

Neue Litteratur.

Ch. Darwin. Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer. Aus dem Englischen übersetzt von *Victor Carus*. Stuttgart 1882. R. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

Verf. sucht in dem vorliegenden Werke an der Hand eigener und fremder Beobachtungen über die Veränderungen, welche die Ackererde im Laufe der Zeit erleidet, sowie über die Lebensweise der hierbei betheiligten Würmer, den Nachweis zu liefern, daß die ganze Ackererde über das ganze Land hin schon viele Male durch die Verdauungskanäle der Würmer gegangen sei und noch viele Male hindurchgehen werde, und daß daher der Ausdruck «thierische Ackererde» in manchen Beziehungen zutreffender sein würde, als der gewöhnlich gebrauchte «vegetabilische Ackererde». In Anbetracht, daß die vom Verf. behauptete chemische Veränderung der organischen Stoffe des Bodens nicht ohne Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften desselben bleiben könnte, sowie daß die Würmer, nach des Verf. Meinung, auch tiefeingreifende mechanische Veränderungen in dem Boden durch Verbringung feinerdiger Bestandtheile aus der Tiefe an die Oberfläche hervorrufen sollen, wird es gerechtfertigt erscheinen, an dieser Stelle den wesentlichsten Inhalt vorbezeichneter Arbeit wiederzugeben und die weitgehenden Folgerungen des Verf. einer kritischen Besprechung zu unterbreiten.

Am Schlusse seiner Arbeit faßt Verf. die Rolle, welche die Würmer bei der Bildung der Ackererde gespielt haben, wie folgt, zusammen:

«Die Regenwürmer haben in der Geschichte der Erde eine bedeutungsvollere Rolle gespielt, als die Meisten auf den ersten Blick annehmen dürften. In beinahe allen feuchten Ländern sind sie außerordentlich zahlreich und besitzen im Verhältniß zu ihrer Körpergröße bedeutende Muskelkraft. In vielen Theilen von England geht auf jedem Acre von Land ein Gewicht von mehr als 10 Tonnen (10,516 kg) trockener Erde jährlich durch ihren Körper und wird auf die Oberfläche geschafft, so daß die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlaufe weniger Jahre wieder durch ihren Körper durchgeht. In Folge des Zusammenfallens der alten Wurmröhren ist die Ackererde in beständiger, wenschon langsamer Bewegung, und die dieselbe zusammensetzenden Theilchen werden hierdurch gegen einander gerieben. Mittelst dieser Vorgänge werden beständig frische Oberflächen der Einwirkung der Kohlensäure im Boden, ebenso auch der der Humussäuren ausgesetzt, welche bei der Zersetzung der Gesteine noch wirksamer zu sein scheinen. Die Erzeugung der Humussäuren wird wahrscheinlich während der Verdauung der vielen halbzersetzten Blätter, welche die Regenwürmer verzehren, beschleunigt. In dieser Weise werden die Erdtheilchen, welche die oberflächliche Humusschicht bilden, Bedingungen ausgesetzt, welche ihrer Zersetzung und ihrem Zerfall ganz eminent günstig sind. Ueberdies erfahren auch die Theilchen der weicheren Gesteinsarten einen gewissen Grad von Zerkleinerung in den Muskelmägen der Regenwürmer, in welchen kleine Steinchen wie Mühlsteine wirken.

Wenn die fein abgeglätteten Wurmexcremente in einem feuchten Zustande an die Oberfläche gebracht werden, fließen sie während regnerischen Wetters jeden mäßigen Abhang hinab, und die kleineren Theilchen selbst werden auf einer nur sanft geneigten Fläche weit hinab gewaschen. Wenn die Wurmexcremente trocknen, zerbröckeln sie oft in kleine Kügelchen und diese rollen dann gern auf jeder geneigten Fläche hinab. Wo das Land vollkommen eben und mit Pflanzenwuchs bedeckt ist, und wo das Klima feucht, so daß nicht viel Staub fortgeweht werden kann, da erscheint es auf den ersten Blick unmöglich, daß in der Luft eintretende Abtragung des Landes in einem irgendwie wahrnehmbaren Grade vorkommen sollte; Wurmexcrementmassen werden aber, besonders wenn sie feucht und klebrig sind, von den vorherrschenden Winden, welche mit Regen begleitet sind, in einer gleichförmigen Richtung weitergeweht. Auf diesen verschiedenen Wegen wird die oberflächliche Humusschicht verhindert, sich bis zu einer bedeutenden Mächtigkeit anzuhäufen; und eine dicke Schicht von Humus hemmt auf vielerlei Weise die Zersetzung der darunterliegenden Gesteine und Gesteinsfragmente.

Die Entfernung der Wurmexcremente durch die oben erwähnten Mittel führt zu Resultaten, welche bei weitem nicht bedeutungslos sind. Es ist nachgewiesen worden, daß eine Erdschicht von 0,2 Zoll Mächtigkeit an vielen Orten jährlich auf einem Acre auf die Oberfläche gebracht wird, und wenn auch nur ein kleiner Theil dieser Menge selbst eine kleine Strecke weit auf jeder geneigten Fläche abwärts fließt, rollt oder gewaschen wird, oder wiederholt nach einer Richtung hin geweht wird, so wird im Verlauf der Jahrhunderte eine bedeutende Wirkung erzielt werden. Es wurde durch Messungen und durch Berechnungen ermittelt, daß auf einer Oberfläche mit einer mittleren Neigung von $9^{\circ} 26' 2\frac{4}{10}$ Cubikzoll Erde, welche von Regenwürmern ausgeworfen worden war, im Verlauf eines Jahres eine horizontale Linie von einem Yard Länge überschritten, so daß 240 Cubikzoll über eine Linie von 100 Yards Länge nach unten vorrücken werden. Diese letztere Masse würde im feuchten Zustand $11\frac{1}{2}$ Pfund wiegen. In dieser Weise bewegt sich ein beträchtliches Gewicht Erde beständig auf jeder Seite eines jeden Thales abwärts und wird mit der Zeit den Grund desselben erreichen. Endlich wird diese Erde von den in den Thälern fließenden Bächen und Strömen in den Ocean, diesem großen Reservoir für alle vom Lande abgetragene Substanz hinabgeschafft werden. Nach der jährlich vom Mississippi in das Meer abgelieferten Sedimentmasse ist es bekannt, daß sein ungeheuer großes Entwässerungsgebiet im Laufe eines Jahres um 0,00263 Zoll erniedrigt wird; und dies würde hinreichen, in vier und einer halben Million Jahren das ganze Entwässerungsgebiet auf das Niveau des Meeresufers herabzubringen. Wenn daher ein kleiner Bruchtheil der Schicht feiner Erde von 0,2 Zoll Mächtigkeit, welche jährlich von den Regenwürmern an die Oberfläche gebracht wird, fortgeschafft wird, so wird nothwendigerweise innerhalb einer Periode, welche kein Geologe für äußerst lang ansehen würde, ein großes Resultat hervorgebracht werden.

Die Archäologen sollten den Regenwürmern dankbar sein, da sie für eine ganz unbestimmt lange Zeit jeden, nicht der Zersetzung unterliegenden Gegenstand, welcher auf die Oberfläche gefallen ist, durch das Eingraben desselben unter ihre Excrementmassen schützen und bewahren. In dieser Weise sind auch viele elegante und merkwürdig getäfelte Pflaster und andere antike Reste erhalten worden,

obschon ohne Zweifel in diesen Fällen die Regenwürmer in großem Maße dadurch unterstützt worden sind, daß Erde von dem benachbarten Lande, besonders wenn sich dasselbe in Kultur befand, herabgewaschen oder geweht worden ist. Selbst alte massive Mauern können unterminirt und zum Einsinken gebracht werden; und in dieser Hinsicht ist kein Gebäude sicher, wenn nicht die Fundamente 6 oder 7 Fuß tief unter der Oberfläche liegen, in einer Tiefe, in welcher die Regenwürmer nicht arbeiten können. Es ist wahrscheinlich, daß viele Monolithe und manche alten Mauern deshalb umgestürzt sind, weil sie von Regenwürmern unterminirt waren.

Würmer bereiten den Boden in einer ausgezeichneten Weise für das Wachstum der mit Wurzelfasern versehenen Pflanzen und für Sämlinge aller Arten vor. Sie exponiren die Ackererde periodisch der Luft und sieben sie so durch, daß keine Steinchen, welche größer sind als die Partikel, die sie verschlucken können, in ihr übrig bleiben. Sie mischen das Ganze innig durcheinander, gleich einem Gärtner, welcher feine Erde für seine ausgesuchtesten Pflanzen zubereitet. In diesem Zustand ist sie gut dazu geeignet, Feuchtigkeit zurückzuhalten und alle löslichen Substanzen zu absorbiren, ebenso auch für den Proceß der Salpetererzeugung. Die Knochen todter Thiere, die härteren Theile von Insekten, die Schalen von Landmollusken, Blätter, Zweige u. s. w. werden in kurzer Zeit sämmtlich unter den sich auf ihnen anhäufenden Excrementmassen der Regenwürmer begraben und in dieser Weise in einem mehr oder weniger zersetzten Zustande in erreichbare Nähe für die Pflanzenwurzeln gebracht. Regenwürmer ziehen gleichfalls eine unendliche Anzahl abgestorbener Blätter und anderer Pflanzentheile in ihre Röhren, zum Theil zum Zwecke dieselben damit zuzustopfen, zum Theil aber auch zur Nahrung.

Die Blätter, welche zur Nahrung in die Wurmröhren gezogen werden, werden, nachdem sie in die feinsten Fäden zerrissen, theilweise verdaut und mit den Absonderungsflüssigkeiten des Darms und der Harnorgane gesättigt sind, mit viel Erde gemischt. Diese Erde bildet dann den dunkel gefärbten reichen Humus, welcher beinahe überall die Oberfläche des Landes mit einer ziemlich scharf umschriebenen Schicht oder einem Mantel bedeckt.

V. Hensen brachte zwei Würmer in ein Gefäß von 18 Zoll Durchmesser, welches mit Sand gefüllt war, auf welchen Blätter zerstreut wurden; dieselben wurden sehr bald bis zu einer Tiefe von 3 Zoll in die Wurmröhren gezogen. Nach ungefähr 6 Wochen war eine beinahe gleichförmige Schicht von Sand in einer Dicke von einem Centimeter (0,4 Zoll engl.) dadurch in Humus umgewandelt, daß er durch den Darmkanal dieser zwei Würmer hindurchgegangen war. Von einigen Personen wird angenommen, daß die Wurmröhren, welche häufig den Boden beinahe senkrecht bis zu einer Tiefe von 5 oder 6 Fuß durchbohren, wesentlich zu seiner Entwässerung beitragen, trotzdem daß die über den Mündungen der Röhren aufgehäuften zähen Excrementmassen das Regenwasser verhindern oder aufhalten, direkt in die Röhren zu dringen. Sie lassen die Luft tief in den Boden hinabdringen. Sie erleichtern auch bedeutend das Hinabdringen der Wurzeln mäßiger Größe; und diese werden durch den Humus, mit welchem die Wurmröhren ausgekleidet sind, ernährt werden. Viele Samenkörner verdanken ihre Keimung dem Umstande, daß sie mit Wurmexcrementen bedeckt wurden; andere, bis zu

einer beträchtlichen Tiefe unter aufgehäuften Excrementmassen begraben, liegen schlafend dort, bis sie in irgend einer zukünftigen Zeit zufällig entblößt werden und keimen.

Regenwürmer sind nur kümmerlich mit Sinnesorganen versehen, denn man kann nicht sagen, daß sie sehen, obgleich sie so eben noch zwischen Hell und Dunkel unterscheiden können; sie sind vollkommen taub und haben nur ein schwaches Riechvermögen; nur der Gefühlssinn ist gut entwickelt. Sie können daher nur wenig von der sie umgebenden Welt erfahren, und es ist überraschend, daß sie beim Auskleiden ihrer Röhren mit ihren Excrementen und mit Blättern und, bei manchen Species, beim Aufhäufen ihrer Excrementmassen zu thurmartigen Gebäuden einiges Geschick entwickeln. Es ist aber noch weit überraschender, daß sie in der Art und Weise, wie sie die Mündungen ihrer Röhren zustopfen, augenscheinlich einen gewissen Grad von Intelligenz darbieten, anstatt einem bloßen blinden instinctiven Antriebe zu folgen. Sie verfahren dabei nahezu in derselben Weise, wie ein Mensch es thun würde, welcher eine cylindrische Röhre mit verschiedenen Arten von Blättern, Blattstielen, Papierdreiecken u. s. w. zu schließen hätte; denn sie ergreifen gewöhnlich solche Gegenstände bei ihren spitzen Enden. Aber bei dünnen Gegenständen wird eine gewisse Anzahl bei dem breiten Ende hineingezogen. Sie handeln nicht in allen Fällen in ein und derselben unveränderlichen Art und Weise, wie es die meisten niederen Thiere thun; sie ziehen beispielsweise Blätter nicht bei den Stielen ein, wenn nicht der Basaltheil der Blattscheibe so schmal wie der Spitzentheil oder schmaler ist.

Wenn wir eine weite mit Rasen bedeckte Fläche betrachten, so müssen wir dessen eingedenk sein, daß ihre Glätte, auf welcher ihre Schönheit in einem so hohen Grade beruht, hauptsächlich dem zuzuschreiben ist, daß alle die Ungleichheiten langsam von den Regenwürmern ausgeebnet worden sind. Es ist wohl wunderbar, wenn wir uns überlegen, daß die ganze Masse des oberflächlichen Humus durch die Körper der Regenwürmer hindurchgegangen ist und alle paar Jahre wiederum durch sie hindurchgehen wird. Der Pflug ist einer der allerältesten und werthvollsten Erfindungen des Menschen; aber schon lange, ehe er existirte, wurde das Land durch Regenwürmer regelmäßig gepflügt und wird fortdauernd noch immer gepflügt. Man kann wohl bezweifeln, ob es noch viele andere Thiere gibt, welche eine so bedeutungsvolle Rolle in der Geschichte der Erde gespielt haben, wie diese niedrig organisirten Geschöpfe. Indessen haben einige andere noch niedriger organisirte Thiere, nämlich die Corallen, bei weitem in die Augen fallendere Thätigkeit darin entfaltet, daß sie unzählige Riffe und Inseln in den großen Weltmeeren gebaut haben; diese sind aber beinahe ganz auf die tropischen Zonen beschränkt.»

Anmerkung des Referenten. Die Schlußfolgerungen des Verf. lassen sich bei näherer Prüfung nicht als berechtigt anerkennen, weil dieselben mit den realen Verhältnissen nicht in Einklang zu bringen und die Beobachtungen, weil der experimentellen Grundlage entbehrend, meist unzulänglich sind.

Vor Allem ist es auffallend, daß Verf. über die Menge der in der Ackererde auftretenden Würmer keine näheren Erhebungen gemacht hat, und in Bezug hierauf einfach den Angaben *V. Hensen's* folgt, welche sich auf die in einem Garten gefundene Anzahl von Würmern gründen. Die auf solche Weise gefundenen Daten

geben aber durchaus keine Vorstellung von dem Vorkommen der Würmer an anderen Orten, da das letztere, wie die einfache Erfahrung lehrt, von einer Reihe äußerer Umstände abhängig ist. Regenwürmer kommen in größter Menge in lockeren, humosen, feuchten Böden vor, während ihr Auftreten ein spärliches ist, wo der Boden fest ist und eine mehr trockene Beschaffenheit besitzt. Wenn daher in der Mehrzahl der Fälle die Menge der Regenwürmer eine bedeutend geringere ist, als Verf. annimmt, und sich aber dennoch eine normale und unter Umständen humose Ackerkrume bildete, so ist doch damit offenbar der Beweis geliefert, daß sowohl bei der Entstehung der Ackerkrume und bei der Humusbildung in derselben den Regenwürmern keine bedeutende Rolle zuertheilt sein konnte.

Abgesehen von vorstehenden Bedenken spricht gegen die Hypothese des Verf. weiter der Umstand, daß bei vorurtheilsfreier Beobachtung der Effect der Thätigkeit der Würmer in der vom Verf. geschilderten Weise sich in Wirklichkeit nicht constatiren läßt. Wäre des Verf. Ansicht richtig, «daß die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlauf weniger Jahre durch den Körper der Würmer gehe», daß von den Würmern jährlich eine nicht unbeträchtliche Menge von Feinerde an die Oberfläche geschafft werde, daß die Würmer die Ackererde so durchsiebten, «daß keine Steinchen, welche größer sind als die Partikel, die sie verschlucken können, in ihr übrig bleiben», so müßte die Ackererde in ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit so durchgreifende Veränderungen erleiden, welche ohne eine nähere Untersuchung und namentlich in ebenen Lagen der Felder schon bei einer oberflächlichen Augenscheinnahe sich feststellen und jede mechanische Bearbeitung des Bodens als überflüssig erscheinen lassen müßten. Von derartigen durchgreifenden und sichtbaren Veränderungen des Bodens läßt sich aber in Wirklichkeit nichts wahrnehmen. Im Gegentheil weiß jeder Praktiker, daß die feinerdigen Bestandtheile der Ackererde durch die atmosphärischen Wässer allmählich in die Tiefe gewaschen werden, und daß die tieferen Schichten öfter künstlich durch Pflügen an die Oberfläche gebracht werden müssen, wenn namentlich auf den bindigen Bodenarten die durch den Luftabschluß bedingte für das Pflanzenwachsthum nachtheilige Beschaffenheit derselben beseitigt werden soll und daß das Ackerland, wenn es längere Zeit der Ruhe überlassen bleibt, in chemischer und physikalischer Hinsicht für die Vegetation schädliche Veränderungen erleidet, die ebenfalls nur durch eine durchgreifende Bearbeitung beseitigt werden können. Solche Maßnahmen wären aber völlig nutzlos, wenn die Würmer in der Erde eine so energische Thätigkeit entfalteteten, wie sie Verf. schildert.

Die weitere Annahme des Verf., daß der im Vergleich zu den tieferen Schichten hohe Feinerde- und Humusgehalt der Ackererde hauptsächlich nur der Mitwirkung der Regenwürmer zu verdanken sei, entbehrt ebenfalls jeder Begründung. Die größere Menge von Feinerde in den oberen Bodenschichten erklärt sich einfach aus dem Umstande, daß in diesen der Verwitterungsproceß auf die Zertrümmerung der Gesteinstheilchen energischer wegen ungehinderten Zutrittes der Atmosphärenpartikeln hat einwirken können, als auf die tiefer liegenden Bodenparthien. Daß die oberen Schichten humusreicher sind als die tieferen, kann ebenfalls nicht Wunder nehmen, wenn man berücksichtigt, daß sich in jenen die Pflanzenwurzeln hauptsächlich ausbreiten und daß alle künstlich zugeführten organischen Stoffe nur diesen Schichten einverleibt werden.

Was die Vergrabung von Bauwerken und Steinen betrifft, so braucht man hierzu ebenfalls nicht, wie der Verf., die Hülfe der Regenwürmer in Anspruch zu nehmen. Wird beispielsweise ein Stein (vergl. Fig. 6, S. 85 des Originals) seitwärts von Erde allmählich überbankt, so beruht dies darauf, daß der Wind, welcher immer erdige Bestandtheile mit sich führt, diese, bei dem Steine angelangt und zur Ruhe gebracht, absetzt. Auf solche Verwehungen ist zweifellos auch die Bedeckung von Wegen und Bauwerken u. s. w. zurückzuführen, falls nicht, was sich nicht immer feststellen lassen wird, Verschüttungen durch Abrutsch oder künstlichen Eingriff des Menschen stattgefunden haben.

Was schließlich die Behauptung betrifft, daß die Ungleichheiten weiter mit Rasen bedeckter Flächen von den Regenwürmern ausgeebnet würden, so entbehrt dieselbe ebenfalls jeder Begründung. Es ist auch wohl schwer einzusehen, welches Interesse die Würmer daran haben könnten, „weite“ Grasflächen zu ebnen.

Alles zusammengefaßt ergibt sich aus Vorstehendem, daß der Verf. die Rolle, welche die Würmer in der Bildung der Ackererde gespielt haben und noch spielen, weit überschätzt hat. Eine Reihe von Veränderungen der Ackerkrume wird der Thätigkeit der Regenwürmer zugeschrieben, ohne daß dafür ein experimenteller Beweis geliefert wird und die auf Grund von Annahmen gezogenen Schlußfolgerungen widersprechen vielfach den thatsächlichen Verhältnissen. Ob überhaupt die Regenwürmer, selbst da wo sie massenhaft auftreten, in irgend welchem Grade durch ihre Thätigkeit einen fördernden Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Ackererde auszuüben vermögen, bleibt sehr fraglich; Referent glaubt sich vielmehr nach seinen eigenen Erfahrungen zu der Behauptung berechtigt, daß die Regenwürmer den Pflanzen schädlich seien, denn überall, wo sie in einem abgeschlossenen Bodenvolumen oder in großen Mengen sich vorfinden, gehen die Pflanzen entweder zu Grunde, oder zeigen doch ein kümmerliches Wachstum, eine Erfahrung, die durch Beobachtungen der Gärtner und Landwirthe hinlänglich gestützt wird.

E. W.