

Neues Werk von Ch. Darwin.

The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits. By CHARLES DARWIN, L. L. D., F. R. S. With illustrations. London, JOHN MURRAY, 1881.

Schon im Jahre 1837 hatte CHARLES DARWIN der Londoner Geologischen Gesellschaft eine kürzere Arbeit über den hier behandelten Gegenstand vorgelegt*, in welcher gezeigt wurde, dass innerhalb einer Reihe von Jahren durch die Auswürfe der Regenwürmer alle über die Oberfläche des von ihnen bewohnten Bodens zerstreuten Gegenstände, als z. B. Kohlenstückchen, Steine u. s. w. langsam überdeckt werden, so dass sie immer tiefer sinken, und endlich von einer mehrere Zöll hohen Schicht von Ackererde bedeckt werden, die ihrerseits immer wieder von Neuem den Körper der Regenwürmer zu passiren hat, und recht eigentlich gerade nach ihren wesentlichsten Eigenschaften als das Produkt dieser niedern Thiere betrachtet werden muss. Diese Ansichten wurden später von D'ARCHIAC und FISH bekämpft, welche theils die Verbreitung der Erdwürmer unterschätzten, und theils ihnen

* Gesammelte Werke XII. Bd. 2. Abthlg. S. 93—98.

eine so grosse Leistung nicht zuerkennen wollten. CHARLES DARWIN hat deshalb unausgesetzt den Gegenstand im Auge behalten und liefert nun in seinem soeben ausgegebenen, neuen Werke auf Grund umfassender, das Problem nach den verschiedensten Seiten angreifender Beobachtungen, Versuche und Rechnungen, die zum überwiegenden Theile von ihm selbst, zum andern von seinen Söhnen und wissenschaftlichen Freunden in allen Theilen der Welt angestellt worden sind, den überzeugenden Beweis, dass durch die Thätigkeit dieser kaum beachteten Thiere, eine wichtige Stelle im Haushalte der Natur erfüllt wird, die selbst als geologischer Faktor in Betracht gezogen werden muss. Versuchen wir es, eine kurze Uebersicht des reichen und überaus anziehenden Inhaltes dieses nächstens in deutscher Uebersetzung vorliegenden Werkes zu geben.

Im Eingangskapitel schildert der Verfasser die Verbreitung, Eigenschaften und Lebensgewohnheiten dieser über die ganze Welt verbreiteten Thierklasse, welche nur wenige Gattungen umfasst, deren Arten sich im Aussehen nahezu gleichen. Sie leben fast überall in einem Boden, der ein wenig Feuchtigkeit zurückhält und ein tieferes Eindringen gestattet, am zahlreichsten auf trockenem Wiesen- und lockern Feld- oder Gartenboden, fehlen dagegen auf trockenen Heiden und auf Felsboden, den nur eine dünne Humusschicht bekleidet. Man kann sie gleich den meisten ihrer Verwandten, die im Wasser leben, selbst als halbe Wasserthiere bezeichnen, und PERRIER sah sie nahezu vier Monate mit Wasser bedeckt weiterleben. Wenn der Boden im Sommer austrocknet, oder im Winter an der Oberfläche friert, steigen sie zu grösseren Tiefen abwärts, als im Frühjahr und Herbst, welche die Zeiten ihrer eigentlichen Thätigkeit darstellen. Die letztere ist hauptsächlich eine nächtliche; sie kommen dann

aus ihren Löchern bei feuchtem Wetter in Masse hervor, theils mit dem Schwanz darin festsitzen bleibend und nur die Umgebung absuchend, theils umherwandernd und in der Herstellung neuer Löcher begriffen, wie ihre zahllosen im Schlamm zurückgelassenen Spuren des Morgens beweisen. Nach dem Rückzuge liegen sie am frühen Morgen dicht an der Oeffnung und werden in gewissen Jahreszeiten in grosser Zahl durch Drosseln und Amseln daraus hervorgezogen, obwohl sie sich mittelst ihrer beträchtlichen Muskelkraft und ihrer auf jedem Ringe stehenden Borsten sehr schnell vorwärts und rückwärts in ihre Löcher zurückziehen und darin so festhalten können, dass sie sich eher zerreißen als daraus hervorziehen lassen.

An ihrem Körper ist für das Verständniss ihrer Rolle im Naturhaushalt besonders die Kenntniss des Baues ihres Nahrungskanals wichtig, durch welchen ein grosser Theil des Oberflächenhumus beständig zu passiren hat, wobei einige einmündende Kalkdrüsen und dahinter ein noch vor dem eigentlichen Magen liegender, mit starken Quermuskeln versehener Kropf, der innen mit einer chitinösen Membran ausgelegt ist, und offenbar zu weiterer Zerreibung der aufgenommenen, meist stark mit Erde versetzten Nahrung dient, wichtig erscheinen, sofern angenommen werden muss, dass aufgenommene Steinchen von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser, darin wahrscheinlich an Stelle der fehlenden Kiefer und Zähne, zur Zerkleinerung des Speisebreies dienen und so das gleichmässig feine Korn der Auswürfe erzeugen. Von einem ganz ungewöhnlichen Interesse sind hierfür auch die Versuche, welche DARWIN an in Blumentöpfen gehaltenen Würmern über ihre Sinnesfähigkeiten angestellt hat. Obwohl sie augenlos sind, erwiesen sie sich als für das Licht keineswegs unempfindlich. Zwar störte sie das Licht einer Blendlaterne mit Schiebern von dunkelrothem oder blauem

Glase, bei deren Licht man sie zur Noth erkennen konnte, welches aber gewiss nicht heller war, als Vollmondslicht, im Allgemeinen wenig; auch das Licht einer Kerze oder einer hellen Lampe störte sie im ersten Augenblicke, selbst wenn es intermittirend zur Wirkung kam, gewöhnlich nicht. Mitunter aber benahmen sie sich dabei sehr verschieden und zogen sich schon beim ersten Lichtscheine, zuweilen augenblicklich und eiligst in ihre Löcher zurück, und dies letztere geschah etwa einmal unter zwölf Fällen. In andern Fällen erhoben sie wohl das tastende Vorderende des Körpers von der Erde, als sei ihre Aufmerksamkeit erregt, oder bewegten es wie suchend hin und her und zogen sich dann langsam in ihre Löcher zurück, einigemale noch längere Zeit daraus hervorlugend. Wurde das Kerzenlicht dagegen durch eine Linse auf die vordere Extremität geworfen, so zogen sie sich gewöhnlich, aber nicht in allen Fällen augenblicklich, in ihre Löcher zurück, und kamen auch, so lange es vor denselben hell blieb, nicht wieder hervor. Wie schon HOFFMEISTER bemerkt hat, ist indessen nur die vordere Körperextremität, in welcher die Gehirnganglien liegen, lichtempfindlich, und wenn dieser Theil beschattet ist, kann man den übrigen Körper nach Belieben beleuchten, ohne eine entsprechende Wirkung zu erzielen. Ebenso zeigten sie sich unempfindlich selbst gegen das durch eine Linse auf ihre Vorderextremität concentrirte Licht, so lange sie emsig beschäftigt waren, Blätter in ihre Löcher zu ziehen oder daran zu fressen, ebenso wie sie sich auch bei der Paarung vom Morgenlicht überraschen lassen: sie scheinen demnach, ebenso wie höhere Thiere, der Aufmerksamkeit und Versenkung in eine bestimmte Beschäftigung in dem Maasse fähig zu sein, dass sie darüber andere, leichtere Eindrücke übersehen. Ihre Gewohnheit, nur des Nachts aus ihren Löchern hervorzukommen,

durch welche sie vielen Gefahren, denen sie im Lichte ausgesetzt sein würden, entgehen, scheint sich zu einer strengen Periodizität ihrer Lebensweise ausgebildet zu haben, denn auch in bedeckten Töpfen kamen sie eine Woche lang allnächtlich empor und blieben während des Tages, obwohl es in diesen Töpfen ziemlich finster war, in der Erde. Weniger als gegen helles Licht schienen die Würmer gegen eine mässige strahlende Wärme empfindlich zu sein. Selbst ein zur dunklen Rothgluth erhitztes Schür-eisen, welches in derselben Entfernung der Hand sehr empfindlich war, veranlasste von mehreren Würmern nur den einen zum schleunigen Rückzuge, die andern zogen sich etwas weniger schnell zurück, ja der eine schien gar keine Notiz davon nehmen zu wollen.

Der Gehörssinn geht den Würmern gänzlich ab. Sie nahmen nicht die mindeste Notiz weder von den schrillen Tönen einer Metallpfeife, noch von den tiefsten und lautesten Tönen eines in ihrer Nähe gespielten Fagotts. Ebenso wenig störte sie starkes Schreien oder Klavierspiel aus nächster Nähe. Dagegen zeigten sie sich äusserst empfindlich gegen die Erschütterungen fester Körper, und sobald der Topf auf das Klavier selbst gestellt und ein tieferer oder höherer Ton angeschlagen wurde, zogen sie sich schleunigst in ihre Löcher zurück. Ebenso wirkten zufällige Stösse an den Tisch, auf welchem die Töpfe standen, oder ein scharfes, stossförmiges Anblasen. Der über den ganzen Körper verbreitete Gefühlssinn scheint besonders in der vorderen Extremität sehr ausgebildet zu sein, und es scheint, als ob sie mittelst desselben im Stande seien, sich eine dunkle Vorstellung von den Formen der Dinge zu machen.

Was den Geruchs- und Geschmacksinn anbetrifft, so schien der erstere nicht besonders ausgebildet, nur scharfe Gerüche, wie Essigsäure, welche wahrscheinlich ihre nackte Haut reizen,

vertrieben sie bald. Indessen wurden Stückchen von Kohlblättern, Meerrettig und Zwiebeln, oder rohem Fleisch, wenn sie $\frac{1}{4}$ Zoll tief unter die Erde des Topfes gebracht wurden, nach einiger Zeit von ihnen entdeckt und verzehrt, und hier war deutlich sowohl ein schnelleres Finden als ein Vorziehen des einen vor dem andern merklich. So wurden Zwiebelblätter und Mohrrübenblätter fast allen andern vorgezogen. Wurden Stücke von Kohl-, Rüben-, Meerrettig- und Zwiebelblättern in einen Topf gelegt und mit Erde bedeckt, so waren sie nach einigen Wochen alle verzehrt, dagegen blieben Blattstückchen von Beifuss, Salbei und Thymian unangerührt, offenbar ihres den Würmern nicht sympathischen Geruchs oder Geschmacks wegen. Im Uebrigen sind sie Allesfresser; sie verzehren nicht nur die meisten Sorten von frischen und welken Blättern, sondern auch rohes und gekochtes Fleisch und Fett und sind sogar Kannibalen, denn sie fressen ihre abgestorbenen Mitwürmer auf. Wie LÉON FRÉDÉRICQ gezeigt hat, ist ihre Verdauungsflüssigkeit dem pankreatischen Saft der höheren Thiere sehr ähnlich, und daraus erklärt sich leicht, dass sie alle diese so verschiedenartigen Nahrungsmittel verdauen können, und sogar die fast nur aus Cellulose bestehenden welken Blätter, die im Herbst von den Bäumen fallen. Diese in eine Tiefe von 1—3 Zoll gezogenen Blätter werden dort von den Würmern mit der erwähnten alkalischen Flüssigkeit benetzt, die wie es scheint, ihr schnelles Absterben befördert, sie, wenn sie hart sind, erweicht, das Chlorophyll zerstört, und so zur leichten Verdauung geeigneter macht, z. B. die Stärkekörnchen und die Protoplasmatheilchen auflöst oder in lösliche Verbindungen überführt. Da verwesende Blätter und Humus für sich eine saure Reaktion annehmen, so dienen der alkalische Pankreassaft, wie die Ausscheidungen der erwähnten Kalk-

drüsen wahrscheinlich dazu, die Säuren des Humus abzustumpfen, wenn derselbe durch den Körper geht, weil die pankreatische Verdauung nur bei leisem Vorwalten von Alkali vor sich gehen kann.

Bei dem Ergreifen der auf der Bodenoberfläche liegenden Blätter verfahren die Würmer auf zweierlei Weise. Entweder fungirt der Mund als Greiforgan, indem er sich in eine Ober- und Unterlippe theilt, wenn sie die Blätter am Rande ergreifen, oder als Saugorgan, wenn sie dieselben auf der Fläche anfassen. In den meisten Fällen ziehen sie dieselben, wie DARWIN durch unzählige Versuche festgestellt hat, mit dem schmalern Ende voran in die Löcher, und da nun bald das Stielende, bald das Scheitelende schmaler ist, so behandeln sie die verschiedenen Blattarten nach ihrer Beschaffenheit sehr verschieden. Weiche Blätter werden häufig durch Ansaugen auf der Fläche hineingezogen, wobei die Ränder sich zusammenfallen. Mit Fett eingeriebene Papierdreiecke (um ihr Aufweichen im Nachthau zu hindern) wurden wie Blätter behandelt. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der in dieser Richtung erhaltenen Ergebnisse, aus der sich ergibt, dass diese Thiere im Stande sein müssen, sich durch einige Versuche eine allgemeine, sei es noch so dunkle, Vorstellung davon zu verschaffen, wie ein betreffender, vielleicht auf ihrem Gebiete ganz fremder Gegenstand am besten zu behandeln sei. Es mag noch im Voraus bemerkt werden, dass diese Blätter meist nicht als Nahrung, sondern zum Verstopfen der Oeffnung ihrer Gänge hineingezogen werden, und dass in Ermangelung von Blättern oder Blattstielen kleine, oder vielmehr im Verhältniss zu dem Wurmkörper oft ziemlich grosse Steine durch Ansaugen herbeigezogen werden, um über die Oeffnung der Gänge, vermuthlich zum Schutze gegen die eindringende Kälte angehäuft zu werden.

Name der in die Oeffnungen hinabgezogenen Gegenstände.	An oder nahe der Spitze.	In oder nahe der Mitte.	An oder nahe der Basis.
Lindenblätter, Basis breit, oberes Ende zugespitzt	79	17	4
<i>Laburnum</i> -Blätter, Basis eben so schmal oder zuweilen noch schmaler als die Blattspitze .	63	10	27
<i>Rhododendron</i> -Blätter, an der Basis oft schmaler als an dem oberen Ende	34	—	66
<i>Pinus</i> -Nadel-Paare	—	—	100
<i>Clematis</i> -Blattstiele, etwas zugespitzt am obern Ende und stumpf an der Basis	76	—	24
Eschenblattstiele	48,5	—	51,5
Robinienblattstiele	44	—	56
Breite Papierdreiecke	57	25	16
Schmale Papierdreiecke	65	14	21

Diese Tabelle zeigt ziemlich klar, dass die Gegenstände meist mit dem schmalen Ende voran in die Löcher gezogen wurden. Das Ergreifen in der Mitte fand ganz zweckentsprechend nur bei den breiten und welken Lindenblättern und den Papierdreiecken häufiger statt, bei den steifen *Rhododendron*blättern und den Blattstielen musste es natürlich, wenn überhaupt versucht, erfolglos sein. Der scheinbare Ausnahmefall bei den Eschenblattstielen erklärt sich dadurch, dass die stumpfe, hufeisenförmige Basis zugleich zur Nahrung dient. Sehr merkwürdig ist die Behandlung der Föhrennadeln, die ausnahmslos und bei verschiedenen, nicht wild in England vorkommenden Arten (*Pinus austriaca*, *nigricans* und *sylvestris*) stets an der Blattscheide, der das Nadelpaar entspringt, hinabgezogen wurden, so dass die Spitzen, wie spanische Reiter aus den Löchern schaueten. Man könnte denken, die Würmer hätten nur die scharfen Spitzen beim Anfassen vermeiden wollen, oder erfahren, dass diese Nadelpaare sich leicht vor den Löchern spreizen, wenn sie an einer einzelnen Spitze hereingezogen werden, aber Versuche mit Nadelpaaren, deren Spitzen abgeschnitten, oder durch dicke Schel-

lacklösung aneinandergekittet wurden, ergaben dasselbe Resultat; sie wurden, obwohl der Lackgeruch völlig verschwunden war, stets an der Basis hinabgezogen. Dass dieses Verstopfen der Gangmündungen mit Blättern oder Steinen hauptsächlich geschieht, um die Kälte am Eindringen in diese Löcher zu hindern, ergab sich auch daraus, dass die in Töpfen und im warmen Zimmer gehaltenen Würmer dieser Thätigkeit viel weniger eifrig oblagen. Uebrigens dienen die Blätter nicht nur zur Nahrung und zum Verstopfen, sondern zum Theil auch zum Ausfüttern der Gänge, namentlich im oberen Theile, wahrscheinlich um den Körper vor der Berührung mit der feuchtkalten Erde zu schützen und zu diesem Zwecke werden auch Föhrennadeln verwendet, aber die Spitzen sorgfältig in die Wandung gedrückt, damit sie der Bewegung des Thieres nicht hinderlich werden. Aus demselben Grunde scheint der tiefste, gewöhnlich etwas erweiterte Theil der Gänge, in welchen sich die Würmer oft zu mehreren vereint, im Winter wie im Hochsommer bei grosser Kälte oder Trockenheit zurückziehen, mit kleinen Steinen ausgemauert zu werden, und ebenso ist die Wandung des Ganges ganz mit einem

dunklen Schleim verkittet, der denselben Nutzen haben mag, und der Erde ebenso wie das Hineinziehen der wellen Blätter eine nicht unbeträchtliche Menge von organischen Substanzen zuführt.

Die Art des Eindringens in die Erde geschieht theils durch ein wühlendes, keilartiges Vordringen- des Schlundtheils, wobei die Erde zur Seite gedrängt wird, theils durch ein wahres Einfressen in die dichtere Erde, wobei diese den Körper zu passiren hat, und durch dessen Hintertheil in Gestalt dünner geformter Fäden über die Oberfläche hinausbefördert wird. Natürlich wird es schneller gehen, wenn der Wurm sich nur in lockere Erde hineinzuwühlen braucht, als wenn er sich gleichsam hindurchfressen muss, und darum wechselt die Zeit, die ein Wurm braucht, um sich in die Erde einzuwühlen, von 2—3 Minuten bis zu halben und ganzen Stunden. Zweifellos verzehren die Regenwürmer in Zeiten, wo es keine Blätter für sie giebt, auch der Ernährung wegen grössere Massen von sogenannter fetter Erde, um derselben bei ihrem Durchgange durch den Körper Nahrungsstoffe zu entziehen, die in Gestalt von Humusstoffen, Sporen, Insekteneiern u. s. w. darin enthalten sind, aber oft bestehen ihre Auswürfe aus reinem kohlensauren Kalk, gelben oder rothen Thon u. s. w., kurz Erdmassen, die sie offenbar nur verschlungen haben, um sich einen Weg in die Tiefe zu bahnen, wobei die ausgeworfene Erde gleichwohl einem Zermalmungsprozesse unterworfen und auch wohl meist mit organischen Ausscheidungen vermischt wird, durch welche sie dann Fruchtbarkeit für die Pflanzen erlangt. Sie arbeiten sich auf diese Weise sogar durch den bröcklichen Mörtel von alten Bauten durch, und veranlassen das langsame Sinken und Ueberdecktwerden alter Steinfussböden und Gemäuer, deren Fundamente nicht allzu tief gehen. Da

die Gänge in der Regel nicht tiefer als höchstens 7—8 Fuss angelegt werden, so können sie besser fundirte Mauern nicht zum Sinken bringen. Die Menge der emporgebrachten Erde, welche ihren Körper passirt hat, ist oft sehr ansehnlich; gewisse Perichäten, die im Orient leben und an die Küsten des mittelländischen Meeres, z. B. nach Nizza verschleppt zu sein scheinen, errichten dort, indem sie den Schwanz aus der Erde emporstrecken, $2\frac{1}{2}$ —3 Zoll hohe Thürmchen von etwa 1 Zoll Durchmesser, die ganz aus solcher darmartig gewundenen, an der trockenen Luft erhärteten Erde bestehen, und im Centrum den cylindrischen Kanal enthalten, durch welchen der Wurm sich zur Entleerung dieser über seinem Gange aufgethürmten Massen erhoben hat. Es ist bemerkenswerth, dass sich die verschiedenen Landwürmer über alle Welt haben verbreiten können, selbst nach einsamen Küsten und Inseln.

Ueber die tief eingreifende Rolle, welche diese Erdwürmer in geologischer Beziehung spielen, indem sie unaufhörlich tiefere Erdmassen an die Oberfläche bringen, und zwar in einem lockeren, zum Verwehen und Verschwemmen geeigneten Zustande, hat DARWIN Jahrzehnte hindurch eine grosse Anzahl von Beobachtungen und Untersuchungen auf Ackerfeldern und Weideplätzen, an sogenannten druidischen Monumenten, vorgeschichtlichen Gräbern, Hochäckern, römischen und mittelalterlichen Bauten u. s. w. selbst angestellt und veranlasst, so dass sein Bericht darüber von einer ungewöhnlichen Anziehungskraft nicht nur für Geologen und Landwirthe, sondern auch für Architekten, Archäologen, Historiker und Prähistoriker ist. Wir wollen die allgemeineren, aus diesen Untersuchungen gezogenen Schlüsse, wie sie DARWIN am Schlusse seines Buches zusammengestellt hat, mit seinen eigenen Worten hier wiedergeben, da es nicht möglich wäre, dies noch

kürzer, klarer und übersichtlicher zu thun.

»Die Würmer«, sagt DARWIN, »haben eine wichtigere Rolle in der Geschichte der Welt gespielt, als die meisten Personen auf den ersten Anblick vermuthen würden. In fast allen feuchten Landstrichen sind sie ausserordentlich zahlreich und besitzen eine für ihre Grösse bedeutende Muskelkraft. In vielen Theilen Englands passirt jährlich auf jedem Acre Landes ein Gewicht von mehr als zehn Tonnen (10,516 Kilogramm) trockner Erde durch ihren Körper und wird von ihnen an die Oberfläche gebracht, so dass die gesammte oberflächliche Schicht von vegetabilischem Humus immer wieder im Laufe weniger Jahre durch ihre Körper wandert. In Folge des Zusammensinkens der alten Gänge ist der Humus in beständiger, wenn auch langsamer Bewegung und die ihn zusammensetzenden Theilchen werden auf diese Weise durcheinander gemengt. Durch diese Vorgänge werden beständig frische Oberflächen der Wirkung der im Boden enthaltenen Kohlensäure und der Humussäuren, die bei der Zersetzung der Felsen noch wirksamer zu sein scheinen, ausgesetzt. Die Erzeugung der Humussäuren wird wahrscheinlich während der Verdauung der vielen halbverwesten Blätter, welche die Würmer verzehren, beschleunigt. So werden die Erdtheilchen, welche den Oberflächen-Humus bilden, Bedingungen unterworfen, welche für ihre Zersetzung und ihren Zerfall eminent günstig sind. Ueberdem unterliegen die Theilchen der weichen Felsgesteine in einem gewissen Betrage der mechanischen Zerreibung in den muskulösen Kröpfen der Würmer, in denen kleine Steine als Mahlsteine dienen.

Die fein zerriebenen Auswurfhäufchen fliessen, da sie in einem feuchten Zustande an die Oberfläche gebracht werden, während eines regneten Wetters auf einem mässig geneigten Abhänge ab-

wärts und die kleineren Theilchen werden sogar von einer ganz leicht geneigten Oberfläche niedergewaschen. Werden sie trocken, so zerkrümeln die Auswürfe zu kleinen Ballen und diese sind geeignet, auf abschüssigen Oberflächen hinabzurollen. Wo das Land völlig eben und mit Kräutern bedeckt ist, und wo das Klima feucht ist, so dass nicht viel Staub weggeblasen werden kann, scheint es für den ersten Anblick unmöglich, dass da irgend eine abschätzbare Abwitterung stattfinden könne, aber Wurm-Auswürfe werden, und besonders so lange sie noch feucht und klebrig sind, in einer gleichmässigen Richtung durch die herrschenden Winde, welche vom Regen begleitet werden, fortgeblasen. Durch diese einzelnen Vorgänge wird der Oberflächen-Humus vor einer Anhäufung zu einer grossen Dicke bewahrt; und eine dicke Humusschicht verhindert in mancherlei Weise die Zersetzung der unterliegenden Felsen und Felsgesteine.

Die Entfernung der Wurmauswürfe durch die obigen Mittel führt zu Ergebnissen, die weit davon entfernt sind, unbedeutend zu sein. Es ist gezeigt worden, dass eine Erdschicht von 0,2 Zoll Dicke an manchen Orten alljährlich an die Oberfläche gebracht wird, und wenn nun ein kleiner Theil dieses Betrages sogar nur für eine kurze Entfernung immerfort auf der geneigten Oberfläche niederwärts fliesst oder rollt, oder gewaschen wird, oder wiederholt in einer Richtung weggeweht wird, so muss im Laufe der Jahre eine grosse Wirkung dadurch hervorgebracht werden. Durch Messungen und Berechnungen wurde gefunden, dass auf einer Oberfläche mit einer mittleren Neigung von 90 26' im Laufe eines Jahres 2,4 Kubikzoll Erde, welche von Würmern emporgeworfen wurde, eine horizontale Linie von einem Yard Länge kreuzen, so dass 240 Kubikzoll eine Linie von 100 Yards Länge kreuzen werden. Diese

letztere Menge würde in einem feuchten Zustande $11\frac{1}{2}$ Pfund wiegen. Ein derartiges beträchtliches Gewicht Erde ist beständig in Abwärtsbewegung auf allen Seiten eines jeden Thales und wird mit der Zeit seinen Grund erreichen. Diese Erde wird schliesslich durch die in den Thälern fliessenden Strömungen in den Ocean, dem grossen Behälter für alle vom Festlande abgewitterte Materie befördert. Es ist von dem Betrage der jährlich durch den Mississippi in die See beförderten Sedimente bekannt, dass sein enormes Abzugsgebiet im Mittel jedes Jahr um 0,00263 Zoll erniedrigt werden muss, und diess würde hinreichen, um in $4\frac{1}{2}$ Millionen Jahren das gesammte Abzugsgebiet auf die Höhe der Seeküste zu erniedrigen. Wenn demnach ein kleiner Bruchtheil der Schicht feiner Erde von 0,2 Zoll Dicke, welche jährlich durch Würmer an die Oberfläche gebracht wird, weggeführt wird, so kann es nicht ausbleiben, dass in einer Periode, welche kein Geologe als ausserordentlich lang betrachtet, ein grosses Resultat hervorgebracht wird.

Archäologen müssen den Würmern dankbar sein, da sie jeden Gegenstand, der nicht zur Verwesung neigt und welcher auf die Erdoberfläche gefallen ist, für eine unabsehbar lange Periode beschützen und erhalten, indem sie ihn unter ihren Auswürfen begraben. Auf diese Weise sind auch viele elegante und merkwürdige Mosaikfussböden und andere alte Ueberreste erhalten worden, obgleich kein Zweifel darüber sein kann, dass die Würmer in diesen Fällen reichlich durch die Erdmassen unterstützt wurden, welche von den angrenzenden Ländereien und besonders wenn diese kultivirt wurden, herabgewaschen und hergeweht wurden. Die alten Steinfussböden haben indessen oft durch ungleiche Senkung gelitten, weil sie durch die Würmer ungleich unterminirt wurden. Sogar alte

massive Mauern können von ihnen unterminirt und gesenkt werden, und kein Bauwerk ist in dieser Beziehung sicher, wenn die Fundamente nicht 6—7 Fuss unter die Oberfläche hinabgehen zu einer Tiefe, in welcher die Würmer nicht arbeiten können. Es ist wahrscheinlich, dass viele Monolithen und manche alte Mauern in Folge ihrer Unterminirung durch Würmer umgestürzt sind.

Die Würmer bereiten den Boden in einer ausgezeichneten Art für das Wachstum faserwurziger Pflanzen und für Keimlinge aller Art. Sie setzen den Humus periodisch der Einwirkung der Luft aus, und sichten ihn so, dass keine grösseren Steine als solche, welche sie verschlingen können, daringelassen werden. Sie mengen das ganze innig durcheinander, einem Gärtner gleich, welcher feine Erde für seine auserlesensten Pflanzen präparirt. In diesem Zustande ist er so wohl geeignet, um die Feuchtigkeit zurückzuhalten und alle löslichen Substanzen zu absorbiren, als auch für den Prozess der Salpeterbildung. Die Knochen todter Thiere, die härteren Theile der Insekten, die Schalen der Landmollusken, Blätter, Zweige u. s. w. werden binnen kurzem alle unter den angesammelten Auswürfen der Würmer begraben und so in einem mehr oder weniger verrotteten Zustande in den Bereich der Pflanzenwurzeln gebracht. In gleicher Weise ziehen die Würmer eine unendliche Zahl abgestorbener Blätter und anderer Pflanzentheile in ihre Gänge, theilweise um sie damit zu verstopfen, und theilweise als Futter.

Die zur Nahrung in die Gänge gezogenen Blätter werden, nachdem sie in die feinsten Stückchen zerrieben sind, theilweise verdaut mit den urinösen Ausscheidungen und denen der Eingeweide gesättigt und mit viel Erde gemischt. Diese Erde bildet den dunkelgefärbten, reichen Humus, welcher fast

überall die Oberfläche des Landes mit einer deutlich und wohlabgesetzten Lage oder einem Mantel bedeckt. Von HENSEN* setzte zwei Würmer in einen Kessel von 18 Zoll Durchmesser, welcher mit Sand gefüllt war, über welchen abgefallene Blätter gestreut wurden, und diese wurden bald in ihre Gänge bis zu einer Tiefe von drei Zoll hinabgezogen. Nach ungefähr sechs Wochen war eine fast gleichförmige Sandschicht von einem Centimeter Dicke dadurch, dass sie durch den Verdauungskanal dieser beiden Würmer gegangen war, in Humus verwandelt. Von einigen Personen wird geglaubt, dass die Wurmgänge, welche oft den Boden fast senkrecht bis zu einer Tiefe von 5—6 Fuss durchbohren, wesentlich zu seiner Drainage beitragen, ungeachtet dessen, dass die klebrigen, über die Mündung der Löcher aufgehäuften Auswürfe den direkten Eintritt des Regenwassers verhindern oder beschränken. Sie gestatten der Luft tief in den Boden einzutreten. Auch erleichtern sie beträchtlich das Abwärtsdringen der Wurzeln von mässiger Grösse und diese werden durch den Humus ernährt, mit welchem die Gänge ausgefüllt sind. Viele Samen schulden ihre Keimung dem Umstande, dass sie durch Wurmauswürfe bedeckt wurden und andere, die in einer beträchtlichen Tiefe unter angehäuften Auswürfen begraben wurden, liegen schlafend, bis sie in einer zukünftigen Zeit zufällig freigelegt werden und keimen.

Die Würmer sind kümmerlich mit Sinnesorganen versehen, denn man kann nicht sagen, dass sie sehen, obwohl sie völlig im Stande sind, zwischen Licht und Dunkelheit zu unterscheiden; sie sind vollkommen taub und haben nur ein schwaches Geruchsvermögen; einzig der Tastsinn ist wohl entwickelt. Sie können deshalb wenig über die

äussere Welt erfahren, und es ist erstaunlich, dass sie einige Erfahrung bei der Ausfütterung ihrer Gänge mit ihren Auswürfen und mit Blättern und in dem Falle einiger Species in der Aufhäufung ihrer Auswürfe zu thurmartigen Bauten aufweisen sollen. Aber es ist noch weit erstaunlicher, dass sie anscheinend einen gewissen Grad von Intelligenz an Stelle eines blos blinden instinktiven Antriebes in ihrer Art und Weise, die Mündungen ihrer Gänge zuzustopfen, zu zeigen scheinen. Sie verfahren in nahezu derselben Weise, wie ein Mensch thun würde, der eine cylindrische Röhre mit verschiedenen Arten von Blättern, Blattstielen, papiernen Dreiecken u. s. w. zu verstopfen hätte, denn sie ergreifen solche Gegenstände gewöhnlich an ihren zugespitzten Enden. Aber von dünnen Gegenständen wird eine gewisse Zahl bei ihren breiteren Enden hinabgezogen. Sie verfahren nicht in allen Fällen in derselben unveränderlichen Weise, wie es die meisten niederen Thiere thun; zum Beispiel ziehen sie Blätter nicht an ihren Fussstielen hinab, wenn der basale Theil des Blattes nicht ebenso schmal oder schmaler ist als die Spitze.

Wenn wir ein weites rasenbedecktes Gefilde betrachten, sollten wir uns erinnern, dass seine weichen Formen, von denen so viel von seiner Schönheit abhängt, hauptsächlich dadurch hervor gebracht worden sind, dass alle Unebenheiten langsam durch Würmer geglättet worden sind. Es ist eine wunderbare Vorstellung, dass der gesammte Oberflächenhumus, welcher ein solches Gefilde bedeckt, durch die Körper der Würmer gewandert ist, und sie immer wieder, innerhalb weniger Jahre durchwandern muss. Der Pflug ist eine der ältesten und werthvollsten Erfindungen des Menschen; aber lange bevor er existirte, wurde das Land thatsächlich regelmässig gepflügt, und diese Bepflügung durch Erdwürmer

* Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XXVIII, 1877, p. 360.

dauert noch immer fort. Es mag bezweifelt werden, ob es noch viele andere Thiere giebt, welche in der Geschichte der Welt eine so wichtige Rolle gespielt haben, wie diese niedrig organisirten Kreaturen. Einige andere Thiere indessen, die noch niedriger organisirt sind, nämlich die Korallen, haben eine viel mehr in die Augen fallende Arbeit verrichtet, indem sie unzählbare Riffe und Inseln im grossen Ocean errichtet haben; aber diese sind fast gänzlich auf tropische Zonen begrenzt.«

Es braucht für unsere Leser nicht hinzugesetzt zu werden, dass jedes Wort dieser wundervollen Schlusschilderung durch langjährige, geduldige Beobachtungen, geistvoll ersonnene Versuche, vorsichtige Betrachtungen und Rechnungen gewonnen wurde, was alles in den vorhergegangenen Kapiteln ausführlich dargelegt ist, um jedem einzelnen Leser die Möglichkeit zu bieten, sich selbst ein Urtheil über den behandelten Gegenstand zu bilden. Und wir glauben, dass Niemand dieses Buch aus der Hand legen wird, ohne einen gewaltigen Respekt vor diesen kleinen Würmern und ihrem weltbewegenden Werke erworben zu haben. So reiht sich dieses kleine Buch, obwohl es weniger unmittelbar, als die meisten früheren, allgemeine Probleme behandelnden Werke seines Verfassers, mit der nach ihm benannten Theorie im Zusammenhange steht, doch als wichtiges Glied jenem grossen Gesamtwerk an, welches uns gelehrt hat, das Werden der unorganischen, wie der organischen Welt mit seinem Tiefblicke zu durchschauen. Und noch ein anderer, besonderer, persönlicher Reiz entzückt uns an diesem kleinen Buche. Man erkennt bald, wie der Regenwurm seines Verfassers Lieblingsstudium, — sein hobby horse, wie die Engländer sagen — von altersher gewesen sein muss, denn seit einem halben Jahrhundert beobachtet er sein Leben und Treiben auf seinem eigenen

Grund und Boden und stellte Jahrzehntelang dauernde Versuche über ihre Feld- und Gartenarbeit an. Die ehrwürdigen megalithischen Denkmale von Stonehenge und anderen Orten dienten ihm zu Messungen und wo immer in England eine römische Villa, oder ein alter Mosaikfussboden in neuerer Zeit ausgegraben wurde, da reiste er selbst hin, oder sandte seine Söhne, um den Antheil der Würmer an der Zerstörung oder Erhaltung der Baudenkmale zu studiren. Die Freunde und Correspondenten in allen Welttheilen, sogar weibliche Beobachter, wurden an dem Werke betheiliget. Dr. KINK, der Direktor des botanischen Gartens in Calcutta, FRITZ MÜLLER aus Itajahy u. A. sandten Beobachtungen ein, und so wurde den lange verkannten und unterschätzten Sinnbildern der irdischen Nichtigkeit in diesem Buche ein Denkmal errichtet, dauernder als Erz, wie der alte HORAZ gesagt haben würde. K.

Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. Von Dr. W. PFEFFER, Professor an der Universität Tübingen. Erster Band. Stoffwechsel. 338 S. in 8. Mit 39 Holzschnitten. Leipzig, W. Engelmann, 1881.

»Das vorliegende Buch soll nicht ein Lehrbuch für den Anfänger sein, sondern als Handbuch eine ausführlichere Darstellung der derzeitigen Kenntnisse über die allgemeinen Vorgänge des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze bieten.« Diese Worte der Vorrede kennzeichnen den Charakter des Buches vollständig; es giebt eine vortreffliche Uebersicht des bis zum Erscheinen des Buches auf diesem Gebiete Geleisteten, und zwar mit der nothwendigen, aus der eigenen Beschäftigung mit dem Gegenstande geschöpften Kri-