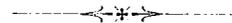


DIE  
VERWITTERUNGSRINDE  
DER  
RUSSISCHEN EBENE.

VON  
N. BOGOSLOWSKY.

(Separat-Abdruck aus den Verhandlungen der Kaiserlichen Russischen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Zweite Serie. Band XXXVIII. № 1).



ST. PETERSBURG.  
Gedruckt bei C. BIRKENFELD (W. O., 8. Linie, № 1).  
1900.

# Die Verwitterungsrinde der russischen Ebene.

Von N. Bogoslowsky.

---

Die Verwitterungsproducte im Bereiche der russischen Ebene lassen sich bei all der Monotonie ihres Reliefs und ungeachtet der relativen Einförmigkeit der Oberflächenablagerungen natürlich keineswegs als gleichartig bezeichnen, schon auf Grund theoretischer Erwägungen, schon auf Grund dessen, dass das Klima und der damit zusammenhängende Charakter der Pflanzenwelt, diese Hauptfactoren des Verwitterungsprocesses, innerhalb der einzelnen Partien unserer Ebene wesentlich verschieden sind. Je nach den Abweichungen im Klima und in der Vegetation muss auch der Charakter der Verwitterung Modificationen erleiden. In der That hat bereits die Bekanntschaft mit dem aller-obersten Horizonte, der vom Humus gefärbten Oberkrume, die russischen Forscher (Sibirzew u. A) in den Stand gesetzt, eine regelmässige Kette von Veränderungen vom einen Ende der Ebene bis zum andern zu constatiren und eine Zonalität der Bodengattungen Russlands festzustellen, ähnlich, wie sie schon vorher hinsichtlich des Klimas und der Vegetation bekannt war. Allein in gleicher Weise sind auch in den einzelnen Theilen Russlands die tiefer liegenden Verwitterungshorizonte, der Unter-

grund, verschieden. Freilich erscheinen in Betreff dieser unsere Kenntnisse bei Weitem nicht so vollständig, wie hinsichtlich des obersten, von Humus gefärbten Verwitterungshorizontes, der Oberkrume, deren Studium Dank den Arbeiten Prof. Dokutschajews und seiner Schüler weit vorgeschritten ist. Nichts desto weniger können wir auch jetzt schon einige allgemeine Resultate in dieser Beziehung gewinnen, zum Mindesten für die beiden hauptsächlichlichen Zonen, die Steppenregion und die Waldregion.

Von den russischen Forschern auf dem Gebiete der Bodenkunde ist in jüngster Zeit die sehr interessante Thatsache constatirt worden, dass der Untergrund innerhalb der Steppenregion in Russland Carbonate enthält und in Folge dessen bei der Behandlung mit Säure aufzischt, während die entsprechenden Gebilde in der Waldregion keineswegs immer diese Eigenschaften besitzen. Auf den ersten Blick könnte man geneigt sein, die Ursache dieser Erscheinung darin zu suchen, dass solche Eigenschaften dem Boden in der Südhälfte Russlands schon von Haus aus eigen wären, dass er entweder aus Löss bestehe oder aus Kreide oder aus mergel- oder salzhaltigem Gestein marinen Ursprunges, mit einem Worte aus solchen Gebilden, denen die Carbonate (und gleicher Massen auch Salze, <sup>z. B. Ammel</sup> ~~kohlen~~saure, Chlor-salze u. a.) schon auf Grund ihrer Entstehung zukommen und die sich ihrer nur noch nicht auf dem Wege der Auslaugung haben entledigen können. Mit dieser Erklärung, die wohl in einigen speciellen Fällen zutrifft, können wir uns indess doch heutzutage nicht befriedigt erklären, wenn wir sie auf die gesamte Steppenregion ausdehnen wollen. Wir müssen die Frage vielmehr von einem etwas andern Standpunkte aus prüfen und den Verwitterungsprocess im Zusammenhange mit den Eigenthümlichkeiten des Klimas und der Pflanzenwelt in Betracht ziehen.

Der Vorgang der Anreicherung der Verwitterungsrinde mit Carbonaten, sowie mit diversen andern mehr oder weniger leicht löslichen Salzen hat bekanntlich unlängst besondere Beachtung von Seiten Hilgards <sup>1)</sup> erfahren, der bei der Untersuchung der Eigenheiten amerikanischer Bodengattungen im Zusammenhange mit denen des Klimas zu dem allgemeinen Ergebnisse gelangt, dass in Gegenden mit trockenem Klima die Auslaugung der löslichen Verwitterungsproducte, der sogenannten Salze, mehr oder weniger in den Hintergrund tritt, so dass sie sich darin anhäufen müssen. Den gleichen Process müssen wir auch für die Steppen Russlands mit ihrem trockenem Klima annehmen, denn nur von diesem Gesichtspunkte aus wird es uns verständlich, warum in unsern Steppen nicht bloß im Löss, im Mergel von marinem Ursprunge u. a. Carbonate enthalten sind, sondern auch in den obersten verwitterten Schichten von Moränenthon und ähnlichen Gesteinen, die in frischem, unverwittertem Zustande keine Spur davon offenbaren.

Dass Eluvialprocesse innerhalb der Steppenregion Russlands keine hervorragende Rolle spielen, davon kann man sich abgesehen von directen Beobachtungen schon auf Grund einiger allgemeiner Erwägungen überzeugen, wenn man ihnen die in letzter Zeit zu Tage geförderten Daten in Betreff der Schicksale der in der Steppe niederfallenden atmosphärischen Feuchtigkeit zu Grunde legt. Dabei dürfen vor allen Dingen die Beobachtungen von Ismailsky <sup>2)</sup> im Kreise Poltawa nicht ausser Acht gelassen werden, der zu dem Ergebniss gelangt, dass die Feuchtigkeit der atmosphärischen Niederschläge bei Weitem nicht aller Orten in der Steppe von Poltawa die Oberfläche bis zum Niveau des Grundwassers durchdringt. Vielmehr geschieht dies nur an

<sup>1)</sup> Hilgard. A Report on the Relations of soil to climate (U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau, Bull. № 3).

<sup>2)</sup> Ismailsky. Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser. Poltawa, 1894 (russ.).

bestimmten Punkten, und zwar an der Oberfläche der absolut ebenen Steppe oder in sogenannten Trichtern, oder in Teichen, um Baumgebege herum, mit einem Worte dort, wo sich aus diesen oder jenen Gründen ein grösseres Feuchtigkeitsquantum anhäuft, sei es in Gestalt von Wasser oder von Schnee. Wenn die Lage der Dinge selbst im Gouvernement Poltawa eine solche ist, d. h. im westlichen Theile der Schwarzerdezone, der relativ grössere Feuchtigkeit besitzt und im Gebiete des typischen durchlässigen Löss liegt, so müssen sich die nämlichen Züge in noch schärferer Ausprägung in den viel trockneren Grenzgebieten im Südosten und Süden der Steppenregion mit ihrem braunen Boden, nicht selten auf thonigem Untergrunde, wiederfinden, von den Wüsten am Kaspischen Meere gar nicht zu reden. Jedem, der mit den Grundzügen unsrer Klimatologie vertraut ist, ist es natürlich wohl bekannt, dass das Quantum an atmosphärischen Niederschlägen innerhalb des Europäischen Russlands (abgesehen vom äusersten Norden am Eismeere) in der Richtung von Nordwesten nach Südosten allmählich abnimmt (vgl. die Atlanten von Wild und Thillo). Allein es handelt sich nicht blos um die Menge der Niederschläge: gleichzeitig wächst in der nämlichen Richtung, von Nordwesten nach Südosten, auch die Stärke der Verdunstung, wovon wir uns in zuverlässiger Weise auf Grund der directen Beobachtungen auf den meteorologischen Stationen überzeugen können, die freilich noch nicht gar zahlreich, aber doch von hinreichender Beredtsamkeit sind <sup>1)</sup>. Als Folgeerscheinung dieser starken Verdunstung haben wir es zu betrachten, dass es in unserm Steppengebiete ausgedehnte Seen giebt, die zahlreiche Zuflüsse in sich aufnehmen, ohne

---

<sup>1)</sup> Diese Beobachtungen haben in letzter Zeit durch E. Heinz Bearbeitung gefunden (Ueber die Niederschläge, die Schneemenge und die Verdunstung in den Flussbecken des Europäischen Russlands. St. Pbg., 1898. Memoiren der Exped. zur Erforschung der Flussläufe).

auch nur einen einzigen Abfluss zu besitzen (z. B. im Uralgebiete). Aus dem nämlichen Grunde vergrössert sich allmählich von Nordwesten nach Südosten die Zahl der Salz-Seen und Sümpfe, beständiger oder zeitweiliger Lachen von Salzwasser etc. und ebenso steht mit der Trockenheit des Klimas der so gewöhnliche Salzgehalt des Grundwassers in der Steppenregion im Zusammenhang, welches Ursprunges die Salze auch sein mögen, ob sie sich erst später unter der Einwirkung der Verwitterung in der Steppe entwickelt haben oder ob das Gestein bereits bei seiner Absetzung damit impraegnirt gewesen ist. Endlich nähert sich auch Hand in Hand mit der wachsenden Dürre des Klimas (unter sonst gleichen Verhältnissen) der Horizont, wo die Erde durch Berührung mit Säure aufzischt, immer mehr der Oberfläche (eine beträchtliche Anzahl von Daten in dieser Richtung verdanken wir G. Tanfiljew). Im nördlichen District der Schwarzerdezone beginnt sich das Aufzischen in einer Tiefe von 70—100 cm. von der Erdoberfläche bemerkbar zu machen, während sich im Süden und Südosten des Steppengebietes ausserhalb der Schwarzerderegeion (im Bereiche der braunen Bodengattungen) diese Erscheinung gewöhnlich entweder schon unmittelbar von der Oberfläche an oder doch in der Tiefe weniger Centimeter beobachten lässt (je nach der Durchfeuchtung des Bodens, nach dem Charakter seines Reliefs und nach seiner Durchlässigkeit).

Daher ist es denn kein Wunder, wenn sich bei der so geringen Entwicklung der Eluvialprocesse in der Steppe die sich beständig erneuernden Verwitterungsproducte nicht insgesamt verflüchtigen, sondern in höherem oder geringerem Masse im Boden festgehalten werden und selbst solches Gestein, das ursprünglich keine Salze enthalten hat, damit in messbarem Grade anreichern (Beispiele dafür finden sich weiter unten angeführt). Eins der gewöhnlichsten und hauptsächlichsten Verwitterungs-

Producte in der Steppe sind die Carbonate. Die Quellen, woher sie stammen, sind natürlich sehr verschiedenartig: erstens entwickeln sie sich unter der unmittelbaren Einwirkung der sich beständig neu bildenden Kohlensäure auf das Gestein, wobei es selbstverständlich an freier Kohlensäure nicht fehlen kann, da sich ja die Zersetzung der organischen Stoffe bei vollem Luftzutritte vollzieht und in dieser Hinsicht die Vorbedingungen in der Steppe sich günstiger gestalten, als im Walde; zweitens entwickeln sich Carbonate im Boden und an der Oberfläche als Endproduct der vollkommenen Verwesung organischer Reste bei freiem Luftzutritt; drittens kann der Boden mit Carbonaten auf Kosten der Schalen von Landmollusken angereichert werden, die sich nicht selten an der Oberfläche der Steppe in Fülle vermehren. Im Speciellen muss sich das Calciumcarbonat, da es im Vergleich mit den alkalischen Carbonaten weniger leicht löslich ist, zunächst in den obersten Horizonten des Steppenbodens anhäufen, während die <sup>Calcium-</sup>~~Calcium-~~ und Natrium-Carbonate zugleich mit den Chlor- und <sup>Schwefel-</sup>~~Kohlensäure-~~ Salzen in höherem oder geringerem Grade von den atmosphärischen Wassern hinweggeführt werden und sowohl die Salzigkeit des in der Steppe meist spärlichen Grundwassers, als auch die Entstehung von Salzseen, Salzlichen etc. bewirken. Hieraus folgt auch, dass sich, je nachdem wir uns von Norden her in der Steppe ihren südlichen Grenzgebieten nähern, die Zusammensetzung der im Boden und im Untergrunde zurückbleibenden Verwitterungsproducte allmählich verändern muss, d. h. dass sich den Calciumcarbonaten in immer steigender Proportion jene andern oben genannten leichter löslichen Salze zugesellen. Im Augenblick beschränken sich freilich unsre Kenntnisse auf vereinzelte Daten ohne Zusammenhang, doch ohne Zweifel wird die Zukunft lehren, in welchem Masse diese sich von selbst ergebende Voraussetzung in den Thatsachen ihre Bestätigung findet.

Als anschaulichste und beredteste Hinweise auf die Anreicherung des Steppenbodens mit Carbonaten auf secundärem Wege, und zwar unter der Einwirkung des Verwitterungsvorganges mögen die Fälle dienen, wo dem ursprünglichen, noch nicht verwitterten Gesteine die Carbonate gänzlich fremd sind. Als solche können wir folgende Thatsachen anführen.

In der nördlichen aus Schwarzerde bestehenden Partie der Steppenregion, in den Gouvernements Tula, Rjasan, Tambow, Pensa, Woronesh u. a., ruht die Dammerde überaus häufig unmittelbar auf Moränenthon, auf dessen Kosten sie sich auch durch Verwitterung unter Mitwirkung des Steppenvegetation entwickelt hat, worauf man nach den darin eingeschlossenen Rollsteinen und andern Kennzeichen schliessen kann. In den tiefern Horizonten, die von den Verwitterungsprocessen unberührt geblieben sind, hat der Moränenthon, wenn er nur hinreichende Mächtigkeit besitzt, seine normalen Merkmale bewahrt, d. h. er zischt bei Behandlung mit Säuren gar nicht auf und ist in verschiedenen Nuancen rothbraun gefärbt. Die obern Schichten dagegen, die unter der Dammerde liegen, sind meist mit Carbonaten impraegnirt, die sich stellenweise, z. B. längs Rissen, Canälchen etc., in so grosser Menge anhäufen, dass sie dem Gesteine eine weissliche Färbung verleihen, während die übrige Carbonatmasse meist gelblich gefärbt ist und von <sup>Körnern</sup> ~~Dämpfen~~ durchzogen in ihrem äussern Habitus mehr oder weniger stark an Löss erinnert, nur dass sie bei genauerer Untersuchung eine gröbere Consistenz, Körner von andrer Zusammensetzung, Rollsteine etc. erkennen lässt. Die Grenze zwischen dem Carbonathorizonte des Blocklehms und der darunter liegenden unveränderten Schicht wird stets durch ein Vordringen von Carbonatpartien in den untern Thon in Gestalt von Zungen und Adern charakterisirt, die mit Vorliebe Rissen u. dergl. folgen, so dass ein Carbonatnetz entsteht, das sich nach unten hin

allmählich auf Null reducirt. Die Mächtigkeit des zusammenhängenden Carbonathorizontes pflegt um 1—2 Meter herum zu schwanken, in einzelnen Ausläufern aber dringen die Carbonate noch weit tiefer ins Gestein vor. Das Vorhandensein des beschriebenen Carbonathorizontes ist ein so constantes Merkmal solcher Punkte, wo sich der Blocklehm in seinen Oberflächenschichten in Dammerde umgewandelt hat, dass mir nicht ein einziger Fall bekannt ist, wo er sich unter der Dammerde nicht beobachten liesse. Die schwarze Erde selbst zischt dabei nicht auf, wie überhaupt im nördlichen Theile des Schwarzerdegebietes, da hier die Verhältnisse für die Durchfeuchtung des Bodens günstiger liegen, als im Süden und Südosten. Selbst die unmittelbar mit der Dammerde in Berührung stehenden Partien des Untergrundes sind bisweilen bis auf 5—10 cm. ausgelaut, wenn das Bodenrelief eine tiefere Durchfeuchtung begünstigt, in noch höherm Grade aber, wenn die Dammerde mit Waldvegetation besiedelt ist und Anzeichen einer gewissen Deterioration erlangt hat.

Als Illustration für vorstehende Erörterungen mag ein Durchschnitt dienen (Fig. 1), den wir an der Eisenbahnlinie Pawelez-Moskau, vier Werst südlich von der Stadt Michailow im Gouvernement Rjasan beobachtet haben.

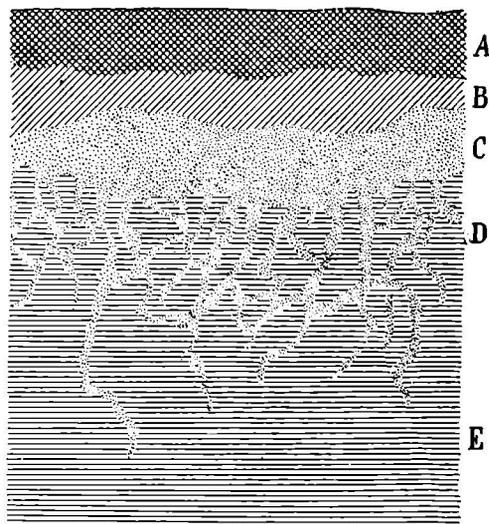
Auf dieser schematischen Zeichnung finden wir:

A. Dammerde, etwas verändert (deteriorirt) unter der Einwirkung in die Steppe vordringenden Waldwuchses. Mächtigkeit etwa 0,5 Meter (Oberkrume).

B. Rothbrauner, bei Behandlung mit Säure nicht aufzischender Blocklehmhorizont von 0,3—0,5 M. Mächtigkeit. Vor der Ansiedlung des Waldes auf der Dammerde ist dieser Horizont wahrscheinlich weniger mächtig gewesen oder er hat vielleicht überhaupt in seiner gegenwärtigen Gestalt gar nicht existirt, indem er sich erst später unter der Einwirkung der Waldes-

feuchtigkeit und der Huminsäuren auf Kosten der Carbonatschichten entwickelt hat (auf den Einfluss des Waldes auf den

Fig. 1.



Gang der Verwitterung gedenken wir weiter unten noch zurückzukommen).

*C.* Carbonathorizont des Blocklehms (zusammenhängend) von bräunlich gelber Farbe, lössartig. Mächtigkeit etwa 0,2—0,7 Meter.

*D.* Blocklehm, von einem Carbonatnetz durchzogen (vorzugsweise längs Rissen). Die Adern des Netzes sind lössartig und zischen mit Säure behandelt auf, während die dazwischen liegende Masse ihr ursprüngliches Ansehen bewahrt hat, d. h. von rothbrauner Farbe ist und bei Behandlung mit Säure nicht aufzischt. Die Mächtigkeit dieses Horizontes beträgt 1—1,3 Meter, doch dringen einzelne Verzweigungen des Carbonatnetzes noch tiefer vor.

*E.* Rothbrauner, bei Behandlung mit Säure nicht aufzischender Blocklehm, der von den Verwitterungsvorgängen ganz unberührt geblieben ist.

Innerhalb der oben bezeichneten Carbonatpartien ist die Vertheilung der Carbonate im Allgemeinen ziemlich ungleichmässig, soweit man dies nach dem äussern Ansehen beurtheilen kann. Die besonders reichliche Anhäufung von Carbonaten in Rissen (als weisser Anflug, Aederchen etc.) weist darauf hin, dass ihr Ablagerungsprocess in engem Zusammenhang mit den Bewegungen der Bodenfeuchtigkeit steht. Namentlich kann man annehmen, dass die atmosphärische Feuchtigkeit, die unmittelbar nach einem Niederschlage in den Oberflächenschichten des Bodens recht reichlich vorhanden ist, besonders im Frühjahr bei der Schneeschmelze, die hier angehäuften löslichen Verwitterungsproducte bis zu einer gewissen Tiefe mit sich hinabführt (am tiefsten natürlich, wo ihr durch Sprünge und andre Canäle der Weg bereitet ist). Dort setzt sie diese Producte bei der immer stärker auftretenden Verdunstung wieder ab und reichert damit die Partien des Gesteins an, die von der Lösung imprägnirt werden. Selbstverständlich soll damit nicht in Abrede gestellt werden, dass sich die Thone des Untergrundes nebenher auch selbständig auf Kosten ihrer eignen Bestandtheile mit Verwitterungsproducten anreichern können, zumal da sie vermittels einer Menge von Canälen unmittelbarem Zustrom von Luft ausgesetzt sind und also auch unmittelbar auf die im Grundwasser aufgelöste Kohlensäure und andre Stoffe reagiren können.

Um von dem Charakter der Metamorphosen innerhalb des Carbonathorizontes ein anschaulicheres Bild zu gewähren, theilen wir die Resultate der chemischen Analyse zweier Gesteinproben mit, einer mit Carbonatgehalt und einer ohne solchen (oder genauer in vorliegendem Falle mit ganz geringfügigem Gehalte davon). Die der Analyse zu Grunde liegenden Proben sind dem

in beigefügter Zeichnung wiedergegebenen Durchschnitte entnommen und zwar dem Horizonte *D* in Gestalt einer zusammenhängenden Scholle. Dabei ist der an einen Riss grenzende carbonathaltige Theil der Scholle gesondert analysirt worden und desgleichen der bei Behandlung mit Säure nicht aufzischende Theil, der nach dem Ergebnis der Analyse nur ein Minimum an Carbonaten enthielt.

Die hier mitgetheilten Zahlen (Bruttogehalt) entwerfen ein anschauliches Bild von den Veränderungen, denen das Gestein bei der Verwitterung unter der Steppendammerde unterliegt. Es wächst darin das relative Quantum an Kohlensäure, an alkalischen Erden und zum Theil an Alkalien, sowie an Thonerde, dagegen verringert sich verhältnissmässig der Gehalt an Eisenoxyd und in besonders hohem Masse der an Kieselerde. Der procentuelle Verlust an Kieselerde in diesem Anhäufungshorizonte ist natürlich nicht auf eine Auslaugung zurückzuführen, um so weniger, als die Kieselerde (namentlich in Gestalt von Quarzsand) zur Zahl der am schwersten beweglichen Bodenbestandtheile gehört, sondern er wird durch einen Zufluss neuer Bestandtheile hervorgerufen, und zwar vornehmlich durch Carbonate von Calcium, zum Theil von Magnesium und Alkalien, sowie durch Zufluss von Thonerdeverbindungen (vielleicht zum Theil auf rein mechanischem Wege aus der Dammerdeschicht ausgeschlämmt). Der relative Verlust an Eisenoxyd in einem Horizonte, in dem, aus dem oben Ausgeführten zu schliessen, die Concentration der im Boden enthaltenen Lösungen erfolgt, ist ebenso, wie in Betreff der Kieselerde, dem Umstande zuzuschreiben, dass die Eisenverbindungen bei den Verwitterungsverhältnissen, wie sie in der Steppe herrschen, nicht zu den merkbar beweglichen Bodenbestandtheilen gehören und nicht in solcher Menge aus der Dammerdeschicht ausgewaschen werden, dass sie in dem darunter ruhenden Carbonathorizonte einen

	CO <sub>2</sub> .	CaO.	MgO.
Carbonathaltiger Blocklehm mit Säure aufzischend unter Dammerde . . . . .	3,57	5,69	0,92
Derselbe nicht aufzischend . . . . .	0,32	1,22	0,67
Mehr (+) oder weniger (—) im carbonathaltigen Theile . . . . .	+3,25	+4,47	+0,25

Zuwachs an Eisenverbindungen zu bewirken oder auch nur einen relativen Verlust an solchen zu hindern vermöchten. Wir betonen diesen Umstand im Hinblick darauf, dass in der Waldregion der russischen Ebene gerade die entgegengesetzte Erscheinung zu beobachten ist, ein Zuwachs an Eisenverbindungen im Verwitterungsuntergrunde.

Indem wir uns auf dies instructive Beispiel beschränken, wollen wir auf die Anführung zahlreicher weiterer, uns aus eigner Anschauung oder aus der Litteratur bekannter Fälle verzichten, die geeignet sind, den Process der Anreicherung der Gesteine in der Steppenregion Russlands mit Carbonaten zu illustriren (das Auftreten von Carbonaten unter der Danmerde in den tertiären Sandsteinen und Kieselthonen im Gouvernement Simbirsk, in den Gypsthonen des Gouv. Cherson, in der Trachytlava des Kreises Berdjansk, die relative Zunahme des Carbonatquantums in den obern Partien des Löss im Gouv. Orel im Verhältnis zu den untern Horizonten, die nämliche Erscheinung in den mergeligen Thonen des Gouv. Woronesh etc.<sup>1)</sup>).

All die angeführten Thatsachen illustriren und bestätigen meines Erachtens in ausreichendem Masse die Behauptung, dass die Verwitterungsvorgänge der Gesteine in der Steppenregion

---

<sup>1)</sup> Nach den Angaben von Golowkinsky, Morozewicz, Semjatschensky, Barakow, Otezky, Tanfiljew.

Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	SiO <sub>2</sub> .	Cl.	Humus.	Hygrosk. Wasser.	Verlust beim Glühen.
2,54	14,12	2,71	63,04	Spuren.	0,52	3,70	10,65
2,12	10,38	4,20	72,98	Spuren.	0,29	4,52	8,15
+0,42	+3,74	-1,49	-9,94	—	+0,23	-0,82	+2,50

Russlands als Schlussfacit eine Bereicherung der Gesteine mit Carbonaten bewirken, entweder schon von der Oberfläche an (in trockneren Gegenden) oder doch in einer gewissen Tiefe (an feuchteren Punkten), mit andern Worten, dass im Gefolge der Verwitterung in der Steppe eine Carbonatrinde auftritt.

Gleichzeitig damit acquiriren die Gesteine, freilich nicht immer, aber doch in sehr vielen Fällen, einen lössartigen Habitus, das heisst, sie werden von den Wurzelfasern der Steppenkräuter durchwachsen und nehmen in Folge dessen bis auf eine gewisse Tiefe poröses Gefüge, gelbliche Färbung und die Neigung an, in säulenförmige Individuen zu zerfallen. Diese Fähigkeit, unter der Einwirkung der Verwitterung einen lössartigen Charakter zu erlangen bei Bodenarten verschiedenster Herkunft kann als eine der Ursachen davon gelten, dass die Vorstellungen über den Löss in Russland selbst vom rein morphologischen Gesichtspunkte aus sehr verschwommen und unbestimmt sind. Manche Autoren bezeichnen als Löss selbst mit Steinblöcken erfüllten Moränenthon, wenn er nur nach Farbe, Porosität, Kalkefflorescenzen etc. mehr oder minder an Löss erinnert.

Es kann hierbei unsrer Aufmerksamkeit nicht entgehen, dass die streitige Frage nach dem Ursprunge des Löss in verschiedenen Gegenden Russlands vielleicht auf dem Wege zu ihrer Lösung

schon viel weiter vorgeschritten wäre, wenn man die Verwitterungserscheinungen in unsern Steppen einer eingehenden Untersuchung unterworfen hätte und wenn man desgleichen natürlich auch den Löss selbst speciell auf die Veränderungen in seiner Zusammensetzung, seiner Structur und in andren Merkmalen hin in verschiedenen Tiefen geprüft hätte. Schon von vorn herein kann man sagen, dass ein sorgfältiges Studium des Löss nach Horizonten selbst in Betreff rein äusserlicher Kennzeichen — Aufzischen mit Säure und Porosität — zu überaus interessanten Ergebnissen führen müsste. Indem ich, z. B., beiläufig im Laufe einer Reihe von Jahren den mehligem, feinkörnigen Berglöss untersucht habe, der in mächtiger Schicht das rechte Ufer der Oka und der Wolga in den Gouvernements Tula, Rjasan und Nishny-Nowgorod bedeckt, bin ich nicht ein einziges Mal in tieferen Horizonten auf solche Partien gestossen, die mit Säure behandelt nicht aufzischen. Gleichzeitig pflegt dieser Löss nur in den obersten Untergrundschichten porös zu sein, während seine übrige Masse gar keine Canälchen zeigt, ihre Mehligkeit aber völlig bewahrt. Diese Eigenschaften, zumal aber die letzte gestattet uns natürlich in keinem Falle, den Berglöss am Oka- und Wolga-Ufer mit dem Landlöss im Sinne v. Richthofens in eine Linie zu stellen, der auch in seinen tiefsten Horizonten von Poren durchsetzt ist. Von diesem Standpunkte aus wäre es auch sehr interessant, den Löss in südlicheren Gouvernements zu studiren, wo wir es z. B. bei Kijew haben beobachten können, dass der Löss nur in seinen obern Horizonten von einem dichten Canalnetz durchzogen ist, während sich die Porosität unten (in einer Tiefe von 2—3 Faden unter der Oberfläche) fast auf Null reducirt und das Gestein nur sporadisch röthliche Canälchen aufweist an Stelle der Wurzelgänge der jungen Unkrautvegetation, die nicht selten sogar beinahe senkrechte Lösswände überzieht. Wir müssen indess den Vorbehalt hinzufügen, dass wir diese

Bemerkungen über den Löss nur beiläufig machen, ohne irgendwelche positive Schlussfolgerungen darauf zu bauen.

Bis hierzu haben wir die Verwitterungsvorgänge in der Steppenregion Russlands besprochen. Ein völlig hiervon verschiedenes Ansehen bietet die Verwitterungsrinde in der Waldregion der russischen Ebene dar. Der äussere Horizont dieser Rinde ist bekanntlich zum grössten Theil in Podsol umgewandelt, d. h. mehr oder weniger mit Quarzstaub bereichert, der, wie man augenblicklich anzunehmen pflegt, als Rest nach der Zersetzung und Auslaugung des Gesteins unter der energischen Einwirkung organischer Säuren übriggeblieben ist, die sich in unsern Wäldern in grösserer oder geringerer Menge aus den abgestorbenen Theilen der Baumvegetation entwickeln. Daraus ist es ersichtlich, dass die Zersetzung der organischen Ueberreste unter dem Schutze des Waldes eine andre Richtung einschlägt, als in der offenen Steppe.

Unter den Zersetzungsproducten der Organismen fällt eine mehr oder weniger wesentliche Rolle den organischen Säuren zu, die sich beim Eindringen in das Gestein mit den verschiedenen darin enthaltenen Basen verbinden und Producte ergeben, die sich zum Theil wieder verflüchtigen, zum Theil aber auch innerhalb des Gesteins weiteren chemischen Metamorphosen unterliegen und sich darin in verschiedner Tiefe aufspeichern, z. B. in Gestalt von Nestern von sogenanntem Ortstein u. dergl.

Auch in vorliegendem Falle müssen wir gestehen, dass die chemischen Vorgänge innerhalb des Gesteins unter dem Einflusse organischer Zersetzungsproducte in der Waldregion Russlands noch sehr eingehenden Studiums bedürfen. Nichts desto weniger dürfen wir auf Grund der Endresultate dieser Metamorphosen die Vermuthung aufstellen, dass an Stelle der Kohlensäure, die sich als Agens bei der Verwitterung in der Steppe so rege bethätigt, sei es als freie Kohlensäure, sei es durch

Basen gebunden, im Endproducte der vollen Verwesung, der Asche,—dass an ihre Stelle unter dem Schutze der Wälder als wirksamstes Agens organische Stoffe von saurer Reaction treten. Ohne Zweifel entwickelt sich auch im Walde Kohlensäure und zugleich kohlensaure Salze, ebenso, wie sich in der Steppe neben den Carbonaten auch Producte unvollständiger Zersetzung bilden, was man schon aus der Dammerde schliessen kann, allein die Rolle der Kohlensäure, wenigstens in Betreff ihrer Einwirkung auf das Gestein, kann im Walde schon, da dort auch noch andre Säuren vorhanden sind, nicht so sehr im Vordergrund stehen, als unter den Verhältnissen, wie sie von der Steppennatur geboten werden, wo der Boden, wenn wir von versumpften Mulden u. dergl. absehen, lediglich neutralen Humus enthält und fast als einzige freie Säure die Kohlensäure. Freilich haben wir hierbei auch noch die Auslaugung durch den Ueberschuss an Grundwasser zu berücksichtigen, die in unsrer Waldregion dank ihrem feuchtern Klima im Allgemeinen mit grösserer Energie vor sich gehen muss, als in der Steppe (zum mindesten in ihren obern Horizonten). Ohne Zweifel ist sie als eine der Ursachen zu betrachten, weshalb wir im Waldboden unter der Zahl der Verwitterungsproducte keine Carbonate finden, doch besitzt sie allein nicht hinreichendes Gewicht, um die genannte Erscheinung zu erklären. In der Waldregion, giebt es ebenso, wie im Steppengebiete, gewisse Bezirke mit undurchdringlichem Thon-Untergrunde, wo die Auslaugungsprocesse sehr schwach sind und deshalb bei der gierigen Aufsaugung der Bodenfeuchtigkeit durch die Waldvegetation wenigstens schwache Anzeichen einer Carbonatisation der Verwitterungsrinde erkennbar sein müssten. Das ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Als besonders interessantes Beispiel in dieser Hinsicht können die Waldparcellen in der aus Wald und Steppe gemischten Region gelten, die nicht selten die Gipfel von Hügeln, die

Abhänge von Flussthälern und ähnliche Plätze einnehmen, wo durch das Relief des Geländes eine geringere Aufsaugung der Niederschlagsfeuchtigkeit bedingt wird, als in der benachbarten flachen Steppe, und denen dennoch selbst in grösserer Tiefe die Carbonate fehlen. Diese Erscheinung lässt sich meines Erachtens nur einem verschiedenen Charakter der Bodenfeuchtigkeit in der Steppe und im Walde zur Last legen. Während sie dort Carbonate (und andre Salze) enthält, die bei starker Verdunstung das Gestein nur noch mehr mit Carbonaten anreichern, führt sie hier organische Säuren mit sich, unter deren Einwirkung das Gestein in seinen obern Schichten in Podsol verwandelt, weiter unten aber wenigstens je nach dem Umfange der Durchfeuchtung bis auf eine grössere oder geringere Tiefe seiner Kohlensäure entledigt wird. Während sich in der Steppe, durch Risse und Canälchen im Gestein des Untergrundes herbeigeleitet, Carbonate anhäufen, erblicken wir unter den Waldbeständen an ähnlichem Platze eingestreuten Podsol und mehr oder weniger zahlreiche braun angelaufene Stellen, die in Folge der Fällung huminomineralischer Stoffe aus ihrer Lösung unter dem Einflusse der Verdunstung der Feuchtigkeit und unter Bethheiligung der oxydirenden Einwirkung der Luft entstanden sind.

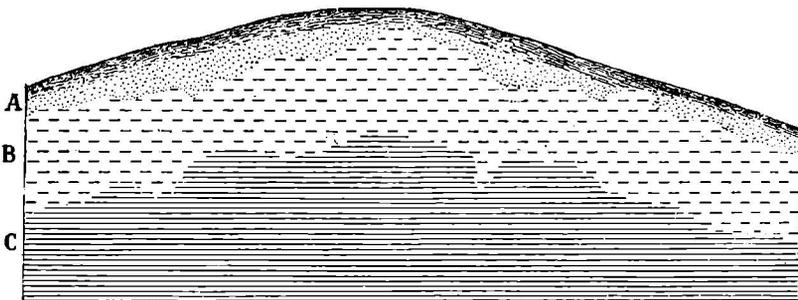
Nachdem wir diese kurzen erläuternden Vorbemerkungen in Betreff der Eigenthümlichkeiten der Verwitterung in der Waldregion vorausgeschickt haben, gehen wir jetzt zur Betrachtung concreter Thatsachen über.

Wie man den vorstehenden Erörterungen entnehmen kann, erstreckt sich die Einwirkung der Agentien bei der Verwitterung in der Waldregion weit tiefer, als die Oberkrume (im Sinne Dokutschajews). Die Gesteinpartien, die unmittelbar unter der Podsolschicht liegen, werden unter dem Einflusse der Verwitterungsprocesse durch und durch bis auf eine gewisse Tiefe

nach ihrer Färbung, nach ihrer Structur und nach andern Merkmalen mehr oder weniger merklich umgewandelt.

Als Illustration zu dem Gesagten führen wir folgenden schematischen Durchschnitt an (Fig. 2), der geeignet ist, uns mit den hauptsächlich typischen äusserlichen Zügen der Verwitterung von Moränenthon in der Waldregion bekannt zu machen. Er ist nach der frischen Böschung eines Eisenbahndurchstichs 28 Werst nördlich von Moskau (auf der Linie Moskau-Dmitrow) aufgenommen worden.

Fig. 2.



*A.* Oberflächlicher Podsol-Horizont, oben durch Humus hellblau gefärbt, unten weisslich (Oberkrume im engeren Sinne des Wortes).

*B.* Röthlich gelbbrauner Blocklehm, der in kantige Individuen zerfällt. Längs der zahlreichen Risse von huminomineralischen Stoffen zimmt- oder caffeebraun angelaufene Stellen, sowie weisslicher Anflug von Podsol. Das Gestein ist von Wurzelgängen von verschiedenem Durchmesser durchzogen, deren Wände ebenso, wie auch die der Risse mit braunem oder schwarzem (nicht selten glänzendem) Anfluge überzogen sind. Bei Behandlung mit Säure zischt das Gestein nicht auf. Der Uebergang zu dem tiefer liegenden Horizonte ist unmerklich; stellenweise finden sich Taschen. Im Grossen und Ganzen verläuft die untere Grenze des

Horizontes der Oberflächencurve parallel, was im Zusammenhange mit dem oben Angeführten darauf hinweist, dass sich der Horizont ausschliesslich unter dem Einflusse der Verwitterungsprocesse entwickelt hat. Mächtigkeit etwa 1,5—2 Meter.

C. Unveränderter rothbrauner Blocklehm. Dünne Wurzelgänge finden sich nur sporadisch. Mit Säure behandelt zischt er nicht auf.

Der untere Verwitterungshorizont (*B*) erscheint hier gewisser Massen als Analogon zu dem Carbonathorizonte des Schwarzerdegebietes: in dem einen Falle häufen sich hier die Producte der Verwitterung unter dem Einflusse der Huminsäuren (in grösserer oder geringerer Quantität) auf, in andern die nämlichen durch Kohlensäure gebunden. Während die Wände der Wurzelgänge und Risse im Steppenboden mit weissem Anfluge von Carbonaten überzogen sind, zeigen sie im Waldgebiete braune und schwarze (huminominalische) Auskleidung. Diese letztere tritt als sehr charakteristischer Begleiter der Podsol bildenden Processe in mehr oder weniger lehmigem Boden auf und lässt sich überall beobachten, sowohl an Punkten mit einem in typischen Podsol verwandelten Untergrund, als auch im Bereiche des sogenannten Waldbodens, mit Einschluss der deteriorirten, schwach podsolhaltigen Schwarzerde.

Im letzteren Falle, d. h. wenn die Steppenvegetation durch Waldwuchs ersetzt wird und die Dammerde die dem Waldboden eigenthümlichen Merkmale erwirbt, kann man eine ganze Reihe verschiedner Stadien in der Umwandlung des Carbonathorizontes in das Zersetzungsproduct beobachten, das wir vorhin als Illustration für die Verwitterungsrinde beschrieben haben. Dabei verschwinden die Carbonate nicht plötzlich, sondern allmählich, offenbar je nach der Intensität und Dauer der Podsol bildenden Processe. In den tieferen Partien halten sie meist länger Stand. Auf Seite 289 ist ein Durchschnitt von Moränenthon unter

Schwarzerde dargestellt, die unter dem Einflusse des Waldwuchses nur leicht deteriorirt ist und unter der sich in Folge dessen der Carbonathorizont zum grössern Theile erhalten hat. Rücken wir Schritt für Schritt aus der Steppe nach der Tiefe der Waldregion vor, so kann es uns nicht entgehen, dass Hand in Hand mit der immer stärkeren Anreicherung der Oberflächenschicht mit Podsol, mit der Verwandlung der Dammerde in die typische graue Walderde der bei Behandlung mit Säure nicht aufzischende Untergrundhorizont allmählich auf Kosten des darunter ruhenden Carbonathorizontes an Mächtigkeit zunimmt. Dabei lässt es sich nicht selten bemerken, dass so zu sagen nur einzelne Fragmente des Carbonatnetzes erhalten bleiben, isolirte Parcellen, wo in Gestalt von Aederchen längs der Risse weissliche Anhäufungen von Carbonaten übrig sind. Schliesslich schwinden auch diese letzten Reste und an Stelle des Carbonathorizontes haben wir den Verwitterungshorizont mit Podsol-Aederchen von Humin angelaufen vor uns.

Die hier mitgetheilten Resultate der chemischen Analyse (brutto) sollen uns mit dem Charakter der chemischen Metamorphosen in den oben beschriebenen Horizonten *B* und *C* bekannt machen. Die analysirten Proben stammen eben aus jenem oben dargestellten Durchschnitte her.

Die Analyse beweist, dass in dem verwitterten Untergrund-

	CO <sub>2</sub> .	CaO.	MgO.
Verwitterter Horizont von Blocklehm unter Podsol (Horiz. <i>B</i> ) . . . . .	0	0,76	1,04
Blocklehm in den tiefern Horizonten eben da (Horiz. <i>C</i> ).	0,07	0,81	0,66
Zunahme (+) und Abnahme (—) im verwitterten Horizonte . . . . .	—0,07	—0,05	+0,38

horizonte eine relative Zunahme des Gehalts an Thonerde, Eisenoxyd und Humus erfolgt ist, während gleichzeitig das Kieselerdequantum zurückgegangen ist.

Die Veränderungen in der Quantität der übrigen Stoffe (Magnesia, Kalk, Alkalien etc.) sind ganz unerheblich. Die relative Abnahme des Kieselerdequantums ist ebenso, wie unter der Dammerde, nicht sowohl auf eine Auslaugung zurückzuführen, als vielmehr auf die Anhäufung anderer Stoffe im Gestein, und zwar Thonerde, Eisenoxyd und Humus. Zu einer solchen Auffassung der Ergebnisse vorstehender Analyse werden wir unausbleiblich gedrängt, wenn wir uns dessen erinnern, dass der oberflächliche Verwitterungshorizont, der Podsol, unter dem Einflusse organischer Säuren stark ausgelaugt ist, dass ihm Eisen und Thonerde in beträchtlichen Masse entzogen ist, dass sich dagegen darin als Material, das am wenigsten der Auslaugung unterworfen ist, Kieselerde angehäuft hat. Somit ist im vorliegenden Falle der Horizont *B* nicht eluvial, ausgelaugt, sondern vielmehr ein Anhäufungshorizont, wie auch der Carbonathorizont unter der Schwarzerde, nur mit dem Unterschiede, dass sich in dem einen Falle aus der Oberflächenschicht ausgelaugte Verbindungen von Eisen und Thonerde mit Huminstoffen ansammeln, im andern Carbonate. Die hervorgehobnen chemischen Eigenthümlichkeiten des Horizontes

O+	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	SiO <sub>2</sub> .	Cl.	Humus.	Hygrosk. Wasser.	Verlust beim Ausglühen.
2,66	15,08	3,95	69,07	Spuren.	0,94	2,75	7,30
2,51	11,34	2,85	75,41	Spuren.	0,35	2,76	5,90
0,15	+3,74	+1,10	-6,34	—	+0,59	—	+1,40

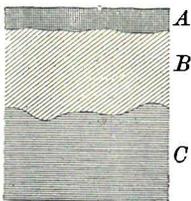
*B* bringen ihn dem Ortstein nahe, denn auch in diesem lässt sich eine Anhäufung von Eisenoxyd, Thonerde und organischen Stoffen constatiren (vgl. «Материалы по изучению русскихъ почвъ [Materialien zur Kenntnis der russischen Bodengattungen] Lief. III, S. 11, Analysen von Pawlinow).

Damit man sich ein Urtheil darüber bilden könne, in welcher Weise der Verwitterungs-Untergrundhorizont unter Waldbeständen in solchen Fällen modificirt wird, wo das Muttergestein Löss und gleichzeitig der oberflächliche Verwitterungshorizont nur leicht mit Quarzstaub (Podsol) angereichert ist, theilen wir untenstehenden Durchschnitt mit (Fig. 3), der in einem frischen Eisenbahndurchstich 21 Werst südlich von der Station Kaschira, Gouv. Tula beobachtet worden ist.

	CO <sub>2</sub> .	CaO.	MgO.
Verwitterter Lösshorizont ( <i>B</i> ) . . . . .	0	2,63	0,48
Löss in den tiefen Horizonten ( <i>C</i> ). . . . .	3,46	4,14	1,60
Zunahme (+) oder Abnahme (−) im verwitterten Horizonte . . . . .	−3,46	−1,51	−1,12

*A.* Graue Walderde, in den tieferen Schichten mit Beimengung von staubartigem Podsol, eine Bodengattung zwischen Schwarzerde und Podsol, die wahrscheinlich ursprünglich unter der Steppe gewesen ist, dann aber unter der Einwirkung des sich in der Steppe ansiedelnden Waldes, Veränderungen erlitten hat. Mächtigkeit etwa 0,3—0,4 Meter.

*B.* Gelbbrauner Lehm, compact, in vielseitige Individuen



zerfallend, bei Behandlung mit Säure nicht aufzischend. Mächtigkeit 1,5—2 Meter.

C. Hellgelber Löss, mehlig, bei Behandlung mit Säure stürmisch aufzischend.

Der Uebergang vom Horizont *B* zu *C* ist allmählich.

Die chemische Zusammensetzung der Horizonte *B* und *C* geht aus nachstehenden Daten hervor.

Die Tabelle zeigt, dass der verwitterte Untergrundhorizont des Löss tiefgreifende Veränderungen erlitten hat. Es ist daraus vollständig die Kohlensäure verschwunden, zum Theil durch organische Säuren aus ihren Verbindungen verdrängt, zum Theil vielleicht zugleich mit dem Kalk, der Magnesia und den Alkalien ausgelaut. An Stelle dieser Stoffe hat sich im Gesteine das

$a_2O + K_2O.$	$Al_2O_3.$	$Fe_2O_3.$	$SiO_2.$	Cl.	Humus.	Hygrosk. Wasser.	Verlust beim Ausglühen.
2,38	12,60	5,25	69,49	0,08	0,49	3,79	7,83
2,50	11,38	2,50	70,51	0,06	0,29	1,68	7,81
-0,12	+1,22	+2,75	-1,02	+0,02	+0,20	+2,11	+0,02

relative Quantum an Eisenoxyd und Thonerde vergrößert und es ist etwas Humus hinzugekommen, d. h. es ist das erfolgt, was, wie wir oben gesehen haben, unter dem typischen Podsol zu geschehen pflegt.

Ziehen wir das Facit aus unsern Auseinandersetzungen in Betreff der Eigenthümlichkeiten der Verwitterung innerhalb der beiden Hauptregionen der Ebene Russlands, der Steppen- und der Waldregion, so gelangen wir zu dem Ergebnis, dass in beiden Fällen nicht nur die oberflächlichsten Verwitterungsho-

rizonte (die Oberkrume) verschieden von einander sind, sondern auch die tiefer liegenden Schichten des Gesteins (der Untergrund), mit einem Worte, dass sich die Verschiedenheit auf die Verwitterungsrinde in ihrem gesammten Umfange erstreckt.

Ein und dasselbe Gestein, z. B. Blocklehm, ergiebt im einem oder im andern Falle ganz verschiedene Verwitterungsproducte, die schon in ihren äussern Merkmalen deutlich von einander abweichen. Dort entwickelt sich auf Kosten des Blocklehms eine carbonathaltige Rinde, hier dagegen bildet sich aus dem nämlichen Gestein ein Product, das deutliche Kennzeichen der Einwirkung von sauren Huminstoffen erkennen lässt. Freilich erweist sich in beiden Fällen die oberste Verwitterungsschicht, die Oberkrume, als stärker modificirt, als die tiefer liegenden Theile des Gesteins, allein ungeachtet dessen haben die Hauptfactoren der Verwitterung, das Klima und die Vegetation auch den Untergrundhorizonten so unverkennbar und charakteristisch ihren Stempel aufgedrückt, dass wir im Stande sind, einen Causalnexus zwischen diesen Horizonten und den genannten Agentien nach den einzelnen physisch-geographischen Rayons herzustellen. Im vorliegenden Falle haben wir es den hervorragendsten Eigenthümlichkeiten des Klimas und der Vegetation entsprechend mit zwei quasi officiell abgegrenzten Gebieten zu thun, mit der Steppenregion und mit der Waldregion: jene können wir nach den Besonderheiten ihrer Verwitterung als Carbonat rayon, diese als Podsol rayon bezeichnen. Unstreitig könnte man innerhalb ihrer verschiedenen Partien parallel mit den Modificationen des Klimas und der Pflanzenwelt in der nämlichen Richtung noch viel kleinere Unterabtheilungen aufstellen (ähnlich, wie es für den Horizont der Oberkrume bereits geschehen ist), wenn nur unsre Kenntnisse hinsichtlich der Verwitterungsrinde ein wenig weiter vorgeschritten wären.

Es ist natürlich keineswegs etwas Neues, dass die Verwit-

terung der Gesteine in ihrem Charakter und in ihren Producten in den verschiedenen physisch-geographischen Provinzen des Erdballes sehr von einander abweichen und dass das Klima und die organische Welt stets ihren eigenartigen Einfluss darauf ausüben: die allbekanntesten Thatsachen in Betreff dessen kann man in jedem beliebigen Lehrbuche der physischen Geographie finden. Die Hauptaufgabe lässt sich aber jetzt dahin präcisiren, die Einzelheiten der Wechselbeziehungen zwischen den Producten der Verwitterung und ihren Agentien in den einzelnen geographischen Rayons aufzuklären, indem man von abgerissnen und flüchtigen Beobachtungen, die bisher das Hauptmaterial zu Verallgemeinerungen hergegeben haben, zu eingehendem Studium der Erscheinungen übergeht.

Als ein überaus werthvoller Beitrag zur Lösung dieses Problems ist die oben citirte Schrift von Hilgard zu betrachten, die uns die Veränderungen im Charakter der Bodengattungen Amerikas in Abhängigkeit vom Klima vorführt. Bei uns in Russland ist in dieser Richtung besondere Aufmerksamkeit dem äussersten Humushorizonte zu Theil geworden, der Dank der erfolgreichen Arbeit W. Dokutschajews und seiner Schüler gegenwärtig in vielen verschiedenen Richtungen im Zusammenhange mit den einzelnen bodenbildenden Factoren untersucht worden ist. Die von Prof. Dokutschajew vorgeschlagene (und in jüngster Zeit in gelungenster Weise von N. Sibirzew umgearbeitete) genetische Classification der Bodengattungen ist ohne Frage der erste Versuch, eine Gruppierung der Bodengattungen auf so breiter genetischer Basis aufzubauen, wobei nicht blos, wie es bisher geschehen ist und noch augenblicklich von vielen andern Forschern geübt wird, die rein geologischen Merkmale berücksichtigt werden, sondern auch die übrigen, nicht minder wichtigen Factoren, die dem Boden ihren specifischen Stempel mehr oder weniger scharf aufgedrückt haben, das Klima und die orga-

nische Welt. Mag man auch diesen Versuch hinsichtlich dieser oder jener Details seiner Anwendung bemängeln, so lässt sich doch schwerlich etwas Stichhaltiges gegen das ihm zu Grunde liegende Princip einwenden, dagegen, dass der Gruppierung, soweit es möglich war, alle Elemente zu Grunde gelegt worden sind, die in Wirklichkeit bei der Genesis der besprochenen Erscheinungen eine wesentliche Rolle spielen.

Man darf sich der Hoffnung hingeben, dass in Zukunft, wenn das erforderliche Material zusammengetragen ist, bei der genetischen Gruppierung aller Gesteinsmassen (oder Gebilde), die unter dem Einflusse von Verwitterungsprocessen entstanden sind, als wichtigen genetischen Momenten nicht bloß den Eigenschaften des Muttergesteins Beachtung geschenkt werde, sondern namentlich auch den Factoren der Verwitterung, dem Klima und den Organismen.

Mit Rücksicht auf den speciellen Fall, auf die Gruppierung der Verwitterungsproducte im Bereiche der russischen Ebene, können wir uns nicht enthalten, den Wunsch auszusprechen, es möchte dasselbe umfassende genetische Princip in diesem oder jenem Masse auch auf die Verwitterungshorizonte des sogenannten Untergrundes ausgedehnt werden, es möchte, mit andern Worten, als Object wissenschaftlicher Classificationsversuche die Verwitterungsrinde in ihrem vollen Umfange dienen, wobei die jetzige Oberkrume, als äusserlichster Verwitterungshorizont aufgefasst, bloß ein Theil des allgemeinen Schemas von Gebilden wäre, die, durch die Gemeinsamkeit ihres Ursprungs unter einander verknüpft, nur verschiedene Glieder eines und desselben Systems oder verschiedene Phasen eines und desselben Vorgangs darstellen.

---

*Anmerk.* Die hier mitgetheilten Analysen sind von Herrn Карпов ausgeführt.

Напечатано по распоряженію Императорскаго Минералогическаго Общества.

Типо-Литографія К. Биркенфельда (Вас. остр., 8-я л., № 1.)