

Zeitschrift

der

Deutschen Geologischen Gesellschaft.

B. Monatsberichte.

Nr. 4.

1915.

Protokoll der Sitzung vom 7. April 1915.

Vorsitzender: Herr KRUSCH.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung.

Die Gesellschaft beklagt den Tod folgender Mitglieder:

Der Königl. Geologe der Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt Dr. JOH. SCHLUNCK, gefallen am 8. März 1915 auf dem Felde der Ehre bei Trojany,

Der Königl. Bezirksgeologe Dr. ERICH MEYER, gestorben am 14. März 1915 im Feldlazarett zu Tucholka (Karpathen) an einer im Kampf fürs Vaterland empfangenen Wunde,

Professor GIOVANNI STRÜVER, Direktor des mineralogischen Instituts zu Rom,

Professor Dr. EBERHARD FRAAS, verstorben am 6. März in Stuttgart.

Der Vorsitzende widmet den Verstorbenen warm empfundene Nachrufe, die Versammlung erhebt sich zu ihrem Andenken.

Der Vorsitzende legt die als Geschenk eingegangenen Werke der Versammlung vor.

Herr JOHANNES WALTHER (Halle a. S.) spricht über den **Laterit in Westaustralien**. (Hierzu 3 Texttafeln.)

Während das östliche Australien eine ziemlich mannigfaltige geologische Geschichte erkennen läßt, dehnt sich im Südwesten des Kontinents ein etwa 600 km breites und 500 km langes uraltes Massiv, reich an Goldseifen und Goldgängen und daher, trotz seiner Wasserarmut, durch einige

Eisenbahnen erschlossen. Minenstädte blühen mitten in der öden Halbwüste rasch auf, sobald die Nachricht von neuen Goldfunden durch das Land eilt. Tausende von Goldsuchern sammeln sich in wenigen Wochen; Hotels und Banken, Kirchen und Golfplätze entstehen; Wasserkarawanen kommen heran; Maschinen und Filterpressen werden herbeigeführt und ein reges Geschäftsleben entsteht. Aber wenn die Goldführung der roten Verwitterungsdecke verschwindet, oder darunter der goldreiche Gang auskeilt, stirbt die neue Stadt ebenso rasch, wie sie entstand, und schon nach wenigen Monaten trägt der Wind die Wellblechdächer und die roten Lehmmauern davon; die Drahtseile hängen schlaff von den Förderschächten, und bald bewohnen nur noch Beuteltiere und Papageien die Ruinen.

Gneise und „Grünsteine“ oftmals geschiefert und in steile Falten gelegt, die etwa SSO—NNW streichen, werden von Graniten, Peridotiten, Diabasen, Quarzporphyren und damit verbundenen Quarzgängen durchsetzt. Aber nur wenige dieser Gesteine sind so viel härter als ihr Nebengestein, daß sie die weite Hochebene überragen, die sich bei einer mittleren Höhe von 400 m in unermessliche Ferne dehnt. Als niedrige Mauern ragen Quarzgänge über das Gelände und bieten dem Prospektor Gelegenheit, nach goldführendem Pyrit zu suchen, oder eine mit Quarz erfüllte Röhre hebt sich als rundlicher Härtling über seine Nachbarschaft.

Im Norden der Goldfelder überlagert eine etwa 150 m mächtige Reihe von Konglomeraten, Sandsteinen und Letten mit vulkanischen Decken die abgetragenen Falten. Dieses „Nullagine-Konglomerat“ dürfte algonkischen Alters sein, denn weiter im Norden folgen ähnliche ausgedehnte Decken von Trapp und Tuffen, welche von kambrischen Salterella-Kalken überlagert werden. Von den algonkischen Tilliten (Geschiebelehm), die im Südosten etwa 1000 m unter den Archäocyathuskalken liegen, ist in Westaustralien noch keine Spur gefunden worden. Das Silurmeer bedeckte weite Flächen des australischen Kontinentes, ohne das Massiv zu überfluten; auch das von NW hereindringende Devonmeer gelangte nicht bis dahin.

Im Carbon wurde der größte Teil von Australien in Falten gelegt, die von Adelaide aus gegen Norden in mehreren Bogen durch den Kontinent ziehen — auch während dieser Zeit war Westaustralien Festland. Dann transgredierte das permische Meer mit seiner indischen Fauna über die nördliche Hälfte des Landes, und auf dem übrigen Gebiet entstanden die Eisfelder der Permzeit. Ihre Tillite sind am Irwin-Fluß mit dem Permkalk eng verbunden.

Die australische Trias ist nur im Osten entwickelt und trägt festländischen Charakter. *Ceratodus* und Estherien lebten in Flüssen und Seen, ein fast 3 m großer Saurier — Skelett-Abdruck — harrt noch der Beschreibung.

Auch das Jurameer hat Westaustralien nur bespült, dann brandete das Kreidemeer an seinen Küsten, und endlich haben die tertiären Fluten im Südosten des Massivs marine Reste hinterlassen.

So war Westaustralien seit dem Kambrium Festland, und konnte daher im Wechsel der Klimate so tiefgründig abgetragen werden, daß die goldführenden Zonen der typhonischen Region zutage kamen. Wenn man von einem der Härtlinge oder Gänge die weite Hochebene überschaut (Fig. 1) und das Auge, 40 km weit, fast nur die horizontale Linie des Gesichtskreises verfolgt, dann fällt zuerst der graugrüne Pflanzenschleier auf, der scheinbar geschlossen die ganze Fläche bedeckt. Aber wenn wir das Land mit einer der Minenbahnen, im klappernden Auto oder mit dem, von wild dahinrasenden Pferden bespannten, Geologen-Wagen durchheilen, oder wenn wir zu Fuß das Gestrüpp kreuzen, dann erkennen wir erst, wie locker die 2—3 m hohen Sträucher der Eremäa¹⁾ stehen. Überall schaut dazwischen der kahle Boden hervor, und überall ist er rotgefärbt. Rote, von Trockenrissen tiefgespaltene Letten, rote Sande, roter Löß, rote Steinbrocken sind überall verbreitet, wo „Grünsteine“ den Untergrund zusammensetzen, und nur auf Granit, Porphyr oder Quarzgrund stellen sich gelbe Töne ein. Kommen wir aber an eine jener Senken, die auf den Karten mit blauer Farbe als „Seen“ eingetragen sind, dann verblüfft uns geradezu die karminrote Farbe der weiten Letten-Ebene.

Ich hatte den Vorzug, daß Herr Kollege WOOLNOUGH in Perth meine Exkursion in das Innere des wüsten Australiens mit solcher Sorgfalt vorbereitet hatte, und daß der in der Gegend von Niagara und Koolkynie arbeitende Feldgeologe J. T. JUTSON mich mit solch unermüdetem Eifer führte, daß ich in wenigen Tagen die wichtigsten Erscheinungen dieses klassischen Landes des Laterits und der Deflation kennen lernte. Beiden möchte ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank abstatten.

In einer kürzlich erschienenen Abhandlung²⁾ hat J. T. JUTSON eine so vorzügliche Darstellung des interessanten Ge-

¹⁾ DIELS Pflanzenwelt von Westaustralien, Berlin 1906.

²⁾ JUTSON: An Outline of the Physiographical Geology of Western Australia. Bull. Geol. Survey No. 61. Perth. 1914.

bietet gegeben, daß ich das dort Beschriebene und unter der Führung von Herrn JUTSON Gesehene im Folgenden schildern kann.

Trotzdem das westaustralische Massiv fast keine topographische Gliederung zu haben scheint, so hat doch JUTSON durchgängig einen Terrassenbau (s. Fig. 2) verfolgen können, der darin besteht, daß eine etwa 15—35 m mächtige Folge sehr weicher Tone durch eine harte Eisenkruste vor der Abtragung so lange geschützt wird, bis der Wind von der Seite her die harte Decke unterbläst, zum Niederbrechen bringt und dadurch eine rasche Abtragung der Tone ermöglicht. Die unverwitterten und daher härteren Massen des Grundgebirges setzen dann dem Wind eine zweite tiefere Grenze, und so entsteht eine untere Denudationsebene von welliger Oberfläche, deren Senken durch die vom Wind und gelegentlichen Regen entführten Massen ausgefüllt werden können.

JUTSON nennt die Oberkante des Geländes „old plateau“ und die nach dessen Abtragung übrigbleibende Fläche „new plateau“. Ich will jenes als die Oberplatte, dieses als die Unterplatte bezeichnen.

Geologisch stellt die Unterplatte ungefähr die obere Grenze des unverwitterten Grundgebirges dar, dem eine stark verwitterte Gesteinszone in Gestalt von Tafelbergen und vereinzelt Denudationsresten aufgelagert ist.

Betrachten wir von diesem Gesichtspunkt einen der vielen Aufschlüsse, die sich überall an den Abhängen des Tafellandes und seiner vorgeschobenen Inselberge öffnen, so sehen wir von unten nach oben folgende Gesteinsfolge:

Das Grundgebirge, aus gefalteten krystallinischen Schiefen zusammengesetzt, ragt mit seinen halbverwitterten letzten Ausläufern und Kernen in eine fast weiße Tonmasse hinein, die hie und da durch grüne oder gelbliche, halbverwitterte Kerne und Flecken bunt erscheint. Überall erkennt man noch Andeutungen der ursprünglichen Lagerungsformen, der Schichtung, Faltung, Schieferung, der Gangstruktur oder tektonischer Störungen. Nach oben verlieren sich diese Strukturen in der eintönigen Tonmasse. Zugleich verschwinden die färbenden Mineralien und machen einem blassen Gelb oder Weiß Platz. Ich will diese Region die Bleichzone nennen; sie hat eine Mächtigkeit von 5—8 m.

Ohne scharfe Grenzen geht sie in eine buntgefleckte Zone über. In dieser Fleckenzzone ist der Ton durch nuß- bis kopfgroße rote, braune, gelbe, blaue oder violette Flecken gesprenkelt. Sie sind meist von derselben Härte wie das sie



Fig. 1. Blick auf die Hochfläche von einer Diabasklippe.

Im Vordergrund eine rote Sandnehrung, links die rote Lettenpfanne, rechts das Lettenhaff.

Zu Seite 116.



Fig. 2. Steilrand der Oberplatte (Eisenkruste), Lateritprofil und Blick auf die Unterplatte.

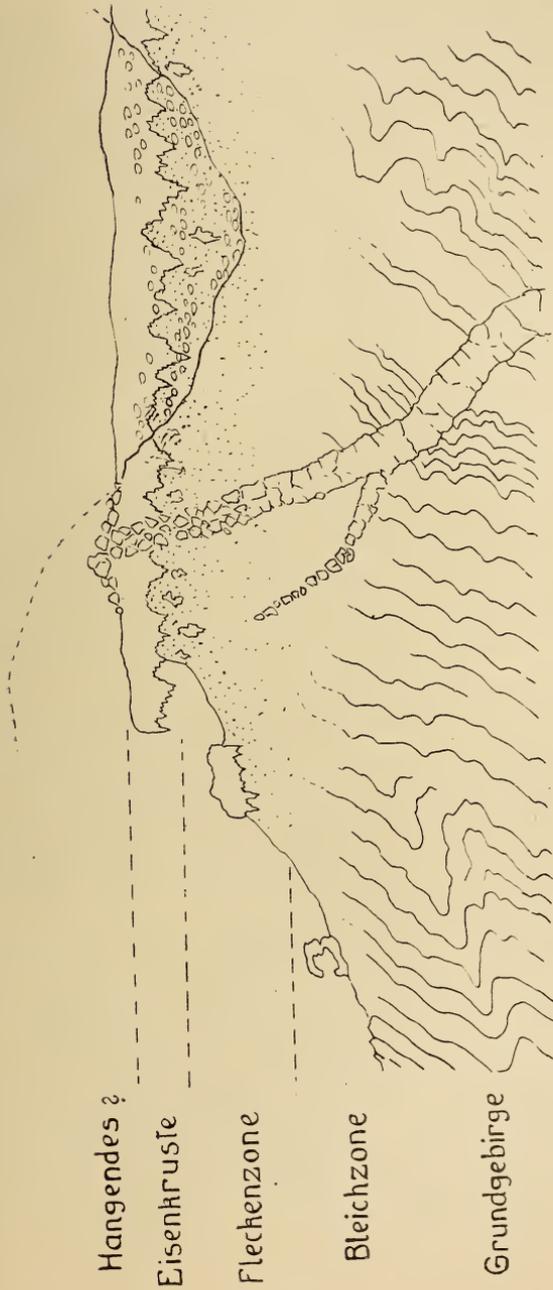


Fig. 5.

Idealprofil durch die laterisierte Oberfläche des westaustralischen Massivs.

Gefaltete Schiefer, von einem Quarzgang durchschnitten, rechts oben eine Einlagerung von konglomeratischem Laterit.

umgebende weiße Tonmaterial, bisweilen aber etwas härter, und bilden dann auf der Fläche des Abhangs Buckel und Knoten.

Aus diesen etwas härteren Konkretionen entwickelt sich nach dem Hangenden eine hochrote, unten noch lockere, nach oben immer mehr geschlossene Decke von rotem oder rotbraunem Eisenerz, die Eisenkruste, die als einheitliche harte Platte die Gesteinsfolge abschließt. Das ganze soeben geschilderte Profil stimmt mit dem Profil durch den Hochebenen-Laterit von Ostindien in allen Einzelheiten so überein, daß an der Identität beider Bildungen nicht gezweifelt werden kann.

Es erhebt sich hier zunächst die Frage, was sollen wir „Laterit“ nennen? Welches Gestein seiner Zeit BUCHANAN¹⁾ als Originalgestein für den von ihm gegebenen Namen vorlag, läßt sich heute nicht mehr feststellen — jedenfalls beschreibt BUCHANAN dasselbe als „zur Ziegelherstellung gebrauchte rote Tone“ und vergleicht es mit der „Terra lapidea“ älterer Autoren. Sicher hat er also die harte Eisenkruste im Hangenden des geschilderten Profils nicht gemeint. Ich vermute sogar, daß er umgelagerte, also nach späterer Bezeichnung „sekundäre“ Laterite darunter verstand. Angesichts der Tatsache, daß weiße, gelbe, violett- und rotgefleckte, rote und braunrote, knetbare Tone in den von mir untersuchten Lateritprofilen ohne scharfe Grenze übereinander lagern, scheint es mir zweckmäßig, das ganze Phänomen als Laterisation (Lateritisation ist linguistisch unrichtig) zu bezeichnen.

In Westaustralien sind, wie geschildert, krystallinische Schiefer laterisiert; bei Adelaide sieht man laterisierte algonkische Moränen, nahe dabei laterisierte permische Moränen; in Victoria sind laterisierte spättertiäre vulkanische Tuffe verbreitet. Man kann also laterisierte Gesteine aus allen Formationen erwarten. So deckt sich der Begriff der Laterisation ungefähr mit dem von v. RICHTHOFEN aufgestellten Begriff der „kumulativen“ Verwitterung.

Nicht immer ist die Eisenkruste in der geschilderten Weise als geschlossene Tafel entwickelt. Nach den Schilderungen von JUTSON (ich habe leider solche Aufschlüsse nicht selbst gesehen) wird die auf eisenreichen „Grünsteinen“ besonders harte und dicke Eisenkruste über Granitgrund durch eine Verkieselungsdecke ersetzt. Oft scheint auch ihr Gefüge nicht so geschlossen zu sein, daß sie der Abtragung dauernden Widerstand leisten könnte. Dann wird sie entfernt und darunter tritt je nach der Tiefe der Denudation die rote Oberzone, die

¹⁾ BUCHANAN: Journey from Madras. London 1907. II. S. 410.

bunte Fleckenzzone oder die weiße Bleichzone zutage. Wenn man solche Böden nebeneinander verfolgt, dann wird man unentschlossen, welchen man „Laterit“ nennen soll.

Die in Ostindien kartierenden Geologen haben schon in den 50er Jahren das Hauptgewicht auf die hangende Eisenkruste gelegt und nur diese als Laterit bezeichnet; spätere Beobachter sind wiederholt dieser Auffassung gefolgt — allein, ich halte diese Diagnose nicht für richtig. Sie widerspricht zunächst den Regeln der Priorität; dann greift sie eine zwar häufige, aber keineswegs durchgehende Einzelheit aus dem Lateritprofil heraus, und stellt diese so in den Vordergrund, daß zahlreiche ebenso wichtige und ebenso verbreitete Elemente des geschilderten Gesamtprofils in die Diagnose nicht hineinfallen würden.

Nach dem Vorgang von BUCHANAN, der das Hauptgewicht auf die rote Farbe legte, empfiehlt es sich daher, im engeren Sinne rote Verwitterungsmassen als Laterit zu bezeichnen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die oben unterschiedenen Zonen in den Profilen, die man in Westaustralien zwischen der Unterplatte und der Oberplatte so gleichförmig entwickelt sieht, durch einen einheitlichen Vorgang entstanden sind. Es geht das daraus hervor, daß häufig einzelne lebhaft rotgefärbte Schichtenbänder von dem gefalteten Grundgebirge durch Bleich- und Fleckenzzone hindurch bis an die Unterkante der Eisenkruste verfolgt werden können. Wenn man einen im Grundgebirge aufsetzenden Quarzgang durch die gefalteten Schichten hindurchschneidend bis zur Oberplatte verfolgt, wird er innerhalb der Bleichzone meist bröckelig und zerfällt leicht in eckige Stücke; aber diese liegen innerhalb der Tonmasse doch so geordnet, daß man den einstigen Zusammenhang unschwer erkennt. Bisweilen schneidet der Quarzgang sogar noch die Eisenkruste und bildet auf deren Oberfläche einen lockeren Haufen eckiger Trümmer (s. Fig. 5).

Der Vorgang, der zur Bildung der lateritischen Verwitterungsdecke führte, nahm seinen Ausgangspunkt von der Oberseite her, und drang von hier bis in wechselnde Tiefe, indem er das ursprünglich feste Gestein erweichte. Überall sehen wir daher das Muttergestein im Liegenden und die daraus entstandenen Umwandlungsmassen im Hangenden. Kerne des unverwitterten oder nur halbverwitterten Gesteins liegen noch vielfach zwischen Grundgebirge und Bleichzone, und die oben bröckeligen Quarzgänge sind dort noch festgefügt. Es handelt sich also bei der Laterisation nicht um eine vulkanische Veränderung von unten. Wir müssen daher die wesentlichen Eigenschaften der Laterit-

decke auf einen von oben nach unten erfolgten Verwitterungsvorgang zurückführen — aber die Eisenkruste verwickelt dieses einfache Bild.

Zunächst müssen wir fragen, woher die darin vereinigten Eisenmassen stammen? Ich habe eingehend die Frage erwogen, ob vielleicht überall da, wo wir heute eisenreichen Laterit finden, ehemals eine obere Schicht von vulkanischer Asche verbreitet gewesen sei, die dann in die Eisenkruste verwandelt worden wäre. Denn in Dekhan, wo der eisenreiche Laterit zuerst erkannt wurde, liegt er meist noch heute auf vulkanischen Gesteinen, und auch in Australien haben vulkanische Eruptionen eine große Rolle im späteren Tertiär, besonders in den östlichen Staaten, gespielt. Aber, indem ich zahlreiche und verschiedenartige Lateritprofile auf den verschiedensten Unterlagen verglich, und die Frage mit den australischen Kollegen eingehend besprach, bin ich immer mehr von dieser Auffassung abgekommen.

Es ist für dieses Problem besonders wichtig, daß die Eisenkruste verschwindet, sobald man von basischen Gesteinen auf saure Gneise oder Granite kommt. Sodann fehlen gerade in der unteren „Bleichzone“ die färbenden Eisenminerale vollständig.

Wenn die Eisenkruste eine mittlere Mächtigkeit von 1 m hat, und darunter 20 m gebleichtes Gestein folgt, dann würde dies bedeuten, daß in dieser Region 5 Proz. des ursprünglich darin enthaltenen Eisens gelöst und nach oben befördert wurde, um in der jetzt durch die Eisenkruste gegebenen Zone zur Ausfällung zu kommen.

Ich glaube nun allerdings, daß die Bildung der Eisenkruste nicht an der damaligen Erdoberfläche erfolgt ist, sondern daß sie sich in einem geringen Abstand von dieser „subterran“ gebildet hat. Die Beweise hierfür sehe ich in den sogenannten „konglomeratischen“ Lateriten.

Es war mir bei früheren Literaturstudien mehrfach aufgefallen, daß aus Indien neben den sekundären auch primäre „Lateritkonglomerate“ beschrieben wurden; und ich muß offen gestehen, daß mir diese Dinge aus der Beschreibung nie ganz klar geworden waren. In Westaustralien zeigte mir nun Herr JUTSON mehrfach solche Profile, in denen unterhalb der Eisenkruste in der Fleckenzzone, neben den dort so häufigen, unregelmäßig umgrenzten „konkretionären“ Flecken auch andere von ganz scharf umrissenem Rand verteilt waren, die nichts anderes als eisenreichere Gerölle sein konnten, welche bei der Laterisierung ihren Umriß behalten hatten. Indem ich solche

Aufschlüsse verglich, kam ich zu der in der Fig. 5 rechts oben angegebenen Auffassung, daß ein Gelände mit Felsenklippen und dazwischen verlaufenden, durch Schutt und Sedimente erfüllten Tälchen vor der Laterisierung existierte, das dann einheitlich verwittert wurde. Hierbei mußten die Geröllzungen in den Talrinnen ebenso verwandelt und erweicht werden wie die Felsenriegel zwischen ihnen, und eine einfache Überlegung zeigt uns, daß dann ein jetzt verschwundenes „Hangendes“ notwendig angenommen werden muß, unterhalb dessen die Eisenkruste entstand (s. punktierte Linie Fig. 5).

Diese einst die Eisenkruste überlagernden Massen lieferten natürlich ebenfalls ihren Eisengehalt zur Bildung derselben, bevor sie durch spätere Denudation entfernt wurden — allein, da ich, sowohl wie die australischen Kollegen, die Mächtigkeit dieses hypothetischen „Hangenden“ nur auf etwa 2 m taxiere, müßte es schon außergewöhnlich eisenreich gewesen sein, wenn es die für die Bildung der 1—2 m mächtigen Kruste nötigen Eisensalze allein hätte liefern sollen. Es scheint mir daher natürlicher, anzunehmen, daß eine Lösung der Eisenminerale in der ganzen Mächtigkeit der verwitterten Masse erfolgte, die dann in einem Abstand von etwa 2 m unter der einstigen Erdoberfläche zur Ausfällung gelangte.

Es hat für den mit den „normalen“ Vorgängen der Grundwasserbewegung in einem regenreichen Klima vertrauten Forscher eine gewisse Schwierigkeit, sich zu erklären, wie die in der Tiefe gelösten Eisenverbindungen nach oben wandern und hier ausgeschieden werden sollen, und es liegt sogar scheinbar ein Widerspruch darin, wenn ich oben feststellte, die Verwitterung des Gesteins sei von oben nach unten erfolgt — während ich soeben zu dem Schlusse kam, daß die Eisenkruste durch eine von unten nach oben wirkende Kraft entstanden sei.

Solange man annahm, daß der Laterit ein Produkt der heutigen Tropen sei und unter dem regenreichen Klima jetzt noch dort entstehe, konnte man die Lateritbildung nur auf der Voraussetzung einer beständigen Durchspülung der Gesteine von oben nach unten aufbauen.

Ich selbst habe so lange Jahre unter dem Einfluß der von F. v. RICHTHOFEN, PECHUEL-LÖSCHE u. a. begründeten Ansicht gestanden, daß der Laterit noch heute in den regenreichen Tropen entstehe, daß es mir nicht leicht geworden ist, mich von dieser Auffassung freizumachen. Und doch drängen alle mir bekannten Tatsachen zu dem Schluß, daß der Laterit und die mit ihm verbundenen Roterden fossil in dem Sinne sind, daß sie zwar unter bestimmten klimatischen Umständen

mit ihren charakteristischen Eigenschaften bis zum heutigen Tag erhalten werden können, aber doch sich nicht mehr neu bilden. In Indien habe ich schon im Jahre 1888 zahlreiche Tatsachen kennen gelernt, die man nicht anders deuten kann; dann¹⁾ habe ich im Sudan den Laterit unter den 10 m mächtigen schwarzen Ablagerungen des Nils, in Nubien unter der braunen Schutzrinde der Wüste nachgewiesen. PASSARGE²⁾ hat gezeigt, daß in Adamaua nur fossile Laterite und Roterden zu finden sind; VOLTZ³⁾ beobachtete, daß in Nord-Sumatra kein alluvialer oder auch nur jungdiluvialer Laterit vorkomme; in einer vorzüglichen Arbeit hat neuerdings R. LANG⁴⁾ dasselbe für Java, Singapur und Malakka nachgewiesen; ich selbst habe (ohne diese Publikation gelesen zu haben) bei einem achtwöchigen Aufenthalt in Java genau dieselben Beobachtungen dort durchgeführt. Zahlreiche andere Tatsachen⁵⁾, die ich hier nicht ausführlich anführen kann, liegen mir aus Brasilien, Kamerun, Togo, Kapstadt, Pangani und den Karolinen vor — kurz, es kann für mich heute kein Zweifel bestehen, daß in den heutigen Tropen zwar diluviale Laterite und Roterden weit verbreitet sind, daß sie in regenarmen Gebieten weiter erhalten und umgelagert, aber nirgends mehr neu gebildet werden.

Wir müssen uns daher auch von dem Gedanken freimachen, daß Laterit und Roterde unter einem regenreichen Pluvialklima entstanden seien, bei dem ein beständiger Überschuß von Regenwasser den Boden durchlief und alles Gelöste nach der Tiefe weiterführte.

Vielleicht geben uns dagegen die klimatischen Bedingungen, die ich bei meiner Weiterreise in Nordaustralien während eines kurzen Aufenthaltes in Port Darwin kennen lernte, einen Hinweis auf die Umstände, die bei der Lateritbildung geherrscht haben möchten. Wenn wir, von der SW-Ecke Australiens gegen seine Nordspitze vorschreitend, die Linien gleicher Niederschlagsmengen verfolgen, so beginnt dort eine kleine Bergregion mit 100 cm Regen; dann folgen in schmalen Streifen die Isohyeten von 75, 50 und 25 cm, und endlich das fast

¹⁾ J. WALTHER: Das Gesetz der Wüstenbildung. II. Aufl. Leipzig 1910, S. 298.

²⁾ PASSARGE: Adamaua, S. 397/9.

³⁾ VOLTZ: N. Sumatra I, S. 213.

⁴⁾ R. LANG: Geol.-mineral. Beobachtungen in Indien. Centralbl. f. Min. 1914, S. 513.

⁵⁾ Ich werde diese in einer besonderen Arbeit in Petermanns Geogr. Mitteilungen veröffentlichen.

regenlose Innere der in diesem Aufsatz besonders behandelten Wüstenregion. Etwa vom 20. Grad südl. Breite macht sich dann wieder der Einfluß der Äquatorialregen geltend, und auf eine Zone von 25 und 50 cm, folgt die von 75, 100 und 125 cm, bis die jährlichen Niederschläge endlich bei Port Darwin eine Höhe von 150 cm erreichen. Aber diese fallen hier nicht über das ganze Jahr regelmäßig verteilt, sondern im Dezember und Januar mit solcher Stärke und so ungeheuren Wassermassen, daß sich das Land in wenigen Wochen in einen fast unpassierbaren Sumpf verwandelt. Die Ansiedler im Inneren des fruchtbaren Landes verlassen dann vielfach ihre Farmen, lassen ihr Vieh im Busch und suchen Zuflucht an der Küste, weil aller Boden so mit Wasser getränkt ist, daß nur einzelne (von der lateritischen Eisenkruste bedeckte) Berg Rücken festen Weguntergrund bieten. Auf diese Regenzeit folgt dann eine lange Dürre, wobei der größere Teil der im Boden enthaltenen Wassermengen durch Verdunstung wieder aufsteigt so daß infolgedessen der Wasserspiegel in den Zisternen (nach Mitteilungen des Geologen Dr. JENSEN) bis zu 10 m Tiefe sinkt.

Man muß sich solche Umstände vorstellen, wenn man begreifen will, wie unter dem Einfluß von Regen in jedem Jahr die oberen Schichten der festen Erdrinde erweicht, von oben nach unten durchwittert und doch darauf durch Verdunstung wieder von aufsteigenden Lösungen durchzogen werden, deren Lösungsgehalt nahe der Erdoberfläche ausgefällt wird.

Daß der westaustralische Laterit und die auf der Unterplatte so weit verbreiteten Roterden ihren wesentlichen Charakter verlieren, sobald die jährlichen Niederschläge steigen, läßt sich leicht beobachten, wenn man von dem durch weniger als 25 cm Regen befeuchteten Inneren gegen das regenreiche Küstengebiet fährt. Da die Minenstadt Kalgoorlee, in deren näherer Umgebung („die goldene Meile“) in 16 Jahren für 1200 Millionen Mark Gold gewonnen worden sind, in einer völlig wasserlosen Gegend liegt, so ist von der Küste eine 570 km lange Wasserleitung dahin gelegt worden, und die dicken Rohre liegen längs der Eisenbahn in einem 3 m tiefen Graben, der zum größeren Teil offen ist und daher eine fortlaufende Kette von Aufschlüssen bietet. So kann man vom Zuge aus verfolgen, wie die rote Farbe der Oberschicht bei der Annäherung an das regenreichere Küstengebiet allmählich in Braun und Gelb übergeht, während in der Tiefe noch immer die rote Farbe auftritt. In der Darling-Kette bei Armadale, die ich mit Kollegen J. W. GREGORY unter Führung des Herrn Assistenten MILL besuchte, war sowohl die Eisenkruste wie

die darunter lagernden Tone gelbbraun gefärbt, obwohl das allgemeine Profil mit den Profilen im Inneren des Landes, wo die rote Farbe herrscht, sonst völlig übereinstimmt.

Da ich an den anderen regenreichen Küsten von Australien dieselbe Erfahrung machen konnte, da in Java sogar die zwischen roten Laterithügeln angelegten Reisfelder (Sawah), die ständig bewässert und durchhackert werden, alle Übergänge vom Rot des ursprünglichen Laterits in Rotbraun, Braun, Gelb und Grau verfolgen lassen — so zeigt schon der bloße regionale Vergleich, daß die rote Farbe des Laterits und der Roterde nur bei Regenarmut erhalten bleibt, bei Regenreichtum aber in Braunerde verwandelt wird.

Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß das heutige Klima von Australien in seiner Regenverteilung für die Bildung des Laterits nicht verantwortlich gemacht werden kann.

Drängen schon diese Tatsachen zu dem Schlusse, daß der westaustralische Laterit nicht rezent, sondern fossil ist, so beweisen topographische, tektonische und allgemein geologische Tatsachen dieselbe Ansicht.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß das ganze westaustralische Massiv einstmals um den Betrag des Abstandes der Unterplatte von der Oberplatte, also etwa 30 m, höher lag, und daß auf diesem einstigen Niveau sogar noch eine hangende Gesteinsmasse von mehreren Metern lag, bevor die Abtragung einsetzte, die seither große Flächen des Landes um mehr als 30 m erniedrigte. Zunächst mögen die abtragenden Kräfte leichtes Spiel gehabt haben, die weichen Deckschichten zu entfernen, die über der subterranean Eisenkruste lagen. Sobald aber diese die Oberkante des Geländes abschloß, mußte eine Verzögerung eintreten, und eine kurze Spanne Zeit war Westaustralien ein völlig ebenes Tafelland, nur hie und da überragt von einem mauerartig dahinziehenden Quarzgang oder einer rundlichen Kuppe, die eine Quarzröhre, einen Granitdom oder ein Porphyrvorkommen markierte.

In der australischen Literatur ist vielfach von einer wesentlich regenreicheren Zeit die Rede, die der geologischen Gegenwart vorausgegangen sein soll. Ich kann nicht nachprüfen, inwieweit diese Ansicht für den Süden und Osten des Kontinents gelten mag — aber in den von mir untersuchten Gebieten habe ich eher die gegenteilige Ansicht gewonnen. Auch Dr. JENSEN ist in einer neueren Studie¹⁾ dafür

¹⁾ JENSEN: The Nature and origin of Gilgai Country. Proc. Roy. Soc. of N. S. Wales. 45, 1911, S. 348.

eingetreten, daß die Diluvialzeit sogar im östlichen Australien eine Trockenperiode war.

Für Westaustralien läßt sich direkt beweisen, daß vor Beginn des jetzigen ariden Denudationszyklus das ganze Land verkarstet war; also selbst in dem Fall, daß damals größere oder anders verteilte Niederschläge fielen, herrschten doch ungünstige Umstände für eine Ansiedlung von Pflanzen. Die aus einem zelligen Gefüge von härteren Eisenknoten, Eisensträngen und vielgestaltigen Gebilden zusammengesetzte Eisenkruste, zwischen denen weichere Ockerpartien liegen, wirkt auch heute noch wie ein Sieb und läßt alle Niederschläge rasch hindurch in die Flecken- und Bleichzone sickern. So kommt es, daß man gerade auf der Oberplatte jene Kümmer- und Zwergflora trifft, die für die pflanzengeographische Provinz der „Eremäa“ so charakteristisch ist. Klettert man aber über die Kante der Oberplatte nach den liegenden Tonen, dann sieht man eine viel besser gedeihende, oft geradezu eine dichte Buschflora. Hier wachsen die lachsfarbenen Salmon-Gums (*Eucalyptus salmonophoia*) und eine Menge anderer schattenspendender Pflanzen, zwischen deren Ästen Papageien nisten und unter deren Wurzelwerk die Beuteltiere ihre Baue haben. Solange die Eisenkruste als geschlossene Decke über ganz Westaustralien gespannt war, fiel diese Flora aus, und überall konnte nur die xerophile „Mulga“ gedeihen.

Daß Westaustralien zum größeren Teil regenarm, ja vielfach regenlos ist, haben wir schon oben geschildert. Bei meinem Besuche hörte ich, daß es in der Gegend von Niagara-Yerilla seit 3 Jahren überhaupt nicht geregnet habe. Ein großer Teil der ariden Mulga-Flora war dürr und abgestorben, und die silbergrauen Äste der Sträucher zersplitterten an den Wänden des Autos, wenn wir mitten durch die Wildnis rasten. Keine Spur von Wasser war in dem von der Regierung bei Yerilla angelegten Staudamm, und die noch zu schildernden „Seen“ waren wasserlose, karminrote Tonebenen. Keine Talrinne führt aus diesem völlig abflußlosen Gebiet nach der Küste, und so bleibt, wie JUTSON in seiner oben erwähnten Monographie bis in alle Einzelheiten schildert, nur der Wind und die Deflation als ausräumende Kraft übrig. Obwohl ich mich in mancher abflußlosen Gegend umgesehen habe, so ist mir kaum ein Land bekannt geworden, in dem die Kraft der Deflation in so ausnahmsloser und eindrucksvoller Weise zu beobachten ist. Sand fehlt fast überall — man kann also nicht das Sandgebläse zu Hilfe nehmen — vielmehr ist es nur die abhebende Tätigkeit des Windes,



Fig. 3. Unterblasener Block der Eisenkruste durch Verwitterung zerfallend.

Zu Seite 128.



Fig. 4. Dunkle Diabasfelsen mit Schutthalde am Ufer einer roten Lettenpfanne, aus der eine DiabasinseL heraustritt.

die man überall beobachtet. Rote Staubwolken ziehen über das Land, rote Tromben wirbeln den Staub hoch in die Luft, und roter Staub häuft sich überall in den Senken auf.

Die Eisenkruste bildet meist einen Überhang; phantastische Zapfen hängen von ihm herab, zwischen denen sich tiefe Löcher zu Höhlen erweitern. Nur mühsam kann man zwischen ab- und aufsteigenden „Stalaktiten“ und „Stalagmiten“ in diese Höhlen hineinkriechen, die oft mehrere Meter tief unter die Eisenkruste leiten. Ihr Boden ist mit einem feinen Tonmehl handhoch bedeckt, das kein noch so heftiger Regenguß herausspülen würde, wenn nicht der Wind in alle diese Höhlen und Löcher hineindringen und das Gelockerte entführen könnte. So werden die harten, zelligen Eisenkonkretionen der Oberplatte unterwühlt und unterblasen, bis ein Streifen von 1—3 m Breite oder ein unregelmäßiges Stück herabbricht und sich entweder im weichen Ton der Flecken- oder Bleichzone eingräbt oder weit hinab auf die Unterplatte kollert. Ich habe wiederholt den Rand der Eisenkruste über ein System von kleinen „Treppenbrüchen“ übersteigen müssen, und oft war es nur auf Umwegen möglich, die Oberkante zu erreichen.

Wie in anderen Deflationsgebieten, dringen tiefe Buchten und Amphitheater in den Rand des Tafellandes hinein; weite Kesselgruben öffnen sich durch schmale Pforten, deren eine ich („JUTSONS Zirkus“) besonders lebhaft in Erinnerung habe; kühne Naturbrücken überspannen eine Öffnung, Zeugenberge und Pilzfelsen sind dem Rand der Tafel vorgelagert. Da Herr JUTSON alle diese Dinge beschrieben und auf reine Deflationswirkung zurückgeführt hatte, ohne meine von ähnlichen Dingen handelnden Arbeiten zu kennen, war mir seine Führung durch eine mir so wohlvertraute Formenwelt von besonderem Interesse.

Einige Tafelberge, deren Oberkante absolut mit der Oberplatte des nächsten Tafellandes übereinstimmte, waren von diesem durch eine etwa 10 km weite Deflationslücke getrennt — der Zeitraum, welcher nötig ist, um diese Lücke zu bilden, entspricht der Zeit, die vergangen sein muß, seit das westaustralische Massiv durch Deflation teilweise um 30 m abgetragen wurde. Die Laterisierung und die Entstehung der Eisenkruste aber geschah vorher.

Zu einer ganz entsprechenden Auffassung über das Alter des westaustralischen Laterits gelangt man bei Betrachtung der Talrinnen, die in dem regenreicheren Küstenland bei Perth in die Lateritdecke durch Erosion eingeschnitten worden sind: der Helena-Fluß bildete eine Erosionsschlucht von 120 m Tiefe durch ein von Laterit bedecktes Tafelland.

Endlich bietet uns die Tektonik von Westaustralien ähnliche Anhaltspunkte. Nach dem übereinstimmenden Urteil der australischen Kollegen sind die Bruchlinien, die die Westküste ebenso wie die Ostküste des Kontinents jetzt begrenzen und gliedern, von ganz jungem Alter. Viele können erst im Diluvium entstanden sein, und da Erdbeben gerade in diesen Küstenländern auftreten, ist es wahrscheinlich, daß manche dieser Spalten sich jetzt noch bewegen. In Westaustralien schneiden nun diese Brüche auch die Lateritdecke und bilden die Stufen des Küstenlandes. Also muß auch hier die Lateritbildung älter sein.

Im NW des australischen Kontinents entstehen zu gewissen Zeiten tiefe barometrische Depressionen, die dann längs der Küste bis gegen den 20. Breitengrad ziehen, hier landeinwärts lenken und nun quer durch die Eremäa bis zur „Großen Bucht“ im Süden wandern. So selten auch derartige Wetter auftreten, und so wenig sie mit allen ihren Wasserfluten das Meer erreichen können, so wirken sie doch innerhalb des abflußlosen Gebietes in kräftigster Weise. Aus den im Federal Handbook for the Brit. Ass. Meeting zusammengestellten Daten greife ich heraus, daß am 3. Mai 1890 bei Fortescue 70 cm Regen fielen, am 17.—19. Februar 1896 bei Thangoo 75 cm, am 3. April 1898 bei Whim Creek 90 cm. Neben diesen Maximalmengen werden noch kleinere Güsse von verschiedenen Orten und Zeiten angegeben.

Man muß sich einmal klarmachen, was es heißt, daß mitten in einer dünnen Wüste, die von einer sperrigen, fast blattlosen Flora besiedelt ist, in wenigen Stunden solche Wassermengen herabstürzen und nach kurzem Lauf verdunsten (die Verdunstungshöhe beträgt nach derselben offiziellen Quelle bei Kalgoorlee 220 cm, bei Boulia sogar 360 cm). Die Folge ist, daß diese Wasser den kürzesten Weg nach der nächsten Senke einschlagen und allen mitgeführten roten Sand und Schlamm hier ausbreiten. Auf ihrem Weg reißen sie scharfe, flache Erosionsrinnen in den weichen Boden, aber sie vermögen keinen der mitgerissenen Quarzbrocken zu runden, kein unverwittertes Gesteinsstück zu entkanten.

So finden wir jetzt am Ufergebiet einer solchen Depression zwischen höheren, mit scharfkantigem Schutt überstreuten Flächen die Erosions-Furchen, in denen das Wasser dahinschoß. Noch umgeben uns die blattlosen Rutenbündel der eremäischen Mulga, da öffnet sich zwischen ihnen eine Lücke und vor uns liegt eine grellrote, absolut horizontale Tonfläche. Keine der sukkulanten Chenopodiaceen, welche das Ufer säumen, vermag auf

die mit eruptosen Salzen geschwängerten Letten zu wandern, kein blaugrauer Busch unterbricht ihre karminrote Fläche. Wir versuchen, auf sie zu schreiten, aber bald hängen sich solche Tonklumpen an unsere Füße, daß wir kaum vorwärts kommen. Am Ufer des Lake Roarside bei Yerilla fand ich durch Stichproben, mit Hilfe einer alten Konservendbüchse, daß der rote Ton schon 75 m vom Rande in 22 cm auf Grünstein auflagerte. Einige Bohrversuche, die man bei Kalgoorlee auf Wasser ansetzte, ergaben eine Mächtigkeit der Tonmasse von 125 m. Man fand hier unter den roten Letten auch ein dünnes, edriges Kohlenbänkchen — wenn man erwägt, daß diese „Lettenkohle“ in einem Lande entstand, in dem Cycadeen zu den charakteristischen Pflanzen gehören und wo *Ceratodus* noch heute lebt, dann gewinnt dieses Profil für den deutschen Geologen ein besonderes Interesse.

Weder Trockenrisse noch Fährten sah ich auf dem im heißen Sonnenbrand klebrigen, salzreichen Letten, und seine Pflanzenarmut beruht augenscheinlich auch auf dem Salzgehalt.

Von einer 70 m hohen Diabasklippe am Nordufer des Sees (Fig. 1), konnte ich wohl 40 km in die Runde sehen, ohne die kleinste Bodenschwelle auf der unermeßlichen Rumpfebene zu erkennen. Das ferne andere Ufer der roten Lettenpfanne war wieder von einem graugrünen Pflanzensaum begleitet. Eine dunkelgrüne Felsen-Insel erhob sich aus der roten Fläche, während daneben (s. Fig. 4) eine Bucht der Lettenpfanne durch eine sandige, rote Nehrung in ein Lettenhaff verwandelt war.

Am Fuß der Diabasfelsen konnte (s. Fig. 4) ich einen Vorgang beobachten, den JUTSON in seiner Arbeit eingehend schildert und als „Wandern der Seen“ beschreibt. Ich möchte, um das Wesentliche der Sache herauszuheben, von „wasserloser Abrasion“ sprechen. Denn es handelt sich darum, daß die im Letten enthaltenen Salze den damit in Berührung tretenden Felsen durchziehen und durch die Sonnenwärme am Ufer wieder ausblühen. Hierbei wird das Gestein völlig zermürbt und zersplittert wie gebrochenes Buchenholz. Der Wind bläst die kleinen Grünsteinblätter rasch ab und verteilt sie über den Letten, wo sie im roten Lehm verschwinden. So bildet sich am Ufer des wasserlosen Sees eine metertiefe Hohlkehle und die darüber entstehenden Felsmassen brechen bald haltlos herab.

Vorgänge, die mit der allgemeinen Denudation des Landes zusammenhängen mögen, die ich aber nicht im einzelnen verfolgen konnte, führen endlich dahin, daß der rote Letten entsalzt und dadurch für eine Besiedelung durch die Wüsten-

flora geeignet wird. Hierbei rückt diese rasch von allen Ufern gegen die Fläche herein, und bald ist der rote Lettenspiegel unter dem Schleier der Mulga verborgen. Solche alte Seen sind so weit verbreitet, daß ich unter Herrn JUTSONs Anleitung sie bald überall wiedererkannte; und als ich mitten in einem solchen völlig ebenen Lettengebiet eine sehr unwillkommene Autopanne erlebte, die meine Weiterreise nach Kriegsausbruch fast vereitelt hätte, da war doch, trotz der persönlichen Sorgen, das geologische Bild so lehrreich, daß ich mehrere Stunden auf sein genaueres Studium verwandte.

Es ergibt sich also, daß in Westaustralien rote Letten von großer Mächtigkeit und trotz ihrer horizontalen Schichtung, fern vom Meere, ja beinahe auf völlig trockenem Wüstenboden entstehen; daß solche transgredieren und auf benachbarten Felsengrund hinüberwandern können; daß, wenn dies in der Nähe des Ozeans erfolgt, auch kurze Invasionen des Meeres Meeresmuscheln auf die leblose Tonebene verstreuen können; daß aber ebenso rasch wieder eine kleine Oszillation oder Hebung hinreicht, um das Meer abzuschließen und wieder Wüstenbedingungen zu erzeugen. Der Wind mag solche vergängliche Wasserflächen mit Estherien-Keimen überstreuen: ein hier verdunstender Fluß kann *Ceratodus* enthalten; und wie die Beuteltiere, so mögen genügsame Saurier in besser bewachsenen Hügeln ihre Heimat haben, von der aus sie ihre Jagdzüge nach den fischreichen Wasserlöchern unternehmen.

Es war mir bei meinen Streifzügen durch Westaustralien aufgefallen, daß außer den soeben geschilderten roten Letten und verhältnismäßig schwachen Anhäufungen von rotem Sand keine anderen Alluvionen bei der Zerstörung und Umarbeitung der im geschilderten Lateritprofil enthaltenen Massen zu entstehen scheinen. Daß die Quarzmassen der Gänge als breccienartiges Steinpflaster das Nachbargebiet überdecken, habe ich geschildert; der Gangquarz scheint besonders widerstandsfähig zu sein — aber warum sieht man keine Gerölle oder auch nur Anhäufungen von Stücken der Eisenkruste, die doch die Oberplatte als ein so hartes Gebilde bedeckt?

Ich habe die Abhänge der Aufschlüsse daraufhin vielfach untersucht und stets gefunden, daß die großen und kleinen Blöcke der Eisenkruste bald in Atome zerfallen. Es scheint hierbei wieder besonders das im Boden enthaltene und durch keine Abflußmöglichkeit zu entfernende Salz die wichtigste Rolle zu spielen. Denn jeder auf der Flecken- oder Bleichzone ruhende Lateritblock nimmt aus dem Boden hygroskopische Salze auf, die durch ihn hindurchsickernd, ihn zerlegen, chemisch

und mechanisch aufschließen und dem rettungslosen Verfall überlassen. Alle kleinen Bruchstücke ergreift dann der Wind und trägt sie so weit, bis sie auf einer Tonebene festkleben oder im dürren Busch die rote Lettenmasse vermehren. Jedenfalls bleibt von dem bunten und differenzierten Lateritprofil fast nichts übrig wie roter Letten.

Man sollte meinen, daß der Quarz in Granitgebieten als Residuum übrigbleiben und ausgedehnte Sanddünen bilden möchte; aber auch die Quarzelemente des Granits scheinen bei der Laterisierung in feinste Stäubchen zu zerfallen. Denn alle meine Bemühungen, solche Sande zu finden, die mir doch aus so vielen anderen Wüsten bekannt waren, schlugen fehl. Nur an einem aus Syenit (?) bestehenden Felsengebiet (leider kann ich jetzt die Gesteinsart nicht nachprüfen, da meine westaustralischen Sammlungen noch in Australien lagern) war ein rostgelber Sand in allen Rinnsalen aufgehäuft.

Indem ich zum Schluß die hier beschriebenen Tatsachen aus Westaustralien mit den Erfahrungen, die ich auf meiner Weiterreise um den größeren Teil des Kontinents, dann weiter über Celebes nach Java und über Singapur nach Sabang (Nordsumatra), vorher aber bei Kapstadt, früher im Sudan, in Ostindien vom Himalaya bis nach der Koromandelküste und in Ceylon gemacht habe, verknüpfe und manche Literaturangabe damit vergleiche, komme ich zu folgendem Ergebnis:

Rote Verwitterungsprodukte auf erster und zweiter Lagerstätte sind innerhalb der regenreichen Pluvialregion ebenso wie in den benachbarten ariden Wüsten weit verbreitet, ja an manchen Stellen greifen sie bis in die humide Region des gemäßigten Klimas hinüber.

Trotz der scheinbar mit dem jetzigen „Tropenklima“ übereinstimmenden regionalen Verbreitung besteht kein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem roten Laterit und dem jetzt dort herrschenden regenreichen, heißen Klima. Wie der in Norddeutschland so weit verbreitete diluviale Geschiebelehm hier nicht mehr entsteht, wie sich der Löß in Innerasien nicht neu bildet, sondern nur diluviale Lößmassen umgelagert und erodiert werden, sind die mir bekannten Laterite und Roterden auf erster Lagerstätte keineswegs Bildungen der Gegenwart, sondern entstanden in einer früheren Periode unter einem für jene Zeit charakteristischen Klima. Ich vermute, daß kurze, aber sehr niederschlagsreiche Perioden mit sehr starken Trockenzeiten abwechselten, wobei alle im Boden entstandenen Lösungen durch Verdunstung nach oben befördert und hier ausgefällt wurden.

Einschlüsse von sehr primitiven Steinwerkzeugen in der Eisenkruste bei Madras, die Laterisierung altdiluvialer Vulkane in Java bei dem Mangel von Laterit und Roterden auf den jüngeren Vulkankegeln, die Rotfärbung alter Flußterrassen auf Sumatra und besonders die bekannte Ferrettsirung älterer Moränen am Südabhang der Alpen (die völlig mit der Laterisierung übereinstimmt), machen es wahrscheinlich, daß die Lateritbildung während der Diluvialzeit erfolgte.

Wo solche fossile Laterite am Boden des tropischen Urwaldes oder durch tropische Agrikultur stark durchfeuchtet und durchlüftet werden, bedecken sie sich mit einer allmählich wachsenden Schicht von Braunerde, die auch durch gelbe und graue Böden vertreten werden kann. (Rote Laterite, die ich im Jahre 1888 in Ostindien sammelte, sind schon in den seither verflossenen 25 Jahren rostbraun geworden). Wo alte Laterite durch künstliche Aufschlüsse oder bei rascher Abtragung immer frisch entblößt werden, da erhält sich auch in regenreichen Tropengebieten die rote Bodenfarbe, doch führen die Flüsse gelben Schlamm.

Dagegen bleibt die rote Lateritfarbe regional erhalten, und färbt auch alle neuentstehenden oder umgelagerten Alluvionen, wenn das dort herrschende Klima regenarm oder, bei höheren Niederschlägen, durch eine längere Trockenzeit ausgezeichnet ist.

Die Eisenkruste bildet sich nur bei der Laterisierung von sehr eisenreichen Gesteinen und wird auf benachbarten eisenärmeren Felsarten durch Verkieselung vertreten. Sie kann daher nicht als wesentliche Diagnose für Laterit benutzt werden, obwohl ihr Auftreten als Leithorizont eine große stratigraphische Bedeutung hat und vielleicht ermöglicht, daß man in den Tropen prälateritische und postlateritische Bildungen (Vulkane, Terrassen, Riffe) unterscheiden kann.

Die diluviale Laterisierung ist nicht die einzige derartige Verwitterungsperiode der Erdgeschichte. Vielmehr gingen ihr im Eocän und Unterperm, vielleicht auch im Präkambrium ältere Perioden der Laterisierung voraus. Ihre erst oben rotgefärbten, darunter gefleckten und weißen Produkte konnten bei einem darauf folgenden ariden Klima (Zechstein, Trias) als rote Letten und rote Sandsteine erhalten bleiben, während sie unter dem regenreichen Klima der Braunkohlenzeit (deren Moore sich mit Vorliebe auf den älteren Tonlagern bildeten), zum größeren Teil denudiert, und in gelbe oder weiße Sedimente verwandelt wurden. Nur vereinzelte Reste roter Verwitterungsmassen blieben (Bürgel, Halle, Bunzlau, Cunnersdorf b. Kamenz) erhalten.

Die Bedeutung der Laterisation für die Entstehung der permischen Diskordanz und der „präoligocänen“ Landfläche in Deutschland kann hier nur angedeutet werden.

Zur Diskussion sprachen die Herren KRUSCH, RAUFF, BEYSCHLAG und der Vortragende.

Herr P. KRUSCH¹⁾: Auf meiner Reise in Westaustralien habe ich den Laterit nicht nur im Gebiet der krystallinen Schiefer und Grünsteine sondern auch auf Sandsteinen und Schiefertönen gefunden.

Das Sandsteingebiet liegt bei der Eisenbahnstation Donnybrook²⁾ etwa 130 englische Meilen südöstlich von Perth und 26 Meilen von dem Hafen Bunbury am Preston River. Es besteht, abgesehen von den Verwitterungsbildungen aus roten bis weißen Sandsteinen unbestimmten geologischen Alters, die mit untergeordneten Tonschiefern wechsellagern. Die Schichten liegen fast horizontal und sind in ihren oberen Teilen und in der Nähe der in ihnen auftretenden Goldgänge sehr stark verwittert und zersetzt²⁾. Sie enthalten zahlreiche Feldspatkörner, die heute bereits kaolinisiert sind, charakterisieren sich also als mittelkörnige Arkosen. Der Tonschiefer ist in festem Zustande ein weiches, bläulich graues Gestein, welches zahlreiche Schwefelkiesknollen umschließt. In der Nähe der Gänge ist der Schiefer infolge der Auslaugung und der Oxydationsvorgänge rot gefärbt.

Hier interessiert uns vor allem die dieses Gestein überlagernde Eisensteindecke. Das bewaldete Hügelland mit seinen flachen, nur 180 bis 200 englische Fuß über die Ufer des Preston River sich erhebenden Anhöhen wird fast allenthalben von einer mehrere Fuß dicken Eisensteinschicht bedeckt. Nur in den Erosionstälern der jungen, zum Teil tief eingeschnittenen Talrinnen ist das anstehende Gestein zu beobachten. Ich hielt die Bildung früher für eine rezente, bin aber nach den Ausführungen WALTHERS heute überzeugt, daß sie ein höheres Alter haben.

Die Eisensteinkruste konnte ich außerdem in dem Tonschiefergebiet des Collie Coalfields³⁾ auf der Ostseite der Darling Ranges im westlichen Teile einer Beckenausfüllung in

¹⁾ Ich bringe hier vielfach Angaben, die mir in der Diskussion leider nicht gegenwärtig waren.

²⁾ F. BEYSCHLAG und P. KRUSCH: Die Goldgänge in Donnybrook in Westaustralien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, S. 169.

³⁾ P. KRUSCH: a. a. O., S. 385.

Granit und krystallinen Gesteinen beobachten, welche ihrer ganzen Länge nach von den beiden Armen des Collie River durchflossen wird. Die kohlenführenden Schichten des Beckens kommen nur in den Erosionstälern an die Tagesoberfläche. Der Schichtenkomplex, in dem die Flöze auftreten, besteht aus Schieferton, Sandstein und Konglomerat, deren geologisches Alter damals nicht genau feststand (Perm bis Rhät).

Das Becken ist verhältnismäßig flach, und die Schichten sind an den Rändern an allen Stellen sanft nach dem Beckeninnern geneigt.

Obgleich es sich also hier um einen Gesteinskomplex handelt, der eine durchaus andere petrographische Zusammensetzung hat als die Schichten des krystallinen Grundgebirges und des Sandsteingebietes, finden wir dieselbe Eisensteinschicht als regelmäßige jüngere Decke.

Verhältnismäßig größere eisensteinfreie Flächen sah ich in dem Granitgebiet von Greenbushes¹⁾ ungefähr 170 engl. Meilen südlich von Perth und 50 englische Meilen von Bunbury in den Darling Ranges. Der sich in nordsüdlicher Richtung erstreckende Gebirgszug erreicht in dem ungefähr 39 englische Quadratmeilen umfassenden Bergwerksdistrikt mit 900 Fuß bei Greenbushes seinen höchsten Punkt und bildet hier ein von vielen Tälern durchzogenes hügeliges Hochplateau, dessen Bäche nach Westen, Süden und Osten in Arme des Blackwood River einmünden.

Der Distrikt besteht in petrographischer Beziehung aus krystallinen Gesteinen (Granit, Gneisgranit, Amphibolit und Schiefer), welche nach den Aufschlüssen im Salt Water Gully ungefähr nordsüdlich streichen und nach Osten einfallen. In den von der Eisensteinrinde freien Teilen sind die Schichten an der Tagesoberfläche mehr oder weniger mächtig zu einer weichen, erdigen und, wenn das Gestein feldspatreich war, kaolinischen Masse zersetzt.

Alle Gesteine werden von zahlreichen Granit- und Dioritgängen durchbrochen, in ihrer Nähe sind sie verworfen und gefaltet.

Der normale Granit besteht aus Feldspat, viel Quarz und wenig Glimmer. Durch die pneumatolytischen Vorgänge, denen das Zinnerz seine Entstehung verdankt, wurde die bekannte Verquarzung des Granits bewirkt, die man als Greisenbildung bezeichnet. Die Granitrücken ragen vielfach aus der die

¹⁾ P. KRUSCH: Beitrag zur Kenntnis der nutzbaren Lagerstätten Westaustraliens. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, S. 378.

übrigen Gesteine überziehenden Eisensteinkruste hervor; sie bilden im Gegensatz zu der unregelmäßig kuppigen normalen Granitlandschaft anderer Gebiete langgestreckte parallele Rücken, welche ihre Widerstandsfähigkeit der Verquarzung des Granits verdanken. Die Paralleltät der Rücken beruht also auf dem parallelen Streichen der durch die Greisenbildung charakterisierten Gänge.

Abgesehen von diesen Granitrücken findet man das anstehende Gestein in dem übrigen von Laterit bedeckten Gebiet ausschließlich in den Erosionstälern.

Die australischen Geologen bezeichneten früher auf ihren geologischen Karten das eisenreiche Gestein als Eisensteinkonglomerat. Entsprechend der damaligen Gewohnheit habe ich diesen Ausdruck in meinen Ausführungen im Jahre 1903 ebenfalls angewendet.

Ich wies damals auf die Beziehungen zwischen der Lateritbildung und der Zerklüftung des Gesteins hin. Ich hatte den Eindruck, daß in die Gesteine die atmosphärischen Wasser eindringen und sie zersetzen, indem sie die leichtlöslichen Bestandteile, wohl häufig als Bicarbonate, auflösen. Unter allen verbreiteten Elementen gehört aber zweifellos das Eisen zu denjenigen, welche sich am wenigsten weit transportieren lassen. Das als Bicarbonat in Lösung gegangene Eisen wird von dem Sauerstoff der Luft zu Oxyd bzw. bei Gegenwart von Wasser zu Hydrat oxydiert, welches bekanntlich ebenfalls rote Farbe haben kann. Da viele Bestandteile der Gesteine weggeführt werden und die Zerklüftung immer tiefer geht, wird von oben nach unten und von den Spalten nach den Seiten hin immer mehr Gestein zertrümmert, aufgelöst und ein Teil des früher von ihm eingenommenen Volumens durch Eisenoxyd usw. ersetzt. Schließlich entsteht eine poröse, löcherige Eisenerzmasse, welche noch mehr oder weniger Bruchstücke des noch nicht vollkommen zersetzten Gesteins umschließt und aus diesem Grunde wohl an vielen Stellen als „Eisensteinkonglomerat“ bezeichnet wurde. Nach der Tiefe nimmt die Eisenerzmenge ab, die Gesteinsbruchstücke häufen sich und gehen schließlich noch tiefer in ein Gestein über, welches von mit Eisenerz ausgefüllten Klüften durchsetzt wird; darunter folgt die von WALTHER geschilderte Bleichungszone.

Die Bildung des Laterits beruht also auf der Konzentration des im primären Gestein enthaltenen Eisengehalts, also schließlich auf ganz ähnlichen Vorgängen wie die Entstehung des Eisernen Hutes. Ich kam deshalb damals zu dem Resultat,

daß der Eisenstein Westaustraliens nichts anderes darstellt als eine Eiserne-Hut-Bildung der Gesteine.

Später habe ich zu meiner größten Überraschung ganz analoge Bildungen im Osten Sardiniens bei Jerzu kennen gelernt, auf die ich unten kurz eingehe und die mich zu der Annahme zwangen, daß derartige Eisensteindecken ein höheres geologisches Alter haben können und nicht rezent zu sein brauchen.

Die Beobachtungen des Herrn Vortragenden über die Eisensteinrinde Westaustraliens lassen seinen Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß auch der Laterit Westaustraliens keine ganz junge Bildung darstellt, sondern ein höheres geologisches Alter hat. Die Täler sind lateritfrei, weil sie sich nach WALTHER in die Eisensteindecke eingeschnitten haben und ihre Ausfüllungen die jüngsten nach dem Eisenstein entstandenen Bildungen darstellen. Meine frühere Annahme, daß das fließende Wasser die Lateritbildung in den Tälern nicht zuläßt, ist nicht aufrechtzuerhalten gegenüber der modernen Auffassung WALTHERS.

Über die hochinteressante Eisenerzbildung bei Jerzu möchte ich hier zur Ergänzung meiner Diskussionsbemerkungen folgendes anführen:

Die Erzkommen liegen in den Gemeinden Jerzu und Tertenia in der südsardinischen Provinz Cagliari nahe der Ostküste der Insel. Der östlichste Punkt der Vorkommen ist, in der Luftlinie gemessen, nur ca. 10 km vom Meere entfernt.

In den nordwestlich, südlich und südwestlich der Stadt Jerzu befindlichen Konzessionen bildet die Lagerstätte eine mehr oder weniger horizontale, durch zahlreiche Erosionsrinnen durchbrochene Platte, welche ungefähr bei 750 m Meereshöhe liegt. Das Gebiet ist infolge der Erosion stark gebirgig. Die Eisenerzlagerstätte gehört wegen der Eigenart ihrer geologischen Position zu den interessantesten Vorkommen, die wir überhaupt kennen.

Auf dem nur in den tiefsten Tälern aufgeschlossenen Granit liegen krystalline Schiefer, Glimmerschiefer, Serizitschiefer, phyllitische und graphitische Schiefer usw., denen in den obersten Stufen linsenförmige Kalksteine eingelagert sind, die sich nach größerer oder geringerer Entfernung auskeilen. Diese alten Schiefer (krystalline Schiefer bis Silur?) sind hochgradig gefaltet und gestört.

Auf ihnen lagert diskordant eine mächtige Serie kalkiger Gesteine — mutmaßlich jurassischen oder kretazischen Alters —,

welche nach dem Liegenden recht häufig mit einem fast nur aus Quarz bestehenden Basalkonglomerat abschliessen.

Die Eisenerze sind an die Grenze der alten Gesteine und dieser jüngeren Kalkdecke gebunden.

Für ihre Beurteilung ist wichtig, daß man die den älteren Gesteinen angehörigen Kalklinsen scharf von dem diskordant darüber liegenden mesozoischen bankigen Kalk unterscheidet. Eine Verwechslung beider ist an einzelnen Stellen deshalb möglich, weil die liegenden Deckkalkschichten dünnbankig sind und mitunter eine gewisse petrographische Ähnlichkeit mit den älteren Kalklinsen zeigen; sie unterscheiden sich aber in der Regel von ihnen durch ihre flache Lagerung, während die alten Schichten meist steil aufgerichtet oder gefaltet sind.

Das Eisenerzlager stellt eine Oberflächenbildung dar. Da es bisher nur durch Schürfräben und wenig tiefe Schächte untersucht werden konnte, kennt man es, abgesehen von wenigen Punkten, nur in einem verhältnismäßig schmalen Streifen rings um das Verbreitungsgebiet der Deckkalke; an wenigen Stellen wurden Schächte auf 5—6 m abgeteuft. Sie standen zur Zeit meines Besuchs voll Wasser, lieferten aber durch die dabeiliegenden Halden den Beweis, daß das Erzlager auch unter dem Deckkalk auftritt.

Die zahlreichen Schürfarbeiten ergaben über das Vorkommen der Eisenerze im allgemeinen folgendes:

Auf dem alten Gestein liegt eine Kruste von Eisenerz (meist Brauneisen, seltener Roteisen oder Eisenglanz), welche zum Teil rein, zum Teil mit quarzigem und schiefrigem Material vermengt ist. Diese Kruste, die 1 m und mehr Mächtigkeit erreichen kann, stellenweise aber auch durchbrochen ist, entstand mutmaßlich auf ganz ähnliche Weise wie die lateritischen Eisenerzanhäufungen, welche wir heute auf großen Flächen in subtropischen und tropischen Gegenden finden, stellen also ein Verwitterungsprodukt dar.

Wo abflußlose Vertiefungen in der Oberfläche vorhanden sind, können auch reinere Eisenerzlager entstehen, die dann eine größere Ähnlichkeit mit unseren deutschen und nord-europäischen Raseneisenerzvorkommen zeigen.

Aus dieser Entstehung erklären sich die zum Teil eigenartigen Formen der in den einzelnen Schürfen aufgedeckten Erzkörper. Am häufigsten ist die mehrfach erwähnte Rindenbildung; es entsteht ein oberflächliches Erzlager von wechselnder Mächtigkeit, welches über 1 m erreichen kann. Die mit Eisenverbindungen gesättigten Tagewässer begnügten sich

aber nicht mit der Bildung der Rinde, sondern drangen in die liegenden Gesteine bis zu wechselnden Tiefen ein und wandelten sie häufig trichter- oder trogförmig mehr oder weniger intensiv in Eisenerz um.

Die Form der Umwandlung ist eine recht mannigfache, da die verschiedenen Gesteine dem chemisch-geologischen Prozeß eine verschiedene Widerstandsfähigkeit entgegensetzten. Am ungünstigsten für die Vererzung waren die älteren Schiefer, welche heute häufig die alte Struktur zeigende, eisenreiche Massen mit recht hohem Rückstand bilden. Sie gleichen durchaus den in Deutschland aus paläozoischen Schiefen entstandenen Erzen, z. B. dem Hunsrück-Typus, die bei uns wegen des hohen Rückstandes keine Abnehmer finden.

In der Gegend von Jerzu rechnet man heute nur die reichsten Partien dieser umgewandelten Schiefer zu den Eisenerzen, und zwar bezeichnet man sie im allgemeinen als Erz zweiter Klasse.

Besonders günstig dagegen erwiesen sich die Kalksteine für die Umwandlung; sie wurden vollständig verdrängt, und es entstand aus ihnen ein reiches Eisenerz. War eine große Anzahl von Kalklinsen vorhanden, so konnte sich übereinander eine Anzahl von Erzlagern bilden, deren Erstreckung im Streichen und Fallen je nach derjenigen der ursprünglichen Kalklager eine mehr oder weniger ausgedehnte ist. Meist handelt es sich allerdings um kleinere Lager. Eine größere Anzahl solcher Lager tritt an einigen Punkten auf.

Da die Eisenlösungen die ganze Gesteinsmasse durchtränkten, so war die Gelegenheit zur Bildung von Konkretionen usw. gegeben, wie wir sie häufiger beobachten.

Wo größere Spalten vorhanden waren, benutzten die Oberflächenwasser diese zur Zirkulation. Von den Spalten aus fand dann die Umwandlung des Nebengesteins in Eisenerz statt. So bildeten sich gangförmige Massen, welche häufig mehr oder weniger geneigte, durch Umwandlung der Kalkschichten entstandene Eisenerzlager miteinander verbinden, da die metasomatische Verdrängung des Kalks von derartigen Spalten aus eine wesentlich intensivere sein mußte als diejenige des Schiefermaterials.

In den meisten Schürffprofilen wechseln infolge der oben geschilderten Entstehung der Eisenerzvorkommen reiche Partien mit ärmeren oder ganz tauben ab. Die Form der in der Eisenerzrinde liegenden Erzkörper ist eine sehr unregelmäßige. Im großen und ganzen nimmt die Intensität der Vereisung der Schichten von oben nach unten ab, und im allgemeinen

ist die Hauptmasse des Eisenerzes an der Oberfläche bis wenige Meter Tiefe konzentriert.

Das Eisenerz ist also zu einer Zeit entstanden, als der Deckkalk und das Basalkonglomerat noch nicht vorhanden waren, d. h., als die alten Schichten die Oberfläche bildeten.

Da die Deckkalke Ablagerungen des Meerés darstellen, muß das Festland eine Senkung erfahren haben. Das erste Produkt des marinen Absatzes ist in der Regel das oben erwähnte Basalkonglomerat. Dieser Senkungsprozeß konnte auf die Verbreitung des Eisenerzlagers nicht ohne Wirkung sein, so bildeten sich bei der Senkung z. B. Rinnen, in denen es durch Erosion zerstört wurde; an anderen Stellen wird später die Brandung des Meeres das Erz vernichtet haben.

Ein weiterer recht erheblicher Teil des Eisenerzlagers ist nach Umwandlung des Kalks in dem Gebiet von Jerzu in jüngerer Zeit durch Erosion zerstört worden. Während ursprünglich die Deckkalke eine zusammenhängende Platte bildeten, welche das ganze Gebiet bedeckte und unter der das Eisenerz also im allgemeinen erhalten war, finden wir heute die Kalke nur noch auf Bergrücken und Hügeln in Form von Kappen, während sie in den diese trennenden Tälern zerstört wurden.

Je nach der Tiefe dieser jüngeren Erosion ist das Eisenerz also mehr oder weniger beeinflußt worden. Wo noch eine geringe Mächtigkeit des Deckgesteins vorhanden ist, oder wo die Erosion unmittelbar an der Oberfläche der Eisensteinrinde Halt macht, ist das Erz vorhanden, während es an allen übrigen Stellen, das sind die etwas tieferen Flächen und Senken, zugleich mit dem Kalk fehlt.

Infolgedessen treffen wir heute das Eisenerz hauptsächlich in den Höhenzügen und Bergen, welche mit Deckkalk gekrönt sind. Die günstigen Aufschlüsse liegen rings um die Kalkkappen, an deren Basis man mit wenig tiefen Schürffgräben das Erzlager angetroffen hat. Unmittelbar neben der Unterkante des Kalks treten flache Abschrägungen auf, wo der Kalk und das unter ihm liegende Konglomerat zerstört wurde, das Eisenerz aber eben noch erhalten ist.

Die Zusammensetzung des Eisenerzes ist von weitgehendem Interesse. In den zahlreichen von mir genommenen Proben schwankt der Eisengehalt in der Regel zwischen 43 und 52%, der Mangangehalt ist nur gering — bis 0,15%. Das Erz hat gewöhnlich wenig Schwefel, dessen Menge nur selten 0,1% überschreitet. Dagegen ist der Phosphorgehalt

hoch (bis 1,45%). Der Rückstand beträgt 7,5 bis 38%; er schwankt je nach der Probe recht erheblich.

Die Durchschnittszusammensetzung des Erzes ist:

Eisen	47,24%
Mangan	0,10 -
Schwefel	0,08 -
Phosphor	1,07 -
Rückstand	16,5 -

Das Beispiel von Jerzu hat mich von der Notwendigkeit überzeugt, eine Lagerstättengruppe zu bilden, welche derartige lateritische oberflächliche Rinden umfaßt. Die Ausfüllung kleiner Tröge im Untergrunde erinnert mitunter an die großen trogförmigen Eisenerzlager des Lake Superior-Gebiets, bei denen ja ebenfalls die nachträglichen oxydischen Umlagerungen ursprünglich nicht bauwürdiger Gehalte der Gesteine beobachtet wurden.

Der Vollständigkeit halber erinnere ich hier auch an die Rotfärbung des Carbons im nördlichen Teil des Beckens von Münster, wo wir unter der Kreidedecke zunächst ohne Rücksicht auf die erbohrte Kohlenstufe rote Carbonschichten antreffen. Ich habe bereits früher diese Erscheinung als eine lateritische erklärt. Die Eisenanreicherung entstand nach meiner Meinung, als das Carbon Festland war. Bei der Transgression des Kreidemeeres wurde dann die Eisenrinde zerstört und abgetragen, so daß nur der unterste Teil der Laterisierungszone erhalten blieb. Auch an anderen Stellen Deutschlands dürften ähnliche Rotfärbungen in analoger Weise zu erklären sein.

Die Vorkommen von Jerzu zeigen, daß zu den verschiedensten geologischen Zeiten Lateritbildungen stattfanden, denn diejenigen an der Ostküste Sardiniens müssen vor der Ablagerung der Jura-Kreide-Kalke entstanden sein.

Schließlich möchte ich im Anschluß an die Bemerkung des Herrn Vortragenden über das Fehlen der Trockenrisse und das Kleben der roten Letten in den Pfannen der westaustralischen Wüste eine Beobachtung anführen, die ich im Jordantal Ende Juli 1910 machen konnte. Auch hier zeigten die Letten keine Trockenrisse, obgleich sie ebenso wie in Westaustralien vollkommen ausgetrocknet sein mußten.

Beim Sonnenaufgang klebten sie trotzdem in großen Klumpen an den Stiefeln, und ich schob diese Erscheinung auf Salze, von denen der Boden durchsetzt ist, und die nach meiner Meinung bei der Sonnenbestrahlung flüssig werden. Die Erscheinung bedarf natürlich weiterer Untersuchungen.

Herr **BEYSCHLAG** fragt nach der Herkunft der Eisenlösungen und betont die Wahrscheinlichkeit der intraterranen Ausscheidung derselben, die nicht an der Tagesoberfläche, sondern in einer gewissen Tiefe unter derselben erfolgt sei.

v. w. o.

KRUSCH.

HENNIG i. V.

BÄRTLING.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Monatsberichte der Deutschen Geologischen Gesellschaft 113-140](#)