

Rohhumus- und Bleicherdebildung im Schwarzwald und in den Tropen¹.

Von Richard Lang.

Das Vorkommen von Rohhumus und Bleicherde ist aus weiten Gebieten der gemäßigten und kalten Zonen der Erde bekannt. So ist auch im Schwarzwald der Rohhumus stark verbreitet, wie die Hochmoore mit ihren Anhäufungen von saurem Humus oder die denselben gelöst enthaltenden dunklen Karsen oder auch die gleichfalls von gelöstem Rohhumus kaffeebraun gefärbten Bäche bezeugen, die als sogenannte Schwarzwässer allen Rohhumusgebieten entfließen. Auf das Vorhandensein von Rohhumus weist auch das Vorkommen von Bleicherde oder Bleichsand, welcher der den Boden färbenden Eisen- und Manganverbindungen mehr oder weniger vollständig beraubt ist und infolge seiner fahlen Farbe diese Bezeichnung erhalten hat, wie auch das Auftreten von Ortstein hin, der, unter dem Bleichsand in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche liegend, eine Verfestigung von Sand durch die dem darüberliegenden Bleichsand entzogenen und hier zusammen mit Humussubstanzen wieder abgelagerten Mineralstoffe darstellt und welcher bei stärkerer Ausbildung das Wachstum der Bäume hindern und damit den Waldbau schädigen kann.

Der Rohhumus, auch saurer oder adsorptiv ungesättigter Humus genannt, wird dem milden oder neutralen oder adsorptiv gesättigten Humus gegenübergestellt. Durch eine einfache Untersuchung kann der Gegensatz zwischen den beiden Humusarten gezeigt werden. Während der milde Humus auf Lackmus im allgemeinen keine Farbänderung hervorruft, färbt feuchter Rohhumus, wie auch insbesondere das durch gelösten Rohhumus dunkel gefärbte Wasser, blauen Lackmus rot als Zeichen saurer Reaktion.

Auf Grund dieser und anderer Tatsachen nahm man bis in die jüngste Zeit hinein an, daß gewisse Humussäuren existieren, die im milden Humus durch gewisse Basen „neutralisiert“, im Roh-

¹ Vortrag gehalten auf der Vers. d. Schwarzwälder Zweigvereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg zu Rottweil am 24. V. 1914.

humus dagegen als „freie“ Humussäuren vorhanden seien. Dieser Auffassung entsprechen die Ausdrücke: neutraler Humus, saurer Humus. Man glaubte zu beobachten, daß Humussäuren von verschiedenen Eigenschaften existieren, daher die Namen: Ulminsäure, Huminsäure, Quellsäure, Quellsatzsäure, (Krensäure, Apokrensäure).

Dieser Auffassung trat VAN BEMMELEN entgegen, indem er die „Humussäuren“ ihres Säurecharakters entkleidete und sie als Kolloidkörper ansprach, und besonders BAUMANN hat diese Anschauung weiter ausgebaut. Für diese Erkenntnis war von großer Wichtigkeit, daß die sogenannten Humussäuren Quellungserscheinungen zeigen, derart, daß geringe Mengen von Humusstoffen relativ mehr Wasser in sich aufnehmen als große Humusmengen bei gleicher Wassermenge und daß alle chemischen Vorgänge bei Humusstoffen von der Konzentration der Lösungen abhängig sind und nicht nach stöchiometrischen Gesetzen, sondern nach den Gesetzen der Oberflächenwirkungen sich vollziehen, wie dies für Kolloide charakteristisch ist. Auch die Einwirkung von Rohhumus auf Lackmus läßt sich als Kolloidwirkung deuten. Die Humusstoffe vermögen als charakteristische Kolloide Mineralstoffe gierig in sich aufzunehmen, adsorptiv zu binden, wie bei ihnen auch ein Austausch verschiedener Substanzen, insbesondere von Basen, stattfinden kann. Diese Fähigkeiten sind bei Humusstoffen, die von verschiedenen Pflanzen stammen, verschieden, und darauf ist es zurückzuführen, daß man früher verschiedene Humussäuren annehmen zu müssen glaubte. Wenn die Humusstoffe eine gewisse Menge von Mineralstoffen in sich aufgenommen haben, so daß sie neutral reagieren, so sind sie adsorptiv gesättigt und es resultiert der milde Humus. Sind aber in den Wässern, mit denen die Humussubstanzen in Berührung kommen, relativ nur sehr geringe Mengen von gelösten Mineralstoffen enthalten, so vermögen sich die Humusstoffe adsorptiv nicht zu sättigen und es entsteht Rohhumus.

Der gesättigte Humus ist in Wasser unlöslich. Der Rohhumus dagegen bildet Gele und schwache Lösungen, Humussole, welche das Wasser dunkel färben. Derartige Rohhumuswässer oder, wie man sie gemeinhin nennt, Schwarzwässer vermögen neben den ein- und zweiwertigen Elementen insbesondere die Eisen- und Manganverbindungen kolloid zu lösen und wegzuführen. Aus diesem Grunde wird Erden und Sanden, die von Schwarzwässern überflossen werden, der färbende Eisen- und Mangananteil entzogen und es bilden sich dann die

oben genannten Bleicherden und Bleichsande. Werden die gelösten Substanzen, etwa in Sand, wieder niedergeschlagen, so bildet sich ein verfestigtes Gestein, der Ortstein.

Die Bildung, Erhaltung und Anhäufung von Humus ist im wesentlichen abhängig von der Temperatur und Feuchtigkeit, die auf denselben einwirken. Je höher die Temperatur, desto rascher verwest der Humus infolge der Oxydationswirkung des Sauerstoffs der Luft, die durch Bakterien vermittelt wird. Bei niederer Temperatur sinkt die Geschwindigkeit der Verwesung des Humus auf ein Minimum herab und hört bei Frost völlig auf. Hohe Feuchtigkeit hält die Zerstörung des Humus zurück, während geringe Feuchtigkeit sie begünstigt. Die Verhinderung der Verwesung bei starker Durchfeuchtung des Humus ist darauf zurückzuführen, daß einerseits alle Luftporen aus dem Humus durch das Eindringen des Wassers verschwinden und das sie ersetzende Wasser weniger Sauerstoff gelöst enthält, als die vorher vorhandene Luft hatte, so daß die oxydierende Wirkung der Humusbakterien vermindert wird, und daß andererseits bei der Verwesung von Humusbestandteilen im Wasser im Verhältnis zum Sauerstoff immer mehr Kohlensäure angereichert wird, so daß die Einwirkung des Sauerstoffs fast völlig auf die oberflächlich liegenden Humusteile beschränkt wird.

Endlich sei auf die etwa im Humus oder in den denselben benetzenden Wässern enthaltenen Mineralbestandteile hingewiesen, die anscheinend die Verwesung begünstigen. Insbesondere vermag Kalk die Wirksamkeit der den Humus zerstörenden Bakterien günstig zu beeinflussen.

Da niedere Temperaturen und hohe Feuchtigkeit der Erhaltung des Humus und der Bildung von Rohhumus günstig sind, so nahm man an, daß die Entstehung von Rohhumus auf die kühleren Gebiete der Erde beschränkt sei, zumal man bis vor kurzem nur die weite Verbreitung des Rohhumus in diesen Ländern kannte und aus den Tropen keine Humusanhäufungen bekannt geworden waren. Man glaubte vielmehr, daß in den feuchten Tropen die Verwitterung in der Richtung auf den kiesel-säurefreien Laterit vor sich gehe, und erklärte das anscheinende Fehlen von Humus in den Tropen mit dem Hinweis darauf, daß infolge der dort herrschenden hohen Temperaturen die Zerstörung des Humus so rasch sich vollziehe, daß eine Humusansammlung unmöglich sei und somit dem Boden jeder Humusgehalt fehle.

Erstmals machte POTONIÉ im Jahre 1909 auf das Vorkommen eines „Tropen-Sumpfflachmoores“ in Mittelsumatra aufmerksam, aus dessen Existenz er auf die Möglichkeit schloß, daß auch unter tropischem Klima eine Anreicherung von Humus stattfinden könne. Aus der Beschreibung des Moorwassers, das von hellbrauner Farbe und sehr schwach adstringierendem Geschmack war, ergibt sich, daß es sich um Rohhumuswasser handelte. 1911 gab RAMANN der Ansicht Ausdruck, daß viel dagegen spreche, den Laterit als den Boden der tropischen Urwälder, wie sie in Südamerika oder Zentralafrika vorkommen, anzusehen. „Diese, jedenfalls echte klimatische Bodenprovinzen bildende Waldungen zeichnen sich durch Vorkommen reichlich kolloide Humusteile enthaltender Gewässer aus. So sind z. B. die Schwarzwässer des nördlichen und mittleren Südamerikas oft beschrieben.“ Man mußte somit darauf gefaßt sein, daß die bisher für die Bildung von Rohhumus geltende Theorie zu modifizieren sei.

Trotzdem war ich überrascht, als ich bei meinen Reisen durch Sumatra, Java und Malakka beobachten konnte, daß das Vorkommen von Rohhumus in diesen Gebieten durchaus keine Seltenheit ist, wie man dies nach den spärlichen Berichten darüber hätte annehmen sollen.

Zuerst fand ich Rohhumus in dem gewaltigen flachen Tiefland, das auf der Ostseite Sumatras sich erstreckt, wo Waldmoore weite Gebiete einnehmen. Diese Moore sind, wie schon ihr Name besagt, von üppigem Wald bedeckt, dessen Bäume ein sich völlig ineinander verschlingendes engmaschiges Wurzelnetz auf dem Boden ausgebreitet haben. Höchstens da und dort sieht man, wenigstens während der trockenen Zeit des Jahres, noch kleine offene Stellen, welche von etwas Wasser überdeckt sind. Fast immer findet der Fuß des Reisenden bei der mühsamen Wanderung in dem Wurzelwerk Halt und nur dann und wann sinkt er in dem feuchten Untergrund tiefer ein. Anfangs ahnt man deshalb kaum, daß man sich gleichsam auf einer Wurzelbrücke über Moorgebiet befindet, und erst eine Untersuchung des Bodens mit einem spitzen Stock belehrt uns, daß sich der Untergrund aus einer schlammigen flüssigen Humusmasse zusammensetzt, die man mit dem Stock mühelos durchsticht. Der Humus ist als Moder ausgebildet. Eine Probe davon war nach Auspressen des Wassers und Aufbewahrung im Trockenen selbst noch nach Wochen schwammig feucht. Diesen Waldmooren entströmen von gelöstem Humus mehr oder weniger dunkel ge-

färbte Bäche und Flüsse, von denen ich eine große Anzahl zu beobachten Gelegenheit hatte. Es ist bezeichnend für die Häufigkeit der Schwarzwässer in ganz Ostindien, daß man auf den Karten der betreffenden Gebiete immer wieder den Flußnamen Soengei itam, Ajer itam (Schwarzfluß, Schwarzwasser) lesen kann, Namen, welche die Eingeborenen selbst diesen Flüssen gegeben haben.

Während es mir in den Waldsümpfen Sumatras begreiflicherweise nicht gelang, die Zersetzungswirkung der Rohhumuswässer auf das am Grunde der Moore anstehende Gestein zu beobachten, hatte ich auf der Malayischen Halbinsel, besonders bei Ipoh, vielfache Gelegenheit, in den dortigen gewaltigen Zinngruben ausgezeichnete Profile von solchen Waldsümpfen und ihrer Gesteinsunterlage kennen zu lernen. Zu oberst fließen in dem flachen, zinnführenden Schwemmland da und dort humusbraune oder von Tonverunreinigung der Baggerwerke trüb milchweiß gefärbte Wasser über den fast überall nach Zinn durchwühlten Boden, der aus fahlfarbigen, von allem Eisen befreiten Quarzitbrocken, Sand und tonigen Bestandteilen besteht, also echte Bleichsande bzw. Bleicherden bildet. Unter derartigen Alluvionen folgen fast überall bis zu mehrere Meter Dicke erreichende moderartige, schwammig feuchte Humusansammlungen, in denen schwarzgefärbte Äste, Baumstämme oder Wurzelstümpfe eingebettet liegen; in der größten der dortigen Minen, der ca. 40 m tiefen Tronohmine, sah ich nicht weniger als drei von Bleichsanden getrennte rezente bzw. subrezente Kohlenablagerungen untereinander, die völlig durchfeuchtet waren und aus noch unverfestigtem schwammig weichem Material bestanden, das Veranlassung zu einer großen Rutschung gegeben hatte, die kurz vor meinem Besuch einen größeren Teil der Mine zugeschüttet hatte. Aus diesen Profilen ergab sich somit, daß auch in den Tropen unter der Einwirkung von Rohhumuswässern Bleicherdebildung sich vollzieht.

Auf Java hatte ich das Glück, bei Garoet auf ca. 1200 m Höhe an Straßeneinschnitten einen von Sphärolithen erfüllten sehr harten Glasfluß zu finden, der durch die Einwirkung von Humuswässern, die aus überlagerndem Humus stammten, nach der Oberfläche zu allmählich in ein bimssteinähnliches, ziemlich brüchiges Gestein und zuletzt in weißes, mildes Pulver, echten Kaolinton, überging. Dieses Vorkommen, das uns erstmals die rezente Bildung von Kaolin unter der Einwirkung von Rohhumuswässern vor Augen

führt, wird für mich der Gegenstand besonderer Untersuchungen werden.

Über ganz Ähnliches berichtet der Agrogeolog MOHR vom Botanischen Garten in Buitenzorg besonders aus dem Diënggebirge auf Java, daß auf dem dortigen Plateau unter der Einwirkung von Hochmoorwässern die Eisen-, Calcium- und Magnesiumverbindungen aus den Gesteinen weggeführt werden und daß eine „Witte Verweeringsmassa“, der „Loodzand“, d. h. Bleisand oder besser Bleichsand, übrig bleibe.

Was lehren diese Beobachtungen?

Vor allem kann der bisher angenommene Satz nicht richtig sein, nach dem nur in den kühleren Gebieten der Erde Rohhumus- und Bleicherdebildung sich vollziehen könne. Denn wenn auch auf dem Diëngplateau infolge seiner Erhebung über 2000 m relativ niedere Temperaturen herrschen, so ist doch schon bei Garoet der Jahresdurchschnitt derselben 22° C und im Tiefland der genannten Tropenländer beträgt die Temperatur $26-27^{\circ}$ C im Jahresmittel, d. h. es herrschen hier die höchsten Durchschnittstemperaturen, die überhaupt aus den feuchten Tropen bekannt sind. Offensichtlich vermögen somit hohe Temperaturen die Bildung von Rohhumus und Bleicherde nicht unter allen Umständen zu unterdrücken. Es kann also die Temperatur, die bisher als der ausschlaggebende Faktor für das Auftreten bzw. Fehlen von Humus galt, nicht die Wichtigkeit besitzen, die man ihr bisher beimaß.

Es zeigt sich vielmehr, daß der zweite in der Einleitung genannte Faktor, die Feuchtigkeit, für die Erhaltung und Anhäufung der Humusstoffe von ausschlaggebender Bedeutung ist. In den genannten Tropengebieten sind die jährlichen Durchschnittsregenmengen viel höher, als wir sie aus Mitteleuropa gewohnt sind. Batavia hat wenig unter 2000, Singapore 2350, Palembang auf Sumatra 2674 mm mittlere Regenhöhe, jeweils also ungefähr das Dreifache der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmengen in Süddeutschland. Auf Java, von wo aus allen Teilen der Insel genaue Regenmessungen vorliegen, erreicht die Niederschlagshöhe im Maximum über 7100 mm, in Britisch Indien geht sie am Südfuß des Himalaja gar bis auf $12\frac{1}{2}$ m hinauf.

Die hohe Feuchtigkeit wirkt in den Tropen gleichwie in den kühlen Gebieten der Erde erhaltend auf den Humus ein.

Aber sie fördert auch, was bisher nicht genügend berücksichtigt zu werden pflegte, im Zusammenhang mit der hohen Wärme das Wachstum der Urwaldpflanzen in ungeheurem Maße, so daß überall ein üppiges Gedeihen derselben bemerkbar ist. Entsprechend dem Wachstum ist auch die Bildung abgestorbener und damit humusbildender Teile so außerordentlich hoch, daß stets ein Überfluß daran vorhanden ist, wenn auch entsprechend den hohen Temperaturen die zerstörende Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes auf den Humus wesentlich höher ist als bei niederen Temperaturen.

Auch ist zu berücksichtigen, daß die Verdunstung der in den oberflächlichen Bodenschichten enthaltenen Feuchtigkeit trotz der hohen Temperaturen, wenigstens im Urwald, eine relativ niedere ist, da durch den dichten Urwald alle Luftbewegung ferngehalten wird und ein schützendes Blätterdach und üppiges Unterholz nur da und dort einen aufrocknenden Sonnenstrahl bis auf den Boden durchläßt. Aber auch in den von Wald entblößten Gegenden des Tieflandes dürfte die Verdunstung des Bodenwassers infolge der meist sehr hohen relativen Luftfeuchtigkeit keine beträchtliche sein.

Ferner vollzieht sich unter den hohen Temperaturen und den beträchtlichen Regenmengen eine rasche Auswaschung der Mineralsalze sowohl aus den abgestorbenen Pflanzenresten als auch aus den oberflächlich liegenden Gesteinen, so daß bei Wegführung der Mineralsalze rasch eine relative Armut an solchen erzeugt wird, die dadurch sich noch vermehrt, daß infolge des großen Wasserreichtums eine sehr starke Verdünnung der gelösten Humusstoffe eintritt. So geschieht es bei der großen Menge gebildeter Humusstoffe einerseits und der geringen Zufuhr an Mineralsalzen und ihrer außerordentlichen Verdünnung im Bodenwasser andererseits, daß eine adsorptive Sättigung der Humusbestandteile in vielen Fällen fehlt und löslicher Rohhumus entsteht.

In den feuchten Tropen gewinnt somit zwischen den beiden gegensätzlichen Faktoren für die Humusbildung: Temperatur und Feuchtigkeit nicht, wie man bisher annahm, der erstere vorherrschenden Einfluß, vielmehr behält die Feuchtigkeit denselben Einfluß bei der Humusbildung und -erhaltung, den sie unter unseren Breiten hat. Es treten also, weil

die Wirkung von Temperatur und Feuchtigkeit bei der Bodenbildung in gleichem Maße gewachsen ist und sich nicht zugunsten der Temperatur verschoben hat, vollständig dieselben Verhältnisse ein wie bei hoher Feuchtigkeit in kühleren Klimaten.

In einer Beziehung allerdings ist eine Verschiedenheit zu bemerken: in dem beträchtlichen Umfang, den entsprechend den hohen Temperaturen die Ablagerungen von Rohhumus und Bleicherde in den Tropen gegenüber den gleichartigen Bildungen in kühleren Klimaten erreichen. Denn gleichwie in der Chemie alle Vorgänge, die unter dem Einfluß von Wasser sich vollziehen, um so rascher und intensiver verlaufen, je höher die Temperaturen sind, so erreichen auch die besprochenen Vorgänge unter tropischer Hitze besonders infolge des gesteigerten Pflanzenwachstums eine große Geschwindigkeit und großes Ausmaß. So kann man begreifen, daß dort Humusbänke von mehreren Metern Mächtigkeit zwischen anderen rezenten und subrezenten Absätzen liegen und daß die Einwirkung von Rohhumuswässern weite Gesteinskomplexe tiefgründig zu Bleicherden umwandelt.

Die gewonnenen Feststellungen sind für die Erklärung der Entstehung gewisser Gebilde der geologischen Vorzeit von größter Bedeutung.

Sie werfen ein klares Licht auf die Entstehung unserer einheimischen Steinkohlen- und Braunkohlenlager, die man früher vielfach mit kühlem Klima in Verbindung bringen wollte, da den Tropen alle Torf- und Moorbildungen fehlen sollten. Erst POTONÉ hat auf Grund des Bekanntwerdens des im vorstehenden genannten Waldmoors auf Sumatra die Überzeugung gewonnen, daß gleichwie dort heute, so während der Steinkohlenzeit auch bei uns ein tropisch-feuchtes Klima geherrscht habe. Diese Anschauung, die ich auf die Braunkohlenbildungen der Tertiärzeit ausdehnen möchte, ist durch die vorliegenden Beobachtungen weiter gefestigt.

Aber auch für die Erklärung der Bildung der tertiären Kaolin vorkommen in Mitteldeutschland ist die Beobachtung von rezenter Bleicherde- und insbesondere von Kaolinbildung in den feuchten Tropen von größter Wichtigkeit. Während bis in die letzte Zeit vielfach die Auffassung vertreten wurde, daß die Kohlensäure allein Kaolin zu bilden imstande sei, ohne dabei jedoch u. a. darlegen zu können, warum die Kaolinbildung mit gewissen geologischen Zeiten und damit mit gewissen klimatischen

Eigentümlichkeiten in engstem Zusammenhang steht und warum auch dreiwertiges Eisen bei diesen Vorgängen gelöst wird und verschwindet, so kommt durch die jüngsten Beobachtungen die von RAMANN schon seit längerer Zeit vertretene Auffassung zu Recht, daß die Kaolinbildung eine Folge der Einwirkung von Rohhumuswässern auf geeignetes Gestein sei und daß die adsorptive Wirkung der Humussubstanzen die Enteisenung bei der Bleicherdebildung veranlasse. Auch die durch floristische Merkmale schon lange bekannte Tatsache, daß die tertiären Kaoline in Deutschland sich unter heißem Klima gebildet haben müssen, läßt sich nunmehr, wie auch RAMANN schon vermutete, mit dieser Auffassung vereinbaren, seitdem bekannt ist, daß die Schwarzwässer nicht nur in kühlem, sondern auch in heißem Klima aufzutreten und wirksam zu werden vermögen, wenn nur entsprechend hohe Niederschlagsmengen geeignete Bedingungen schaffen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Lang Richard

Artikel/Article: [Rohhumus- und Bleicherdebildung im Schwarzwald und in den Tropen 115-123](#)