

Die jurassischen Kalkgerölle im Diluvium von Mähren und Galizien.

Von Anton Rzehak in Brünn.

Im 1. Hefte des Jahrbuches der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1878, pag. 1—8, habe ich eine eigenthümliche Facies des mährischen Diluviums beschrieben, nämlich das Vorkommen verschieden grosser, abgerundeter Blöcke eines dichten, gelblichweissen Jurakalkes, welche untermischt mit einzelnen Blöcken von Graniten, Amphibolit, Gneiss, Sandsteinen etc. in einem gelben, sandigen, kalkreichen Lehm völlig regellos eingebettet liegen; ich habe in jener Abhandlung eine Anzahl mährischer Orte citirt, aus deren Umgebung das Vorkommen ähnlicher Bildungen bekannt ist, und zugleich meine Ansicht über die Herkunft dieser Blöcke dahin ausgesprochen, dieselben wären durch temporäre, heftige Fluthen von ihrer secundären Lagerstätte innerhalb eocäner Schichtencomplexe fortgeführt und an der Stelle, wo sie sich jetzt finden, wieder abgelagert worden. Als Stütze dieser Ansicht führte ich das häufige Vorkommen einzelner exotischer Jurakalkblöcke, sowie mächtiger Geröllanhäufungen in den karpathischen Eocänschichten an, und wies speciell auf das Vorkommen von Palkowitz bei Friedland in Mähren hin, an welchem Orte augenscheinlich eine theilweise Auswaschung und Fortführung der im Liegenden eines wahrscheinlich eocänen Sandsteins vorkommenden Jurakalkblöcke stattfand.

Obwohl es schwer werden dürfte, für das Auftreten von temporären, heftigen Fluthen eine erklärende Ursache zu finden (rein meteorologische Ursachen, wie z. B. plötzliche Schneeschmelze, dürften kaum ausreichend sein) und selbst bei Zulässigkeit der Annahme solcher Fluthen die Lagerungsverhältnisse der Gerölle und die Vertheilung der Ablagerungen derselben nicht ganz befriedigend erklärt werden können, schien mir doch die Saussure'sche Hypothese, nach welcher die in den Alpenthälern zerstreuten Blöcke des Juragebirges von reissenden, schlammigen Wasserströmen abgelagert wurden, auch auf die mährischen Ablagerungen anwendbar zu sein; das Vorkommen fremdartiger Gesteine deutete unzweifelhaft auf einen stattgehabten Transport derselben, und ohne Bedenken nahm ich bewegtes Wasser als das hiebei thätig gewesene Agens an.

Nachdem jedoch in neuerer Zeit den mährischen Ablagerungen ganz analoge Vorkommnisse in den Ost-Karpathen von mehreren Geologen beschrieben und hiebei von den meinigen ganz abweichende Ansichten vorgebracht wurden, will ich in dem Folgenden den Versuch machen, die mährischen Geröllablagerungen von einem neuen Standpunkte aus zu beurtheilen; ob die von mir geltend gemachten Ansichten alle zulässig und die aus denselben gezogenen Schlüsse alle richtig sind, mögen geübtere Fachgenossen entscheiden.

Im Jahre 1876 beschrieb J. Niedzwiedzki¹⁾ eine Ablagerung jurassischer Kalkgeschiebe bei Przemysl in Ost-Galizien; nach den Beobachtungen des genannten Forschers ist der das Santhal südlich begleitende Bergrücken, dessen mittlere (absolute) Höhe gegen 370 M. beträgt, stellenweise bis gegen die oberste Höhe hin von einem kalkreichen Lehm bedeckt, in welchem zahlreiche, abgerundete Blöcke eines hellen, dichten Jurakalksteins eingebettet liegen. Dieselben rühren nach der Ansicht Niedzwiedzki's von der theilweisen Zerstörung einer in der Nähe befindlichen, jedoch bedeckten Jurakalkklippe her und kamen durch Auswaschung aus eocänen Schichten in die diluviale Lehmlagerung. Eine solche Auswaschung konnte thatsächlich stattfinden, denn es findet sich in der Nähe nicht nur eine den eocänen Sandsteinschichten concordant aufgelagerte Kalkbreccie, sondern auch innerhalb eines dünnschiefrigen Sandsteins eine Ablagerung abgerundeter Jurakalkblöcke.

In meiner eingangs erwähnten Abhandlung sprach ich die Ansicht aus, die Tieschaner Gerölle wären die abgerollten Trümmer einer zerstörten Juraklippe; über die Zeit, wann die Zerstörung dieser Klippe stattfand, stellte ich keinerlei Vermuthungen auf, obwohl die Thatsache, dass die Blöcke schon im abgerollten Zustande in eocänen Schichten vorkommen, diese Periode nach einer Seite hin begrenzt. Während ich jedoch ausser der Zerstörung der Klippe und der Auswaschung der Gerölle auch noch deren Fortführung und Ablagerung an einem von der ursprünglichen Lagerstätte mehr oder weniger entfernten Orte annahm, ist Niedzwiedzki der Ansicht, dass die theilweise zerstörten Klippen in unmittelbarer Nähe der jetzigen Geröllablagerungen sich befinden und die noch anstehenden Reste derselben unter der eocänen Schichtendecke verborgen sind; in der That tritt an einigen Stellen der Umgebung von Przemysl ein gelblicher, dichter Jurakalk zu Tage, und obwohl sich die meisten ähnlichen Vorkommnisse, wie z. B. der von mir erwähnte Kalkfels am Tieschaner Hügel, der Tieschaner Kalkfelsen²⁾, das von Foetterle³⁾ erwähnte Juravorkommen zwischen Skalitzka und Zamersk in Mähren, der Jurafelsen bei Strzyłki in Ost-Galizien⁴⁾ etc. etc. als exotische Blöcke von mehr oder minder bedeutenden Dimensionen erwiesen, sieht Niedzwiedzki die Vorkommnisse bei Przemysl für wirklich anstehendes Gestein einer ehemals viel bedeutenderen Juraklippe an.

¹⁾ Beiträge zur Geologie der Karpathen, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1876, p. 332.

²⁾ Nach Hohenegger in Haidinger's Mittheilungen etc. Bd. 6, p. 110.

³⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1858, p. 25.

⁴⁾ Nach F. v. Hauer im Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, 1872, p. 395.

Aus diesem Vorkommen von anstehendem Jurakalk in der Nähe der Geröllablagerungen, sowie aus der Verbreitung und der Isolirtheit der letzteren zieht Niedzwiedzki den Schluss, dass ein Transport der Gerölle von Weitem her nicht gut anzunehmen sei; er spricht sich jedoch nicht näher aus über den Ablagerungsmodus derselben und das hiebei thätige Agens, und stellt auch keinerlei Beziehungen her zwischen diesen Bildungen und dem Vorkommen nordischer Granite, Gneisse etc. in der Umgebung von Przemysl.

Im Herbste vorigen Jahres wurden nun die Geröllablagerungen bei Przemysl von zwei schottischen Geologen besprochen, welche hiebei zu Resultaten gelangt sind, die mit den von österreichischen Geologen gewonnenen durchaus nicht übereinstimmen; die Herren Jack und Horne erklären nämlich die Geröllablagerungen bei Przemysl in ihrer im „Quarterly Journal“, 1877, p. 673—681, veröffentlichten Abhandlung („Glacial Drift in the North-Eastern Carpathians“) für eine Glacialbildung. Obwohl diese Ansicht schon von Herrn Dr. E. Tietze¹⁾ besprochen und widerlegt wurde, hatte sie mich doch angeregt, die Ablagerungen von Tieschan von einem ganz neuen Standpunkte zu betrachten; dieselben für „Glacial-Drift“ zu halten, konnte mir natürlich schon mit Rücksicht auf die orographischen Verhältnisse der Umgebung von Tieschan nicht einen Augenblick lang in den Sinn kommen; dagegen versuchte ich, die fraglichen Ablagerungen mit der „nordischen Drift“ in Zusammenhang zu bringen, und zwar hauptsächlich gestützt auf das Vorkommen fremdartiger krystallinischer Gesteine, über deren Ursprung ich in meiner ersten Abhandlung wegen Mangel an dem nöthigen Vergleichsmateriale keine bestimmte Angabe zu machen wagte. Da jedoch Herr Dr. Tietze die in den Karpathen vorkommenden Blöcke von rothem Granit, Orthoklas-Porphyr, Gneiss etc. dem erratischen Diluvium zuschreibt, stehe ich nicht an, bei dem genetischen Zusammenhange, der zweifellos zwischen den galizischen und mährischen Ablagerungen besteht, auch die in den letzteren vorkommenden krystallinischen Gesteine für nordischen Ursprungs zu erklären.

Nach Lyell wird die Hauptmasse der Driftablagerungen aus Trümmern der unterlagernden und benachbarten Gesteine gebildet, während zugleich ein Theil derselben aus solchen Gesteinen besteht, die aus grossen Entfernungen an ihren jetzigen Ort gelangten; diese petrographische Zusammensetzung trifft bei den in Rede stehenden Ablagerungen vollkommen zu, denn während in den verschiedenen Gerölldepôts je nachdem Kalk (Tieschan, Schüttboritz, Przemysl), Sandsteine (Pawlowitz), Eisensteine (Wieterschauer Hügel) etc. bedeutend vorherrschen, kommen auch fast überall Blöcke fremder, krystallinischer Gesteine, unter welchen ein Granit mit rothem Feldspath am verbreitetsten ist, vor.

Was die geographische Verbreitung der nordischen Drift anbelangt, so liegt die für die Ablagerungen derselben charakteristischeste Zone in Mitteleuropa zwischen dem 50. und 70. Grad nördlicher

¹⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1878, Nr. 7, p. 142.

Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1879. 29. Band. 1. Heft. (A. Rzehak.)

Breite; ¹⁾ wenn demnach die etwas südlicher, nämlich zwischen dem 48. und 49. Grad n. Br. gelegenen Ablagerungen von Tieschan mit der nordischen Drift in genetischer Beziehung stehen, muss auch das Diluvialmeer, welchem die betreffende Driftströmung angehört hat, sich weiter nach Süden erstreckt haben, über ein Gebiet, aus welchem bisher keinerlei marine Bildungen bekannt waren.

Nach den Untersuchungen von Prof. R. H. Credner ²⁾ ging die Südgrenze des Diluvialmeeres in vielfachen Windungen von Reichenberg in Böhmen südlich von Zittau über Schluckenau, durch die sächsische Schweiz, dann in starkem, nördlichen Bogen über Dresden, am Fusse des Erzgebirges, südlich von Chemnitz und Zwickau bis in die Gegend von Werdau verlaufend.

In Sachsen ist dieser Südrand gut markirt durch marine Sande (Glimmersand), ferner Kies und Geschiebelehm, welche sämmtlich nordische Geschiebe enthalten. Der Kies ist nach Jentzsch ³⁾ vorwiegend eine Küstenbildung, von gestrandeten Eismassen abgelagert, während der Geschiebelehm ein Schlammproduct mässig bewegten Wassers ist und von auf offener See treibenden und schmelzenden Eismassen abgesetzt wurde. Da keine Wechsellagerung zwischen Kies und Lehm stattfindet, nimmt Jentzsch an, dass beide Ablagerungen durch eine Festlandsperiode getrennt sind, also zweien Diluvialmeeren entsprechen. Diese beiden Meere entsprechen wieder den beiden Eiszeiten der Alpen.

Die Ablagerungen der nordischen Drift lassen sich von der Nordgrenze Böhmens auch noch ziemlich weit gegen Osten verfolgen; so finden sich z. B. grosse Mengen von Blöcken in der oberschlesischen Ebene, bis in 1000' Meereshöhe; sie erreichen den Fuss der Karpathen und dringen zwischen Ratibor und Neisse in Massen an die Abhänge des mährisch-schlesischen Gebirges herauf. Erratische Blöcke von Granit und Syenit kommen bei Weidenau, Radun, Grätz, Freistadt, Teschen, Mähr.-Ostrau u. a. O. vor; bei Ottendorf nächst Troppau finden sich petrefaktenreiche, silurische Kalke, die nach Urban ⁴⁾ skandinavischen Ursprungs sind. Die nördlich von der mährisch-schlesischen Hauptwasserscheide vorkommenden Ablagerungen von Schotter und Geröllen enthalten nach Kořistka ⁵⁾ ebenfalls Geschiebe von Granit und Syenit, deren nordischer Ursprung nach Jeitteles ausser Zweifel ist. Auch am Nordabhange der Karpathen sind deutliche Spuren der nordischen Drift vorhanden; so z. B. kommen nach Niedzwiedzki in den tiefsten Schichten der das Santhal ausfüllenden Diluvialbildungen neben zahlreichen, wenig abgerundeten Geschieben von Karpathensandstein kleinere und grössere erratische Blöcke von rothem Granit, Orthoklasporphyr, Gneiss und Diorit vor; diese Ablagerungen entsprechen nach

¹⁾ Lyell, Geologie, 1857, I. Bd., p. 155.

²⁾ Sitzgsber. d. Naturf.-Ges. zu Leipzig, 1875, Nr. 6.

³⁾ Das Quartär in der Umgebung von Dresden. Neues Jahrb. f. Min. etc., 1872, p. 450.

⁴⁾ Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 15. Band, p. 315.

⁵⁾ Kořistka: Die Markgrafschaft Mähren und das Herzogthum Schlesien, 1861, p. 177.

meiner Ansicht dem „Geschiebelehm“ Sachsens und sind, wie dieser, eine marine Bildung.

Nimmt man nun an, dass das Diluvialmeer, welchem jene Driftströmung angehört hat, durch welche die nordischen Blöcke in Schlesien, im nordöstlichen Mähren etc. abgelagert wurden, seinem Niveau nach etwa 1000 Fuss (nach Jentzsch die Höhe des Diluvialmeeres in Sachsen) über dem jetzigen Meeresspiegel stand, nimmt man ferner an, dass die damalige Oberflächengestaltung des Festlandes von der jetzigen nicht wesentlich verschieden war, so ist leicht einzusehen, dass nicht nur das nördlich von der mährisch-schlesischen Hauptwasserscheide gelegene Gebiet sich im Zustande der Submersion befand, sondern dass ein Meeresarm durch die Niederung der Oder zwischen dem mährisch-schlesischen Grenzgebirge und den Karpathen in südwestlicher Richtung nach Mähren hereindrang, das jetzige Oder-, Hanna- und Marchthal bedeckte und das Marsgebirge umspülte, dessen höchste Kuppen (Holy kopec 1663', Nadanow 1150' etc.) inselartig hervorragten; in dem Gebiete dieses hypothetischen Meeresarms finden sich diluviale Sandablagerungen, mitunter in ziemlich bedeutender Höhe, so z. B. am Roy bei Freistadt (923'), am Nakleberg, südwestlich von Bisenz (835'); die meisten der Sandablagerungen im südlichen Mähren, namentlich jene der Umgebung von Czeitsch, ferner die der sogenannten „Dubrawa“ bei Göding zeichnen sich durch ihren Reichthum an halophilen Pflanzen¹⁾ aus; es ist demnach nicht unmöglich, dass die meisten dieser diluvialen Sandlager, sowie auch das von mir schon in meiner ersten Abhandlung erwähnte Flugsandgebiet von Neuhof marinen Ursprungs sind.

Bekanntlich war auch die ungarische Ebene vom Diluvialmeere bedeckt, wie die noch vorhandenen, an Chlornatrium reichen Wassertümpel und die allenthalben verbreiteten Salzpflanzen beweisen. Nach Freiherr v. Richthofen's²⁾ Untersuchungen lassen sich auch bei diesem Diluvialmeere bedeutendere Niveauschwankungen, wie sie Jentzsch für das die norddeutsche Ebene bedeckende Diluvialmeer nachwies, erkennen.

Wie Suess³⁾ aus dem Vorkommen mariner Gerölle nördlich vom Rosaliengebirge geschlossen hat, reichte dieses Diluvialmeer einmal bis in die Gegend von Wien.

Die bei beiden Diluvialmeeren, nämlich dem die norddeutsche und dem die ungarische Ebene bedeckenden, nachgewiesenen Niveauschwankungen lassen auf einen Zusammenhang derselben schliessen, obwohl es schwer möglich ist, präzise jene Landstrecken zu bezeichnen, welche damals submersirt waren und dadurch die Verbindung des norddeutschen und des ungarischen Diluvialmeeres herstellten; mit

¹⁾ Vergl. hierüber: J. Bayer, Salzpflanzen der Umgebung von Czeitsch, Verh. d. zoolog. botan. Vereins in Wien, 1852, p. 23, und Al. Makowsky's „Flora des Brünnner Kreises“, 1863, p. 56—62.

²⁾ Marines Diluvium der ungar. Ebene. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt, B. 10, p. 460.

³⁾ Verh. d. geol. Reichsanstalt, Bd. 9, pag. 101.

grosser Wahrscheinlichkeit kann man jedoch annehmen, dass das von der oberschlesischen Ebene im NO. von Mähren bis an das Marsgebirge heranreichende norddeutsche Diluvialmeer mit dem bis Wien reichenden ungarischen Meere durch das ebenfalls submersirte Marchfeld in Zusammenhang gestanden ist.

Durch die Annahme, dass die mährischen und galizischen Geröllablagerungen in genetischem Zusammenhange mit der nordischen Drift stehen und demnach marine Bildungen sind, werden manche Eigenthümlichkeiten derselben erklärt, welche bei Annahme von reissenden Süsswasserfluthen als thätiges Agens nur unzureichend erklärt werden können.

Vorerst ist es das Vorkommen nordischer Blöcke, welches nur auf die nordische Drift zurückgeführt werden kann, wenn man nicht etwa annehmen will, dass dieselben zugleich mit den Jurakalkblöcken aus eocänen Schichten ausgewaschen worden sind; exotische Blöcke krystallinischer Gesteine sind in den karpatischen Schichten nicht selten, dieselben rühren jedoch meistens von solchen Orten, die nicht sehr weit von ihrer jetzigen Lagerstätte entfernt sind. Sollten sich jedoch irgendwo Gesteine von zweifellos nordischer Herkunft auf eocänen Lagerstätten finden, so müsste man nothwendiger Weise eine antediluviale (eocäne) „nordische Drift“ annehmen; der ganze Vorgang der Geröllablagerung müsste dann in derselben Art und Weise, wie er nach meiner Ansicht erst in der Diluvialzeit stattfand, in die Eocänperiode zurückverlegt werden, während durch diluviale Fluthen bloss eine Auswaschung der zur Eocänzeit abgelagerten Gerölle stattfand.

Ausser dem Vorkommen nordischer Gesteine sind es noch die tektonischen Verhältnisse, ferner die Isolirtheit der einzelnen Ablagerungen und die petrographische Verschiedenheit des Materials derselben, welche durch die Wirkung reissender Süsswasserfluthen nicht hinlänglich erklärt werden.

Durch die Art und Weise, wie die Blöcke in den Ablagerungen angehäuft sind, kann man leicht verleitet werden, dieselben für eine Glacialbildung zu halten; namentlich in den Karpathen, wo Gletscherspuren unzweifelhaft nachgewiesen sind, ist dieser Irrthum wohl verzeihlich, während für die mährischen Ablagerungen die Möglichkeit einer ehemaligen Gletscherwirkung aus orographischen Gründen schon von vorneherein ausgeschlossen werden muss. Auch als Muren, mit denen sie ebenfalls einige stratigraphische Merkmale gemein haben, können diese Ablagerungen nicht angesehen werden, indem Murbrüche nur dem Hochgebirge eigenthümlich sind und nach G. A. Koch ¹⁾ gewöhnlich nur dort entstehen, wo kurze, enge, steil abgedachte Nebenthäler in ein grösseres Hauptthal einmünden. Wollte man sie endlich für Schuttkegel halten, die an den Mündungen grosser, rasch fliessender Gewässer in Süsswasserseen oder in das Meer gebildet wurden, so müsste man mit Rücksicht auf die petrographische Verschiedenheit der

¹⁾ G. A. Koch: Ueber Murbrüche in Tirol, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 25, p. 97.

Gerölle für jede einzelne Ablagerung ein separates Flussgebiet annehmen; dann bliebe jedoch noch immer die Verschiedenheit in der Grösse der Blöcke unaufgeklärt, da fliessendes Wasser auch beim Eintritt in Seebecken, wobei die Geschwindigkeit und Transportfähigkeit natürlich herabgemindert und endlich aufgehoben wird, auf das mitgeführte Materiale immer noch sortirend wirkt, so dass Schlamm und Sand am weitesten in das Seebecken hineingeführt werden, während von Geschieben die kleineren ebenfalls weiter hineinreichen als die grösseren Blöcke. So wird z. B. beim Eintritt der Rhône in den Genfer-See der Schlamm bis auf 1 Meile weit in den See getrieben, und findet sich in einer Tiefe von etwa 500 Fuss zwischen St. Gingolf und Vevey, daselbst den Seeboden erhöhend; dagegen treibt ein Bergstrom bei Ripaille Geschiebe in den See, die ein weit stärkeres Fallen annehmen, indem schon in einiger Entfernung vom Ufer eine Tiefe von 450 Fuss herrscht.

Blöcke von sehr verschiedener Grösse, Sand und Schlamm können gleichzeitig nur dann abgelagert werden, wenn der Wasserstrom, welcher diese Materialien mitführt, auf irgend eine Art eine plötzliche Stauung erfährt; für die mährischen Ablagerungen ist eine derartige Entstehungsweise nicht anzunehmen, da hier solche Veranlassungen, welche ähnliche Katastrophen im Hochgebirge bedingen, ausgeschlossen sind, und die flachen Kuppen, auf welchen die Ablagerungen vorkommen, der strömenden Wasserfluth kein solches Hinderniss entgegensetzen konnten, dass durch die Wucht des Anpralls das Trägheitsmoment derselben aufgehoben und sämmtlicher mitgeführte Detritus, d. h. sowohl Schlamm als auch grössere Blöcke abgesetzt werden konnte.

Nur ein zusammenhängender Hügelzug hätte als eine Art Staudamm wirken können; beim Anprall an einzelne, isolirte Kuppen hätte wohl die Fluth eine Rückstauung erlitten, wäre dann aber jedenfalls zu beiden Seiten derselben ausgewichen, hätte vielleicht die zwischen den Kuppen liegenden Sättel vertieft und die Mulden mit der Hauptmasse des mitgeführten Gesteinsdetritus angefüllt. Nun ist aber für die mährischen Ablagerungen gerade das Vorkommen an den Gipfeln und Abhängen der Hügel charakteristisch, während in der Niederung nur einzelne, kleinere Gerölle an der Oberfläche zerstreut liegen, und augenscheinlich von oben herabgerollt oder herabgeschwemmt wurden.

Die verschiedenartigen Gesteinsfragmente, welche von rasch fliessenden Gewässern mitgeführt werden, werden ihrer Qualität nach im ganzen Strombett ziemlich gleichförmig vertheilt, so dass es nur zufällig geschehen kann, dass an einer Stelle dieses, an einer anderen jenes Gestein vorherrscht. In Folge dessen muss die Thätigkeit des fliessenden Wassers bei den mährischen Geröllablagerungen wohl nicht ausgeschlossen, doch aber sehr beschränkt werden; auf keinen Fall kann jedoch angenommen werden, dass selbst die auf einem kleinen Flächenraum vertheilten Ablagerungen, wie z. B. jene der Umgebung von Tieschan, alle auf eine und dieselbe Fluth zurückzuführen seien, indem die Gesteine selbst in unmittelbar benachbarten Ablagerungen petrographisch sehr verschieden sind.

Die meiste Aehnlichkeit scheinen die mährischen und galizischen Geröllablagerungen mit den in Schottland unter dem Namen „Till“

bekannten Ablagerungen zu besitzen; dieselben enthalten Blöcke verschiedener Gesteine in einer geschichteten Thonmasse eingebettet, und sind nach Lyell¹⁾ eine submarine Bildung. Die sogenannten „åsar“ in Schweden sind schmale, gewöhnlich von NNO. nach SSW. streichende, aufgestürzten Dämmen ähnliche Hügel, die ganz aus losen Blöcken zusammengesetzt werden; manchmal sind sie mit Sand untermengt (sand-åsar), wodurch sie ebenfalls eine gewisse Aehnlichkeit mit einigen der mährischen Geröllablagerungen erhalten.

Im mittleren England finden sich zahlreiche Ablagerungen verschiedenartiger Gerölle, nach Conybeare's Beobachtungen besonders an dem westlichen Escarpement der unteren Oolithschichten; in den nördlichen Umgebungen des Seegebirges, an der Küste unfern Maryport am Hayton Castle, finden sich grosse Gesteinsblöcke, und in den Niederungen an der Ostküste, zwischen Tweed und Themse, Gerölle aus Norwegen.

In Schweden fand Lyell neben Sand und Geröllen Schichten mit Muscheln, und auch in Dänemark fand man dicht neben dem Geröllthon recente Muscheln in geschichteten Lagern.

Alle die erwähnten Ablagerungen von Geröllen tragen mehr oder weniger deutlich den Charakter mariner Bildungen und lassen eine zweifache Thätigkeit des Meeres erkennen; dasselbe wirkt nämlich entweder bloß durch die mechanische Kraft seiner Wogen, durch welche nicht nur an klippenreichen Ufern, sondern auch an weit vom Lande entfernten Felseninseln, felsigen Untiefen etc., grössere Gesteinsmassen zerstört und aus den Trümmern Geschiebebänke oder selbst Trümmerwälle gebildet werden; oder das Meer wirkt auch transportirend durch die ihm eigenthümlichen Strömungen, von welchen für uns die sogenannten „Driftströmungen“, und von diesen wieder speciell die sogenannte „nordische Driftströmung“, die grösste Wichtigkeit besitzen.

Es soll nun untersucht werden, wie weit die Entstehung der mährischen und galizischen Geröllablagerungen durch die Wirkungen des Meeres erklärt werden kann; das einfachste und natürlichste Bild, welches man sich von dem Vorgang der Geröllablagerung, den zu jener Zeit bestandenen Verhältnissen und den wirkenden Kräften machen kann, ist ungefähr Folgendes:

Das Gebiet, in welchem die fraglichen Ablagerungen vorkommen, war vom Diluvialmeere, respective von einem das norddeutsche und ungarische Diluvialmeer verbindenden Meeresarm bedeckt; über das Niveau desselben ragten die höchsten Kuppen des Marsgebirges, bestehend aus eocänen Sandsteinen, Conglomeraten etc., sowie zahlreiche Klippen von Jurakalk und anderen Gesteinen empor.

Sowohl die am Strand befindlichen als auch die weit von demselben entfernten Klippen und felsigen Untiefen wurden durch die mechanische Kraft der Wogen einer mehr oder weniger weitgehenden Zerstörung unterworfen, die Trümmer mehr oder weniger abgerollt und von den-

¹⁾ Lyell: I. B., 1857, p. 171.

selben entweder förmliche Geschiebeebänke oder blos ganz regellose Anhäufungen gebildet; wo sich Geröllablagerungen in eocänen Schichten vorfanden und von der Brandung erfasst werden konnten, wurden die Gerölle ausgewaschen und mit Trümmern der Hangendgesteine vermengt am Strande abgelagert. Auf diese Art ist es leicht erklärlich, wie es kommen konnte, dass neben den kleineren, die Geschiebebank bildenden Gesteinsfragmenten auch Blöcke von mitunter ungeheueren Dimensionen abgelagert wurden. Aehnliche Vorgänge und Bildungen sind ja noch heute an felsigen Meeresufern zu beobachten; im Jahre 1824 wurden an der Südküste von England während eines Sturmes Blöcke von 40—100 Centnern Gewicht durch die Wellen losgerissen und herumgetrieben; ein Kalksteinblock von 140 Centnern Gewicht wurde 150 Fuss weit geführt und einige andere Blöcke dieser Grösse ganz fortgespült.

Auf den Scilly-Inseln werden die Granitblöcke, welche von den Klippen herabstürzen, rund gerieben und bilden bei stürmischem Wetter das Spielwerk der Wellen des atlantischen Oceans. Mitunter spielt auch die Wirkung von Quellen und Flüssen bei Zerstörung von Klippen eine mehr oder weniger wichtige Rolle, wie dies Sir Henry de la Beche ¹⁾ bei Lyme Regis und Axmouth, sowie auf der Insel Wight nachwies.

Bezüglich der Entstehung unserer Geröllablagerungen lassen sich nun folgende Fälle unterscheiden:

a) Die Klippen wurden schon während der Eocänperiode zerstört und die Wirkung des Diluvialmeeres beschränkte sich auf die Auswaschung der Geschiebe aus eocänen Schichten und Zuführung fremder Gesteine durch Eis.

b) Die Klippen ragten noch theilweise über den Spiegel des Diluvialmeeres, und wurden durch die Brandung desselben zerstört.

c) Die zerstörende Wirkung des Diluvialmeeres betraf sowohl die eocänen Geröllschichten, als auch die noch theilweise anstehenden Reste der ehemaligen Klippe.

Im ersten Falle wurden bei der Auswaschung der Gerölle die Hangendschichten der Geröllablagerung ganz zerstört, so dass die Gerölle jetzt auf den obersten Stellen liegen, oder es blieb ein Theil der Hangendschichten stehen, und die Gerölle bedecken nun scheinbar den Abhang des Hügels oder Hügelzuges.

Selbstverständlich konnten die Gesteinsblöcke durch die mechanische Kraft der Wogen aus ihrem Lager ausgewaschen und nach verschiedenen Richtungen hin- und herbewegt werden; niemals konnten jedoch dieselben aus einer tieferen Lage in eine höhere gebracht werden, weshalb man für solche Ablagerungen, deren Materiale unzweifelhaft aus eocänen Schichten ausgewaschen wurde und die jetzt in Bezug auf die benachbarten Schichten die höchsten Punkte einnehmen, eine Zerstörung der überlagernden Gesteine durch diluviale Fluthen annehmen muss.

¹⁾ De la Beche: Geologie, nach dem „Geological Observer“ von Sir Henry T. de la Beche, bearbeitet von Dr. E. Dieffenbach, 1853, p. 25.

J. Niedzwiedzki sagt von den Jurakalkblöcken von Przemysl, dass sie an den Abhängen der das Santhal begleitenden Hügel „bis an die oberste Höhe“ dieser letzteren vorkommen; sie liegen daselbst in einem kalkreichen Lehm eingebettet, und konnten natürlich nur von oben herab in denselben gelangt sein. Sie haben also ursprünglich ein höheres Niveau eingenommen, und wurden überdies von eocänen Schichten überlagert; diese letzteren sind überall dort, wo die Gerölle jetzt bis zur obersten Höhe hinaufreichen, zerstört worden. Dagegen blieb dort, wo die Gerölle jetzt nicht auf dem Gipfel des Berges liegen, ein Theil der überlagernden Schichten erhalten, und bildet die obersten Punkte des Berges oder Bergrückens. An steilern Gehängen konnte es wohl auch geschehen, dass die abgerollten Gesteinsblöcke immer weiter herabgeschwemmt wurden, so dass endlich das unterlagernde Gestein zu Tage trat, und beim Sinken des Meeresspiegels als „Klippe“ über denselben hervorragte.

Im zweiten Falle konnte es leicht geschehen, dass von den steilen Jurakalkklippen einzelne grössere Trümmer losgerissen, auf den Meeressgrund hinabgerollt und dort in Schlamm und Sand eingebettet wurden, so dass sie nunmehr als colossale, exotische Blöcke erscheinen; auf diese Weise erklärt sich das Vorkommen bei Skalitzka, Tieschan etc.¹⁾ Durch die fortschreitende Zerstörung der Klippe wurden immer flacher abgedachte Geschiebebänke gebildet, bis endlich die noch anstehenden Felsmassen von abgerundeten, mit Sand und Schlamm vermengten Gesteinstrümmern gänzlich überdeckt wurden, so dass jetzt von den ehemaligen Klippen keine Spur mehr zu sehen ist. Es konnten jedoch auch selbstverständlich einzelne Klippen erhalten bleiben, wie dies auch wirklich geschehen ist; ja es mochten sogar an manchen Stellen die unter eocänen Schichten verborgen gewesenen Kalkfelsen erst durch die erodirende Wirkung der Meereswogen entblösst worden sein.

Im dritten Falle endlich erstreckte sich die erodirende Thätigkeit der Brandung sowohl auf anstehende Gesteinsmassen, als auch auf die in eocänen Schichten liegenden Gerölle; dies scheint namentlich für die Przemysler Ablagerungen zu gelten, denn wie bereits erwähnt, finden sich daselbst jetzt noch anstehende Jurakalkfelsen und auch intact gebliebene eocäne Geröllschichten.

Die auf die bezeichneten drei Arten entstehenden Geröllablagerungen enthalten jedoch nur solche Gesteine, die an Ort und Stelle, oder wenigstens in der nächsten Umgebung anstehend angetroffen werden; zur Erklärung des Vorkommens fremder Gesteine muss noch die Wirksamkeit einer transportirenden Kraft angenommen werden.

Was die aus dem Norden Europa's stammenden Gesteinsblöcke anbelangt, so ist es bekanntlich die Driftströmung, welche Eisberge und mit diesen zugleich Fragmente verschiedener Gesteine nach süd-

¹⁾ Von dem bekannten Tichauer Jurakalk sagt Hohenegger in W. Haidinger's „Mittheilungen etc.“, Band 6, p. 110: „Der Tichauer Kalk ist wahrscheinlich nichts anderes, als ein von höheren Bergen in den Meeresschlamm herabgerolltes, colossales Felsstück.“

licheren Breiten hinabführt; diese Eisberge stammen von den nordischen Gletschern und führen sowohl einzelne, grössere, von eisfreien Felspitzen auf den ehemaligen Gletscher herabgestürzte Blöcke, als auch ganze Trümmerhaufen, welche Reste ehemaliger Moränen sind.

Die Eisberge führen jedoch nicht nur lose auf ihrem Rücken liegende Gesteinsblöcke mit sich, sondern auch solche Trümmer, die in der Eismasse eingefroren sind; dieselben stammen nun entweder auch aus dem ehemaligen Gletschergebiete, wo sie als „Grundscht“ des Gletschers bei der Fortbewegung desselben an der Unterseite und den Seitenwänden durch den Druck, die damit verbundene Verflüssigung und nachherige Regelation des Eises in die Eismasse gelangten; oder aber es wurden die Gesteinstrümmer bei dem Auffahren des Eisberges an Klippen, Untiefen oder felsigen Ufern auf ähnliche Art wie der Gletscherscht, nämlich durch Regelation des Eises festgehalten; auf diese letztere Art erklärt Jentzsch das Vorkommen der Feuersteine in den marinen Ablagerungen des Dresdener Quartärs, indem er annimmt, dass dieselben von den damals submersirten Inseln Rügen, Mön etc. durch auffahrende Eisberge aufgenommen und dann weitergeführt wurden.

Auch die Hauptmasse der nordischen Geschiebe des sächsischen Quartärs ist nach dem genannten Forscher nicht auf dem Rücken der Eisberge, sondern in der Masse derselben eingefroren transportirt worden; in den mährischen Ablagerungen treten die nordischen Gesteine nur untergeordnet auf und sind meist mehr oder weniger abgerundet, während der Gletscherscht fast ausschliesslich aus eckigen, oder doch nur wenig abgerundeten Fragmenten besteht; die nordischen Blöcke der mährischen Ablagerungen scheinen demnach auf der Oberfläche der Eisberge transportirt worden zu sein, also ehemaligen Moränen angehört zu haben; bekanntlich sind abgerundete Blöcke in Gletschermoränen nicht gar selten. Natürlich konnten auch ursprünglich eckige Gesteinstrümmer erst nach erfolgter Ablagerung eine mehr oder weniger vollkommene Abrundung erfahren haben, auf dieselbe Art wie die Trümmer zerstörter Klippen durch das Wellenspiel der Brandung nach und nach abgerundet wurden.

Während also die nordischen Geschiebe der Tieschaner Ablagerungen wahrscheinlich meist auf Eis transportirt wurden, erscheint ein grosser Theil der die Ablagerungen zusammensetzenden Gesteine auf dieselbe Art wie die Geschiebe des mährischen Quartärs, nämlich im Eise eingeschlossen an den jetzigen Ort gebracht worden zu sein; es sind dies die Sandsteine, Amphibolite, Eisensteine etc., welche untergeordnet in den genannten Ablagerungen vorkommen und gewöhnlich nur wenig oder gar nicht abgerollt sind. Ihrem Ursprung nach stammen sie von solchen Punkten, an welchen die schwimmenden Eisberge der Drift mehr oder weniger heftig angefahren, mit Gesteinsdetritus beladen und endlich wieder flott geworden sind; die Strömung trieb dieselben dann noch so weit südwärts (beziehungsweise südwestwärts), bis die Eismassen entweder auf offener See abschmolzen oder an Geschiebänken, Klippen etc. festgehalten wurden.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass fließendes Wasser an der Zerstörung felsiger Meeresufer theilnehmen kann; es ist demnach nicht ausgeschlossen, dass auch auf diese Weise einzelne Fragmente fremder Gesteine in die durch Zerstörung von Strandklippen gebildeten Geschiebeebänke gelangen können; dies ist wieder auf eine zweifache Art möglich, nämlich durch die fortbewegende Kraft des Wassers, wobei die Trümmer abgerollt wurden, oder durch die Fortbewegung von Eisschollen, welche die in diesem Falle meist eckigen oder wenig abgerundeten Gesteinsstücke an der Unterseite eingefroren enthielten. Dass das sogenannte „Grundeis“ der Flüsse nicht selten Gesteinsfragmente eingeschlossen enthält, ist eine bekannte Sache, und ist demnach auch die Möglichkeit eines Transportes derselben stromabwärts selbst bis in das Meer nicht ganz ausgeschlossen. Es können auf diese Art mitunter ziemlich grosse Gesteinsblöcke weit seewärts getragen werden, wodurch das Vorkommen derselben in subpelagischen Ablagerungen erklärt wird.

Im sächsischen Diluvium bezeichnen mariner Sand und Kies die erste Glacialperiode, während welcher Scandinavien total vergletschert war, so dass keine Gesteinsblöcke auf die Oberfläche der Gletscher gelangen konnten; die Eismassen enthielten blos Gletscher-Grundschutt eingeschlossen.

Zum Schlusse der Eiszeit (in der zweiten Glacialperiode), wo mehr Land entgletschert war, konnten auch einzelne Gesteinsblöcke, so wie ganze Moränen auf der Gletscheroberfläche vorkommen; diese zweite Periode war milder als die vorhergehende, denn die Eismassen wurden schon früher, auf offener See geschmolzen und die Blöcke und Geschiebe gleichmässig zerstreut. In der ersten Periode wurden der Sand und Kies des Dresdener Diluviums, in der zweiten die eigentlichen erraticen Blöcke und der sächsische Geschiebelehm abgelagert.

Die in der oberschlesischen Ebene, in Oesterr.-Schlesien und im n. ö. Mähren vorkommenden erraticen Blöcke wurden ebenfalls während der zweiten Glacialperiode abgelagert, da sie offenbar von schmelzenden Eismassen auf den Meeresgrund hinabsanken; in dieser Periode schmolzen also die Eisberge der Drift bereits zwischen dem 50. und 49. Grad n. Breite ab; da nun gesagt wurde, dass die nordischen Gesteine der Tieschaner Ablagerungen meist von strandenden Eismassen abgelagert wurden, und diese Ablagerungen zwischen dem 49. und 48. Grad n. Br. liegen, so muss die Entstehung derselben in die erste Glacialperiode verlegt werden, indem nur während dieser kälteren Periode die nordischen Eismassen so weit südwärts geführt werden konnten. Wenn nun die krystallinischen Gesteine der Tieschaner Ablagerungen, wie früher angenommen wurde, auf Eis transportirt wurden, so kann während der ersten Glacialperiode der europäische Norden nicht, wie Jentzsch annimmt, „total“ vergletschert gewesen sein, sondern es mussten immer noch einzelne Felsspitzen über die ungeheuerliche Eisdecke hervorgeragt haben, so dass losgerissene Gesteinstrümmer auf die Oberfläche derselben gelangen konnten.

In Sachsen sind die beiden Diluvialmeere durch eine Periode der Erhebung getrennt, und auch an dem ungarischen Diluvialmeere lassen

sich, wie bereits erwähnt, Niveauschwankungen nachweisen; diese Niveauschwankungen scheinen jedoch nicht bloß das Wasser, sondern auch das feste Land betroffen zu haben, da sonst unter der Voraussetzung, dass die beiden Diluvialmeere (das norddeutsche und das ungarische) in Verbindung gestanden sind, die Trockenlegung derselben und des verbindenden Meeresarms sowohl dem Raume als auch der Zeit nach viel gleichmässiger und gleichförmiger hätte vor sich gehen müssen, als sie in der That vor sich gegangen zu sein scheint.

Allem Anscheine nach ist nämlich die Trockenlegung des hypothetischen Meeresarms und der norddeutschen Ebene schon in einer früheren Periode und viel rascher erfolgt, als die der ungarischen Ebene. Die letztere wurde, wie F. v. Richthofen¹⁾ sagt, „erst vor Kurzem vom Meere verlassen“, und zeigt deshalb jetzt noch grosse Aehnlichkeit mit den norddeutschen Küstengegenden, gewissen Theilen Aegyptens und den Ufergegenden der Sahara; Flugsand, salzreiche Wassertümpel und die charakteristischen Salzpflanzen lassen die ungarische Ebene sofort als ehemaligen Meeresboden erkennen.

In Norddeutschland sind die Spuren des Diluvialmeeres schon mehr verwischt, und selbst in dem Sandgebiete der Mark weitaus nicht so prägnant, wie in der ungarischen Ebene; am wenigsten deutlich erhalten blieben jedoch die marinen Gebilde in dem Gebiete des die beiden Diluvialmeere verbindenden Meeresarmes.

Die besprochenen Geröllablagerungen, einzelne isolirte Partien von Flugsand mit halophilen Pflanzen sind die Reste ehemals ausgehnterer, mariner Ablagerungen.²⁾ Dass von denselben so wenig erhalten blieb, hat seine Ursache darin, dass die nach der ersten Glacialperiode eingetretene Erhebung des Festlandes sich auch auf den zwischen dem norddeutschen und ungarischen Diluvialmeere liegenden Landstrich erstreckte und zur Folge hatte, dass der beide Meere verbindende Arm zuerst trocken gelegt wurde, worauf die Entfluthung der norddeutschen und viel später auch die der ungarischen Ebene erfolgte. Selbstverständlich waren die Gebilde des zuerst entflutheten Gebietes weit länger den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärien, fließenden Wassers etc. ausgesetzt, und konnten demnach auch nicht so deutlich den marinen Charakter bewahren.

Der ganze Bau von Annahmen und Folgerungen, aus welchen vorstehende Abhandlung besteht, basirt auf der Ansicht, dass die

¹⁾ Marines Diluvium der ungar. Ebene, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 10, p. 460.

²⁾ Das gänzliche Fehlen mariner Conchylien im mährischen Diluvium kann nicht auffallen, wenn man bedenkt, wie selten solche Conchylien im Diluvium überhaupt sind. Bis 1864 waren aus diluvialen Ablagerungen nur Land- und Süßwasserconchylien bekannt; in dem genannten Jahre beschrieb Römer die ersten zwei marinen Conchylien aus dem Diluvium von Bromberg; in den folgenden Jahren wurden bei Berlin, in den sächsischen Glimmersanden und einigen anderen Orten marine Conchylien gefunden, und sind bis jetzt im Ganzen etwa 20 Arten bekannt, die sich auf 12 Fundorte vertheilen.

krystallinen Gesteine der Tieschaner Ablagerungen, wie jene der analogen Ablagerungen von Przemysl, dem nordischen Diluvium angehören und durch die „nordische Drift“ selbst an Ort und Stelle gebracht wurden; ich hoffe, dass das auf dieser Basis aufgeführte Gebäude sicher genug steht, und dass es nur dann einstürzt, wenn eben das — Fundament nachgibt.
