

Zur Bildungsweise der Konglomerate des Rotliegenden.

Von W. Ritter von Łoziński.

Mit einer Abbildung im Text.

Bis vor kurzem war das Vorkommen von windgeschliffenen Geröllen in den Konglomeraten des Rotliegenden unbekannt. Als erster fand Martin Schmidt Windkanter im oberen Rotliegenden von Schramberg im Schwarzwald¹⁾, worauf bald die Funde von Meinecke im Porphyrkonglomerat des Oberrotliegenden des südlichen Harzvorlandes (Wettelrode, Rottleben)²⁾. Über weitere Funde im Oberrotliegenden von Baden-Baden berichtend, gab neuerdings Salomon einen dankenswerten Überblick der bisher vorliegenden Vorkommen im Oberrotliegenden der deutschen Mittelgebirge³⁾. Vor kurzem habe ich im Quarzgeröll des flözleeren Rotliegenden des Krakauer Gebietes einen typischen Windkanter gefunden⁴⁾ und dadurch wird die Verbreitung von windgeschliffenen Geröllen im Rotliegenden bedeutend nach Osten erweitert.

Über meinen Fund wäre zunächst folgendes zu sagen. Etwa 0,5 km südlich vom Bahnhof in Jaworzno, in dem kurzen Eisenbahneinschnitt, durch welchen der Schienenustrang nach Chrzanow führt, steht an den Böschungen ein äußerst mürber Konglomeratsandstein mit dicht eingestreuten, wohlgerundeten Quarzgeröllen an. Daß die weitgehende Auflockerung dieses Konglomeratsandsteins in situ, ohne Umlagerung seines Materials erfolgte, wird durch den Zusammenhang von härteren, mit tiefbraunem, eisenhaltigem Bindemittel verkitteten

¹⁾ Martin Schmidt, *Mitteil. a. d. östl. Schwarzwald. Bericht über die 38. Vers. d. Oberrhein. geolog. Ver. zu Konstanz 1905.*

²⁾ Meinecke, *Das Liegende des Kupferschiefers. Jahrb. d. kgl. preuß. geolog. Landesanst. f. 1910. Bd. 31, T. II, pag. 257 u. Taf. 10.*

³⁾ Salomon, *Windkanter im Rotliegenden von Baden-Baden. Jahresber. u. Mitteil. d. Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. 1, 1911, pag. 41—42.*

⁴⁾ Seinerzeit hat Th. Fuchs im Sandgebiet um Trzebinia im Krakauer Gebiet windgeschliffene Gerölle gefunden, die aus dem Konglomerat des Rotliegenden stammen sollten. In diesem Fall aber, wo Windkanter nicht direkt aus dem anstehenden Konglomerat herausgegraben wurden, ist die Möglichkeit einer nachträglichen Umarbeitung von ausgewitterten Geröllen durch den Wind während der jüngeren Diluvialzeit sehr groß. Vgl. Kittl, *Kantengeschlebe in Österreich-Ungarn. Annalen des k. k. Naturhist. Hofmuseums. Bd. 11, 1896. Notizen, pag. 57.*

Schichten ¹⁾ verbürgt. Beim Nachgraben in der leicht zerfallenden, sandigen Grundmasse kam unter vielen, vollständig abgerundeten Quarzgeröllen der beistehend abgebildete Windkanter zum Vorschein. Auf der geologischen Spezialkarte von Zareczny ²⁾, die vor dem Ausbau des genannten Eisenbahneinschnittes aufgenommen wurde, sehen wir um die Fundstelle das Karbon kartiert. Indes zeigt der seither im Eisenbahneinschnitt entblößte Konglomeratsandstein die vollständigste Übereinstimmung mit dem Konglomeratsandstein, welcher in Jaworzno ungefähr in demselben Niveau, am Westfuße des Triasplateaus von Worpie, von kurzen Erosionsfurchen zerrissen, zutage tritt ³⁾ und bereits auf der Karte von Zareczny ganz richtig als Rotliegendes (unter einem mit dem Konglomerat von Kwaczala usw.) bezeichnet wurde. Angesichts der petrographischen Übereinstimmung ist auch der Konglomeratsandstein, aus dem der Windkanter stammt, zum flözleeren Rotliegenden des Krakauer Gebietes zu rechnen.



Vierkanter aus dem flözleeren Rotliegenden von Jaworzno im Krakauer Gebiet.
Natürliche Größe.

Das stratigraphische Niveau der Fundstelle des Windkanters kann nur mit gewisser Annäherung bestimmt werden. Während Gaebler das flözleere Rotliegende des Krakauer Gebietes zum Oberrotliegenden rechnet ⁴⁾, liegen anderseits schwerwiegende Gründe für die Zuweisung zum tieferen Rotliegenden vor. Zunächst müssen wir daran festhalten, daß sowohl im südlichen wie im nördlichen Teil des Krakauer Gebietes die Konglomerate und Konglomeratsandsteine des flözleeren Rotliegenden gleichalterig sind, wofür die weitgehende petrographische Übereinstimmung spricht. Im nördlichen Teil des Krakauer Gebietes

¹⁾ Dieselben härteren Einlagerungen, die durch ihre dunkle Farbe auffallen, kommen ebenfalls im typischen Kwaczalauer Konglomerat des Rotliegenden am Südabfall des Krakauer Gebietes vor. Diese petrographische Übereinstimmung kommt auch in Betracht, wenn ich im folgenden den Konglomeratsandstein von Jaworzno zum flözleeren Rotliegenden rechne.

²⁾ Atlas geolog. Galicyi. Heft 3.

³⁾ Über diesen Erosionsbuckeln finden wir beim Anstieg bis zur untersten Triasgrenze den Boden dicht mit ausgewitterten Quarzgeröllen besät und dabei stellenweise rötlich gefärbt, wodurch die roten, für das flözleere Rotliegende des Krakauer Gebietes bezeichnenden Tone verraten werden.

⁴⁾ Gaebler, Das Oberschlesische Steinkohlenbecken. 1909, pag. 22.

aber wird das Konglomerat des Rotliegenden vom „Karniowicer Süßwasserkalk“ überlagert, dessen Flora dem tieferen Rotliegenden entspricht¹⁾. Danach muß auch das Alter des Konglomerats in die untere Stufe des Rotliegenden versetzt werden. Gegenüber den anderen, eingangs erwähnten Funden von Windkantern, die sämtlich in das Oberrotliegende fallen, ergibt sich somit ein nicht unbedeutender Altersunterschied, woraus zu schließen wäre, daß die dem Windschliff günstigen Bedingungen lokal über einen ungleichen Zeitabstand sich erstrecken konnten.

In seiner Hauptmasse besteht das flözleere Rotliegende des Krakauer Gebietes aus dem sogenannten Kwaczalaer Konglomerat, beziehungsweise Konglomeratsandstein, in welchem zum allergrößten Teil Quarzgerölle vorherrschen, während Rollstücke von Kiesel-schiefer und dergleichen nur untergeordnet vorkommen. An der Zusammensetzung der Grundmasse sind meistens neben grobem Sand auch bis erbsengroße, hellrote Feldspatkörner überreichlich beteiligt, die dem Konglomerat einen arkosenartigen Charakter verleihen. Das Kwaczalaer Konglomerat, dessen kontinentale Entstehung längst anerkannt wurde, ist offenbar aus einer fluviatilen Schotterablagerung hervorgegangen. Aus der Zusammensetzung des Konglomerats ersieht man ohne weiteres, daß sein Material aus einem Gebirge herbeigeschwemmt wurde, das aus einem granitischen Kern mit einem Mantel kristallinischer Schiefer bestand. Das weitgehende Vorherrschen von vollkommen abgerollten Quarzgeröllen weist darauf hin, daß dieses Gebirge nicht in der unmittelbaren Nähe des Ablagerungsgebietes des Konglomerats sich erhob und die Gesteinstrümmer einem der Abnutzung entsprechenden Transport unterworfen waren. Es fragt sich aber, in welcher Richtung das Bezugsgebiet des im Kwaczalaer Konglomerat angehäuften Schotter- und Sandmaterials zu vermuten wäre. Während am Südabfall des Krakauer Plateaus (zum Beispiel in der Gegend von Lipowiec) das Konglomerat unter vorwiegend kleinen Rollstücken dann und wann doch auch bis faustgroße Gerölle führt, wird in der Gegend von Jaworzno die Nußgröße nicht überschritten. Zugleich macht sich im Kwaczalaer Konglomerat ein Unterschied auch in der Hinsicht bemerkbar, daß es im Süden ein echtes Konglomerat darstellt, in welchem die Gerölle einander berühren, in der Gegend von Jaworzno dagegen ein Konglomeratsandstein mit eingestreuten Geröllen vorliegt. Die verkieselten *Araucarioxylon*-Hölzer, die offenbar zusammen mit dem Schottermaterial aus demselben Einzugsgebiete herbeigeschwemmt und nach ihrer Einbettung mit Kieselsäure imprägniert wurden, kommen im Kwaczalaer Konglomerat am Südrande des Krakauer Gebietes in großer Menge vor, während sie im Norden — wie

¹⁾ Die Frage, ob der Süßwasserkalk auf dem Konglomerat konkordant oder diskordant liegt, läßt sich kaum entscheiden, da das Konglomerat im großen und ganzen keine Schichtung aufweist und auch der Süßwasserkalk von massiger Beschaffenheit ist. Die Betrachtung der Auflagerungsgrenze in den Aufschlüssen von Karniowice weckt den Eindruck, daß die beiden Ablagerungen durch keinen größeren Zeithiatus getrennt waren, vielmehr in dieselbe Kontinentalphase fallen. Sollte letzteres in der Tat zutreffen, so hätten wir ein Verhältnis, das praktisch einer konkordanten Auflagerung gleichkommt.

es Zareczny bezüglich der Gegend um Siersza ausdrücklich betont¹⁾ — seltener werden. Dies alles führt notwendig zum Schlusse, daß das Sand- und Schottermaterial des Kwaczalaer Konglomerats aus einem südlich gelegenen Einzugsgebiete zusammengetragen wurde.

Wenn wir sonach für das Material des Konglomerats des Rotliegenden im Krakauer Gebiet eine südliche Herkunft annehmen, so können nur die varistischen Präkarpathen in Betracht kommen. Daß die Westkarpathen auf varistischem Untergrund sich entwickelt haben, wird durch unzählige Vorkommen von exotischen Gesteinseinschlüssen sudetischen Ursprungs im Bereiche der Sandsteinzone verraten. In jenem Abschnitt der letzteren, welcher von Süden unmittelbar an das Krakauer Gebiet angrenzt und für unser Problem zunächst in Betracht kommt, weisen die fremden Gesteinseinschlüsse darauf hin, daß der varistische Untergrund der Karpathen in großem Umfang aus Granit und zum Teil auch aus Gneis besteht²⁾. Weit im Süden schaut der mitgefaltete, granitisch-kristalline Untergrund in den westkarpathischen Kerngebirgen aus der mächtigen mesozoischen Decke hervor. Die Art und Weise, wie kontinentale Permbildungen die granitisch-kristallinen Kerne der Westkarpathen umhüllen, läßt kaum einen Zweifel darüber bestehen, daß zur jungpaläozoischen Zeit an Stelle der Westkarpathen ein älteres Gebirge aufgerichtet wurde, das zum varistischen System gehörte und bis zur Triaszeit, mit welcher die marine Schichtfolge des Mesozoikums in den Westkarpathen beginnt, vollständig eingeebnet wurde. Aus diesem varistischen Gebirge der Präkarpathen wurden Schottermassen durch Wasserströme zum Teil auch nach Norden hinausgetragen und in den Konglomeraten des Rotliegenden im Krakauer Gebiet abgelagert.

Ein besonderes Interesse ist an die Frage geknüpft, in welchen klimatischen Verhältnissen das flözleere Rotliegende sowohl im Krakauer Gebiet wie auch am Rande der varistischen Gebirge in Mitteleuropa zur Ablagerung gelangte. Daß das flözleere Rotliegende eine Wüstenbildung sei, ist zuerst für Böhmen von Fr. E. Suess³⁾ und Weithofer⁴⁾ angenommen worden. Die Funde von Windkantern, die in der letzten Zeit aus dem Rotliegenden in rascher Aufeinanderfolge mitgeteilt wurden, haben zur Begründung dieser Ansicht beigetragen, so daß auch Salomon, Martin Schmidt und andere sich in demselben Sinne aussprachen. Wenn wir dazu Stellung nehmen wollen, so müssen wir zunächst die Merkmale von Wüstenbildungen überblicken.

1. Das einzig sichere und unzweideutige Merkmal, durch welches das vorzeitliche Trockenklima registriert wird, bieten Ablagerungen von löslichen Salzen, mag man ihre Entstehung in kontinentale Wasserbecken oder abgeschnürte Meeresteile verlegen. Angesichts des Um-

¹⁾ Atlas geolog. Galicyi. Heft 3. Erläut. pag. 84.

²⁾ Der riesige Granitblock von Bugaj bei Kalwarya, Granittrümmer im eocänen Konglomerat der Gegend von Żywiec (Saybusch), Gneis in der Tiefbohrung von Rzeszotary bei Wieliczka.

³⁾ Fr. E. Suess, Die Tektonik des Steinkohlengebietes von Rossitz. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. 57, 1907, pag. 795—798.

⁴⁾ Weithofer, Geolog. Skizze des Kladno-Rakonitzer Kohlenbeckens. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1902, pag. 414 ff.

standes, daß solche Ablagerungen im Rotliegenden vollkommen fehlen, ist gegenüber der Annahme eines Wüstenklimas für die Rotliegendzeit die größte Vorsicht geboten.

2. Die Spuren der Bewegung von Sandmassen durch den Wind, worunter ich das Vorkommen von Windkantern, die Diagonalschichtung und dergleichen zusammenfassen möchte, werden zu häufig als Anzeichen des Wüstenklimas betrachtet. Sind doch derartige Erscheinungen nicht allein auf die Wüsten beschränkt, sondern können überall zur Geltung kommen, wo Sand- und Geröllmassen zur Ausbreitung gelangen, ohne in kürzester Zeit von einer zusammenhängenden Vegetation besiedelt zu werden. In dieser Beziehung möchte ich den trefflichen Bemerkungen von Blanckenhorn vollauf beipflichten¹⁾ und mit ihm auf das Vorkommen von Windkantern in norddeutschen Sandgebieten hinweisen. Im großen ungarischen Becken (Alföld) haben wir das beste Beispiel eines Gebietes, das seit der jüngeren Tertiärzeit zu einem wasserreichen Stromsystem gehört, trotzdem aber in einzelnen Teilen einen ausgesprochen wüstenartigen Charakter trägt. Diese beiden Beispiele sind uns eine eindringliche Mahnung, daß man das Vorkommen von Windkantern sowie anderen Erscheinungen der äolischen Sandbewegung unter keinen Umständen mit einer abflußlosen Wüste zusammenwerfen darf. So können wir aus dem Vorkommen von Windkantern im Rotliegenden nur darauf schließen, daß die von den Flüssen subaërisch ausgebreiteten Sand- und Geröllmassen durch längere Zeit von der Vegetation nicht gebunden und dem Spiel des Windes ausgesetzt waren. Ein solches konnte dann der Fall sein, wenn die Ablagerung der Schuttmassen relativ so schnell oder in solcher horizontaler Ausdehnung erfolgte, daß die Ausbreitung einer Pflanzendecke nicht Schritt zu halten vermochte. Andererseits ist es auch möglich, daß die Besiedlung des von den Flüssen ausgebreiteten Materials durch die Vegetation infolge klimatischer Verhältnisse erschwert wurde, wobei aber nicht nur die Trockenheit, sondern ebensogut eine Abkühlung des Klimas in Betracht kommt.

3. Durch die Untersuchungen von Passarge ist gezeigt worden, daß reichliche Kieselsäureabscheidungen für Wüstenbildungen bezeichnend sind. Da verkieselte Hölzer im flözleeren Rotliegenden des Krakauer Gebietes — wie auch sonst in Mitteleuropa — überaus häufig vorkommen, entsteht die Frage, inwiefern in diesem Fall ein Zusammenhang von Kieselsäurelösungen mit dem Wüstenklima annehmbar wäre. Für das Zustandekommen von reichlichen Kieselsäurelösungen nimmt Passarge eine positive (das heißt ins feuchtere gehende) Klimaperiode an, wobei als unerläßliche Vorbedingung die Anhäufung von kohlen-sauren Alkalien in einer unmittelbar vorangehenden Wüstenperiode vorausgesetzt wird²⁾. Nun fehlt das geringste Anzeichen von Wüstenklima aus der Zeit unmittelbar vor der Ablagerung des flözleeren Rotliegenden, vielmehr folgt letzteres auf das

¹⁾ Blanckenhorn, Der Haupt-Buntsandstein ist keine Wüstenbildung. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. Bd. 59, 1907. Monatsber. pag. 298.

²⁾ Passarge, Die klimatischen Verhältnisse Südafrikas. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1904, pag. 185.

flözführende Permokarbon, in welchem doch eine Bildung des feuchten Klimas vorliegt. Somit weist das Vorkommen von verkieselten Hölzern im flözleeren Rotliegenden keine Beziehungen zu einer trockenen Klimaphase auf, es scheint dagegen auf das beste mit den Ausführungen von Felix übereinzustimmen, wonach der Verkieselungsvorgang der Holzstücke vom umgebenden Gestein, das heißt von der Abgabe von Kieselsäurelösungen und von seiner Durchlässigkeit abhängt¹⁾. Die verkieselten Hölzer des Rotliegenden im Krakauer Gebiete kommen in dem bereits erwähnten arkosenartigen Konglomerat vor. Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, daß die teilweise Zersetzung von kleineren Feldspatkörnern verdünnte Kieselsäurelösungen lieferte, die im stark porösen Gestein zirkulierten und in den eingebetteten Holzstücken konzentriert wurden²⁾.

4. In ihren Ausführungen über das Rotliegende der böhmischen Masse haben Weithofer (a. a. O. pag. 414—416) und Fr. E. S u e s s³⁾ auch das weitverbreitete Vorkommen von Arkosen als ein Argument angeführt, daß die Bildung und Ablagerung des Gesteinsmaterials im Wüstenklima erfolgte. Indes findet in den heutigen Wüsten eine Anhäufung von unzersetzten Feldspatkörnern, aus denen später Arkosen entstehen könnten, nicht statt, vielmehr wird in der Wüstenliteratur betont, daß aus der Verwitterung von Granit und kristallinen Gesteinen ein reiner Quarzsand hervorgeht⁴⁾. In den Verwitterungsprodukten von Granit hat E. Fraas zersetzten Feldspat gefunden⁵⁾. Die grundlegenden Untersuchungen von Futterer im östlichen Tiën-schan und im Pe-schan haben gezeigt, daß auch in den Wüsten der Granit der chemischen Verwitterung unterworfen ist⁶⁾. Ausdrücklich wird von Futterer (ebd. pag. 339) hervorgehoben, daß die Verwitterungsprodukte von Granit keine arkosenmäßige Anhäufung von detritärem Feldspat, sondern „eine vorwiegend lehmige Masse“ bilden. Während somit aus Wüsten negative Beobachtungen vorliegen, haben wir andererseits Andeutungen, daß die klimatischen Vorbedingungen der Anhäufung von unzersetztem Feldspatdetritus zu Arkosen in subarktischen Gebieten gegeben sind. Das nächste subfossile Analogon, das wir mit den Arkosen der älteren Formationen vergleichen können, bieten die Spatsande des norddeutschen Quartärs, die im eiszeitlichen, an die subarktischen Regionen anklingenden Klima entstanden sind. Wenn man bedenkt, mit welcher Frische die eisgeschliffene und geschrammte Oberfläche im kristallinen Grundgebirge des Nordens konserviert ist, so drängt sich nur die Annahme auf, daß

¹⁾ Felix, Untersuchungen über den Versteinerungsprozeß pflanzlicher Membranen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 49, 1897, pag. 190—191.

²⁾ Es kann dieser Vorgang mit der Ausscheidung von Kieselsäurekonkretionen bei der Bildung von Kaolinlagern verglichen werden. Über diesbezügliche Vorkommen vgl. Zirkei, Lehrbuch d. Petrographie. 2. Aufl., Bd. 3, 1894, pag. 759.

³⁾ Bau und Bild Österreichs, pag. 163.

⁴⁾ Walther, Die Denudation in der Wüste. Abhandl. d. kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 27, 1891, pag. 485 ff. — Ders., Einleitung in die Geologie, pag. 792.

⁵⁾ E. Fraas, Geognost. Profil vom Nil zum Roten Meer. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 52. 1900, pag. 613.

⁶⁾ Futterer, Durch Asien. Bd. 2, Teil I, 1905, pag. 177—186, 283—294.

im Klima der höheren Breiten der Feldspat am besten vor der Zersetzung geschützt wird¹⁾.

Aus diesem flüchtigen Überblick ersieht man, daß die Konglomerate des Rotliegenden keine genetische Eigenschaft zur Schau tragen, die unzweideutig auf ein Wüstenklima hindeuten würde und ausschließlich durch letzteres zu erklären wären. Im Gegenteil führt die Betrachtung der Bildungsmöglichkeit von Arkosen zur Annahme, es sei das flözleere Rotliegende in einer Periode der Klimaabkühlung abgelagert worden. Dafür dürfte auch der Umstand sprechen, daß Felix in den verkieselten *Araucarioxylon*-Hölzern aus dem flözleeren Rotliegenden des Krakauer Gebietes zum Teil Jahresringe angedeutet fand²⁾. Wenn das flözleere Rotliegende gewisse genetische Merkmale aufweist, die man mit dem Trockenklima der Wüsten in Zusammenhang zu bringen versucht, so wird dabei die diesbezügliche Übereinstimmung der Wüsten mit den subarktischen Regionen übersehen³⁾, wie sie insbesondere durch die letzten Expeditionen bekannt wurde. An den Verwitterungsvorgängen des Gaußberges hat Philippi die weitgehende Ähnlichkeit mit den Wirkungen des Wüstenklimas erkannt und gewürdigt⁴⁾. Aus Westgrönland hat O. Nordenskjöld geschildert, wie das Land in der Umrandung des Inlandeises von echt wüstenartigen Erscheinungen beherrscht wird⁵⁾. So läßt sich die Entstehung des flözleeren Rotliegenden, wenn man eine subärische Akkumulation von fluviatilen Sand- und Schottermaterial in einer Phase von Klimaabkühlung annimmt, viel ungezwungener erklären als unter der Voraussetzung eines trockenen Wüstenklimas.

Die Annahme einer Temperaturerniedrigung für die Rotliegendzeit ist um so wahrscheinlicher, als in dieselbe Zeit die Vereisung auf der Südhemisphäre fällt. Daß eine Vereisung, die von so großer Ausdehnung war und bis zum Meeresniveau reichte, nicht durch lokale Wirkung von geographischen Faktoren, sondern durch eine

¹⁾ Selbstverständlich trifft die Voraussetzung, daß arkosenartige Gesteine auf ein bestimmtes Klima hinweisen, nur für kontinentale Ablagerungen zu, deren Material nachweislich durch einige Zeit den subärischen Einflüssen ausgesetzt war. Bei subaquatischen Bildungen dagegen kann die Erhaltung von detritärem Feldspat von klimatischen Verhältnissen unabhängig sein.

²⁾ Felix, Studien über fossile Hölzer. Diss. Leipzig 1882, pag. 25. — Die Audeutung von Jahresringen könnte damit zusammenhängen, daß die Hölzer — wie gesagt — von einem Gebirge herbeigeschwemmt wurden, wo die Klimaabkühlung schärfer zum Ausdruck kam, in ähnlicher Weise, wie es Gothan (Permo-karbonische Pflanzen v. d. unt. Tunguska. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. Bd. 63, 1911, pag. 427—428) für die *Araucarites*-Stämme aus dem Perm von Kuznezsk annimmt. Jedenfalls aber wird durch das Auftreten von Jahresringen nachgewiesen, daß mindestens in höhergelegenen Abtragungsgebieten, wo das Schuttmaterial durch die Verwitterung vorbereitet wurde, eine wesentliche Verschärfung des Klimas eintrat.

³⁾ Zu welchen Verallgemeinerungen die Verwechslung der trockenen Verwitterung in den subarktischen Gebieten der Gegenwart (wie auch der Diluvialzeit in Mitteleuropa) und in den Wüsten führen kann, dafür bietet die Inhaltangabe des einseitigen Wüstenwerkes von Tutkowski (Geolog. Zentralblatt, Bd. XV, Referat Nr. 326) ein abschreckendes Beispiel.

⁴⁾ Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903. Bd. 2, pag. 62 ff.

⁵⁾ O. Nordenskjöld, Reise in Grönland. Die neue Rundschau. 1910, I., pag. 207—208.

allgemeine Temperaturniedrigung herbeigeführt war, dürfte keinem Zweifel mehr unterliegen¹⁾. Die geographische Verbreitung der diesbezüglichen Glazialsuren ist vielfach erörtert worden. Es bleibt aber das Problem noch immer offen, inwieweit die Möglichkeit von dauernden Firnansammlungen zur Rotliegendzeit in den varistischen Gebirgszügen Mitteleuropas zulässig wäre.

Bei der Beurteilung der geographischen Verbreitung von Glazialsuren aus einer so weit zurückliegenden Periode wie die Rotliegendzeit, muß die relative Erhaltungsfähigkeit von eiszeitlichen Hinterlassenschaften in Betracht gezogen werden. In dieser Beziehung hat man zwischen regionalen Inlandeisdecken und lokalen Gebirgsvergletscherungen zu unterscheiden²⁾. Für eine regionale Vereisung, die in einem flachen Gebiete sich ausbreitet und unter Umständen bis zum Meeresspiegel reicht, ist die Chance bei weitem größer, daß ihre Ablagerungen in der Schichtenfolge erhalten werden. Lokale Gebirgsvergletscherungen dagegen, mögen sie von getrennten Karmulden oder fjeldartigen Firnplateaus genährt werden, hinterlassen ihre morphologischen Spuren und Moränenabsätze größtenteils im Innern des Gebirges. Soweit die Glazialsuren über den Gebirgsrand nach außen, in das flache Vorland nicht hinausgreifen, werden sie bei der späteren Abtragung und Einebnung des Gebirges selbstverständlich für die geologische Überlieferung vollkommen verloren gehen. Bedenkt man die weitgehende Verebnung, welche die Gebirgserhebungen der Rotliegendzeit erfahren haben, so wird es ganz klar, daß aus einer so weit zurückliegenden Periode nur Glazialsuren von regionalen Inlandeisdecken in der Schichtenfolge sich erhalten konnten.

Was wir von Glazialsuren aus der Rotliegendzeit in Indien, Südafrika usw. kennen, deutet allenthalben auf regionale, flächenhaft ausgebreitete Inlandeisdecken hin. Nun drängt sich die Frage auf, ob auch die varistischen Erhebungen der Rotliegendzeit vergletschert waren. Es läßt sich weder dafür noch dagegen ein Beweis erbringen, nachdem die damaligen Gebirgszüge in den darauffolgenden Perioden bis zum innersten Mark abgetragen wurden. Die Möglichkeit aber, daß die mitteleuropäischen Gebirge der Rotliegendzeit in ihren höchsten Teilen vergletschert waren, ist meines Erachtens gar nicht ausgeschlossen³⁾ und würde die scheinbar abnorme Verteilung der bisher bekannten Glazialsuren aus jener Periode auf der Erde wesentlich ergänzen. Bei dem vereinzelt, neuerdings von Frech gewürdigten Geschiebefund im tiefsten Rotliegenden in Westfalen⁴⁾, den Philippi (ebenda pag. 127—128) mit zu großer Entschiedenheit als eine pseudoglaziale Erscheinung bezeichnete, ist eine glaziale Entstehung

¹⁾ Philippi, Über die permische Eiszeit. Zentralblatt für Mineralogie usw. 1908, pag. 358—360. Ders., Über einige paläoklimatische Probleme. N. Jahrb. f. Mineralogie usw. Beil.-Bd. 29, 1910, pag. 124 ff.

²⁾ Vgl. auch v. Łozifski, Quartärgeolog. Beobachtungen und Betrachtungen aus Schweden. Aus der Natur. Jahrg. 7, 1912, pag. 619.

³⁾ Einen ähnlichen Standpunkt vertrat Philippi, Über einige paläoklimat. Probleme usw. pag. 129.

⁴⁾ Frech, Über das Klima der geolog. Perioden. N. Jahrb. f. Mineralogie usw. 1908. II., pag. 76—77.

doch möglich. Freilich muß die lokale Beschränkung dieses Vorkommens noch gewisse Bedenken wecken. Es ist aber zu erwägen, ob die Geröllmassen, aus denen die Konglomerate des flözleeren Rotliegenden aufgeschüttet wurden, wirklich in ihrem ganzen Umfange rein fluviatiler Herkunft sind, wie man ganz allgemein annimmt. Mit vollem Recht wird hervorgehoben, daß die fluvioglazialen Deckenschotter im Alpenvorlande mit Schotterflächen, die am Rande von nicht vergletschert gewesenen Gebirgen durch Flüsse aufgeschüttet wurden, die vollkommenste Ähnlichkeit zeigen und von solchen kaum zu unterscheiden sind¹⁾. Die fluvioglaziale Entstehung von Schotterfeldern im Vorlande wird lediglich durch ihre innigste Verbindung mit Moränen an den Talausstritten verbürgt. Denkt man sich die Alpen mit ihrem ganzen Schatz von Glazialspuren vollständig eingeebnet, so werden bloß die Schotterdecken im Vorlande übrigbleiben, die in der Tat „eine glaziale Fernwirkung“ — wie Penck²⁾ sie nennt — darstellen, die jedoch als solche nach Abtragung der dazugehörigen Glazialspuren im Gebirge kaum erkannt werden könnten. So möchte ich für nicht unwahrscheinlich halten, daß die Konglomerate des flözleeren Rotliegenden zum Teil und jedenfalls in beschränktem Umfange als eine fluvioglaziale Ablagerung im Vorlande der varistischen Gebirge nach Art der subalpinen Deckenschotter entstanden sind³⁾. Da das Rotliegende mit Porphyrgüssen verknüpft ist, könnte man an eine ähnliche Beeinflussung der fluvioglazialen Akkumulation durch Vulkanausbrüche denken, wie sie bei den Sandrbildungen Islands zur Geltung kommt und auch für die „Rollsteinformation“ Patagoniens⁴⁾ angenommen wird. Gibt man nun die Möglichkeit einer zum Teil fluvioglazialen Entstehung der Konglomerate des Rotliegenden zu, so rückt der vereinzelt gefundene Geschiebefund von Westfalen in ein anderes Licht. Es ist denkbar, daß während der fluvioglazialen Akkumulation im Vorlande ein Gletscher dank besonders günstigen Bedingungen weiter aus dem varistischen Gebirge hinausstrat und den lokal beschränkten Moränenrest hinterließ.

Aus den vorstehenden Erörterungen entsteht zuletzt die Frage, welches Gebiet auf der heutigen Erdoberfläche am nächsten diejenigen Verhältnisse uns vorführt, in denen das Rotliegende zur Ablagerung gelangte. Als das weitgehendste Analogon möchte ich das große ungarische Becken (Alföld) hervorheben, das durch die langsame, seit der jüngsten Tertiärzeit andauernde Senkung⁵⁾ die unerläßliche Bedingung einer mächtigen Akkumulation erfüllt. Sein Boden ist mit

¹⁾ Hilber in Zeitschr. f. Gletscherkunde. Bd. 4, pag. 71, 804. — v. Cholonoky, Studienreisen in der Schweiz. Bull. de la Soc. Hongr. de Géographie. Bd. 36, 1908, pag. 223—224.

²⁾ Alpen im Eiszeitalter. Bd. I, pag. 113.

³⁾ Bei der bedeutenden Mächtigkeit der Konglomerate des Rotliegenden muß man allerdings eine Senkung des der Verschotterung unterworfenen Gebirgsvorlandes voraussetzen, wie es Penck und Brückner (Alpen im Eiszeitalter. Bd. III, pag. 792—793, 889, 1021—1022) am Südfuße der Alpen nachgewiesen haben, wo das Quartär zur Mächtigkeit von über 200 m anschwillt.

⁴⁾ O. Nordenskjöld, Die Polarwelt. 1909, pag. 107—108.

⁵⁾ Halaváts, Die geolog. Verhältnisse des Alföld. Mitteil. a. d. Jahrb. d. kgl. Ungar. Geol. Anstalt. Bd. 11, Heft 3. 1897, pag. 196.

Schottern, Sanden usw. genau in derselben Weise ausgefüllt, wie wir sie in ordnungslosem Durcheinander an dem flözleeren Rotliegenden beteiligt sehen. Es ist von Wüst, einem Anhänger der Wüstenbildung für das Rotliegende, die Schwierigkeit betont worden, daß man in Gebieten, wo das flözleere und das flözführende Rotliegende in demselben stratigraphischen Niveau sich berühren, doch „ein nahes Nebeneinander von Sandwüsten und Waldmooren“ annehmen müßte¹⁾. In ähnlicher Weise aber finden wir im großen ungarischen Becken Moorbildungen und wüstenartige Flugsandgebiete mit Deflationerscheinungen im synchronen Niveau der heutigen Oberfläche²⁾. Auch für die Beurteilung der Möglichkeit von lokalen Gebirgsvergletscherungen zur Rotliegendzeit ist das Beispiel des großen ungarischen Beckens nicht belanglos, indem es uns zeigt, daß von den lokalen Diluvialvergletscherungen des umrandenden Karpatenbogens in den das Becken ausfüllenden Ablagerungen nicht die leiseste Andeutung vorhanden ist. Im allgemeinen hat es den Anschein, als wenn derartige geräumige und ringsum von Gebirgen geschlossene Becken, die durch einen schmalen Durchbruch entwässert werden — sozusagen ein topographisches Optimum der Akkumulation von Kontinentalablagerungen in der Art des flözleeren Rotliegenden bieten würden. In dieser Beziehung sei auf das Rotliegende im Innern der böhmischen Masse hingewiesen, die zur Rotliegendzeit genau in derselben Weise von varistischen Faltenzügen eingeschlossen war.

¹⁾ Wüst, Die erdgesch. Entwicklung des östl. Harzvorlandes (Sonderabdruck aus „Heimatkunde des Saalkreises“. Herausgegeben von W. Ule). 1908, pag. 17.

²⁾ Dasselbe ist ebensogut in subarktischen Gebieten möglich. Kommen doch in Grönland Kies- und Sandflächen, letztere zum Teil zu Dünen verweht, neben Moosmooren vor. Vergl. Rikli, Beiträge zur Kenntnis Grönlands. Verhandl. d. Schweizer. Naturf. Ges. Bd. 92, 1910, pag. 166, 176.