	Labidostomma denticulatum Schrank						
68.	Ledermülleria Oudemans sp.					18	
69.	Liacarus coracinus (C. L. Koch)		1	1		28	
70.	Nanhermannia elegantula Berl.		1				
71.	Notaspis Hermann. sp.						
72.	Nothrus silvestris (Nic.)				2		
73.	Ologamasus Berl. sp.		1				
74.	Oribatula tibialis (Nic.)		24	3	20	4	17
75.	Parasitidae (Oudemans)		30	30	24	28	1
76.	Pelops auritus C. L. Koch	9	2V	115N 10V	14N. 3V.	52N. 20V.	2N
77.	Phthiracarus borealis (Trägårdh)			3		5	
78.	Phthiracarus piger (Scopoli)						
79.	Platynothrus peltifer (C. L. Koch)	5N	408N 28V	400N 7V	480N. 2V.	116QN 2V	77N 1V
80.	Scheloribates confundatus Selln.						10
81.	Tectocephus velatus (Mich.)	5	4	29	8	96	
82.	Trachytes pyriformis Kramer		1	6	52	1	
83.	Tydeus C. L. Koch sp.			430	40		
84.	Uropoda Latreille sp.		2	7	60	20	
85.	Xenillus Rob-Desv. spp.			1	2		
86.	Zercon sp.	2			2	5	
87.	Onbekend	2	10	2	10		
Totaal aantal Acari.		25	570	1073	789	1724	117
Total amount							

¹⁾ percentage of moisture in 0/10 of the dry weight.

Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.	Z.	N.	N.	Z.
16 Mei	2 Juni	20 Juni	2 Juli	14 Juli	1 Aug.	15 Aug.	29 Aug.	3 Oct.	23 Oct. onvolledig (incomplete) ± 60 g.
104 g.	68 g.	89 g.	69 g.	137 g.	98 g.	81 g.	115 g.	104 g.	± 200 %
0 %	41 %	10 %	9 %	4 %	299 %	216 %	221 %	137 %	
2	5		2			8	1	2	2
						1	1		
	3				2		4	3	2
	1		3		8	6	5	17	14
	1								
	3						1		
							3	5	5
2		1	3	1	3	11	5	7	22
	2N 2V				2	N & V 90	49N 26V	42N 23V	24
				1	12				12
			2		6		5	2	14
					13		15	85	
	11				13		2	44	
					39	54	25	18	12
	6				18	4	3		7
							8	3	
	8				10	188	37		66
	420		2		230	198	284	400	162
	2V			3V	120N 167V	44	14		
	3			2	83	1	160V	74N 165V	2
	11			1	20	216	164	120	77
	8		3		110	78	37	43	66
	5				4	48	92		78
							47	23	3
							3		
	2				20	84	40	14	61
	3			1	14	60	44	38	1
					2				
	2				1N 1V	11	4	1	3
	42					1	2		2
	32			3	450	96	288	60	80
	2N 5V	1N			25	78	186	220	158
					1	8		4	26
	3				7	7	9	20	
	390N 48V	1N	3V	11 N	6	8	26	13	
	10				160N 76V	114N 158V	144N 405V	240V	46 V
	5						2		
	17					78	1	8	139
					40	5	91	92	22
	17				49	22	163	106	8
	12				1	18	26	5	5
			6		3	38		1	500
0	1069	2	16	22	1706	1777	2428	1873	1574

Van enkele mijtensoorten werden ook geregeld nymphen aangetroffen. Dit was het geval bij de volgende soorten.

Belba (51), die 29 Aug. en 3 Oct. het grootste aantal nymphen vertoonde. *Hermannia gibba* (62) nymphen in Maart en April, maar meer op 1 Aug. en 3 Oct. *Pelops auritus* (76) had daarentegen alleen in het voorjaar veel nymphen, terwijl in het najaar na 1 Aug. alleen adulte exemplaren werden gevonden in klein aantal. *Platynothrus peltifer* (79) heeft van 12 Februari tot 15 April een toenemend aantal nymphen en een afnemend aantal volwassen exemplaren. Van Augustus tot October ziet men juist het omgekeerde; terwijl het aantal imagines toeneemt neemt het aantal nymphen af, die dan ook na 3 October niet meer werden gevonden.

Duidelijker dan door het geven van absolute aantallen blijkt uit de verhouding der aantallen van nymphen en adulte dieren, dat de nymphen hun maximale ontwikkeling in het voorjaar hebben, de adulti echter in het najaar. Geeft men het aantal nymphen en volwassen dieren namelijk in procenten weer dan krijgt men het volgende:

Platynothrus peltifer	in procenten	
	nymphen	volwassen dieren
12 Februari	94	6
7 Maart	98	2
28 Maart	99.6	0.4
15 April	99.8	0.2
30 April	98.5	1.5
2 Juni	89	11
1 Augustus	67	33
15 Augustus	40	60
29 Augustus	25	75
3 October	0	100
23 October	0	100

Uit het voorkomen van slechts één top der maximale ontwikkeling zoowel bij nymphen als bij volwassen dieren zouden wij voorloopig willen concluderen, dat *Platynothrus peltifer*, althans in de strooiselbovenlaag slechts één generatie per jaar heeft. Ook van *Pelops auritus* zou hetzelfde verondersteld kunnen worden, daar alleen in het voorjaar nymphen gevonden werden; *Pelops auritus* komt echter altijd in gering aantal voor, zoodat hier in nog sterker mate dan voor *Platynothrus* de vraag gesteld moet worden of de strooiselonderlaag niet een ander beeld te zien zou geven, zoodat daar het voorkomen van méér dan één generatie per jaar waarschijnlijk zou kunnen worden.

Bevolking door plaatselijke vermenigvuldiging en door immigratie.

Een belangrijke vraag in dit verband is nog, waar komt de bevolking van de bovenlaag vandaan? Komen de dieren in de bovenlaag, doordat na het vallen der bladeren slechts enkele individuen vanuit de onderlaag immigreren en zich in de bovenlaag gaan voortplanten? Of komen, alle dieren door immigratie vanuit de onderlaag in de bovenlaag? Wij zijn geneigd beide wijzen van bevolking aan te nemen. Immigratie vanuit de onderlaag vindt waarschijnlijk wel bij alle mijten- en springstaartsporten plaats. Van vele soorten werden namelijk nooit jeugdstadia gevonden, terwijl ook het snel bevolkt worden na droogte een gevolg moet zijn van immigratie (vergelijk Volz 1934). Voor bevolking door voortplanting in de bovenlaag pleit, dat van mijten niet alleen nymphen maar ook larven en soms eieren in de bovenlaag gevonden werden. Dit werd meermalen geconstateerd bij *Belba verticillipes* (51), *Ceratoppta* sp. (58), *Hermannia gibba* (62), *Pelops auritus* (76) en *Platynothrus peltifer* (79). Ook van springstaarten werden zeer jeugdige individuen gevonden, vooral van *Anurophorus laticis* (10) en *Folsomia quadrioculata* (14).

Verschillen tusschen N- en Z.-helling.

Tusschen de fauna van het bovenste strooisel, gevallen in den laatsten herfst bestaan op Noord- en Zuid-helling opvallende verschillen, die thans zullen worden besproken.

Een aantal dieren werd in het bovenste strooisel van de N.-helling gevonden, maar ontbrak geheel in dat van de Z.-helling. Dit zijn *Lumbricus* (2), *Onychiurus armatus* (18), *Ischnorhynchus residus* (28), *Trichopteryx intermedia* (34) en *Scheloribates con-*

fundatus (80). Andere soorten troffen wij in het strooisel van de N.-helling in grooter aantal aan dan in dat van de Z.-helling. Dit is zeer opvallend bij *Sminthurinus niger* (20), die alleen 23 October ook op de Z.-helling gevonden werd; verder bij *Drymus silvaticus* (29), *Newsteadia floccosa* (32), *Hermannia gibba* (62), *Hypochthonius rufulus* (66), *Oribatula tibialis* (74), *Trachytes pyriformis* (82), *Uropoda* (84) en verder bij *Coleopteralarven* (37, 38, 39) en *Dipteralarven* (42, 43, 44). Bij de *Dipteralarven* is dit vooral het geval met de op *Phaenocladus* gelijkende *Chironomide* (43).

Het omgekeerde, dat soorten uitsluitend in het strooisel der Z.-helling aangetroffen werden en niet in dat der N.-helling, vonden wij niet. Wel, dat bepaalde soorten op de Z.-helling talrijker waren dan op de N.-helling. Dit laatste was namelijk het geval met een *Oligochaet* (1), *Entomobrya nivalis* (13), *Orchesella cincta* (19), *Arachnoidea* (49), *Chamobates* (59), *Liacarus coracinus* (69), *Pelops auritus* (76), *Tectocephus velatus* (81).

In onderstaande tabel zijn de verschillen tusschen N.- en Z.-helling, wat betreft het verschil in aantal individuen, ontleend aan Tabel I, samengevat. De aantallen zijn totale aantallen, verkregen door van de soorten, die geregeld aan de eene helling talrijker werden aangetroffen dan aan de andere, alle individuen bij elkaar op te tellen.

Tabel 2. Table 2.

	aantal malen gevonden in één der 8 monsters van iedere helling (number of times found in one of the samples of each slope)		totaal aantal in Z. en in N. hellingmonsters (total number in samples of North and South slope)	
	Z.	N.	Z.	N.
2 Lumbricus	0	4	0	8
18 Onychiurus armatus	0	4	0	38
28 Ischnorhynchus residuae	0	2	0	56
34 Trichopteryx intermedia	0	5	0	56
80 Scheloribates confundatus	0	3	0	22
20 Sminthurinus niger	2	6	129	2049
29 Drymus silvaticus	1	4	1	9
32 Newsteadia floccosa	3	3	11	75
62 Hermannia gibba	4	5	8	712
66 Hypochthonius rufulus	1	4	3	79
74 Oribatula tibialis	5	7	86	901
82 Trachytes pyriformis	4	6	34	293
84 Uropoda	4	6	57	497
37, 38, 39 Coleoptera juv.	2	8	5	49
42, 43, 44 Diptera juv.. . . .	4	8	43	100
1 Oligochaet	3	2	136	9
13 Entomobrya nivalis	4	3	86	13
19 Orchesella cincta	4	3	122	13
36 Coleoptera ad.	4	0	7	0
49 Arachnoidea	8	7	69	28
59 Chamobates	4	5	309	66
69 Liacarus coracinus	4	5	170	77
76 Pelops auritus	6	6	241	33
81 Tectocephus velatus	5	5	347	26

Verklaring der verschillen tusschen N.- en Z.-helling.

Wat kan de oorzaak zijn, dat sommige dieren in grooter aantal op de Z.-, andere uitsluitend of in grooter aantal op de N.-helling gevonden worden?

In de eerste plaats zou dit toevallig kunnen zijn, zoodat men iets geheel anders had kunnen vinden, wanneer men een monster vlak naast het eerste had genomen. In Tabel 2 zijn echter, op een enkele uitzondering na, slechts die diersoorten opgenomen, bij welke men kan spreken van een „geregeld” talrijker voorkomen op één der beide hellingen, wat eenigszins kan blijken uit de tweede kolom van Tabel 2, waar

is aangegeven het aantal malen, dat de betreffende diersoort in de strooiselmonsters werd aangetroffen. Het toeval zou een rol kunnen spelen in de gevallen, waar de aantallen zeer gering zijn (*Lumbricus* (2), *Ischnorhynchus* (28), *Coleoptera* (36)). Toch is voor *Lumbricus* en *Ischnorhynchus* een andere verklaring meer waarschijnlijk (zie deze pagina verderop). Voor andere diersoorten in Tabel 2 opgenomen is niet voldoende reden aanwezig om toeval als oorzaak voor het verschil in aantal tusschen N. en Z. helling aan te nemen. Wél is het mogelijk, dat de verhouding der aantallen eenigszins anders had kunnen zijn. Zoo moet *Sminthurinus* (20) een verkeerd beeld geven, doordat hij 29 Aug. in abnormaal hoog aantal werd gevonden. Zoo ook bedroeg het aantal van *Onychiurus* in één monster 30 en in de andere 3 tesamen 8. Ook het ontbreken van *Hypochthoniella* (65) op 3 Oct. is wellicht aan toeval toe te schrijven. Niet onvermeld mag blijven dat het voorkomen in gering aantal ook oorzaak kan zijn, dat werkelijk bestaande verschillen niet tot uiting komen. Zoo is de conclusie dat, de Gryllidae de Z. helling prefereren niet gewettigd, daar slechts éénmaal 5 exemplaren op de Z. helling werden gevonden. Zooals ons echter uit veldwaarnemingen bleek hebben de Gryllidae inderdaad voorkeur voor de Z.-helling. Over „toeval” zie men verder pag. 7.

In de tweede plaats verschilt het milieu van de Z.-helling sterk van dat van de N.-helling. Voor sommige dieren ligt de beslissende factor in de vegetatie.

Zoo komt *Ischnorhynchus* (28) voor op Berk en daardoor alleen in strooisel van de N.-helling. *Newsteadia floccosa* (32), volgens mededeeling van den heer D. Hille Ris Lambers, *Scheloriabates* (80) en misschien ook *Oribatula tibialis* (74) en *Hypochthonius rufulus* (66) (Willmann 1931, Frenzel 1936) schijnen mos te prefereren en worden dan ook meer op de N.-helling gevonden.

Van meer belang zijn de klimaatsfactoren. De grotere zonsbestraling en de meerdere geëxponeerdheid van de Z.-helling aan Z.- en Z.W.-winden, hebben een sterkere uitdroging tengevolge. Bij de kleine strooiselplekken aan de N.-zijde rust de door ons onderzochte bovenlaag met zijn wisselend vochtgehalte op een altijd vochtiger laag fijn, donker, vergaan bladmateriaal, dat min of meer geleidelijk overgaat in humeuze aarde.

Aan de Z.-helling drogen de groote strooiselvlakken geheel uit. Een droge verpulverende onderlaag rust op den mineralen bodem in de droge tijden van den zomer.

Dit verschil tusschen N.- en Z.-helling wat uitdroging betreft blijkt duidelijk uit de grafiek 1, waarin het watergehalte der onder- en bovenlaag in den loop van het jaar is weergegeven en waaruit het volgende is op te maken:

Vroeg in het voorjaar en in den nazomer hebben alle strooisellagen, zoowel van Z.- als van N.-helling een hoog vochtgehalte. Men krijgt echter den indruk, dat de Z.-helling-onderlaag, die maximaal 200% water bevat, eerder met water verzadigd is dan de andere lagen, die maximaal 300% water bevatten. In April daalde het watergehalte van het strooisel en bedroeg gedurende den zomer in de Z.-helling-bovenlaag twee maal 0%, in de N.-helling-bovenlaag nooit 0%, maar is soms toch wel laag, éénmaal namelijk 9%. Het minimum watergehalte van de onderlaag bedroeg aan de Z.-helling 13%, aan de N.-helling 33%.

In verband met deze verschillen tusschen N.- en Z.-helling is het begrijpelijk, dat de dieren, die op de Z.-helling leven, goed bestand moeten zijn tegen droogte, of anders in den grond moeten kruipen of een ruststadium, b.v. als ei of pop in den drogen tijd moeten doormaken.

Ectobius (24), *Gryllidae* (25), verschillende volwassen *Coleoptera* (36) en *Arachnoidea* (49) hebben aan de Z.-zijde misschien zon, warmte en droogte gezocht. Ook *Orchesella cincta* (19) schijnt graag in een tamelijk droog milieu te leven (Handschin 1929) en wordt daardoor misschien op de Z.-helling talrijker gevonden, dan op de N.-helling. De droogte van half April tot Juli is echter blijkbaar te sterk voor *Orchesella*, daar deze dan ontbreekt.

Uit de altijd vochtige onderlaag der N.-helling komen wellicht *Lumbricus* (2) en *Onychiurus armatus* (18), die de droge Z.-helling mijden, naar boven en worden dan in de bovenste bladlaag gevonden. *Onychiurus armatus* reekt Volz (1934) namelijk tot de „Erbewohner”. Frenzel (1936) vond *Onychiurus armatus* het talrijkste in de vochtige weiden. Volgens Bornebusch (1930) is *Onychiurus armatus* lichtschuw en mijdt drogen, mularmen grond. Eenigszins hiermede in tegenstelling komt *Onychiurus armatus* volgens Handschin (1929) overal voor zonder bepaalde horizontale of verticale verspreiding. Misschien is de vochthoudende onderlaag ook oorzaak van het meer of uitsluitend op de N.-helling voorkomen van *Coleopteralarven* (38, 37, 39), *Trichopteryx intermedia* (34) en *Dipteralarven* (42, 43, 44).

De invloed van vocht en droogte moet nog verder worden nagegaan, daar hier-

mede, de bevolkingssterkte van het bovenste strooisel gelijken tred houdt.

Evenals door verschillende auteurs reeds werd geconstateerd (zie b.v. Frenzel 1936: Strebel 1932) bleek ook ons, dat Collembola gevoeliger zijn voor droogte dan Acari. Tervijl namelijk op 15 April (het watergehalte van de strooiselbovenlaag in procenten van het strooiseldrooggewicht bedraagt 106%), het aantal Collembola reeds is afgenomen vergeleken bij het aantal in Maart, is het aantal Acari nog sterk gestegen, vooral tengevolge van de aanwezigheid van nymphen van *Platynothrus peltifer* (79). Op 30 April (strooiselwatergehalte 14%), is het aantal Collembola gereduceerd tot 2.7% van het aantal op 28 Maart, het aantal Acari echter slechts tot 15%. Ook begin Augustus blijkt de Acaribevolking sneller toe te nemen dan die van de Collembola, wanneer tenminste de top van 14 Juli, veroorzaakt door het plotseling optreden van *Anurophorus laricis* (10) buiten beschouwing wordt gelaten.

Heel opvallend is ook, dat op 2 Juni, toen het strooisel niet kurkdroog was, zoals op 16 Mei en 30 Juni op de Zuidhelling en op 2 Juli op de Noordhelling, maar 41% water bevatte, de Acaribevolking vrijwel even sterk vertegenwoordigd was als bij hooger vochtigheid, terwijl de Collembolabevolking abnormaal laag was.

Bij 14% en lager vochtgehalte van het strooisel zijn alle strooiselbewoners slechts in zeer gering aantal aanwezig. Trägårdh (1933) vond bij proeven met de bodemzeef, dat Arthropoda bij ongeveer 20% vochtigheid naar beneden verhuizen. Wij vonden in de natuur dus iets dergelijks, maar verschil tusschen Acari en Collembola.

Dat de Collembola vroeg in het jaar (Februari-Maart) en laat in den herfst hun maximale ontwikkeling hebben, dus vroeger en later in het jaar dan de Acari (zie tabel 1 en grafiek 2), is misschien ook begunstigd door het bestaan van een constant hoog vochtgehalte in het strooisel. Het lijkt ons onnoodig om naast deze verklaring nog concurrentie tusschen Collembola en Acari aan te nemen (Vergelijk Frenzel 1936 p. 104).

Niet vergeten mag worden, dat er in één en hetzelfde strooiselmonster uit de natuur, vochtigheidsverschillen bestaan, waardoor in één monster dieren kunnen voorkomen, die meer of minder tegen droogte bestand zijn. De dieren, die minder tegen droogte bestand zijn zouden echter hoogstwaarschijnlijk relatief in de minderheid zijn. Wat hieromtrent uit onze gegevens is te concluderen, is het volgende:

Tot de soorten, die zich het beste in een droog milieu handhaven zouden we kunnen rekenen, de *Eremaeidae* ((60) *Oppia*-soorten), *Oribatula tibialis* (74), *Platynothrus peltifer* (79) onder de Acari en *Anurophorus laricis* (10) onder de Collembola. Toch is hierover weinig met zekerheid te zeggen. Bij de grootste droogte handhaven zich eigenlijk alleen *Hymenoptera* (40) en *Arachnoidea* (49).

Een aantal soorten ontbreken in de droge perioden van 15 April tot 14 Juli: *Dicyrtoma fusca* (11), *Onychiurus armatus* (18), *Orchesella cincta* ((19, is wel op 15 April aanwezig); *Sphyrotheca lubbocki* (21), *Tomocerus plumbeus* (22), *Newsteadia floccosa* ((32) is wel 15 April aanwezig); *Camisia spinifer* (52), in gering aantal; *Nothrus silvestris* ((72), aantallen gering); *Phthiracarus borealis* ((77) is 15 April wel aanwezig); *Xenillus* (85). Van *Onychiurus armatus* (18), *Sphyrotheca lubbocki* (21), *Nothrus silvestris* (72) *Phthiracarus borealis* (77) en *Xenillus* (85) is ook uit de literatuur bekend, dat ze een vochtiger milieu prefereren (Willmann 1931).

In het voorgaande hebben wij gezien, dat vegetatie en vochtigheid wellicht oorzaak zijn van verschillen tusschen fauna van N.- en van Z.-helling. Daarnaast zou ook de temperatuur direct van invloed kunnen zijn. Doordat namelijk de gemiddelde temperatuur op de Z.-helling hooger is dan op de N.-helling, zou men misschien kunnen verwachten, dat de dieren aan de Z.-helling zich sneller vermenigvuldigen dan aan de N.-helling. Vergelijkt men de totaal aantallen der mijten met elkaar, dan zou men inderdaad tot deze veronderstelling geleid worden. De aantallen mijten van de Z.-helling zijn in het voorjaar hooger en nemen sneller toe dan van de N.-helling. Dit wordt echter slechts door twee soorten veroorzaakt, namelijk *Tydeus* (83) op 7 Maart en nymphen van *Platynothrus peltifer* (79) op 15 April. Op zijn hoogst mag daarom verondersteld worden, dat op de Z.-helling meer warmte aanleiding kan geven tot een meer explosieve ontwikkeling of een meer massaal naar de bovenlaag verhuizen van een diersoort. Te weinig feiten steunen echter deze veronderstelling. Dat bij de springstaarten in het voorjaar dit verschijnsel niet is te constateeren, spreekt noch voor noch tegen deze veronderstelling; het grootste aantal springstaarten wordt in Februari gevonden en neemt naar het voorjaar af, misschien ten gevolge van een weinig constant vochtgehalte.

Het kweken van mijten en springstaarten.

Inleiding.

Daar het doel van het onderzoek is een bijdrage te leveren over de samenleving in het strooisel in verband met de vertering hiervan, leek het ons gewenscht niet slechts de verspreiding der mijten en springstaarten in de verschillende jaargetijden, maar ook hun levenswijze te bestudeeren.

Het afzonderlijke bestudeeren van de verschillende mijtensoorten leverde bovendien het voordeel op, dat uit de larven van enkele soorten, die aanvankelijk niet gedetermineerd konden worden, zich in het laboratorium dieren ontwikkelden, waarmede dit wel het geval was. Op deze wijze konden nymphen van *Pelops auritus* en *Platynothrus peltifer* als zoodanig met zekerheid worden gedetermineerd.

Om inzicht te krijgen in het aandeel dat mijten en springstaarten nemen in de verwerking en omzetting van het door ons onderzochte eikenstrooisel moest dus een antwoord gezocht worden op de vraag:

Wát eten deze dieren, en hoeveel?

Onder de mijten hebben wij het meest te maken met de groep van de *Oribatidae*. Over het voedsel hiervan is weinig met zekerheid bekend. H. Graf Vitzthum (1923) meent dat alle Deutsche Oribatidae waarschijnlijk zonder uitzondering schimmels of andere lagere planten eten, zooals algen, lichenen, enz.

Vitzthum noemt in 1941 ook in ontbinding verkeerende plantenresten als voedsel. Sig Thor (1931) vermeldt naast plantendeelen in het algemeen, ook éencellige wieren, Protozoën en schimmelsporen als mijtenvoedsel. (Vergelijk ook Willmann (1931) en Fourman (1936)). A. P. Jacot (1936) is van meening, dat slechts weinig saprophytische mijten, en dan nog alleen noodgedwongen, dood blad eten. Forsslund (1938) onderzocht den darminhoud van een aantal Oribatiden-soorten en vond hij kleuring op cellulose, lignine en protoplasma, meest schimmeldraden en sporen benevens „onherkenbare massa's". Op grond hiervan concludeert hij, dat Oribatidae, behalve misschien Phthiracaridae, waarschijnlijk een ondergeschikte rol spelen in de directe strooiselomzetting, al zullen zij door het eten van schimmels indirect misschien van meer beteekenis zijn.

Over het voedsel van Collembola is veel meer bekend. V. Willem (1925), E. Handschin (1926) en O. Strebel (1932) zijn het er over eens, dat het voedsel van de Collembola zéér veelzijdig van aard kan zijn. Zoowel plantaardige als dierlijke stoffen worden, bij voldoende zachtheid, gegeten. Voorkeur genieten rottende stoffen. Maar ook schimmels, infusorien, algen, soortgenooten, de eigen afgeworpen huidjes, eieren en nog talloze andere dingen worden opgegeten.

Kweekmethode.

Voor het kweken werden kleine glazen celletjes gebruikt van onderstaand model.



Ze zijn samengesteld uit een objectglas, waarop met canadabalsem een glazen ringetje is geplakt. Het geheel wordt afgesloten met een dekglasje. A. D. Michael heeft in 1883 ongeveer op dezelfde wijze gewerkt. In „Culture Methods for invertebrate animals" 1937 p. 345 beschrijft ook Jacot dezelfde methode. Hij sluit echter met paraffine tusschen ringetje en dekglas de vaatjes luchtdicht af, om de vochtigheid te handhaven. Geen wonder dus, dat hij iedere dag moet luchten. Wij hebben de geslepen bovenrand van het ringetje plaatselijk nat gemaakt, zòd, dat het dekglasje juist bleef plakken. De dieren konden dan niet ontsnappen, terwijl luchtverversching mogelijk bleef. Om uitdroging tegen te gaan, plaatsten wij een groot aantal kweekcelletjes op rekjes voor 12 stuks in een z.g. vochtige kamer. Hiertoe diende een aquariumbak met een laagje water op den bodem en afgedekt met een glasplaat.

TABEL 3. TABLE 3.

Overzicht van de resultaten van mijten en springstaarten cultures.
(Summary of results of cultures of mites and collembola).

Soort (Species)	totaal aantal gekweekte dieren (total number of animals raised)			gegeten ? (eaten ?)	voeding (food)	uitwerpselen (excrements)
	in cultuur geboren jongen (culture-born young)					
			hoogste aant. d. in cult. levend (survival in culture, largest number of days found alive)		vraatbeeld (mastication pattern)	
Belba verticillipes	22	26	<u>132</u>	vrijw. niet (asgood as not)	enkele kleine aangevreten plekjes ¹⁾	—
Camisia spinifer	2	—	37	weinig (little)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Carabodes coriaceus	16	—	<u>132</u>	weinig (little)	bladmoes uitgehold door klein gat in epid. ³⁾	+
Ceratoppia sp.	3	—	52	niet (not)	—	?
Galumna dorsalis	2	—	67	niet (not)	—	?
Hermannia gibba	22	3	<u>116</u>	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Hermanniella granulata	26	—	<u>132</u>	veel (much)	normaal vraatbeeld, soms grote gaten dwars door het blad heen. ⁴⁾	+
Hoploderma sp.	28	1	<u>132</u>	zéér veel (very much)	eet alles op, behalve gro- ve nerven. ⁵⁾	+
Hypochthonius rufulus	9	—	54	niet (not)	—	?
Hypochthoniella pallidula	30	—	54	niet (not)	—	?
Iacarus coracinus	—	—	54	goed (good)	—	+
Notaspis coleoptratus	14	—	67	vrij veel (a good many)	normaal vraatbeeld, soms grote gaten dwars door het blad heen. ⁴⁾	?
Nothrus silvestris	25	6	<u>132</u>	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Pelops auritus	1	—	48	niet (not)	—	—
Platynothrus peltifer	49	10	<u>132</u>	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
" " nymphen	6	—	<u>104</u>	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Phthiracarus borealis	28	—	54	goed (good)	—	+
Phthiracarus piger	18	—	54	goed (good)	—	+
Trachytes pyriformis	5	—	54	niet (not)	—	?
Uropoda sp.	18	—	54	niet (not)	—	—
Achorutes muscorum	3	—	53	weinig (little)	normaal vraatbeeld, ²⁾ diep (diep)	+
Lepidocyrtus lanuginosus	19	—	<u>90</u>	weinig (little)	normaal vraatbeeld, ²⁾ ondiep (shallow)	+
Onychiurus armatus	10	—	<u>84</u>	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Orchesella cincta	6	—	<u>40</u>	vrij goed (rather good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+
Tomocerus plumbeus	4	—	59	goed (good)	normaal vraatbeeld ²⁾	+

De ondergestreepte getallen uit de 4e (tijd) kolom van tabel 3, geven aan, dat er bij het opruimen van de cultuur nog dieren leefden.

Underlined numbers indicate that animals were still alive when the culture was stopped.

¹⁾ some small partly eaten spots.

²⁾ normal mastication-pattern.

³⁾ mesopyll hollowed by small hole in epidermis.

⁴⁾ normal mastication-pattern. Sometimes holes right through the leaf.

⁵⁾ everything is eaten, except the ribs.

Op den bodem van ieder celletje werd een stukje, van een in den vorigen herfst gevallen eikenblad gelegd, ter grootte van $\pm 1 \text{ cm}^2$. Tevoren was nauwkeurig nagezien of zoo'n bladstukje geen beschadiging vertoonde, teneinde eventuele vraat direct te kunnen vaststellen. Per celletje werden 1—9 dieren van dezelfde soort samengebracht. De cultures zijn steeds bij kamertemperatuur gehouden en werden in het donker geplaatst. Zij kwamen echter bij de controle in het licht. Deze controle's werden uitgevoerd één maal per week of per 10 dagen. De meeste celletjes waren dan zoover droog geworden, dat een druppeltje water moest worden toegevoegd. Van ieder celletje werd een protocol bijgehouden, waaruit de belangrijkste gegevens hebben gediend om tabel 3 samen te stellen. Over het geheel bleken mijten beter bestand tegen het kunstmatig milieu dan springstaarten. De mijten zijn veel minder gevoelig voor droogte en hebben, doordat ze zich traag bewegen, geen last van de kleine ruimte.

Resultaten van het kweken aan de hand van tabel 3.

Achtereenvolgens worden nu de kweekresultaten van mijten en springstaarten behandeld.

A. Mijten.

Van de soorten *Ceratoppia* sp., *Galumna dorsalis*, *Hypochthonius rufulus*, *Hypochthoniella pallidula*, *Pelops auritus*, *Trachytes pyriformis*, *Uropoda* sp. was in het geheel geen bladvraat te zien en ook uitwerpselen konden niet met zekerheid worden aangetoond. Hierbij moet ook *Belba verticillipes* genoemd worden. Deze soort heeft weliswaar in enkele gevallen eenige zeer kleine vraatplekjes gemaakt, maar dat is totaal onvoldoende ter verklaring van het feit, dat vele dieren 132 dagen leefden, tesamen 26 jongen kregen (de ontwikkeling van 6-pootige larve tot 8-pootige nymph duurde ongeveer 1 maand) en nooit uitwerpselen produceerden voor zoover kon worden waargenomen. In de celletjes van alle bovengenoemde soorten kwam steeds vrij veel schimmel voor. Het kan zijn, dat hiervan werd gegeten. Maar zou schimmelvraat dan in 't geheel geen vaste uitwerpselen geven? Het lijkt ons weinig aannemelijk. Mogelijk kunnen deze dieren het, althans in volwassen staat, lang zonder voedsel stellen, terwijl ze in hun natuurlijk milieu van andere stoffen leven dan ze in cultuur tot hun beschikking hadden.

Alle overige mijtensorten hebben van het eikenblad gegeten.

Carabodes coriaceus maakt een klein gaatje in een eikenbladje en eet van daar uit het bladmoes weg. Ook werden de sneevlakten van het blaadje wel als uitgangspunt gebruikt. Deze soort at weinig.

Camisia spinifer, *Hermannia gibba*, *Liaccarus coracinus*, *Nothrus silvestris*, *Platynothrus peltifer*, aten de eerste maal in het gevangenschap goed. In de meeste cultures werden eieren gelegd en daaruit jongen geboren. Deze dieren eten van het blad de beneden epidermis weg (ook als deze naar boven gekeerd is) en het daaronder gelegen bladmoes tot op de bovencuticula. Alle nerven blijven gespaard. Dit beeld, dat het veelvuldigst voorkomt, werd door ons als „normaal vraatbeeld" aangegeven. (Fig. 1.)

Van *Platynothrus peltifer* hebben we ook nymphen gekweekt. Ze aten goed, onder vorming van normaal vraatbeeld, vervelden en enkele dieren kregen de normale donkerbruine kleur van den volwassen vorm. Anderen bleven lichter. Uit de eieren, die in gevangenschap gelegd werden, kwamen bijna kleurloze kleine larven met 3 paar pooten te voorschijn, die voor een deel in leven bleven en zich tot nymphen met 4 paar pooten ontwikkelden. Deze nymphen zagen wij niet meer in adulti veranderen, zoodat wij over den tijd noodig voor de ontwikkeling van ei tot volwassen dier geen gegevens hebben.

Notaspis coleoptratus en *Hermannella granulata* maken, behalve normaal vraatbeeld, gaten door het geheele blad; dus zowel boven- als ondercuticula worden gegeten evenals de fijnste nerven. (Fig. 2.)

Hoploderma sp. tenslotte eet bijna het geheele blad en laat slechts groveerven over. De eetlust van deze dieren is werkelijk zeer groot. Bij elke controle werden zij etend aangetroffen. 6 Exemplaren aten in 132 dagen 6 bladstukjes totaal op, behoudens enkele stukken nerf. (Fig. 3.)

Het lijkt ons waarschijnlijk, dat *Hoploderma* sp., *Hermannella granulata* en misschien *Notaspis coleoptratus*, ook in hun natuurlijk milieu, dood vochtig eikenblad eten, terwijl de andere soorten dit misschien slechts onder de gegeven omstandigheden deden, terwijl hun menu in vrijheid wellicht meer gevarieerd is.

Platynothrus peltifer is eenmaal bij controle verrast, al schimmeletend. In alle celletjes was steeds schimmel aanwezig, maar of ervan gegeten werd weten wij niet. Die dieren, waarvan aangegeven staat, dat zij „goed” aten, deden dit slechts 1 à 2 maanden en daarna aten ze minder of helemaal niet meer. De meeste vraat viel van 19 Juli tot ongeveer eind September. Dit werd tegen half October minder en begin November werd er vrijwel niet meer gegeten.

B. Collembola.

De kweekmethode, die voor mijten over het algemeen zulke goede resultaten gaf, bleek voor springstaarten, althans voor de beweeglijkste, veel minder geschikt.

De dieren stierven spoedig door droogte, beschadigden zichzelf in de, al te kleine, ruimte en sprongen weg bij de controles.



Fig. 1. *Platynothrus peltifer*.

Vijf soorten konden 53 tot 90 dagen in leven worden gehouden. Allen aten en maakten daarbij „normaal vraatbeeld”. *Achorutes muscorum* en *Lepidocyrtus lanuginosus* aten weinig, *Tomocerus plumbeus* en *Orchesella cincta* wat meer, terwijl alleen *Onychiurus armatus*, een witte, blinde, niet springende soort, de indruk maakte, het wel goed te hebben in gevangenschap. Deze laatste dieren leefden 84 dagen in cultuur, waren steeds actief, maakten vervellingen door en aten geregeld. Bij het opruimen van de cultuur leefden ze nog.

Naast de boven beschreven kweekproeven hebben wij ook 2 series aangezet waarin soorten op nauwkeurig, droog gewogen bladstukjes werden gebracht. Na 50, respectievelijk 54 dagen, werden de bladstukjes weer afgespoeld, om ze van de uitwerpselen te ontdoen, gedroogd en gewogen. We hoopten door vergelijking van de gewichten voor en na de vraatperiodes quantitative gegevens over de bladvraat van verschillende, veel voorkomende strooisel-bewoners te krijgen.

De proeven werden echter laat in de herfst genomen, zodat weinig werd gegeten. Alleen *Hoplodermis* sp. en *Hermannella granulata* deden $\pm 25\%$ van hun blaadje verdwijnen. Maar ook bladstukjes, waarbij geen dieren geweest waren en die als controle golden, bleken 5 tot 13% (gemiddeld 11%) in gewicht verminderd te zijn. Enkele blaadjes, waarbij wel dieren waren, hadden helemaal geen gewichtsverminde-



Fig. 2. Vreterij van Hermannella.

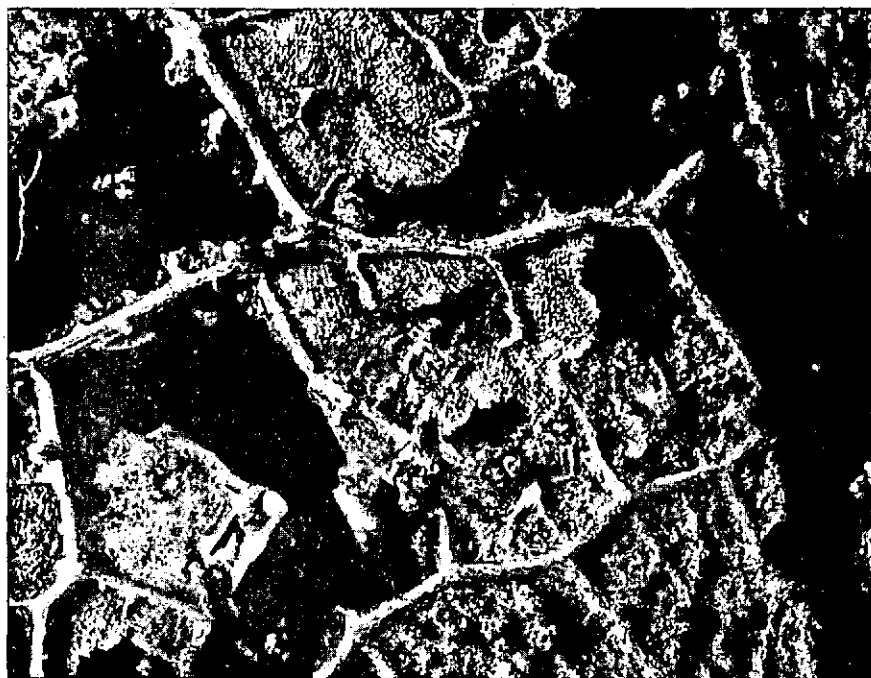


Fig. 3. Vreterij van Hoploderma.

ring ondergaan. Het bleek zodoende, dat allerlei factoren de spreiding in het cijfermateriaal zoo groot maakten, dat het niet mogelijk was conclusies uit de verkregen getallen te trekken.

De kwalitatieve gegevens, die deze beide proefseries opleverden zijn ook in de tabel verwerkt.

Hoewel het kweken over het geheel genomen bevredigende resultaten gaf, stierven toch voor en na vele dieren. Verschillende oorzaken kunnen daarvoor aangewezen worden.

1. De cultuur is te nat gemaakt; het dekglasje sluit luchtdicht op 't ringetje en de dieren stikken, of wel ze verdrinken.
2. De cultuur was te droog.
3. De dieren beschimmelden. Het viel namelijk op, dat dieren zeer traag rondliepen of zelfs nauwelijks meer bewogen, terwijl ze reeds witten schimmel op de rug droegen. Een enkele maal leek het zelfs of dieren onder hun pantser bobbels vormden; die aan de oppervlakte tot schimmelmassa's openbraken. Bij de volgende controle waren de dieren dan dood en geheel met schimmel overdekt. Het kan zijn, dat hier sprake is van parasitaire schimmels. Ook kan het zijn, dat dieren door vocht, uitwerpselen, enz. reeds in slechte conditie kwamen en de saprophytische schimmels buiten op hun pantser groeiden.
4. Sterfte door ouderdom, of gebrek aan het juiste voedsel.

Samenvattend komen we tot 't inzicht, dat het kweken een onontbeerlijk hulpmiddel is om uit te maken tot welke volwassen vorm bepaalde jeugdstadia behooren en om iets te weten te komen over het voedsel van mijten en springstaarten, teneinde een indruk te krijgen van de rol, die zij spelen bij de strooiselomzetting.

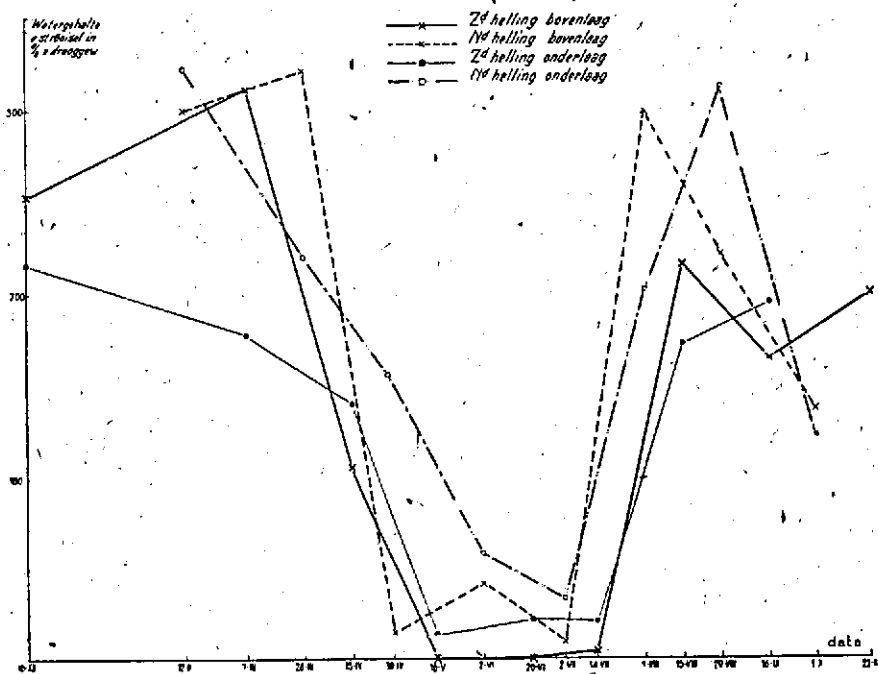
Besluit:

Uit het quantitative, onderzoek der bovenlaagfauna blijkt, dat het pas afgevallen eikenblad eerst weinig bevolkt is en de bevolking pas in het voorjaar toeneemt. In de droge perioden verdwijnt de bevolking der bovenlaag weer geheel en beteikt in de vochtige perioden van nazomer en herfst zijn hoogste ontwikkeling; het aantal individuen is, dan 2 tot 5 maal zoo groot als in het voorjaar. Het hoogste totale aantal bedroeg omgerekend per m² ruim 22.000 dieren. Dit aantal komt overeen met het hoogste aantal, dat Bornebusch (1930) vond, maar dan voor de geheele strooisellaag. Dat de onderlaag van onze monsters veel rijker is aan dieren dan de bovenlaag was bij de eerste oogopslag te zien. Tellingen werden niet uitgevoerd, maar het zou ons niet vreemd lijken in verschillende monsters voor de geheele strooisellaag aantallen te vinden, zooals Trägårdh (1933) die vond, namelijk 500.000 dieren per m².

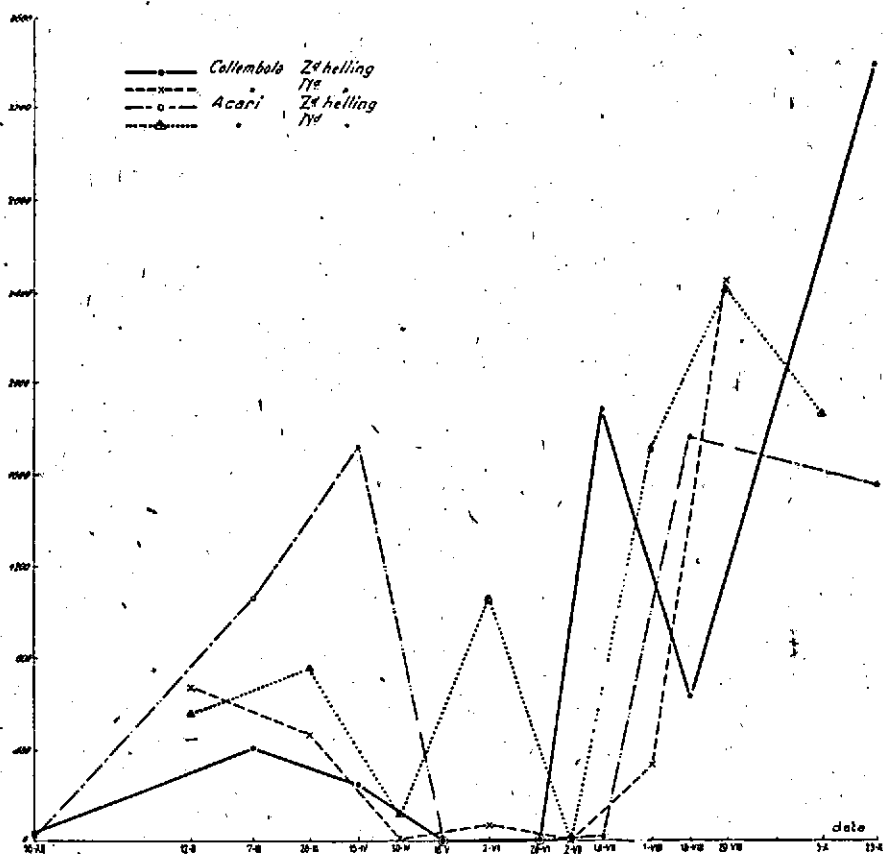
Uit onze kweekproeven bleek, dat de bovenlaag niet alleen door schimmelende dieren wordt bewoond, maar ook door dieren, die dood blad eten. Nu is in de natuur de invloed van dit eten in den eersten tijd na den bladval niet te constateeren. Maar in den eersten nazomer volgend op den herfst, waarin de bovenlaag wordt gevormd, blijkt dit anders te zijn. Terwijl de bovenste bladeren der bovenlaag nog vrijwel gaaf zijn, is het onderste blad der bovenlaag vaak niet meer van de onderlaag te onderscheiden, doordat het beschimmeld is en reeds eenigszins uiteengevallen. Is dit onderste blad reeds sterker vergaan, dan is moeilijk te zien op welke wijze dit vergaan heeft plaats gehad. In een minder ver gevorderd stadium konden wij echter vraatbeelden ontdekken, die sprekende overeenkomst vertoonden met de vraatbeelden, die wij bij het kweken van mijten en springstaarten hadden verkregen.

Was dus reeds in het eerste jaar de bovenlaag in afbraak, belangrijker moet deze zijn in de volgende jaren, wanneer zich nieuwe bladgeneraties over de oude hebben uitgespreid, zoodat in de oorspronkelijke bovenlaag een blijvend vochtig milieu ontstaat, waar zich flora en fauna kunnen handhaven zonder de nadeelige gevolgen van droogte te ondervinden. Dat droogte soms zijn invloed ook nog in de onderlaag doet gelden is waarschijnlijk voor de Z.-helling, gezien het lage vochtgehalte, dat wij van Mei tot Juli constateerden.

Dat de fauna voor de strooiselomzetting betekenis heeft is aan geen twijfel onderhevig. Hoe groot deze betekenis is en of deze vooral gelegen is in het afbreken der schimmels en bacteriën, die het blad zelf aantasten, bleef onbekend. Hiervoor zal ook de onderlaag onderzocht moeten worden, terwijl door kweken wellicht meer is te vinden omtrent aard en hoeveelheid van voedsel, dat door de strooiselbewoners wordt gebruikt. Wij willen ons dienaangaande onthouden van theoretische bespiegelingen en berekeningen, zooals deze bij verschillende auteurs zijn te vinden en waarover in het voorgaande reeds iets werd medegedeeld (p. 3).



Grafiek 1.



Grafiek 2.

Summary.

The fauna of leaves fallen in one autumn-period was studied until a new layer was formed in the following autumn.

The litter was collected from the North and South slopes of the „Fransche Berg” on the „Hoge Veluwe.” The North slope of this hill is covered with young oakwood, and a little undergrowth of Sorbus and other plants. (cf. the sociological list p. 4). On the North slope the spots of litter are about 25×25 cm. but on the South slope, which is wooded with Quercus only, the spots of litter are 1 m^2 owing to the sparser soil-covering of moss. The South slope is sunnier and more exposed to south and south-west winds.

Of about $\frac{1}{4} \text{ m}^2$ of litter the upper layer was separated from the lower. The two samples of litter were sieved in the laboratory by means of a Tullgren apparatus (1918).

After having been sorted with a binocular microscope at 20 or 40 times enlargement, the animals were determined; they were prepared in the liquid of Berlese. In determining Acari G. L. van Eynhoven assisted us, Miss A. M. Buitendijk did so in determining Collembola.

The results of the quantitative reseaches of the upper layer are summarized in Table 1, from which the following conclusions may be drawn:

1. All animals occurring both in spring and in autumn, were equally or more numerous in autumn than in spring. Only *Entomobrya nivalis* (13), *Pelops auritus* (76) and *Platynothus peltifer* (79) were more numerous in spring than in autumn.

2. From the proportion in which *Platynothus peltifer* (79) nymphae and larvae were found, it seems likely that each year only one generation occurred in the upper layer. Perhaps the same holds good for *Pelops auritus* (76).

2. From the proportion in which *Platynothus peltifer* (79) nymphae and larvae were found, it seems likely that each year only one generation occurred in the upper layer. Perhaps the same holds good for *Pelops auritus* (76).

3. Because in the upper layer of litter larvae and sometimes eggs of *Belba verticillipes* (51) *Ceratoppia* sp. (58), *Hermannia gibba* (62), *Pelops auritus* (76) and *Platynothus peltifer* (79) were also found, it is likely that these animals propagate in the upper layer too. In the upper layer were also found very young stages of *Anurophorus laricis* (10) and *Folsomia quadrioculata* (14). The original population and the very sudden population after drought is, however, most likely due to immigration from the lower layer.

4. Several species were exclusively or in larger numbers found in the litter of the north slope. Other species were, on the other hand, found in larger numbers in the litter from the south slope: see Table 2 with data taken from Table 1. These differences may be due to the following causes.

a. The number of animals was small or they were only occasionally found in the samples. In these cases chance plays a prominent part: Thus perhaps with *Lumbricus* (2), *Ischnorhynchus residuae* (28) and *Coleoptera* ad. (36). Chance may also have played a part when numbers are abnormally large or small, e.g. *Smithurinus niger* (20) Oct. 23 *Onychiurus armatus* (18) Febr. 12, *Hypochthoniella pallidula* (65) Oct. 3. Cf. for this purpose Table 1 and 2.

b. The vegetation may be the cause of the predominant occurrence on the north slope of *Ischnorhynchus residuae* (28) which lives on *Betula*; and *Newsteadia floccosa* (32), *Scheloribates confundatus* (80), *Oribatula tibialis* (74) and *Hypochthonius rufulus* (66), which seem, according to literature, to prefer moss.

c. The south slope is drier and sunnier than the north slope. (See diagram 1). *Ectobius* (24), *Gryllidae* (25), *Coleoptera* ad. (36), *Arachnoidea* (49) and *Orchesella cincta* (19) perhaps prefer sun and warmth. The fact that *Lumbricus* (2), *Onychiurus armatus* (18), *Coleoptera* juv. (37, 38, 39), *Trichopteryx intermedia* (34) and *Diptera* juv. (42, 43, 44) were rare or absent in samples from the south slope, may be due to the drier condition of the lower layer of this slope (see diagram 1).

d. Collembola are less resistant to drought than Acari. At a percentage of moisture of 14% the number of Collembola diminished to 2.7% compared with the sample taken one month before; the number of Acari, however, diminished to 15%. At a still lower percentage of moisture practically all Acari and Collembola vanish. At 41% of moisture the number of Collembola is exceptionally small, but the number of Acari is fairly normal.

e. Collembola have their highest development in February-March and in the end of October, Acari in March-April and August-September.

By making cultures of Acari and Collembola on pieces of oakleaves in glass cells with sufficient moisture (cf. A. D. Michael, 1883), it was possible to make observations on the food relations of several species. Cf. Table 3, where the results are summarized.

With *Ceratoppia* sp., *Galumna dorsalis*, *Hypochthonius rufulus*, *Hypochthoniella pallidula*, *Pelops auritus*, *Trachites pyriformis*, *Uropoda* sp., no feeding was observed. With *Belba verticillipes* no feeding was seen either, and no excrements were found with any certainty, although they lived for 132 days and propagated.

Carabodes makes a little opening and thence eats away the mesophyll.

Camisia spinifer, *Hermannia gibba*, *Iacarus coracinus*, *Nothrus silvestris*, *Platynothrus peltifer* eat the lower epidermis and the mesophyll underneath, to the upper cuticula (also when the lower epidermis was turned upwards). All ribs were spared. This mastication-pattern was found most often and was called by us „normal mastication-pattern“.

Notaspis coleoptratus and *Hermannella granulata* produced normal mastication-patterns, but sometimes made openings right through the leaves.

Hoplodermas eat the leaves entirely, except the larger ribs. The appetite of these animals was very great, in 132 days 6 animals had almost completely devoured 6 pieces of leaves of 1 cm².

Platynothrus peltifer was observed to eat fungi.

Experiments to determine how much Acari and Collembola eat, did not lead to results.

In nature no mastication-patterns were found in the first time after the fall of leaves but afterwards patterns were found, which showed a striking similarity to mastication-patterns obtained in our cultures of Acari and Collembola.

Geciteerde literatuur:

- Bornebusch, C. H. The fauna of the forest soil. Copenhagen 1930.
 Culture methods for invertebrate animals. P. S. Galtsoff, Fr. E. Lutz, P. S. Welch, J. G. Needham. New York 1937.
 Forsslund, K. H. Beiträge zur Kenntnis der Einwirkung der Bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens I. Über die Nahrung einiger Hornmilben. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 3, 1938 p. 87—106.
 Fourman, K. L. Kleintierwelt, Kleinklima, Mikroklima ... Mitt. a. Forstw. u. Forstw. 1936 p. 596.
 Fransen, Dr. Ir. J. J. De invloed van de fauna op de bodenvorming. Tijdschr. Ned. Heidem. 54 1942 en 1943.
 Frenzel, Dr. G. Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. Fischer Jena 1936.
 Handschin, E. Collembola. In „Biologie der Tiere Deutschlands“ (Dr. P. Schulze) T 25 1926 p. 7—56.
 Handschin, Dr. E. Urinsekten oder Apterygoten. Die Tierw. Deutschl. u. angr. Meeresteile T. 16 1929.
 Jacot, A. P. Why study the fauna of the litter? Journal of Forestry 34 1936.
 Koorneef, H. De Invloed v. d. macrofauna op de gesteldheid van de grond. Landb.kundig Tijdschr. 54 1942.
 Michael, A. D. British Oribatidae Vol. I 1883.
 Soudek, St. Fauna lesni hrabanki (Fauna of the forest soil) Bull. de l'école supérieure, d'agrimonie Brno R.C.S. Faculté de silviculture 1928.
 Strebel, O. Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer Collembolen. Zts. f. Morphologie u. Ökologie der Tiere 25 1932 p. 31—153.
 Thor, Sig. Einführung in das Studium der Acarina. Die Tierwelt Deutschlands u. d. angr. Meeresteile T. 22 1931 p. 1—78.
 Trägårdh, Ivar Methods of automatic collecting for studying the fauna of the soil. Bull. of Ent. Research 24 1933 p. 203—214.
 Tullgren, A. B. Ein. sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen. Zeits. f. angew. Entomologie 4 1918.
 Ulrich, A. Th. Die Makrofauna der Waldstreu Mitt. a. Forstw. u. Forstw. 4 1933 p. 283—323.
 Vitzthum, H. Graf. Acarina. In „Biologie der Tiere Deutschlands“ (Dr. P. Schulze) T 21 1923 p. 60—97.
 Vitzthum, H. Graf. In: Dr. H. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs Acarina Lief. 1—5 1940—41.
 Volz, Peter Untersuchungen über Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. Zool. Jahrb. 66 1934 p. 153—210.
 Willem, V. Notes éthologiques sur divers Collemboles. Bull. Acad. R. Belgique. Classe des Sci. 1925 (Geciteerd naar Strebel 1932).
 Willmann, C. Moosmilben oder Oribatiden (Cryptostigmata). Die Tierwelt Deutschlands u. d. angr. Meeresteile T. 22 1931 p. 79—200.