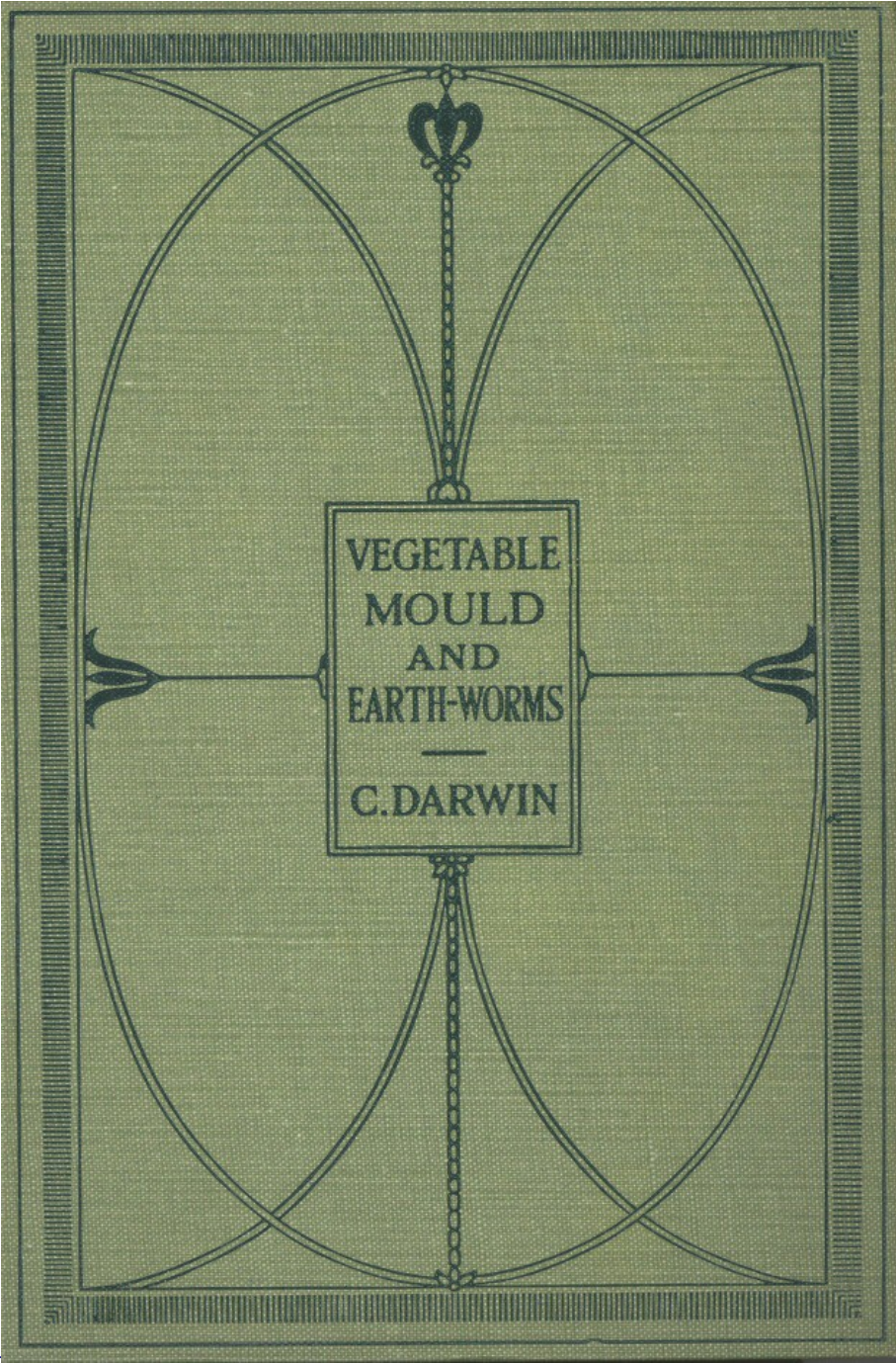




THE FORMATION
OF
VEGETABLE MOULD,
THROUGH THE
ACTION OF WORMS,
WITH
OBSERVATIONS ON THEIR HABITS.

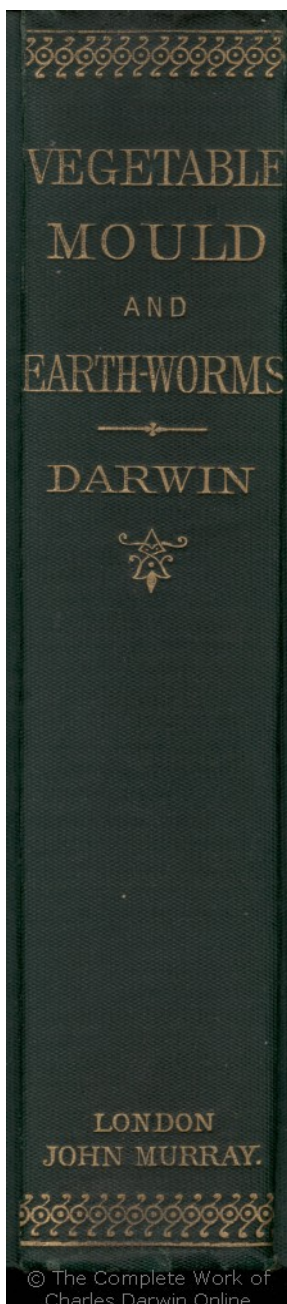
BY CHARLES DARWIN, LL.D., F.R.S.

WITH ILLUSTRATIONS

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1881.

The right of Translation is reserved.

© The Complete Work of Charles Darwin Online



INHOUD – LIJST

Hoofdst.	Onderwerp	[boek]	pdf
xxxx	<u>Inleiding – humusproductie door wormen</u>	014	
Hfd. – 1	<u>Gewoonten van wormen</u>	021	
Hfd. – 2	<u>Gewoonten van wormen – vervolg</u>	068	
<u>Hfd. – 3</u>	<u>De hoeveelheid vruchtbare aarde die door "wormen" naar de oppervlakte wordt gebracht.</u>	142	
Hfd. – 4	<u>De rol "die wormen hebben gespeeld als de begraving van oude gebouwen.</u>	189	
Hfd. – 5	<u>De hulp van wormen in de verwerking van het land.</u>	243	
Hfd. – 6	<u>De verwerking van het land - vervolg</u>	273	
Hfd. – 7	<u>Conclusie</u>	318	

Omreken tabel gewichten en Maten

1 grain = 65 mGram		1 inch = 2,54 cm
1 ounce = 28 Gram		1 inch ² = 6.45 cm ²
		1 inch ³ = 16,4 cm ³
1 pound = 0,45 Kg.		1 yard = 0,91 m
1 stone = 6,35 Kg.		1 yard ² = 0,836 m ²
1 tons = 907 Kg.		1 acre = 0.4 Hectare

INLEIDING.

DE VORMING VAN PLANTAARDIGE HUMUS, DOOR DE WERKING VAN WORMEN, MET OBSERVATIES OVER HUN GEWOONTEN.

Het aandeel dat wormen hebben in de vorming van de laag plantaardige schimmel, die het hele oppervlak van het land bedekt in elk gematigd vochtig land, is het onderwerp van dit boek. Deze schimmel is over het algemeen zwart van kleur en een paar centimeter dik. In verschillende districten verschilt het uiterlijk nauwelijks, hoewel het op verschillende ondergronden kan rusten. De uniforme fijnheid van de deeltjes waaruit het is samengesteld is een van de belangrijkste karakteristieke kenmerken; dit kan goed worden waargenomen in elk *grindig* land, waar een onlangs geploegd veld onmiddellijk grenst aan een veld dat lang ongestoord is gebleven voor weidegang, en waar de plantaardige schimmel is blootgesteld aan de zijkanen van een greppel of kuil. [015] Het onderwerp lijkt misschien onbeduidend, maar we zullen zien dat het wel degelijk interessant is; en de stelregel "*de minimis lex non curat*" – in de rechtspraak 'een onbelangrijke kleinigheid' – is niet van toepassing op de wetenschap. Zelfs Elie de Beaumont, die over het algemeen kleine agentschappen en hun geaccumuleerde effecten onderschat, merkt

op.^{*Q-1}

"la couche tres-mince de la terre vegetale est un monument d'une haute antiquite, et, par le fait de sa permanence, un objet digne d'occuper le geologue, et capable de lui fournir "des remarques intéressants." – De zeer dunne laag bovengrond is een monument van grote oudheid en, door zijn duurzaamheid, een object dat de aandacht van de geoloog waard is en hem "interessante observaties" kan opleveren. –

Hoewel de oppervlakkige laag van plantaardige schimmel als geheel zonder twijfel van de hoogste ouderdom is, zullen we hierna met betrekking tot de duurzaamheid ervan reden zien om aan te nemen dat de samenstellende deeltjes in de meeste gevallen niet erg snel worden verwijderd en worden vervangen door andere als gevolg van de desintegratie van de onderliggende materialen.

[016] Omdat ik gedurende vele maanden wormen in potten gevuld met aarde in mijn studeerkamer had, raakte ik in hen geïnteresseerd en wilde ik leren in hoeverre zij bewust handelden en hoeveel mentale kracht zij toonden. Ik verlangde er des te meer naar om iets over dit onderwerp te leren, omdat er, voor zover ik weet, weinig observaties van dit soort zijn gedaan bij dieren die zo laag in de organisatie staan en zo slecht zijn voorzien van zintuigen als regenwormen.

In 1837 las ik een kort artikel voor aan de Geological Society of London,^{Q*-2} "On the Formation of Mould," – Over de vorming van schimmels – waarin werd aangetoond dat kleine fragmenten van verbrande mergel, sintels, etc., die dikwijls over het oppervlak van verschillende weilanden waren uitge-

1 *Q 'Leçons de Géologie Pratique,' tom. i. 1845, p. 140.

2 * 'Transactions Geolog. Soc' vol. v. p. 505. Gelezen op 1 november 1837.

strooid, na een paar jaar op een diepte van enkele inches onder de zoden werden aangetroffen, maar nog steeds een laag vormden. Dit schijnbare zinken van oppervlakkige lichamen is te wijten, zoals mij voor het eerst werd gesuggereerd door de heer Wedgwood van Maer Hall in Staffordshire, aan de grote hoeveelheid fijne aarde die voortdurend door wormen in de vorm van wormenpoep naar de oppervlakte wordt gebracht.

[017] Deze wormenpoep worden vroeg of laat uitgespreid en bedekken elk voorwerp dat aan de oppervlakte blijft liggen. Zo kwam ik tot de conclusie dat alle plantaardige schimmel in het hele land vele malen door de darmkanalen van wormen is gegaan en nog vele malen zal gaan. Vandaar dat de term "dierlijke schimmel" in sommige opzichten meer op zijn plaats zou zijn dan de vaak gebruikte term "plantaardige schimmel".

Tien jaar na de publicatie van mijn artikel schreef M. D'Archiac, duidelijk beïnvloed door de doctrines van Elie de Beaumont, over mijn "singuliere theorie" en maakte bezwaar dat het alleen van toepassing kon zijn op "*lage, natte weiden*;" en dat "*het omgeploegde land, de bossen, de verhoogde weiden, leveren geen bewijs voor dit standpunt.*" ^{Q*} Maar M. D'Archiac moet dit hebben beargumenteerd vanuit innerlijk bewustzijn en niet vanuit observatie, want wormen komen in buitengewone mate voor in moestuinen waar de grond voortdurend wordt bewerkt, hoewel ze in zulke losse grond hun uitwerpselen over het algemeen in alle open holtes of in hun oude hollen deponeren in plaats van aan de op-

3 Q* 'Histoire des progrès de la Géologie,' tom. i. 1847, p. 224.

pervlakte.

[018] Von Hensen schat dat er ongeveer twee keer zoveel wormen in tuinen zijn als in korenvelden.^{Q**4} Wat betreft "*prairies élevées*," weet ik niet hoe het in Frankrijk kan zijn, maar nergens in Engeland heb ik de grond zo dik bedekt met (wormen)uitwerpselen gezien als op commons, op een hoogte van enkele honderden feet boven de zee. Ook in bossen, als de losse bladeren in de herfst worden verwijderd, ligt het hele oppervlak bezaaid met **wormenpoep**. Dr. King, de opzichter van de Botanische Tuin in Calcutta, aan wiens goedheid ik dank verschuldigd ben voor vele observaties over regenwormen, vertelt me dat hij in de buurt van Nancy in Frankrijk de bodem van de staatsbossen over vele hectaren bedekt vond met een sponsachtige laag, bestaande uit dode bladeren en ontelbare **wormcastings**. Hij hoorde daar de professor in "*Beheer van de bossen*" een lezing geven aan zijn leerlingen en wees op dit geval als een "prachtig voorbeeld van de natuurlijke cultivering van de grond; want jaar na jaar bedekken de "opgeworpen **wormencastels** de dode bladeren;" het resultaat is een rijke humus van grote "dikte."

[019] In het jaar 1869 verwierp de heer Fish^{Q*5} mijn conclusies met betrekking tot de rol die wormen hebben gespeeld in de vorming van plantaardige schimmels, alleen vanwege hun veronderstelde onbekwaamheid om zoveel werk te doen. Hij merkt op dat "gezien hun zwakte en hun "grootte, het werk dat zij geacht worden te "hebben verricht ontzag-

4 Q** 'Zeitschrift fur wissenschaft. Zoologie,' B. xxviii. 1877, p. 361.

5 * Gardeners' Chronicle, 17 april 1869, p. 418.

wekkend is." Hier hebben we een voorbeeld van het onvermogen om de gevolgen van een voortdurend terugkerende oorzaak op te sommen, dat vaak de vooruitgang van de wetenschap heeft vertraagd, zoals vroeger in het geval van de geologie en meer recent in dat van het evolutieprincipe.

Hoewel deze verschillende bezwaren mij geen gewicht leken te hebben, besloot ik toch om meer waarnemingen te doen van dezelfde soort als de gepubliceerde, en het probleem van een andere kant aan te pakken; namelijk door alle **wormenpoep** te wegen die binnen een bepaalde tijd in een afgemeten ruimte werden opgeworpen, in plaats van de snelheid vast te stellen waarmee voorwerpen die aan de oppervlakte waren achtergelaten door wormen werden begraven. Maar sommige van mijn observaties zijn bijna overbodig geworden door een bewonderenswaardig artikel van Von Hensen, waarnaar al is verwezen, dat in 1877 verscheen. [020] Alvorens in te gaan op de details met betrekking tot de wormen, is het raadzaam om enige informatie te geven over de gewoonten van wormen op basis van mijn eigen observaties en die van andere naturalisten.

HOOFDSTUK – 1

GEWOONTEN VAN WORMEN.

Aard van de bewoonde plaatsen - Kunnen lang onder water leven - Nachtzwerfend - Dwalen 's nachts vaak dicht bij de mond van hun holen en worden zo in grote aantallen door vogels vernietigd – Structuur - Doen niet aan ogen, maar kunnen onderscheid maken tussen licht en duisternis - Een snelle reactie bij fel licht, Niet door een reflexmatige actie - Aandachtsvermogen - Gevoelig voor warmte en kou - Volledig doof - Gevoelig voor trillingen en aanraking - Zwak reukvermogen - Smaak - Mentale kwaliteiten - Aard van het voedsel - Eetlust - Vertering - Bladeren voordat ze worden ingeslikt, Bevochtigd met een vloeistof van de aard van de alvleesklier afscheiding - Extra-stomachale spijsvertering - Kalkachtige klieren, structuur van - Kalkachtige concreties gevormd in het voorste paar klieren - De kalkachtige materie is in de eerste plaats een uitscheiding, maar dient in de tweede plaats om de zuren te neutraliseren die ontstaan tijdens het spijsverteringsproces.

AARDWORMEN zijn over de hele wereld verspreid onder de vorm van een paar geslachten, die uiterlijk sterk op elkaar lijken. De Britse soorten van Lumbricus zijn nooit zorgvuldig gemonografeerd; maar we kunnen oordelen over

hun waarschijnlijke aantal aan de hand van de soorten die in aangrenzende landen leven. [022] In Scandinavië zijn er acht soorten, volgens Eisen;^{Q*-6} maar twee van deze graven zich zelden in de grond en één bewoont zeer natte plaatsen of leeft zelfs onder water. We houden ons hier alleen bezig met de soorten die aarde naar boven brengen in de vorm van *uitwerpselen*. Hoffmeister zegt dat de soorten in Duitsland niet goed bekend zijn, maar geeft hetzelfde aantal als Eisen, samen met enkele sterk gemarkeerde variëteiten.^{Q#-7}

Regenwormen komen op veel verschillende plaatsen in Engeland voor. Hun uitwerpselen zijn in buitengewoon grote aantallen te zien op commons en krijtvlakten, zodat ze bijna het hele oppervlak bedekken, waar de grond arm is en het gras kort en dun. Maar ze zijn bijna net zo talrijk in sommige parken in Londen, waar het gras goed groeit en de grond rijk lijkt. Zelfs op hetzelfde veld komen wormen op sommige plekken veel vaker voor dan op andere, zonder zichtbaar verschil in de aard van de grond. Ze komen veel voor in geplaveide binnenplaatsen dicht bij huizen; en er zal een voorbeeld worden gegeven waarbij ze door de vloer van een zeer vochtige kelder zijn gegraven. [023] Ik heb wormen gezien in zwart veen in een moerassig veld; maar ze zijn uiterst zeldzaam, of helemaal afwezig in het drogere, bruine, vezelige veen, dat zo gewaardeerd wordt door tuiniers. Op droge, zanderige of kiezelachtige paden, waar alleen heide met wat brem, varens, grof gras, mos en korstmossen groeien, zijn nauwelijks wormen te vinden. Maar in veel delen van Engeland, waar een pad een heideveld kruist, wordt het op-

6 * 'Bidrag till Skandinaviens Oligochaetfauna,' 1871.

7 # Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Eegenwtirmer,' 1845.

pervlak bedekt met een fijne korte graszode. Of deze verandering van vegetatie te wijten is aan het feit dat de hogere planten gedood worden door het af en toe vertrappen van mensen en dieren, of aan het feit dat de grond af en toe bemest wordt door de uitwerpselen van dieren, weet ik niet.^{Q*-8} Op een heideveld in Surrey, dat zorgvuldig is onderzocht, waren er slechts een paar wormenkorrels op deze paden, waar ze sterk hellend waren; maar op de meer vlakke delen, waar een bed van fijne aarde van de steilere delen naar beneden was gespoeld en zich had opgehoopt tot een dikte van een paar inches, waren er wormenkorrels in overvloed. [024] Deze plekken leken overbevolkt te zijn met wormen, zodat ze gedwongen waren zich te verspreiden tot op een afstand van een paar feet van de graspaden, en hier waren hun uitwerpselen opgeworpen tussen de heide; maar voorbij deze grens kon geen enkele worm gevonden worden. Een laag, zij het dunne, fijne aarde, die waarschijnlijk lang vocht vasthoudt, is in alle gevallen, denk ik, noodzakelijk voor hun bestaan; en alleen al het samendrukken van de grond lijkt in zekere mate gunstig voor ze te zijn, want ze komen vaak voor in oude grindpaden en in voetpaden over velden.

Onder grote bomen zijn gedurende bepaalde seizoenen van het jaar weinig wormen te vinden en dit komt blijkbaar doordat het vocht uit de grond is gezogen door de ontelbare

8 Q* Er is zelfs enige reden om te geloven dat druk eigenlijk gunstig is voor de groei van grassen, want professor Buckman, die veel observaties heeft gedaan over hun groei in de proeftuinen van de Royal Agricultural College, merkt op ('Gardeners' Chronicle,' 1854, p. 619): "Een andere omstandigheid bij het cultiveren van grassen in de afzonderlijke vorm of kleine plekken, is de onmogelijkheid om ze stevig te rollen of te betreden, zonder welke geen weide goed kan blijven."

wortels van de bomen. Hoewel de meeste hakhoutbossen en bossen veel wormen dragen, kon men in een bos met hoge en oude beukenbomen in Knole Park, waar de grond onder de bomen kaal was van alle vegetatie, zelfs in de herfst geen enkele worm over een grote oppervlakte vinden. [025] Maar op sommige met gras begroeide open plekken en inkepingen die dit bos binnendrongen, waren uitwerpselen in overvloed te vinden. Op de bergen van Noord-Wales en op de Alpen zijn wormen, zo is mij verteld, op de meeste plaatsen zeldzaam; en dit kan misschien te wijten zijn aan de nabijheid van de onderliggende rotsen, waarin wormen zich 's winters niet kunnen ingraven om aan bevriezing te ontsnappen. Dr. McIntosh vond echter wormgaten op een hoogte van 1500 voet op Schiehallion in Schotland. Ze zijn talrijk op sommige heuvels bij Turijn op 2000 tot 3000 voet boven de zee, en op grote hoogte op het Nilgiri gebergte in Zuid-India en in de Himalaya.

Regenwormen moeten worden beschouwd als terrestrische – in de aarde / bodem levend – dieren, hoewel ze in zekere zin nog steeds semi-aquatisch – in het water – zijn, net als de andere leden van de grote klasse van anneliden – De ringwormen of gelede wormen zijn een grote stam van het dierenrijk – waartoe ze behoren. M. Perrier ontdekte dat blootstelling aan de droge lucht van een kamer gedurende slechts één nacht fataal voor ze was. [026] Aan de andere kant hield hij enkele grote wormen bijna vier maanden in leven, volledig ondergedompeld in water.^{Q*-9} In

9 Q* Ik zal vaak de gelegenheid hebben om te verwijzen naar de bewonderenswaardige memoires van M. Perrier, '*Organisation des Lombriciens terrestres*' in '*Archives de Zoolog. expér.*' tom. iii. 1874, p. 372. C. F. Morren ('*De Lumbrici terrestris*,' 1829, p. 14) ontdekte dat wormen on-

de zomer, als de grond droog is, dringen ze tot een aanzienlijke diepte door en stoppen met werken, net als in de winter als de grond bevroren is. Wormen hebben nachtelijke gewoonten en 's nachts zie je ze in grote aantallen rondkruipen, maar meestal met hun staart – achtereind – nog in hun hollen. Door de expansie van dit deel van hun lichaam en met behulp van de korte, licht gebogen borstelharen waarmee hun lichaam gewapend is, houden ze zich zo stevig vast dat ze zelden uit de grond kunnen worden gesleept zonder in stukken te worden gescheurd.^{Q#-10} Overdag blijven ze in hun hollen, behalve in de paartijd, wanneer degenen die aangrenzende hollen bewonen het grootste deel van hun lichaam een uur of twee in de vroege ochtend blootgeven. [027] Zieke individuen, die over het algemeen worden aangetast door de parasitaire larven van een vlieg, moeten ook worden uitgezonderd, omdat ze overdag rondzwerven en aan de oppervlakte sterven. Na zware regenval die droog weer opvolgt, kan men soms een verbazingwekkend aantal dode wormen op de grond zien liggen. Dhr. Galton vertelt me dat bij zo'n gelegenheid (maart 1881) de dode wormen gemiddeld één worm per tweeënhalve *pas* – ca. één yard – lengte waren op een wandeling in Hyde Park, vier passen breed. Hij telde niet minder dan 45 dode wormen op één plek in een lengte van zestien passen. Uit de hierboven gegeven feiten is het niet waarschijnlijk dat deze wormen verdronken konden zijn en als ze verdronken waren, zouden ze in hun hollen zijn omgekomen. Ik geloof dat ze al ziek waren en dat hun dood al-

derdompeling vijftien tot twintig dagen verdroegen in de zomer, maar dat ze in de winter stierven wanneer ze op deze manier werden behandeld.

10 # Morren, 'De Lumbrici terrestris/ &c, 1829, p. 67.

leen maar werd bespoedigd doordat de grond onder water kwam te staan.

Er is vaak gezegd dat onder normale omstandigheden gezonde wormen hun hollen 's nachts nooit of zelden helemaal verlaten; maar dit is een vergissing, zoals White of Selborne lang geleden al wist. s Ochtends, na een hevige regenbui, is de modderlaag of de laag zeer fijn zand over grindpaden vaak duidelijk gemarkeerd met hun sporen. [028] Ik heb dit gezien van augustus tot mei, beide maanden inbegrepen, en het komt waarschijnlijk ook voor tijdens de twee resterende maanden van het jaar wanneer ze nat zijn. Bij deze gelegenheden waren er maar heel weinig dode wormen te zien. Op 31 januari 1881, na een lange aanhoudende en ongewoon strenge vorst met veel sneeuw, werden de paden, zodra het begon te dooien, gemarkeerd met ontelbare sporen. Bij één gelegenheid werden vijf sporen geteld die een ruimte van slechts een vierkante inch doorkruisten. Ze konden soms gevolgd worden van of naar de mondingen van de hollen in de grindpaden, over afstanden van 2 of 3 tot 15 qards. Ik heb nooit twee sporen gezien die naar hetzelfde hol – opening – leidden; het is ook niet waarschijnlijk, op basis van wat we straks zullen zien over hun zintuigen, dat een worm de weg terug kan vinden naar zijn hol nadat hij het verlaten heeft. Ze verlaten hun hollen blijkbaar op ontdekkingsreis en vinden zo nieuwe plekken om te bewonen.

Morren stelt ^{Q*-11} dat wormen vaak urenlang bijna bewegingsloos dicht onder de monding van hun hollen liggen. Ik heb af en toe hetzelfde gezien bij wormen die in potten in

11 Q* 'De Lumbrici terrestris,' &c, p. 14.

huis werden gehouden; als je naar beneden in hun holen keek, kon je net hun kop zien. [029] Als de uitgeworpen aarde of het afval boven de holen plotseling wordt verwijderd, kan het uiteinde van het lichaam van de worm heel vaak snel teruggetrokken worden gezien. Deze gewoonte om dicht bij het oppervlak te liggen, leidt tot hun vernietiging in enorme mate. Elke ochtend gedurende bepaalde seizoenen van het jaar halen de lijsters en merels op alle grasvelden in het hele land een verbazingwekkend aantal wormen uit hun holen; en dit zouden ze niet kunnen doen, tenzij ze dicht bij het oppervlak zouden liggen. Het is niet waarschijnlijk dat wormen zich zo gedragen om frisse lucht in te ademen, want we hebben gezien dat ze lang onder water kunnen leven. Ik geloof dat ze dicht bij het oppervlak liggen omwille van de warmte, vooral 's ochtends; en we zullen hierna zien dat ze de opening van hun holen vaak bedekken met bladeren, blijkbaar om te voorkomen dat hun lichamen in nauw contact komen met de koude vochtige aarde. Er wordt gezegd dat ze hun holen volledig afsluiten tijdens de winter. [030]

Structuur. - Er moeten een paar opmerkingen worden gemaakt over dit onderwerp. Het lichaam van een grote worm bestaat uit 100 tot 200 bijna cilindrische ringen of segmen-

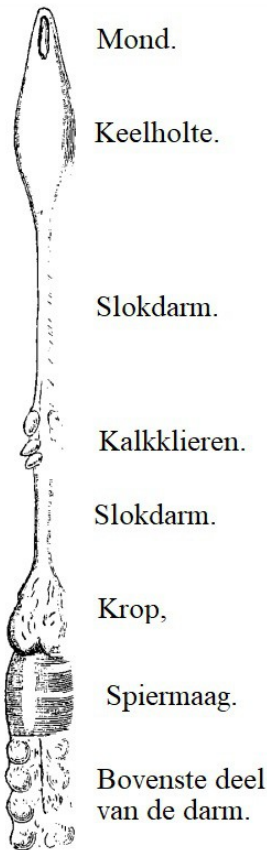


Fig . 1.

Schema van het spijsverteringskanaal van een regenworm (*Lumbricus*), Overgenomen van Eay Lankester in 'Quart. Journ. of Microscop. Soc' vol. xv. KS. pi. vii.

ten, elk voorzien van minuscule borstelharen. Het spierstelsel is goed ontwikkeld. Wormen kunnen zowel achteruit als vooruit kruipen en met behulp van hun vastgehechte staarten kunnen ze zich met buitengewone snelheid terugtrekken in hun holen.

De mond bevindt zich aan de voorkant van het lichaam en is voorzien van een klein uitsteeksel (kwab of lip, zoals het verschillend wordt genoemd) dat wordt gebruikt om te grijpen. Intern, achter de mond, is er een sterke keelholte, te zien in het bijgaande diagram (Fig. 1) die naar voren wordt geduwd als het dier eet, en dit deel komt volgens Perrier overeen met de uitsteken-

het onderste deel drie paar grote klieren bevinden, die een verrassende hoeveelheid kalkcarbonaat afscheiden. Deze kalkklieren zijn zeer opmerkelijk, want er is niets vergelijkbaars bekend bij enig ander dier. Hun gebruik zal worden besproken wanneer we het spijsverteringsproces behandelen. Bij de meeste soorten is de slokdarm vergroot tot een krop voor de spiermaag. [031] Dit laatste orgaan is bekleed met een glad dik chitineus membraan, en is omgeven door zwakke longitudinale, maar door krachtige transversale spieren. Perrier zag deze spieren in energieke actie, en, zoals hij opmerkt, de trituratie van het voedsel moet voornamelijk worden uitgevoerd door dit orgaan, voor wormen bezitten geen kaken of tanden van welke aard dan ook. Zandkorrels en kleine steentjes, van $\frac{1}{20}$ tot iets meer dan $\frac{1}{10}$ inch in diameter, worden over het algemeen in hun spiermaag en darmen gevonden. Omdat het zeker is dat wormen veel kleine steentjes inslikken, los van de steentjes die ze inslikken bij het graven van hun holen, is het waarschijnlijk dat ze, net als molenstenen, dienen om hun voedsel te tritureren. [032] De spiermaag mondt uit in de darm, die in een rechte lijn naar de ontluchtingsopening aan de achterkant van het lichaam loopt. De darm vertoont een opmerkelijke structuur, de typhosolis, of, zoals de oude anatomisten het noemden, een darm in een darm; en Claparede^{Q*-12} heeft aangetoond dat dit bestaat uit een diepe longitudinale involutie van de wanden van de darm, waardoor een uitgebreid absorberend oppervlak wordt verkregen.

12 Q* Histolog. Untersuchungen über die Regenwürmer. Tijdschrift voor wetenschap. Zoologie, B. xix., 1869, p. 611.

De bloedsomloop is goed ontwikkeld. Wormen ademen door hun huid, omdat ze geen speciale ademhalingsorganen hebben. De twee geslachten zijn verenigd in hetzelfde individu, maar twee individuen paren samen. Het zenuwstelsel is redelijk goed ontwikkeld en de twee bijna aaneengesloten hersenkamers bevinden zich dicht bij het voorste uiteinde van het lichaam.

Zintuigen. - De wormen hebben geen ogen en in het begin dacht ik dat ze ongevoelig waren voor licht; want degenen die in een pot werden gehouden, werden herhaaldelijk geobserveerd met behulp van een kaars, en anderen buiten met behulp van een lantaarn, maar ze werden zelden gealarmeerd, hoewel het uiterst schuchtere dieren waren. [033] Andere personen hebben geen moeilijkheden ondervonden om op dezelfde manier 's nachts wormen waar te nemen.^{Q*-13}

Hoffmeister stelt echter^{Q#-14} dat wormen, met uitzondering van een paar individuen, extreem gevoelig zijn voor licht; maar hij geeft toe dat in de meeste gevallen een bepaalde tijd nodig is voor de werking ervan. Deze beweringen leidden ertoe dat ik op vele opeenvolgende avonden wormen bekeek die in potten werden gehouden, die beschermd waren tegen luchtstromen door middel van glazen platen. De potten werden heel voorzichtig benaderd, zodat er geen trillingen van de vloer werden veroorzaakt. Toen de wormen onder deze omstandigheden werden verlicht door een bull's-

13 Q* B.v., Mr. Bridgman en Mr. Newman ('The Zoologist,' vol. vii. 1849, p. 2576), en enkele vrienden die wormen voor mij observeerden.

14 Q# Familie der Regenwiurmer,' 1845, p. 18

eye lantaarn met platen van donkerrood en blauw glas, die zoveel licht onderschepten dat ze slechts met enige moeite konden worden gezien, werden ze in het geheel niet beïnvloed door deze hoeveelheid licht, hoe lang ze er ook aan werden blootgesteld. Het licht was, voor zover ik kon beoordelen, helderder dan dat van de volle maan. De kleur maakte blijkbaar geen verschil in het resultaat. [034] Wanneer ze verlicht werden door een kaars, of zelfs door een heldere paraffinelamp, werden ze in het begin meestal niet aangetast. Dat was ook niet het geval als het licht afwisselend aan en uit werd gedaan. Soms gedroegen ze zich echter heel anders, want zodra het licht op hen viel, trokken ze zich bijna onmiddellijk terug in hun holen. Dit gebeurde misschien één op de twaalf keer. Als ze zich niet onmiddellijk terugtrokken, tilden ze vaak de voorste, spits toelopende uiteinden van hun lichaam van de grond op, alsof hun aandacht werd gewekt of alsof ze verrast waren; of ze bewogen hun lichaam heen en weer alsof ze naar een voorwerp zochten. Ze leken van streek door het licht, maar ik betwijfel of dit echt het geval was, want bij twee gelegenheden bleven ze, nadat ze zich langzaam hadden teruggetrokken, lange tijd met hun voorste ledematen een beetje uit de mond van hun holen steken, in welke positie ze klaar waren voor onmiddellijke en volledige terugtrekking.

Wanneer het licht van een kaars werd geconcentreerd door middel van een grote lens op het voorste uiteinde, trokken ze zich over het algemeen onmiddellijk terug; maar dit geconcentreerde licht werkte misschien één keer van de zes proeven niet. [035] Het licht werd bij één gelegenheid ge-

concentreerd op een worm die onder water in een schotel lag, en deze trok zich onmiddellijk terug in zijn hol. In alle gevallen maakte de duur van het licht, tenzij extreem zwak, een groot verschil in het resultaat; want wormen die blootgesteld werden aan een petroleumlamp of een kaars trokken zich steevast binnen vijf tot vijftien minuten terug in hun hollen; en als 's avonds de potten werden verlicht voordat de wormen uit hun hollen waren gekomen, kwamen ze niet tevoorschijn.

Uit de voorgaande feiten blijkt duidelijk dat licht wormen beïnvloedt door de intensiteit en de duur ervan. Alleen het voorste uiteinde van het lichaam, waar de cerebrale ganglia – hersenkernknopen – liggen, wordt beïnvloed door licht, zoals Hoffmeister beweert en zoals ik bij veel gelegenheden heb waargenomen. Als dit deel in de schaduw ligt, kunnen andere delen van het lichaam volledig verlicht worden zonder dat er een effect optreedt. Omdat deze dieren geen ogen hebben, moeten we aannemen dat het licht door hun huid gaat en op de een of andere manier hun hersenknopen prikkelt. [036] Het leek aanvankelijk waarschijnlijk dat de verschillende manier waarop ze bij verschillende gelegenheden werden beïnvloed, verklaard zou kunnen worden, ofwel door de mate van verlenging van hun huid en de daaruit voortvloeiende doorzichtigheid, ofwel door een bepaalde lichtinval; maar ik kon een dergelijke relatie niet ontdekken. Eén ding was duidelijk, namelijk dat wanneer wormen bezig waren bladeren in hun hollen te slepen of op te eten, en zelfs tijdens de korte tussenpozen waarin ze uitrustten van hun werk, ze het licht ofwel niet waarnamen ofwel er niets van

merkten; en dit gebeurde zelfs wanneer het licht door een grote lens op hen werd geconcentreerd. Dus, nogmaals, als ze *paren*, blijven ze een uur of twee uit hun holen, volledig blootgesteld aan het ochtendlicht; maar uit wat Hoffmeister zegt, blijkt dat licht er af en toe voor zorgt dat parende individuen uit elkaar gaan.

Wanneer een worm plotseling verlicht wordt en als een konijn zijn hol in rent - om de uitdrukking van een vriend te gebruiken - worden we er in eerste instantie toe gebracht om de actie als een reflex te beschouwen. De irritatie van de *cerebrale ganglia* lijkt ervoor te zorgen dat bepaalde spieren op een onvermijdelijke manier samentrekken, onafhankelijk van de wil of het bewustzijn van het dier, alsof het een auto-maat is. [037] Maar het verschillende effect dat een licht bij verschillende gelegenheden teweegbrengt, en vooral het feit dat een worm, wanneer hij op wat voor manier dan ook wordt ingezet en in de tussenpozen van zo'n inzet, welke reeks spieren en ganglia dan ook in het spel zijn gebracht, vaak onafhankelijk is van het licht, verzetten zich tegen de opvatting dat de plotselinge terugtrekking een eenvoudige reflexactie is. Wanneer bij de hogere dieren nauwe aandacht voor een bepaald object leidt tot het negeren van de indrukken die andere objecten op hen moeten achterlaten, schrijven we dit toe aan het feit dat hun aandacht dan in beslag wordt genomen; en aandacht impliceert de aanwezigheid van een geest. Elke jager weet dat hij dieren veel gemakkelijker kan benaderen terwijl ze grazen, vechten of het hof maken dan op andere momenten. De toestand van het zenuwstelsel van de hogere dieren verschilt ook veel op ver-

schillende tijdstippen; een paard schrikt bijvoorbeeld veel gemakkelijker op het ene moment dan op het andere. De vergelijking die hier geïmpliceerd wordt tussen de acties van een van de hogere dieren en van een zo laag op de ladder als een regenworm, lijkt misschien vergezocht; want we schrijven dus aan de worm aandacht en enige mentale kracht toe, maar toch [038] zie ik geen reden om te twijfelen aan de rechtvaardigheid van de vergelijking.

Hoewel van wormen niet gezegd kan worden dat ze het vermogen hebben om te zien, stelt hun gevoeligheid voor licht hen in staat om onderscheid te maken tussen dag en nacht; en zo ontsnappen ze aan extreem gevaar van de vele dagdieren die op hen jagen. Hun terugtrekken in hun holen gedurende de dag lijkt echter een gewoonte te zijn geworden; want wormen die in potten werden gehouden die bedekt waren met glazen platen, waarover vellen zwart papier waren uitgespreid, en die voor een raam op het noordoosten waren geplaatst, bleven overdag in hun holen en kwamen er elke nacht weer uit; en ze bleven zo een week lang doorgaan. Ongetwijfeld kan er een beetje licht zijn binnengekomen tussen de glasplaten en het zwartgeblakerde papier; maar we weten van de proeven met gekleurd glas dat wormen onverschillig staan tegenover een kleine hoeveelheid licht.

Wormen lijken minder gevoelig te zijn voor gematigde stralingswarmte dan voor fel licht. [039] Dit maak ik op uit het feit dat ik op verschillende momenten een pook, verhit tot doffe roodheid, in de buurt van enkele wormen heb gehouden, op een afstand die een zeer merkbare mate van warmte in mijn hand veroorzaakte. Een van hen trok zich er niets

van aan; een tweede trok zich terug in zijn hol, maar niet snel; de derde en vierde veel sneller, en de vijfde zo snel mogelijk. Het licht van een kaars, geconcentreerd door een lens en door een glasplaat die de meeste warmtestraling onderschept, zorgde er over het algemeen voor dat ze zich veel sneller terugtrokken dan de verwarmde pook. Wormen zijn gevoelig voor een lage temperatuur, zoals kan worden afgeleid uit het feit dat ze tijdens vorst niet uit hun holen komen.

Wormen hebben geen gehoor. Ze trokken zich niets aan van de schrille tonen van een metalen fluit, die herhaaldelijk in hun buurt klonk; evenmin als van de diepste en luidste tonen van een fagot. Ze waren onverschillig voor geroep, als er maar voor werd gezorgd dat de adem hen niet raakte. Toen ze op een tafel werden geplaatst, dicht bij de toetsen van een piano, die zo luid mogelijk werd bespeeld, bleven ze volkomen stil. [040] Hoewel ze onverschillig staan tegenover golven in de lucht die voor ons hoorbaar zijn, zijn ze extreem gevoelig voor trillingen in elk vast voorwerp. Toen de potten met twee wormen die volkomen onverschillig waren gebleven voor het geluid van de piano, op dit instrument werden gezet en de noot C in de bassleutel werd aangeslagen, trokken beiden zich onmiddellijk terug in hun holen. Na een tijdje kwamen ze weer tevoorschijn en toen G boven de streep van de discant werd aangeslagen, trokken ze zich weer terug. Onder soortgelijke omstandigheden dook op een andere nacht één worm zijn hol in op een zeer hoge toon die maar één keer werd aangeslagen, en de andere worm toen C in de discant werd aangeslagen. Bij deze gelegenheden raakten de wormen de zijanten van de potten, die in scho-

tels stonden, niet aan; zodat de trillingen, voordat ze hun lichaam bereikten, van de klankkast van de piano door de schotel, de bodem van de pot en de vochtige, niet erg compacte aarde waarop ze met hun staart in hun holen lagen, moesten. Ze toonden hun gevoeligheid vaak wanneer de pot waarin ze leefden, of de tafel waarop de pot stond, per ongeluk licht werd geraakt; maar ze leken minder gevoelig voor zulke potten dan voor de trillingen van de piano; en hun gevoeligheid voor potten varieerde sterk op verschillende tijden. [041] Er is vaak gezegd dat als er op de grond geslagen wordt of als de grond op een andere manier trilt, wormen geloven dat ze achtervolgd worden door een mol en hun holen verlaten. Ik heb op veel plekken waar veel wormen zaten op de grond geslagen, maar er kwam er niet één tevoorschijn. Als de grond echter met een vork wordt omgespit en onder een worm heftig wordt verstoord, zal hij vaak snel uit zijn hol kruipen.

Het hele lichaam van een worm is gevoelig voor contact. Een klein zuchtje lucht uit de mond zorgt ervoor dat de worm zich onmiddellijk terugtrekt. De glazen platen die over de potten waren geplaatst, pasten niet goed op elkaar en blazen door de smalle spleten die daardoor ontstonden, was vaak al voldoende om een snelle aftocht te veroorzaken. Ze namen soms de wervelingen in de lucht waar die veroorzaakt werden door het snel verwijderen van de glasplaten. Wanneer een worm voor het eerst uit zijn hol komt, beweegt hij over het algemeen het veel uitgestrekte voorste uiteinde van zijn lichaam van links naar rechts in alle richtingen, blijkbaar als een tastorgaan; en er is enige reden om te gelo-

ven, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, dat ze zo in staat zijn om een algemene notie van de vorm van een object te krijgen. [042] Van al hun zintuigen lijkt die van de tastzin, inclusief in deze term de waarneming van een trilling, het hoogst ontwikkeld.

Bij wormen is de reukzin blijkbaar beperkt tot het waarnemen van bepaalde geuren, en is zwak. Ze waren heel onverschillig voor mijn adem, zolang ik maar heel zachtjes op ze ademde. Dit werd geprobeerd, omdat het mogelijk leek dat ze zo gewaarschuwd werden voor de nadering van een vijand. Ze toonden dezelfde onverschilligheid voor mijn adem terwijl ik op wat tabak kauwde en terwijl ik een wattenbolletje met een paar druppels mille-fleurs parfum of azijnzuur in mijn mond hield. Wattenbolletjes gedrenkt in tabakssap, milleneurs parfum en paraffine werden met een nijptang vastgehouden en rondgezwaaaid tot op een paar centimeter van verschillende wormen, maar ze trokken zich er niets van aan. Bij een of twee gelegenheden echter, toen er azijnzuur op de pellets was gedaan, leken de wormen een beetje onrustig, en dit was waarschijnlijk te wijten aan de irritatie van hun huid. [043] De waarneming van zulke onnatuurlijke geuren zou de wormen geen dienst bewijzen; en omdat zulke schuchtere wezens bijna zeker enkele tekenen van een nieuwe indruk zouden vertonen, kunnen we concluderen dat ze deze geuren niet waarnamen.

Het resultaat was anders toen koolbladeren en stukjes ui werden gebruikt, die beide met veel smaak worden verorberd door wormen. Kleine vierkante stukjes verse en half-vergane koolbladeren en uienbollen werden negen keer be-

graven in mijn potten, onder ongeveer $\frac{1}{4}$ inch gewone tuin-grond; en ze werden altijd ontdekt door de wormen. Eén stukje kool werd ontdekt en *verdwenen* in de loop van twee uur; drie waren de volgende ochtend verdwenen, dat wil zeggen na één nacht; twee andere na twee nachten; en het zevende stukje na drie nachten. Twee stukjes ui werden ontdekt en na drie nachten *verorberd*. Stukken vers, rauw vlees, waar wormen erg dol op zijn, werden begraven en werden niet binnen achtenveertig uur ontdekt. De aarde boven de verschillende begraven voorwerpen werd over het algemeen slechts licht aangedrukt, zodat de afgifte van een geur niet werd verhinderd. [044] Bij twee gelegenheden werd het oppervlak echter goed bewaterd, waardoor het enigszins compact werd. Nadat de stukjes kool en ui waren verdwenen, keek ik eronder om te zien of de wormen per ongeluk van onderaf naar boven waren gekomen, maar er was geen teken van een hol; en twee keer werden de begraven voorwerpen op stukken aluminiumfolie gelegd die niet in het minst verplaatst waren. Het is natuurlijk mogelijk dat de wormen, terwijl ze zich over het oppervlak van de grond bewogen, met hun staarten vastgemaakt in hun holen, hun kop hebben gestoken in de plaatsen waar de bovenstaande voorwerpen begraven waren; maar ik heb nog nooit wormen op deze manier zien handelen. Enkele stukken koolblad en uien werden twee keer begraven onder zeer fijn ijzerhoudend zand, dat licht werd aangedrukt en goed bewaterd, zodat het zeer compact werd, en deze stukken werden nooit ontdekt. Bij een derde gelegenheid werd hetzelfde soort zand niet ingedrukt en ook niet bewaterd, en de stukken kool werden na de tweede nacht ontdekt en verdwenen. Deze verschillende

feiten geven aan dat wormen een of ander reukvermogen bezitten; en dat ze op deze manier geurige en felbegeerde soorten voedsel ontdekken.

[045] Aangenomen mag worden dat alle dieren die zich met verschillende stoffen voeden een smaakzin bezitten, en dit is zeker het geval bij wormen. Koolbladeren zijn erg geliefd bij wormen; en het lijkt erop dat ze onderscheid kunnen maken tussen verschillende soorten; maar dit kan misschien te wijten zijn aan verschillen in hun textuur. Elf keer kregen ze stukjes vers blad van een gewone groene variëteit en van de rode variëteit die gebruikt wordt om in te maken, en ze gaven de voorkeur aan de groene. Bij twee andere gelegenheden leken ze echter de voorkeur te geven aan de rode. Halfvergane bladeren van de rode variëteit en verse bladeren van de groene variëteit werden ongeveer in gelijke mate aangevallen. Wanneer bladeren van de kool, mierikswortel (een favoriet voedsel) en van de ui samen werden gegeven, hadden deze laatste altijd duidelijk de voorkeur. Bladeren van kool, lindeboom, Ampelopis, pastinaak (*Pastinaca*) en selderij (*Apium*) werden ook samen gegeven en die van selderij werden het eerst gegeten. [046] Maar toen bladeren van kool, raap, biet, selderij, wilde kers en wortels samen werden gegeven, werden de twee laatste soorten, vooral die van de wortel, verkozen boven alle andere, inclusief die van selderij. Na vele proeven bleek ook dat bladeren van de wilde kers sterk de voorkeur kregen boven die van de lindeboom en de hazelaar (*Corylus*). Volgens Mr. Bridgman zijn de halfvergane bladeren van *Phlox verna* bijzonder geliefd bij

wormen.^{Q*-15}

Stukjes van de bladeren van kool, raap, mierikswortel en ui werden 22 dagen lang op de potten gelaten, en werden allemaal aangevallen en moesten worden vernieuwd; maar gedurende deze hele tijd werden bladeren van een *Artemisia* en van de culinaire salie, tijm en munt, vermengd met de bovenstaande bladeren, helemaal genegeerd, behalve die van de munt, waar af en toe heel lichtjes aan werd *geknabbeld*. Deze laatste vier soorten bladeren verschillen qua textuur niet zodanig dat ze onaangenaam zijn voor wormen; ze hebben allemaal een sterke smaak, maar dat geldt ook voor de vier eerstgenoemde soorten bladeren; en het grote verschil in resultaat moet worden toegeschreven aan een voorkeur van de wormen voor de ene smaak boven de andere. [047]

Mentale kwaliteiten - Hier valt weinig over te zeggen. We hebben gezien dat wormen *schuw* zijn. Het valt te betwijfelen of ze zoveel pijn lijden als ze gewond raken, zoals ze lijken uit te drukken in hun kronkelingen. Te oordelen naar hun gretigheid voor bepaalde soorten voedsel, moeten ze genieten van het plezier van eten. Hun seksuele passie is sterk genoeg om hun angst voor licht een tijdje te overwinnen. Ze hebben misschien een spoor van sociaal gevoel, want ze worden niet gestoord door over elkaars lichaam te kruipen en liggen soms tegen elkaar aan. Volgens Hoffmeister overwinteren ze ofwel alleen, ofwel opgerold met ande-

15 Q*' The Zoologist,' vol. vii. 1849, p. 2576.

ren tot een bal op de bodem van hun holen.^{Q*-16} Hoewel wormen zo opmerkelijk tekortschieten in de verschillende zintuigen, sluit dit niet noodzakelijk intelligentie uit, zoals we weten uit gevallen zoals die van Laura Bridgman; en we hebben gezien dat wanneer hun aandacht *actief* is, ze indrukken verwaarlozen waar ze anders aandacht aan zouden hebben besteed; en aandacht duidt op de aanwezigheid van een soort geest. Ze zijn ook veel gemakkelijker opgewonden op bepaalde momenten dan op andere. [048] Ze voeren een paar handelingen instinctief uit, dat wil zeggen dat alle individuen, inclusief de jongen, zulke handelingen op bijna dezelfde manier uitvoeren. Dit wordt aangetoond door de manier waarop de soorten *Perichseta* hun uitwerpselen uitwerpen om torens te bouwen; ook door de manier waarop de holen van de gewone aardworm gladjes bekleed zijn met fijne aarde en vaak met steentjes, en de monden van hun holen met bladeren. Een van hun sterkste instincten is het dichtplakken van de *ingang* van hun holen met verschillende voorwerpen; en heel jonge wormen gedragen zich op deze manier. Maar enige mate van intelligentie lijkt, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, in dit werk tentoon gespreid te zijn - een resultaat dat mij meer dan wat dan ook verbaasd heeft met betrekking tot wormen.

Voedsel en spijsvertering - Wormen zijn omnivoren. Ze slikken een enorme hoeveelheid aarde in, waaruit ze alle verteerbare materie halen die erin kan zitten, maar op dit onderwerp moet ik nog terugkomen. Ze eten ook een groot aantal

16 Q* "Familie der Regenwürmer", p. 13.

halfvergane bladeren van alle soorten, behalve een paar die een onaangename smaak hebben of te taai voor ze zijn; ook bladstelen, stengels en vergane bloemen. [049] Maar ze eten ook verse bladeren, zoals ik bij herhaalde proeven heb ontdekt. Volgens Morren ^{Q*-17} eten ze deeltjes suiker en zoethout; en de wormen die ik hield, trokken veel stukjes droog zetmeel in hun holen, en van een groot stuk waren de hoeken goed afgerond door de vloeistof die uit hun mond werd gegoten. Maar omdat ze vaak deeltjes van zachte steen, zoals krijt, in hun holen slepen, betwijfel ik of het zetmeel als voedsel werd gebruikt. Stukken rauw en geroosterd vlees werden verschillende keren met lange pinnen aan het oppervlak van de grond in mijn potten bevestigd, en nacht na nacht kon je de wormen eraan zien trekken, met de randen van de stukken opgeslokt in hun mond, zodat er veel werd gegeten. Rauw vet lijkt zelfs de voorkeur te hebben boven rauw vlees of welke andere substantie dan ook die hen werd gegeven, en er werd veel van gegeten. Het zijn kannibalen, want de twee helften van een dode worm die in twee van de potten waren gelegd, werden de holen in gesleept en opgepeuzeld; maar voor zover ik kon beoordelen, verkiezen ze vers boven bedorven vlees, en daarin verschil ik van mening met Hoffmeister.

[050] Le'on Fre'dericq stelt ^{Q**-18} dat het spijsverteringsvocht van wormen van dezelfde aard is als de pancreasafscheiding van de hogere dieren; en deze conclusie komt perfect overeen met de soorten voedsel die wormen consumeren. Al-

17 Q* 'De Lumbrici terrestris' p.

18 Q** 'Archives de Zoologie experimentale,' tom. vii. 1878, p. 394.

vleeskliersap emulgeert vet en we hebben net gezien hoe gulzig wormen vet verslinden, het lost fibrine op en wormen eten rauw vlees, het zet zetmeel met wonderbaarlijke snelheid om in druivensuiker en we zullen nu laten zien dat het spijsverteringsvocht van wormen op zetmeel werkt.^{Q#-19} Maar ze leven voornamelijk van halfvergane bladeren; en deze zouden nutteloos voor ze zijn tenzij ze de cellulose konden verteren die de celwanden vormt; want het is bekend dat alle andere voedzame stoffen bijna volledig uit bladeren worden verwijderd, kort voordat ze afvallen. Het is nu echter vastgesteld dat cellulose, hoewel zeer weinig of helemaal niet aangevallen door de maagsecretie van de hogere dieren, wordt beïnvloed door die van de pancreas.^{Q\$-20}

[051] De halfvergane of verse bladeren die de wormen van plan zijn te verslinden, worden in de ingang van hun hollen gesleept tot een diepte van één tot drie inch, en worden dan bevochtigd met een afgescheiden vloeistof. Aangenomen wordt dat deze vloeistof dient om het rotten te versnellen; maar een groot aantal bladeren werd tweemaal uit de hollen van de wormen getrokken en vele weken in een zeer vochtige atmosfeer onder een stolp in mijn studeerkamer bewaard; en de delen die door de wormen bevochtigd waren, vergingen niet sneller dan de andere delen. Toen 's avonds verse bladeren werden gegeven aan wormen die in een afgesloten ruimte – glazen pot ? – kooi werden gehouden en de volgende ochtend vroeg werden onderzocht, dus niet veel uren nadat

19 # Over de werking van het pancreasgist, zie 'A Text-Book of Physiology door Michael Foster, 2nd edit. pp. 198-203. 1878.

20 \$ Schmulewitsch, 'Action des Sues digestifs sur la Cellulose.' Bull, de l'Acad. Imp. de St. Pe'tersbourg, tom. xxv. p. 549. 1879.

ze in de holen waren gesleept, vertoonde de vloeistof waarmee ze waren bevochtigd, bij testen met neutraal lakmoespapier een alkalische reactie. Dit bleek herhaaldelijk het geval te zijn met selderij-, kool- en raapbladeren. Delen van dezelfde bladeren die niet door de wormen waren bevochtigd, werden fijngestampt met een paar druppels gedestilleerd water, en het sap dat hieruit werd gewonnen was niet alkalisch. [052] Sommige bladeren echter, die buiten in holen getrokken waren, op een onbekende voorafgaande tijd, werden getest, en hoewel ze nog vochtig waren, vertoonden ze zelden zelfs maar een spoor van alkalische reactie.

De vloeistof waarmee de bladeren worden ondergedompeld, werkt opmerkelijk op hen terwijl ze vers of bijna vers zijn; want het doodt en verkleurt ze snel. Zo waren de uiteinden van een vers wortelblad, dat in een hol was gesleept, na twaalf uur donkerbruin gekleurd. Bladeren van selderij, raap, esdoorn, iep, linde, dunne bladeren van klimop en soms die van kool werden op dezelfde manier aangetast. Het uiteinde van een blad van *Triticum repens*, dat nog aan een groeiende plant zat, was in een hol getrokken en dit deel was donkerbruin en dood, terwijl de rest van het blad fris en groen was. Verschillende bladeren van linde en iep die buiten uit holen waren gehaald, werden in verschillende mate aangetast gevonden. De eerste verandering lijkt te zijn dat de nerven dof rood-oranje worden. De cellen met chlorofyl verliezen vervolgens min of meer volledig hun groene kleur en hun inhoud wordt uiteindelijk bruin. [053] De aldus aangetaste delen leken vaak bijna zwart bij gereflecteerd licht; maar wanneer bekeken als een transparant object onder de

microscoop, werden minuscule lichtvlekjes doorgelaten, en dit was niet het geval bij de niet-aangetaste delen van dezelfde bladeren. Deze effecten tonen echter alleen aan dat de afgescheiden vloeistof zeer schadelijk of giftig is voor bladeren; want bijna dezelfde effecten werden in één tot twee dagen veroorzaakt op verschillende soorten jonge bladeren, niet alleen door kunstmatige pancreasvloeistof, bereid met of zonder thymol, maar snel door een oplossing van thymol op zichzelf. Bij één gelegenheid werden bladeren van *Corylus* sterk verkleurd door ze achttien uur in alveeskliervloeistof te houden, zonder thymol. Bij jonge en tere bladeren werkte onderdompeling in menselijk speeksel tijdens tamelijk warm weer op dezelfde manier als alveeskliervloeistof, maar niet zo snel. De bladeren raakten in al deze gevallen vaak geïnfiltreerd met de vloeistof.

Grote bladeren van een klimopplant die op een muur groeide, waren zo taai dat ze niet door wormen aangevreten konden worden, maar na vier dagen werden ze op een eigenaardige manier aangetast door de afscheiding die uit hun mond werd *gegoten*. [054] De bovenkanten van de bladeren, waar de wormen overheen waren gekropen, zoals te zien was aan het vuil dat erop achterbleef, waren in kronkelige lijnen gemarkeerd, door een aaneengesloten of gebroken keten van witachtige en vaak stervormige stippen, ongeveer 2 *mm.* in diameter. Het zag er zo vreemd uit als een blad waarin de larve van een minuscule insect zich had ingegraven. Maar mijn zoon Francis kon na het maken en onderzoeken van doorsneden nergens vinden dat de celwanden waren afgebroken of dat de opperhuid was doorboord. Toen de door-

snede door de witachtige stippen ging, zag men dat de chlo-rofylkorrels min of meer verkleurd waren en dat sommige palissade- en mesofylcellen niets anders dan afgebroken korrelige materie bevatten. Deze effecten moeten worden toegeschreven aan de afscheiding die via de opperhuid in de cellen terechtkomt.

De afscheiding waarmee wormen bladeren bevochtigen, werkt ook in op de zetmeelkorrels in de cellen. Mijn zoon onderzocht enkele bladeren van de es en veel van de linde, die van de bomen waren gevallen en gedeeltelijk in worm-holen waren gesleept. Het is bekend dat bij afgevalen bla-deren de zetmeelkorrels bewaard blijven in de beschermen-de cellen van de huidmondjes. [055] Nu was in verschillen-de gevallen het zetmeel geheel of gedeeltelijk uit deze cel-len verdwenen, in de delen die door de afscheiding bevocht-igd waren; terwijl ze in de andere delen van dezelfde blade-ren nog goed bewaard waren. Soms was het zetmeel uit slechts één van de twee cellen opgelost. In één geval was de kern verdwenen, samen met de zetmeelkorrels. Alleen het begraven van de kalkbladeren in vochtige aarde gedurende negen dagen veroorzaakte geen vernietiging van de zetmeel-korrels. Aan de andere kant leidde het onderdompelen van verse linde- en kersenbladeren gedurende achttien uur in kunstmatig pancreasvocht tot het oplossen van de zetmeel-korrels in zowel de beschermcellen als de andere cellen.

Omdat de afscheiding waarmee de bladeren zijn bevochtigd alkalisch is en zowel op de zetmeelkorrels als op de proto-plasmatische inhoud van de cellen inwerkt, kunnen we con-

cluderen dat het in de natuur niet op speeksel lijkt,^{Q*-21} maar op pancreasafscheiding; en we weten van Fredericq dat een dergelijke afscheiding in de darmen van wormen wordt gevonden. [056] Omdat de bladeren die in de hollen worden gesleept vaak droog en verschrompeld zijn, is het voor hun ontbinding door de ongewapende monden van de wormen onontbeerlijk dat ze eerst bevochtigd en zacht gemaakt worden; en verse bladeren, hoe zacht en mals ze ook mogen zijn, worden op dezelfde manier behandeld, waarschijnlijk uit gewoonte. Het resultaat is dat ze gedeeltelijk verteerd zijn voordat ze in het spijsverteringskanaal worden opgenomen. Ik ken geen ander geval van extra-stomachale – extra-maag – vertering. De boa-constrictor baadt zijn prooi in met speeksel, maar dit is alleen om het te smeren. Misschien is de dichtstbijzijnde analogie te vinden bij planten als *Drosera* en *Dionsea*; hier wordt dierlijk materiaal niet in een maag verteerd en omgezet in pepton, maar op de oppervlakken van de bladeren.

Kalkhoudende klieren - Deze klieren (zie Fig. 1) moeten, gezien hun grootte en rijke toevoer van bloedvaten, van groot belang zijn voor het dier. Maar er zijn bijna net zoveel theorieën over hun gebruik naar voren gebracht als er waarnemers zijn geweest. [057] Ze bestaan uit drie paar, die bij de gewone aardworm vóór de spiermaag in het spijsverteringskanaal uitmonden, maar achteraan bij *Urochsea* en en-

21 Q* Claparede betwijfelt of speeksel wordt afgescheiden door wormen: zie 'Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie,' B. xix. 1869, p. 601.

kele andere geslachten.^{Q*-22} De twee achterste paren worden gevormd door lamellen, die volgens Claparede diverticula van de slokdarm zijn,^{Q#-23} Deze lamellen zijn bekleed met een pulpachtige cellulaire laag, waarbij de buitenste cellen in oneindig aantal vrij liggen. Als een van deze klieren wordt doorprikt en samengeknepen, komt er een hoeveelheid witte pulpachtige materie uit, bestaande uit deze vrije cellen. Ze zijn minuscuul en variëren in diameter van 2 tot 6 μ . Ze bevatten in hun centra een beetje overdreven fijne korrelige materie; maar ze lijken zo op oliebolletjes dat Claparede en anderen ze eerst met ether behandelden. Dit had geen effect, maar ze worden snel bruisend opgelost in azijnzuur en als ammoniumoxalaat aan de oplossing wordt toegevoegd, valt er een wit neerslag. We kunnen daarom concluderen dat ze carbonaat van kalk bevatten. [058] Als de cellen in een heel klein beetje zuur worden ondergedompeld, worden ze transparanter, zien eruit als geesten, en worden snel uit het oog verloren; maar als er veel zuur wordt toegevoegd, verdwijnen ze onmiddellijk. Nadat een zeer groot aantal is opgelost, blijft er een vlokkelig residu over, dat blijkbaar bestaat uit de delicate gescheurde celwanden. In de twee achterste klierparen aggregeert het carbonaat van kalk in de cellen af en toe in kleine ruitvormige kristallen of in concreties, die tussen de lamellen liggen; maar ik heb er maar één gezien en Claparede maar een paar van zulke gevallen.

De twee voorste klieren verschillen een beetje in vorm van de vier achterste, doordat ze ovaler zijn. Ze verschillen ook

22 Q* Perrier, 'Archives de Zoolog. expér. Juli 1874, pp 416 419.

23 Q# 'Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie,' B. xix 1869 pp 603-606.

opvallend doordat ze over het algemeen meerdere kleine, of twee of drie grotere, of een enkele zeer grote concretie van carbonaat van kalk bevatten, tot wel 1½ mm. in diameter. "Wanneer een klier slechts een paar zeer kleine concreties bevat, of, zoals soms gebeurt, helemaal geen, wordt het gemakkelijk over het hoofd gezien. De grote concreties zijn rond of ovaal en van buiten bijna glad. Er is er een gevonden die niet alleen de hele klier vulde, zoals vaak het geval is, maar ook de hals, zodat hij qua vorm leek op een olijfolieknol. [059] Wanneer deze concreties gebroken worden, zien we dat ze min of meer kristallijn van structuur zijn. Hoe ze uit de klier kunnen ontsnappen is een wonder; maar dat ze ontsnappen is zeker, want ze worden vaak gevonden in de spiermaag, de darmen en in de wormwormenpoep, zowel bij degenen die in opsluiting worden gehouden als bij degenen die in een natuurlijke staat verkeren.

Claparede zegt heel weinig over de structuur van de twee voorste klieren en hij veronderstelt dat de kalkhoudende materie waaruit de concreties worden gevormd, afkomstig is van de vier achterste klieren. Maar als een voorste klier die alleen kleine concreties bevat in azijnzuur wordt gelegd en daarna wordt ontleed, of als er doorsneden worden gemaakt van zo'n klier zonder dat deze met zuur is behandeld, dan zijn duidelijk lamellen te zien zoals die in de achterste klieren en bedekt met celmateriaal, samen met een groot aantal vrije kalkcellen die gemakkelijk oplosbaar zijn in azijnzuur. Wanneer een klier volledig gevuld is met een enkele grote concretie, zijn er geen vrije cellen, omdat deze allemaal verbruikt zijn bij het vormen van de concretie. [060] Maar als

zo'n concretie of een concretie van slechts middelmatige grootte wordt opgelost in zuur, blijft er veel membraanachtig materiaal over, dat lijkt te bestaan uit de overblijfselen van de voorheen actieve lamellen. Na de vorming en uitdrijving van een grote concretie moeten er op de een of andere manier nieuwe lamellen ontstaan. In een doorsnede gemaakt door mijn zoon was dit proces blijkbaar begonnen, hoewel de klier twee vrij grote concreties bevatte, want vlakbij de wanden werden verschillende cilindrische en ovale pijpen doorsneden, die bekleed waren met cellulair materiaal en helemaal gevuld waren met vrije kalkcellen. Een grote vergroting in één richting van meerdere ovale pijpen zou de lamellen doen ontstaan.

Naast de vrije kalkvormende cellen waarin geen kern zichtbaar was, werden bij drie gelegenheden andere en vrij grotere vrije cellen gezien; en deze bevatten een duidelijke kern en nucleolus. Ze waren alleen zo ver aangetast door azijnzuur dat de kern duidelijker werd. Een zeer kleine concretie werd verwijderd tussen twee van de lamellen in een voorste klier. [061] Het was ingebed in pulpachtige cellulaire materie, met veel vrije calcifere cellen, samen met een veelheid van de grotere, vrije, gekernde cellen, en deze laatste cellen werden niet beïnvloed door azijnzuur, terwijl de eerste werden opgelost. Uit deze en andere dergelijke gevallen heb ik het vermoeden dat de kalkvormende cellen zich ontwikkelen uit de grotere cellen met een kern, maar hoe dit gebeurt is niet vastgesteld.

Wanneer een voorste klier meerdere minuscule concreties bevat, zijn sommige over het algemeen hoekig of kristallijn

van omtrek, terwijl het grootste aantal afgerond is met een onregelmatig moerbeiachtig oppervlak. Calcifeercellen hechtten zich aan veel delen van deze moerbeiachtige massa's en hun geleidelijke verdwijning kon worden getraceerd terwijl ze nog steeds vastzaten. Het was dus duidelijk dat de concreties gevormd werden uit de kalk in de vrije kalkcellen. Naarmate de kleinere concreties groter worden, komen ze met elkaar in contact en verenigen ze zich, waardoor de nu functieloze lamellen worden omsloten; en door deze stappen kon de vorming van de grootste concreties worden gevolgd. Waarom dit proces regelmatig plaatsvindt in de twee voorste klieren en slechts zelden in de vier achterste klieren, is vrij onbekend. [062] Morren zegt dat deze klieren tijdens de winter verdwijnen; en ik heb enkele gevallen van dit feit gezien, en andere waarin ofwel de voorste ofwel de achterste klieren in dit seizoen zo verschrompeld en leeg waren, dat ze slechts met veel moeite konden worden onderscheiden.

Wat de functie van de kalkklieren betreft, is het waarschijnlijk dat ze in de eerste plaats dienen als uitscheidingsorganen en in de tweede plaats als hulp bij de spijsvertering. Wormen eten veel afgevallen bladeren; en het is bekend dat kalk zich blijft ophopen in bladeren totdat ze van de ouderplant afvallen, in plaats van weer opgenomen te worden in de stengel of wortels, zoals verschillende andere organische en anorganische stoffen.^{Q*-24} Van de as van een blad van een acacia is bekend dat het wel 72 procent kalk bevat. Wormen zouden daarom geladen kunnen raken met deze aarde, tenzij

24 Q* De Yries, 'Landwirth. Jahrbücher,' 1881, p. 77.

er een speciaal middel is voor de uitscheiding ervan; en de kalkklieren zijn goed aangepast voor dit doel. De wormen die in schimmels dicht boven het krijt leven, hebben vaak hun darmen gevuld met deze substantie en hun uitwerpselen zijn bijna wit. [063] Hier is het duidelijk dat de aanvoer van kalkrijke materie overvloedig moet zijn. Niettemin bevatten de kalkklieren van verschillende wormen die op zo'n plek verzameld waren evenveel vrije kalkcellen, en evenveel en even grote concreties, als de klieren van wormen die leefden waar weinig of geen kalk was; en dit geeft aan dat de kalk een uitscheiding is, en geen afscheiding die voor een speciaal doel in het spijsverteringskanaal wordt gegoten.

Aan de andere kant maken de volgende overwegingen het zeer waarschijnlijk dat het carbonaat van kalk, dat door de klieren wordt uitgescheiden, het spijsverteringsproces onder normale omstandigheden ondersteunt. Bladeren produceren tijdens hun ontbinding een overvloed aan verschillende soorten zuren, die zijn samengebracht onder de term humuszuren. We zullen in het vijfde hoofdstuk op dit onderwerp moeten terugkomen en ik hoef hier alleen te zeggen dat deze zuren sterk inwerken op carbonaat van kalk. De halfvergane bladeren die in zulke grote hoeveelheden door wormen worden ingeslikt, zouden daarom, nadat ze zijn bevochtigd en getritureerd in het spijsverteringskanaal, geneigd zijn om zulke zuren te produceren. [064] En bij verschillende wormen bleek de inhoud van het spijsverteringskanaal duidelijk zuur te zijn, zoals met lakmoespapier werd aangetoond. Deze zuurheid kan niet worden toegeschreven aan de aard van de spijsverteringsvloeistof, want pancreasvloeistof is al-

kalisch; en we hebben gezien dat de afscheiding die uit de monden van wormen wordt gegoten om de bladeren klaar te maken voor consumptie, ook alkalisch is. De zuurgraad kan nauwelijks te wijten zijn aan urinezuur, omdat de inhoud van het bovenste deel van de darm vaak zuur was. In één geval was de inhoud van de spiermaag licht zuur, terwijl die van de bovenste darm duidelijk zuurder was. In een ander geval was de inhoud van de keelholte niet zuur, die van de spiermaag twijfelachtig zuur, terwijl die van de darm duidelijk zuur was op een afstand van 5 cm. onder de spiermaag. Zelfs bij de hogere *herbivoren* – planteneters – en *omnivoren* – alleseters – dieren, is de inhoud van de dikke darm zuur.

" Dit wordt echter niet veroorzaakt door een zure afscheiding van het slijmvlies; de reactie van de darmwanden in de dikke en dunne darm is alkalisch. Het moet daarom ontstaan door zure gisting in de inhoud zelf. . . . Bij *carnivoren* – vleeseters – wordt gezegd dat de inhoud van het coecum alkalisch is en natuurlijk hangt de hoeveelheid fermentatie grotendeels af van de aard van het voedsel."^{Q-25}

[065] Bij wormen is niet alleen de inhoud van de darmen, maar ook hun uitscheiding of de wormenhoopjes over het algemeen zuur. Dertig uitscheidingen van verschillende plaatsen werden getest, en met drie of vier uitzonderingen bleken ze zuur te zijn, en de uitzonderingen kunnen te wijten zijn aan dergelijke uitscheidingen niet onlangs zijn uitgeworpen, voor sommige die in eerste instantie zuur, waren op de volgende ochtend, na gedroogd en opnieuw bevoch-

25 Q* M. Poster, 'A Text-Book of Physiology.' 2nd edit 1878, p. 243.

tigd, niet meer zuur, en dit waarschijnlijk is het gevolg van de humus zuren die, zoals bekend, het geval te zijn, gemakkelijk afgebroken. Vijf verse uitwerpselen van wormen die in schimmels vlak boven het krijt leefden, hadden een witachtige kleur en waren overvloedig met kalkhoudend materiaal; en deze waren helemaal niet zuur. Dit laat zien hoe effectief carbonaat van kalk de darmzuren neutraliseert. [066] Toen wormen in potten gevuld met met fijn ijzerhoudend zand, was het duidelijk dat het ijzeroxide, waarmee de silexkorrels bedekt waren, opgelost en van hen verwijderd was tijdens het uitwerpen.

De spijsverteringsvloeistof van wormen lijkt in zijn werking, zoals reeds vermeld, op de pancreasafscheiding van de hogere dieren; en in deze laatste is de

"pancreasvertering in wezen" alkalisch; de werking zal niet plaatsvinden tenzij er wat alkali aanwezig is; en de activiteit van een alkalisch sap wordt gearresteerd door verzuring, en belemmerd door neutralisatie".^{Q-26}

Daarom lijkt het zeer waarschijnlijk dat de ontelbare kalkhoudende cellen, die uit de vier achterste klieren in het spijsverteringskanaal van wormen worden gegoten, dienen om de zuren die daar door de halfvergane bladeren worden geproduceerd, min of meer volledig te neutraliseren. We hebben gezien dat deze cellen onmiddellijk worden opgelost door een kleine hoeveelheid azijnzuur, en omdat ze niet altijd voldoende zijn om de inhoud van zelfs het bovenste deel

26 * M. Foster, Ibid. p. 200.

van het spijsverteringskanaal te neutraliseren, wordt de kalk misschien samengebald in concreties in het voorste paar klieren, zodat een deel naar het achterste deel van de darm kan worden gedragen, waar deze concreties tussen de zure inhoud worden gerold. [067] De *concreties* die in de darmen en in de uitworpselen worden gevonden, zien er vaak versleten uit, maar of dit komt door slijtage of door chemische corrosie is niet te zeggen. Claparede gelooft dat ze worden gevormd omwille van het fungeren als molen-stenen, en dus helpen bij de trituratie van het voedsel. Ze kunnen op deze manier enige hulp bieden; maar ik ben het volledig eens met Perrier dat dit van ondergeschikt belang moet zijn, aangezien dat het doel al bereikt is doordat stenen die over het algemeen aanwezig zijn in de spiermaag en darmen van wormen worden gesasseerd.

HOOFDSTUK – 2

GEWOONTEN VAN WORMEN

- VERVOLG.

Manier waarop wormen voorwerpen grijpen - Hun zuigkracht - Het instinct om de muilen van hun holen dicht te maken - Stenen die over de holen worden gestapeld - De voordelen die dit oplevert - Intelligentie die wormen tonen in hun manier om hun holen dicht te maken - Verschillende soorten bladeren en andere voorwerpen die op deze manier worden gebruikt - Driehoeken van papier - Samenvatting van redenen om te geloven dat wormen enige intelligentie vertonen - Manieren waarmee ze hun holen uitgraven, Door de aarde weg te duwen en in te slikken - Aarde wordt ook ingeslikt vanwege de voedzame stoffen die het bevat - Diepte waarop wormen zich ingraven en de bouw van hun holen - Holen bekleed met wormenpoep en in het bovenste gedeelte met bladeren - Het onderste gedeelte geplaveid met steentjes of zaden - Manier waarop de wormenpoep worden uitgeworpen - Het instorten van oude holen - Verspreiding van wormen - Torenachtige wormenpoep in Bengalen - Gigantische wormenpoep op de Nilgiri Mountains - wormenpoep die in alle landen worden uitgeworpen.

In de potten waarin de wormen werden gehouden, werden

bladeren aan de grond vastgeprikt en 's nachts kon worden geobserveerd hoe ze werden vastgegrepen. De wormen probeerden altijd de bladeren naar hun hollen te slepen; en ze scheurden of zogen kleine stukjes af als de bladeren zacht genoeg waren. [069] Over het algemeen grepen ze de dunne rand van een blad met hun mond, tussen de uitstekende boven- en onderlip; de dikke en sterke keelholte werd tegelijkertijd, zoals Perrier opmerkt, naar voren geduwd binnen hun lichaam, om zo een punt van weerstand te bieden voor de bovenlip. In het geval van brede platte voorwerpen werkten ze op een heel andere manier. Het puntige voorste uiteinde van het lichaam werd, nadat het in contact was gebracht met zo'n voorwerp, binnen de aangrenzende ringen getrokken, zodat het afgeknot leek en net zo dik werd als de rest van het lichaam. Men kon toen zien dat dit deel een beetje opzwol; ik denk dat dit komt doordat de keelholte een beetje naar voren werd geduwd. Vervolgens werd door een lichte terugtrekking van de keelholte of door de uitzetting ervan een vacuüm geproduceerd onder het afgeknote slijmerige uiteinde van het lichaam terwijl het in contact was met het voorwerp; en op deze manier hechtten de twee stevig aan elkaar.^{Q*-27} [070] Dat onder deze omstandigheden een vacuüm werd geproduceerd, werd duidelijk bij één gelegenheid, toen een grote worm die onder een slap koolblad lag, probeerde het blad weg te slepen; want het oppervlak van het blad direct boven het uiteinde van het lichaam van de worm raakte diep ingesleten. Bij een andere gelegenheid

27 Q* Claparède merkt op ('Zeitschrift für wissenschaft. Zoolog.' B.19, 1869, p. 602) dat de keelholte door zijn structuur lijkt te zijn aangepast aan zuigen.

verloor een worm plotseling zijn greep op een plat blad en zag men dat het voorste uiteinde van het lichaam een kom vormde. Wormen kunnen zich op dezelfde manier aan een voorwerp onder water vasthechten; en ik zag er een die op die manier een ondergedompeld stuk van een uienbol meesleepte.

De randen van verse of bijna verse bladeren die aan de grond vastzaten, werden vaak door de wormen *afgeknaagd*; en soms werd de *epidermis* – oppervlaktelaag – en al het *parenchym* – vulweefsel – aan één kant over een aanzienlijke ruimte volledig weggeknaagd; de epidermis alleen aan de andere kant werd helemaal schoon gelaten. De nerven werden nooit aangeraakt en bladeren werden zo soms gedeeltelijk in skeletten veranderd. Omdat wormen geen tanden hebben en hun monden uit zeer zacht weefsel bestaan, kan worden aangenomen dat ze door middel van *afzuiging* de randen en het parenchym van verse bladeren consumeren, nadat deze zacht zijn geworden door de *spijsverteringsvloeistof*. [071] Ze kunnen niet zulke sterke bladeren aanvallen als die van zeekool of grote en dikke bladeren van klimop; hoewel een van de laatste, nadat het rot was geworden, in delen gereduceerd was tot de staat van een skelet.

Wormen grijpen bladeren en andere objecten, niet alleen om als voedsel te dienen, maar ook om de ingangen van hun holen dicht te stoppen; en dit is een van hun sterkste instincten. Bladeren en bladstelen van vele soorten, sommige bloemtakken, vaak vergane twijgen van bomen, stukjes papier, veren, plukjes wol en paardenharen worden voor dit doel in hun holen gesleept. Ik heb wel zeventien bladstelen van een

Clematis uit de ingang van één hol zien steken, en tien uit de ingang van een ander. Sommige van deze voorwerpen, zoals de zojuist genoemde bladstelen, veren en dergelijke, worden nooit door wormen aangevreten. In een grindpad in mijn tuin vond ik vele honderden bladeren van een pijnboom (*P. austriaca* of *nigricans*) die met hun basis in hollen werden getrokken. De oppervlakken waarmee deze bladeren aan de takken vastzitten, zijn op net zo'n eigenaardige manier gevormd als het gewricht tussen de beenderen van een viervoeter; en als deze oppervlakken ook maar enigszins waren aangevreten, zou dat onmiddellijk zichtbaar zijn geweest, maar er was geen spoor van knagen. [072] Van de gewone tweezaadlobbige bladeren zijn alle bladeren die in hollen worden gesleept niet aangevreten. Ik heb wel negen bladeren van de lindeboom in hetzelfde hol zien trekken, en ze waren lang niet allemaal aangevreten; maar zulke bladeren kunnen dienen als voorraad voor toekomstige consumptie. Als er veel afgevalen bladeren zijn, worden er soms meer boven de opening van een hol verzameld dan er gebruikt kunnen worden, zodat er een kleine stapel ongebruikte bladeren overblijft als een dak boven de bladeren die er gedeeltelijk in zijn gesleept.

Een blad dat een klein stukje in een cilindrisch hol wordt gesleept, is noodzakelijkerwijs erg gevouwen of verfrommeld. Wanneer een ander blad naar binnen wordt gesleept, gebeurt dit aan de buitenkant van het eerste, en zo verder met de volgende bladeren; en uiteindelijk worden ze allemaal dicht op elkaar gevouwen en geperst. Soms vergroot de worm de opening van zijn hol, of maakt hij een nieuw

gang in de buurt, zodat hij een nog groter aantal bladeren naar binnen kan trekken. [073] Vaak of meestal vullen ze de tussenruimten tussen de ingetrokken bladeren op met vochtige stroperige aarde die ze uit hun lichaam hebben geslingerd. Honderden van zulke dichtgestopte holen kunnen op veel plaatsen gezien worden, vooral tijdens de herfst en vroege wintermaanden. Maar, zoals hierna zal worden aangetoond, worden bladeren in de holen gesleept, niet alleen om ze te dichten en als voedsel, maar ook om het bovenste deel of de opening te bekleden.

Als wormen geen bladeren, bladstengels, stokken, enz. kunnen vinden om de ingangen van hun holen mee te dichten, beschermen ze deze vaak met kleine hoopjes stenen; en zulke hoopjes gladde, afgeronde kiezels zijn vaak te zien op grindpaden. Hier kan er geen sprake zijn van voedsel. Een dame die geïnteresseerd was in de gewoonten van wormen, verwijderde de kleine hoopjes stenen uit de monden van verschillende holen en maakte het oppervlak van de grond een paar centimeter rondom vrij. De volgende nacht ging ze naar buiten met een lantaarn en zag de wormen met hun staarten vast in hun holen, de stenen naar binnen slepend met behulp van hun monden, zonder twijfel door zuiging

[074] "Na twee nachten hadden sommige van de holen 8 of 9 kleine stenen over zich heen; na vier nachten had er één ongeveer 30, en een andere 34 stenen."Q*-28

Eén steen die over het grindpad naar de mond van een hol was gesleept, woog twee ounces; – 1 ounce – 28 gram – en dit be-

28 * Een verslag van haar observaties staat in de 'Gardeners Chronicle,' 28 maart 1868, p. 324.

wijst hoe sterk wormen zijn. Maar ze tonen een grotere kracht door soms stenen te verplaatsen in een goed begaanbaar grindpad; dat ze dat doen, kan worden afgeleid uit het feit dat de holtes die worden achtergelaten door de verplaatste stenen precies worden opgevuld door stenen die over de monden van aangrenzende holen liggen, zoals ik zelf heb waargenomen.

Dit soort werk wordt meestal 's nachts gedaan, maar ik heb wel eens meegemaakt dat objecten overdag in de holen werden getrokken. Welk voordeel de wormen halen uit het dichtgooien van de ingangen van hun holen met bladeren en dergelijke, of uit het stapelen van stenen eroverheen, is twijfelachtig. Ze doen dit niet op de momenten dat ze veel aarde uit hun holen werpen, omdat hun uitwerpselen dan dienen om de mond te bedekken. [075] Wanneer tuiniers wormen op een gazon willen doden, is het noodzakelijk om eerst de uitwerpselen van het oppervlak weg te borstelen of te harken, zodat het kalkwater de holen kan binnendringen.^{Q-29} Men zou hieruit kunnen afleiden dat de ingangen zijn dichtgestopt met bladeren, enzovoort, om te voorkomen dat er water binnendringt tijdens zware regenval; maar men kan tegen deze opvatting inbrengen dat een paar losse, goed afgeronde stenen slecht geschikt zijn om water buiten te houden. Ik heb bovendien veel holen gezien in de loodrecht afgesneden graszoden van grindpaden, waar nauwelijks water in kon stromen, net zo goed verstopt als holen op een vlakke ondergrond. Kunnen de *pluggen* of stapels stenen helpen bij

29 Q* London's 'Gard. Mag.' xvii. p. 216, zoals geciteerd in de 'Catalogue of the British Museum Worms,' 1865, p. 327.

het verbergen van de holen voor scolopenders, – duizendpootachtigen – die, volgens Hoffmeister,^{#-30} de ergste vijanden van wormen zijn? Of kunnen wormen, wanneer ze op deze manier beschermd zijn, niet veilig met hun *hoofd* dicht bij de ingang van hun holen blijven, wat ze, zoals we weten, graag doen, maar wat zoveel van hen het leven kost? Of kan het niet zo zijn dat de *pluggen* de vrije indringing van de onderste luchtlag, wanneer die 's nachts door straling wordt afgekoeld, vanuit de omringende grond en het gras tegenhouden? Ik ben geneigd in deze laatste opvatting te geloven; ten eerste, omdat wanneer wormen in potten werden gehouden in een kamer met een *warmtebron*, in welk geval koude lucht de holen niet kon binnendringen, ze deze op een slordige manier opvulden; en ten tweede, omdat ze vaak het bovenste deel van hun holen bedekken met bladeren, blijkbaar om te voorkomen dat hun lichamen in nauw contact komen met de koude vochtige aarde. Maar misschien dient het dichtgooien wel voor alle bovenstaande doelen.

Wat het motief ook is, het lijkt erop dat wormen er een hekel aan hebben om de opening van hun holen open te laten. Toch zullen ze deze 's nachts weer openen, of ze ze daarna nu wel of niet kunnen sluiten. Er zijn veel open holen te zien op recent gegraven grond, want in dit geval werpen de wormen hun uitwerpselen uit in holtes die in de grond zijn achtergebleven, of in de oude holen, in plaats van ze over de *monden* van hun holen te stapelen. [077] Zo ook op een recentelijk opgegraven plaveisel van een Romeinse villa in Abinger (hierna te beschrijven), openden de wormen hard-

30 # 'Familie der Regenwormen' p. 19.

nekkig bijna elke nacht hun holen, wanneer deze gesloten waren door vertrapping, hoewel ze zelden in staat waren om een paar minuscule steentjes te vinden waarmee ze beschermd konden worden.

Intelligentie getoond door wormen in hun manier van het dichten van hun holen. - Als een mens een klein cilindrisch gat moest dichten met voorwerpen zoals bladeren, bladstelen of takjes, zou hij ze naar binnen slepen of duwen met hun puntige uiteinden; maar als deze voorwerpen erg dun waren in verhouding tot de grootte van het gat, zou hij er waarschijnlijk een paar inbrengen met hun dikkere of bredere uiteinden. De gids in zijn geval zou intelligentie zijn. Het leek daarom de moeite waard om zorgvuldig te observeren hoe wormen bladeren in hun holen sleepten; of dat nu aan de uiteinden, aan de basis of in het midden was. Het leek vooral wenselijk om dit te doen in het geval van planten die niet inheems zijn in ons land; want hoewel de gewoonte om bladeren in hun holen te slepen ongetwijfeld instinctief is bij wormen, toch kon instinct hen niet vertellen hoe te handelen in het geval van bladeren waarover hun voorouders niets wisten. [078] Als wormen bovendien alleen door instinct of een onveranderlijk overgeërfd impuls zouden handelen, zouden ze alle soorten bladeren op dezelfde manier in hun holen trekken. Als ze niet zo'n duidelijk instinct hebben, zouden we kunnen verwachten dat het toeval zou bepalen of de top, de basis of het midden werd gegrepen. Als beide alternatieven worden uitgesloten, blijft alleen intelligentie over; tenzij de worm in elk geval eerst veel verschillende

methoden uitprobeert en alleen die methode volgt die mogelijk of het gemakkelijkst blijkt; maar op deze manier handelen en verschillende methoden uitproberen komt dicht in de buurt van intelligentie.

In de eerste plaats werden op verschillende plaatsen 227 verdorde bladeren van verschillende soorten, meestal van Engelse planten, uit wormholen getrokken. Hiervan waren er 181 met of vlak bij de top in de holen getrokken, zodat de voetsteel bijna rechtop uit de mond van het hol stak; 20 waren met de basis naar binnen getrokken, en in dit geval staken de uiteinden uit de holen; en 26 waren vlak bij het midden gegrepen, zodat ze dwars naar binnen waren getrokken en erg verfrommeld waren. Daarom was 80 procent (waarbij altijd het dichtstbijzijnde hele getal wordt gebruikt) bij de punt naar binnen getrokken, 9 procent bij de basis of de voetsteel en 11 procent dwars of door het midden. [079] Dit alleen al is bijna voldoende om aan te tonen dat toeval niet bepaalt hoe bladeren in de holen worden gesleept.

Van de bovengenoemde 227 bladeren bestonden er 70 uit de gevallen bladeren van de gewone lindeboom, die vrijwel zeker niet inheems is in Engeland. Deze bladeren zijn naar de top toe sterk toegespitst en aan de basis erg breed met een goed ontwikkelde voetsteel. Ze zijn dun en vrij buigzaam als ze half verdraaid zijn. Van de 70 bladeren was 79 procent bij of vlakbij de top naar binnen getrokken; 4 procent bij of vlakbij de basis en 17 procent dwars of door het midden. Deze verhoudingen komen, voor zover het de punt betreft, goed overeen met de eerder gegeven verhoudingen. Maar het percentage dat door de basis wordt aangetrokken

is kleiner, wat kan worden toegeschreven aan de breedte van het basale deel van het blad. We zien hier ook dat de aanwezigheid van een voetsteel, die de wormen zou hebben verleid als een handig handvat, weinig of geen invloed heeft op het bepalen van de manier waarop kalkbladeren in de hollen worden gesleept. [080] Het aanzienlijke aandeel, namelijk 17 procent, dat min of meer dwars wordt meegesleurd, hangt ongetwijfeld samen met de flexibiliteit van deze half-vergane bladeren. Het feit dat zoveel bladeren door het midden naar binnen zijn getrokken en een paar door de basis, maakt het onwaarschijnlijk dat de wormen eerst hebben geprobeerd om de meeste bladeren naar binnen te trekken door één of beide methoden, en dat ze daarna 79 procent naar binnen hebben getrokken door de uiteinden; want het is duidelijk dat ze er niet in zouden zijn geslaagd om ze naar binnen te trekken door de basis of het midden.

Vervolgens werden de bladeren van een vreemde plant gezocht, waarvan de bladen niet spitsers waren naar de top dan naar de basis. Dit bleek het geval te zijn met die van een laburnum (een hybride tussen *Cytisus alpinus* en *laburnum*), want als we het uiteinde over de basishelft verdubbelden, pasten ze meestal precies; en als er een verschil was, was de basishelft iets smaller. Het zou daarom te verwachten zijn dat een bijna gelijk aantal van deze bladeren door de top en de basis naar binnen zou zijn getrokken, of een kleine overmaat ten gunste van de laatste. [081] Maar van de 73 bladeren (niet inbegrepen in de eerste partij van 227) die uit wormburrows werden getrokken, was 63 procent bij de punt naar binnen getrokken; 27 procent bij de basis en 10 procent

dwars. We zien hier dat een veel groter deel, namelijk 27 procent, bij de basis naar binnen is getrokken dan bij lindebladeren, waarvan de bladen bij de basis erg breed zijn en waarvan slechts 4 procent op deze manier naar binnen is getrokken. Het feit dat een nog groter deel van de laburnumbladeren niet bij de basis naar binnen is getrokken, is misschien te verklaren doordat wormen de gewoonte hebben gekregen om bladeren over het algemeen bij de punt naar binnen te trekken en zo de voetsteel te vermijden. Want bij veel soorten bladeren vormt de basisrand van het blad een grote hoek met de voetsteel; en als zo'n blad door de voetsteel naar binnen zou worden getrokken, zou de basisrand abrupt in contact komen met de grond aan beide kanten van het hol, waardoor het naar binnen trekken van het blad erg moeilijk zou worden.

Toch doorbreken wormen hun gewoonte om de voetsteel te vermijden, als dit deel hen de handigste manier biedt om bladeren in hun hollen te trekken. [082] De bladeren van de eindeloos veel gehybridiseerde variëteiten van de Rhododendron variëren sterk in vorm; sommige zijn het smalst naar de basis toe en andere naar de top toe. Nadat ze zijn afgevallen, krult het blad aan weerszijden van de middennerf vaak op tijdens het drogen, soms over de hele lengte, soms voornamelijk aan de basis, soms naar de top toe. Van de 28 afgevallen bladeren op een bed van turf in mijn tuin, waren er maar liefst 23 smaller in het onderste kwart dan in het laatste kwart van hun lengte; en deze smalte was voornamelijk te wijten aan het omkrullen van de randen. Van de 36 gevallen bladeren op een ander bed, waarin verschillende

variëteiten van de Rhododendron groeiden, waren er slechts 17 smaller naar de basis dan naar de top. Mijn zoon William, die voor het eerst mijn aandacht op dit geval vestigde, raapte 237 gevallen bladeren op in zijn tuin (waar de Rhododendron in de natuurlijke grond groeit) en 65 procent hiervan kon door wormen gemakkelijker in hun holen getrokken worden door de basis of de voetsteel dan door de top; en dit was gedeeltelijk te wijten aan de vorm van het blad en in mindere mate aan het naar binnen krullen van de randen: 27 procent kon gemakkelijker door de top dan door de basis naar binnen getrokken worden: en 8 procent, met ongeveer hetzelfde gemak door beide uiteinden. [083] De vorm van een gevallen blad moet beoordeeld worden voordat een uiteinde in een hol getrokken is, want nadat dit gebeurd is, zal het vrije uiteinde, of het nu de basis of de top is, sneller drogen dan het uiteinde dat in de vochtige grond zit; en de blootgelegde randen van het vrije uiteinde zullen daardoor de neiging hebben om meer naar binnen gekruld te worden dan ze waren toen het blad voor het eerst door de worm gegrepen werd. Mijn zoon vond 91 bladeren die door wormen in hun holen waren gesleept, hoewel niet erg diep; 66 procent hiervan was naar binnen getrokken bij de basis of de voetsteel en 34 procent bij de punt. In dit geval oordeelden de wormen dus met een aanzienlijke mate van juistheid hoe ze de verdorde bladeren van deze vreemde plant het beste in hun holen konden trekken; ondanks dat ze moesten afwijken van hun gebruikelijke gewoonte om de voetsteel te vermijden.

[084] Op de grindpaden in mijn tuin wordt een zeer groot

aantal bladeren van drie soorten Pinus (*P. austriaca*, *nigricans* en *sylvestris*) regelmatig in de opening van wormgangen getrokken. Deze bladeren bestaan uit twee naalden, die van aanzienlijke lengte zijn bij de eerste twee en kort bij de laatst genoemde soort, en zijn verbonden aan een gemeenschappelijke basis; en het is door dit deel dat ze bijna altijd in de holen worden getrokken. Ik heb slechts twee of hooguit drie uitzonderingen op deze regel gezien bij wormen in een natuurlijke staat. Omdat de scherp gepunte naalden een beetje uit elkaar staan en er meerdere bladeren in hetzelfde hol worden getrokken, vormt elk plukje een perfecte *chevaux de frise*. Tot twee keer toe werden veel van deze plukjes 's avonds omhoog getrokken, maar de volgende ochtend waren er al verse bladeren in getrokken en waren de holen weer goed beschermd. Deze bladeren konden niet diep de holen in gesleept worden, behalve aan hun basis, omdat een worm niet tegelijkertijd de twee naalden vast kan grijpen en als er één alleen aan de top vastgegrepen zou worden, zou de andere tegen de grond gedrukt worden en zich verzetten tegen het binnendringen van de vastgegrepen naald. Dit was duidelijk in de bovengenoemde twee of drie uitzonderlijke gevallen. [085] Opdat de wormen hun werk goed zouden kunnen doen, moeten zij pijnboomblaadjes – soort naalden – in hun holen slepen aan hun basis, waar de twee naalden samenkomen. Maar hoe ze in dit werk geleid worden is een verbijsterende vraag.

Deze moeilijkheid bracht mijn zoon Francis en mij ertoe om wormen in afzondering gedurende enkele nachten te observeren met behulp van een zwak licht, terwijl ze de bladeren

van bovengenoemde dennen in hun holen sleepten. Ze bewogen de voorste ledematen van hun lichaam over de bladeren en bij verschillende gelegenheden, toen ze het scherpe uiteinde van een naald aanraakten, trokken ze zich plotse-ling terug alsof ze geprikt waren. Maar ik betwijfel of ze ge-wond zijn geraakt, want ze zijn onverschillig voor zeer scherpe voorwerpen en slikken zelfs rozendoorns en kleine glassplinters in. Het kan ook betwijfeld worden of de scherpe uiteinden van de naalden dienen om hen te vertellen dat dit het verkeerde uiteinde is om te grijpen; want de punten werden van veel bladeren afgesneden over een lengte van ongeveer een inch, en zevenenvijftig van hen die op deze manier behandeld werden, werden de holen ingetrokken door hun basis, en niet één door de afgesneden uiteinden. De wormen in opsluiting grepen de naalden vaak bij het midden vast en trokken ze naar de mond van hun holen; en één worm probeerde ze op een zinloze manier het hol in te slepen door ze te buigen. [086] Soms verzamelden ze veel meer bladeren boven de monden van hun holen (zoals in het eerder genoemde geval van de kalkbladeren) dan er in konden. Bij andere gelegenheden gedroegen ze zich echter heel anders; want zodra ze de basis van een dennennaald aan-raakten, werd dit vastgegrepen en soms helemaal opgeslokt in hun mond, of een punt heel dicht bij de basis werd vast-gegrepen en het blad werd dan snel in hun holen gesleept of liever gezegd getrokken. Het leek zowel voor mijn zoon als voor mijzelf alsof de wormen het onmiddellijk doorhadden zodra ze een blad op de juiste manier hadden gegrepen. Ne-gen van zulke gevallen werden geobserveerd, maar in één geval lukte het de worm niet om het blad in zijn hol te sle-

pen, omdat het verstrikt zat in andere bladeren die vlakbij lagen. In een ander geval stond een blad bijna rechtop met de punten van de naalden gedeeltelijk in een hol gestoken, maar hoe het daar geplaatst was, werd niet gezien; en toen richtte de worm zich op en greep de basis, die in de mond van het hol werd gesleept door het hele blad te buigen. Aan de andere kant, nadat een worm de basis van een blad had gegrepen, werd dit bij twee gelegenheden opgegeven door een onbekend motief.

[087] Zoals eerder opgemerkt, is de gewoonte om de mond van de holen te dichten met verschillende objecten, ongetwijfeld instinctief bij wormen; en een heel jong exemplaar, geboren in een van mijn potten, sleepte over een kleine afstand een Scotchfir blad mee, waarvan een naald zo lang en bijna zo dik was als zijn eigen lichaam. Geen enkele dennensoort is endemisch in dit deel van Engeland, het is daarom ongelooflijk dat de juiste manier om dennennaalden in de holen te slepen instinctief kan zijn bij onze wormen. Maar omdat de wormen waarop de bovenstaande observaties werden gedaan, werden opgegraven onder of in de buurt van enkele dennen die daar ongeveer veertig jaar waren geplant, was het wenselijk om te bewijzen dat hun handelingen niet instinctief waren. Daartoe werden dennennaalden op de grond gestrooid op plaatsen die ver verwijderd waren van enige dennenboom, en 90 van hen werden bij hun basis in de holen getrokken. Slechts twee werden door de uiteinden van de naalden naar binnen getrokken, en dit waren geen echte uitzonderingen, omdat er één over een zeer korte afstand naar binnen werd getrokken, en de twee naalden van

de andere samenhangen. [088] Andere prikblaadjes werden aan wormen gegeven die in potten in een warme kamer werden gehouden, en hier was het resultaat anders; want van de 42 bladeren die in de holen werden getrokken, werden er niet minder dan 16 door de punten van de naalden naar binnen getrokken. Deze wormen werkten echter op een *gemakzuchtige* of *slordige* manier, want de bladeren werden vaak maar tot een kleine diepte naar binnen getrokken; soms werden ze alleen maar over de ingang van de holen gegoooid en soms werden er geen bladeren naar binnen getrokken. Ik denk dat deze onzorgvuldigheid kan worden verklaard doordat de lucht in de kamer warm was en de wormen daardoor niet zo hun best deden om hun holen goed dicht te maken. Potten die bewoond werden door wormen en bedekt waren met een net dat koude lucht binnenliet, werden enkele nachten buiten gelaten en nu werden 72 bladeren allemaal goed naar binnen getrokken door hun basis.

Uit de tot nu toe gegeven feiten zou misschien kunnen worden afgeleid dat wormen op de een of andere manier een algemene notie krijgen van de vorm of structuur van dennen-naalden, en merken dat het noodzakelijk voor hen is om de basis te grijpen waar de twee naalden samenkomen. Maar de volgende gevallen maken dit meer dan twijfelachtig. [089] De uiteinden van een groot aantal naalden van *P. austriaca* werden aan elkaar gecementeerd met schelpenlijm opgelost in alcohol, en werden enkele dagen bewaard, totdat, naar ik meen, alle geur of smaak verloren was gegaan; en ze werden vervolgens verspreid over de grond waar geen dennenbomen groeiden, in de buurt van holen waaruit de pluggen

waren verwijderd. Dergelijke bladeren konden met evenveel gemak aan beide uiteinden in de holen worden getrokken; en op basis van analogie en meer in het bijzonder van het geval dat nu zal worden gegeven van de bladstelen van *Clematis montana*, verwachtte ik dat de top de voorkeur zou hebben gekregen. Maar het resultaat was dat van de 121 bladeren met gecementeerde uiteinden die in holen werden getrokken, er 108 met hun basis naar binnen werden getrokken en slechts 13 met hun top. In de veronderstelling dat de wormen misschien de geur of smaak van de schelpenlaken zouden waarnemen en er een afkeer van zouden hebben, hoewel dit zeer onwaarschijnlijk was, vooral nadat de bladeren verschillende nachten buiten hadden gelegen, werden de uiteinden van de naalden van veel bladeren samengebonden met fijn draad. Van de bladeren die op deze manier behandeld werden, werden er 150 in holen getrokken - 123 door de basis en 27 door de samengebonden punten; zodat er vier tot vijf keer zoveel door de basis als door de punt naar binnen werden getrokken. [090] Het is mogelijk dat de korte afgeknipte uiteinden van de draad waarmee ze waren vastgebonden, de wormen in de verleiding hebben gebracht om een evenredig groter aantal bij de uiteinden naar binnen te slepen dan wanneer cement werd gebruikt. Van de bladeren met afgebonden en gecementeerde uiteinden samen (271 in aantal) werd 85 procent door de basis naar binnen getrokken en 15 procent door de uiteinden. We kunnen hieruit afleiden dat het niet de divergentie van de twee naalden is die ervoor zorgt dat wormen in hun natuurlijke staat de dennennaalden bijna altijd via de basis in hun holen slepen. Het kan ook niet de scherpte van de punten van de naalden zijn die bepa-

lend is; want, zoals we hebben gezien, werden veel bladeren waarvan de punten waren afgesneden bij de basis naar binnen getrokken. We moeten dus concluderen dat er bij denennaalden iets aantrekkelijks voor wormen in de basis moet zitten, ondanks dat maar weinig gewone bladeren door de basis of voetsteel naar binnen worden getrokken.

Bladstelen - We gaan nu kijken naar de bladstelen of voetstelen van samengestelde bladeren, nadat de blaadjes zijn afgevallen. Die van *Clematis montana*, die boven een veranda groeide, werden vroeg in januari in grote aantallen naar de hollen op een aangrenzend grindpad, gazon en perk gesleept. [091] Deze bladstelen variëren van 2½ tot 4½ inch in lengte, zijn stijf en van bijna uniforme dikte, behalve dicht bij de basis waar ze nogal abrupt verdikken, hier zijn ze ongeveer twee keer zo dik als in enig ander deel. De top is enigszins puntig, maar verdort snel en wordt dan gemakkelijk afgebroken. Van deze bladstelen werden er 314 uit hollen getrokken op de hierboven gespecificeerde plekken; en het bleek dat 76 procent met de punt naar binnen was getrokken en 24 procent met de basis; zodat het aantal dat met de punt naar binnen was getrokken iets meer dan drie keer zo groot was als het aantal dat met de basis naar binnen was getrokken. Sommige die uit de goed geasfalteerde grindpaden werden gehaald, werden apart gehouden van de andere; en van deze (59 in aantal) waren er bijna vijf keer zoveel met de punt naar binnen getrokken als met de basis; terwijl van degenen die uit het gazon en bloembed werden gehaald, waar vanwege de gemakkelijker opbrengende grond minder

zorg nodig zou zijn bij het dichten van de holen, was de verhouding van degenen die met de punt naar binnen werden getrokken (130) tot degenen die met de basis naar binnen werden getrokken (48) iets minder dan drie op een. [092] Dat deze bladstelen in de holen waren gesleept om ze te dichten, en niet als voedsel, was duidelijk, omdat aan geen van beide uiteinden, voor zover ik kon zien, was geknaagd. Omdat er verschillende stengels worden gebruikt om hetzelfde hol te dichten, in het ene geval wel 10 en in het andere geval wel 15, zullen de wormen er misschien eerst een paar aan het dikkere uiteinde naar binnen trekken om arbeid te besparen, maar daarna wordt een grote meerderheid aan het puntige uiteinde naar binnen getrokken om het hol stevig dicht te maken.

De gevallen bladstelen van onze inheemse es werden vervolgens geobserveerd, en de regel met de meeste objecten, namelijk dat een grote meerderheid in de holen wordt getrokken door het puntigere uiteinde, werd hier niet gevolgd; en dit feit verbaasde me aanvankelijk zeer. Deze bladstelen variëren in lengte van 5 tot 8 inch; ze zijn dik en vlezig naar de basis toe, vanwaar ze zachtjes taps toelopen naar de top, die een beetje vergroot en afgeknot is op de plek waar het laatste blaadje oorspronkelijk vastzat. Onder enkele essen die in een grasveld groeiden, werden 229 bladstelen begin januari uit wormholen getrokken, en hiervan was 51,5 procent bij de basis naar binnen getrokken en 48,5 procent bij de top. [093] Deze anomalie werd echter gemakkelijk verklaard zodra het dikke basis deel werd onderzocht; want in 78 van de 103 bladstelen was dit deel aangevreten door wor-

men, net boven het hoefijzervormige gewricht. In de meeste gevallen kon er geen misverstand bestaan over het aangevreten zijn; want niet-aangeknaagde bladstelen die onderzocht werden nadat ze nog acht weken langer aan het weer waren blootgesteld, waren niet meer uiteengevallen of vergaan bij de basis dan elders. Het is dus duidelijk dat het dikke basale uiteinde van de bladsteel niet alleen naar binnen wordt getrokken om de hopenmond te verstoppen, maar ook als voedsel. Zelfs de smalle afgeknotte uiteinden van enkele bladstelen waren aangevreten; en dit was het geval bij 6 van de 37 die voor dit doel onderzocht waren. Nadat wormen het basale uiteinde naar binnen hebben getrokken en aangevreten, duwen ze de stengels vaak uit hun hopen en slepen dan verse stengels naar binnen, hetzij aan de basis om te eten, hetzij aan de top om de mond beter af te sluiten. Zo waren er van de 37 bladstelen die met hun uiteinden werden ingebracht, 5 eerder met de basis naar binnen getrokken, omdat dit deel was aangevreten. [094] Opnieuw verzamelde ik een handvol bladstelen die los op de grond lagen in de buurt van enkele dichtgeknaagde hopen, waar het oppervlak dik bezaaid was met andere bladstelen die blijkbaar nooit door wormen waren aangeraakt; en 14 van de 47 (d.w.z. bijna een derde) waren, nadat hun basis was aangevreten, uit de hopen geduwd en lagen nu op de grond. Uit deze verschillende feiten kunnen we concluderen dat wormen sommige bladstelen van de es bij de basis naar binnen trekken om als voedsel te dienen, en andere bij het uiteinde om de openingen van hun hopen op de meest efficiënte manier af te sluiten.

De bladstelen van *Robinia pseudo-acacia* variëren van 4 of 5 tot bijna 12 inch in lengte; ze zijn dik dicht bij de basis voordat de zachtere delen zijn weggerot en lopen taps toe naar het bovenste uiteinde. Ze zijn zo flexibel dat ik er een paar heb gezien die in elkaar gedraaid waren en zo in de hollen van wormen werden getrokken. Helaas werden deze bladstelen pas in februari onderzocht, tegen die tijd waren de zachtere delen volledig weggerot, zodat het onmogelijk was om vast te stellen of wormen aan de basis hadden geknaagd, hoewel dit op zichzelf waarschijnlijk is. [095] Van de 121 bladstelen die begin februari uit hollen werden gehaald, waren er 68 aan de basis en 53 aan de top ingesloten. Op 5 februari werden alle stengels die in de hollen onder een Eobinia waren getrokken, naar boven getrokken; en na een interval van elf dagen waren er weer 35 stengels naar binnen gesleept, 19 bij de basis en 16 bij de top. Als we deze twee loten samen nemen, werd 56 procent bij de basis naar binnen getrokken en 44 procent bij de top. Omdat alle zachtere delen al lang geleden waren weggerot, kunnen we er zeker van zijn, vooral in het laatste geval, dat er geen als voedsel naar binnen was gezogen. In dit seizoen slepen wormen deze bladstelen dus onverschillig aan beide uiteinden hun hollen in, waarbij een lichte voorkeur uitgaat naar de basis. Dit laatste feit kan worden verklaard door de moeilijkheid om een hol te dichten met voorwerpen die zo extreem dun zijn als de bovenste uiteinden. Ter ondersteuning van deze zienswijze kan worden gesteld dat van de 16 bladstelen die met hun bovenste uiteinden naar binnen waren getrokken, het meer verzwakte eindgedeelte van 7 eerder door een ongeluk was afgebroken. [096]

Driehoeken van papier. – Er werden langwerpige driehoeken geknipt uit matig stijf schrijfpapier, dat aan beide kanten met rauw vet was ingewreven, om te voorkomen dat ze te slap zouden worden als ze 's nachts aan regen en dauw werden blootgesteld. De zijden van alle driehoeken waren drie inch lang, de bases van 120 een inch en van de andere 183 een halve inch. Deze laatste driehoeken waren erg smal of veel acuminated.^{Q*-31} Als een controle op de waarnemingen die nu moeten worden gegeven, werden soortgelijke driehoeken in vochtige toestand gegrepen door een zeer smalle tang op verschillende punten en in alle hoeken met betrekking tot de randen, en werden vervolgens in een korte buis met de diameter van een wormburrow getrokken. Als de driehoek bij de apex werd vastgepakt, werd deze recht in de buis getrokken, met de randen naar binnen gevouwen; als de driehoek op enige afstand van de apex werd vastgepakt, bijvoorbeeld op een halve centimeter, werd deze binnen de buis verdubbeld. Zo was het ook met de basis en basishoeken, hoewel de driehoeken in dit geval, zoals te verwachten was, veel meer weerstand boden om naar binnen getrokken te worden. [097] Als de driehoek dicht bij het midden in beslag is genomen, is hij verdubbeld, waarbij de top en de basis uit de buis steken. Omdat de zijden van de driehoeken drie duim lang waren, kan het resultaat van het op verschillende manieren in een buis of in een hol trekken, handig in drie groepen worden verdeeld: die welke door de top of binnen een duim daarvan naar binnen werden getrokken; die

31 Q* In deze smalle driehoeken is de tophoek $9^{\circ} 34'$ en de basishoeken $85^{\circ} 13'$. In de bredere driehoeken is de tophoek $10^{\circ} 10'$ en de basishoeken $80^{\circ} 25'$.

welke door de basis of binnen een duim daarvan naar binnen werden getrokken; en die welke door een punt in de middelste duim naar binnen werden getrokken.

Om te zien hoe de driehoeken door wormen gegrepen zouden worden, werden er een paar in vochtige toestand aan wormen gegeven die opgesloten zaten. Ze werden op drie verschillende manieren gegrepen in het geval van zowel de smalle als de brede driehoeken: d.w.z. door de rand; door een van de drie hoeken, die vaak volledig werd opgeslokt door hun monden; en als laatste door zuiging op een willekeurig deel van het platte oppervlak. Als lijnen evenwijdig aan de basis en een centimeter uit elkaar worden getrokken over een driehoek waarvan de zijden drie centimeter lang zijn, zal deze worden verdeeld in drie delen van gelijke lengte. Als wormen nu onverschillig welk deel zouden grijpen, zouden ze zeker veel vaker het basisdeel of de basisverdeling grijpen dan een van de twee andere delen. [098] De oppervlakte van het basale deel ten opzichte van het apicale deel is 5:1, zodat de kans dat het basale deel door zuiging in een hol wordt getrokken 5:1 is ten opzichte van het apicale deel. De basis heeft twee hoeken en de apex slechts één, zodat de basis twee keer zoveel kans heeft (onafhankelijk van de grootte van de hoeken) om opgeslokt te worden door de mond van een worm, als de apex. Het moet echter gezegd worden dat de apicale hoek niet vaak wordt aangegrepen door wormen; de marge op enige afstand aan weerszijden heeft de voorkeur. Ik beoordeel dit omdat ik in 40 van de 46 gevallen waarin driehoeken met hun apicale uiteinden in hollen waren getrokken, heb gevonden dat het uiteinde

binnen het hol was verdubbeld over een lengte tussen $\frac{1}{20}$ st. van een inch en 1 inch. Ten slotte is de verhouding tussen de randen van de basale en apicale delen 3 op 2 voor de brede en $2\frac{1}{2}$ op 2 voor de smalle driehoeken. Uit deze verschillende overwegingen zou men zeker hebben verwacht, in de veronderstelling dat wormen de driehoeken toevallig vastgrepen, dat een aanzienlijk groter deel door het basale dan door het apicale deel in de holen zou zijn meegesleurd; maar we zullen onmiddellijk zien hoe anders het resultaat was.

[099] Driehoeken van de hierboven gespecificeerde maten werden op veel plaatsen en op veel opeenvolgende nachten op de grond verspreid in de buurt van wormholen, waarvan de bladeren, bladstelen, twijgen, enzovoort, waarmee ze waren dichtgestopt, werden verwijderd. In totaal werden 303 driehoeken door wormen in hun holen getrokken: 12 andere werden aan beide uiteinden naar binnen getrokken, maar omdat het onmogelijk was om te bepalen aan welk uiteinde ze het eerst gegrepen waren, zijn deze buiten beschouwing gelaten. Van de 303 werd 62% bij de top naar binnen getrokken (deze term wordt gebruikt voor alle wormen die bij het apicale deel naar binnen werden getrokken, een lengte van een inch); 15% bij het midden; en 23% bij het basale deel. Als ze onverschillig door een willekeurig punt waren getrokken, zou de verhouding voor het apicale, middelste en basale deel 33.3. procent voor elk zijn geweest; maar, zoals we zojuist hebben gezien, had verwacht kunnen worden dat een veel groter deel door het basale deel dan door welk ander deel dan ook zou zijn getrokken. Zoals het geval is, zijn er bijna drie keer zoveel aangetrokken door de apex als door

de basis. [100] Als we de brede driehoeken op zichzelf beschouwen, wordt 59 procent door de top naar binnen getrokken, 25 procent door het midden en 1,6 procent door de basis. Van de smalle driehoeken werd 65 procent aangetrokken door de top, 14 procent door het midden en 21 procent door de basis, zodat het aantal aangetrokken door de top meer dan 3 keer zo groot was als het aantal aangetrokken door de basis. We kunnen daarom concluderen dat de manier waarop de driehoeken in de hollen worden getrokken geen kwestie van toeval is.

In acht gevallen waren er twee driehoeken in hetzelfde hol getrokken, en in zeven van deze gevallen was de ene door de apex en de andere door de basis naar binnen getrokken. Dit geeft opnieuw aan dat het resultaat niet door toeval wordt bepaald. Wormen lijken soms te draaien tijdens het intrekken van de driehoeken, want vijf van de hele partij waren in een onregelmatige spits gewikkeld rond de binnenkant van het hol. Wormen die in een warme kamer werden gehouden, trokken 63 driehoeken in hun hollen; maar net als bij de dennennaalden werkten ze op een nogal onzorgvuldige manier, want slechts 44 procent werd door de top naar binnen getrokken, 22 procent door het midden en 33 procent door de basis. [101] In vijf gevallen werden twee driehoeken in hetzelfde hol getrokken.

Het kan met grote waarschijnlijkheid worden gesuggereerd dat zo'n groot deel van de driehoeken door de top naar binnen werd getrokken, niet omdat de wormen dit uiteinde hadden uitgekozen als het handigste voor het doel, maar omdat ze het eerst op andere manieren hadden geprobeerd en daar

niet in waren geslaagd. Dit idee werd ondersteund door de manier waarop men wormen in opsluiting de driehoeken zag rondslepen en laten vallen; maar dan werkten ze achteloos. Ik zag eerst het belang van dit onderwerp niet in, maar merkte alleen op dat de basis van de driehoeken die door de apex naar binnen waren getrokken, over het algemeen schoon en niet verfrommeld waren. Het onderwerp werd naderhand zorgvuldig bestudeerd. In de eerste plaats werden verschillende driehoeken die door de basishoeken, of door de basis, of een beetje boven de basis waren getekend, en die dus veel gekreukeld en vuil waren, enkele uren in water gelaten en vervolgens goed geschud terwijl ze ondergedompeld waren; maar noch het vuil, noch de kreukels werden zo verwijderd. Alleen kleine kreukels konden worden uitgewist, zelfs door de natte driehoeken meerdere keren door mijn vingers te halen. [102] Door het slijm van de wormen was het vuil er niet gemakkelijk af te wassen. We kunnen daarom concluderen dat als een driehoek, voordat hij met de apex naar binnen werd gesleept, met een kleine kracht aan de basis in een hol werd gesleept, het basisdeel lang zijn vouwen zou behouden en vuil zou blijven. De toestand van 89 driehoeken (65 smalle en 24 brede) die door de apex naar binnen waren getrokken, werd geobserveerd; en de bases van slechts 7 van hen waren helemaal geplooid en tegelijkertijd over het algemeen vuil. Van de 82 niet-geplooid driehoeken waren er 14 vuil aan de basis, maar hieruit volgt niet dat deze eerst met hun basis naar de hollen waren gesleept; want de wormen bedekten soms grote delen van de driehoeken met slijm, en deze werden vuil als ze met de top over de grond werden gesleept; en tijdens regenachtig weer

waren de driehoeken vaak over één hele kant of over beide kanten vuil. Als de wormen de driehoeken naar de monding van hun hollen hadden gesleept aan hun basis, net zo vaak als aan hun top, en dan hadden opgemerkt, zonder echt te proberen om ze in het hol te trekken, dat het bredere uiteinde niet goed geschikt was voor dit doel - zelfs in dit geval zou waarschijnlijk een groot deel van hun basisuiteinden vuil zijn geworden. [103] We kunnen hieruit afleiden - hoe onwaarschijnlijk deze gevolgtrekking ook is - dat wormen op de een of andere manier in staat zijn om te beoordelen wat het beste uiteinde is om driehoeken van papier in hun hollen te trekken. De percentages van de resultaten van de voorgaande observaties over de manier waarop wormen verschillende soorten voorwerpen in de mond van hun hollen trekken, kunnen als volgt worden samengevat: **Zie tabel- blz. [103 / 104].**

[104] Als we deze verschillende gevallen bekijken, kunnen we nauwelijks ontsnappen aan de conclusie dat wormen een zekere mate van intelligentie vertonen in hun manier om hun hollen te dichtten. Elk voorwerp wordt op een te uniforme manier gegrepen, en door oorzaken die we over het algemeen kunnen begrijpen, om het resultaat toe te schrijven aan louter toeval. Dat niet elk voorwerp met het puntige uiteinde naar binnen is getrokken, kan worden verklaard doordat er arbeid is bespaard doordat sommige voorwerpen met hun bredere of dikkere uiteinden naar binnen zijn gestoken. [105] Ongetwijfeld worden wormen door hun instinct geleid om hun hollen te dichtten; en men zou kunnen verwachten dat ze door hun instinct zouden worden geleid hoe ze in elk

specifiek geval het beste kunnen handelen, onafhankelijk van intelligentie.

Nature of Object.	Drawn into the burrows, by or near the apex.	Drawn in, by or near the middle.	Drawn in, by or near the base.
Leaves of various kinds	80	11	9
—— of the Lime, basal margin of blade broad, apex acuminate	79	17	4
—— of a Laburnum, basal part of blade as narrow as, or sometimes little narrower than the apical part. . . .	63	10	27
—— of the Rhododendron, basal part of blade often narrower than the apical part . . .	34	..	66
—— of Pine-trees, consisting of two needles arising from a common base	..	..	100
Petioles of a Clematis, somewhat pointed at the apex, and blunt at the base	76	..	24
—— of the Ash, the thick basal end often drawn in to serve as food	48·5	..	51·5
—— of Robinia, extremely thin, especially towards the apex, so as to be ill-fitted for plugging up the burrows .	44	..	56
Triangles of paper, of the two sizes .	62	15	23
—— of the broad ones alone .	59	25	16
—— of the narrow ones alone .	65	14	21

Tabel blz 103 - 104

We zien hoe moeilijk het is om te beoordelen of er intelligentie in het spel is, want zelfs van planten kan soms gedacht worden dat ze zo gestuurd worden; bijvoorbeeld wanneer verschoven bladeren hun bovenste oppervlakken naar het licht richten door extreem ingewikkelde bewegingen en door de kortste weg. Bij dieren kunnen handelingen die het gevolg lijken te zijn van intelligentie, worden uitgevoerd door een overgeërfdde gewoonte zonder enige intelligentie, hoewel ze van oorsprong zo zijn verworven. Of de gewoonte kan zijn verworven door het behoud en de overerving van gunstige variaties van een andere gewoonte; en in dit geval zal de nieuwe gewoonte onafhankelijk van intelligentie zijn verworven gedurende het hele verloop van zijn ontwikkeling. Het is niet a priori onwaarschijnlijk dat wormen speciale instincten hebben verworven op een van deze twee laatste manieren. Toch is het ongelooflijk dat instincten zijn ontwikkeld met betrekking tot objecten, zoals de bladeren of bladstelen van vreemde planten, die volledig onbekend waren voor de voorouders van de wormen die op de beschreven manier handelen. [106] Hun handelingen zijn ook niet zo onveranderlijk of onvermijdelijk als de meeste echte instincten.

Omdat wormen niet door speciale instincten in elk afzonderlijk geval worden geleid, hoewel ze een algemeen instinct bezitten om hun hollen dicht te stoppen, en omdat toeval is uitgesloten, lijkt de volgende meest waarschijnlijke conclusie te zijn dat ze op veel verschillende manieren proberen om voorwerpen naar binnen te trekken, en uiteindelijk op een bepaalde manier slagen. Maar het is verrassend dat een

dier zo laag op de ladder als een worm het vermogen heeft om op deze manier te handelen, omdat veel hogere dieren dit vermogen niet hebben. Men kan bijvoorbeeld zien hoe mieren tevergeefs proberen een voorwerp dwars op hun loop mee te slepen dat gemakkelijk in de lengterichting getrokken kan worden, hoewel ze na verloop van tijd over het algemeen verstandiger handelen. M. Fabre vertelt^{Q*-32} dat een Sphex - een insect dat tot dezelfde hoogbegaafde orde behoort als mieren - zijn nest vult met verlamde sprinkhanen, die steevast met hun antennes het hol in worden gesleept. [107] Als deze dicht bij de kop werden afgesneden, greep de Sphex de palpen; maar als deze ook werden afgesneden, werd de poging om zijn prooi het hol in te slepen in wanhoop opgegeven. De Sphex was niet intelligent genoeg om één van de zes poten of de legboor van de sprinkhaan te grijpen, die, zoals M. Fabre opmerkt, even goed dienst zouden hebben gedaan. Dus ook als de verlamde prooi met een ei eraan uit de cel wordt gehaald, sluit de Sphex, nadat hij de cel heeft betreden en deze leeg heeft aangetroffen, deze toch weer op de gebruikelijke uitgebreide manier. Bijen zullen proberen te ontsnappen en urenlang blijven zoemen op een raam waarvan de helft is opengelaten. Zelfs een snoek bleef drie maanden lang tegen de glazen wanden van een aquarium slaan en zich verwonden, in een vergeefse poging om aan de andere kant de minnows te grijpen.^{Q**-33} [108] Een cobraslang werd door Mr. Layard^{Q#-34} gezien die veel

32 Q* Zie zijn interessante werk, 'Souvenirs entomologiques,' 1879, p. 168-177.

33 Q** Mobius, 'Die Bewegungen der Thiere,' &c, 1873, p. 111.

34 # Annals and Mag. of N. History,' serie ii. vol. ix. 1852, p. 333.

verstandiger handelde dan de snoek of de Sphex; ze had een pad ingeslikt die in een gat lag, en kon haar kop niet terugtrekken; de pad werd overgegeven en begon weg te kruipen; ze werd weer ingeslikt en weer overgegeven; en nu had de slang door ervaring geleerd, want ze greep de pad bij een van haar poten en trok hem uit het gat. De instincten van zelfs de hogere dieren worden vaak op een zinloze of doellose manier gevolgd: de weervogel zal hardnekkig draden door de tralies van zijn kooi winden, alsof hij een nest aan het bouwen is: een eekhoorn zal noten op een houten vloer kloppen, alsof hij ze net in de grond begraven heeft; een bever zal boomstammen opensnijden en ze rondslepen, hoewel er geen water is om op te stuwen; en zo in vele andere gevallen.

De heer Romanes, die speciaal de geest van dieren heeft bestudeerd, gelooft dat we intelligentie alleen veilig kunnen afleiden als we een individu zien profiteren van zijn eigen ervaring. Door deze test toonde de cobra enige intelligentie; maar dit zou veel duidelijker zijn geweest als hij bij een tweede gelegenheid een pad aan zijn poot uit een gat had getrokken. De Sphex faalde duidelijk in dit opzicht. Als wormen nu proberen om voorwerpen eerst op de ene manier en dan op een andere manier hun hol in te slepen, totdat ze er uiteindelijk in slagen, dan profiteren ze, tenminste in elk afzonderlijk geval, van hun ervaring.

[109] Maar er zijn bewijzen aangevoerd die aantonen dat wormen niet gewoonlijk proberen om voorwerpen op veel verschillende manieren in hun hollen te trekken. Zo konden halfvergane lindebladeren door hun soepelheid naar binnen

getrokken worden door hun middelste of basale delen, en werden zo in aanzienlijke aantallen in de holen getrokken; toch werd een grote meerderheid naar binnen getrokken door of vlakbij de top. De bladstelen van de Clematis konden zeker met evenveel gemak door de basis als door de top naar binnen getrokken worden; toch werden er drie keer en in sommige gevallen vijf keer zoveel door de top naar binnen getrokken als door de basis. Men zou kunnen denken dat de voetstelen van bladeren de wormen zouden verleiden als een handig handvat; toch worden ze niet veel gebruikt, behalve wanneer de basis van het blad smaller is dan de top. Een groot deel van de bladstelen van de es wordt bij de basis naar binnen getrokken; maar dit deel dient de wormen als voedsel. [110] In het geval van dennennaalden laten wormen duidelijk zien dat ze het *blad* in ieder geval niet toevallig grijpen; maar hun keuze lijkt niet te worden bepaald door de divergentie van de twee naalden, en het daaruit voortvloeiende voordeel of de noodzaak om ze via de basis in hun holen te trekken. Bij de driehoeken van papier was de basis van de driehoeken die met de top naar binnen waren getrokken zelden gekreukeld of vuil; hieruit blijkt dat de wormen niet vaak eerst hadden geprobeerd om ze met dit uiteinde naar binnen te slepen.

Als wormen in staat zijn om te beoordelen, voor of na het tekenen van een voorwerp dicht bij de mond van hun holen, hoe ze het het beste naar binnen kunnen slepen, moeten ze een idee krijgen van de algemene vorm. Dit doen ze waarschijnlijk door het op veel plaatsen aan te raken met het voorste uiteinde van hun lichaam, dat als tastorgaan dient.

Het is misschien goed om je te herinneren hoe perfect de tastzin wordt in een mens die blind en doof geboren wordt, zoals wormen. Als wormen het vermogen hebben om enige notie te verwerven, hoe grof ook, van de vorm van een object en van hun hollen, zoals het geval lijkt te zijn, verdienen ze het om intelligent genoemd te worden; want ze handelen dan op bijna dezelfde manier als een mens zou doen onder soortgelijke omstandigheden. [111]

Samenvattend. – omdat toeval niet bepaalt op welke manier voorwerpen in de hollen worden getrokken en omdat het bestaan van gespecialiseerde instincten voor elk specifiek geval niet kan worden toegestaan, is de eerste en meest natuurlijke veronderstelling dat wormen alle methoden uitproberen totdat ze uiteindelijk slagen; maar veel verschijningen verzetten zich tegen een dergelijke veronderstelling. Er blijft slechts één alternatief over, namelijk dat wormen, hoewel ze laag op de schaal van organisatie staan, een zekere mate van intelligentie bezitten. Dit zal iedereen als zeer onwaarschijnlijk voorkomen; maar het kan worden betwijfeld of we genoeg weten over het zenuwstelsel van de lagere dieren om ons natuurlijke wantrouwen tegen een dergelijke conclusie te rechtvaardigen. Met betrekking tot de kleine omvang van de hersenknopen moeten we bedenken wat een massa aan overgeërfde kennis, met enig vermogen om middelen aan een doel aan te passen, in de minuscule hersenen van een werkmier zit opeengepakt.

Middelen waarmee wormen hun hollen uitgraven. – Dit gebeurt op twee manieren: door de aarde aan alle kanten weg

te duwen en door haar in te slikken. [112] In het eerste geval steekt de worm het uitgerekte en afgezwakte voorste uiteinde van zijn lichaam in een kleine spleet of gat; en dan, zoals Perrier opmerkt,^{Q*-35} wordt de keelholte naar voren geduwd in dit deel, dat daardoor opzwelt en de aarde aan alle kanten wegduwt. Het voorste uiteinde dient dus als wig. Het dient ook, zoals we eerder hebben gezien, voor prehension en suction, en als tastorgaan. Een worm werd op losse grond geplaatst en begroef zichzelf binnen twee tot drie minuten. Bij een andere gelegenheid verdwenen vier wormen in 15 minuten tussen de zijanten van de pot en de aarde, die matig was aangedrukt. Bij een derde gelegenheid werden drie grote en een kleine worm op losse grond gelegd, goed gemengd met fijn zand en stevig aangedrukt. Ze verdwenen allemaal, behalve de staart van één worm, in 35 minuten. Bij een vierde gelegenheid werden zes grote wormen op argilla-ce modder gemengd met zand stevig ingedrukt, en ze verdwenen, behalve de uiterste punten van de staarten van twee van hen, in 40 minuten. In geen van deze gevallen slikten de wormen, voor zover kon worden gezien, aarde in. Over het algemeen gingen ze de grond in dicht bij de zijanten van de pot.

[113] Een pot werd vervolgens gevuld met zeer fijn ijzerhoudend zand, dat werd aangedrukt, goed bewaterd en op deze wijze uiterst compact gemaakt. Een grote worm die op het oppervlak werd achtergelaten, slaagde er pas na enkele uren in om erin door te dringen en begroef zichzelf pas volledig nadat 25 uur en 40 minuten waren verstreken. Dit ge-

35 Q* 'Archives de Zoolog. exper.' torn. iii. 1874, p. 405.

beurde doordat het zand werd ingeslikt, zoals duidelijk bleek uit de grote hoeveelheid die uit zijn achtereind werd geslingerd, lang voordat het hele lichaam was verdwenen. Gelijkaardige wormenpoep bleven de hele volgende dag uit het hol komen.

Omdat sommige schrijvers betwijfelen of wormen ooit aarde inslikken alleen om hun hollen te maken, kunnen enkele aanvullende gevallen worden gegeven. Een massa fijn roodachtig zand, 23 duim dik, die bijna twee jaar op de grond had gelegen, was op veel plaatsen door wormen doorboord; en hun uitwerpselen bestonden gedeeltelijk uit het roodachtige zand en gedeeltelijk uit zwarte aarde die van onder de massa naar boven was gebracht. [114] Dit zand was van een aanzienlijke diepte opgegraven en was zo arm van aard dat er geen onkruid op kon groeien. Het is daarom hoogst onwaarschijnlijk dat het door de wormen als voedsel is ingeslikt. Ook in een veld vlakbij mijn huis bestaat de wormenhoop vaak uit bijna puur krijt, dat maar een klein stukje onder het oppervlak ligt; en ook hier is het zeer onwaarschijnlijk dat het krijt is ingeslikt omwille van het weinige organische materiaal dat erin kan zijn gesijpeld vanuit het arme, bovenliggende weiland. Ten slotte werd een wormen-uitwerpsel dat door het *beton* – concrete – en de vergane mortel tussen de tegels was geworpen, waarmee de nu verwoeste zijbeuk van de abdij van Beaulieu vroeger was geplaveid, *gewassen*, zodat alleen het grovere materiaal overbleef. Dit bestond uit korrels kwarts, leisteen, ander gesteente en bakstenen of tegels, waarvan vele een diameter hadden van $\frac{1}{20}$ tot $\frac{1}{10}$ inch. Niemand zal veronderstellen dat deze korrels

werden ingeslikt als voedsel, maar toch vormden ze meer dan de helft van het uitwerpsel, want ze woog 19 *grains*, – 1,2 gram – terwijl het hele uitwerpsel 33 *grains* – 2,1 gram – woog. [115] Wanneer een worm zich ingraaft tot een diepte van enkele feets in ongeroerde compacte grond, moet hij zijn doorgang vormen door de aarde in te slikken; want het is ongelooflijk dat de grond aan alle kanten zou kunnen bezwijken onder de druk van de keelholte wanneer die naar voren wordt geduwd in het lichaam van de worm.

Dat wormen een grotere hoeveelheid aarde inslikken om er alle voedzame stoffen uit te halen die het kan bevatten dan voor het maken van hun holen, lijkt me zeker. Maar omdat dit oude geloof door zo'n hoge autoriteit als Claparede in twijfel wordt getrokken, moet het bewijs ervoor in detail worden gegeven. Er is geen a priori onwaarschijnlijkheid in zo'n geloof, want naast andere anneliden, vooral de *Arenicola marina*, – wad- of zeepier – die zo'n overvloed aan uitwerpselen op onze getijdenzanden werpt, en waarvan men gelooft dat ze op die manier in leven blijven, zijn er dieren die tot de meest uitgesproken klassen behoren, die niet graven, maar gewoonlijk grote hoeveelheden zand inslikken; namelijk de weekdier *Onchidium* en veel Echinodermen.^{Q*-36}

[116] Als aarde alleen zou worden ingeslikt wanneer wormen hun holen uitdiepen of nieuwe holen maken, zouden er slechts af en toe wormenpoep worden opgeworpen; maar op veel plaatsen kunnen elke ochtend nieuwe wormen worden gezien, en de hoeveelheid aarde die op opeenvolgende da-

36 Q* Ik zeg dit op gezag van Semper, 'Reisen im Archipel der Philippine,' Th. ii. 1877, p. 30.

gen uit hetzelfde hol wordt uitgeworpen is groot. Toch graven wormen niet erg diep, behalve als het erg droog of erg koud is. Op mijn gazon is de zwarte plantaardige grond slechts ongeveer 5 inches dik en bedekt lichtgekleurde of roodachtige kleiachtige grond: wanneer er nu in de grootste overvloed uitwerpselen worden opgeworpen, is slechts een klein deel lichtgekleurd en het is ongelooflijk dat de wormen dagelijks in alle richtingen nieuwe hopen maken in de dunne oppervlakkige laag donkergekleurde humus, tenzij ze er op de een of andere manier voedingsstoffen uit halen. Ik heb een strikt analoog geval waargenomen in een veld vlakbij mijn huis waar helderrode klei vlak onder het oppervlak lag. Op een ander deel van de Downs in de buurt van Winchester bleek de plantaardige grond boven het krijt slechts 3 tot 4 inches dik te zijn; en de vele uitwerpselen die hieruit kwamen waren zo zwart als inkt en bruisten niet met zuren; zodat de wormen zich beperkt moeten hebben tot deze dunne oppervlakkige grondlaag, waarvan dagelijks grote hoeveelheden werden ingeslikt. [117] Op een andere plaats, op niet al te grote afstand, waren de uitwerpselen wit; en waarom de wormen zich op sommige plaatsen wel in het krijt groeven en op andere niet, kan ik niet vermoeden.

Twee grote stapels bladeren waren achtergelaten om te rotten op mijn terrein, en maanden na hun verwijdering was het kale oppervlak, enkele meters in diameter, gedurende enkele maanden zo dik bedekt met wormenpoep dat ze een bijna ononderbroken laag vormden; en het grote aantal wormen dat hier leefde moet gedurende deze maanden hebben

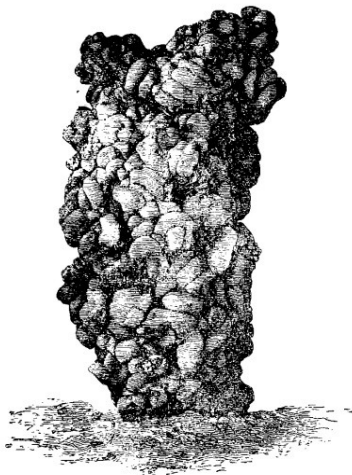
geleefd van voedzame materie die in de zwarte aarde zat.

De onderste laag van een andere stapel rotte bladeren vermengd met wat aarde werd uitvoerig onderzocht, het aantal sporen van verschillende vormen en groottes dat erin zat was verbazingwekkend groot. Wanneer dit door de wormen in groten getale is opgeworpen, worden er weinig of geen bladeren in de holen getrokken; bijvoorbeeld de graszoden langs een haag, ongeveer 200 yards lang, werden in de herfst gedurende enkele weken dagelijks geobserveerd, en elke ochtend werden er veel verse wormenhoopjes gezien; maar geen enkel blad werd in deze holen getrokken. [118] Deze wormenhoopjes konden door hun zwartheid en de aard van de ondergrond niet van een grotere diepte dan 6 of 8 inches naar boven zijn gehaald. Waarop zouden deze wormen gedurende deze hele tijd hebben kunnen leven, als ze niet op de materie in de zwarte aarde hadden kunnen leven? Aan de andere kant, als er een groot aantal bladeren in de holen wordt getrokken, lijken de wormen daar voornamelijk van te leven, want er worden dan maar weinig stukjes aarde-poep – earth-casting – aan de oppervlakte uitgeworpen. Dit verschil in gedrag van wormen op verschillende tijdstippen verklaart misschien een uitspraak van Claparede, namelijk dat getrituriseerde bladeren en aarde altijd in verschillende delen van hun darmen worden gevonden.

Wormen komen soms veel voor op plekken waar ze zelden of nooit dode of levende bladeren kunnen vinden; bijvoorbeeld onder de stoep in goed geveegde binnenplaatsen, waar slechts af en toe bladeren naar binnen waaien. Mijn zoon Horace onderzocht een huis, waarvan een hoek was verzakt;

en hij vond hier in de kelder, die extreem vochtig was, veel kleine wormenpoep hoopjes die waren opgeworpen tussen de stenen waarmee de kelder was geplaveid; en in dit geval is het onwaarschijnlijk dat de wormen ooit bladeren hebben kunnen bemachtigen.

[119] Maar het beste bewijs, dat mij bekend is, dat wormen in ieder geval gedurende aanzienlijke perioden uitsluitend van het organische materiaal in aarde kunnen leven, dit wordt geleverd door enkele feiten die mij door Dr. King zijn medegedeeld. In de buurt van Nice komen grote wormhoopen buitengewoon grote aantallen voor, zodat er vaak 5 of 6 werden gevonden op een vierkante yard. Ze bestaan uit fijne, lichtgekleurde aarde die kalkhoudend materiaal bevat dat, nadat het door de lichamen van wormen is gegaan en is gedroogd, met aanzienlijke kracht samenklontert.



Figuur 2 Toren-achtig afgietsel uit de buurt van Nice, gemaakt van aarde, waarschijnlijk gevuld door een soort *Perichasta*: van natuurlijk grootte ca. 6 – 9 cm. gekopieerd van een foto.

Ik heb redenen om aan te nemen dat deze uitwerpselen zijn gevormd door soorten *Perichseta*, die hier vanuit het oosten zijn genaturaliseerd.^{Q*-37} [120] Ze rijzen op als torens (zie Fig. 2), met hun toppen vaak iets breder dan hun bases, soms tot een hoogte van meer dan 3 en vaak tot een hoogte van 2½ inch. [121] De hoogste die gemeten is, was 3,3 inch hoog en 1 inch in diameter. In het midden van elke toren loopt een kleine cilindervormige doorgang, waardoor de worm opstijgt om de aarde die hij heeft ingeslikt uit te werpen en zo zijn hoogte te vergroten. Een structuur als deze zou het niet mogelijk maken om gemakkelijk bladeren van de omringende grond in de hollen te slepen; en Dr. King, die goed keek, zag zelfs geen fragment van een blad dat op deze manier naar binnen werd gesleept. Er kon ook geen enkel spoor worden ontdekt van wormen die langs de buitenkant van de torens naar beneden kropen op zoek naar bladeren; en als ze dat hadden gedaan, dan zouden er vrijwel zeker sporen zijn achtergelaten op het bovenste gedeelte terwijl het zacht bleef. Hieruit volgt echter niet dat deze wormen

37 Q* Dr. King gaf me een aantal wormen verzameld in de buurt van Nice, die, zoals hij gelooft, deze *wormenpoep* hadden gemaakt. Ze werden naar M. Perrier gestuurd, die ze met grote vriendelijkheid voor mij onderzocht en benoemde: ze bestonden uit *Periclmata affinis*, een inheemse van Cochinchina en van de Filippijnen; *P. Luzonica*, een inheemse van Luzon in de Filippijnen; en *P. Houletti*, die in de buurt van Calcutta leeft. M. Perrier informeert me dat soorten *Perichaeta* genaturaliseerd zijn in de tuinen bij Montpellier en in Algiers. Voordat ik enige reden had om te vermoeden dat de torenachtige wormenpoep uit Nice waren gevormd door wormen die niet endemisch zijn in het land, was ik zeer verbaasd om te zien hoe sterk ze leken op wormenpoep die me waren toegestuurd uit de buurt van Calcutta, waar het bekend is dat soorten *Perichijeta* in overvloed voorkomen.

geen bladeren in hun hollen trekken gedurende een ander seizoen van het jaar, waarin ze hun torens niet zouden opbouwen.

Uit de verschillende voorgaande gevallen kan nauwelijks worden betwijfeld dat wormen aarde inslikken, niet alleen om hun hollen te maken, maar ook om voedsel te verkrijgen. [122] Hensen concludeert echter uit zijn analyses van humus dat wormen waarschijnlijk niet zouden kunnen leven van gewone plantaardige resten, hoewel hij toegeeft dat ze tot op zekere hoogte gevoed zouden kunnen worden door bladaarde.^{Q*-38} Maar we hebben gezien dat wormen gretig rauw vlees, vet en dode wormen verslinden; en gewone bladaarde kan nauwelijks anders dan veel eicellen, larven en kleine levende of dode wezens, sporen van cryptogame planten en micrococci bevatten, zoals die waaruit salpeter ontstaat. Deze verschillende organismen, samen met wat cellulose van bladeren en wortels die nog niet helemaal vergaan zijn, zouden goed kunnen verklaren waarom zulke grote hoeveelheden aarde door wormen worden ingeslikt. Het is misschien de moeite waard om hier te herinneren aan het feit dat bepaalde soorten Utricularia, die groeien op vochtige plaatsen in de tropen, *blaasjes* bezitten die prachtig zijn geconstrueerd voor het vangen van kleine ondergrondse dieren; en deze vallen zouden niet zijn ontwikkeld, tenzij veel kleine dieren dergelijke grond bewoonden.

38 Q* ' Zeitschrift fur wissenschaft. Zoolog. B. sxviii. 1877, p. 364.

Toevoeging: Ik bedoel hier met bladaarde het residu dat ontstaat na schimmel en bacteriën omzetting van plantaardige (enz.) resten.....

De diepte waarop wormen binnendringen en de bouw van hun holen. - Hoewel wormen meestal dicht bij het oppervlak leven, graven ze zich bij langdurig droog weer en strenge kou in tot een aanzienlijke diepte. [123] In Scandinavië, volgens Eisen, en in Schotland, volgens Mr. Lindsay Carnagie, lopen de holen tot een diepte van 7 tot 8 voet; in Noord-Duitsland, volgens Hoffmeister, van 6 tot 8 voet, maar Hensen zegt, van 3 tot 6 voet. Deze laatste waarnemer heeft wormen gezien die bevroren waren op een diepte van 1,5 voet onder het oppervlak. Ik heb zelf niet veel mogelijkheden gehad om te observeren, maar ik ben vaak wormen tegengekomen op een diepte van 3 tot 4 voet. In een bed van fijn zand boven het krijt, dat nooit verstoord was geweest, werd een worm in tweeën gesneden op 55 inch, – 4,5 voet – en een andere werd hier in december gevonden op de bodem van zijn hol, op 61 inch – 5,5 voet – onder het oppervlak. Tenslotte werd in aarde bij een oude Romeinse villa, die al vele eeuwen niet was verstoord, een worm aangetroffen op een diepte van 66 inch; en dit was midden augustus.

De holen lopen loodrecht naar beneden, of meestal een beetje schuin. Er wordt gezegd dat ze zich soms vertakken, maar voor zover ik heb gezien komt dit niet voor, behalve in recent gegraven grond en dichtbij het oppervlak. [124] Ze zijn over het algemeen, of volgens mij altijd, bekleed met een dunne laag fijne, donkergekleurde *aarde* die door de wormen is uitgescheiden; zodat ze in het begin iets breder moeten worden gemaakt dan hun uiteindelijke diameter. Ik heb verschillende holen in ongestoord zand gezien die zo bekleed waren op een diepte van 4½ feet; en andere dicht bij

het oppervlak die zo bekleed waren in recent gegraven grond. De wanden van verse holen zijn vaak bezaaid met kleine bolvormige korreltjes uitgeholde aarde, nog zacht en stroperig; en deze worden, zo lijkt het, aan alle kanten verspreid door de worm terwijl hij zijn hol op- of *afloopt*. De aldus gevormde bekleding wordt zeer compact en glad wanneer deze bijna droog is en sluit nauw aan op het lichaam van de worm. De *minuscule borstelharen* die in rijen aan alle kanten uit het lichaam steken, hebben zo uitstekende steunpunten en het hol is goed aangepast aan de snelle beweging van het dier. De voering lijkt ook de wanden te versterken en voorkomt misschien dat het lichaam van de worm wordt beschadigd. – scratched – Ik denk dit omdat verschillende holen die door een laag gezeefde kolen-sintels liepen, verspreid over turf met een dikte van 1½ inch, op deze manier waren bekleed tot een ongewone dikte. In dit geval hadden de wormen, te oordelen naar de uitwerpselen, de sintels aan alle kanten weggeduwd en er niets van ingeslikt. [125] Op een andere plaats liepen holen die op dezelfde manier bekleed waren, door een laag grove kolen-sintels van 3½ duim dik. We zien dus dat de holen niet louter uitgravingen zijn, maar eerder vergeleken kunnen worden met tunnels die bekleed zijn met cement.

De monden van de holen zijn bovendien vaak bekleed met bladeren; dit is een ander instinct dan het dichtgooien ervan en lijkt tot nu toe nog niet te zijn opgemerkt. Veel bladeren van de Schotse spar of den (*Pinus sylvestris*) werden gegeven aan wormen die in twee potten werden opgesloten; en toen na enkele weken de aarde voorzichtig werd opgebrou-

ken, werden de bovenste delen van drie schuine holen gevonden die over een lengte van 7, 4, en 3½ inch waren omgeven met dennennaalden, samen met fragmenten van andere bladeren die de wormen als voedsel hadden gekregen. Glazen kralen en stukjes dakpan, die op het oppervlak van de grond waren gestrooid, werden in de spleten tussen de dennennaalden geplakt; en deze spleten waren ook bepleisterd met de viskeuze uitwerpselen die door de wormen werden uitgescheiden. [126] De aldus gevormde structuren vertoonden zo'n goede samenhang, dat ik erin slaagde er een te verwijderen met slechts een beetje aarde eraan vast. Het bestond uit een licht gebogen cilindrische koker, waarvan de binnenkant zichtbaar was door gaten in de zijkanen en aan beide uiteinden. De dennennaalden waren allemaal met hun basis naar binnen getrokken en de scherpe punten van de naalden waren in de voering van uitgeholde aarde gedrukt. Als dit niet effectief was gedaan, zouden de scherpe punten het terugtrekken van de wormen in hun holen hebben verhinderd; en deze structuren zouden op vallen hebben geleken, gewapend met convergerende punten van ijzerdraad, die het binnenkomen van een dier gemakkelijk en het verlaten ervan moeilijk of onmogelijk maakten. De vaardigheid die deze wormen laten zien is opmerkelijk en des te opmerkelijker omdat de Schotse den niet inheems is in dit district.

Nadat ik deze holen van wormen in opsluiting had onderzocht, bekeek ik die in een bloembed bij enkele Schotse dennen. Deze waren allemaal op de gewone manier dichtgestopt met bladeren van deze boom, die over een lengte van 1 tot 1½ inch naar binnen waren getrokken; maar de monden

van veel van deze holen waren er ook mee bekleed, vermengd met fragmenten van andere soorten bladeren, die tot een diepte van 4 of 5 inch naar binnen waren getrokken.



Bladeren - naalden - van Schotse den

[127] Wormen blijven, zoals eerder vermeld, vaak lange tijd dicht bij de monden van hun holen, blijkbaar voor warmte; en de mandachtige structuren gevormd van bladeren zouden hun lichamen ervan weerhouden in nauw contact te komen met de koude vochtige aarde. Dat ze gewoonlijk op de dennennaalden rustten, werd waarschijnlijk gemaakt door hun schone en bijna gepolijste oppervlakken.

De holen die ver in de grond lopen, eindigen meestal, of in ieder geval vaak, in een kleine uitbreiding of kamer. Volgens Hoffmeister overwinteren hier één of meerdere wormen, opgerold tot een bal. Mr. Lindsay Carnagie vertelde me (1838) dat hij veel holen had onderzocht boven een steengroef in Schotland, waar de bovenliggende keileem en aarde – humus-

laag – onlangs waren weggehaald en er dus een kleine verticale klif was overgebleven. In verschillende gevallen was hetzelfde hol een beetje vergroot op twee of drie punten onder elkaar; en alle holen eindigden in een vrij grote kamer, op een diepte van 7 of 8 voet van het oppervlak. [128] Deze kamers bevatten veel kleine scherpe stukjes steen en kafjes van vlaszaden. Ze moeten ook levende zaden hebben bevat, want de volgende lente zag Mr. Oarnagie grasplanten ontspruiten uit sommige van de doorsneden kamers. Ik vond in Abinger in Surrey twee holen die eindigden in soortgelijke kamers op een diepte van 36 en 41 inch, en deze waren bekleed of geplaveid met kleine steentjes, ongeveer zo groot als mosterdzaadjes; en in een van de kamers lag een vergane haverkorrel met de schil. Hensen vermeldt ook dat de bodem van de holen bekleed is met kleine steentjes; en waar deze niet konden worden verkregen, waren zaden, blijkbaar van de peer, gebruikt, wel vijftien zijn naar beneden gedragen in een enkel hol, waarvan er een was ontkiemd.^{Q*-39} We zien dus hoe gemakkelijk een botanicus kan worden misleid die wilde weten hoe lang diep begraven zaden in leven bleven, als hij aarde zou verzamelen van een aanzienlijke diepte, in de veronderstelling dat het alleen zaden kon bevatten die lang begraven hadden gelegen. [129] Het is waarschijnlijk dat de kleine steentjes, evenals de zaden, van de oppervlakte naar beneden worden gedragen door ze in te slikken; want een verrassend aantal glazen bolletjes, stukjes tegel en glas werden zeker op deze manier naar beneden gedragen door wormen die in potten werden gehouden; maar sommige kunnen ook in hun mond naar beneden zijn gedragen.

39 Q* ' Zeitschrift fur wissenschaft. Zoolog. B. xxviii. 1877, p. 356.

Het enige vermoeden dat ik kan hebben waarom wormen hun winterverblijf bekleden met kleine steentjes en zaden, is om te voorkomen dat hun dicht opeengewikkelde lichamen in nauw contact komen met de omringende koude grond.

Een worm die aarde heeft ingeslikt om zijn hol te maken of om te eten, komt al snel naar de oppervlakte om zijn lichaam te legen. De uitgeworpen aarde wordt grondig vermengd met de darmsecreties en wordt zo stroperig. Na het drogen wordt het hard. Ik heb wormen geobserveerd tijdens het uitwerpen en als de aarde erg vloeibaar was, werd het in kleine spuitjes uitgeworpen en als het niet zo vloeibaar was door een langzame peristaltische beweging. Het wordt niet onverschillig aan elke kant gegoten, maar met enige zorg, eerst aan de ene en dan aan de andere kant; de staart wordt bijna als een troffel gebruikt. [130] Zodra er een kleine hoop is gevormd, vermijdt de worm blijkbaar, omwille van de veiligheid, om zijn staart uit te steken; en de aardachtige materie wordt omhoog geduwd door de eerder neergelegde zachte massa. De opening van hetzelfde hol wordt geruime tijd voor dit doel gebruikt. In het geval van de torenachtige wormenpoep (zie Fig. 2) in de buurt van Nice, en van de vergelijkbare maar nog hogere torens uit Bengalen (hierna te beschrijven en te illustreren) wordt een aanzienlijke mate van vaardigheid in hun constructie tentoongesteld. Dr. King merkte ook op dat de doorgang langs deze torens bijna nooit in dezelfde exacte lijn liep als het onderliggende hol, zodat een dun cilindrisch voorwerp, zoals een grashalm, niet langs de toren in het hol kon worden gebracht; en deze verandering van richting dient waarschijnlijk op de een of andere

manier als bescherming. Als een worm naar de oppervlakte komt om aarde uit te werpen, steekt zijn staart uit, maar als hij bladeren verzamelt, moet zijn kop uitsteken. Wormen moeten dus het vermogen hebben om zich om te draaien in hun nauw aansluitende holen; en dit zou, zoals het ons lijkt, een moeilijke prestatie zijn.

[131] Wormen werpen hun uitwerpselen niet altijd op het grondoppervlak uit. Als ze een holte kunnen vinden, zoals bij het graven in pas omgewoelde aarde of tussen de stengels van opgestapelde planten, deponeren ze hun uitwerpselen op zulke plaatsen. Zo wordt ook elke holte onder een grote steen die op het grondoppervlak ligt, snel opgevuld met hun uitwerpselen. Volgens Hensen worden oude holen gewoonlijk voor dit doel gebruikt; maar voor zover onze ervaring het toelaat, is dit niet het geval, behalve bij holen dichtbij het oppervlak in recent gegraven grond. Ik denk dat Hensen misschien is misleid doordat de wanden van oude holen, bekleed met zwarte aarde, zijn ingezakt of ingestort; want er blijven zwarte strepen achter, die opvallen als je door lichtgekleurde grond loopt en die voor volledig opgevulde holen kunnen worden aangezien.

Het is zeker dat oude holen in de loop van de tijd instorten; want zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, zou de fijne aarde die door wormen wordt uitgescheiden, als die gelijkmatig zou worden uitgespreid, op veel plaatsen in de loop van een jaar een laag van $\frac{1}{5}$ duim dik vormen; dus in ieder geval wordt deze grote hoeveelheid niet afgezet binnen de oude, ongebruikte holen. [132] Als de holen niet zouden instorten, zou de hele grond eerst dik doorzeefd worden

met gaten tot een diepte van ongeveer tien inches, en in vijftig jaar zou er een holle, niet ondersteunde ruimte van tien inches diep overblijven. De gaten die worden achtergelaten door het rotten van opeenvolgende wortels van bomen en planten moeten na verloop van tijd ook instorten.

De hollen van wormen lopen loodrecht of een beetje schuin naar beneden, en waar de grond überhaupt argillair is, is het niet moeilijk te geloven dat de wanden langzaam naar binnen zouden stromen of glijden tijdens erg nat weer. Als de grond echter zanderig is of vermengd met veel kleine steentjes, kan hij nauwelijks stroperig genoeg zijn om zelfs bij het natste weer naar binnen te stromen. Na veel regen zwelt de grond op en omdat het niet zijdelings kan uitzetten, komt het oppervlak omhoog; bij droog weer zakt het weer. Bijvoorbeeld, een grote platte steen die op het oppervlak van een veld werd gelegd, zakte 3,33 *mm.* terwijl het droog weer was tussen 9 mei en 13 juni, en steeg 1,91 *mm.* tussen 7 en 19 september, omdat er in het laatste deel van deze tijd veel regen was gevallen. [133] Tijdens vorst en dooi waren de bewegingen twee keer zo groot. Deze observaties werden gedaan door mijn zoon Horace, die hierna een verslag zal publiceren van de bewegingen van deze steen tijdens opeenvolgende natte en droge seizoenen, en van de effecten van ijts ondermijning door wormen. Wanneer de grond zwelt en er cilindrische gaten in zitten, zoals *wormburgen*, zullen de wanden ervan de neiging hebben om mee te geven en naar binnen te worden gedrukt; en het meegeven zal groter zijn in de diepere delen (ervan uitgaande dat het geheel even vochtig is) door het grotere gewicht van de bovenliggende

grond die moet worden opgeworpen, dan in de delen dicht bij het oppervlak. Als de grond opdroogt, krimpen de wanden een beetje en worden de hollen een beetje groter. Hun vergroting, door de zijdelingse inkrimping van de grond, wordt echter niet bevorderd, maar eerder tegengewerkt door het gewicht van de bovenliggende grond.

Verspreiding van wormen – Aardwormen komen in alle delen van de wereld voor en sommige geslachten hebben een enorm bereik.^{Q-40} [134] Ze bewonen de meest geïsoleerde eilanden; ze komen in overvloed voor in IJsland en zijn bekend in West-Indië, Sint-Helena, Madagaskar, Nieuw-Caledonië en Tahiti. In de Antarctische gebieden zijn wormen van Kerguelen Land beschreven door Ray Lankester en ik heb ze gevonden op de Falklandeilanden. Hoe ze zulke geïsoleerde eilanden bereiken is op dit moment vrij onbekend. Ze worden gemakkelijk gedood door zout water en het lijkt niet waarschijnlijk dat jonge wormen of hun eicapsules in de aarde zouden kunnen worden vervoerd, vastgekleefd aan de poten of snavels van landvogels. Bovendien wordt Kerguelen Land nu door geen enkele landvogel bewoond.

In dit deel houden we ons voornamelijk bezig met de aarde – wormenpoep – die door wormen wordt opgeworpen en ik heb hierover een paar feiten verzameld met betrekking tot verre landen. In de Verenigde Staten werpen wormen veel uitwerpselen op. In Venezuela komen wormhoopjes, waarschijnlijk uitgeworpen door Urochseta-soorten, veel voor in tuinen en velden, maar niet in bossen, zoals ik heb gehoord

40 Q* Perrier, 'Archives de Zoolog. expér.' tom. 3, p. 378, 1874.

van Dr. Ernst uit Caracas. Hij verzamelde 156 hoopjes wormenpoep uit de binnenplaats van zijn huis, met een oppervlakte van 200 vierkante yard. Ze varieerden in grootte van een halve kubieke centimeter tot vijf kubieke centimeter, en waren gemiddeld drie kubieke centimeter. [135] Ze waren dus klein in vergelijking met de wormen die vaak in Engeland gevonden worden; want zes grote wormhopen uit een veld vlakbij mijn huis waren gemiddeld 16 kubieke centimeter groot. Verscheidene soorten regenwormen komen veel voor in St. Catharina in Zuid-Brazilië, en Fritz Müller informeert me " dat in de meeste delen van "Catharina in Zuid-Brazilië en Fritz Müller vertelt me

"dat in de meeste delen van de bossen en weilanden de hele grond er tot een kwart meter diep uitziet alsof hij herhaaldelijk door de ingewanden van regenwormen is gegaan, zelfs als er nauwelijks wormen aan de oppervlakte te zien zijn".

Er wordt daar een gigantische, maar zeer zeldzame soort gevonden, waarvan de hollen soms wel twee centimeter – ca. 4/5 inch – in diameter zijn en die blijkbaar tot op grote diepte in de grond doordringen.

In het droge klimaat van New South Wales verwachtte ik nauwelijks dat wormen algemeen zouden zijn, maar Dr. Gr. Krefft uit Sydney, bij wie ik navraag heb gedaan bij tuiniers en anderen en op basis van zijn eigen waarnemingen, vertelt me dat hun wormen in overvloed voorkomen. Hij stuurde me wat verzameld na zware regenval, en ze bestonden uit kleine korreltjes – pellets – , ongeveer 0.15 inch – 3,75 mm. – in diameter; en de zwartgeblakerde zandige aarde waaruit ze

gevormd waren, was nog steeds samenhangend met een aanzienlijke hardnekkigheid.

[136] Wijlen Mr. John Scott van de Botanische Tuinen bij Calcutta heeft voor mij veel waarnemingen gedaan over wormen die leven onder het hete en vochtige klimaat van Bengalen. De wormen komen bijna overal voor, in jungles en in de open grond, volgens hem in grotere mate dan in Engeland. Nadat het water van de ondergelopen rijstvelden is gezakt, raakt het hele oppervlak al snel bezaaid met wormenhoopjes - een feit dat Mr. Scott erg verbaasde, omdat hij niet wist hoe lang wormen onder water konden overleven. Ze veroorzaken veel problemen in de botanische tuin,

“Sommige van onze mooiste gazons kunnen alleen "in orde" worden gehouden door ze bijna dagelijks te rollen; als ze een paar dagen ongemoeid worden gelaten, raken ze bezaaid met grote *wormhopen*”.

Deze lijken sterk op de uitwerpselen die beschreven zijn in de buurt van Nice; ze zijn waarschijnlijk het werk van een soort *Perichseta*. Ze staan rechtop als torens, met een open doorgang in het midden.

[137] Een afbeelding van een van deze wormenpoep hopen is een foto getoond in Fig. 3. De grootste die ik ontving was $3\frac{1}{2}$ inch in hoogte en 1,35 inch in diameter; een andere was slechts $\frac{3}{4}$ inch in diameter en $2\frac{3}{4}$ inch in hoogte. [138] In het volgende jaar mat Mr. Scott verschillende van de grootste; één was 6 inch hoog en bijna $1\frac{1}{2}$ inch in diameter : twee andere waren 5 inch hoog en respectievelijk 2 en iets meer

dan $2\frac{1}{2}$ inch in diameter. Het gemiddelde gewicht van de 22 uitwerpselen die mij toegestuurd werden was 35 *gram*; één ervan woog 44,8 *gram*.

Al deze wormhopen werden in één nacht of in twee nachten opgeworpen. Waar de grond in Bengalen droog is, zoals onder grote bomen, worden wormenpoep van een ander soort in grote aantallen gevonden: deze bestaan uit kleine ovale of kegelvormige lichamen, van ongeveer $\frac{1}{20}$ tot iets meer dan $\frac{1}{10}$ inch lang. Ze worden duidelijk *uitgepoept* door een andere soort wormen.

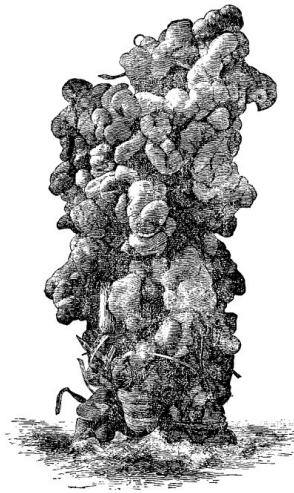


Fig. 3.

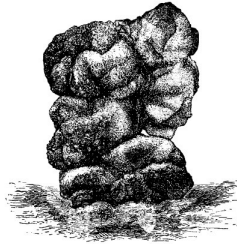
Figuur 3 Een torenvormig afgietsel, waarschijnlijk uitgeworpen door een soort Perichseta, uit de Botanische Tuin, Calcutta : 8.8 cm. hoog en 3.8 cm. breed, gegraveerd van een foto.

De periode waarin wormen in de buurt van Calcutta zo'n buitengewone activiteit vertonen, duurt slechts iets langer

dan twee maanden, namelijk tijdens het koele seizoen na de regens. In deze periode worden ze over het algemeen ongeveer 10 inches onder het oppervlak aangetroffen. Tijdens het warme seizoen graven ze zich dieper in en zijn dan opgerold te vinden, schijnbaar in een soort winterslaap. Mr. Scott heeft ze nooit dieper dan 2½ voet gezien, maar hij heeft gehoord dat ze op 4 voet diepte zijn gevonden. [139] In de bossen kunnen zelfs tijdens het warme seizoen verse wormhopen worden gevonden. De wormen in de botanische tuin trekken tijdens het koele en droge seizoen veel bladeren en kleine stokjes in de monden van hun holen, net als onze Engelse wormen; maar tijdens het regenseizoen doen ze dit zelden.

Mr. Scott zag wormhopen op de hoge bergen van Sikkim in Noord-India. In Zuid-India vond Dr. King op één plek, op het plateau van de Nilgiris, op een hoogte van 7000 voet, "*een groot aantal wormenhoopjes*", die interessant zijn vanwege hun grote omvang. De wormen die ze uitwerpen worden alleen tijdens het natte seizoen gezien en zijn naar verluidt 12 tot 15 inches – 30 tot 38 cm. – lang en zo dik als de pink van een mens. Deze wormhopen werden door Dr. King verzameld na een periode van 110 dagen zonder enige regen; en ze moeten zijn uitgeworpen tijdens de noordoostelijke of waarschijnlijker tijdens de voorgaande zuidwestelijke moesson; want hun oppervlak had enige desintegratie ondergaan en ze waren doorboord door vele fijne wortels. [140] Hier wordt een tekening gegeven (Fig. 4) van een exemplaar dat zijn oorspronkelijke grootte en uiterlijk het best lijkt te hebben behouden. Ondanks enig verlies door desintegratie, wo-

gen vijf van de grootste van deze uitwerpselen (na goed in de zon gedroogd te zijn) elk gemiddeld 89,5 gram, oftewel meer dan 3 oz.; en de grootste woog 123,14 gram, oftewel $4\frac{1}{3}$ oz., dat is meer dan een kwart pond!



Figuur 4 Een wormenuitwerpsel uit het Nilgivi-gebergte in Zuid-India; van natuurlijke grootte, – 1 inch diameter – gegraveerd van een foto.

[141] De grootste hopen uitwerpselen waren iets meer dan een inch in diameter; maar het is waarschijnlijk dat ze een beetje gezakt waren toen ze nog zacht waren, en dat hun diameter daardoor vergroot was. Sommige waren zo uitgevloeid dat ze nu bestonden uit een stapel bijna platte samenvloeiende koeken. Ze bestonden allemaal uit fijne, vrij lichtgekleurde aarde en waren verrassend hard en compact, ongetwijfeld door het dierlijke materiaal waarmee de aarde aan elkaar was gecementeerd. Ze vielen niet uit elkaar, zelfs niet toen ze enkele uren in water lagen. Hoewel ze op het oppervlak van kiezelgrond waren gedeponeerd, bevatten ze zeer weinig stukjes rots, waarvan de grootste slechts 0,15 inch in diameter was.

Dr. King zag in Ceylon een worm met een lengte van ongeveer 2 voet en een diameter van $\frac{1}{2}$ inch; – 60 cm. lang en 12,5 cm.

dik – en hem werd verteld dat het een veel voorkomende soort was tijdens het natte seizoen. Deze wormen moeten minstens even grote wormhopen produceren als die op de Nilgiri bergen, maar Dr. King zag er geen tijdens zijn korte bezoek aan Ceylon. Er zijn nu voldoende feiten gegeven die aantonen dat wormen veel werk verrichten bij het naar boven brengen van fijne aarde in de meeste of alle delen van de wereld en onder de meest verschillende klimaten.

HOOFDSTUK – 3

DE HOEVEELHEID FIJNE AARDE DIE DOOR "WORMEN" NAAR DE OPPERVLAKTE WORDT GEBRACHT.

De snelheid waarmee verschillende voorwerpen die op het oppervlak van grasvelden zijn uitgestrooid, worden bedekt door de uitwerpselen van wormen - De begraving van een geplaveid pad - De langzame verzakking van grote stenen die op het oppervlak zijn achtergelaten - Het aantal wormen dat in een bepaalde ruimte leeft - Het gewicht van de aarde die uit een hol wordt uitgeworpen en uit alle holen binnen een bepaalde ruimte - De dikte van de grondlaag die de uitwerpselen op een bepaalde ruimte binnen een bepaalde tijd zouden vormen als ze gelijkmatig waren uitgespreid - De langzame snelheid waarmee schimmel kan toenemen tot een grote dikte - Conclusie.

We komen nu bij het meer directe onderwerp van dit deel, namelijk de hoeveelheid aarde – earth – die door wormen van onder het oppervlak naar boven wordt gebracht en daarna min of meer volledig wordt uitgespreid door regen en wind. De hoeveelheid kan op twee manieren worden vastgesteld: door de snelheid waarmee voorwerpen die aan het oppervlak zijn achtergebleven worden begraven, en nauwkeuriger

door het wegen van de hoeveelheid die binnen een bepaalde tijd naar boven wordt gehaald. [143] We zullen beginnen met de eerste methode, zoals die het eerst werd toegepast.

In de buurt van Maer Hall in Staffordshire was rond het jaar 1827 ongebluste kalk dik verspreid over een veld met goed grasland, dat sindsdien niet meer was omgeploegd. In dit veld werden begin oktober 1837 enkele vierkante gaten gegraven; en de doorsneden toonden een laag gras, gevormd door de gematteerde wortels van de grassen, $\frac{1}{2}$ inch in dikte, waaronder, op een diepte van $2\frac{1}{2}$ inches (of 3 inches vanaf het oppervlak), een laag kalk in poeder of in kleine brokken duidelijk kon worden gezien die langs de verticale zijden van de gaten liep. De grond onder de kalklaag was of kiezelachtig of grof zanderig en verschilde aanzienlijk in uiterlijk van de bovenliggende donkergekleurde fijne grond. – fine mould – Er waren kolenresten – sintels – gestrooid over een deel van ditzelfde veld in het jaar 1833 of 1834; en toen de bovenstaande gaten werden gegraven, dat wil zeggen na een interval van 3 of 4 jaar, vormden de sintels een lijn van zwarte vlekken rond de gaten, op een diepte van 1 inch onder het oppervlak, parallel aan en boven de witte kalklaag. [144] Over een ander deel van dit veld waren sintels uitgestrooid, slechts ongeveer een half jaar eerder, en deze lagen of nog steeds aan het oppervlak of waren verstrikt tussen de wortels van de grassen; en hier zag ik het begin van het begraafproces, want wormuitwerpselen waren op verschillende van de kleinere fragmenten gestapeld. Na een interval van $4\frac{3}{4}$ jaar werd dit veld opnieuw onderzocht, en nu werden de twee lagen kalk en sintels bijna overal op een grotere

diepte dan voorheen aangetroffen, bijna 1 inch, laten we zeggen $\frac{3}{4}$ inch. Wormaarde met een gemiddelde dikte van . 22 inch – 5,6 mm. – was dus jaarlijks door de wormen naar boven gebracht en over het oppervlak van dit veld verspreid.

Op een andere akker waren, op een datum die niet met zekerheid kon worden vastgesteld, zulke dikke kolenresten gestrooid dat ze (oktober 1837) een laag van 1 inch dik vormden op een diepte van ongeveer 3 inch vanaf het oppervlak. De laag was zo ononderbroken dat de bovenliggende donkere plantaardige grond alleen verbonden was met de ondergrond van rode klei door de wortels van de grassen; en toen deze gebroken werden, vielen de grond en de rode klei uit elkaar. [145] In een derde veld, waar sintels en verbrande mergel verschillende keren op onbekende data waren gestrooid, werden in 1842 gaten gegraven; en een laag sintels kon worden getraceerd op een diepte van $3\frac{1}{2}$ duim, waaronder zich op een diepte van $9\frac{1}{2}$ duim vanaf het oppervlak een lijn van sintels samen met verbrande mergel bevond. Aan de zijkanten van één gat waren twee lagen sintels, op 2 en $3\frac{1}{2}$ duim onder het oppervlak; en daaronder op een diepte van deels $9\frac{1}{2}$ en deels $10\frac{1}{2}$ inch waren fragmenten gebrande mergel. In een vierde veld konden twee lagen kalk, de een boven de ander, duidelijk worden getraceerd, en daaronder een laag sintels en verbrande mergel op een diepte van 10 tot 12 inches onder het oppervlak.

Een stuk braakliggend, moerassig land werd in het jaar 1822 ingesloten, gedraineerd, geploegd, geëgd en dik bedekt met gebrande mergel en sintels. Het werd ingezaaid met graszaad en ondersteunt nu een redelijk goede maar grove wei-

de. Er werden gaten gegraven in dit veld in 1837, of 15 jaar na de drooglegging, en we zien in het bijgaande diagram (Fig. 5), verkleind tot de helft van de natuurlijke schaal, dat de grasmatt $\frac{1}{2}$ inch dik was, met daaronder een laag plantaardige aarde van $2\frac{1}{2}$ inch dik. [146]

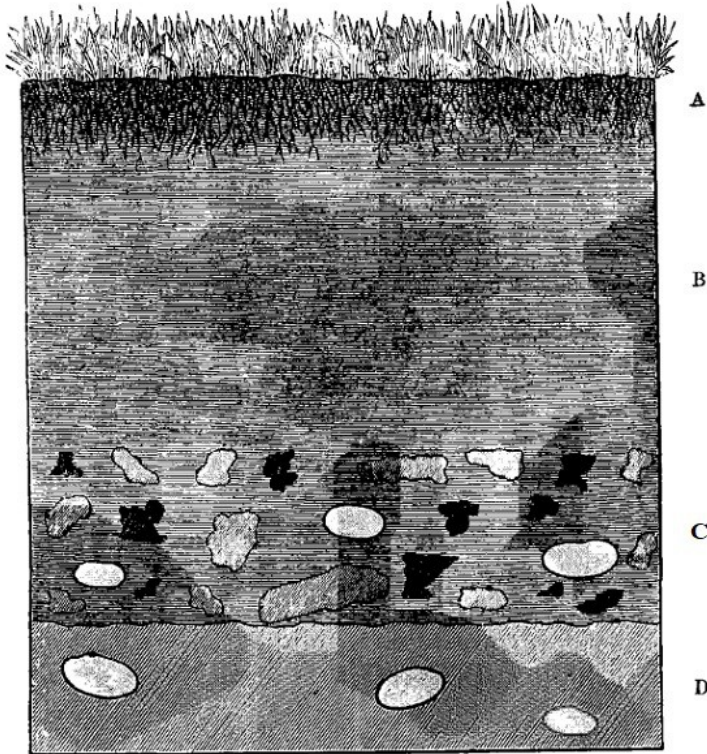


Fig. 5.

Fig. 5. Doorsnede, verkleind tot de helft van de natuurlijke schaal, van de plantaardige schimmel in een veld, gedraineerd en ontgonnen vijftien jaar eerder; A, grasmatt – 1,25 cm. ; B, plantaardige grond zonder stenen – 6,25 cm.; C, grond – 3,7 cm. met fragmenten van verbrande mergel, kolen-sintels en kwarts-kiezels; D, ondergrond van zwart, veenachtig zand met kwarts-kiezels.

Deze laag bevatte geen fragmenten van welke soort dan ook; maar eronder bevond zich een laag grond, $1\frac{1}{2}$ inch dik, vol met fragmenten verbrande mergel, opvallend door hun rode kleur, waarvan er één dichtbij de bodem een lengte had van een inch; en andere fragmenten van kolencilinders samen met een paar witte kwartskiezels. [147] Onder deze laag en op een diepte van $4\frac{1}{2}$ inch vanaf het oppervlak, werd de oorspronkelijke zwarte, veenachtige, zanderige grond met een paar kwarts steentjes aangetroffen. Hier waren de fragmenten van verbrande mergel en sintels dus in de loop van 15 jaar bedekt door een laag fijne plantaardige grond van slechts $2\frac{1}{2}$ inches dik, – $4,3 \text{ mm./jr.}$ – exclusief de grasmat. Zes en een half jaar later werd dit veld opnieuw onderzocht en de scherven werden nu gevonden op 4 tot 5 inches onder het oppervlak. Dus in dit interval van $6\frac{1}{2}$ jaar was er ongeveer $1\frac{1}{2}$ inch grond toegevoegd aan de oppervlakkige laag. – $5,7 \text{ mm./jr.}$ – Het verbaast me dat er niet een grotere hoeveelheid naar boven is gekomen gedurende de hele $21\frac{1}{2}$ jaar, want in de dicht onderliggende zwarte, veenachtige grond zaten veel wormen. Het is echter waarschijnlijk dat er vroeger, toen het land nog arm was, weinig wormen waren; en de grond zou zich dan langzaam hebben opgehoopt. De gemiddelde jaarlijkse toename van de dikte voor de hele periode is $.19 \text{ inch.}^{Q41}$ – berekend $4,7 \text{ mm./jr.}$ –

[148] Twee andere gevallen zijn het vermelden waard. In het voorjaar van 1835 werd een veld, dat lange tijd als arm grasland had gediend en zo drassig was dat het licht trilde als er op gestampt werd, dik bedekt met rood zand, zodat het hele

41 Notitie in boek is 1.9 inch.....?

oppervlak aanvankelijk helder rood leek. Toen er na een interval van ongeveer $2\frac{1}{2}$ jaar gaten werden gegraven in dit veld, vormde het zand een laag op een diepte van $\frac{3}{4}$ inch onder het oppervlak. In 1842 (d.w.z. 7 jaar nadat het zand was aangebracht) werden er nieuwe gaten gegraven en nu vormde het rode zand een duidelijke laag, 2 inch onder het oppervlak, of $1\frac{1}{2}$ inch onder de grasmatt; zodat er gemiddeld 0,21 inch schimmel per jaar – 5,25 mm./jr. – naar het oppervlak was gebracht. Direct onder de laag rood zand strekte zich de oorspronkelijke ondergrond van zwart zanderig veen uit. Een grasveld, eveneens niet ver van Maer Hall, was vroeger dik bedekt met mergel en werd toen enkele jaren als weiland gebruikt; daarna werd het omgeploegd. Een vriend liet 28 jaar na het aanbrengen van de mergel drie sleuven graven in dit veld,^{Q*-42} en een laag van de mergelfragmenten kon hij traceren op een diepte, zorgvuldig gemeten, van 12 inches in sommige delen, en van 14 inches in andere delen.

[149] Dit verschil in diepte was te wijten aan het feit dat de laag horizontaal was, terwijl het oppervlak bestond uit richels en voren van het omploegen van het veld. De pachter verzekerde mij dat de akker nooit dieper dan 6 tot 8 duim was omgeploegd; en aangezien de scherven een ononderbroken horizontale laag van 12 tot 14 duim onder het opper-

42 Q* Dit geval wordt gegeven in een naschrift bij mijn artikel in de 'Transact. Geolog. Soc.' (Vol. v. p. 505), en bevat een ernstige fout, omdat ik in de ontvangen rekening het cijfer 30 voor 80 heb aangezien. Bovendien zei de pachter eerder dat hij het veld dertig jaar eerder had gemareld, – *geëcht* ? – maar hij wist nu zeker dat dit in 1809 was gebeurd, dus achtentwintig jaar voor het eerste onderzoek van het veld door mijn vriend. De fout, voor zover het figuur 80 betreft, werd gecorrigeerd in een artikel van mijn hand in de 'Gardeners' Chronicle', 1844, p. 218.

vlak vormden, moeten deze door de wormen begraven zijn terwijl het land grasland was, voordat het werd omgeploegd, want anders zouden ze door de ploeg lukraak over de hele dikte van de grond zijn verspreid. Vierenhalf jaar later liet ik drie kuilen graven in dit veld, waar onlangs aardappels waren geplant, en de laag mergelfragmenten werd nu gevonden 13 inches onder de bodem van de voren, en dus waarschijnlijk 15 inches onder het algemene niveau van het veld. [150] Er moet echter worden opgemerkt dat de dikte van de zwart-achtige zandgrond, die in de loop van 32½ jaar door de wormen boven de mergelfragmenten was opgeworpen, minder dan 15 inches zou hebben bedragen, als het veld altijd als weiland was gebleven, want de grond zou in dat geval veel compacter zijn geweest. De brokstukken mergel rustten bijna op een ongestoorde ondergrond van wit zand met kwarts-kiezels; en omdat dit weinig aantrekkelijk zou zijn voor wormen, zou de grond daarna heel langzaam toenemen door hun werking.

We zullen nu enkele voorbeelden geven van de werking van wormen op land dat sterk verschilt van het droge zand of de moerassige weilanden die zojuist beschreven zijn. De krijt-formatie strekt zich uit rondom mijn huis in Kent; en het oppervlak ervan is, doordat het gedurende een immense periode is blootgesteld aan de oplossende werking van regenwater, zeer onregelmatig, abrupt versierd en doorboord met vele diepe putvormige holtes.^{Q*} Lange noot

Q* Deze putten of pijpen worden nog steeds gevormd. In de afgelopen veertig jaar heb ik vijf gevallen gezien of gehoord waarin een cirkelvormige ruimte, met een diameter van enkele feet, plotseling naar binnen viel en op het veld een open gat achterliet met loodrechte zijden, enkele

feet diep. Dit gebeurde in een van mijn eigen velden, terwijl het werd gewalst, en de achterkwartieren van het schachtpaard vielen in; twee of drie karrenvrachten afval waren nodig om het gat op te vullen. De verzakking deed zich voor waar er een brede depressie was, alsof het oppervlak op verschillende eerdere tijdstippen was ingezakt. Ik hoorde van een gat dat plotseling moet zijn ontstaan op de bodem van een kleine ondiepe poel, waar jarenlang schapen waren gewassen en waar een man die er zo mee bezig was tot zijn grote schrik in viel. Het regenwater zakt in dit hele gebied loodrecht in de grond, maar het krijt is op sommige plekken poreuzer dan op andere. Zo wordt de afvoer van de bovenliggende klei naar bepaalde punten geleid, waar een grotere hoeveelheid kalkhoudend materiaal is opgelost dan elders. Zelfs smalle open kanalen worden soms gevormd in het vaste krijt. Omdat het krijt over het hele land langzaam oplost, maar in sommige delen meer dan in andere, zakt het onopgeloste residu - dat is de bovenliggende massa rode klei met vuurstenen - langzaam naar beneden en heeft het de neiging om de pijpen of holtes op te vullen. Maar het bovenste deel van de rode klei blijft, waarschijnlijk geholpen door de wortels van planten, langer bij elkaar dan de onderste delen en vormt zo een dak, dat vroeg of laat naar beneden valt, zoals in de vijf bovengenoemde gevallen. De neerwaartse beweging van de klei kan worden vergeleken met die van een gletsjer, maar is onvergelijkbaar langzamer; en deze beweging verklaart een merkwaardig feit, namelijk dat de veel langwerpige vuurstenen die bijna horizontaal in het krijt zijn ingebed, vaak bijna of helemaal rechtop in de rode klei worden aangetroffen. Dit komt zo vaak voor dat de werklui me verzekerden dat dit hun natuurlijke positie was. Ik heb er ruwweg een opgemeten die verticaal stond, en hij was even lang en even dik als een van mijn armen. Deze langwerpige vuurstenen moeten in hun rechtopstaande positie worden geplaatst, volgens hetzelfde principe als een boomstam die op een gletsjer wordt achtergelaten een positie aanneemt die parallel loopt aan de bewegingslijn. De vuurstenen in de klei, die bijna de helft van de massa vormen, zijn heel vaak gebroken, maar niet gerold of geschuurd; en dit kan worden verklaard door hun onderlinge druk, terwijl de hele massa wegzakt. Ik kan hieraan toevoegen dat het krijt hier oorspronkelijk gedeeltelijk bedekt lijkt te zijn geweest met een dun bed van fijn zand met enkele perfect afgeronde vuurstenen kiezels, waarschijnlijk van tertiaire ouderdom; want dergelijk zand vult vaak gedeeltelijk de diepere putten of holtes in het krijt. *Einde noot*

[151] Tijdens het oplossen van het krijt is de onoplosbare materie, waaronder een groot aantal afgerolde vuurstenen van alle groottes, aan de oppervlakte achtergebleven en vormt een bed van stijve rode klei, vol met vuurstenen en over het algemeen 6 tot 14 voet dik. [152] Over de rode klei ligt, overal waar het land lang grasland is geweest, een laag van een paar inches dik, van donkergekleurde plantaardige grond. Een hoeveelheid gebroken krijt werd op 20 december 1842 uitgespreid over een deel van een veld vlakbij mijn huis, dat zeker al 30 jaar, waarschijnlijk twee of drie keer zoveel jaar, als weiland had gediend. Het krijt werd op het land gelegd om op een later tijdstip te kunnen zien tot welke diepte het begraven zou raken. Eind november 1871, dat wil zeggen na een interval van 29 jaar, werd een sleuf gegraven over dit deel van het veld; en een lijn van witte knobbeltjes kon worden getraceerd aan beide zijden van de sleuf, op een diepte van 7 inch vanaf het oppervlak. De grond (de grasmat niet meegerekend) was hier dus opgeworpen met een gemiddelde snelheid van .22 inches per jaar. [153] Onder de lijn van krijt knobbeltjes was er op sommige plaatsen nauwelijks fijne aarde vrij van vuurstenen, terwijl er op andere plaatsen een laag was van $2\frac{1}{4}$ inches dikte. In dit laatste geval was de schimmel in totaal $9\frac{1}{4}$ duim dik; en op één zo'n plek werden op deze diepte een krijtknobbel en een glad vuurstenen steentje gevonden, die beide op een eerder tijdstip aan de oppervlakte moeten zijn achtergelaten. Op 11 tot 12 inches onder het oppervlak strekte de onverstoorde roodachtige klei zich uit, vol met vuurstenen. Het uiterlijk van de bovengenoemde kalkknobbels verbaasde me in eerste instantie erg, omdat ze sterk leken op door water afgesleten

kiezels, terwijl de versgebroken fragmenten hoekig waren. Maar toen ik de knobbeltjes met een lens onderzocht, leken ze niet langer door water versleten, want hun oppervlakken waren door ongelijke corrosie uitgehold en er staken minuscule, scherpe punten uit, gevormd uit gebroken fossiele schelpen. Het was duidelijk dat de hoeken van de oorspronkelijke fragmenten van krijt volledig waren opgelost, door het presenteren van een groot oppervlak aan het koolzuur opgelost in het regenwater en aan dat gegenereerd in grond die plantaardig materiaal bevat, evenals aan de humuszuren.^{Q*-43} [154] De uitstekende hoeken zouden ook, in verhouding tot de andere delen, zijn omarmd door een groter aantal levende wortels; en deze hebben het vermogen om zelfs marmer aan te tasten, zoals Sachs heeft aangetoond. Zo waren in de loop van 29 jaar begraven hoekige stukjes krijt veranderd in goed afgeronde bolletjes.

Een ander deel van ditzelfde veld was bemost en omdat men dacht dat gezeefde kolensintels het grasland zou verbeteren, werd er in 1842 of 1843 een dikke laag over dit deel uitgestrooid en enkele jaren later nog een laag. In 1871 werd hier een sleuf gegraven en veel sintels lagen in een lijn op een diepte van 7 inch onder het oppervlak, met een andere lijn op een diepte van 5½ inch parallel aan de lijn eronder. In een ander deel van dit veld, dat vroeger als een apart veld had bestaan en waarvan men dacht dat het meer dan een eeuw weiland was geweest, werden greppels gegraven om te zien hoe dik de plantaardige grond was. [155] Bij toeval werd de eerste geul gemaakt op een plek waar in een eerdere

43 Q* S. W. Johnson, - How Crops Feed,' 1870, p. 139.

periode, zeker meer dan veertig jaar daarvoor, een groot gat was opgevuld met grove rode klei, vuurstenen, stukjes krijt en grind; en hier was de fijne plantaardige grond slechts $4\frac{1}{8}$ tot $4\frac{3}{8}$ inches dik. Op een andere en onverstoorde plek varieerde de grond sterk in dikte, namelijk van $6\frac{1}{2}$ tot $8\frac{1}{2}$ duim; waaronder op één plek een paar kleine fragmenten baksteen werden gevonden. Uit deze verschillende gevallen blijkt dat gedurende de afgelopen 29 jaar grond aan het oppervlak is opgehoopt met een gemiddelde jaarlijkse snelheid van 0,2 tot 0,22 inch. – ca. 5 mm./jr. – Maar in dit district, wanneer een geploegd veld voor het eerst in gras wordt gelegd, hoopt de grond zich veel langzamer op. De snelheid moet ook veel langzamer worden nadat een bed van grond van enkele inches dik is gevormd; want de wormen leven dan voornamelijk aan de oppervlakte en graven zich dieper in om verse aarde van onderen mee naar boven te nemen, alleen in de winter als het weer erg koud is (in die tijd werden wormen in dit veld gevonden op een diepte van 26 inches – 65 cm. –) en in de zomer als het weer erg droog is.

[156] Een veld, dat aan het zojuist beschrevene grenst, loopt in een gedeelte vrij steil af (namelijk onder een hoek van 10° tot 15°); dit gedeelte werd voor het laatst geploegd in 1841, werd toen geëgd en overgelaten om weiland te worden. Gedurende een aantal jaren was het bedekt met een uiterst schaarse vegetatie en was het zo dik bedekt met kleine en grote vuurstenen (sommige half zo groot als een kinderhoofd) – ca. 7 cm. – dat het veld door mijn zonen altijd "het steen-veld" werd genoemd. Als ze de helling af renden, kletterden de stenen tegen elkaar. Ik herinner me dat ik twijfelde

of ik het zou overleven om deze grotere stenen bedekt te zien met plantaardige grond en zoden. Maar de kleinere stenen verdwenen voordat er vele jaren verstreken waren, net als alle grotere stenen na verloop van tijd; zodat na dertig jaar (1871) een paard over de compacte grasmat van de ene kant van het veld naar de andere kon galopperen en geen enkele steen met zijn hoeven kon raken. Voor iedereen die zich het uiterlijk van het veld in 1842 herinnerde, was de transformatie wonderbaarlijk. Dit was zeker het werk van de wormen, want hoewel er een aantal jaren niet veel wormenhopen werden afgeworpen, werden er maand na maand toch wel een paar en deze namen geleidelijk in aantal toe naarmate de weide beter werd. [157] In het jaar 1871 werd er een geul gegraven op de bovengenoemde helling en de graspieten werden dicht bij de wortels afgesneden, zodat de dikte van de grasmat en van de plantaardige grond nauwkeurig kon worden gemeten. De grasmat was iets minder dan een halve inch dik en de grond, die geen stenen bevatte, was 2½ inches dik. Daaronder lag grove kleiachtige aarde vol met vuurstenen, zoals in de omliggende omgeploegde velden. Deze grove aarde viel gemakkelijk los van de bovenliggende aarde, wanneer een spit werd opgetild. De gemiddelde snelheid van opeenhoping van de grond gedurende de hele dertig jaar was slechts .083 inch per jaar – 2 mm./jr. – (d.w.z. bijna één inch in twaalf jaar); maar de snelheid moet in het begin veel lager zijn geweest en daarna aanzienlijk hoger.

De verandering in het uiterlijk van dit veld, die onder mijn ogen had plaatsgevonden, werd later nog opvallender, toen

ik in Knole Park een dicht bos van hoge beukenbomen onderzocht, waaronder niets groeide. Hier was de grond dik bezaaid met grote kale stenen, en wormhoopjes waren bijna geheel afwezig. [158] Onduidelijke lijnen en onregelmatigheden op de bovenzijde gaven aan dat het land enkele eeuwen geleden gecultiveerd was. Het is waarschijnlijk dat er zo snel een dik bos van jonge beukenbomen ontstond, dat de wormen niet genoeg tijd kregen om de stenen te bedekken met hun uitwerpselen, voordat de plek ongeschikt werd voor hun bestaan. Hoe dan ook, het contrast tussen de staat van het nu misnoemde '*stony field*', dat goed gevuld was met wormen, en de huidige staat van de grond onder de oude beukenbomen in Knole Park, waar wormen afwezig leken te zijn, was opvallend.

Een smal pad dat dwars door een deel van mijn gazon liep, was in 1843 geplaveid met kleine tegels die aan de rand waren gelegd; maar wormen wierpen veel uitwerpselen op en onkruid groeide er dicht tussen. Gedurende een aantal jaren werd het pad gewied en geveegd, maar uiteindelijk kregen het onkruid en de wormen de overhand en de tuinman hield op met vegen en maaide alleen het onkruid weg, net zo vaak als het gazon werd gemaaid. Het pad raakte al snel bijna bedekt en na enkele jaren was er geen spoor meer van te bekennen. [159] Toen in 1877 de dunne laag gras werd verwijderd, werden de kleine tegels allemaal op hun juiste plaats, bedekt aangetroffen met een inch fijne (worm)uitschijding.

Twee recent gepubliceerde verslagen van stoffen die op het oppervlak van weilanden werden uitgestrooid en door de werking van wormen werden begraven, kunnen hier worden

opgemerkt. De Rev. H. C. Key liet een greppel graven in een veld, waarover, naar men dacht, achttien jaar eerder kolenas – sintels – was gestrooid; en op de loodrecht afgesneden zijden van de greppel, op een diepte van ten minste zeven inches, was over een lengte van 60 yards

"een duidelijke, zeer gelijkmatige, smalle lijn sintels te zien, vermengd met kleine kolen, volkomen evenwijdig met de bovenkant." Q*-44

Dit evenwijdige en de lengte van de doorsnede geeft belang aan de zaak. Ten tweede verklaart Mr. Dancer^{Q#-45} dat geplette beenderen dikwijls over een veld waren uitgestrooid; en

"enkele jaren later werden deze gevonden verscheidene inches onder het oppervlak, op een uniforme diepte."

[160] Wormen schijnen in Nieuw-Zeeland op dezelfde manier te werken als in Europa; want Professor J. von Haast heeft ^{Q*-46} een sectie bij de kust beschreven, bestaande uit *mica-schist*,

"bedekt met 5 of 6 voet löss, waarboven zich ongeveer 12 inches plantaardige grond hadden opgehoopt."

Tussen de löss en de schimmel bevond zich een laag van 3 tot 6 inches dik, bestaande uit

"kernen, werktuigen, schilfers en spaanders, allemaal gemaakt van hard basaltisch gesteente."

44 Q* 'Nature', november 1877, p. 28.

45 Q# 'Proc. Phil. Soc.' van Manchester, 1877, p. 247.

46 Q* 'Trans. of the New Zealand Institute,' vol. xii., 1880, p. 152.

Het is daarom waarschijnlijk dat de aboriginals deze voorwerpen op een bepaald moment aan de oppervlakte hadden achtergelaten en dat ze daarna langzaam waren bedekt door de wormen.

Boeren in Engeland weten maar al te goed dat allerlei voorwerpen die op het oppervlak van weilanden worden achtergelaten na verloop van tijd verdwijnen, of, zoals ze zeggen, zichzelf naar beneden werken. Hoe kalkpoeder, sintels en zware stenen door de matte wortels van een met gras begroeide oppervlakte naar beneden kunnen werken, is een vraag die waarschijnlijk nooit bij hen is opgekomen.^{Q#-47}

[161] *Het zinken van grote stenen door de werking van wormen.* - Wanneer een steen van groot formaat en met een onregelmatige vorm op het oppervlak van de grond wordt achtergelaten, rust hij, natuurlijk, op de meer uitstekende delen; maar wormen vullen al snel met hun uitwerpselen alle holle ruimten aan de onderkant op; want, zoals Hensen opmerkt, ze houden van de beschutting van stenen. Zodra de holtes

47 Q# Mr. Lindsay Carnagie merkt in een brief (juni 1838) aan Sir C. Lyell op dat Schotse boeren bang zijn om kalk op geploegd land te leggen tot vlak voordat het voor weidegrond wordt neergelegd, omdat ze geloven dat het de neiging heeft om te zinken. Hij voegt eraan toe: "Enkele jaren geleden heb ik in de herfst kalk op een haverstoppel gelegd en het omgeploegd; op die manier kwam het onmiddellijk in contact met het dode plantaardige materiaal en werd de grondige vermenging ervan verzekerd door middel van alle daaropvolgende bewerkingen van braakland. Als gevolg van het bovenstaande vooroordeel werd ik beschouwd als een grote fout; maar het resultaat was zeer succesvol en de praktijk werd gedeeltelijk gevolgd. Door middel van de observaties van de heer Darwin, denk ik dat het vooroordeel zal worden weggenomen."

zijn opgevuld, werpen de wormen de aarde die ze hebben ingeslikt buiten de omtrek van de stenen uit; en zo wordt het oppervlak van de grond rondom de steen verhoogd. Omdat de hollen die direct onder de steen zijn uitgegraven na verloop van tijd instorten, zakt de steen een beetje.

[162] Zo komt het dat keien die in een ver verleden van een rotsachtige berg of klif naar beneden zijn gerold op een weiland aan de voet ervan, altijd enigszins verankerd zijn in de grond; en, wanneer ze worden verwijderd, een exacte afdruk van hun lagere oppervlakken achterlaten in de onderliggende fijne grond. Als een kei echter zulke grote afmetingen heeft dat de aarde eronder droog blijft, zal deze aarde niet bewoond worden door wormen en zal de kei niet in de ondergrond wegzakken.

Een kalkoven stond vroeger in een grasveld bij Leith Hill Place in Surrey en werd 35 jaar voor mijn bezoek afgebroken; al het losse afval was weggehaald, behalve drie grote stenen van kwartsose zandsteen, waarvan men dacht dat ze later van enig nut zouden kunnen zijn. Een oude arbeider herinnerde zich dat ze waren achtergelaten op een kaal oppervlak van gebroken bakstenen en mortel, dicht bij de funderingen van de oven; maar het hele omringende oppervlak is nu bedekt met turf en (teel)aarde. De twee grootste van deze stenen zijn sindsdien nooit meer verplaatst; dit kon ook niet gemakkelijk gedaan worden, want toen ik ze liet weghalen, was dit het werk van twee mannen met hefbomen.

[163] Een van deze stenen, en niet de grootste, was 64 duim lang, 17 duim breed, en 9 tot 10 duim dik. – 160 x 43 cm. En ca. 25 cm dik – De onderkant was in het midden enigszins uitpuilend;

en dit deel rustte nog steeds op gebroken bakstenen en mortel, waaruit de waarheid van het verhaal van de oude werkmán blijkt. Onder het baksteenafval werd de natuurlijke zandgrond gevonden, vol met fragmenten zandsteen; en deze kon weinig of geen weerstand bieden aan het gewicht van de steen, zoals te verwachten was geweest als de ondergrond klei was geweest. Het oppervlak van het veld, over een afstand van ongeveer 9 inches rond de steen, liep geleidelijk omhoog naar de steen, en dicht bij de steen stond het op de meeste plaatsen ongeveer 4 inches boven de omringende grond. De basis van de steen lag 1 tot 2 inches onder het algemene niveau en het bovenste oppervlak stak ongeveer 8 inches boven dit niveau uit, of ongeveer 4 inches boven de schuine grasrand. Na het verwijderen van de steen werd het duidelijk dat een van de puntige uiteinden eerst enkele centimeters boven de grond moet hebben gestaan, maar het bovenste oppervlak lag nu op gelijke hoogte met de omringende grasmat. [164] Toen de steen werd verwijderd, bleef er een exacte afgietsel over van de onderkant, die een ondiepe kratervormige holte vormde, waarvan het binnenoppervlak bestond uit fijne zwarte grond, behalve waar de meer uitstekende delen op het baksteenpuin rustten. Een dwarsdoorsnede van deze steen, samen met zijn bedding, getekend op basis van metingen nadat hij was verplaatst, wordt hier gegeven op een schaal van $\frac{1}{2}$ inch tot een voet (Fig. 6). De met gras bedekte rand die omhoog liep naar de steen, bestond uit fijne plantaardige tuinaarde, in één deel 7 inch dik. Dit bestond duidelijk uit wormstekige resten, waarvan er verschillende onlangs waren uitgeworpen.

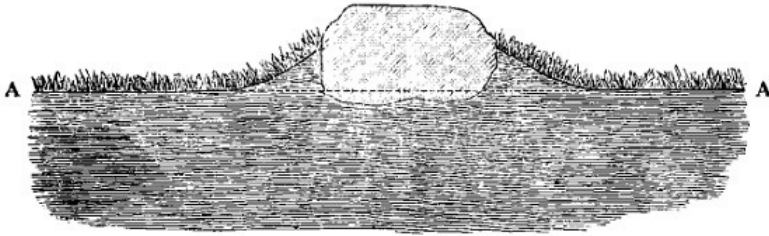


Fig. 6.

Fig. 6. Dwarsdoorsnede van een grote steen die 35 jaar op een grasveld had gelegen. A A, algemeen niveau van het veld. Het onderliggende baksteenpuin is niet weergegeven. Schaal: voet steen is 43 cm.

De hele steen was in de vijfendertig jaar, voor zover ik kon beoordelen, ongeveer $1\frac{1}{2}$ inch gezakt; en dit moet te wijten zijn geweest aan het baksteenafval eronder, omdat de meer uitstekende delen ondermijnd waren door wormen. [165] In dit tempo zou de bovenkant van de steen, als hij ongemoeid was gelaten, in 247 jaar zijn gezakt tot het algemene niveau van het veld; maar voordat dit had kunnen gebeuren, zou er door zware regenval wat aarde zijn weggespoeld van de aarde op de verhoogde grasrand over de bovenkant van de steen.

De tweede steen was groter dan de zojuist beschreven steen, namelijk 67 duim lang, 39 duim breed en 15 duim dik. De onderkant was bijna vlak, zodat de wormen al snel gedwongen waren om hun wormhoopjes buiten de omtrek uit te werpen. De steen als geheel was ongeveer 5 inch in de grond gezonken. In dit tempo zou het 262 jaar hebben geduurd voordat de bovenkant tot het algemene niveau van het veld was gezakt. De opwaarts aflopende, met gras bedekte

rand rond de steen was breder dan in het laatste geval, namelijk van 14 tot 16 inch; en waarom dit zo zou zijn, kon ik niet zien. Op de meeste plaatsen was deze rand niet zo hoog als in het laatste geval, namelijk van 2 tot 2½ duim, maar op één plaats was hij wel 5½. De gemiddelde hoogte dicht bij de steen was waarschijnlijk ongeveer 3 inches, en het dunde uit tot niets. Als dat zo is, dan moet er in de loop van 35 jaar een laag fijne aarde, 15 inch in breedte en 1½ inch in gemiddelde dikte, van voldoende lengte om de hele langwerpige plaat te omringen, door de wormen voor het grootste deel van onder de steen naar boven zijn gebracht. Deze hoeveelheid zou ruimschoots voldoende zijn om te verklaren waarom de steen ongeveer 5 inch in de grond is gezonken; vooral als we in gedachten houden dat een groot deel van de fijnste aarde door hevige regen zou zijn weggespoeld van de *uitwerpselen* die op de schuine rand naar het niveau van het veld werden uitgeworpen. Sommige verse wormhoopjes werden dicht bij de steen gezien. Niettemin werden bij het graven van een groot gat tot een diepte van 18 inch waar de steen had gelegen, slechts twee wormen en een paar holen gezien, hoewel de grond vochtig was en gunstig leek voor wormen. Er waren enkele grote kolonies mieren onder de steen, en mogelijk waren de wormen sinds hun vestiging in aantal afgenomen. [167] De derde steen was maar half zo groot als de andere en twee sterke jongens hadden hem samen kunnen omrollen. Ik twijfel er niet aan dat hij recent was omgerold, want hij lag nu op enige afstand van de twee andere stenen aan de voet van een kleine aangrenzende helling. Hij rustte ook op fijne aarde, in plaats van gedeeltelijk op baksteenpuin. In overeenstemming met deze conclusie

was de verhoogde omringende rand van gras slechts 1 duim hoog in sommige delen, en 2 duim in andere delen. Er waren geen mierenkolonies onder deze steen en bij het graven van een gat waar de steen had gelegen, werden verschillende holen en wormen gevonden.

Bij Stonehenge liggen sommige van de buitenste Druïdische stenen nu op de grond, omdat ze op een ver, maar onbekend tijdstip gevallen zijn. Ze zijn omgeven door glooiende graszoden, waarop recente wormhoopjes te zien waren. Dichtbij een van deze gevallen stenen, die 17 feet. lang, 6 feet. breed en 28½ inches dik was, werd een gat gegraven; en hier was de plantaardige aarde minstens 9½ inches dik. Op deze diepte werd een vuursteen gevonden, en iets hoger aan een kant van het gat een fragment glas. [168] De basis van de steen lag ongeveer 9½ inches onder het niveau van de omringende grond, en de bovenkant 19 inches boven de grond.

Er werd ook een gat gegraven in de buurt van een tweede enorme steen, die bij het vallen in twee stukken was gebroken; en dit moet lang geleden zijn gebeurd, te oordelen naar het verweerde aspect van de gebroken uiteinden. De basis was begraven tot een diepte van 10 inch, zoals werd vastgesteld door een ijzeren spies horizontaal in de grond eronder te steken. De plantaardige schimmel die de met gras bedekte schuine rand rond de steen vormt, waarop veel wormenpoep onlangs waren uitgeworpen, was 10 inches dik; en het grootste deel van deze schimmel moet door wormen van onder de basis naar boven zijn gebracht. Op een afstand van 8 yards van de steen was de aarde slechts 5½ inches dik (met een stuk tabakspijp op een diepte van 4 inches), en deze

rustte op gebroken vuursteen en krijt dat niet gemakkelijk had kunnen bezwijken onder de druk of het gewicht van de steen.

[169] Een rechte staaf werd horizontaal bevestigd (met behulp van een waterpas) over een derde gevallen steen, die 7 voet 9 duim lang was; en de contour van de uitstekende delen en van de aangrenzende grond, die niet helemaal vlak was, werd zo vastgesteld, zoals te zien is in het bijgaande diagram (Afb. 7) op een schaal van $\frac{1}{2}$ duim tot een voet.

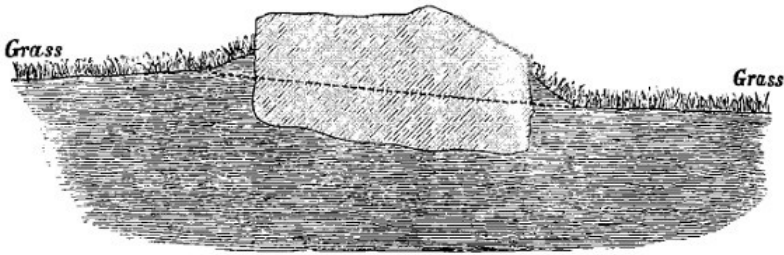


Fig. 7.

Fig. 7. Doorsnede van een van de gevallen Druïdische stenen bij Stonehenge, die laat zien hoe diep hij in de grond was weggezakt. Schaal $\frac{1}{2}$ inch tot 1 voet. (1:25)

De met gras bedekte rand liep aan de ene kant schuin omhoog naar de steen tot een hoogte van 4 inch, en aan de andere kant tot slechts $2\frac{1}{2}$ inch boven het algemene niveau. Er werd een gat gegraven aan de oostkant, en de basis van de steen bleek hier te liggen op een diepte van 4 inches onder het algemene niveau van de grond, en van 8 inches onder de bovenkant van de schuine met gras bedekte rand.

[170] Er is nu voldoende bewijs geleverd dat kleine voor-

werpen die op het oppervlak van het land worden achtergelaten waar wormen in overvloed voorkomen, snel begraven raken en dat grote stenen op dezelfde manier langzaam naar beneden zinken. Elke stap van het proces kon gevolgd worden, van het per ongeluk afzetten van een enkele wormenhoopje op een klein voorwerp dat los op het oppervlak lag, tot het verstrikt raken tussen de matten van de wortels van de graszoden, en tenslotte tot het ingebed raken in de open ruimtes op verschillende diepten onder het oppervlak. Toen hetzelfde veld na een paar jaar opnieuw werd onderzocht, werden zulke voorwerpen op grotere diepte gevonden dan voorheen. De rechtheid en regelmatigheid van de lijnen die door de ingebedde voorwerpen worden gevormd en hun evenwijdigheid met het oppervlak van het land zijn de meest opvallende kenmerken van deze zaak; want dit evenwijdigheid laat zien hoe gelijkmatig de wormen moeten hebben gewerkt; het resultaat is echter gedeeltelijk het effect van het wegspoelen van de verse wormenpoep door regen. Het soortelijk gewicht van de voorwerpen heeft geen invloed op de snelheid waarmee ze zinken, zoals te zien is aan de poreuze sintels, de verbrande mergel, het krijt en de kwartsstenen, die allemaal binnen dezelfde tijd naar dezelfde diepte zijn gezonken. [171] Gezien de aard van de ondergrond, die bij Leith Hill Place bestond uit zandgrond met veel stukjes rots, en bij Stonehenge uit krijt-steen met gebroken vuurstenen; gezien ook de aanwezigheid van de met gras bedekte schuine rand van schimmel rond de grote brokstukken steen op deze beide plaatsen, lijkt het zinken niet merkbaar te zijn bevorderd door hun gewicht, hoewel dit

aanzienlijk was.^{Q*-48}

Over het aantal wormen dat in een bepaalde gebied leeft -
We zullen nu ten eerste laten zien hoeveel wormen er onge-
zien onder onze voeten leven en ten tweede het gewicht van
de aarde dat zij in een bepaalde ruimte en binnen een be-
paalde tijd naar de oppervlakte brengen. Hensen, die zo'n
volledige en interessante beschrijving van de gewoonten
van wormen^{Q#-49} heeft gepubliceerd, berekent, op basis van
het aantal dat hij in een gemeten ruimte vond, dat er
133.000 levende wormen in een hectare land moeten zitten,
of 53.767 in een acre. [172] Dit laatste aantal wormen zou
356 pounds wegen – 150 kg./Hectare – , uitgaande van Hensen's
maatstaf voor het gewicht van één worm, namelijk één
gram. Er moet echter worden opgemerkt dat deze bereke-
ning is gebaseerd op de aantallen die in een tuin worden ge-
vonden en Hensen gelooft dat wormen hier twee keer zo tal-
rijk zijn als in korenvelden. – corn-fields – Het bovenstaande
resultaat, hoe verbazingwekkend ook, lijkt me geloofwaar-
dig, afgaande op het aantal wormen dat ik soms heb gezien
en het aantal dat dagelijks door vogels wordt vernietigd – de-
stroyed – zonder dat de soort wordt uitgeroeid. Enkele vaten

48 Q* De heer R. Mallet merkt op ('Quarterly Journal of Geolog. Soc. vol.
xxxiii., 1877, p. 745) dat "de mate waarin de grond onder de funderingen
van zware architectonische bouwwerken, zoals kathedraaltorens, is sa-
mengedrukt, even opmerkelijk als leerzaam en merkwaardig is. De mate
van indrukking kan in sommige gevallen met *voeten* worden gemeten."
Hij noemt de Toren van Pisa, maar voegt eraan toe dat die op "dichte
klei" was gebouwd.

49 Q# 'Zeitschrift für wissensch. Zoolog. Bd. xxviii., 1877, p. 354

met slecht bier werden op het land van Mr. Miller achtergelaten, ^{Q*-50} in de hoop er azijn van te maken, maar de azijn bleek slecht te zijn en de vaten werden omgekieperd. Het moet worden vooropgesteld dat azijnzuur zo dodelijk gif is voor wormen dat Perrier ontdekte dat een glazen staaf die in dit zuur werd gedompeld en vervolgens in een aanzienlijke hoeveelheid water waarin wormen waren ondergedompeld, hen steevast snel doodde.

[173] Op de ochtend nadat de vaten werden leeg gekieperd,

"waren de aantallen wormen die dood op de grond lagen zo verbazingwekkend, dat als Mr. Miller ze niet had gezien, hij het niet voor mogelijk had gehouden dat er zulke aantallen in dat gebied hadden geleefd."

Als verder bewijs voor het grote aantal wormen dat in de grond leeft, zegt Hensen dat hij in een tuin vienzestig open holen vond op een oppervlakte van $14\frac{1}{2}$ *vierkante feet*, dat wil zeggen negen op 2 *vierkante feet*. Maar de holen zijn soms veel talrijker, want bij het graven in een grasveld bij Maer Hall vond ik een koek van droge aarde, zo groot als mijn twee open handen, waar zeven holen in zaten, zo groot als ganzenveren.

Gewicht van de aarde die wordt uitgestoten uit een enkel hol en uit alle hollen binnen een bepaalde gebied. – Met betrekking tot het gewicht van de aarde die dagelijks door wormen wordt uitgeworpen, ontdekte Hensen dat dit, in het

50 Q* Zie Mil . Dancer in ' Proc. Phil. Soc. of Manchester,' 1877, p. 248.

geval van enkele wormen die hij in afzondering hield en die hij met bladeren schijnt te hebben gevoed, slechts 0,5 *gram* bedroeg, of minder dan 8 grains per dag. Maar een veel grotere hoeveelheid moet worden uitgeworpen door wormen in hun natuurlijke staat, op de momenten dat ze aarde consumeren als voedsel in plaats van bladeren, en wanneer ze diepe hollen maken. [174] Dit wordt bijna zeker gemaakt door de volgende gewichten van de uitwerpselen die werden opgeworpen bij de monden van enkele hollen; het geheel bleek binnen korte tijd te zijn uitgeworpen, wat in verschillende gevallen zeker het geval was. De *uitwerpselen* werden gedroogd (behalve in één specifiek geval) door ze dagenlang bloot te stellen aan de zon of voor een heet vuur.

GEWICHT VAN DE WORMENHOOPJES VLAK BIJ DE INGANG VAN EEN ENKEL HOL.

	(1 ounces = 28 gram)	Ounces
(1.)	Down, Kent (ondergrond rode klei, vol vuurstenen, boven het krijt). De meeste <i>wormenpoep</i> die ik kon vinden op de flanken van een steile vallei, de ondergrond was hier ondiep. In dit ene geval was de afgietsel niet goed gedroogd	3,98
(2.)	Beneden - De grootste hoeveelheid wormenpoep die ik kon vinden (voornamelijk bestaande uit kalk), op zeer arme weidegrond onderaan de vallei genoemd onder (1.)	3.87
(3.)	Beneden. - Een grote hoeveelheid wormenpoep, maar niet van ongewone grootte, van een bijna vlak veld, arm grasland, ongeveer 35 jaar eerder in gras gelegd	1.22

(4.)	Neer. - Gemiddeld gewicht van 11 niet grote hoopjes die op een hellend vlak op mijn gazon werden uitgeworpen, nadat ze wat gewicht hadden verloren doordat ze geruime tijd aan regen waren blootgesteld	0.7
(5.)	In de buurt van Nice in Frankrijk - Gemiddeld gewicht van 12 hoopjes wormenpoep van normale afmetingen, verzameld door Dr. King op een terrein dat lange tijd niet gemaaid was en waar wormen in overvloed voorkwamen, d.w.z. een gazon beschermd door struiken, vlakbij de zee; bodem zanderig en kalkhoudend; deze castings waren enige tijd blootgesteld aan regen, voordat ze verzameld werden, en moeten enig gewicht verloren hebben door desintegratie, maar ze behielden nog steeds hun vorm	1.37
(6.)	De zwaarste van de bovenstaande twaalf hoopjes wormenpoep	1.76
(7.)	Lower Bengal.- Gemiddeld gewicht van 22 hp-pjes wormenpoep, verzameld door Mr. J. Scott, en volgens hem in de loop van een of twee nachten opgeworpen	1.24
(8.)	De zwaarste van de bovengenoemde 22 wormenpoep hoopjes	2,09
(9.)	Nilgiri Mountains, Zuid-India; gemiddeld gewicht van de 5 grote wormenpoep hoopjes verzameld door Dr. King. Ze waren blootgesteld aan de regen van de laatste moesson en moeten wat gewicht verloren hebben	3.15
(10.)	De zwaarste van de bovenstaande 5 hoopjes wormenpoep (122 gram ??)	4.34

[175] In deze tabel zien we dat hoopjes die aan de ingang van hetzelfde hol waren uitgeworpen, en die er in de meeste gevallen vers uitzagen en altijd hun wormvorm behielden, na het drogen meestal meer dan een ounce – 28 gram^{Q-51} – wogen, en soms bijna een kwart pound. – 100 gram – Op de Nilgiri bergen overtrof één worp zelfs dit laatste gewicht. De grootste wormen in Engeland werden gevonden op extreem arm grasland en deze zijn, voor zover ik heb gezien, over het algemeen groter dan die op land met een rijke vegetatie. Het lijkt erop dat wormen op arm land een grotere hoeveelheid aarde moeten inslikken dan op rijk land, om voldoende voedingsstoffen binnen te krijgen.

[176] Met betrekking tot de torenachtige wormhopen in de buurt van Nice (nrs. 5 en 6 in de bovenstaande tabel), vond Dr. King er vaak vijf of zes op een *vierkante voet* oppervlak; en deze, te oordelen naar hun gemiddelde gewicht, zouden samen $7\frac{1}{2}$ ounce – 210 gram – hebben gewogen; zodat het gewicht van die op een *vierkante yard* 4 lb. – 1,8 kg. – Dr. King verzamelde, tegen het einde van het jaar 1872, alle wormenpoep die nog steeds hun wormvorm hadden behouden, al dan niet afgebroken, van een vierkante voet, op een plaats waar het wemelde van wormen, op de top van een oever, waar geen wormenpoep van boven naar beneden konden rollen. Deze uitwerpselen moeten, zoals hij aan de hand van hun uiterlijk in verband met de regenachtige en droge perioden in de buurt van Nice beoordeelde, binnen de voorafgaande vijf of zes maanden zijn uitgeworpen; ze wogen $9\frac{1}{2}$ oz., – 266 gram – of 5 lb. $5\frac{1}{2}$ oz. per vierkante yard – 2,8 Kg. m² – .

51 Q Opmerking: Eén suikerklontje weegt 4 gram..

Na een interval van vier maanden verzamelde Dr. King alle wormenpoep die vervolgens op dezelfde vierkante yard oppervlak werden uitgeworpen en ze wogen $2\frac{1}{2}$ oz., ofwel 1 lb. $6\frac{1}{2}$ oz. per vierkante yard. – 0,81 Kg. / m² – Dus binnen ongeveer tien maanden, of we zullen voor de zekerheid zeggen binnen een jaar, werd er 12 oz. wormenpoep opgeworpen op deze ene vierkante voet, of 6,75 *pounds* op de *vierkante yard*; en dit zou 14,58 *tons per acre* geven. – 32,7 Ton/Hectare.

[177] In een veld op de bodem van een vallei in het krijt (zie nr. 2 in de voorgaande tabel), werd een vierkante yard gemeten op een plek waar zeer veel wormenpoephoopjes voorkwamen; ze kwamen echter bijna even talrijk voor op een paar andere plaatsen. Deze hoopjes, die hun wormvorm perfect hadden behouden, werden verzameld en wogen, gedeeltelijk gedroogd, 1 *pounds* $13\frac{1}{2}$ oz. – 0,99 Kg./m² – Dit veld was tweeënvijftig dagen eerder gerold met een zware landbouwwals en dit zou zeker elke wormenpoephoop op het land hebben platgewalst. Het weer was twee of drie weken voor de dag van het verzamelen erg droog geweest, zodat geen enkel hoopje wormenpoep er vers uitzag of recent was uitgeworpen. We mogen daarom aannemen dat de gewogen uitwerpselen waren uitgeworpen binnen, laten we zeggen, vijfenveertig dagen na het rollen van het veld, dat wil zeggen, één week korter dan de hele tussenliggende periode. Ik had hetzelfde deel van het veld onderzocht kort voordat het werd gewalst en toen zat het er vol met verse wormpoephoopjes. Wormen werken niet bij droog weer in de zomer, of in de winter bij strenge vorst. Als we aannemen dat ze maar de helft van het jaar werken - hoewel dit een te lage

schatting is - dan zouden de wormen in dit veld gedurende het jaar 83,87 pound per *vierkante yard* uitwerpen; of 18,12 *tons per acre*, – 40.8 Ton/Hectare – ervan uitgaande dat het hele oppervlak even productief is wat betreft uitwerpselen.

In de voorgaande gevallen moesten sommige noodzakelijke gegevens geschat worden, maar in de volgende twee gevallen zijn de resultaten veel betrouwbaarder. Een dame, op wier nauwkeurigheid ik blindelings kan vertrouwen, bood aan om gedurende een jaar alle wormenhoopjes te verzamelen die op twee afzonderlijke vierkante erven werden opgeworpen, in de buurt van Leith Hill Place, in Surrey. De verzamelde hoeveelheid was echter iets minder dan de hoeveelheid die oorspronkelijk door de wormen werd uitgeworpen; want, zoals ik herhaaldelijk heb opgemerkt, wordt een groot deel van de fijnste aarde weggespoeld wanneer de uitwerpselen worden opgeworpen tijdens of kort voor hevige regenval. Kleine delen hechtten zich ook aan de omringende graspieten en het kostte te veel tijd om ze allemaal los te maken. Op zanderige grond, zoals in dit geval, verkrumelen de wormhoopjes na droog weer en zo gingen er vaak hoopjes verloren. [179] De vrouw ging ook af en toe voor een week of twee van huis weg, en op zulke momenten moeten de hoopjes nog meer verlies hebben geleden door blootstelling aan het weer. Deze verliezen werden echter tot op zekere hoogte gecompenseerd doordat er op een van de velden vier dagen lang verzameld werd, en op het andere veld twee dagen langer dan het jaar.

Er werd een plek uitgekozen (9 oktober 1870) op een breed, met gras bedekt terras, dat jarenlang was gemaaid en ge-

harkt. Het keek uit op het zuiden, maar lag een deel van de dag in de schaduw van bomen. Het was minstens een eeuw geleden gevormd door een grote opeenhoping van kleine en grote stukken zandsteen, samen met wat zanderige aarde die vlak was neergestreken. Waarschijnlijk was het eerst beschermd door het te bedekken met graszoden. Dit terras was, te oordelen naar het aantal wormen erop, nogal ongunstig voor het bestaan van wormen, in vergelijking met de aangrenzende velden en een hoger gelegen terras. [180] Het was inderdaad verbazingwekkend dat hier zoveel wormen konden leven als er werden gezien; want bij het graven van een gat in dit terras was de zwarte vruchtbare tuinaarde samen met de graszoden slechts vier *inches* dik, waaronder het vlakke oppervlak van lichtgekleurde zandgrond lag, met veel fragmenten zandsteen. Voordat er wormenpoephoopjes werden verzameld, werden alle bestaande wormenpoep zorgvuldig verwijderd. De laatste dag van de verzameling was op 14 oktober 1871. De wormenpoepresten werden toen goed gedroogd voor een vuur en ze wogen precies 3½ *pounds*. Dit geeft voor een acre van vergelijkbaar land 7,56 *tons* droge aarde – **16.9 Ton/Hectare** – die jaarlijks door wormen wordt uitgeworpen.

Het tweede vierkant was gemarkeerd op niet-afgesloten gemeenschappelijke grond, op een hoogte van ongeveer 700 feet boven de zee, op enige afstand van Leith Hill Tower. Het oppervlak was bedekt met korte, fijne graszoden en was nog nooit door mensenhanden verstoord. De uitgekozen plek bleek noch bijzonder gunstig, noch het tegenovergestelde voor wormen; maar ik heb vaak gemerkt dat wormen

vooral overvloedig voorkomen op gemeenschappelijke grond, en dit kan, misschien, worden toegeschreven aan de schraalheid van de grond. De vruchtbare grond was hier tussen drie en vier inches dik. [181] Omdat deze plek op enige afstand lag van het huis waar mevrouw woonde, werden de wormhoopjes niet met zulke korte tussenpozen verzameld als die op het terras; daardoor moet het verlies van fijne aarde tijdens regenachtig weer in dit geval groter zijn geweest dan in het laatste geval. De wormenpoephoopjes waren bovendien zanderiger en bij het verzamelen tijdens droog weer verkruimelden ze soms tot stof, waardoor veel verloren ging. Daarom is het zeker dat de wormen aanzienlijk meer aarde naar boven brachten dan er verzameld werd. De laatste verzameling werd gedaan op 27 oktober 1871; dat wil zeggen 367 dagen nadat het vierkant was afgebakend en het oppervlak was ontdaan van alle reeds aanwezige wormenpoepjes. De verzamelde wormenpoepjes woog, nadat ze goed gedroogd waren, 7.453 *pounds*; dit zou, voor een acre van hetzelfde soort land, 16,1 *tons* jaarlijks uitgestoten droge aarde opleveren. – **36 Ton/Hectare** –

SAMENVATTING VAN DE VIER VOORGAANDE GEVALLEN.

- (1) Wormenpoep uitgeworpen in de buurt van Nice binnen ongeveer een jaar, verzameld door Pr. King op een *vierkante voet* oppervlak, berekend op een opbrengst van 14,58 *tons* per *acre*. – **32,7 Ton/Hectare**
- (2) Uitwerpselen uitgeworpen gedurende ongeveer 45 dagen op een *vierkante yard*, in een weiland van arm grasland

aan de voet van een grote vallei in het Krijt, berekend op een jaarlijkse opbrengst per *acre* van 18,12 *tons*. – 40,8 Ton/Hectare

- (3) Uitwerpselen verzameld van een *vierkante yard* op een oud terras in Leith Hill Place, gedurende 369 dagen, berekend op een jaarlijkse opbrengst per *acre* van 7,56 *tons*. – 16,9 – 40,8 Ton/Hectare
- (4) Gietresten verzameld van een *vierkante yard* op Leith Hill Common gedurende 367 dagen, berekend op een jaarlijkse opbrengst per *acre* van 16,1 *tons*. – 36,0 Ton/Hectare

[182] De dikte van de aardelaag, die gedurende een jaar uitgeworpen wormen zouden vormen als ze gelijkmatig over een vierkante yard waren uitgespreid. – Aangezien we uit de laatste twee gevallen in het bovenstaande overzicht het gewicht weten van de gedroogde wormenpoep die gedurende een jaar op een vierkante yard zijn uitgeworpen, wilde ik weten hoe dik de laag gewone wormenpoep zou zijn als ze gelijkmatig over een vierkante yard was uitgespreid. De droge wormenuit werpselen werden daarom gebroken in kleine deeltjes, en terwijl ze in een maat werden geplaatst, werden ze goed geschud en ingedrukt. Op het terras werd 124,77 *kubieke inches* verzameld; als deze hoeveelheid over een vierkante yard werd uitgespreid, zou een laag van 0,09612 inch dik ontstaan – 2,3 mm. Die verzameld op de Common bedroeg 197,56 *kubieke inches*, en zou een soortgelijke laag .1524 inch in dikte. – 3,8 mm

[183] Deze diktes moeten echter gecorrigeerd worden, want de gebroken wormen uitwerpselen, na goed geschud en geperst te zijn, maakten lang niet zo'n compacte massa als

vruchtbare aarde, hoewel elk afzonderlijk deeltje zeer compact was. Toch is aarde verre van compact, zoals blijkt uit het aantal luchtbelletjes dat opstijgt als het oppervlak wordt overspoeld met water. Bovendien zijn er veel fijne wortels in geprikt. Om bij benadering vast te stellen met hoeveel gewone plantaardige aarde in volume zou toenemen door het in kleine deeltjes te verdelen en vervolgens te drogen, werd een dun langwerpig blok van enigszins argillace aarde (met de turfaachtige zoden eraf) gemeten voordat het werd gebroken, goed gedroogd en opnieuw gemeten. Door het drogen kromp het met $\frac{1}{7}$ van zijn oorspronkelijke massa, alleen al afgaande op de metingen aan de buitenkant. Het werd vervolgens getritureerd – verpulverd – en gedeeltelijk tot poeder gereduceerd, op dezelfde manier als de wormenpoep waren behandeld, en het volume was nu (ondanks krimp door het drogen) $\frac{1}{16}$ groter dan dat van het oorspronkelijke blok vochtige schimmel. Daarom zou de hierboven berekende dikte van de laag, gevormd door de wormenuitwerpselen van de Terrace, na bevochtiging en verspreiding over een vierkante yard, moeten worden verminderd met $\frac{1}{16}$ en dit zal de laag verminderen tot .09 van een inch, zodat een laag van .9 inch in dikte zou worden gevormd in de loop van tien jaar. [184] Volgens hetzelfde principe zouden de wormenpoepjes van de Common in de loop van één jaar een laag van .1429 inch dik maken – 3,57 mm – , of in de loop van tien jaar 1,429 inch. – 35,7 mmm. – In ronde getallen kunnen we zeggen dat de dikte in het eerste geval bijna 1 inch zou bedragen, en in het tweede geval bijna $1\frac{1}{2}$ inch in 10 jaar. Om deze resultaten te vergelijken met de resultaten die zijn afgeleid uit de snelheid waarmee kleine voorwerpen die op het

oppervlak van grasvelden zijn achtergebleven, worden begraven (zoals beschreven in het eerste deel van dit hoofdstuk), geven we de volgende samenvatting:- samenvatting van de dikte van de schimmel die zich heeft opgehoopt (zoals beschreven in het eerste deel van dit hoofdstuk).

SAMENVATTING VAN DE DIKTE VAN DE LAAG UITWERPSELEN DIE ZICH HEEFT OPGEHOOPT OVER VOORWERPEN DIE OP HET OPPERVLAKE ZIJN ACHTERGELATEN, IN DE LOOP VAN TIEN JAAR.

De opeenhoping door worm-aarde gedurende $14\frac{3}{4}$ jaar op het oppervlak van een droog, zanderig grasveld bij Maer Hall bedroeg 2,2 inch in 10 jaar. – **50 mm.**

De ophoping gedurende $21\frac{1}{2}$ jaar op een drassig veld bij Maer Hall bedroeg bijna 1,9 inch in 10 jaar. – **47,5 mm.**

De accumulatie gedurende 7 jaar op een zeer moerassig veld bij Maer Hall bedroeg 2,1 inch in 10 jaar. – **52,5 mm.**

De accumulatie gedurende 29 jaar op goed, kleihoudend grasland boven het Krijt bij Down bedroeg 2,2 inch in 10 jaar. – **50 mm.**

De accumulatie gedurende 30 jaar aan de kant van een vallei over het Krijt bij Down, waar de grond argillaceous, zeer arm, en slechts net omgezet in weiland (zodat het was voor sommige jaren ongunstig voor wormen), bedroeg 0,83 inch in 10 jaar. – **20,7 mm.**

[159] In deze gevallen (behalve de laatste) is te zien dat de hoeveelheid aarde die in 10 jaar naar de oppervlakte is ge-

bracht iets groter is dan de hoeveelheid die berekend is op basis van de wormenpoep die daadwerkelijk gewogen zijn. Dit overschot kan gedeeltelijk worden verklaard door het verlies dat de gewogen wormenpoep eerder hadden geleden door regen, door het vastkleven van deeltjes aan de sprietten van het omringende gras en door het afbrokkelen van de wormenpoep als ze droog zijn. We mogen ook geen andere factoren over het hoofd zien die in alle normale gevallen bijdragen aan de hoeveelheid wormenpoep en die niet zouden worden meegerekend in de verzamelde wormenpoep, namelijk de fijne aarde die naar boven wordt gebracht door gravende larven en insecten, vooral door mieren. De aarde die door **mollen** naar boven wordt gebracht, ziet er over het algemeen iets anders uit dan wormenaarde, maar is er na verloop van tijd niet meer van te onderscheiden. In droge landen speelt de wind bovendien een belangrijke rol bij het vervoeren van stof van de ene plek naar de andere, en zelfs in Engeland moet de wind wel bijdragen aan de wormaarde op velden in de buurt van grote wegen. [186] Maar in ons graafschap lijken deze laatste verschillende factoren van ondergeschikt belang te zijn in vergelijking met de werking van wormen.

We hebben geen manier om te bepalen hoeveel gewicht aan aarde een enkele worm van ware grootte in een jaar uitwerpt. Hensen schat dat er 53.767 wormen in een acre land leven, – 133.000 per Hectare ^{*-52}– maar dit is gebaseerd op het aantal dat in tuinen wordt aangetroffen en hij gelooft dat er maar half zoveel in korenvelden leven. Hoeveel er in oude

52 **Opmerking:** artikel uit 2014 noemt in blijven grasland aantallen van 330 /m² is dus 30 keer zo hoog ?????

weilanden leven is onbekend; maar als we aannemen dat de helft van het bovenstaande aantal, of 26.886 wormen, op zulke grond leven, dan moet, uitgaande van het vorige overzicht, 15 *tons* als het gewicht van de wormen die jaarlijks op een acre land worden opgeworpen, elke worm jaarlijks 20 *ounce* – 0,5 kg. – uitwerpen. Een volledige *worp* aan de mond van een enkel hol weegt, zoals we hebben gezien, vaak meer dan een *ounce*; – 28 gram – en het is waarschijnlijk dat wormen in de loop van een jaar meer dan 20 volledige *worpen* uitwerpen. Als ze jaarlijks meer dan 20 *ounce* uitwerpen, kunnen we daaruit afleiden dat de wormen die in een *acre* weiland leven minder dan 26.886 in aantal moeten zijn. [187] Wormen leven voornamelijk in de oppervlakkige schimmel, die meestal 4 of 5 tot 10 en zelfs 12 *inches* dik is – 30 cm. – ; en het is deze schimmel die steeds opnieuw door hun lichaam gaat en naar de oppervlakte wordt gebracht. Maar af en toe graven wormen zich in de ondergrond tot een veel grotere diepte en bij zulke gelegenheden brengen ze aarde van deze grotere diepte naar boven; en dit proces gaat al ontelbare eeuwen door. Daarom zou de oppervlakkige schimmellaag uiteindelijk, hoewel steeds langzamer, een dikte bereiken die gelijk is aan de diepte waarop wormen zich ooit ingraven, als er geen andere tegenwerkende krachten aan het werk waren die een deel van de fijnste aarde die voortdurend door wormen naar de oppervlakte wordt gebracht, naar een lager niveau wegvoeren. Hoe dik plantaardige schimmel ooit wordt, heb ik niet goed kunnen observeren; maar in het volgende hoofdstuk, als we de begraving van oude gebouwen bekijken, zullen enkele feiten hierover worden gegeven. In de laatste twee hoofdstukken zullen we zien dat de

grond feitelijk wordt vergroot, hoewel slechts in kleine mate, door toedoen van wormen; maar hun belangrijkste werk is om de fijnere van de grovere deeltjes te zeven, het geheel te vermengen met plantaardig afval en het te verzadigen met hun darmsappen. [188] Ten slotte zal niemand die de feiten uit dit hoofdstuk in ogenschouw neemt - over het begraven van kleine voorwerpen en het zinken van grote stenen die aan de oppervlakte zijn achtergelaten - over het enorme aantal wormen dat leeft binnen een gemiddelde afstand van de grond - over het gewicht van de uitwerpselen die uit de mond van hetzelfde hol worden uitgeworpen - over het gewicht van alle uitwerpselen die binnen een bekende tijd op een gemeten ruimte worden uitgeworpen - er later aan twifelen, zoals ik geloof, dat wormen een belangrijke rol spelen in de natuur.

HOOFDSTUK – 4

DE ROL "DIE WORMEN HEBBEN GESPEELD ALS DE BEGRAVING VAN OUDE GEBOUWEN.

De opeenhoping van puin op de locaties van grote steden, onafhankelijk van de werking van wormen - De begraving van een Romeinse villa in Abinger - De vloeren en muren die door wormen zijn doorboord - Verzakking van een modern plaveisel - Het begraven plaveisel in Beaulieu Abbey - Romeinse villa's in Chedworth en Brading - De overblijfselen van de Romeinse stad in Silchester - De aard van het puin waarmee de overblijfselen zijn bedekt - Het doorboren van de vloeren en muren met wormen stad Silchester - De aard van het puin waarmee de overblijfselen zijn bedekt - De penetratie van de getegelde vloeren en muren door wormen - De verzakking van de vloeren - Dikte van de schimmel - De oude Romeinse stad Wroxeter - Dikte van de schimmel - Diepte van de funderingen van sommige gebouwen - Conclusie.

ARCHEOLOGEN zijn zich er waarschijnlijk niet van bewust hoeveel ze te danken hebben aan wormen voor het behoud van veel oude voorwerpen. Munten, gouden sieraden, stenen werktuigen, enzovoort, die op het oppervlak van de

grond vallen, worden binnen een paar jaar onfeilbaar begraven door de wormen en blijven zo veilig bewaard, totdat het land op een later tijdstip wordt omgeploegd. [190] Zo werd vele jaren geleden een grasveld omgeploegd aan de noordkant van de Severn, niet ver van Shrewsbury; en er werd een verrassend aantal ijzeren pijlpunten gevonden op de bodem van de groeven, die, zoals Mr. Blakeway, een plaatselijke antiquair, geloofde, overblijfselen waren van de slag bij Shrewsbury in het jaar 1403, en zonder twijfel oorspronkelijk op het slagveld waren achtergelaten. In dit hoofdstuk zal ik laten zien dat niet alleen werktuigen en dergelijke op deze manier bewaard zijn gebleven, maar dat de vloeren en overblijfselen van veel oude gebouwen in Engeland zo effectief begraven zijn, voor een groot deel door de werking van wormen, dat ze in recente tijden alleen door verschillende ongelukken ontdekt zijn. De enorme beddingen van afval, enkele meters dik, die onder veel steden liggen, zoals Rome, Parijs en Londen, waarvan de onderste van grote ouderdom zijn, worden hier niet genoemd, omdat ze op geen enkele manier door wormen zijn aangetast. Als we bedenken hoeveel materiaal er dagelijks een grote stad wordt binnengebracht voor de bouw, brandstof, kleding en voedsel, en dat er in oude tijden, toen de wegen slecht waren en het werk van de aaseter werd verwaarloosd, een relatief kleine hoeveelheid werd meegenomen, kunnen we het eens zijn met Elie de Beaumont, die in een discussie over dit onderwerp zegt: "pour une voiture de matériaux " qui en sort, on y en fait entrer cent."^{Q*53} [191] We mogen ook de gevolgen van branden, het slopen van oude gebouwen en het verplaatsen

53 Q* 'Lecons de Geologie pratique', 1845, p. 142.

van afval naar de dichtstbijzijnde vrije ruimte niet over het hoofd zien. In de herfst van 1876 werd de grond van een oude boerderij in deze plaats tot een diepte van 2 tot 2½ voet afgegraven en de werklui vonden verschillende oude overblijfselen. Dit bracht Mr. T. H. Farrer van Abinger Hall ertoe om een aangrenzend omgeploegd veld te laten doorzoeken. Toen er een sleuf werd gegraven, werd al snel een laag beton ontdekt die nog gedeeltelijk bedekt was met tesserae (kleine rode tegels) en aan twee kanten omgeven was door afgebroken muren. Men gelooft ^{Q#-54} dat deze ruimte deel uitmaakte van het atrium of de ontvangstruimte van een Romeinse villa.

[192] De muren van twee of drie andere kleine kamers werden daarna ontdekt. Veel fragmenten van aardewerk, andere voorwerpen en munten van verschillende Romeinse keizers, daterend van 133 tot 361, en misschien tot 375 na Christus, werden eveneens gevonden. Ook een halve penny van George I., 1715. De aanwezigheid van deze laatste munt lijkt een anomalie, maar hij is ongetwijfeld in de vorige eeuw op de grond gevallen en sindsdien is er voldoende tijd geweest om hem te begraven onder een aanzienlijke diepte van wormengruis. Uit de verschillende data van de Romeinse munten kunnen we afleiden dat het gebouw lang bewoond is geweest. Waarschijnlijk was het 1400 of 1500 jaar geleden vervallen en verlaten.

Ik was aanwezig bij het begin van de opgravingen (20 au-

54 Q# Een kort verslag van deze ontdekking werd gepubliceerd in 'The Times' van 2 januari 1878; en een uitgebreider verslag in 'The Builder,' 5 januari 1878.

gustus 1877) en Mr. Farrer liet twee diepe sleuven graven aan tegenovergestelde uiteinden van het atrium, zodat ik de aard van de grond in de buurt van de overblijfselen kon onderzoeken. Het veld helde van oost naar west onder een hoek van ongeveer 7° ; en een van de twee sleuven, te zien in de bijgaande doorsnede (Fig. 8) bevond zich aan het bovenste of oostelijke uiteinde. Het diagram is op een schaal van -£\$ van een inch tot een inch; maar de geul, die tussen 4 en 5 voet breed was, en in delen meer dan 5 voet diep, is noodzakelijkerwijs buiten alle proporties verkleind.

[194] De fijne mal over de vloer van het atrium varieerde in dikte van 11 tot 16 inches; en aan de kant van de geul in de doorsnede was het iets meer dan 13 inches. Nadat de schimmel was verwijderd, leek de vloer in zijn geheel redelijk vlak; maar hij helde in delen onder een hoek van 1° , en op één plaats dichtbij de buitenkant zelfs $8^\circ 30'$ * De muur die het plaveisel omringde was gebouwd van ruwe stenen, en was 23 duim dik waar de geul werd gegraven. De gebroken top was hier 13 inch, maar in een ander deel 15 inch, onder het oppervlak van het veld, dat door deze dikte van schimmel werd bedekt. Op één plek rees het echter tot minder dan 6 centimeter van het oppervlak. Aan twee kanten van de kamer, waar de verbinding van de betonnen vloer met de begrenzende muren zorgvuldig kon worden onderzocht, was er geen scheur of scheiding. Achteraf bleek dat deze sleuf was gegraven in een aangrenzende kamer (1.80 m bij 1.80 m), waarvan het bestaan niet eens werd vermoed toen ik er was.

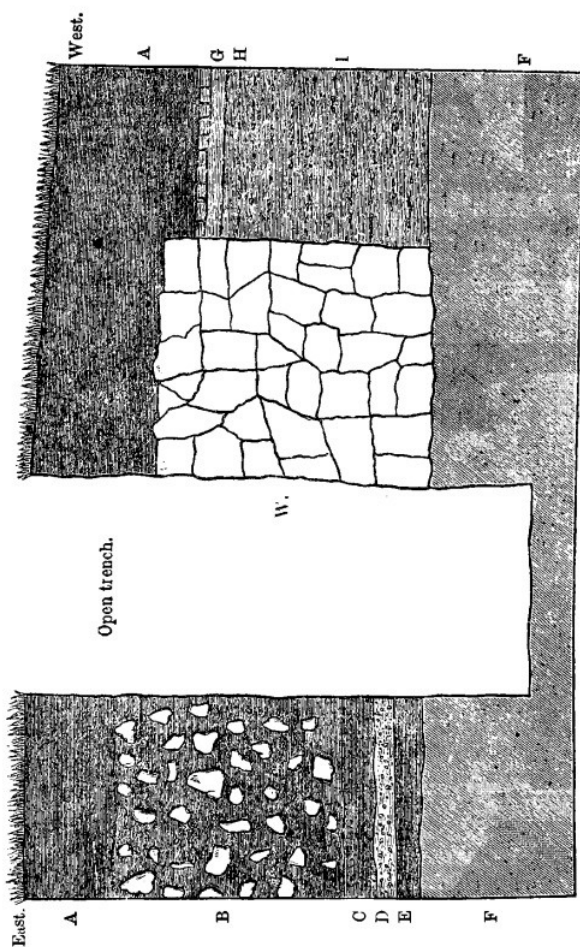


Fig. 8.

Fig. 8. Doorsnede van de funderingen van een begraven Eoman villa in Abinger. A A, plantaardige schimmel; B, donkere aarde vol stenen, 13 inches dik; C, zwarte schimmel; D, gebroken mortel; E, zwarte schimmel; F F, ongeroerde ondergrond; G, tesseras; H beton; I, aard onbekend; W, begraven muur.

[195] Aan de kant van de geul die het verst verwijderd was van de begraven muur (W), varieerde de dikte van de mal van 9 tot 14 inches; deze rustte op een massa (B) van inches dikke zwartachtige aarde, waaronder veel grote stenen. Daaronder lag een dun bed van zeer zwarte schimmel (C), dan een laag aarde vol met fragmenten mortel (D), en dan nog een dun bed (ongeveer 3 centimeter dik) (F) van zeer zwarte schimmel, dat rustte op de ongestoorde ondergrond (F) van stevig, geelachtig, argillaceus zand. De 23-inch bedding (B) was waarschijnlijk aangestampte grond, omdat dit de vloer van de kamer op gelijke hoogte zou hebben gebracht met die van het atrium. De twee dunne zwarte schimmelbedden op de bodem van de sleuf markeerden duidelijk twee voormalige landoppervlakken. Buiten de muren van de noordelijke kamer werden vervolgens veel botten, as, oesterschelpen, gebroken aardewerk en een hele pot gevonden op een diepte van 16 centimeter onder het oppervlak.

De tweede sleuf werd gegraven aan de westelijke of lagere kant van de villa: de mal was hier slechts 6½ centimeter dik en rustte op een massa fijne aarde vol stenen, gebroken dakpannen en fragmenten mortel van 34 centimeter dik, waaronder zich het onverstoorde zand bevond. Het grootste deel van deze aarde was waarschijnlijk weggespoeld uit het bovenste deel van het veld, en de brokstukken van stenen, dakpannen, enz. moeten afkomstig zijn van de direct aangrenzende ruïnes.

[196] Het lijkt op het eerste gezicht een verbazingwekkend feit dat dit veld van lichte zandgrond gedurende vele jaren werd bewerkt en geploegd en dat er geen spoor van deze ge-

bouwen werd ontdekt. Niemand vermoedde zelfs maar dat de overblijfselen van een Romeinse villa dicht onder de oppervlakte verborgen lagen. Maar het feit is minder verrassend als men weet dat het veld, zoals de deurwaarder geloofde, nooit dieper was omgeploegd dan 4 inch. Het is zeker dat toen het land voor het eerst werd omgeploegd, het plaveisel en de omringende gebroken muren bedekt moeten zijn geweest met ten minste 4 centimeter grond, want anders zou de verrotte betonnen vloer zijn beschadigd door de ploegschaar, zou de tesserse zijn gescheurd en zouden de toppen van de oude muren zijn weggeslagen.

Toen het beton en de tesserse voor het eerst werden opgeruimd over een ruimte van 10 bij 15 meter, vertoonde de vloer die bedekt was met platgetrapte aarde geen tekenen van doorboring door wormen; en hoewel de bovenliggende fijne schimmel sterk leek op wat op veel plaatsen zeker is opgehoopt door wormen, leek het toch nauwelijks mogelijk dat deze schimmel door wormen van onder de ogenschijnlijk gezonde vloer naar boven was gebracht. [197] Het leek ook uiterst onwaarschijnlijk dat de dikke muren, die de kamer omringden en nog steeds verbonden waren met het beton, ondermijnd waren door wormen, en daardoor waren gaan verzakken, om daarna bedekt te worden door hun uitwerpselen. Ik concludeerde daarom in eerste instantie dat alle fijne schimmel boven de ruïnes was neergespoeld uit de bovenste delen van het veld; maar we zullen snel zien dat deze conclusie zeker onjuist was, hoewel veel fijne aarde bekend is om te worden neergespoeld uit het bovenste deel van het veld in zijn huidige geploegde staat tijdens zware re-

genval.

Hoewel de betonnen vloer op het eerste gezicht nergens door wormen leek te zijn gepenetreerd, waren de volgende ochtend kleine stukjes van de platgetrapte aarde door wormen opgetild over de monden van zeven holen, die door de zachtere delen van het naakte beton gingen of tussen de tussenruimten van de tesserae. [198] Op de derde ochtend werden vijftientig holen geteld; en door de kleine hoopjes aarde plotseling op te tillen, werden vier wormen gezien die bezig waren zich snel terug te trekken. Tijdens de derde nacht werden er twee wormen op de grond gegooid, en deze waren van groot formaat. Het seizoen was niet gunstig voor de volledige activiteit van wormen en het weer was de laatste tijd heet en droog geweest, zodat de meeste wormen nu op een aanzienlijke diepte leefden. Bij het graven van de twee geulen werden veel open holen en enkele wormen aangetroffen op 30 tot 40 centimeter onder het oppervlak; maar op grotere diepte werden ze zeldzaam. Eén worm werd echter doorgesneden op $48\frac{1}{2}$ en een andere op $51\frac{1}{2}$ centimeter onder het oppervlak. Een vers hol met humus werd ook gevonden op een diepte van 57 centimeter en een ander op $65\frac{1}{2}$ centimeter. Op grotere dieptes dan deze werden geen holen of wormen gezien.

Omdat ik graag wilde weten hoeveel wormen er onder de vloer van het atrium leefden - een ruimte van ongeveer 14 bij 9 voet - was de heer Farrer zo vriendelijk om waarnemingen voor me te doen gedurende de volgende zeven weken, tegen die tijd waren de wormen in het omringende land in volle activiteit en werkten ze dicht bij de oppervlakte.

[199] Het is erg onwaarschijnlijk dat wormen van het aangrenzende veld naar de kleine ruimte van het atrium zijn gemigreerd, nadat de oppervlakkige schimmel waarin ze het liefst leven, was verwijderd. We kunnen daarom concluderen dat de hollen en uitwerpselen die hier in de daaropvolgende zeven weken te zien waren, het werk waren van de voormalige bewoners van de ruimte. Ik zal nu een paar fragmenten geven uit de aantekeningen van Mr. Farrer.

26 augustus 1877, - dat wil zeggen vijf dagen nadat de vloer was vrijgemaakt. De vorige nacht had het hard geregend, waardoor het oppervlak werd schoongespoeld, en nu werden de uitmondingen van veertig hollen geteld. Delen van het beton bleken stevig te zijn en waren nog nooit door wormen gepenetreerd.

5 sept. - Op het oppervlak van de vloer waren sporen van wormen te zien die tijdens de vorige nacht waren gemaakt en er waren vijf of zes wormvormige wormengoten opgeworpen. Deze waren beschadigd.

12 sept. - De afgelopen zes dagen zijn de wormen niet actief geweest, hoewel er veel wormen zijn uitgeworpen in de aangrenzende velden; maar op deze dag was de aarde een beetje opgehoogd boven de muilen van de hollen, of er waren wormen uitgeworpen op tien verse punten. [200] Deze werden onherkenbaar gemaakt. Het moet duidelijk zijn dat wanneer er gesproken wordt over een vers hol, dit over het algemeen alleen betekent dat een oud hol opnieuw geopend is. Dhr. Farrer werd herhaaldelijk getroffen door de hardnekkigheid waarmee de wormen hun oude hollen weer openen, zelfs als er geen aarde uit werd gestoten. Ik heb vaak hetzelfde

feit waargenomen en over het algemeen worden de muilen van de holen beschermd door een opeenhoping van kiezels, stokken of bladeren. Dhr. Farrer observeerde ook dat de wormen die onder de vloer van het atrium leefden vaak grove zandkorrels verzamelden, en kleine steentjes die ze konden vinden, rond de monden van hun holen.

13 sept.- zacht nat weer. De ingangen van de holen werden opnieuw geopend, of er werden wormenhoopjes gevonden, op 31 punten; deze waren allemaal beschadigd.

14 sept.- 34 verse holen en uitwerpselen, allemaal beschadigd.

15 sept.- 44 verse holen, slechts 5 uitwerpselen; allemaal beschadigd. [201]

18 sept.- 43 verse holen, 8 hoopjes; allemaal beschadigd.

Het aantal wormenhoopjes op de omliggende velden was nu erg groot.

19 sept.- 40 gaten, 8 hoopjes; allemaal beschadigd.

22 sept.- 43 gaten, slechts een paar verse hoopjes; allemaal beschadigd.

23 sept.- 44 gaten, 8 worpen.

25 sept.- 50 gaten, geen gegevens over het aantal hoopjes.

13 okt.- 61 gaten, geen gegevens over het aantal hoopjes.

Na een onderbreking van drie jaar keek Mr. Farrer op mijn verzoek opnieuw naar de betonnen vloer en vond de wormen nog steeds aan het werk.

Wetende welke grote spierkracht wormen bezitten, en ziende hoe zacht het beton op vele delen was, was ik niet verbaasd dat het door hun holen was gepenetreerd; maar het is een meer verrassend feit dat de mortel tussen de ruwe stenen van de dikke muren, die de kamers omringen, door Mr. Farrer door wormen waren gepenetreerd.

[202] Op 26 augustus, dat wil zeggen vijf dagen nadat de ruïnes waren blootgelegd, observeerde hij vier open holen op de gebroken top van de oostelijke muur (W in afb. 8) ; en op 15 september werden andere holen gezien die op dezelfde manier waren gelegen. Er moet ook worden opgemerkt dat in de loodrechte zijde van de geul (die veel dieper was dan is weergegeven in Fig. 8) drie recente holen werden gezien die schuin ver onder de basis van de oude muur liepen.

We zien dus dat er veel wormen leefden onder de vloer en de muren van het atrium op het moment dat de opgravingen werden gemaakt; en dat ze daarna bijna dagelijks aarde naar boven brachten van een aanzienlijke diepte. Er is niet de minste reden om eraan te twijfelen dat wormen op deze manier te werk zijn gegaan sinds de periode dat het beton voldoende vergaan was om erin te kunnen doordringen - en zelfs vóór die periode zouden ze onder de vloer geleefd hebben, zodra deze doorlatend werd voor regen, zodat de grond eronder vochtig bleef. De vloer en de muren moeten dus voortdurend zijn ondermijnd; en er moet gedurende vele eeuwen, misschien wel duizend jaar, fijne aarde op zijn gestort. [203] Als de holen onder de vloer en de muren, die vroeger waarschijnlijk net zo talrijk waren als nu, in de loop van de tijd niet waren ingestort op de manier die eerder is

uitgelegd, dan zou de onderliggende aarde doorzeefd zijn geweest met gangen als een spons; en omdat dit niet het geval was, kunnen we er zeker van zijn dat ze zijn ingestort. Het onvermijdelijke resultaat van zo'n instorting gedurende opeenvolgende eeuwen zal het langzame verzakken van de vloer en de muren zijn geweest, en hun begraving onder de opgehoopte wormkuilen. Het verzakken van een vloer, terwijl deze nog steeds bijna horizontaal blijft, lijkt op het eerste gezicht onwaarschijnlijk; maar het geval levert niet meer echte problemen op dan dat van losse voorwerpen die op het oppervlak van een veld zijn gestrooid en die, zoals we hebben gezien, in de loop van een paar jaar enkele centimeters onder het oppervlak begraven raken, hoewel ze nog steeds een horizontale laag parallel aan het oppervlak vormen. De begraving van het geplaveide en vlakke pad op mijn gazon, die onder mijn eigen observatie plaatsvond, is een analoog geval. Zelfs die delen van de betonnen vloer waar de wormen niet doorheen konden, zouden bijna zeker ondermijnd zijn en verzonken, zoals de grote stenen op Leith Hill Place en Stonehenge, omdat de grond eronder vochtig zou zijn geweest. [204] Maar de snelheid waarmee de verschillende delen zakten was niet helemaal gelijk, en de vloer was niet helemaal vlak. De funderingen van de grensmuren liggen, zoals te zien is in de doorsnede, op een zeer kleine diepte onder het oppervlak; ze zouden daarom de neiging hebben gehad om bijna even snel te zakken als de vloer. Maar dit zou niet zijn gebeurd als de funderingen diep waren, zoals in het geval van enkele andere Romeinse ruïnes die nu worden beschreven.

Tot slot kunnen we concluderen dat een groot deel van de fijne plantaardige schimmel, die de vloer en de afgebroken muren van deze villa bedekte, op sommige plaatsen tot een dikte van 16 inch, van anderen omhoog werd gebracht door wormen. Uit de hierna te geven feiten kan er geen twijfel over bestaan dat een deel van de fijnste aarde die op deze manier naar boven werd gebracht, tijdens elke zware regenbui over het hellende oppervlak van het veld naar beneden werd gespoeld. Als dit niet was gebeurd, zou zich een grotere hoeveelheid schimmel over de ruïnes hebben opgehoopt dan nu het geval is. [205] Maar naast de uitwerpselen van wormen en wat aarde die door insecten naar boven wordt gebracht, en enige opeenhoping van stof, zal er veel fijne aarde over de ruïnes zijn gespoeld vanuit de bovenste delen van het veld, sinds het in cultuur is gebracht; en van over de ruïnes naar de lagere delen van de helling ; de huidige dikte van de schimmel is de resultante van deze verschillende instanties.

Ik voeg hier een modern voorbeeld toe van het zinken van een bestrating, mij in 1871 meegedeeld door de heer Ramsay, directeur van de Geological Survey of England. Een doorgang zonder dak, 7 voet lang en 3 voet 2 duim breed, leidde van zijn huis naar de tuin en was geplaveid met platen Portlandsteen. Verschillende van deze platen waren 16 inch in het vierkant, andere groter en weer andere iets kleiner. Het plaveisel was in het midden van de doorgang zo'n 3 inches verzakt en aan weerszijden 2 inches, zoals te zien was aan de cementlijnen waarmee de platen oorspronkelijk aan de muren vastzaten. Het plaveisel was dus enig-

zins hol geworden in het midden, maar er was geen verzakking aan het uiteinde dicht bij het huis. [206] De heer Ramsay kon deze verzakking niet verklaren, totdat hij opmerkte dat er vaak zwarte uitwerpselen werden uitgeworpen langs de verbindingslijnen tussen de platen; en deze uitwerpselen werden regelmatig weggeveegd. De verschillende verbindingslijnen, inclusief die met de zijmuren, waren in totaal 39 voet 2 duim lang. Het plaveisel zag er niet uit alsof het ooit vernieuwd was en het huis werd verondersteld ongeveer zevenentachtig jaar geleden gebouwd te zijn. Gezien al deze omstandigheden twijfelt Mr. Ramsay er niet aan dat de aarde die door de wormen naar boven is gebracht sinds het plaveisel voor het eerst werd gelegd, of beter gezegd sinds het verval van de mortel de wormen in staat stelde zich er doorheen te graven, en dus binnen een veel kortere tijd dan de zevenentachtig jaar, voldoende is geweest om het plaveisel tot de bovenstaande hoeveelheid te laten zinken, behalve dicht bij het huis, waar de grond eronder bijna droog zou zijn gebleven.

Beaulieu Abbey, Hampshire - Deze abdij werd door Henry VIII verwoest en er is nu alleen nog een deel van de zuidelijke zijbeuk over. Men gelooft dat de koning de meeste stenen heeft laten weghalen om een kasteel te bouwen; en het is zeker dat ze zijn weggehaald. [206] De positie van het schip-transept is nog niet zo lang geleden vastgesteld doordat de fundamenteën zijn gevonden; en de plaats wordt nu gemarkeerd door stenen die in de grond zijn geslagen. Waar de abdij vroeger stond, strekt zich nu een glad met gras be-

groeid oppervlak uit, dat in alle opzichten lijkt op de rest van het veld. De voorgd, een zeer oude man, zei dat het oppervlak in zijn tijd nooit geëgaliseerd was. In 1853 liet de hertog van Buccleuch drie gaten graven in de grasmat, op een paar meter van elkaar, aan het westelijke uiteinde van het schip. Deze gaten werden naderhand omgeven door metselwerk en beschermd door luiken, zodat het plaveisel gemakkelijk geïnspecteerd en bewaard kon worden. Toen mijn zoon William de plek op 5 januari 1872 onderzocht, ontdekte hij dat het plaveisel in de drie gaten op een diepte van $6\frac{3}{4}$, 10 en $11\frac{1}{2}$ inch onder het omringende, met gras bedekte oppervlak lag. De oude bewaker beweerde dat hij vaak gedwongen werd om wormstekken uit de bestrating te verwijderen; en dat hij dat ongeveer zes maanden eerder had gedaan. [208] Mijn zoon verzamelde ze allemaal uit een van de gaten, waarvan de oppervlakte 5,32 vierkante voet was, en ze wogen 7,97 ouses. Ervan uitgaande dat deze hoeveelheid zich in zes maanden had opgehoopt, zou de ophoping gedurende een jaar op een vierkante yard 1.68 pond zijn, wat, hoewel een grote hoeveelheid, zeer klein is vergeleken met wat, zoals we hebben gezien, vaak wordt uitgeworpen op velden en commons. Toen ik op 22 juni 1877 de abdij bezocht, zei de oude man dat hij ongeveer een maand eerder de kuilen had opgeruimd, maar dat er sindsdien nog heel wat afval was uitgeworpen. Ik vermoed dat hij zich verbeeldde dat hij de stoepen vaker veegde dan hij in werkelijkheid deed, want de omstandigheden waren in verschillende opzichten zeer ongunstig voor de ophoping van zelfs een matige hoeveelheid gietresten. De tegels zijn vrij groot, namelijk ongeveer $5\frac{1}{2}$ inch in het vierkant, en de mortel er-

tussen was op de meeste plaatsen goed, zodat de wormen alleen op bepaalde punten aarde van onderen naar boven konden brengen. De tegels rustten op een bed van beton, en de uitwerpselen bestonden daardoor voor een groot deel (namelijk in de verhouding 19 op 33) uit deeltjes mortel, zandkorrels, kleine stukjes rots, bakstenen of dakpannen; en zulke substanties kunnen nauwelijks aangenaam, en zeker niet voedzaam, zijn voor wormen.

[209] Mijn zoon groef gaten op verschillende plaatsen binnen de voormalige muren van de abdij, op een afstand van enkele meters van de hierboven beschreven gemetselde pleinen. Hij vond geen tegels, hoewel bekend is dat deze in sommige andere delen voorkomen, maar hij kwam op één plek beton tegen waarop ooit tegels hadden gelegen. De fijne schimmel onder de grasmat aan de zijkanten van de verschillende gaten varieerde in dikte van slechts 2 tot $2\frac{3}{4}$ inch, en deze rustte op een laag van $8\frac{3}{4}$ tot meer dan 11 inch in dikte, bestaande uit fragmenten mortel en stonerubbish met de tussenruimten compact opgevuld met zwarte schimmel. In het omringende veld, op een afstand van 20 yards van de abey, was de fijne plantaardige schimmel 11 centimeter dik.

Uit deze feiten kunnen we concluderen dat toen de abdij werd verwoest en de stenen werden verwijderd, er een laag afval over het hele oppervlak achterbleef, en dat zodra de wormen in staat waren om door het vergane beton en de voegen tussen de dakpannen te dringen, ze langzaam de tussenruimten in het bovenliggende afval opvulden met hun uitwerpselen, die zich daarna ophoopten tot een dikte van bijna drie centimeter over het hele oppervlak. [210] Als we

bij deze laatste hoeveelheid de schimmel tussen de brokstukken stenen optellen, moet er zo'n vijf of zes centimeter schimmel van onder het beton of de tegels naar boven zijn gekomen. Het beton of de tegels zullen dus tot bijna deze hoeveelheid zijn verzakt. De bases van de kolommen van de gangpaden zijn nu bedolven onder schimmel en turf. Het is niet waarschijnlijk dat ze ondermijnd zijn door wormen, want hun funderingen zijn ongetwijfeld op een aanzienlijke diepte gelegd. Als ze niet zijn verzakt, dan moeten de stenen waaruit de kolommen waren opgebouwd onder het vroegere niveau van de vloer zijn weggehaald.

Chedworth, Gloucestershire. – De overblijfselen van een grote Romeinse villa werden hier in 1866 ontdekt, op grond die van oudsher bedekt was met hout. Men schijnt nooit het vermoeden te hebben gehad dat hier oude gebouwen begraven lagen, totdat een jachtopziener bij het graven naar konijnen op enkele resten stuitte.^{Q*-55} [211] Maar later werden de toppen van enkele stenen muren ontdekt in delen van het bos, die iets boven het grondoppervlak uitstaken. De "meeste" munten die hier gevonden zijn, waren van Constans (gestorven in 350 na Christus) en van de familie Constantijn. Mijn zonen Francis en Horace bezochten de plek in november 1877 om na te gaan welke rol wormen kunnen hebben

55 Q* Er zijn verschillende verslagen van deze ruïnes gepubliceerd; de beste is van Mr. James Farrer in 'Proc. Soc. of Antiquaries of Scotland,' vol. vi., Part II., 1867, p. 278. Ook J. W. Grover, 'Journal of the British Arch. Assoc' juni 1866. Professor Buckman heeft eveneens een pamflet gepubliceerd, 'Notes on the Roman Villa at Chedworth,' 2nd edit. 1873: Oirencester.

gespeeld bij het begraven van deze omvangrijke overblijfselen. Maar de omstandigheden waren niet gunstig voor dit doel, want de ruïnes zijn aan drie kanten omringd door vrij steile oevers, waar aarde vanaf spoelt tijdens regenachtig weer. Bovendien zijn de meeste oude kamers bedekt met dakken, ter bescherming van de elegante plaveisel.

[212] Een paar feiten kunnen echter worden gegeven over de dikte van de grond over deze ruïnes. Dichtbij de noordelijke kamers is er een gebroken muur, waarvan de top was bedekt met 5 inches van zwarte schimmel; en in een gat gegraven aan de buitenkant van deze muur, waar de grond nooit eerder was verstoord, werd zwarte schimmel, vol stenen, 26 inches in dikte, gevonden, rustend op de ongestoorde ondergrond van gele klei. Op een diepte van 22 inches vanaf het oppervlak werden een varkenskaak en een fragment van een dakpan gevonden. Toen de opgravingen begonnen, groeiden er enkele grote bomen over de ruïnes en de stronk van een ervan is direct boven een muur bij de badzaal blijven staan om de dikte van de bovengrond te laten zien, die hier 38 inches was. In een kleine kamer, die na te zijn ontruimd niet overdekt was, zagen mijn zoons het gat van een worm door het verrotte beton gaan en er werd een levende worm in het beton gevonden. In een andere open kamer werden wormgaten op de vloer gezien, waarover op deze manier wat aarde was gestort en waar nu gras groeide.

Breeding, Isle of Wight. – Een mooie Romeinse villa werd hier ontdekt in 1880; en tegen het einde van oktober waren niet minder dan 18 kamers min of meer vrijgemaakt. Er

werd een gedateerde munt gevonden. [213] Mijn zoon William bezocht de plaats voordat de opgravingen voltooid waren; en hij vertelt me dat de meeste vloeren eerst bedekt waren met veel afval en gevallen stenen, waarvan de tussenruimten volledig gevuld waren met schimmel, overvloedig, zoals de werklieden zeiden, met wormen, waarboven zich schimmel bevond zonder stenen. De hele massa was op de meeste plaatsen 3 tot meer dan 4 ft. dik. In één zeer grote kamer was de aarde erboven slechts 2 ft. 6 in. dik; en nadat deze verwijderd was, werden er zoveel gietresten tussen de tegels opgeworpen dat het oppervlak bijna dagelijks geveegd moest worden. De meeste vloeren waren redelijk vlak. De bovenkanten van de afgebroken muren waren op sommige plaatsen bedekt met slechts 4 of 5 inches grond, zodat ze af en toe werden geraakt door de ploeg, maar op andere plaatsen waren ze bedekt met 13 tot 18 inches grond. Het is niet waarschijnlijk dat deze muren ondermijnd konden zijn door wormen en verzakt, want ze rustten op een fundering van zeer hard rood zand, waarin wormen zich nauwelijks konden ingraven. De mortel tussen de stenen van de muren van een hypocaustum bleek echter door mijn zoon doorboord te zijn door vele wormholtes. [214] De overblijfselen van deze villa staan op land dat helt onder een hoek van ongeveer 3°; en het land lijkt lang gecultiveerd te zijn geweest. Daarom is er ongetwijfeld een aanzienlijke hoeveelheid fijne aarde uit de hoger gelegen delen van het veld naar beneden gespoeld, wat grotendeels heeft geholpen bij het begraven van deze overblijfselen.

Silchester, Hampshire – De ruïnes van deze kleine Romeinse stad zijn beter bewaard gebleven dan alle andere overblijfselen van dit soort in Engeland. Een gebroken muur, in de meeste delen van 15 tot 18 voet hoog en ongeveer 1½ mijl in omtrek, omringt nu een ruimte van ongeveer 100 acres gecultiveerd land, waarop een boerderij en een kerk staan.^{Q*-56} Vroeger, als het droog weer was, konden de lijnen van de begraven muren worden getraceerd door het uiterlijk van de gewassen; en onlangs zijn zeer uitgebreide opgravingen ondernomen door de hertog van Wellington, onder toezicht van wijlen Rev. J. Gr. Joyce, waardoor veel grote gebouwen zijn ontdekt. [215] De heer Joyce maakte zorgvuldig gekleurde doorsneden en mat de dikte van elke bedding van puin, terwijl de opgravingen bezig waren; en hij is zo vriendelijk geweest mij kopieën van verscheidene daarvan te sturen. Toen mijn zonen Francis en Horace deze ruïnes bezocht, vergezelde hij hen, en voegde zijn notities aan die van hen.

De heer Joyce schat dat de stad ongeveer drie eeuwen door de Romeinen werd bewoond; en ongetwijfeld moet zich gedurende deze lange periode veel materie binnen de muren hebben opgehoopt. De stad lijkt te zijn verwoest door brand en de meeste stenen die in de gebouwen zijn gebruikt, zijn sindsdien weggesleept. Deze omstandigheden zijn ongunstig voor het vaststellen van de rol die wormen hebben gespeeld in de begraving van de ruïnes, maar als zorgvuldige doorsneden van het puin boven een oude stad zijn zelden of nooit eerder gemaakt in Engeland, zal ik kopieën van de

56 Q* Deze details komen uit de 'Penny Encyclopaedia', artikel, Hampshire.

meest karakteristieke delen van een aantal van die gemaakt door de heer Joyce. Ze zijn te lang om hier in hun geheel te worden gepresenteerd.

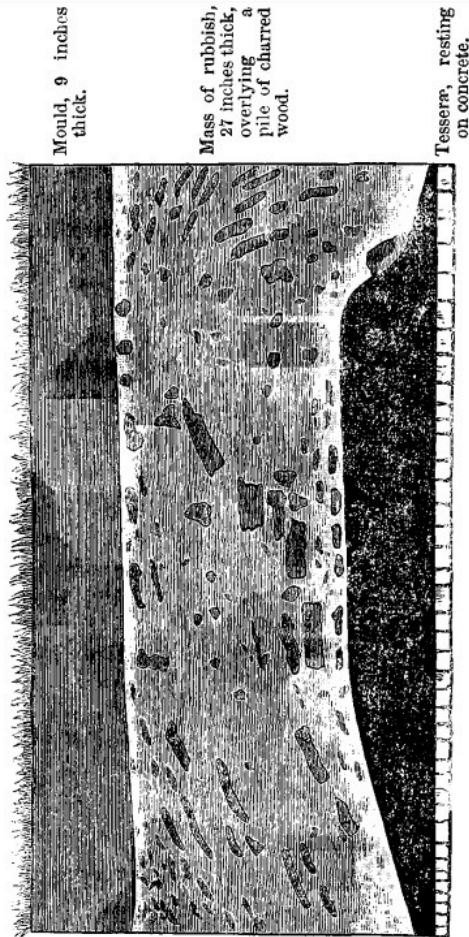


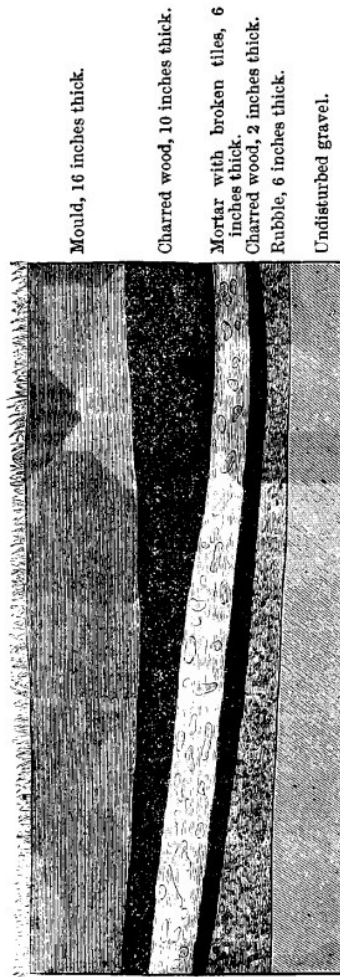
Fig. 9.

Fig. 9. Doorsnede van een kamer in de basiliek van Silchester. Schaal 1/18

[216] Een oostelijke en westelijke doorsnede van 30 feet lang werd gemaakt in een kamer in de Basiliek, die nu de Zaal van de Kooplieden wordt genoemd (Fig. 9). De harde betonnen vloer, hier en daar nog bedekt met tesseras, werd gevonden op 3 ft. onder het oppervlak van het veld, dat hier vlak was. [217] Op de vloer lagen twee grote stapels verkoold hout, waarvan er één alleen te zien is in het deel van de doorsnede dat hier wordt gegeven. Deze stapel was bedekt met een dunne witte laag van verrot stucwerk of pleisterwerk, waarboven zich een massa bevond, die er bijzonder verstoord uitzag, van gebroken tegels, mortel, afval en fijn grind, samen 27 inches dik. De heer Joyce gelooft dat het grind werd gebruikt bij het maken van de mortel of het beton, dat sindsdien is vergaan, waarbij een deel van de kalk waarschijnlijk is opgelost. De verstoorde staat van het afval kan te wijten zijn aan het feit dat het is doorzocht op bouwstenen. Dit bed was bedekt met fijne plantaardige schimmel van 9 inches dik. Uit deze feiten kunnen we concluderen dat de hal afgebrand was en dat er veel afval op de vloer viel, waardoor en waaruit de wormen langzaam de *aarde* omhoog brachten, die nu het oppervlak van het vlakke veld vormt.

Een doorsnede door het midden van een andere zaal in de Basiliek, 32 voet 6 inches lang, genaamd het CEvarium, is te zien in Fig. 10. [218] Het lijkt erop dat we hier bewijs hebben van twee branden, gescheiden door een tijdsinterval, gedurende welke de 6 inches van "mortel en beton met gebroken tegels" werd opgebouwd. Onder een van de lagen verkoold hout werd een waardevol relikwie gevonden, een bronzen adelaar; en dit laat zien dat de soldaten de plek in

paniek verlaten moeten hebben. Door de dood van meneer Joyce heb ik niet kunnen vaststellen onder welke van de twee lagen de adelaar werd gevonden.



Mould, 16 inches thick.

Charred wood, 10 inches thick.

Mortar with broken tiles, 6 inches thick.

Charred wood, 2 inches thick.

Rubble, 6 inches thick.

Undisturbed gravel.

Fig. 10.

Fig. 10. Doorsnede in een hal in de basiliek van Silchester. Schaal 1/32

Het bed van puin boven het ongestoorde grind vormde oorspronkelijk, naar ik aanneem, de vloer, want het staat op gelijke hoogte met dat van een gang, buiten de muren van de Hall; maar de gang is niet te zien in de doorsnede zoals hier gegeven. De plantaardige schimmel was 16 inches dik in het dikste gedeelte; en de diepte vanaf het oppervlak van het veld, bedekt met gras, tot het ongestoorde grind was 40 inches.

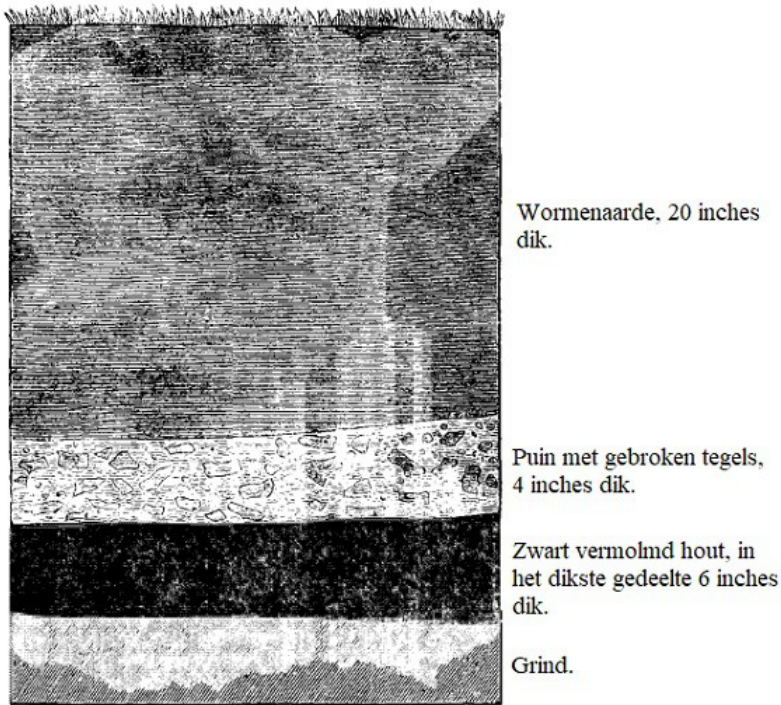


Fig. 11.

Fig. 11. Doorsnede in een blok gebouwen in het midden van de stad Silchester.

De doorsnede in Fig. 11 toont een uitgraving in het midden van de stad en wordt hier geïntroduceerd omdat het bed van "rijke schimmel" volgens de heer Joyce de ongebruikelijke dikte van 20 inch bereikte. Grind lag op een diepte van 48 inch van het oppervlak; maar het was niet zeker of dit in zijn natuurlijke staat was, of hierheen was gebracht en was aangestampd, zoals op sommige andere plaatsen gebeurt.

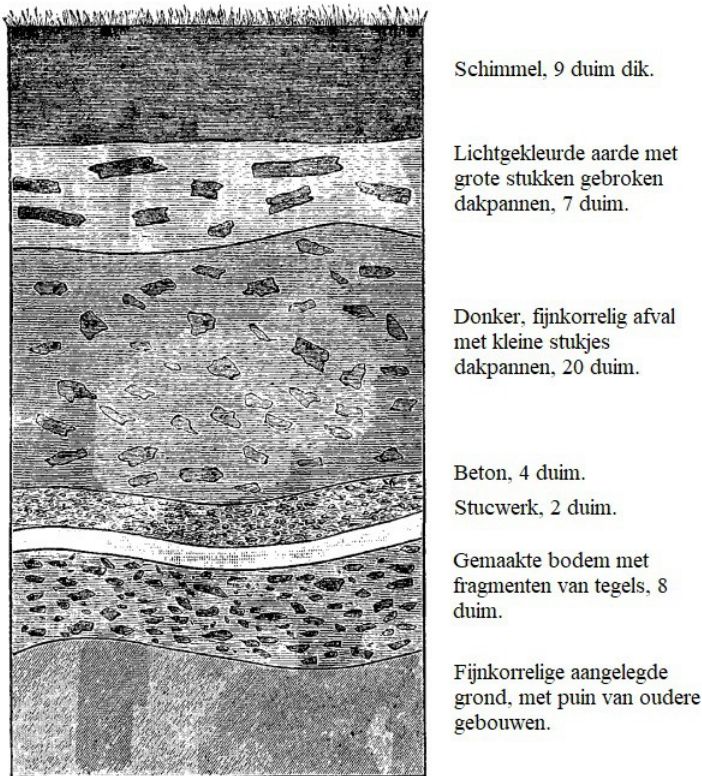


Fig. 12.

Fig. 12. Doorsnede in het midden van de basiliek in Silchester.

[220] De doorsnede getoond in Fig. 12 werd genomen in het midden van de Basiliek, en hoewel het 5 voet diep was, werd de natuurlijke ondergrond niet bereikt. De bedding gemarkeerd met "beton" was waarschijnlijk ooit een vloer; en de bedden eronder lijken de overblijfselen te zijn van oudere gebouwen.

[221] De plantaardige aarde was hier slechts 9 inches dik. In sommige andere doorsneden, die niet gekopieerd zijn, hebben we ook bewijs van gebouwen die over de ruïnes van oudere gebouwen heen gebouwd zijn. [222] In één geval was er een laag gele klei van zeer ongelijke dikte tussen twee bedden van puin, waarvan de onderste rustte op een vloer met tesserae. De oude gebroken muren lijken soms ruw te zijn afgehakt tot een uniform niveau, om te dienen als fundering voor een tijdelijk gebouw; en meneer Joyce vermoedt dat sommige van deze gebouwen schuren waren, bepleisterd met klei, wat de bovengenoemde kleilaag zou verklaren.

Nu over naar de punten die ons meer direct aangaan. *Wormenaarde* werden waargenomen op de vloeren van verschillende kamers, in één waarvan de tesserae ongewoon perfect waren. De tesserae bestonden hier uit kleine blokjes harde zandsteen van ongeveer 1 inch, waarvan er een aantal los zaten of iets boven het algemene niveau uitstaken. Onder alle losse tesserae werden één of soms twee open wormholtes gevonden. Wormen zijn ook doorgedrongen in de oude muren van deze ruïnes. Een muur die net te zien was geweest tijdens de opgravingen die toen aan de gang waren, werd onderzocht; hij was gebouwd van grote vuurstenen en was 18 inches dik. [223] Hij zag er gezond uit, maar toen de

grond eronder verwijderd werd, bleek de mortel in het onderste gedeelte zo ver vergaan te zijn dat de vuurstenen uit elkaar vielen door hun eigen gewicht. Hier, in het midden van de muur, op een diepte van 29 inches onder de oude vloer en van 49½ inches onder het oppervlak van het veld, werd een levende worm gevonden en de mortel was doorboord door verschillende wormgangen.

Een tweede muur werd voor het eerst blootgelegd en er werd een open hol gezien op de gebroken top. Door de vuurstenen van elkaar te scheiden kon dit hol tot ver in het binnenste van de muur worden getraceerd; maar omdat sommige vuurstenen stevig samenhingen, werd de hele massa verstoord bij het neerhalen van de muur en kon het hol niet tot op de bodem worden getraceerd. De funderingen van een derde muur, die heel gezond leek, lagen op een diepte van 4 voet onder een van de verdiepingen, en natuurlijk op een aanzienlijk grotere diepte onder het niveau van de grond. Een grote vuursteen werd uit de muur gerukt op ongeveer een voet van de basis, en dit vergde veel kracht, omdat de mortel gezond was; maar achter de vuursteen in het midden van de muur was de mortel brokkelig, en hier waren wormkuilen. [224] Meneer Joyce en mijn zonen waren verbaasd over de zwarthed van de mortel in deze en in verschillende andere gevallen, en over de aanwezigheid van schimmel in de binnenkant van de muren. Het kan zijn dat de oude bouwers er schimmel in hebben gedaan in plaats van mortel, maar we moeten niet vergeten dat wormen hun hollen vullen met zwarte humus. Bovendien zijn er bijna zeker af en toe open ruimtes gelaten tussen de grote onregelmatige vuurste-

nen; en we kunnen er zeker van zijn dat deze ruimtes door de wormen werden opgevuld met hun uitwerpselen zodra ze de muur konden binnendringen. Regenwater, sijpelen langs de hopen zou ook voeren fijne donkergekleurde deeltjes in elke spleet. De heer Joyce was in eerste instantie zeer sceptisch over de hoeveelheid werk die ik toegeschreven aan wormen, maar hij eindigt zijn aantekeningen met betrekking tot de laatstgenoemde muur door te zeggen,

"Dit geval veroorzaakte meer verbazing en bracht meer overtuiging voor mij dan alle andere. Ik had moeten zeggen, en heb gezegd, dat het volstrekt onmogelijk was dat zo'n muur kon zijn doorboord door regenwormen."

[225] In bijna alle kamers is het plaveisel aanzienlijk verzakt, vooral naar het midden toe; en dit is te zien in de drie volgende doorsneden. De metingen werden gedaan door een touwtje strak en horizontaal over de vloer te spannen. De doorsnede, **Fig. 13**, werd genomen van noord naar zuid door een kamer van 18 voet 4 inches lang, – $5\frac{1}{2}$ meter – met een bijna perfecte bestrating, naast de "Rode Houten Hut".

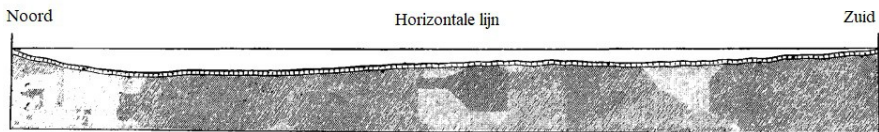


Fig. 13.

Doorsnede van de verzakte vloer van een kamer, geplaveid met tesserae, in Silchester, Schaal 1/40

In de noordelijke helft bedroeg de verzakking $5\frac{3}{4}$ inches onder het niveau van de vloer zoals die nu dicht bij de muren ligt; en het was groter in de noordelijke dan in de zuidelijke helft; maar volgens de heer Joyce is het hele plaveisel dui-

delijk verzakt. Op verschillende plaatsen leken de tesserae een beetje weggetrokken van de muren, terwijl ze op andere plaatsen er nog steeds dicht bij lagen.

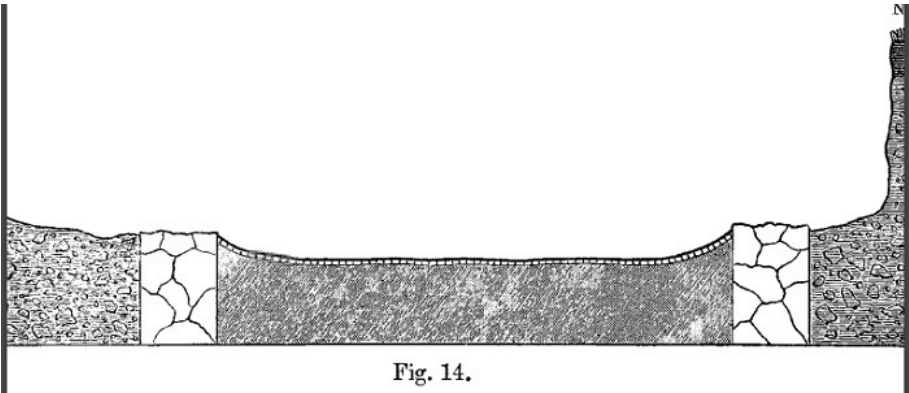


Fig. 14. en zuidelijke doorsnede door de verzakte vloer van een gang, geplaveid met tesseras. Buiten de begrenzende muren is de uitgegraven grond aan elke kant te zien voor een klein stukje van de grond onder de tesserae die onbekend is. Silchester. Schaal 1/36

[226] In Afb. 14 zien we een doorsnede van de geplaveide vloer van de zuidelijke gang of kooromgang van een vierhoek, in een opgraving vlakbij "De Bron". De vloer is 7 voet 9 duim breed en de afgebroken muren steken nu slechts $\frac{3}{4}$ duim boven het niveau uit. Het weiland liep hier schuin af van noord naar zuid onder een hoek van $3^{\circ} 40'$. De samenstelling van de grond aan weerszijden van de gang is te zien in de doorsnede. Het bestond uit aarde vol stenen en ander puin, bedekt met donkere plantaardige grond die aan de lagere of zuidelijke kant dikker was dan aan de noordelijke kant. Het plaveisel was bijna vlak langs lijnen parallel aan de zijmuren, maar was in het midden wel $7\frac{3}{4}$ inch gezakt.

Een kleine kamer op niet grote afstand van die in Fig. 13, was vergroot door de Eoman bewoner aan de zuidkant, door een toevoeging van 5 voet 4 inches in de breedte. Voor dit doel was de zuidelijke muur van het huis neergehaald, maar de funderingen van de oude muur waren begraven gebleven op een kleine diepte onder het plaveisel van de vergrote kamer.

[228] De heer Joyce gelooft dat deze begraven muur moet zijn gebouwd vóór de regering van Claudius II., die stierf 270, na Christus. We zien in de begeleidende doorsnede, **Fig. 15**, dat de getegelde bestrating is verzakt tot een minder mate over de begraven muur dan elders, zodat een lichte convexiteit of uitsteeksel hier uitgestrekt in een rechte lijn over de kamer. Dit leidde ertoe dat er een gat werd gegraven en zo werd de begraven muur ontdekt.

We zien in deze drie secties, en in verschillende andere niet gegeven, dat de oude bestrating aanzienlijk zijn gezakt of ingestort. Door de heer Joyce eerder opgemerkt dat dit verzakken uitsluitend aan de langzame zetting van de grond. Het is zeer waarschijnlijk dat er enige verzakking is geweest en in figuur 15 is te zien dat het plaveisel over een breedte van 5 voet over de zuidelijke uitbreiding van de kamer, die op verse grond moet zijn gebouwd, iets meer is verzakt dan aan de oude noordkant. Maar deze verzakking kan mogelijk geen verband hebben gehouden met de vergroting van de kamer, want in Fig. 13 is de ene helft van het plaveisel meer verzakt dan de andere helft zonder aanwijsbare oorzaak.

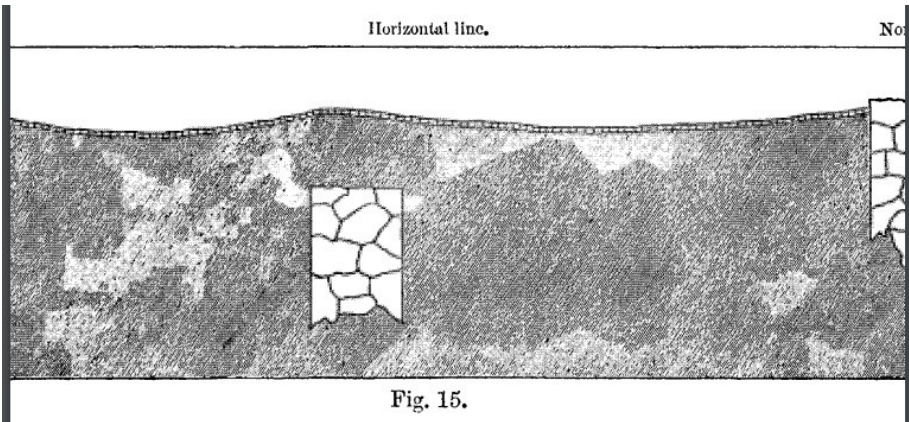


Fig. 15. ruwe verzakte vloer, geplaveid met tessera, en van de afgebroken grensmuren in Silchester, die vroeger vergroot waren, met de funderingen van de oude muur. Schaal - 1/40.

[229] In een dichtgemetselde doorgang naar het huis van meneer Joyce, die pas ongeveer zes jaar geleden is aangelegd, heeft zich hetzelfde soort verzakkingen voorgedaan als in de oude gebouwen. Toch lijkt het niet waarschijnlijk dat de hele hoeveelheid verzakking op deze manier kan worden verklaard. De Romeinse bouwers groeven de grond uit tot een ongewone diepte voor de fundering van hun muren, die dik en stevig waren; het is daarom nauwelijks geloofwaardig dat ze onzorgvuldig zouden zijn geweest over de stevigheid van de bedding waarop hun met tegels en vaak versierde trottoirs werden gelegd. Het zinken moet, zoals het mij lijkt, voor het grootste deel worden toegeschreven aan het feit dat de bestrating is ondermijnd door wormen, waarvan we weten dat ze nog steeds aan het werk zijn. Zelfs de heer

Joyce uiteindelijk toegegeven dat dit niet kan hebben nagelaten om een aanzienlijk effect hebben geproduceerd. Zo kan ook de grote hoeveelheid fijne schimmel boven de bestrating worden verklaard, waarvan de aanwezigheid anders onverklaarbaar zou zijn. Mijn zonen merkte op dat in een kamer waar de stoep was verzakt zeer weinig, was er een ongewoon kleine hoeveelheid van de overliggende schimmel.

[231] Omdat de funderingen van de muren over het algemeen op een aanzienlijke diepte liggen, zullen ze of helemaal niet verzakt zijn door de ondermijnende werking van wormen, of ze zullen veel minder verzakt zijn dan de vloer. Dit laatste zou het gevolg zijn van het feit dat wormen niet vaak diep onder de funderingen werken, maar vooral van het feit dat de muren niet meegeven wanneer ze door wormen worden gepenetreerd, terwijl de opeenvolgend gevormde holen in een massa aarde, die qua diepte en dikte gelijk is aan één van de muren, vele malen zouden zijn ingestort sinds de ruïnes werden verlaten, en bijgevolg zouden zijn gekrompen of verzakt. Omdat de muren niet veel of helemaal niet gezakt kunnen zijn, zal het onmiddellijk aangrenzende plaveisel, door zich aan hen vast te hechten, verhinderd zijn om te verzakken; en zo is de huidige kromming van het plaveisel begrijpelijk.

De omstandigheid die mij het meest heeft verbaasd met betrekking tot Silchester is dat gedurende de vele eeuwen die zijn verstreken sinds de oude gebouwen werden verlaten, de plantaardige schimmel zich niet heeft opgehoopt over hen tot een grotere dikte dan die hier waargenomen. [232] Op de

meeste plaatsen is het slechts ongeveer 9 inches dik, maar op sommige plaatsen 12 of zelfs meer inches. In Fig. 11 is de dikte 20 inches, maar deze sectie werd getekend door de heer Joyce voordat zijn aandacht speciaal op dit onderwerp werd gevestigd. Het land ingesloten binnen de oude muren wordt beschreven als licht hellend naar het zuiden, maar er zijn delen die, volgens de heer Joyce, zijn bijna vlak, en het lijkt erop dat de mal is hier over het algemeen dikker dan elders. Het oppervlak helt in andere delen van west naar oost, en de heer Joyce beschrijft een verdieping als aan de westelijke kant bedekt met afval en schimmel tot een dikte van $28\frac{1}{2}$ inch, en aan de oostelijke kant door een dikte van slechts $11\frac{1}{2}$ inch. Een zeer lichte helling volstaat om recente uitwerpselen naar beneden te laten stromen tijdens hevige regenval, en zo zal veel aarde uiteindelijk de naburige kreken en beken bereiken en worden meegevoerd. Op deze manier kan de afwezigheid van zeer dikke beddingen van schimmel over deze oude ruïnes naar mijn mening worden verklaard. Bovendien is het meeste land hier al lang omgeploegd en dit zou het wegspoelen van de fijnere aarde tijdens regenachtig weer enorm bevorderen.

[233] De aard van de bedden direct onder de plantaardige schimmel in sommige van de secties is nogal verbijsterend. We zien bijvoorbeeld in de doorsnede van een uitgraving in een grasweide (Fig. 14), die van noord naar zuid helt onder een hoek van $3^{\circ} 40'$, dat de schimmel aan de bovenkant slechts zes inches dik is en aan de onderkant negen inches. Maar deze schimmel ligt op een massa (25 inch dik aan de bovenkant) "van donkerbruine schimmel," zoals beschreven

door meneer Joyce, "dik afgewisseld met kleine" kiezels en stukjes dakpan, die een "gecorrodeerd of versleten uiterlijk" hebben. De toestand van deze donkergekleurde aarde lijkt op die van een veld dat lang is omgeploegd, want de aarde raakt zo vermengd met stenen en brokstukken van allerlei aard die veel aan het weer zijn blootgesteld. Als deze grasweide en de andere nu gecultiveerde velden in de loop van vele eeuwen soms zijn omgeploegd en soms als weiland zijn achtergelaten, wordt de aard van de grond in de bovenstaande sectie begrijpelijk. Want wormen zullen voortdurend fijne aarde van onderen naar boven hebben gebracht, die door de ploeg zal zijn opgeworpen telkens als het land werd bewerkt. [234] Maar na verloop van tijd zal er dus een grotere dikte fijne aarde zijn opgehoopt dan door de ploeg bereikt kon worden; en een bed zoals de 25½ -inch massa, in Fig. 14, zal gevormd zijn onder de oppervlakkige schimmel, die in recentere tijden naar de oppervlakte is gebracht en goed gezeefd is door de wormen.

Wroxeter, Shropshire. – De oude Romeinse stad Uriconium werd gesticht in het begin van de tweede eeuw, zo niet daarvoor; en het werd vernietigd, volgens Mr. Wright, waarschijnlijk tussen het midden van de vierde en vijfde eeuw. De inwoners werden afgeslacht en er werden skeletten van vrouwen gevonden in de verbrandingsovens. Vóór het jaar 1859 was het enige overblijfsel van de stad boven de grond een deel van een massieve muur van ongeveer 20 ft. hoog. Het omliggende land golft lichtjes en is al lang in cultuur. Het was opgevallen dat de maïsgewassen in bepaalde smalle

lijnen te vroeg rijpten en dat de sneeuw op sommige plaatsen langer bleef liggen dan op andere. [235] Deze verschijnselen leidden, zo werd mij verteld, tot het ondernemen van uitgebreide opgravingen. De funderingen van veel grote gebouwen en verschillende straten zijn zo blootgelegd. De ruimte binnen de oude muren is een onregelmatige ovaal, ongeveer $1\frac{3}{4}$ mijl lang. Veel van de stenen of bakstenen die in de gebouwen werden gebruikt, moeten zijn weggesleept, maar de hypocaustes, baden en andere ondergrondse gebouwen werden redelijk perfect gevonden, omdat ze gevuld waren met stenen, gebroken tegels, afval en aarde. De oude vloeren van verschillende kamers waren bedekt met puin. Omdat ik graag wilde weten hoe dik de mantel van steengruis en puin was die deze ruïnes zo lang verborgen had gehouden, vroeg ik Dr. H. Johnson, die toezicht had gehouden op de opgravingen, en hij bezocht de plek twee keer met de grootste vriendelijkheid om het te onderzoeken op mijn vragen en liet veel sleuven graven in vier velden die tot dan toe ongestoord waren geweest. De resultaten van zijn observaties staan in de volgende tabel. Hij stuurde me ook exemplaren van de schimmel en beantwoordde, voor zover hij kon, al mijn vragen.[236]

METINGEN DOOR DE. H. JOHNSON VAN DE DIKTE VAN DE PLANTAARDIGE AARDE OP DE KOMAN RUÏNES BIJ WROXETER.

Sleuven gegraven in een veld genaamd "Old Works".

	Handeling / resultaat	Dikte v/d aardlaag inches.
1.	Op een diepte van 36 duim werd ongestoord zand bereikt	20
2.	Op een diepte van 33 duim werd beton bereikt	21
3.	Op een diepte van 9 duim werd beton bereikt	9
	<i>Geulen gegraven in een veld genaamd "Shop "Leasows ;" dit is het hoogste veld binnen de oude muren, en loopt vanaf een subcentraal punt aan alle kanten af onder een hoek van ongeveer 2°</i>	
4.	Top van het veld, geul 45 inches diep	40
5.	Tegen de top van het veld, geul 36 duim diep	26
6.	Tegen de top van het veld, geul 28 duim diep	28
7.	Dichtbij de top van het veld, geul 36 inches diep	24
8.	Dichtbij de top van het veld, sleuf aan één uiteinde 39 inches diep; de wormaare ging hier over in het onderliggende ongestoorde zand en de dikte is enigszins willekeurig. Aan het andere uiteinde van de geul werd een doodlopende weg aangetroffen op een diepte van slechts 7 inches, en de aarde was hier slechts 7 inches dik	24
9.	Geul dicht bij de laatste, 28 inches diep	15
10.	Onderste deel van hetzelfde veld, geul van 30 inches diep	15
11.	Onderste deel van hetzelfde veld, geul van 31 duim	17

	diep	
12.	Onderste deel van hetzelfde veld, geul van 36 inches diep, op welke diepte ongestoord zand werd bereikt	28
13.	In een ander deel van hetzelfde veld, greppel 9½ inches diep, gestopt door beton	9
14.	In een ander deel van hetzelfde veld, greppel 9 inches diep, gestopt door beton	9
15.	In een ander deel van hetzelfde veld, greppel 24 duim diep, toen zand werd bereikt	16
16.	In een ander deel van hetzelfde veld, greppel 30 inches diep, toen stenen werden bereikt; aan het ene uiteinde van de greppel wormaarde 12 inches, aan het andere uiteinde 14 inches dik	13
	<i>Klein veld tussen "Old Works" en "Shop Leasows," ik geloof bijna net zo hoog als het bovenste deel van het laatstgenoemde veld.</i>	
17.	Geul van 26 inches diep	24
18.	Geul van 10 inches diep, en kwam toen op een brug	10
19.	Geul van 34 inches diep	30
20.	Geul van 31 inches diep	31
	<i>Veld aan de westelijke kant van de ruimte omsloten door de oude muren.</i>	
21.	Geul van 28 inches diep, toen ongestoord zand werd bereikt	16
22.	Geil van 29 inches diep, toen ongestoord zand werd bereikt	15
23.	Geul van 14 inches diep, en kwam toen op een gebouw	14

[238] Dr. Johnson onderscheidde als schimmel de aarde die, min of meer abrupt, in haar donkere kleur en in haar textuur verschildte van het onderliggende zand of puin. In de mij toegestuurde exemplaren leek de schimmel op de schimmel die direct onder de graszoden van oude weilanden ligt, behalve dat er vaak kleine steentjes in zaten, te groot om door het lichaam van wormen te zijn gegaan. Maar de hierboven beschreven greppels werden gegraven in velden die geen van alle in weiland lagen en die allemaal al lang gecultiveerd waren. Gezien de opmerkingen die gemaakt zijn met betrekking tot Silchester over de effecten van langdurige cultivering, gecombineerd met de werking van wormen die de fijnere deeltjes naar de oppervlakte brengen, lijkt de schimmel, zoals zo aangeduid door Dr. Johnson, redelijk goed zijn naam te verdienen. De dikte, waar er geen doorgang, vloer of muren onder waren, was groter dan elders is waargenomen, namelijk op veel plaatsen meer dan 2 ft., en op één plek meer dan 3 ft. De schimmel was het dikst op en dicht bij de bijna vlakke top van het veld genaamd "Shop Leasows," en in een klein aangrenzend veld, dat, naar ik meen, van bijna dezelfde hoogte is. [239] Eén kant van het eerstgenoemde veld helt onder een hoek van iets meer dan 2°, en ik had verwacht dat de schimmel, door het wegspoe-len tijdens hevige regen, dikker zou zijn in het lagere dan in het hogere deel; maar dit was niet het geval in twee van de drie gegraven greppels hier.

Op veel plaatsen, waar straten onder het oppervlak liepen of waar oude gebouwen stonden, was de schimmel slechts 8 inch dik; en Dr. Johnson was verbaasd dat bij het ploegen

van het land de ruïnes nooit door de ploeg waren geraakt, voor zover hij had gehoord. Hij denkt dat toen het land voor het eerst in cultuur werd gebracht, de oude muren misschien opzettelijk werden neergehaald en dat holle plekken werden opgevuld. Dit kan het geval zijn geweest; maar als het land na het verlaten van de stad vele eeuwen onbebouwd is gebleven, dan zouden wormen genoeg fijne aarde naar boven hebben gebracht om de ruïnes volledig te bedekken; dat wil zeggen, als ze waren verzakt door ondermijning. De funderingen van sommige muren, bijvoorbeeld die van het gedeelte dat nog ongeveer 20 voet boven de grond uitsteekt, en die van het marktplaats, liggen op de buitengewone diepte van 14 voet; maar het is hoogst onwaarschijnlijk dat de funderingen over het algemeen zo diep waren. [240] De mortel die in de gebouwen werd gebruikt moet uitstekend zijn geweest, want het is nog steeds op sommige plekken extreem hard. Waar muren van enige hoogte zijn blootgesteld aan het zicht, zijn ze, zoals Dr. Johnson gelooft, nog steeds loodrecht. De muren met zo'n diepe fundering kunnen niet door wormen zijn ondermijnd en kunnen daarom niet zijn verzakt, zoals in Abinger en Silchester lijkt te zijn gebeurd. Daarom is het heel moeilijk te verklaren waarom ze nu volledig bedekt zijn met aarde; maar hoeveel van deze bedekking bestaat uit plantaardige schimmel en hoeveel uit puin weet ik niet. Het marktplaats, met de funderingen op een diepte van 14 voet, was bedekt, zoals Dr. Johnson gelooft, met tussen de 6 en 24 inches aarde. De bovenkant van de afgebroken muren van een caldarium of bad, 9 voet diep, waren ook bedekt met bijna 2 voet aarde. De top van een boog, die uitkwam in een askuil van 7 voet diep, werd bedekt met

niet meer dan 8 inches aarde. [241] Wanneer een gebouw dat niet verzakt is, bedekt is met aarde, moeten we aannemen dat ofwel de bovenste steenlagen op een bepaald moment door de mens zijn weggesleept, ofwel dat er sindsdien aarde is weggespoeld tijdens hevige regenval, of naar beneden is geblazen tijdens stormen, vanaf het aangrenzende land; en dit zou vooral kunnen gebeuren waar het land lang gecultiveerd is geweest. In de bovenstaande gevallen ligt het aangrenzende land iets hoger dan de drie genoemde plekken, voor zover ik dat kan beoordelen op kaarten en uit informatie die ik van Dr. Johnson heb gekregen. Als er echter een grote stapel gebroken stenen, mortel, pleister, hout en as over de overblijfselen van een gebouw zou vallen, zou hun desintegratie in de loop van de tijd, en de ziftende werking van wormen, uiteindelijk het geheel verbergen onder fijne aarde.

Conclusie: de gevallen die in dit hoofdstuk zijn beschreven laten zien dat wormen een aanzienlijke rol hebben gespeeld bij het begraven en verbergen van verschillende Romeinse en andere oude gebouwen in Engeland; maar ongetwijfeld hebben het wegspoelen van aarde uit de hoger gelegen landerijen in de buurt en de afzetting van stof samen in grote mate geholpen bij het verbergen. Overal waar oude afgebroken muren een beetje boven het toen bestaande oppervlak uitstaken en dus enige beschutting boden, was er een neiging tot stofophoping. [242] De vloeren van de oude kamers, zalen en gangen zijn over het algemeen verzakt, deels door de inklinking van de grond, maar vooral door onder-

mijning door wormen; en de verzakking is over het algemeen groter in het midden dan dicht bij de muren. De muren zelf zijn, wanneer hun funderingen niet op een grote diepte liggen, gepenetreerd en ondermijnd door wormen en zijn daardoor verzakt. De ongelijke verzakking die zo is veroorzaakt, verklaart waarschijnlijk de grote scheuren die in veel oude muren te zien zijn, evenals hun helling ten opzichte van de loodlijn.

HOOFDSTUK – 5.

DE HULP VAN WORMEN IN DE DENU- DATIE VAN HET LAND.

Bewijs van de mate van denudatie ^{Q-57} die het land heeft ondergaan - Subaële denudatie - De afzetting van stof - Plantaardige aarde – humes – , is donker van kleur en heeft een fijne textuur grotendeels te wijten aan de werking van wormen - De desintegratie van rotsen door de Lumus-zuren - Soortgelijke zuren blijkbaar gegenereerd in de lichamen van wormen - De werking van deze zuren vergemakkelijkt door de voortdurende beweging van de gronddeeltjes - De dikke bedding van (worm)aarde controleert de desintegratie van de onderliggende grond en rotsen. In de spiermaag van wormen versleten of triturerende steendeeltjes - ingeslikte steentjes dienen als molenstenen - de triturerende staat van de wormen-uitwerpselen (wormenpoep) - baksteendeeltjes in de uitwerpselen over oude gebouwen die goed afgerond zijn. De triturerende kracht van wormen is geologisch gezien niet onbelangrijk.

57 **Denudatie** is een geomorfologisch proces waarbij, als gevolg van de verwijdering van materiaal door middel van erosie en verwerking, een reductie ontstaat van het reliëf in landvormen en landschappen. Vooral door exogene processen, zoals beweging van water, ijs of wind, kan denudatie ontstaan – en dus ook met hulp van wormen...

Niemand twijfelt eraan dat onze wereld ooit bestond uit kristallijn gesteente en dat we onze sedimentaire formaties te danken hebben aan het uiteenvallen ervan door de inwerking van lucht, water, temperatuursveranderingen, rivieren, zeegolven, aardbevingen en vulkaanuitbarstingen. Deze zijn, na geconsolideerd en soms geherkristalliseerd te zijn, vaak weer uiteengevallen. [244] *Denudatie* betekent het verwijderen van zulke uiteengevallen materie naar een lager niveau. Van de vele opvallende resultaten die het gevolg zijn van de moderne vooruitgang in de geologie, zijn er nauwelijks die opvallender zijn dan die welke betrekking hebben op denudatie. Het was al lang geleden duidelijk dat er een immense hoeveelheid denudatie moet zijn geweest, maar totdat de opeenvolgende formaties zorgvuldig in kaart werden gebracht en gemeten, realiseerde niemand zich volledig hoe groot deze hoeveelheid was. Een van de eerste en opmerkelijkste memoires die ooit over dit onderwerp werd gepubliceerd, was dat van Kamsay,^{Q*-58} die in 1846 aantoonde dat in Wales 9000 tot 11.000 voet vaste rotsdikte van grote stukken land was afgehaald. Misschien wel het duidelijkste bewijs van grote denudatie wordt geleverd door breuken of scheuren die zich vele kilometers over bepaalde gebieden uitstrekken, waarbij de lagen aan de ene kant zelfs tienduizend voet boven de overeenkomstige lagen aan de andere kant uitsteken; en toch is er geen spoor van deze gigantische verplaatsing zichtbaar aan het oppervlak van het land. [245] Een enorme berg gesteente is aan de ene kant weggeschaafd en er is geen restant overgebleven.

58 Q* "On the denudation of South Wales," &c, 'Memoirs of the Geological Survey of Great Britain,' vol. i., p. 297, 1846.

Tot de laatste twintig of dertig jaar dachten de meeste geologen dat de golven van de zee de belangrijkste veroorzakers waren in het werk van denudatie ; maar we kunnen er nu zeker van zijn dat lucht en regen, geholpen door (lucht)stromen en rivieren, veel krachtiger agenten zijn, – dat wil zeggen als we het hele gebied van het land in ogenschouw nemen. De lange lijnen van steile hellingen die zich uitstrekken over verschillende delen van Engeland werden vroeger zonder twijfel beschouwd als oude kustlijnen; maar we weten nu dat ze boven het algemene oppervlak uitsteken, alleen omdat ze beter bestand zijn tegen lucht, regen en vorst dan de aangrenzende formaties. Het is zelden het geluk van een geoloog geweest om zijn collega's door middel van één enkele memorie te overtuigen van een betwist punt; maar de heer Whitaker van de Geological Survey of England had dit geluk toen hij in 1867 zijn artikel publiceerde over "*Denudatie onder de grond en over kliffen en hellingen van het krijt*". ^{Q*-59} Voordat dit artikel verscheen, had de heer A. Tylor al belangrijk bewijs geleverd voor sub-aeriale denudatie door aan te tonen dat de hoeveelheid materie die door rivieren naar beneden wordt gebracht, het niveau van hun afwateringsbekkens onherroepelijk met vele meters verlaagt in een niet al te lange tijdspanne.

[246] Deze redenering is sindsdien op de meest interessante manier opgevolgd door Archibald Geikie, Croll en anderen,

59 Q* 'On sub-aerial Denudation, and on Cliffs and Escarpments of the Chalk' Geologisch Tijdschrift, oktober en november 1867, vol. iv. pp. 447 en 483. In deze opmerkelijke memoires worden talrijke referenties over dit onderwerp gegeven.

in een serie waardevolle memoires.^{Q*-60} Ter wille van degenen die zich nooit met dit onderwerp hebben beziggehouden, kan hier een enkel voorbeeld worden gegeven, namelijk dat van de Mississippi, dat gekozen is omdat de hoeveelheid sediment die door deze grote rivier naar de beneden oevers wordt gebracht, met speciale zorg is onderzocht in opdracht van de regering van de Verenigde Staten.

[247] Het resultaat is, zoals Mr. Croll laat zien, dat het gemiddelde niveau van het enorme afwateringsgebied 1/4566 voet per jaar moet dalen, of 1 voet in 4566 jaar. Bijgevolg zal, uitgaande van de beste schatting van de gemiddelde hoogte van het Noord-Amerikaanse continent, namelijk 748 voet, en kijkend naar de toekomst, het hele stroomgebied van de Mississippi worden weggespoeld en "naar het zeeniveau gebracht" in minder dan 4.500.000 jaar, als er geen "verhoging van het land plaatsvindt". Sommige rivieren voeren in verhouding tot hun omvang veel meer sediment af en andere veel minder dan de Mississippi.

Uit elkaar gevallen materie wordt zowel door de wind als door stromend water meegevoerd. Tijdens vulkaanuitbarstingen wordt veel gesteente in trituratevorm gebracht en zo

60 Q* A. Tylor "On changes of the sea-level," &c, 'Philosophical Mag.' (Ser. 4th) vol. v., 1853, p. 258. Archibald Geikie, Transactions Geolog. Soc. of Glasgow, vol. iii., p. 153 (gelezen in maart 1868). Croll "On Geological Time," 'Philosophical Mag.', mei, augustus en november 1868. Zie ook Croll, 'Climate and Time,' 1875, Hoofdstuk XX. Voor recente informatie over de hoeveelheid sediment die door rivieren naar beneden wordt gebracht, zie 'Nature', 23 september 1880. De heer T. Mellard Reade heeft een aantal interessante artikelen gepubliceerd over de verbazingwekkende hoeveelheid materie die door rivieren in oplossing wordt gebracht. Zie Toespraak, Geolog. Soc, Liverpool, 1876-77.

wijd verspreid; en in alle droge landen speelt de wind een belangrijke rol bij het verwijderen van zulke materie. Door de wind voortgestuwd zand slijt ook de hardste rotsen. Ik heb aangetoond ^{Q*-61} dat gedurende vier maanden van het jaar een grote hoeveelheid stof van de noordwestelijke kusten van Afrika wordt geblazen en op de Atlantische Oceaan valt over een breedte van 1600 mijl en over een afstand van 300 tot 600 mijl van de kust.

[248] Maar men heeft stof zien vallen op een afstand van 1030 mijlen van de kusten van Afrika. Gedurende een verblijf van drie weken te St. Jago in de Kaapverdische Archipel was de atmosfeer bijna altijd nevelig en viel er voortdurend uiterst fijn stof uit Afrika. In een deel van dit stof dat in de open oceaan viel op een afstand van tussen de 330 en 380 mijl van de Afrikaanse kust, zaten veel steendeeltjes, ongeveer 1/1000 van een vierkante inch. Dichter bij de kust is gezien dat het water zo verkleurd was door het vallende stof, dat een zeilschip een spoor achterliet. In landen, zoals de Kaap Verde Archipel, waar het zelden regent en er geen vorst is, valt het vaste gesteente desondanks uiteen; en in overeenstemming met de opvattingen die onlangs naar voren zijn gebracht door een vooraanstaande Belgische geoloog, De Koninck, kan dit uiteenvallen voor het grootste deel worden toegeschreven aan de werking van het koolzuur en het salpeterzuur, samen met de nitraten en nitrieten van ammoniak, die in de dauw zijn opgelost.

[249] In alle vochtige, zelfs matig vochtige landen, helpen

61 Q* "An account of the fine dust which often falls on Vessels in the Atlantic Ocean," Proc. Geolog. Soc. van Londen, 4 Juni 1845.

wormen op verschillende manieren bij het denudatieproces. De plantaardige aarde – wormenaarde / humus – die als een mantel het oppervlak van het land bedekt, is allemaal vele malen door hun lichaam gegaan. – vandaar de naam wormenaarde – Humus verschilt in uiterlijk van de ondergrond alleen in zijn donkere kleur en in de afwezigheid van fragmenten of deeltjes steen (als die in de ondergrond aanwezig zijn), die groter zijn dan die welke door het spijsverteringskanaal van een worm kunnen passeren. Dit *zeven* van de grond wordt, zoals al is opgemerkt, geholpen door gravende dieren van vele soorten, vooral door mieren. In landen waar de zomer lang en droog is, wordt de humus op beschutte plaatsen grotendeels verhoogd door stof dat van andere en meer blootgestelde plaatsen wordt geblazen. Bijvoorbeeld, de hoeveelheid stof die soms over de vlakten van La Plata wordt geblazen, waar geen vaste rotsen zijn, is zo groot, dat tijdens de "gran seco", 1827 tot 1830, het uiterlijk van het land, dat hier niet omheind is, zo volledig werd veranderd dat de inwoners de grenzen van hun eigen landgoederen niet konden herkennen en er eindeloze rechtszaken ontstonden. [250] Immense hoeveelheden stof worden eveneens rondgeblazen in Egypte en in Zuid-Frankrijk. In China, zoals Kichthofen beweert, hebben bedden die eruit zien als fijn sediment, enkele honderden feet dik en die zich over een enorm gebied uitstrekken, hun oorsprong te danken aan stof dat uit de hoge landen van Centraal-Azië wordt geblazen Q*-⁶². In

62Q* Voor La Plata, zie mijn 'Journal of Kearches,' tijdens de reis van de Beagle, 1845, p. 133. Élie de Beaumont heeft ('Lecons de Geol. pratique,' tom. I. 1845, p. 183) een uitstekend verslag gegeven van de enorme hoeveelheid stof die in sommige landen wordt getransporteerd. Ik kan niet anders

vochtige landen zoals Groot-Brittannië kan, zolang het land in zijn natuurlijke staat met vegetatie begroeid blijft, de *aardelaag* op een bepaalde plaats nauwelijks door stof toenemen; maar in zijn huidige staat ontvangen de velden in de buurt van hoge wegen, waar veel verkeer is, een aanzienlijke hoeveelheid stof, en wanneer velden geëgd worden tijdens droog en winderig weer, kan men wolken stof zien wegwaaien. Maar in al deze gevallen wordt de bovengrond slechts van de ene plaats naar de andere vervoerd. [251] Het stof dat zo dik binnen onze huizen valt, bestaat grotendeels uit organisch materiaal en zou, als het over het land verspreid zou worden, na verloop van tijd vergaan en bijna geheel verdwijnen. Uit recente waarnemingen aan de sneeuwvelden van de Arctische gebieden blijkt echter dat er voortdurend wat meteorisch stof van extra alledaagse oorsprong valt.

De donkere kleur van gewone humus is duidelijk te wijten aan de aanwezigheid van rottend organisch materiaal, dat echter slechts in kleine hoeveelheden aanwezig is. Het gewichtsverlies dat humus lijdt bij verhitting tot roodheid lijkt voor een groot deel te wijten te zijn aan het verdrijven van water in combinatie. In een monster van vruchtbare humus werd de hoeveelheid organische stof vastgesteld op slechts 1,76 procent; in sommige kunstmatig geprepareerde grond was het zo veel als 5,5 procent, en in de beroemde zwarte

dan denken dat de heer Proctor enigszins overdreven heeft ('Pleasant Ways in Science,' 1879, p. 379) over de werking van stof in een vochtig land als Groot-Brittannië. James Geikie heeft ('Prehistoric Europe,' 1880, p. 165) een volledige samenvatting gegeven van Eichthofens opvattingen, die hij echter betwist.

grond van Rusland van 5 tot zelfs 12 procent.^{Q*-63} In *bladaarde* uitsluitend gevormd door het rotten van bladeren is de hoeveelheid veel groter, en in turf de koolstof alleen draagt soms 64 procent, maar met deze laatste gevallen zijn we hier niet mee bezig.

[252] De koolstof in de bodem heeft de neiging om geleidelijk te oxideren en te verdwijnen, behalve waar water zich ophoopt en het klimaat koel is;^{Q*-64} zodat er in het oudste grasland geen grote overmaat aan organische stof is, ondanks het voortdurende rotten van de wortels en de ondergrondse stengels van planten, en de incidentele toevoeging van mest. Het verdwijnen van organisch materiaal uit schimmels wordt waarschijnlijk bevorderd doordat het steeds weer naar de oppervlakte wordt gebracht in de wormen uitwerpselen.

Wormen, aan de andere kant, voegen veel toe aan het organisch materiaal in de grond door de verbazingwekkende hoeveelheid halfvergane bladeren die ze in hun holen trekken tot een diepte van 2 of 3 inches. Ze doen dit voornamelijk om voedsel te verkrijgen, maar gedeeltelijk ook om de monding van hun holen te sluiten en het bovenste deel te bekleden. [253] De bladeren die ze consumeren worden bevochtigd, in kleine snippers gescheurd, gedeeltelijk verteerd en nauw vermengd met aarde; en het is dit proces dat de

63 Q* Deze uitspraken zijn overgenomen van Von Hensen in 'Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie,' Bd. xxviii., 1877, p. 360. De uitspraken met betrekking tot turf zijn overgenomen van Mr. A. A. Julien in 'Proc. American Assoc. Science,' 1879, p. 314.

64 Q* Ik heb enkele feiten gegeven over het klimaat dat nodig of gunstig is voor de vorming van turf, in mijn 'Journal of Researches,' 1845, p. 287.

plantaardige humus zijn uniforme donkere tint geeft. Het is bekend dat er verschillende soorten zuren ontstaan door het rotten van plantaardig materiaal; en omdat de inhoud van de darmen van wormen en hun uitwerpselen zuur zijn, lijkt het waarschijnlijk dat het verteringsproces een analoge chemische verandering teweegbrengt in de ingeslikte, verteerde en half vergane bladeren. De grote hoeveelheid carbonaat van kalk die door de kalkklieren wordt afgescheiden, dient blijkbaar om de zuren die zo ontstaan te neutraliseren; want het spijsverteringsvocht van wormen werkt alleen als het alkalisch is. Aangezien de inhoud van het bovenste deel van hun darmen zuur is, kan de zuurtegraad nauwelijks te wijten zijn aan de aanwezigheid van urinezuur. We kunnen daarom concluderen dat de zuren in het spijsverteringskanaal van wormen gevormd worden tijdens het spijsverteringsproces; en dat ze waarschijnlijk bijna van dezelfde aard zijn als die in gewone humus. Het is welbekend dat deze laatste het vermogen heeft om peroxide van ijzer te de-oxideren of op te lossen, zoals te zien is overal waar turf boven rood zand ligt, of waar een rotte wortel door zulk zand heen dringt. [254] Nu hield ik een aantal wormen in een pot gevuld met zeer fijn roodachtig zand, bestaande uit minuscule deeltjes silex bedekt met het rode oxide van ijzer; en de holen, die de wormen maakten door dit zand, waren bekleed of bedekt op de gebruikelijke manier met hun uitwerpselen, gevormd uit het zand vermengd met hun darmafscheidingen en het afval van de verteerde bladeren; en dit zand had bijna geheel zijn rode kleur verloren. Toen kleine porties ervan onder de microscoop werden gelegd, zag men dat de meeste korrels doorzichtig en kleurloos waren door het oplossen van het

oxide, terwijl bijna alle korrels uit andere delen van de pot bedekt waren met het oxide. Azijnzuur had nauwelijks effect op dit zand; en zelfs zoutzuur, salpeterzuur en zwavelzuur, verdund zoals in de Farmacopee, hadden minder effect dan de zuren in de darmen van de wormen.

De heer A.A. Julien heeft onlangs alle beschikbare informatie verzameld over de zuren die in humus ontstaan en die, volgens sommige scheikundigen, meer dan een dozijn verschillende soorten zijn. Deze zuren, evenals hun zure zouten (d.w.z. in combinatie met potas, soda en ammoniak), werken energiek in op carbonaat van kalk en op ijzeroxiden. [255] Het is ook bekend dat sommige van deze zuren, die lang geleden door Thénard *azohumisch* werden genoemd, in staat zijn colloïd siliciumdioxide op te lossen in verhouding tot de stikstof die ze bevatten.^{Q*-65} Bij de vorming van deze laatste zuren bieden wormen waarschijnlijk enige hulp, want Dr. H. Johnson deelt me mee dat hij met de test van Nessler 0,018 procent ammoniak in hun uitwerpselen heeft gevonden.

De verschillende humuszuren die, zoals we zojuist hebben gezien, tijdens het verteringsproces in het lichaam van wormen ontstaan en hun zure zouten spelen volgens de recente waarnemingen van de heer Julien een zeer belangrijke rol bij het uiteenvallen van verschillende soorten gesteente. Het is al lang bekend dat koolzuur, en ongetwijfeld ook salpeter-

65 Q* A. A. Julien " On the Geological action of the Humus-acids," 'Proc. American Assoc. Science,' vol. xxviii., 1879, p. 311. A lso on "Chemical erosion on Mountain Summits;" 'New York Academy of Sciences,' Oct. 14, 1878, zoals geciteerd in de 'American Naturalist'. Zie ook, over dit onderwerp, S. W. Johnson, " How Crops Feed," 1870, p. 138.

en salpeterigzuur, die in regenwater aanwezig zijn, op dezelfde manier werken. Er is ook een grote overmaat aan koolzuur in alle bodems, vooral in rijke bodems, en dit wordt opgelost door het water in de grond.

[256] De levende wortels van planten, bovendien, zoals Sachs en anderen hebben aangetoond, corroderen snel en laten hun indrukken achter op gepolijste platen marmer, dolomiet en fosfaat van kalk. Ze tasten zelfs basalt en zandsteen aan.^{Q*-66} Maar we houden ons hier niet bezig met agentia die volledig onafhankelijk zijn van de werking van wormen.

De combinatie van een zuur met een base wordt sterk bevorderd door agitatie, omdat zo steeds nieuwe oppervlakken met elkaar in contact worden gebracht. Dit gebeurt grondig met de deeltjes steen en aarde in de darmen van wormen tijdens het spijsverteringsproces; en men moet niet vergeten dat de hele schimmelmassa van elk veld in de loop van een paar jaar door hun spijsverteringskanalen gaat. Bovendien, terwijl de oude holen langzaam instorten en er voortdurend verse wormenhoopjes naar de oppervlakte worden gebracht, draait of circuleert de hele oppervlakkige schimmellaag langzaam; en de wrijving van de deeltjes met elkaar zal de fijnste films van uiteengevallen materie wegschuren zodra ze worden gevormd. [257] Door deze verschillende middelen zullen minuscule fragmenten van rotsen van vele soorten en gewone deeltjes in de grond voortdurend worden blootgesteld aan chemische afbraak; en zo zal de hoeveelheid grond de neiging hebben om toe te nemen.

66 Q* Zie, voor referenties over dit onderwerp, S. W. Johnson, "How Crops Feed," 1870, p. 326.

Als wormen hun holen vullen met hun uitwerpselen en als de holen doordringen tot een diepte van 5 of 6, of zelfs meer feet, zal een kleine hoeveelheid humuszuren ver naar beneden worden meegevoerd en daar inwerken op de onderliggende rotsen en brokstukken. Zo zal de dikte van de grond, als er niets van het oppervlak wordt verwijderd, gestaag maar langzaam toenemen; maar de ophoping zal na verloop van tijd de desintegratie van de onderliggende rotsen en de dieper gelegen deeltjes vertragen. Want de humuszuren die voornamelijk ontstaan in de bovenste laag van plantaardige schimmel, zijn zeer onstabiele verbindingen en zijn onderhevig aan ontbinding voordat ze een aanzienlijke diepte bereiken.^{Q*-67} Een dik bed van bedekkende grond zal ook de neerwaartse uitbreiding van grote temperatuurschommelingen tegenhouden, en in koude landen de krachtige werking van vorst. [258] De vrije toegang van lucht zal ook worden uitgesloten. Door deze verschillende oorzaken zou de desintegratie bijna worden gestopt, als de bovenliggende uitwerpselen veel dikker zou worden, doordat er geen of weinig van het oppervlak wordt verwijderd.^{Q*-68} In mijn eigen directe omgeving hebben we een merkwaardig bewijs hoe effectief een paar meter klei sommige veranderingen tegenhoudt die

67 Q* Deze verklaring komt uit Mr. Julien, 'Proc. American Assoc. Science,' vol. xxviii., 1879, p. 330.

68 Q* De conserverende kracht van een laag schimmel en turf wordt vaak aangetoond door de perfecte staat van de glaciale krassen op rotsen als ze voor het eerst worden blootgelegd. Mr. J. Geikie beweert, in zijn laatste zeer interessante werk ('Prehistoric Europe,' 1881), dat de meer perfecte krassen waarschijnlijk te wijten zijn aan de laatste toegang van kou en toename van ijs, gedurende de lang aanhoudende, intermitterende glaciale periode.

plaatsvinden in vuurstenen die vrij bloot liggen; want de grote vuurstenen die al enige tijd op het oppervlak van omgeploegde velden liggen, kunnen niet worden gebruikt voor het bouwen; ze splijten niet goed en worden door de werklieden *rot* – rotten – genoemd,^{Q#-69} Het is daarom noodzakelijk om vuurstenen voor bouwdoeleinden te verkrijgen uit de bedding van rode klei die boven het krijt ligt (het residu van de oplossing ervan door regenwater) of uit het krijt zelf.

[259] Niet alleen helpen wormen indirect bij de chemische desintegratie van rotsen, maar er is goede reden om aan te nemen dat ze ook op een directe en mechanische manier op de kleinere deeltjes inwerken. Alle soorten die aarde inslikken zijn voorzien van een spiermaag; en deze is bekleed met zo'n dik chitineachtig membraan dat Perrier erover spreekt,^{Q*-70} als "een echt harnas". De spiermaag is omgeven door krachtige dwarsspieren, die volgens Claparede ongeveer tien keer zo dik zijn als de langsspieren; en Perrier zag ze energiek samentrekken. "Wormen die tot één geslacht behoren, *Digaster*, hebben twee verschillende maar sterk op elkaar lijkende spiermagen; en bij een ander geslacht, *Monili-*

69 Q# Veel geologen hebben zich verbaasd over de volledige verdwijning van vuurstenen over grote en bijna vlakke gebieden, waar het krijt is verwijderd door subauriale denudatie. Maar het oppervlak van elke vuursteen is bedekt met een ondoorzichtige, gemodificeerde laag die net door een stalen punt zal breken, terwijl het vers gebroken, doorschijnende oppervlak dat niet doet. De verwijdering door atmosferische invloeden van de buitenste gemodificeerde oppervlakken van vrij blootgestelde vuurstenen, hoewel ongetwijfeld zeer langzaam, samen met de modificatie die naar binnen gaat, zal, zoals kan worden vermoed, uiteindelijk leiden tot hun volledige desintegratie, ondanks dat ze zo extreem duurzaam lijken te zijn.

70 Q* 'Archives de Zoolog. exper.' tom. iii. 1874, p. 409.

gaster, bestaat de tweede spiermaag uit vier zakjes die elkaar opvolgen, zodat bijna gezegd kan worden dat ze vijf spiermagen hebben. ^{Q#-71}

[260] Op dezelfde manier als gal- en struttachtige vogels – gallinaceous and struthious birds – stenen inslikken om te helpen bij het tritureren van hun voedsel, zo lijkt het ook te zijn met terrestrische wormen. De spiermaag van achtendertig van onze gewone wormen werd geopend, en in vijftientig ervan werden kleine steentjes of zandkorrels gevonden, soms samen met de harde kalkachtige concreties die gevormd werden in de voorste kalkklieren, en in twee andere alleen concreties. In de spiermaag van de overgebleven wormen zaten geen stenen; maar sommige van deze wormen waren geen echte uitzonderingen, omdat de spiermaag laat in de herfst geopend werd, toen de wormen gestopt waren met eten en hun spiermaag helemaal leeg was. ^{Q*-72}

Als wormen hun holen maken in aarde die vol kleine steentjes zit, zullen er ongetwijfeld veel onvermijdelijk worden ingeslikt; maar men moet niet denken dat dit de verklaring is voor de frequentie waarmee stenen en zand in hun spiermaag worden aangetroffen.

[261] Want bolletjes van glas en fragmenten van baksteen en van harde tegels werden verspreid over het aardoppervlak, in potten waarin wormen werden gehouden en al hun holen hadden gemaakt; en zeer veel van deze bolletje en fragmen-

71 Q# 'Nouvelles Archives du Museum,' tom. viii. 1872, p. 95,

72 Q* Morren, die het heeft over de aarde in de spijsverteringskanalen van wormen, zegt: "praesepé cum lapillis commixtam vidi:" De Lumbrici terrestres, &c, 1829, p. 16.

ten werden opgepikt en ingeslikt door de wormen, want ze werden gevonden in hun uitwerpselen, darmen en spiermaag. Ze slikten zelfs het grove rode stof in dat gevormd werd door het fijnstampen van de tegels. Er kan ook niet worden verondersteld dat ze de bolletjes en scherven voor voedsel aanzagen, want we hebben gezien dat hun smaak delicaat genoeg is om verschillende soorten bladeren van elkaar te onderscheiden. Het is daarom duidelijk dat ze harde voorwerpen zoals stukjes steen, glazen korrels en hoekige fragmenten van bakstenen of dakpannen inslikken met een speciaal doel; en er kan nauwelijks aan worden getwijfeld dat dit is om hun spiermaag te helpen bij het vermalen van de aarde, die ze zo grotendeels verorberen. Dat zulke harde voorwerpen niet nodig zijn om bladeren te pletten, kan worden afgeleid uit het feit dat bepaalde soorten, die in modder of water leven en zich voeden met dood of levend plantaardig materiaal, maar die geen aarde inslikken, geen spiermaag hebben,^{Q*-73} en daarom geen stenen kunnen gebruiken.

[262] Tijdens het malen moeten de aardedeeltjes tegen elkaar en tussen de stenen en het taaie slijmvlies van de spiermaag worden gewreven. De zachtere deeltjes zullen dus wat afslijten en misschien zelfs geplet worden. Deze conclusie wordt ondersteund door het uiterlijk van vers uitgeworpen wormenpoep, want deze deden me vaak denken aan het uiterlijk van *verf* die net door een arbeider tussen twee platte stenen is gemalen. Morren merkt op dat het darmkanaal "impleta tenuissimá terrá, veluti in pulverem redactá."

73 Q* Perrier, 'Archives de Zoolog. exper.' tom. iii. 1874, p. 419.

is.^{Q**-74} Perrier spreekt ook van "*de te fijne pasta waartoe de door hen afgekeurde grond is gereduceerd*," &c.^{Q#-75}

Omdat de mate van trituratie die de deeltjes aarde ondergaan in de spiermaag van wormen van enig belang is (zoals we hierna zullen zien), heb ik getracht bewijs op dit punt te verkrijgen door zorgvuldig veel van de fragmenten te onderzoeken die door hun spijsverteringskanalen zijn gegaan. [263] Met wormen die in een natuurlijke staat leven, is het natuurlijk onmogelijk om te weten hoeveel de fragmenten gedragen kunnen zijn voordat ze werden ingeslikt. Het is echter duidelijk dat wormen niet gewoonlijk al afgeronde deeltjes selecteren, want er werden vaak scherp hoekige stukjes vuursteen en ander hard gesteente in hun spiermaag of darmen gevonden. Bij drie gelegenheden werden scherpe stekels van de stengels van rozenstruiken gevonden. Wormen die in afzondering werden gehouden, slikten herhaaldelijk hoekige fragmenten van harde tegels, steenkool, sintels en zelfs de scherpste glasscherven in. Gal- en pijlstaartvogels houden dezelfde stenen lange tijd in hun spiermaag vast, waardoor ze goed afgerond worden; maar dit lijkt niet het geval te zijn bij wormen, te oordelen naar het grote aantal fragmenten van tegels, glazen bolletjes, stenen, enzovoort, die vaak in hun uitwerpselen en darmen worden gevonden. Dus tenzij dezelfde fragmenten herhaaldelijk door hun spiermaag zouden gaan, zouden zichtbare tekenen van slijtage in de fragmenten nauwelijks te verwachten zijn, behalve misschien in het geval van zeer zachte stenen.

74 Q** Morren, 'De Lumbrici terrestris,' &c, p. 16.

75 Q# 'Archives de Zoolog. Exper.' torn. iii. 1874, p. 418.

[264] Ik zal nu het bewijs van slijtage geven dat ik heb kunnen verzamelen. In de spiermaag van een aantal wormen, uitgegraven uit een dun bed van *aarde* – mould – over het krijt, zaten veel goed afgeronde kleine fragmenten krijt, en twee fragmenten van de schelpen van een landweekdier (zoals vastgesteld door hun microscopische structuur), die laatste waren niet alleen afgerond, maar enigszins gepolijst. De kalkachtige concreties gevormd in de kalkklieren, die vaak worden gevonden in hun spiermaag, darmen, en soms in hun uitwerpselen, wanneer ze van grote omvang zijn, leken soms afgerond te zijn; maar bij alle kalkachtige lichamen kan het afgeronde uiterlijk geheel of gedeeltelijk te wijten zijn aan hun corrosie door koolzuur en de humuszuren. In de spiermaag van verschillende wormen, verzameld in mijn moestuin bij een broeikas, werden acht kleine fragmenten sintels gevonden, en zes daarvan leken min of meer afgerond, net als twee stukjes baksteen; maar sommige andere stukjes waren helemaal niet afgerond. Een boerenweg bij Abinger Hall was zeven jaar eerder bedekt met baksteenafval tot een diepte van ongeveer 6 inches; graszoden waren over dit afval gegroeid aan beide zijden van de weg over een breedte van 18 inches, en op deze graszoden lagen ontelbare uitwerpselen. [265] Sommige waren egaal rood gekleurd door de aanwezigheid van veel baksteenstof, en ze bevatten veel deeltjes baksteen en harde mortel van 1 tot 3 *mm.* in doorsnee, waarvan de meeste duidelijk afgerond waren; maar al deze deeltjes kunnen afgerond zijn geweest voordat ze door de zoden beschermd werden en ingeslikt werden, net als die op de kale delen van de weg die veel afgesleten waren. Een gat in een weiland was gevuld met bak-

steenafval op hetzelfde moment, namelijk zeven jaar geleden, en was nu bedekt met graszoden; en hier bevatten de uitwerpselen zeer veel baksteendeeltjes, allemaal min of meer afgerond; en dit baksteenafval kon, nadat het in het gat was geschoten, geen slijtage hebben ondergaan. Opnieuw werden oude bakstenen, die heel weinig gebroken waren, samen met stukjes mortel neergelegd om looppaden te vormen, en vervolgens bedekt met 4 tot 6 inches grind; zes kleine stukjes baksteen werden uit de uitwerpselen gehaald die op deze looppaden verzameld waren, waarvan er drie duidelijk versleten waren. [266] Er waren ook heel veel deeltjes harde mortel, waarvan ongeveer de helft goed afgerond was; en het is niet geloofwaardig dat deze in de loop van slechts zeven jaar zoveel corrosie konden hebben opgelopen door de inwerking van koolzuur.

Een veel beter bewijs voor het slijten van harde voorwerpen in de spiermaag van wormen wordt geleverd door de staat van de kleine fragmenten van dakpannen of bakstenen en van *beton* – concrete – in de uitwerpselen die zijn opgeworpen waar oude gebouwen ooit stonden. Aangezien alle grond die een veld bedekt om de paar jaar door de lichamen van wormen gaat, zullen dezelfde kleine fragmenten in de loop van eeuwen waarschijnlijk vele malen worden ingeslikt en naar de oppervlakte worden gebracht. In de volgende gevallen werd eerst het fijnere materiaal van de uitwerpselen weggespoeld en vervolgens werden alle deeltjes bakstenen, dakpannen en beton zonder enige selectie verzameld en daarna onderzocht. Welnu, in de uitwerpselen die tussen de tesserae van een van de begraven vloeren van de Romeinse villa in

Abinger werden uitgeworpen, zaten veel deeltjes (van $\frac{1}{2}$ tot 2 mm. in diameter) van tegels en beton, die onmogelijk met het blote oog of door een sterke lens konden worden bekeken en waaraan geen moment kon worden getwijfeld dat ze bijna allemaal veel slijtage hadden ondergaan. [267] Ik spreek aldus na kleine, door water afgesleten steentjes, gevormd uit Romeinse bakstenen, te hebben onderzocht, die Henri de Saussure zo vriendelijk was mij toe te zenden en die hij had gehaald uit zand- en grindbeddingen, afgezet aan de oevers van het Meer van Genève, in een vroegere periode toen het water ongeveer twee meter boven het huidige niveau stond. De kleinste van deze door water afgesleten steentjes uit Genève leken sterk op die uit de spiermaag van wormen, maar de grotere waren wat gladder.

Vier uitwerpselen die werden gevonden op de onlangs blootgelegde, getegelde vloer van de grote zaal in de Romeinse villa in Brading, bevatten veel deeltjes dakpan of baksteen, mortel en hard wit cement. De morteldeeltjes leken echter meer last te hebben gehad van corrosie dan van slijtage, want er staken vaak korrels silex uit hun oppervlak. [268] Uitwerpselen uit het schip van de abdij van Beaulieu, die werd verwoest door Henry Till., werden verzameld uit een vlakke oppervlakte van turf, boven het begraven plaveisel, waar wormgangen – worm-burrows – doorheen liepen; en deze uitwerpselen bevatten ontelbare deeltjes van tegels en bakstenen, van beton en cement, waarvan de meerderheid duidelijk wat of veel slijtage had ondergaan. Er waren ook veel minuscule schilfers van leisteen, waarvan de punten afgerond waren. Als de bovenstaande veronderstelling, dat in

al deze gevallen dezelfde minuscule fragmenten meerdere keren door de spiermaag van wormen zijn gegaan, wordt verworpen, ondanks de inherente waarschijnlijkheid, dan moeten we aannemen dat in alle bovengenoemde gevallen de vele afgeronde fragmenten die in de uitwerpselen werden gevonden allemaal per ongeluk veel slijtage hadden ondergaan voordat ze werden ingeslikt; en dit is hoogst onwaarschijnlijk.

Aan de andere kant moet worden vermeld dat fragmenten van siertegels, iets harder dan gewone tegels of bakstenen, die slechts eenmaal waren ingeslikt door wormen die in afzondering werden gehouden, met de twijfelachtige uitzondering van een of twee van de kleinste korrels, helemaal niet afgerond waren. [269] Toch leken sommige een beetje afgesleten, hoewel niet afgerond. Niettegenstaande deze gevallen, als we het bewijs hierboven gegeven, kan er weinig twijfel dat de fragmenten, die dienen als molenstenen in de spiermaag van wormen, lijden, wanneer van een niet al te harde textuur, een zekere mate van slijtage, en dat de kleinere deeltjes in de aarde, die gewoonlijk wordt geslikt in zulke verbazingwekkend grote hoeveelheden door wormen, worden samen gemalen en dus levigated. Als dit het geval is, is de "*zachte aarde*," - de "*pastei buitensporig fijn*,"-waaruit de uitwerpselen grotendeels bestaan, gedeeltelijk te wijten aan de mechanische werking van de spiermaag;^{Q*-76} en deze fijne

76 Q* Deze conclusie doet me denken aan de enorme hoeveelheid uiterst fijne kalkhoudende modder die wordt gevonden in de lagunes van veel atollen, waar de zee rustig is en de golven de blokken koraal niet kunnen doorklieven. Deze modder moet, zoals ik geloof ('The Structure and Distribution of Coral-Reefs,' 2nd edit. 1874, p. 19), worden toegeschreven

materie, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, is dat wat voornamelijk wordt weggespoeld van de ontelbare uitwerpselen op elk veld tijdens elke zware regenbui. Als de zachtere stenen al meegeven, zullen de hardere enigszins slijten.

[270] De trituratie van kleine steendeeltjes in de spiermaag van wormen is vanuit geologisch oogpunt van groter belang dan op het eerste gezicht lijkt; want Mr. Sorby heeft duidelijk aangetoond dat de gewone middelen van desintegratie, namelijk stromend water en de golven van de zee, met steeds minder kracht inwerken op fragmenten gesteente naarmate ze kleiner zijn.

Vandaar", zo merkt hij op, "dat zelfs zonder rekening te houden met het extra opdrijven van zeer kleine deeltjes door een waterstroom, afhankelijk van de samenhang aan het oppervlak, de effecten van slijtage op de vorm van de korrels direct moeten variëren met hun diameter of daaromtrent. Als dat zo is, dan zou een korrel met een diameter van 1/10 inch tien keer zoveel slijten als een korrel met een diameter van 1/100 inch, en minstens honderd keer zoveel als een korrel met een diameter van 1/1000 inch. Misschien kunnen we dan concluderen dat een korrel met een diameter van 1/10 inch evenveel of meer zou slijten tijdens het drijven van een mijl als een korrel met een diameter van 1/1000 inch tijdens het drijven van 100 mijl. Volgens hetzelfde principe zou een kiezelsteen 'met een diameter van een inch relatief meer afslijten door slechts een paar honderd meter te worden afgedreven.'"Q*-77

aan de ontelbare anneliden en andere dieren die zich ingraven in het dode koraal, en aan de vissen, Holothurians, &c, die zich tegoed doen aan het levende koraal.

77 Q* Toespraak: 'The Quarterly Journal of the Geological Soc'. Mei 1880,

[271] Bij het beschouwen van de kracht die wormen uitoefenen bij het tritureren van rotsdeeltjes, mogen we ook niet vergeten dat er goede aanwijzingen zijn dat op elke acre land, die voldoende vochtig is en niet te zanderig, kiezelachtig of rotsachtig voor wormen om te bewonen, een gewicht van meer dan tien tons – 9.000 kg. – aarde per jaar door hun lichaam gaat en naar de oppervlakte wordt gebracht. Het resultaat voor een land van de grootte van Groot-Brittannië, binnen een periode die in geologische zin niet erg lang is, zoals een miljoen jaar, kan niet onbeduidend zijn; want de tien *tons* aarde moet eerst vermenigvuldigd worden met het bovengenoemde aantal jaren, en vervolgens met het aantal acres dat volledig gevuld is met wormen; en in Engeland, samen met Schotland, wordt het land dat gecultiveerd wordt en goed geschikt is voor deze dieren, geschat op meer dan 32 miljoen *acres*. Het product is 320 miljoen miljoen *tons* aarde.

HOOFDSTUK – 6

DE VERWERING VAN HET LAND

Vervolg.

Denudatie – erosie/verwerking – geholpen door recent uitgeworpen 'wormenpoep' die langs hellende, met gras bedekte oppervlakken naar beneden stromen - De hoeveelheid 'aarde' die jaarlijks naar beneden stroomt - De invloed van tropische regen op wormen uitwerpselen - De fijnste aardedeeltjes die volledig van de wormenpoephoopjes worden weggespoeld - De desintegratie van gedroogde wormenpoep tot korrels en het naar beneden rollen ervan langs hellende oppervlakken - De vorming van kleine richels op heuvelwanden, gedeeltelijk te wijten aan de op-eenhoping van uiteengevallen (wormen)poepresten - poepresten die naar de lijzijde worden geblazen over vlak land - een poging om de aldus geblazen hoeveelheid te schatten - de afbraak van oude kampementen en tumuli - Het behoud van de kronen en groeven op land dat vroeger werd omgeploegd - De vorming en hoeveelheid van uitwerpselen over de krijtformatie.

We zijn nu bereid om de meer directe rol die wormen spelen in de denudatie van het land te bekijken. Toen ik nadacht over denudatie onder de grond, leek het mij vroeger, net als

anderen, dat een bijna vlak of zeer licht hellend oppervlak, bedekt met graszoden, zelfs gedurende een lange tijd geen verlies kon lijden. [273] Men zou echter kunnen aanvoeren dat met lange tussenpozen, regenbuitjes of waterhazen alle (wormen)uitwerpselen van een zeer zachte helling zouden verwijderen; maar toen ik de steile, met gras bedekte hellingen in Glen Roy onderzocht, werd ik getroffen door het feit hoe zelden zoiets gebeurd kon zijn sinds de ijstijd, zoals duidelijk bleek uit de goed bewaarde staat van de drie opeenvolgende "wegen" of meerranden. Maar de moeilijkheid om te geloven dat aarde in enige noemenswaardige hoeveelheid kan worden verwijderd van een licht hellend oppervlak, bedekt met vegetatie en dichtgegroeid met wortels, wordt verwijderd door de werking van wormen. Want de vele uitwerpselen die tijdens regen worden opgeworpen en de uitwerpselen die enige tijd voor een hevige regenbui worden opgeworpen, stromen over een korte afstand langs een hellend oppervlak naar beneden. Bovendien wordt veel van de fijnst geloogde aarde volledig van de (wormen)poephoopjes weggespoeld. Tijdens droog weer vallen uitwerpselen vaak uiteen in kleine afgeronde korrels, die door hun gewicht vaak van een helling naar beneden rollen. Dit gebeurt vooral als ze door de wind worden gestart, en waarschijnlijk ook als ze worden gestart door de aanraking van een dier, hoe klein ook. [274] "We zullen ook zien dat een sterke wind alle wormenpoepjes, zelfs op een vlak veld, naar lij blaast, terwijl ze zacht zijn; en op dezelfde manier de korrels als ze droog zijn. Als de wind bijna in de richting van een hellend oppervlak waait, wordt het naar beneden stromen van de poepkorrels sterk bevorderd.

De waarnemingen waarop deze verschillende verklaringen zijn gebaseerd, moeten nu in detail worden weergegeven. Uitwerpselen zijn stroperig en zacht als ze voor het eerst worden uitgeworpen; tijdens regen, wanneer wormen ze blijkbaar het liefst uitwerpen, zijn ze nog zachter; zodat ik soms heb gedacht dat wormen op zulke momenten veel water moeten inslikken. Hoe dit ook zij, regen, zelfs als die niet erg hevig is, maakt, als die lang aanhoudt, recent uitgeworpen wormen half vloeibaar; en op een vlakke ondergrond spreiden ze zich dan uit tot dunne, ronde, platte schijven, precies zoals honing of heel zachte mortel, waarbij alle sporen van hun wormvormige structuur verloren gaan. Dit laatste feit werd soms duidelijk wanneer een worm zich vervolgens door zo'n platte ronde schijf had geboord en in het midden een verse vermiforme massa had opgebouwd. Deze platte verzakte schijven heb ik herhaaldelijk gezien na zware regenval, op veel plaatsen op allerlei soorten land. [275]

Over het wegvloeien van natte uitwerpselen en het wegrollen van droge, uiteengevallen uitwerpselen langs hellingen - Wanneer uitwerpselen tijdens of kort voor hevige regen op een helling worden uitgeworpen, kunnen ze niet anders dan een beetje langs de helling naar beneden vloeien. Zo ontdekte ik (22 okt. 1872) op enkele steile hellingen in Knowle Park, die bedekt waren met grof gras en die blijkbaar al sinds mensenheugenis in deze staat bestonden, na enkele natte dagen dat bijna alle vele (wormenpoep)hoopjes aanzienlijk langwerpig waren in de lijn van de helling; en dat ze nu bestonden uit gladde, slechts licht conische massa's. Tel-

kens wanneer de monding van de holen kon worden gevonden waaruit de aarde was uitgeworpen, was er meer aarde onder dan erboven. Na een paar zware regenbuien (25 jan. 1872) werden twee nogal steil hellende velden in de buurt van Down, die vroeger geploegd waren en nu nogal schaars begroeid waren met arm gras, bezocht en veel wormenpoep-hoopjes strekten zich over een lengte van 5 inches uit langs de hellingen, wat twee of drie keer de gebruikelijke diameter was van de (wormenpoep)hoopjes die op de vlakke delen van deze zelfde velden werden opgeworpen. [276] Op sommige fijne grashellingen in Hoi wood Park, hellend onder hoeken tussen 8° en $11^{\circ} 30'$ met de horizon, waar het oppervlak blijkbaar nooit verstoord was door de hand van de mens, waren er buitengewoon veel uitwerpselen: en een ruimte van 16 inches in lengte dwars op de helling en 6 inches in de lijn van de helling, was volledig bedekt, tussen de grassprietten, met een uniform vel samenvloeiende en verzakte uitwerpselen. Ook hier waren de uitwerpselen op veel plaatsen langs de helling naar beneden *gestroomd* en vormden nu gladde smalle stukken aarde van 6, 7 en $7\frac{1}{2}$ inches lang. Sommige hiervan bestonden uit twee uitwerpselen, de een boven de ander, die zo volledig samengesmolten waren dat ze nauwelijks te onderscheiden waren. Op mijn gazon, dat met zeer fijn gras is begroeid, zijn de meeste uitwerpselen zwart, maar sommige zijn geelachtig doordat aarde van een grotere diepte dan gewoonlijk naar boven is gebracht, en het afvloeien van deze gele uitwerpselen na zware regenval kon duidelijk worden waargenomen waar de helling 5° was; en waar deze minder dan 1° was, kon nog steeds enig bewijs van hun afvloeien worden waargenomen. [177] Bij

een andere gelegenheid, na regen die nooit hevig was, maar die 18 uur aanhield, hadden alle uitwerpselen op hetzelfde licht hellende gazon hun wormvormige structuur verloren; en ze waren uitgevloeid, zodat volledig tweederde van de uitgeworpen aarde onder de monding van de holen lag.

Deze waarnemingen leidden ertoe dat ik andere met meer zorg ging bekijken. Acht *wormenpoephoopjes* werden gevonden op mijn gazon, waar de grashalmen fijn zijn en dicht op elkaar staan, en drie andere op een veld met grof gras. De helling van het oppervlak op de elf plaatsen waar deze worsten werden verzameld, varieerde van $4^{\circ} 30'$ tot $17^{\circ} 30'$; het gemiddelde van de elf hellingen was $9^{\circ} 26'$. De lengte van de uitwerpselen in de richting van de helling werd eerst zo nauwkeurig gemeten als de onregelmatigheden toelieten. Het bleek mogelijk om deze metingen tot op ongeveer $\frac{1}{8}$ inch nauwkeurig uit te voeren, maar een van de uitwerpselen was te onregelmatig om te kunnen meten. De gemiddelde lengte in de richting van de helling van de overige tien uitwerpselen was 2,03 inch. [278] De uitwerpselen werden vervolgens met een mes in twee delen verdeeld langs een horizontale lijn die door de mond van het hol liep, wat ontdekt werd door de graszoden af te snijden; en alle uitgeworpen aarde werd apart verzameld, namelijk het deel boven het gat en het deel eronder. Daarna werden deze twee delen gewogen. In alle gevallen was er veel meer aarde onder dan boven; het gemiddelde gewicht van de aarde boven was 103 grains – 7,3 gram – en van de aarde onder 205 grains – 13,3 gram –; de laatste was dus bijna het dubbele van de eerste. Omdat op vlakke grond de uitwerpselen gewoonlijk bijna gelijkmatig

rond de monding van de hopen worden opgeworpen, geeft dit verschil in gewicht de hoeveelheid uitgeworpen aarde aan die langs de helling naar beneden is gestroomd. Maar er zijn veel meer observaties nodig om tot een algemeen resultaat te komen, want de aard van de vegetatie en andere toevallige omstandigheden, zoals de hevigheid van de regen, de richting en kracht van de wind, enzovoort, lijken belangrijker te zijn bij het bepalen van de hoeveelheid aarde die van een helling afstroomt dan de hoek ervan. Zo was met vier uitwerpselen op mijn gazon (inbegrepen in de bovenstaande elf) waar de gemiddelde helling $7^{\circ} 19'$ was, het verschil in de hoeveelheid aarde boven en onder de hopen groter dan met drie andere uitwerpselen op hetzelfde gazon waar de gemiddelde helling $12^{\circ} 5'$ was.

[179] We kunnen echter de bovenstaande elf gevallen nemen, die zo nauwkeurig zijn als ze gaan, en het gewicht berekenen van de uitgeworpen aarde die jaarlijks langs een helling met een gemiddelde helling van $9^{\circ} 26'$ naar beneden stroomt. Dit is gedaan door mijn zoon George. Er is aangetoond dat bijna precies tweederde van de uitgeworpen aarde zich onder de mond van het hol bevindt en eenderde erboven. Als nu het tweederde deel dat zich onder het gat bevindt in twee gelijke delen wordt verdeeld, vormt de bovenste helft van dit tweederde deel precies het tegenwicht tegen het eenderde deel dat zich boven het gat bevindt, zodat er, wat betreft het eenderde deel boven en de bovenste helft van het tweederde deel onder het gat, geen aarde langs de helling naar beneden stroomt. De aarde die de onderste helft van het tweederde deel vormt, wordt echter verplaatst over

afstanden die voor elk deel verschillend zijn, maar die kunnen worden weergegeven door de afstand tussen het middelpunt van de onderste helft van het tweederde deel en het gat. De gemiddelde verplaatsingsafstand is dus de helft van de hele lengte van het worm-uitwerpselen. [280] Nu was de gemiddelde lengte van tien van de bovengenoemde elf wormgietingen 2,03 inch, en de helft daarvan kunnen we als één inch beschouwen. Er kan dus geconcludeerd worden dat een derde van de hele aarde die naar de oppervlakte werd gebracht, in deze gevallen een inch naar beneden werd verplaatst.

In het derde hoofdstuk werd aangetoond dat op Leith Hill Common in de loop van een jaar op een vierkante yard droge aarde met een gewicht van minstens 7.453 pound door wormen naar de oppervlakte werd gebracht – 4,9 Kg./m² – . Als een vierkante yard op een heuvel wordt getekend met twee zijden horizontaal, dan is het duidelijk dat slechts 1/36 deel van de aarde die op die vierkante yard naar boven wordt gebracht dicht genoeg bij de onderkant zou zijn om deze te passeren, ervan uitgaande dat de verplaatsing van de aarde één inch is. Maar het blijkt dat slechts 1/3 van de omhoog gebrachte aarde beschouwd kan worden als naar beneden stromend; vandaar dat $\frac{1}{3}$ van $\frac{1}{36}$ of $\frac{1}{108}$ van 7.453 lbs. de onderkant van onze vierkante yard in een jaar zal oversteken. Nu is $\frac{1}{108}$ van 7.453 lbs. is 1.1 oz. Daarom zal jaarlijks 1,1 oz. droge aarde elke lineaire yard horizontaal over een helling met bovenstaande helling passeren; of bijna 7 lbs. zal jaarlijks een horizontale lijn, 100 yard lang, op een helling met deze helling passeren.

[281] Een nauwkeuriger, hoewel nog steeds zeer ruwe, berekening kan worden gemaakt van de bulk aarde die in zijn natuurlijke vochtige staat jaarlijks langs dezelfde helling naar beneden stroomt over een yard-lijn die er horizontaal overheen is getrokken. Uit de verschillende gevallen die in het derde hoofdstuk zijn beschreven, is bekend dat de uitwerpselen die jaarlijks op een vierkante yard aan de oppervlakte komen, als ze gelijkmatig worden uitgespreid, een laag van .2 van een inch dik – 5 mm. – zouden vormen: daarom volgt uit een berekening die vergelijkbaar is met de reeds gegeven berekening, dat $\frac{1}{3}$ van .2 x 36, of 2,4 kubieke inch – 35,5 cm³ – vochtige aarde jaarlijks een horizontale lijn van een yard lang zal oversteken op een heuvelhelling met de bovenstaande helling. Deze massa vochtige uitwerpselen bleek 1,85 oz. – 52 gram – te wegen. Daarom zou 11,56 lbs. vochtige aarde, in plaats van 7 lbs. droge aarde zoals in de eerdere berekening, jaarlijks een lijn van 100 yards lang op ons hellende oppervlak passeren.

Bij deze berekeningen is aangenomen dat de uitwerpselen gedurende het hele jaar een klein stukje naar beneden stromen, maar dit gebeurt alleen met de uitwerpselen die tijdens of kort voor de regen worden uitgestoten; zodat de bovenstaande resultaten tot nu toe overdreven zijn. [282] Aan de andere kant wordt bij regen veel van de fijnste aarde tot op grote afstand van de uitwerpselen weggespoeld, zelfs als de helling uiterst flauw is, en gaat dus volledig verloren wat de bovenstaande berekeningen betreft. Uitwerpselen die tijdens droog weer worden uitgeworpen en die hard zijn geworden, verliezen op dezelfde manier een aanzienlijke hoeveelheid

fijne aarde. Bovendien zijn gedroogde uitwerpselen geneigd uiteen te vallen in kleine korreltjes, die vaak rollen of over een hellend vlak naar beneden worden geblazen. Daarom is het bovenstaande resultaat, namelijk dat jaarlijks 2,4 kubieke inch aarde (die vochtig 1,85 oz. weegt) over een yard-lijn van de gespecificeerde soort gaat, waarschijnlijk niet veel of helemaal niet overdreven.

Deze hoeveelheid is klein, maar we moeten in gedachten houden hoeveel vertakkende valleien de meeste landen doorsnijden, waarvan de hele lengte zeer groot moet zijn; en dat aarde gestaag langs beide met gras bedekte zijden van elke vallei naar beneden beweegt. Voor elke 100 yard in lengte in een vallei met hellende zijden zoals in de voorgaande gevallen, zal jaarlijks 480 kubieke inches – 7 liter – vochtige aarde, met een gewicht van meer dan 23 pound – 644 gram – , de bodem bereiken. [283] Hier zal zich een dik bed van alluvium ophopen, klaar om weggespoeld te worden in de loop van eeuwen, als de stroom in het midden zich van de ene kant naar de andere slingert.

Als kon worden aangetoond dat wormen hun holen over het algemeen haaks op een hellend oppervlak graven, en dit hun kortste weg zou zijn om aarde van onderen naar boven te brengen, dan zou, als de oude holen instorten door het gewicht van de bovenliggende grond, het instorten er onvermijdelijk toe leiden dat het hele bed van plantaardige '*humus*' langzaam naar beneden zakt of glijdt over het hellende oppervlak. Maar het bleek te moeilijk en lastig om de richting van veel holen vast te stellen. Een recht stuk draad werd echter in vijftientwintig holen geduwd op verschillende hel-

lende velden, en in acht gevallen stonden de hollen bijna loodrecht op de helling; terwijl ze in de overige gevallen onder verschillende hoeken stonden, ofwel naar boven ofwel naar beneden ten opzichte van de helling.

[284] In landen waar het erg hard regent, zoals in de tropen, lijken de uitwerpselen, zoals te verwachten was, in grotere mate weggespoeld te worden dan in Engeland. Mr. Scott vertelt me dat in de buurt van Calcutta de hoge zuilvormige uitwerpselen (eerder beschreven), waarvan de diameter meestal tussen de 1 en 1½ inch is, op een vlakke ondergrond, na hevige regen, zakken tot bijna ronde, dunne, platte schijven, tussen de 3 en 4 en soms 5 inch in diameter. Drie verse uitwerpselen, die waren uitgeworpen in de Botanische Tuinen "*op een licht hellende, met gras begroeide, kunstmatige oever van leemachtige klei*", werden zorgvuldig gemeten en hadden een gemiddelde hoogte van 2,17 en een gemiddelde diameter van 1,43 inch; deze vormden na zware regenval langwerpige stukken aarde, met een gemiddelde lengte in de richting van de helling van 5,83 inch. Omdat de aarde zich maar weinig over de helling had verspreid, moet een groot deel, te oordelen naar de oorspronkelijke diameter van deze uitwerpselen, lichamelijk ongeveer 4 inch naar beneden zijn gestroomd. Bovendien moet een deel van de fijnste aarde waaruit ze bestonden, volledig zijn weggespoeld over een nog grotere afstand. [285] Op drogere plaatsen in de buurt van Calcutta werpt een wormsoort zijn uitwerpselen uit, niet in wormvormige massa's, maar in kleine korreltjes van verschillende grootte: deze zijn op sommige plaatsen erg talrijk en Mr. Scott zegt dat ze "*door elke re-*

genbui worden weggespoeld".

Ik geloofde dat een aanzienlijke hoeveelheid fijne aarde tijdens een regenbui van uitwerpselen wordt weggespoeld, omdat de oppervlakken van oude uitwerpselen vaak bezaaid zijn met grove deeltjes. Daarom werd een beetje fijn neergeslagen krijt, bevochtigd met speeksel of gomwater, zodat het een beetje stroperig was en dezelfde consistentie had als een vers 'wormenpoepje', op de toppen van verschillende uitwerpselen gelegd en er voorzichtig mee gemengd. Deze uitwerpselen werden vervolgens bewaterd door een zeer fijne *gieterkop*, waarvan de druppels dichter bij elkaar lagen dan die van regen, maar lang niet zo groot als die van een onweersbui; ook sloegen ze niet met zoveel kracht op de grond als druppels bij hevige regen. Een hoopje dat op deze manier werd behandeld, zakte met een verrassende traagheid weg, wat naar ik aanneem te wijten is aan de viscositeit ervan. Het *stroomde* niet lichamelijk langs het met gras begroeide oppervlak van het gazon, dat hier een hoek van 16° 20' maakte, niettemin werden veel deeltjes van het krijt drie inches onder het oorspronkelijke hoopje gevonden. [286] Het experiment werd herhaald op drie andere uitwerpselen op verschillende delen van het gazon, die een helling hadden van 2° 30', 3° en 6° ; en deeltjes krijt konden worden gezien tussen 4 en 5 inches onder de oorspronkelijke hoop; en nadat het oppervlak droog was geworden, werden in twee gevallen deeltjes gevonden op een afstand van 5 en 6 inches. Verschillende andere uitwerpselen met neergeslagen krijt op hun toppen werden overgelaten aan de natuurlijke werking van de regen. In één geval, na een regenbui die niet

hevig was, was het hoopje in de lengterichting wit gestreept. In twee andere gevallen werd het oppervlak van de grond enigszins wit op een afstand van een inch van de deponeerplek; en wat grond verzameld op een afstand van 2½ inch, waar de helling 7° was, begon licht te bruisen toen het in zuur werd gelegd. Na één of twee weken was het krijt geheel of bijna geheel weggespoeld van alle uitwerpselen waarop het was geplaatst en hadden deze hun natuurlijke kleur teruggekregen.

Het kan hier worden opgemerkt dat na zeer zware regenval ondiepe poelen kunnen worden gezien op vlakke of bijna vlakke velden, waar de grond niet erg poreus is en het water erin vaak licht modderig is; wanneer zulke kleine poelen zijn opgedroogd, zijn de bladeren en grassprietten op de bodem meestal bedekt met een dunne laag modder. Ik denk dat deze modder voor een groot deel afkomstig is van recent gedeponeerde uitwerpselen.

Dr. King vertelde me dat de meeste van de eerder beschreven gigantische wormhopen die hij vond op een volledig blootgelegde, kale, kiezelachtige heuvel in het Nilgiri gebergte in India, min of meer verweerd waren door de vorige noordoostmoesson; en de meeste van hen zagen er verzakt uit. De wormen hier werpen hun uitwerpselen alleen uit tijdens het regenseizoen; en op het moment van het bezoek van Dr. King was er al 110 dagen geen regen gevallen. Hij onderzocht zorgvuldig de grond tussen de plaats waar deze enorme wormkopen lagen en een kleine waterloop aan de voet van de heuvel, en nergens was er enige opeenhoping van fijne aarde, zoals die noodzakelijkerwijs zou zijn achter-

gelaten door het uiteenvallen van de wormhopen als ze niet volledig waren verwijderd. [288] Hij aarzelt dan ook niet om te beweren dat het geheel van deze enorme uitwerpselen jaarlijks tijdens de twee moessons (wanneer er ongeveer 100 inches regen valt) in de kleine waterloop wordt gespoeld en vandaar in de vlakten die eronder liggen op een diepte van 3000 of 4000 voet.

Uitwerpselen die voor of tijdens droog weer worden uitgeworpen, worden hard, soms verrassend hard, doordat de aarde-deeltjes aan elkaar zijn gecementeerd door de darmafscheidingen. Vorst lijkt minder effectief te zijn bij het uiteenvallen dan verwacht. Toch vallen ze gemakkelijk uiteen in kleinere korreltjes nadat ze afwisselend met regen zijn bevochtigd en weer gedroogd. Pellets die tijdens de regen van een helling naar beneden zijn gestroomd, vallen op dezelfde manier uiteen. Zulke korrels rollen vaak een beetje over een hellend oppervlak naar beneden; hun afdaling wordt soms sterk bevorderd door de wind. De hele bodem van een brede droge greppel op mijn terrein, waar maar heel weinig verse uitwerpselen lagen, was helemaal bedekt met deze korrels of uiteengevallen uitwerpselen, die langs de steile hellingen, die een hoek van 27° maakten, naar beneden waren gerold.

In de buurt van Nice, op plaatsen waar de grote cilindrische wormenpoep, die eerder beschreven zijn, in overvloed voorkomen, bestaat de grond uit zeer fijne arenaceo kalkhoudende leem; en Dr. King vertelt me dat deze *worsten* bij droog weer zeer gemakkelijk in kleine brokjes uiteenvallen, die snel door de regen worden aangetast en dan naar beneden

glijden, zodat ze niet meer van de omringende grond te onderscheiden zijn. [289] Hij stuurde me een massa van zulke brokstukken, verzameld op de top van een oever, waar niets van bovenaf naar beneden kon zijn gerold. Ze moeten in de voorafgaande vijf of zes maanden zijn uitgeworpen, maar ze bestonden nu uit min of meer afgeronde fragmenten van allerlei grootte, van $\frac{3}{4}$ inch in diameter tot minuscule korrels en louter stof. Dr. King was getuige van het afbrokkelingsproces tijdens het drogen van enkele perfecte uitwerpselen, die hij me later opstuurde. Mr. Scott maakt ook opmerkingen over het afbrokkelen van de uitwerpselen bij Calcutta en op de bergen van Sikkim tijdens het hete en droge seizoen.

Toen de *wormenpoep* in de buurt van Nice op een hellend oppervlak werden uitgeworpen, rolden de afgebrokkelde fragmenten naar beneden, zonder hun kenmerkende vorm te verliezen; en op sommige plaatsen konden ze "in manden vol worden verzameld". Dr. King observeerde een treffend voorbeeld van dit feit op de Corniche-weg, waar een afvoerputje van ongeveer $2\frac{1}{2}$ voet breed en 9 duim diep was gemaakt om de oppervlakteaafvoer van de aangrenzende heuvelhelling op te vangen. [290] De bodem van deze afvoer was over een afstand van enkele honderden meters, tot een diepte van $1\frac{1}{2}$ tot 3 inches, bedekt met een laag gebroken uitwerpselen, die nog steeds hun karakteristieke vorm hadden. Bijna al deze ontelbare brokstukken waren van bovenaf naar beneden gerold, want er waren maar heel weinig uitwerpselen in de afvoer zelf uitgeworpen. De helling was steil, maar varieerde sterk in helling, die Dr. King schatte op

30° tot 60° met de horizon. Hij klom de helling op en

"vond hier en daar kleine taluds, gevormd door fragmenten van de uitwerpselen die in hun neerwaartse voortgang waren tegengehouden door onregelmatigheden in het oppervlak, door stenen, takjes, enzovoort. Een klein groepje planten van *Anemone hortensis* had op deze manier gehandeld, en er had zich een hele kleine wal van *wormaarde* omheen verzameld. Veel van deze aarde was afgebrokkeld, maar een groot deel had nog steeds de vorm van uitwerpselen."

Dr. King groef deze plant op en werd getroffen door de dikte van de (worm)aarde die zich onlangs over de kroon van het rhizoma moet hebben opgehoopt, zoals blijkt uit de lengte van de gebleekte bladstelen, in vergelijking met die van andere planten van dezelfde soort, waar zich niet zo'n ophoping had voorgedaan. [291] De aldus opgehoopte *aarde* was ongetwijfeld vastgezet (zoals ik overal heb gezien) door de kleinere wortels van de planten. Na het beschrijven van deze en andere analoge gevallen, concludeert Dr. King: "Ik twijfel er niet aan dat wormen een grote bijdrage leveren aan het denudatieproces.

Richels van aarde op steile hellingen. – Kleine horizontale richels, boven elkaar, zijn waargenomen op steile grashellingen in vele delen van de wereld. Hun vorming wordt toegeschreven aan dieren die herhaaldelijk in dezelfde horizontale lijnen langs de helling lopen terwijl ze grazen en dat ze de richels op die manier verplaatsen en gebruiken is zeker; maar Professor Henslow (een zeer nauwgezette waarnemer)

vertelde Sir J. Hooker dat hij ervan overtuigd was dat dit niet de enige oorzaak van hun vorming was. Sir J. Hooker zag zulke richels op de Himalaya en Atlas gebergten, waar geen gedomesticeerde dieren en niet veel wilde dieren waren; maar deze laatste zouden, is het waarschijnlijk, de richels 's nachts gebruiken terwijl ze grazen zoals onze gedomesticeerde dieren. [292] Een vriend observeerde voor mij de richels op de Alpen van Zwitserland, en stelt dat ze een meter boven elkaar liepen en ongeveer een meter breed waren. – 3 or 4 ft. – Ze waren diep uitgesleten door de poten van grazende koeien. Soortgelijke richels werden door dezelfde vriend waargenomen op onze krijtrotsen en op een oude talus van krijtfragmenten (uit een steengroeve gegooid) die met turf was bekleed.

Mijn zoon Francis onderzocht een krijthelling in de buurt van Lewes; en hier, op een deel dat erg steil was, 40° hellend met de horizon, strekten ongeveer 30 platte richels zich horizontaal uit over meer dan 100 yard, op een gemiddelde afstand van ongeveer 20 inches, de een onder de ander. Ze waren 9 tot 10 inch breed. Van een afstand gezien zagen ze er opvallend uit vanwege hun paralleliteit; maar bij nadere bestudering bleken ze enigszins kronkelig te zijn en liep de ene vaak over in de andere, waardoor het leek alsof de ene richel zich in tweeën had gevorkt. Ze zijn gevormd uit lichtgekleurde aarde, die aan de buitenkant, waar deze het dikst was, in één geval 9 duim dik was, en in een ander geval tussen 6 en 7 duim dik. [293] Boven de richels was de dikte van de aarde over het krijt in het eerste geval 4 en in het tweede slechts 3 duim. Het gras groeide krachtiger aan de

buitenranden van de richels dan op enig ander deel van de helling en vormde hier een getuft randje. Het middelste deel was kaal, maar of dit was veroorzaakt door het vertrappen van schapen, die soms op de richels te vinden zijn, kon mijn zoon niet vaststellen. Hij wist ook niet zeker hoeveel van de grond op de middelste en kale delen bestond uit uiteengevallen wormaarde die van bovenaf naar beneden waren gerold, maar hij was ervan overtuigd dat een deel daarvan zo was ontstaan; en het was duidelijk dat de richels met hun met gras begroeide randen elk klein voorwerp dat van bovenaf naar beneden rolde, zouden tegenhouden. Aan één kant van de oever met deze richels bestond het oppervlak voor een deel uit kaal krijt en hier waren de richels zeer onregelmatig.

Aan het andere uiteinde van de oever werd de helling plotseling minder steil en hier hielden de richels vrij abrupt op. Lager op de heuvel werd de helling steiler en toen verschenen de regelmatige richels weer. [294] Een van mijn andere zonen observeerde aan de landinwaarts gelegen kant van Beachy Head, waar het oppervlak een helling van ongeveer 25° vertoonde, vele korte kleine taluds zoals die zojuist werden genoemd. Ze strekten zich horizontaal uit en waren een paar centimeter tot een meter lang. Ze ondersteunden plukjes gras die krachtig groeiden. De gemiddelde dikte van de mal waarvan ze gevormd waren, gemeten op basis van negen metingen, was 4,5 inches; terwijl die van de mal erboven en eronder gemiddeld slechts 3,2 inches was, en aan elke kant, op hetzelfde niveau, 3,1 inches. Op de bovenste delen van de helling vertoonden deze taluds geen tekenen

van vertrapping door schapen, maar in de lagere delen waren zulke tekenen vrij duidelijk. Hier waren geen lange aaneengesloten richels gevormd.

Als de kleine ophogingen boven de Corniche-weg, die Dr. King op het punt stond te worden gevormd door de opeenhoping van uiteengevallen en opgerolde wormstekken, langs horizontale lijnen zouden samenvloeien, zouden er richels worden gevormd. [295] Elke richel zou de neiging hebben om zich zijdelings uit te breiden door de zijdelingse uitbreiding van de vastgezette uitwerpselen; en dieren die grazen op een steile helling zouden bijna zeker gebruik maken van elke prominente plek op bijna hetzelfde niveau en zouden de graszoden ertussen indeuken; en zulke tussenliggende inkepingen zouden de uitwerpselen opnieuw vastzetten. Een onregelmatige richel die eenmaal gevormd is, zou ook de neiging hebben om regelmatigiger en horizontaler te worden doordat sommige uitwerpselen lateraal van de hogere naar de lagere delen rollen, die daardoor hoger worden. Een uitsteeksel onder een richel zou achteraf geen uiteengevallen materie van bovenaf ontvangen en zou de neiging hebben te worden uitgewist door regen en andere atmosferische agenten. Er is enige analogie tussen de vorming, zoals hier verondersteld, van deze richels en die van de rimpelingen van door de wind opgestuwd zand zoals beschreven door Lyell.^{Q*-78}

De steile, met gras begroeide hellingen van een bergachtige vallei in Westmoreland, genaamd G-risedale, was op veel plaatsen gemarkeerd met ontelbare, bijna horizontale ri-

78 Q* 'Elements of Geology', 1865, p. 20.

chels, of liever lijnen van miniatuur kliffen. Hun vorming stond op geen enkele manier in verband met de werking van wormen, want er waren nergens uitwerpselen te zien (en hun afwezigheid is een onverklaarbaar feit) hoewel de zoden op veel plaatsen over een aanzienlijke dikte keileem en moreneafval lagen. [296] Noch was, voor zover ik kon beoordelen, de vorming van deze kleine kliffen nauw verbonden met het vertrappen van koeien of schapen. Het leek alsof de hele oppervlakkige, enigszins argillaire aarde, gedeeltelijk bijeengehouden door de wortels van de grassen, een eindje langs de berghellingen naar beneden was gegleden; en daarbij was meegegeven en gebarsten in horizontale lijnen, dwars op de helling.

Wormgrond afglijding naar lijzijde gedreven door de wind – We hebben gezien dat vochtige (wormenpoep)worsten stromen en dat uiteengevallende worsten langs elk hellend oppervlak naar beneden rollen; en we zullen nu zien dat worsten, die onlangs zijn uitgeworpen op vlakke met gras bedekte oppervlakken, tijdens stormwinden vergezeld van regen naar de lijzijde – zijde van de luwte – worden geblazen. Ik heb dit vele malen waargenomen op vele velden gedurende verschillende opeenvolgende jaren. Na zulke stormen vertonen de uitwerpselen een licht hellend en glad, of soms gegroefd, oppervlak aan de windzijde, terwijl ze steil hellend of steil aan de lijzijde zijn, zodat ze op miniatuurschaal lijken op gletsjerrotsen. Ze zijn vaak hol aan de lijzijde, omdat het bovenste gedeelte over het onderste gedeelte is gekruld. [297] Tijdens een ongewoon hevige zuidwesterstorm met stortre-

gens werden veel hopen volledig naar lijzijde geblazen, zodat de hopenmonden aan de loefzijde – windzijde – naakt en bloot lagen. Recente worpen stromen van nature naar beneden op een hellend oppervlak, maar op een grasveld dat tussen 10° en 15° helde, werden er verschillende gevonden na een zware storm die de helling opblies. Dit gebeurde ook bij een andere gelegenheid op een deel van mijn gazon waar de helling iets minder was. Bij een derde gelegenheid waren de wormen op de steile, met gras begroeide hellingen van een vallei, waar een storm op had gewaaid, schuin in plaats van recht naar beneden gericht; en dit was duidelijk te wijten aan de gecombineerde werking van de wind en de zwaartekracht. Vier worpen op mijn gazon, waar de neerwaartse helling $0^\circ 45'$, 1° , 3° en $3^\circ 30'$ (gemiddeld $1^\circ 49'$) naar het noordoosten was, na een zware zuidwesterstorm met regen, werden verdeeld over de monden van de hopen en gewogen op de eerder beschreven manier. [298] Het gemiddelde gewicht van de aarde onder de ingang van de hopen en aan de lijzijde, was ten opzichte van dat boven de muilen en aan de loefzijde $2\frac{3}{4}$ tegen 1; terwijl we hebben gezien dat bij verschillende uitwerpselen die van hellingen waren gestroomd met een gemiddelde helling van $9^\circ 26'$, en bij drie uitwerpselen waar de helling meer dan 12° was, het proportionele gewicht van de aarde onder ten opzichte van dat boven de hopen slechts 2 tegen 1 was. Deze verschillende gevallen tonen aan hoe efficiënt stormwinden vergezeld van regen werken bij het verplaatsen van recent uitgeworpen uitwerpselen. We kunnen daarom concluderen dat zelfs een matig sterke wind een licht effect op de wormen heeft.

Droge en verharde worsten worden soms, waarschijnlijk vaak, door een sterke wind naar lijzijde geblazen nadat ze in kleine fragmenten of korrels uiteengevallen zijn. Dit is vier keer waargenomen, maar ik heb hier niet voldoende aandacht aan besteed. Een oude afgietsel op een zacht glooiende oever werd helemaal weggeblazen door een sterke zuidwestenwind. Dr. King gelooft dat de wind het grootste deel van de oude afbrokkelende uitwerpselen in de buurt van Nice verwijdt. Verschillende oude uitwerpselen op mijn gazon werden gemarkeerd met pinnen en beschermd tegen elke verstoring. [299] Ze werden onderzocht na een periode van 10 weken, waarin het weer afwisselend droog en regenachtig was geweest. Sommige, die gelig van kleur waren, waren bijna helemaal weggespoeld, zoals te zien was aan de kleur van de omringende grond. Andere waren helemaal verdwenen en waren ongetwijfeld weggeblazen. Ten slotte waren er nog andere die nog lang zouden blijven liggen, omdat er grassprietten doorheen waren gegroeid. Op arme weidegrond, die nooit gerold is en niet veel vertrapt is door dieren, is het hele oppervlak soms bezaaid met kleine pukfels waar gras doorheen en op groeit; en deze pukfels bestaan uit oude wormuitwerpselen.

In alle vele gevallen waarin zachte wormenkorrels naar lijzijde werden geblazen, gebeurde dit door harde wind die gepaard ging met regen. Omdat dergelijke winden in Engeland over het algemeen uit het zuiden en zuidwesten waaien, heeft aarde over het algemeen de neiging om in noordelijke en noordoostelijke richting over onze velden te bewegen. Dit is een interessant feit, omdat men zou kunnen denken

dat er op geen enkele manier iets van een vlakke, met gras bedekte oppervlakte verwijderd kan worden. [300] In dichte en vlakke bossen, beschermd tegen de wind, zullen uitwerpselen nooit verwijderd worden zolang het hout blijft bestaan; en wormenaarde zal hier de neiging hebben zich op te hopen tot de diepte waarop wormen kunnen werken. Ik heb geprobeerd bewijs te verzamelen voor de hoeveelheid wormaarde die door onze natte zuidelijke stormen naar het noordoosten over open en vlak land wordt geblazen in de vorm van uitwerpselen, door te kijken naar het niveau van het oppervlak aan weerszijden van oude bomen en heggen; maar dat is niet gelukt vanwege de ongelijke groei van de wortels van bomen en omdat het meeste grasland vroeger is omgeploegd.

Op een open vlakte bij Stonehenge zijn er ondiepe cirkelvormige greppels, met aan de buitenkant een laag talud, die vlakke ruimten met een diameter van 50 yard omringen. Deze ringen lijken erg oud en men denkt dat ze samenvallen met de Druïdische stenen. Uitwerpselen die in deze cirkelvormige ruimtes werden uitgeworpen, zouden, als ze door zuidwestenwinden naar het noordoosten werden geblazen, een laag uitwerpselen vormen in de geul, die aan de noordoostkant dikker is dan aan de andere kant. Maar de locatie was niet gunstig voor de werking van wormen, want de wormaarde over de omringende Krijtformatie met vuurstenen was slechts 3,37 inches dik, volgens een gemiddelde van zes waarnemingen gedaan op een afstand van 10 yards buiten de wal. [301] De dikte van de mal binnen twee van de cirkelvormige greppels werd elke 5 yard rondom geme-

ten, aan de binnenzijden dicht bij de bodem. Mijn zoon Horace verlengde deze metingen op papier; en hoewel de gebogen lijn die de dikte van de grond voorstelde zeer onregelmatig was, was in beide diagrammen te zien dat deze aan de noordoostelijke kant dikker was dan elders. Toen een gemiddelde van alle metingen in beide sleuven werd neergelegd en de lijn werd afgevlakt, was het duidelijk dat de mal het dikst was in het kwart van de cirkel tussen noordwest en noordoost; en het dunst in het kwart tussen zuidoost en zuidwest, vooral op dit laatste punt. Naast de voorgaande metingen werden zes andere metingen dicht bij elkaar gedaan in een van de cirkelvormige sleuven, aan de noordoostelijke kant; en de mal had hier een gemiddelde dikte van 2,29 inch; terwijl het gemiddelde van zes andere metingen aan de zuidwestelijke kant slechts 1,46 inch was. Deze observaties geven aan dat de uitwerpselen door de zuidwestenwinden uit de cirkelvormige afgesloten ruimte in de geul aan de noordoostkant waren geblazen; maar er zouden veel meer metingen in andere analoge gevallen nodig zijn voor een betrouwbaar resultaat.

[302] De hoeveelheid fijne aarde die aan de oppervlakte wordt gebracht in de vorm van uitwerpselen en daarna wordt getransporteerd door de winden vergezeld van regen, of die langs een hellend oppervlak naar beneden stroomt en rolt, is ongetwijfeld klein in de loop van een paar tientallen jaren; want anders zouden alle ongelijkheden in onze weilanden binnen een veel kortere periode zijn gladgestreken dan het geval lijkt te zijn. Maar de hoeveelheid die op deze manier in de loop van duizenden jaren wordt getranspor-

teerd, kan niet anders dan aanzienlijk zijn en verdient aandacht. K de Beaumont kijkt naar de plantaardige grond – humus ? – die overal het land bedekt als een vaste lijn of nul, van waaruit de hoeveelheid denudatie kan worden gemeten.^{Q*-79} Hij negeert de voortdurende vorming van nieuwe grond door het uiteenvallen van de onderliggende rotsen en brokstukken van gesteente; en het is merkwaardig om te zien hoeveel filosofischer de opvattingen waren, lang geleden gehandhaafd, door Playfair, die, in 1802, schreef,

"In de permanentie van een laag van plantaardige grond op het oppervlak van de aarde, hebben we een demonstratief bewijs van de voortdurende vernietiging van de rotsen."^{Q**-80}

Oude kampementen en grafheuvels - E. Beaumont voert de huidige staat van vele oude kampementen en grafheuvels en van oude omgeploegde velden aan als bewijs dat het oppervlak van het land nauwelijks afbraak ondergaat. Maar het lijkt er niet op dat hij ooit de dikte van de grondlaag over verschillende delen van zulke oude overblijfselen heeft onderzocht. Hij baseert zich voornamelijk op indirect, maar blijkbaar betrouwbaar bewijs dat de hellingen van de oude dijken hetzelfde zijn als ze oorspronkelijk waren; en het is duidelijk dat hij niets kon weten over hun oorspronkelijke hoogten. In Knole Park was een heuvel opgeworpen achter de schietschijven, die leek te zijn gevormd uit aarde die oor-

79 Q* " Leçons de Géologie pratique, 1845; cinquième Leçon. Alle argumenten van Elie de Beaumont worden op bewonderenswaardige wijze weerlegd door Prof. A. Geikie in zijn essay in Transact. Geolog. Soc. of Glasgow, vol. iii. p. 153, 1868.

80 Q** ' Illustraties van de Huttoniaanse Theorie van de Aarde, 'p. 107

spronkelijk werd ondersteund door vierkante blokken graszoden. De zijanten schuinden, zo goed als ik ze kon schatten, in een hoek van 45° of 50° met de horizon, en ze waren bedekt, vooral aan de noordkant, met lang grof gras, waaronder veel wormstekels werden gevonden. [304] Deze waren naar beneden gestroomd en andere waren als pellets naar beneden gerold. Daarom is het zeker dat zolang een heuvel van dit soort door wormen wordt bewoond, de hoogte ervan voortdurend zal afnemen. De fijne aarde die langs de wanden van zo'n heuvel naar beneden stroomt of rolt, hoopt zich op aan de basis in de vorm van een talus. Een bed, zelfs een heel dun bed, van fijne aarde is bij uitstek gunstig voor wormen; zodat een groter aantal wormen op een aldus gevormde talus zou worden uitgeworpen dan elders; en deze zouden door elke zware regenbui gedeeltelijk worden weggespoeld en over de aangrenzende vlakke grond worden verspreid. Het uiteindelijke resultaat zou een verlaging van de hele heuvel zijn, terwijl de helling van de wanden niet veel minder zou worden. Hetzelfde resultaat zou zeker volgen bij oude dijken en tumuli, behalve als ze gevormd waren uit grind of bijna puur zand, omdat zulke materie ongunstig is voor wormen. Veel oude forten en tumuli worden verondersteld minstens 2000 jaar oud te zijn; en we moeten in gedachten houden dat op veel plaatsen ongeveer een inch grond in 5 jaar naar de oppervlakte wordt gebracht of twee inch in 10 jaar. [305] Daarom zal er in zo'n lange periode als 2000 jaar een grote hoeveelheid aarde herhaaldelijk aan de oppervlakte zijn gebracht op de meeste oude dijken en heuvels, vooral op de talus rond hun bases, en veel van deze aarde zal volledig zijn weggespoeld. We kunnen

daarom concluderen dat alle oude grafheuvels, als ze niet gevormd zijn uit materiaal dat ongunstig is voor wormen, in de loop der eeuwen wat lager zijn komen te liggen, hoewel hun hellingshoek misschien niet veel veranderd is.

Velden die vroeger werden omgeploegd. - Van oudsher werd in veel landen het land omgeploegd, zodat er bolle bedden, kronen of ruggen genoemd, meestal ongeveer 8 feet breed en van elkaar gescheiden door groeven, werden opgeworpen. De voren zijn zo gericht dat ze het oppervlaktewater afvoeren. Bij mijn pogingen om vast te stellen hoe lang deze kronen en voren meegaan als geploegd land is omgezet in weiland, stuitte ik op allerlei obstakels. Het is zelden bekend wanneer een veld voor het laatst is omgeploegd; en van sommige velden waarvan men dacht dat ze sinds mensenheugenis in weiland lagen, werd achteraf ontdekt dat ze pas 50 of 60 jaar eerder waren omgeploegd. [306] Tijdens het eerste deel van de huidige eeuw, toen de prijs van graan erg hoog was, schijnt in Groot-Brittannië allerlei land te zijn omgeploegd. Er is echter geen reden om eraan te twifelen dat in veel gevallen de oude kronen en voren bewaard zijn gebleven uit een zeer oude periode.^{Q*-81} Dat ze voor zeer on-

81 Q* Mr. E. Tylor merkt in zijn presidentiële toespraak ('Journal of the Anthropological Institute,' mei 1880, p. 451) merkt hij op: "Uit verschillende artikelen van de Berlijnse Society over de Duitse 'hoogvelden' of 'heidevelden' (Hochacker en Heidenacker) blijkt dat ze in hun ligging op heuvels en woestijnen veel overeenkomen met de 'elfenvelden' van Schotland, die in de volksmythologie worden verklaard door het verhaal dat de velden onder pauselijk verbod waren geplaatst, zodat mensen de heuvels gingen bewerken. Er lijkt reden te zijn om aan te nemen dat, net als de

gelijke tijdsduur bewaard zijn gebleven, zou natuurlijk volgen uit het feit dat de kronen, toen ze voor het eerst werden opgeworpen, veel verschilden in hoogte in verschillende districten, zoals nu het geval is met recent omgeploegd land

[307] In oude weidevelden bleek de (zwarte) grond, overal waar metingen werden gedaan, van $\frac{1}{2}$ tot 2 inches dikker te zijn in de voren dan op de kronen; maar dit zou natuurlijk volgen uit het feit dat de fijnere aarde van de kronen in de voren werd gespoeld voordat het land goed was bekleed met graszoden; en het is onmogelijk om te zeggen welke rol wormen kunnen hebben gespeeld in het werk. Maar op basis van wat we hebben gezien, zouden uitwerpselen zeker de neiging hebben om te verplaatsen en tijdens hevige regen van de kronen in de voren te spoelen. Maar zodra er zich een bed van fijne aarde in de voren had opgehoopt, zou dit gunstiger zijn voor wormen dan de andere delen en zouden hier meer wormen worden opgeworpen dan elders; en omdat de voren op hellend land meestal zo zijn gericht dat het oppervlaktewater wordt afgevoerd, zou een deel van de fijne aarde worden weggespoeld van de wormenaarde die hier waren uitgeworpen en volledig worden meegevoerd. Het resultaat zou zijn dat de voren zeer langzaam zouden worden gevuld, terwijl de kronen misschien nog langzamer zouden dalen door het stromen en rollen van de uitwerpselen langs hun zachte hellingen in de voren.

[308] Desondanks zou verwacht kunnen worden dat oude

bewerkte percelen in de Zweedse bossen die de traditie toeschrijft aan de oude 'hackers', de Duitse heidevelden de bewerking door een oude en barbaarse bevolking vertegenwoordigen."

voren, vooral die op een hellend oppervlak, na verloop van tijd opgevuld en verdwenen zouden zijn. Sommige zorgvuldige waarnemers, die voor mij velden onderzochten in Gloucestershire en Staffordshire, konden echter geen verschil ontdekken in de staat van de voren in het bovenste en onderste deel van hellende velden, die verondersteld werden lang beweide te zijn geweest; en zij kwamen tot de conclusie dat de kronen en voren een bijna eindeloos aantal eeuwen zouden blijven bestaan. Aan de andere kant lijkt het proces van uitwissen op sommige plaatsen te zijn begonnen. Zo werd in een grasveld in Noord-Wales, waarvan bekend is dat het ongeveer 65 jaar geleden werd omgeploegd en dat een hoek van 15° naar het noordoosten maakte, de diepte van de voren (slechts 7 voet uit elkaar) zorgvuldig gemeten en bleek ongeveer $4\frac{1}{2}$ inch te zijn in het bovenste deel van de helling en slechts 1 inch in de buurt van de basis, waar ze met moeite konden worden getraceerd. Op een ander veld dat onder ongeveer dezelfde hoek naar het zuidwesten hield, waren de voren nauwelijks waarneembaar in het onderste deel; hoewel dezelfde voren, wanneer ze gevolgd werden naar enkele aangrenzende vlakke gronden, $2\frac{1}{2}$ tot $3\frac{1}{2}$ inch diep waren. Een derde en sterk gelijkend geval werd waargenomen. [309] In een vierde geval was de schimmel in een groef in het bovenste deel van een hellend veld $2\frac{1}{2}$ duim, en in het onderste deel $4\frac{1}{2}$ duim dik.

Op de Chalk Downs op ongeveer een mijl afstand van Stonehenge, onderzocht mijn zoon William een met gras begroeid, doorgroefd oppervlak, aflopend van 8° tot 10° , waarvan een oude herder zei dat het sinds mensenheugenis

niet was omgeploegd. De diepte van één groef werd op 16 points – ? – gemeten over een lengte van 68 – paces – – ? – en bleek dieper te zijn waar de helling het grootst was en waar minder aarde zich van nature zou ophopen. De dikte van de grond in deze groef was in het bovenste deel 2½ duim, die toenam tot 5 duim iets boven het steilste deel van de helling; en aan de basis, in het midden van de smalle vallei, op een punt waar de groef, als hij was doorgetrokken, zou zijn geraakt, bedroeg hij 7 duim. Aan de andere kant van de vallei waren er zeer vage, bijna uitgewiste sporen van groeven. Een ander analoog maar niet zo beslist geval werd waargenomen op een paar mijl afstand van Stonehenge. [310] Over het geheel genomen blijkt dat de kronen en voren op land dat vroeger geploegd werd, maar nu bedekt is met gras, de neiging hebben langzaam te verdwijnen als het oppervlak helt; en dit is waarschijnlijk voor een groot deel te wijten aan de werking van wormen; maar dat de kronen en voren zeer lang blijven bestaan als het oppervlak bijna vlak is.

Vorming en hoeveelheid van wormaarde over de Krijt Formatie. - Wormenuitwerpselen word vaak in buitengewoon grote hoeveelheid uitgeworpen. Op steile, met gras begroeide hellingen, waar het krijt dicht aan de oppervlakte komt, worden vaak buitengewoon veel *wormenpoep* uitgeworpen, zoals mijn zoon William heeft waargenomen in de buurt van Winchester en elders. Als zulke uitwerpselen tijdens zware regens grotendeels worden weggespoeld, is het op het eerste gezicht moeilijk te begrijpen hoe er nog grond op onze

Downs – dalen – kan achterblijven, omdat er geen duidelijke manier lijkt te zijn om het verlies aan te vullen. Bovendien is er nog een andere oorzaak van verlies, namelijk het doorsijpelen van de fijnere deeltjes aarde in de spleten in het krijt en in het krijt zelf. Deze overwegingen brachten me een tijdje aan het twijfelen of ik de hoeveelheid fijne aarde die van met gras bedekte hellingen afstroomt of rolt in de vorm van uitwerpselen niet had overdreven; en ik zocht naar aanvullende informatie. [311] Op sommige plaatsen bestaan de uitwerpselen op Chalk Downs grotendeels uit kalkhoudend materiaal, en hier is de aanvoer natuurlijk onbeperkt. Maar op andere plaatsen, bijvoorbeeld op een deel van Teg Down bij Winchester, waren de uitwerpselen allemaal zwart en bruisten ze niet met zuren. De grond over het krijt was hier slechts 3 tot 4 inch dik. Zo ook op de vlakte bij Stonehenge, waar de grond, schijnbaar vrij van kalkhoudend materiaal, gemiddeld iets minder dan 3½ inches dik was. Waarom wormen op sommige plaatsen wel en op andere geen kalk naar boven brengen, weet ik niet.

In veel districten waar het land bijna vlak is, ligt een bedding van enkele *feet* dik van rode klei vol ongesleten vuurstenen boven op het Bovenkrijt. Deze bovenlaag, waarvan het oppervlak is omgezet in grond, bestaat uit het onopgeloste residu van het krijt. Het is misschien goed om hier het geval in herinnering te roepen van de krijtfragmenten die begraven lagen onder worm uitwerpselen op een van mijn velden, waarvan de hoeken in de loop van 29 jaar zo volledig afgerond waren dat de fragmenten nu op in het water gesleten kiezels leken. [312] Dit moet veroorzaakt zijn door

het koolzuur in de regen en in de grond, door de humuszuren en door de corroderende kracht van levende wortels. Waarom er geen dikke massa residu is achtergebleven op het Krijt, waar het land bijna vlak is, kan misschien worden verklaard door de percolatie van de fijne deeltjes in de spleten, die vaak aanwezig zijn in het Krijt en ofwel open zijn of zijn opgevuld met onzuiver krijt, of in het vaste krijt zelf. Dat zulke percolatie optreedt, kan nauwelijks worden betwijfeld. Mijn zoon verzamelde wat poedervormig en fragmentarisch krijt onder de graszoden bij Winchester; het eerste bleek volgens kolonel Parsons, R.E., 10 procent en de fragmenten 8 procent aardse materie te bevatten. Op de flanken van het escarpment bij Abinger in Surrey, leverde wat krijt onder een laag vuurstenen, 2 duim dik en bedekt met 8 duim grond, een residu van 3,7 procent aan aardse materie op. Aan de andere kant bevat het Bovenkrijt, zoals mij werd verteld door wijlen David Forbes die vele analyses had gemaakt, slechts 1 tot 2 procent aan aardse stoffen; en twee monsters uit kuilen vlakbij mijn huis bevatten 1,3 en 0,6 procent. [313] Ik noem deze laatste gevallen omdat ik me, gezien de dikte van de bovenliggende bedding van rode klei met vuurstenen, had voorgesteld dat het onderliggende krijt hier minder zuiver zou zijn dan elders. De oorzaak van het feit dat het residu zich op sommige plaatsen meer ophoopt dan op andere, kan worden toegeschreven aan het feit dat er in een vroeg stadium een laagje argillaceous materiaal op het krijt is achtergebleven, en dit zou de latere percolatie van aardse materie erin tegenhouden.

Uit de nu gegeven feiten kunnen we concluderen dat uit-

werpselen die op onze Chalk Downs worden uitgeworpen enig verlies lijden door de percolatie van hun fijnere materie in het krijt. Maar zulke onzuivere oppervlakkige kalk zou, wanneer het opgelost is, een grotere hoeveelheid aardse materie achterlaten om aan de grond toe te voegen dan in het geval van zuivere kalk. Naast het verlies door percolatie wordt er zeker wat fijne aarde van de hellende, met gras begroeide oppervlakken van onze Downs gespoeld. Het afspoelproces zal echter na verloop van tijd worden gestopt; want hoewel ik niet weet hoe dun een laag schimmel voldoende is om wormen te ondersteunen, moet er uiteindelijk toch een grens worden bereikt; en dan zouden hun uitwerpselen niet meer worden uitgeworpen of zouden ze schaars worden.

[314] De volgende gevallen laten zien dat er een aanzienlijke hoeveelheid fijne aarde wordt afgespoeld. De dikte van de grond werd gemeten op punten die 12 yard uit elkaar lagen in een kleine vallei in het Krijt bij "Winchester. De zijkanen hielden eerst zachtjes af; werden toen hellend met een hoek van ongeveer 20° ; daarna nog zachter tot vlakbij de bodem, die dwars op de bodem bijna vlak was en ongeveer 50 yards in doorsnee. Op de bodem was de gemiddelde dikte van de grond bij vijf metingen 8,3 inch; terwijl op de zijkanen van de vallei, waar de helling varieerde tussen 14° en 20° , de gemiddelde dikte iets minder dan 3,5 inch was. Omdat de met gras bedekte bodem van de vallei slechts een hoek van 2° tot 3° maakte, is het waarschijnlijk dat het grootste deel van de 8,3 inch zwarte grondlaag vanaf de flanken van de vallei naar beneden is gespoeld, en niet van-

af het bovenste deel. Maar omdat een herder zei dat hij water had zien stromen in deze vallei na de plotselinge dooi van de sneeuw, is het mogelijk dat er wat aarde naar beneden is gebracht vanuit het bovenste deel; of, aan de andere kant, dat een deel verder de vallei in is gedragen. [315] Nauwelijks vergelijkbare resultaten, met betrekking tot de dikte van de mal, werden verkregen in een naburige vallei.

St. Catherine's Hill, vlakbij Winchester, is 327 voet hoog en bestaat uit een steile kegel van krijt met een diameter van ongeveer een $\frac{1}{4}$ mijl. Het bovenste gedeelte werd door de Romeinen, of zoals sommigen denken door de oude Britten, omgevormd tot een kampement door rondom een diepe en brede greppel uit te graven. Het grootste deel van het krijt dat tijdens de werkzaamheden werd verwijderd, werd naar boven gegooid, waardoor een uitstekende oever werd gevormd. Dit voorkomt op effectieve wijze dat worm uitwerpselen (die in sommige delen talrijk zijn), stenen en andere voorwerpen in de greppel spoelen of rollen. De grond op het bovenste en versterkte deel van de heuvel bleek op de meeste plaatsen slechts $2\frac{1}{2}$ tot $3\frac{1}{2}$ duim dik te zijn; terwijl deze zich aan de voet van het talud boven de greppel had opgehoopt tot een dikte van 8 tot $9\frac{1}{2}$ duim. Op de wal zelf was de grond slechts 1 tot $1\frac{1}{2}$ duim dik; en binnen de greppel op de bodem varieerde het van $2\frac{1}{2}$ tot $3\frac{1}{2}$, maar op één plek was het 6 duim dik. [316] Aan de noordwestelijke kant van de heuvel was ofwel nooit een wal boven de greppel opgeworpen, of deze was later verwijderd; zodat er hier niets was om te voorkomen dat worm uitwerpselen, aarde en stenen in de greppel spoelden, op de bodem waarvan de grond

een laag vormde van 11 tot 22 inch dikte. Er moet echter worden vermeld dat hier en op andere delen van de helling, het bed van schimmel vaak fragmenten van krijt en vuursteen bevatte die duidelijk op verschillende tijdstippen van bovenaf naar beneden waren gerold. De tussenruimten in het onderliggende fragmentarische krijt waren ook opgevuld met schimmel.

Mijn zoon onderzocht het oppervlak van deze heuvel tot aan de basis in zuidwestelijke richting. Onder de grote greppel, waar de helling ongeveer 24° was, was de schimmel erg dun, namelijk van $1\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ duim; terwijl dicht bij de basis, waar de helling slechts 3° tot 4° was, de dikte toenam tot tussen de 8 en 9 duim. [317] We kunnen daarom concluderen dat op deze kunstmatig veranderde heuvel, net als in de natuurlijke valleien van de naburige Chalk Downs, wat fijne aarde, waarschijnlijk voor een groot deel afkomstig van worm uitwerpselen, wordt afgespoeld en zich ophoopt in de lagere delen, ondanks de percolatie van een onbekende hoeveelheid in het onderliggende krijt; een aanvoer van verse aardse materie wordt verzorgd door de oplossing van het krijt door atmosferische en andere middelen.

CONCLUSIE.

HOOFDSTUK – 7

Samenvatting van de rol die wormen hebben gespeeld in de geschiedenis van de wereld - Hun hulp bij het uiteenvallen van rotsen - In de ontginning van het land - In het behoud van overblijfselen uit de oudheid - In de voorbereiding van de grond voor de groei van planten - Mentale krachten van wormen – Conclusie.

Wormen hebben een belangrijkere rol gespeeld in de geschiedenis van de wereld dan de meeste mensen op het eerste gezicht zouden denken. In bijna alle vochtige landen zijn ze buitengewoon talrijk en bezitten ze voor hun grootte een geweldige spierkracht. In veel delen van Engeland passeert jaarlijks een gewicht van meer dan tien ton (10.516 kilogram) droge aarde door hun lichamen en wordt naar de oppervlakte gebracht op elke acre land; – 23.5000 Kg./hectare – zodat de hele oppervlakkige bedding van plantaardige (wormen)aarde in de loop van elke paar jaar door hun lichamen passeert. Door het instorten van de oude hollen is de aarde constant in beweging, zij het langzaam, en de deeltjes waaruit het bestaat worden zo tegen elkaar gewreven. [319] Op deze manier worden nieuwe oppervlakken voortdurend blootgesteld aan de inwerking van het koolzuur in de grond

en van de humuszuren die nog efficiënter lijken te zijn bij de afbraak van rotsen. De vorming van humuszuren wordt waarschijnlijk versneld door de vertering van de vele half-vergane bladeren die wormen eten. Zo worden de aarddeeltjes, die de oppervlakkige humus vormen, onderworpen aan omstandigheden die bij uitstek gunstig zijn voor hun afbraak en desintegratie. Bovendien ondergaan de deeltjes van de zachtere rotsen een zekere mate van mechanische trituratatie – bewerking – in de gespierde spiermaag van wormen, waarin kleine steentjes als molenstenen dienen.

Als de fijn bewogen *wormenaarde* – humes – in vochtige toestand naar de oppervlakte worden gebracht, stromen ze bij regenachtig weer langs elke gematigde helling naar beneden; en de kleinere deeltjes worden zelfs langs een licht hellend oppervlak ver naar beneden gespoeld. Droge *wormenpoep* – humes – verkrumelen vaak tot kleine korrels en deze rollen gemakkelijk langs elk hellend oppervlak naar beneden. [320] Als het land heel vlak is en bedekt met gras, en als het klimaat vochtig is zodat er niet veel stof kan worden weggeblazen, lijkt het op het eerste gezicht onmogelijk dat er enige noemenswaardige hoeveelheid subaariële denudatie – verwerking / erosie – zou zijn; maar wormenpoep worden, vooral als ze vochtig en stroperig zijn, in één uniforme richting geblazen door de heersende winden die gepaard gaan met regen. Door deze verschillende middelen wordt voorkomen dat de oppervlakkige aarde zich ophoopt tot een grote dikte; en een dik bed van aarde verhindert op veel manieren het uiteenvallen van de onderliggende rotsen en brokstukken.

Het verwijderen van *wormengruis* met bovenstaande midde-

len leidt tot resultaten die verre van onbeduidend zijn. Er is aangetoond dat op veel plaatsen jaarlijks per acre – oppervlak – een laag aarde van .2 duim – 5 mm. – dik aan de oppervlakte wordt gebracht; en als een klein deel hiervan wegdrijft, of wordt uitgeooid, zelfs over een korte afstand langs elk hellend oppervlak, of herhaaldelijk in één richting wordt geblazen, zal dit in de loop der eeuwen een groot effect hebben. Door metingen en berekeningen werd vastgesteld dat op een oppervlak met een gemiddelde helling van $9^{\circ} 26'$, 2,4 kubieke inches – $13,5 \text{ cm.}^2$ – aarde die door wormen was uitgeworpen, in de loop van een jaar een horizontale lijn van een yard lengte kruiste; zodat 240 kubieke inches een lijn van 100 yard lengte zouden kruisen. [121] Deze laatste hoeveelheid zou in vochtige toestand $11\frac{1}{2}$ pound wegen – 5,2 kg. – . Een aanzienlijk gewicht aan aarde beweegt zich dus voortdurend langs elke kant van elke vallei naar beneden en zal na verloop van tijd zijn bedding bereiken. Uiteindelijk zal deze aarde door de beken die door de valleien stromen, naar de oceaan worden getransporteerd, de grote vergaarbak voor alle materie die van het land is afgescheiden. Uit de hoeveelheid sediment die jaarlijks door de Mississippi in zee wordt afgevoerd, is bekend dat het enorme afwateringsgebied van de Mississippi gemiddeld 0,00263 inch per jaar – 0.065 mm. – kleiner wordt; dit zou in vier en een half miljoen jaar voldoende zijn om het hele afwateringsgebied te laten zakken tot het niveau van de zee kust. Dus als een klein deel van de laag fijne aarde, .2 van een inch – 5 mm. – in dikte, die jaarlijks door wormen naar de oppervlakte wordt gebracht, wordt meegevoerd, kan een groot resultaat niet uitblijven binnen een periode die geen enkele geoloog als extreem

lang beschouwt.

[322] Archeologen zouden de wormen dankbaar moeten zijn, omdat ze elk voorwerp dat niet aan bederf onderhevig is en dat op het landoppervlak is gevallen, beschermen en voor onbepaalde tijd bewaren door het onder hun uitwerpselen te begraven. Op deze manier zijn ook veel elegante en curieuze plaveisel en andere oude overblijfselen bewaard gebleven, hoewel de wormen in deze gevallen ongetwijfeld grotendeels zijn geholpen door aarde die van het aangrenzende land is gespoeld en geblazen, vooral wanneer het land in cultuur is gebracht. De oude bestratingen met keien zijn echter vaak ongelijkmatig verzakt doordat ze ongelijk zijn ondermijnd door de wormen. Zelfs oude massieve muren kunnen worden ondermijnd en verzakken; en geen enkel gebouw is in dit opzicht veilig, tenzij de funderingen 6 of 7 voet onder het oppervlak liggen, op een diepte waarop wormen niet kunnen werken. Het is waarschijnlijk dat veel monolieten – oppervlakte rotsen – en sommige oude muren zijn omgevallen omdat ze door wormen zijn ondermijnd.

Wormen bereiden de grond op een uitstekende manier voor op de groei van planten met vezelwortels en op allerlei soorten zaailingen. Ze stellen de aarde regelmatig bloot aan de lucht en zeven het zo dat er geen stenen in achterblijven die groter zijn dan de partjes die ze kunnen inslikken. [323] Ze mengen het geheel innig met elkaar, zoals een tuinman die fijne grond bereidt voor zijn beste planten. In deze staat is het goed geschikt om vocht vast te houden en alle oplosbare stoffen te absorberen, evenals voor het proces van nitrificatie. De botten van dode dieren, de hardere delen van insec-

ten, de schelpen van weekdieren, bladeren, twijgen, enzovoort, worden al snel begraven onder de opgehoopte uitwerpselen van wormen en komen zo in min of meer vergane staat binnen het bereik van de wortels van planten. – en schimmels – Wormen slepen ook een oneindig aantal dode bladeren en andere plantendelen hun holen in, deels om ze te gebruiken als *stop* – afdichting – en deels als voedsel.

De bladeren die als voedsel in de holen worden gesleept, worden, nadat ze in de fijnste snippers zijn gescheurd, gedeeltelijk verteerd en verzadigd met de darm- en urineafscheidingen, vermengd met veel aarde. Deze aarde vormt de donkergekleurde, rijke humus die bijna overal het oppervlak van het land bedekt met een vrij welomlijnde laag of omhulsel.

[324] Ton Hensen ^{Q*-82} plaatste twee wormen in een vat met een diameter van 18 inches, dat gevuld was met zand, waarop afgevallen bladeren waren gestrooid; en deze werden al snel tot een diepte van 3 inches in hun holen gesleept.

Na ongeveer 6 weken was een bijna uniforme laag zand, een centimeter dik, omgezet in humus doordat het door de spijsverteringskanalen van deze twee wormen was gegaan. Sommige mensen geloven dat wormenholen, die vaak bijna loodrecht de grond in gaan tot een diepte van 5 of 6 feet, een wezenlijke bijdrage leveren aan de afwatering van de grond; ondanks het feit dat de stroperige *wormenpoek* die over de ingang van de holen worden gestapeld, voorkomen of verhinderen dat het regenwater er direct in kan stromen. Ze zorgen ervoor dat de lucht diep in de grond kan doordringen.

82 Q* ' Zeitschrift für wissenschaft. Zoolog. B, sxviii. 1877, p. 360.

Ze vergemakkelijken ook enorm de neerwaartse doorgang van wortels van gemiddelde grootte; en deze worden gevoed door de humus waarmee de hollen zijn bekleed. Veel zaden danken hun ontkieming aan het feit dat ze bedekt zijn met wormenaarde; en andere zaden die tot een aanzienlijke diepte begraven zijn onder opgehoopte *wormenpoep*, sluimeren, totdat ze op een later tijdstip per ongeluk worden blootgelegd en ontkiemen.

[325] Wormen zijn slecht voorzien van zintuigen, want je kunt niet zeggen dat ze kunnen zien, hoewel ze *vaag* – just – onderscheid kunnen maken tussen licht en donker; ze zijn volledig doof en hebben slechts een zwak reukvermogen; alleen de tastzin is goed ontwikkeld. Ze kunnen daarom weinig leren over de buitenwereld en het is verrassend dat ze enige vaardigheid vertonen in het bekleden van hun hollen met hun uitwerpselen en met bladeren, en in het geval van sommige soorten in het opstapelen van hun uitwerpselen tot torenachtige constructies. Maar het is veel verbazingwekkender dat ze blijkbaar een zekere mate van intelligentie vertonen in plaats van een blinde instinctieve impuls, in hun manier van het dichtgooien van de openingen van hun hollen. Ze handelen bijna op dezelfde manier als een mens zou doen als hij een cilindrische buis moest afsluiten met verschillende soorten bladeren, bladstelen, driehoekjes papier enzovoort, want ze grijpen zulke voorwerpen gewoonlijk bij hun puntige uiteinden. Maar bij dunne voorwerpen wordt een aantal door hun bredere uiteinden naar binnen getrokken. Ze handelen niet in alle gevallen op dezelfde onveranderlijke manier, zoals de meeste lagere dieren; ze slepen bij-

voorbeeld geen bladeren mee aan hun voetstengels, tenzij het basale deel van het blad net zo smal is als de top, of smaller dan dat.

[326] Als we een brede, met gras bedekte vlakte zien, moeten we bedenken dat de gladheid ervan, waarvan zoveel van de schoonheid afhangt, voornamelijk het gevolg is van het feit dat alle ongelijkheden langzaam zijn geëgaliseerd door wormen. Het is een verbazingwekkende gedachte dat de hele oppervlakkige aarde over zo'n vlakte om de paar jaar door de lichamen van wormen is gegaan en weer zal gaan. De ploeg is een van de oudste en waardevolste uitvindingen van de mens; maar lang voordat hij bestond werd het land al regelmatig omgeploegd en dat gebeurt nog steeds door regenwormen. Het valt te betwijfelen of er veel andere dieren zijn die zo'n belangrijke rol hebben gespeeld in de geschiedenis van de wereld als deze laag georganiseerde wezens. Sommige andere dieren echter, die nog lager georganiseerd zijn, namelijk koralen, hebben veel opvallender werk verricht door ontelbare riffen en eilanden in de grote oceanen te bouwen; maar deze zijn bijna beperkt tot de tropische zones.

[328]

INDEX. Niet geplaatst

