

II.

Einzelheiten aus der Entfärbungszone des Hardtrandes bei Bad Dürkheim und Geschichte des Entfärbungsvorgangs.

Wir haben unten S. 91 und S. 92 erwähnt, wie vom Hardtrand nach Innen, d. h. nach Westen zu die erst weisslichen Sandsteine z. T. mit Kluftletten, welche stellenweise völlig schneeweiss sind, nach Westen zu lichtgelblich werden und in einer Linie, welche sich am ganzen Hardtrand und ungefähr parallel mit ihm verfolgen lässt, ziemlich rasch die ursprüngliche Färbung aufweisen; es ist das Verdienst A. Leppla's dies klar zur Darstellung gebracht und festgestellt zu haben, dass hier eine Umwandlungs- und keine Ablagerungsfazies bzw. stratigraphisch besondere Horizonte vorliegen. (Vgl. Geogn. Jahreshefte 1888 S. 51.)

Die Innengrenze dieser Entfärbung bzw. Enteisung des Sandsteins hält sich oft an eine der ersten, inneren Randverwerfungen, geht aber auch darüber hinaus bzw. erreicht solche nicht; sie hält sich vorzugsweise an die durchlässigen Hauptbuntsandsteinschichten; die tonigen Sandsteine des Unteren Buntsandsteins, des Oberrotliegenden werden von der Entfärbung sehr wenig berührt; Schichten des Oberen Buntsandsteins bei Neuleiningen-Battenberg werden am Aussenrande schwach verfärbt, nie ganz entfärbt.

Es seien hier nun einige Beobachtungen aus der Umgegend von Dürkheim mitgeteilt.

Taf. III zeigt das Bild eines nicht entfärbten Restes im letzten Steinbruch bei Grethen ziemlich dicht neben der Grenze, welche mit Sternchen in Textfig. S. 96 angedeutet ist. Die Zeichnung gibt die Höhe des Stein-

bruchaufschlusses etwas vermindert an; die Breite ist ungefähr 25 m, die Höhe ist schätzungsweise ebenso gross. — Man hat hier eine säulenartige Verbreitung ursprünglicher Färbung in den massigen unteren Trifelssandsteinen ungefähr 20 m über dem Tal und vielleicht 40 m über der im Talgrund verdeckten Grenze gegen den Unteren Buntsandstein. Der Sandstein erscheint gleichmässig dicht, massig mit schwachen Schichtandeutungen; stärkere Gerölllagen waren nicht in der Steinbruchwand zu erkennen, dagegen ziemlich nahe unten zwei Lagenzonen mit Tongallen, welche im Bild schematisch angedeutet sind.

Es fällt auf, dass die Säule ursprünglicher Färbung in seitlichen zackigen Ausläufern*) in das entfärbte Gebiet hereinreicht; es sind das ebenfalls ursprünglich verbliebene Reste; das ganze Bild lässt nur eine Deutung zu, dass nämlich die Entfärbung senkrecht zu der roten Säule und parallel mit den Zacken und somit auch rechts unten mit dem grossen fussartigen Seitenteil gemäss der Schichtung bzw. in der feinsten Lagerung des Kornes der Schichten vorgedrungen ist. Da nun das letztere und zugleich ein seitlich noch von W hereinreichender ähnlicher Rest ungefähr mit der Zone der Verbreitung der Tongallen übereinstimmt, so ist damit nahegelegt, dass diese Zone der Ausbreitung der Entfärbung einen gewissen höheren Widerstand entgegengesetzt hat, dass also mit der Einlagerung der Tongallen bei der Ablagerung auch sonst eine feine, dem Auge nicht leicht zugängliche, schichtgemässe Verteilung von kleinen Tonteilchen vor sich gegangen ist.

Was die oberste, dem Gehänge entsprechende Zone der Rotfärbung betrifft, welche auch eine stärkere Zerklüftung zeigt, so ist nicht ganz sicher, ob sie in dieser Begrenzung eine lagenartige Erhaltung ursprünglicher Entfärbung bedeutet; da sie reichlicher zerklüftet dem Versitzwasser sehr zugänglich ist, so kann die gleichmässige Fär-

*) Ein ähnliches Bild zeigt im Kleinen die Entkalkung von Mergeln, welche ich in den Geogn. Jahresheften XIV. 1901. Taf. V Fig. 7 bildlich dargestellt habe.

bung auch daher kommen, dass hier tonige Teilchen in dieser Oberflächenkruste eine gleichmässige Verteilung durch Niederschlagswasser erhalten haben und die Färbung sich nur an die Oberfläche der Gesteinsschollen und -brocken hält. Immerhin würde dies aber doch bedeuten, dass in der Uebergangszone in den höheren Lagen die Erhaltung der Färbung weiter nach Osten reicht als in den tieferen Lagen, womit ja auch ferner übereinstimmen würde, dass die beschriebene steilstehende Säule erhaltener Färbung nach unten durch eine wagrechte Zone entfärbten Sandsteins abgeschnitten ist; wie tief letztere hinabreicht, das ist leider durch die grosse Höhe der Schutthalde verdeckt; nach Aussage des Steinbruchbesitzers sind die tieferen Lagen weisslich.

Daraus würde hervorgehen, dass die tieferen Zonen des Hauptbuntsandsteines in der Uebergangsbreite der Entfärbung nach stärker enteisent seien als die höheren. Zu einem ähnlichen Schluss kommt man in den ähnlich gelegenen Brüchen vom Südwestende des Dorfes Seebach.

Wir haben oben die Rolle der Schichtung bzw. Lagerung bei dem Entfärbungsvorgang betrachtet, wir besprechen nun diejenige der die Schichtung durchkreuzenden Spalten; es sind in dem Bilde die wenigen Hauptspalten gezeichnet, welche in dem unter der Oberflächenzerklüftung liegenden unberührten Sandstein einzig in Betracht kommen können.

1) Eine mittlere scharf ausgebildete Kluft bildet fast völlig die rechte Seitengrenze der Entfärbungssäule; es zeigen sich auf der entfärbten Seite nur einzelne Teilreste noch roten Sandsteins; es erweist sich deutlich, dass die Spalte mit ihrer schwachen Kluftausfüllung für die Ausbreitung der entfärbenden Lösung eine Stauspalte bildete und dass über sie hinaus nach Westen (links) eine Wirkung nicht zu spüren ist. — Dass aber die Entfärbungsreste näher der fussartigen Seitenverbreitung der Färbung liegen, das scheint darzutun, dass die starke Verhinderung, welche in dieser unteren Zone zweifellos stattfand, nach hier herauf nachwirkte.

2) Die Spalte, welche links als durchgehende Spalte gezeichnet ist, kann ohne Widerspruch als eine solche bezeichnet werden, von welcher nach beiden Seiten der Entfärbungsvorgang eingetreten und vorgeschritten ist; das wird besonders dadurch deutlich, wie sich hier in der oben gekennzeichneten Horizontalverbreitung der Tongallen die Entfärbung nach beiden Seiten hin durchgesetzt hat und wie 3) dieser stärkere Färbungsrest der rechten Seite zu zwei weiteren auskeilenden bzw. unten verschwächer Klüften dort selbst in offenkundiger Beziehung steht.

Die Spalten in der Entfärbungszone sind daher entweder Zufuhrspalten oder Stauspalten, oder sind, wenn sie zu dem grösseren Netz der Zuleitung nicht in Verbindung stehen bzw. keine Kluftfüllungen besitzen, ohne deutliche Beziehung zu den Formen der Entfärbungsreste. — Dieses Ergebnis ist ja nicht überraschend; es bedurfte aber doch der Prüfung an besonders gut gelegenen Aufschlüssen.

Hervorzuheben sind noch folgende Einzelheiten:

1) Dass die Grenze von Rot und Weiss in den Sandsteinen stets scharf ist, der Farbenwechsel nicht etwa allmählich und übergänglich stattfindet; das zeigt sich mehr in den entschiedener tonigen Gesteinen, wie etwa den oberen Buntsandsteinschichten hinter der Burg von Neuleiningen.

2) Dass in den Sandsteinen selbst ein der Entfärbung etwa rasch nachfolgender Limonitabsatz im Verhältnis zu der abgeführten Eisenmenge nicht zu beobachten und in keinem deutlichen Zusammenhang stehend festzustellen ist.

3) Es finden sich in der Entfärbungszone zwar Limonitabsätze in vielen Spalten, aber nicht in verhältnismässig stärkerem Umfang wie in solchen unverfärbter Sandsteine.

4) In den entfärbten Sandsteinen eines Bruchs am Leuchtenberg SW. von Altleiningen zeigen sich solch schalig die Sandsteine selbst durchdringenden, an der Oberfläche bänderartig angeschnittener Limonitabsätze, — „Limonitdurchsinterungen“ — häufiger; sie überquerten aber die

einfacheren, auch hier meist nach der Lagerung mehr oder weniger eng gerichteten Entfärbungsgrenzen deutlich als eine sehr viel spätere Erscheinung.

Wir fassen hier noch kurz die Entfärbungserscheinungen in den Brüchen bei Seebach zusammen.

1) Entfärbt sind auch hier alle körnigen Sandsteine, welche in höherem Masse wasserdurchlässig sind, so im allgemeinen eine untere Zone in den Brüchen; eine obere ist toniger und farbenbeständiger und wird von dem Entfärbungsvorgang nicht mehr erreicht (vergl. S. 81—82).

2) Nicht entfärbt sind alle horizontalen und böschungsschichtigen tonigeren Einschaltungen in ziemlich scharfer Begrenzung; hie und da ist eine solche durch eine quere Entfärbung vom Hangenden zum Liegenden schief quer aber scharfbegrenzt entfärbt.

3) In gewissen stärker entfärbten tieferen Lagen sind auch die Tongallen völlig hell oder gelb geworden; in höheren entfärbten Lagen zeigen aber die Tongallen ihre volle Färbung.

4) Die nicht entfärbten tonigen Einschaltungen gaben ihre Farbe durch neueren Versatz auch Spalten wieder ab z. T. in die Oberfläche der porösen Sandsteine etwas eindringend und diese nachträglich rot färbend; es zeigen sich dann senkrechte rote Streifen auf den Klüffflächen im Gebiet des weissen Sandsteins, welche mit dem Entfärbungsvorgang nicht zusammenhängen.

5) An einzelnen Stellen kann man bemerken, dass die Entfärbung von der Seite her vorgedrungen ist, weil einem nach unten stattfindenden Vorgang wagrechte, die Entfärbungsdurchsinterung von oben oder unten abschliessende rote Lagen hindernd entgegentreten.

6) Es ist kein deutlicher Beweis vorhanden, dass die vielen vertikalen Spalten hier bei der Entfärbung in einzigem und hohem Masse eingegriffen hätten; die Entfärbung innerlich unzerklüfteter Schollen ist vielmehr auch sehr vollständig.

7) Es sind nur wenige Anzeigen dafür da, dass die Entfärbung, welche zweifellos von einer Limonitbildung

gefolgt war, schon in grösserem Umfang im Innern der Randzone zu Limonitabsätzen Anlass gegeben hat. Es gibt solche; der Umfang ihres Auftretens ist aber verhältnismässig recht gering. Die Limonitbänder oder -schalen ziehen durch die Sandsteine z. T. auch ohne Beziehung zu den Klüften, welche sie so überqueren, als ob letztere jünger wären; eine zu beobachtende Verdickung, welche man öfters beim Ueberqueren der Klüfte antrifft, beweist, dass die letzteren doch schon da waren; auch hier zeigen die verschiedenen schalig angeordneten Adern eines limonitischen Durchsinterungsabsatzes die Verdichtungsrande alle nach einer Seite hin gerichtet.

8) In einer gewissen Lage der Brüche sind die gelb gewordenen Tongallen an der Randgrenze mit einem Limonitabsatz umgeben; es ist der Limonitabsatz eine jüngere Erscheinung als die Entfärbung, die Folge einer Lösungstauung; dies scheint auch bei manchen Sandstein-Durchsinterungssystemen der Fall zu sein; sie stauen sich z. B. an der Grenze eines nicht entfärbten Teils und scheiden Rot und gelb von einander, gehen aber in demselben System teils durch Rot teils durch Gelb, hängen also, obwohl sie die Anzeichen querrer Durchsinterung an sich tragen, mit den Grenzen von Rot und Gelb nicht notwendig ursprünglich zusammen, sie sind spätere Entstehungen, welche die Entfärbung und die dadurch geschaffenen Durchlässigkeitsunterschiede voraussetzen (vgl. unten S. 87).

Es seien hier noch einige Beobachtungen über Entfärbungsstadien aus dem mittleren Hauptbuntsandstein beige-fügt, welche in den grossen hochgelegenen Brüchen bei Dürkheim und Altleiningen verschiedentlich zu sehen sind; diese Sandsteine sind zum Bau des Kurhauses in Wiesbaden verwendet, woselbst man die betreffenden Erscheinungen an den glatt bearbeiteten Flächen der Säulen und Quader schön erkennen kann.

1) Die wenigen hier vorhandenen Reste von ganz ursprünglicher Färbung zeigen die gleiche scharfe über-

gangslose Absetzung gegen das gebleichte Gestein wie oben beschrieben.

2) Zahlreiche Anzeichen einer späteren, auch die rötlichen Reste treffenden Limonitdurchsinterung gehen alle quer zur Schichtung bzw. zur hauptsächlich zu beobachtenden diagonalen Böschungablagerung der Sandsteine; es zeigen sich auch äussere Verdichtungsråder. Der dritte Sandsteinquader am nordöstlichen Eckpfeiler des Spielzimmerflügelbaus neben der gedeckten Terrasse zeigt sehr schön eine mittlere, gutabgesetzte, an Tongallen etwas reichere Verzögerungszone der Limonitbänderung. (Vgl. unten unter 4 der näheren Kennzeichnung!)

3) An einem Quader neben dem zweiten einfachen Fenster der Nordhälfte der westlichen Hauptfront des Kur-saalgebäudes zeigt sich eine sehr seltene Erscheinung, eine doppelte Bänderung, welche die Schichtung bzw. diagonale Lagerung schiefquer durchschneidet, eine stärker ausgeprägte mit deutlich limonitischer Färbung, eine schwächere mit rotockerigem Farbenton; es scheint dies anzudeuten, dass letztere unter Beimischung von Na-Cl haltigem Mineralwasser stattfand, welche bei der Ausfällung auf die Entstehung der oxydischen Stufe hinwirkte.

4) Die Säulen, welche den Flügelbau des Spielzimmers umgeben, zeigen in einer oberen und unteren Hälfte eine zarte Durchsinterungsbänderung mit Limonit quer zur Lagerung, deren Vordringen der Richtung nach ganz gut durch den Verdichtungsrand und die deutlichen (nach der Diagonallagerung!) Verzögerungsbiegungen zu erkennen ist; diese hellbräunlichen Bänder schliessen nun breitere Zwischenbänder zwar geschwächer, aber immerhin in ihrem rötlichen Ton noch unveränderter Färbung ein; man hat also hier beginnende schwache Entfärbung und feinschaliger Absatz schwacher Limonit ausfällung. Diese Zone ist an den in Rede stehenden Säulen gegen eine zweite, aber ganz entfärbte deutlich abgesetzt, welche nun keine Querdurchsinterung zeigt, dafür aber eine stärkere Ockerausscheidung, welche sich a) im Gegensatz zu der ersterwähnten an die diagonale

Lagerung des Sandsteinkorns selbst hält, in diese eindringt und sogar schwach stalaktitisch-knotig von einem Lagerungsstreifen zum anderen hinübersetzt, b) an der äusseren Grenze der zuerst erwähnten schwachen Durchsinterung sich staut, c) ebenfalls an eigenartigen, feinen, scharf gradlinigen, spaltartigen Querunterbrechungen der Lagerung und Schichtung, welche eine frühe vor völliger Erhärtung des Sandsteins entstandene und völlig wieder verwachsene Spaltbildung gewesen sein musste und selten beobachtet wird. Letztere Limonitbildung fand statt erst nach der völligen Ausbleichung und seinem Stoffentzug; in dem gelockerten Gefüge fand die spätere Limonitbildung statt, welche auch die Grenze b) an einzelnen Stellen schwach überschreitet.

Wir haben also auch hier zwei Stufen der Sandsteinumwandlung, eine erste ältere, welche an einer Aussenzone des Bereichs der örtlich abflauenden Entfärbung*) stattfand und 1) keine völlig ausgeglichene Entfärbung mehr brachte, sondern nur eine bänderförmig unterbrochene, sowie 2) hiermit zugleich eine Limonitausfällung zeigte; es handelt sich hier offenbar nicht mehr um eine lediglich auflösende reine Tiefenquelle, sondern um eine mit Sauerstoff der Luft gemischte (vgl. unter S. 88 und S. 90). Die zweite Stufe ist eine spätere, welche nach der allgemeinen Entfärbung stattgefunden hat, welche hier ein besonderes Gepräge hat; sie hat wahrscheinlich Diffusion zur näheren Ursache.

Es lässt sich also folgendes über die Geschichte der Entfärbung der Randzone des Haardtgebirges sagen:

Im Bereich der stärkeren Randzertrümmerung sind

*) Man hat hier, wie das für Tafel III an einer Stelle ausgeführt ist, zwei von verschiedenen Spalten aus einander entgegenwirkende Entfärbungen, eine stärkere und eine schwächere; für letztere kann entweder die Versorgung mit dem Lösungswasser überhaupt schwächer gewesen sein oder es ist durch eine tonige Spaltfüllung osmotisch die Lösungskraft zerteilt worden (vgl. Bericht des Oberrhein. Geol. Vereins 1910. S. 49); es ist naheliegend, aus der Gesamtheit der Möglichkeiten und der begleitenden übrigen Vorgänge an die Aussenzone der Entfärbung zu denken.

in früholigozäner Zeit eisenentziehende Lösungen auf Spalten von unten durch das Oberrotliegende und den Unteren Buntsandstein in den Hauptbuntsandstein eingedrungen; sie haben sich in dessen durchlässigen Gesteinen auch in ausgedehnter Masse seitlich flächenhaft ausgebreitet und dabei ihre Wirkungen ausgeübt; der Vorgang war ein sehr einheitlicher und umfassender; es wurde die gelöste Eisenverbindung zum grössten Teil zur Oberfläche gebracht und nach dem Seebecken im Rheingraben abgeführt. Die tieferen mitteloligozänen Randkonglomerate des „Meeressands“ in diesem Becken sind noch eisenarm, wenngleich sie Gerölle nur entfärbten Buntsandsteins enthalten; die Eisenverbindungen wurden zu dieser Zeit von den Randgebieten, aus denen die Gerölle stammen, rasch abgeführt, verteilt und färbten die Meeressande noch nicht oder nur gering; erst die weiter vom Rande abgelagerten und endlich die höheren Meeres- und die unteren Cyrenenmergel empfingen die intensive Färbung; es trafen die Eisenlösungen aus den inneren Gebieten der sich entfärbenden Randzone ein, durchsinterten die schon abgelagerten Sande und wurden z. T. mit ihnen abgesetzt, was wenigstens in ganz bestimmter Weise für die Ockertone im Oberen Meeressand und im Cyrenenmergel ausgesprochen werden kann; Durchsinterung von oben nach unten und umgekehrt ist von vornherein nicht ausgeschlossen, denn es wäre gezwungen, anzunehmen, dass die Eisenlösungen aus den Buntsandsteinschichten lediglich an Stellen ausgetreten wären, wo kein Meeressand ihn bedeckte; die Bedeckung war eben ziemlich ausgedehnt. — Wenn wir zu dieser Zeit nun bis zum Beginn der Cyrenenmergel einen vollen Ausfluss der Eisenquellen bei allseitig starkem Quellauftrieb und bei Verdrängung oberflächlicher Versitzwasser (vadoses Wasser) annehmen dürfen, so tritt in der Zeit darauf der Quellauftrieb zurück; es findet sodann im Innern des Gebirgskörpers und zunächst hauptsächlich in den Quellen diejenige Vermischung von vadosen Wasser mit dem lösungs-

kräftigen Tiefenwasser statt, welche zur Ausfällung der gelösten Verbindungen, hier des Limonits Anlass gibt, wie in ähnlicher Weise die Mineralausscheidungshöhenzone in der Maxbrunnenbohrung (vgl. Berichte des Oberrhein. Geol. Vereins 1910 S. 47) auf die Mischzone von vadosem und juvenilem d. h. Tiefenwasser zurückgeführt wurde.

Es wurde oben erwähnt, dass sowohl die tiefsten als auch soweit sie sich nahe an den äusseren Buntsandsteinrand der Haardt anlagern — die höheren Meeresande zwar entfärbtes Buntsandsteingeschiebe zeigen, aber keinen Eisenabsatz,^{*)} und dass das äussere Randgebiet der Entfärbung hierin einen Vorsprung habe gegen das innere; es haben hier am Rand die eisenlösenden Vorgänge sehr früh einen hohen Grad erreicht; die entstandenen Eisenverbindungen sind hier aber weiter fortgeführt ohne zur Ausfällung zu kommen, was auch wahrscheinlich durch einen hier noch vorhandenen Ueberschuss des Lösungsmittels verhindert wurde. Dagegen finden wir am äussersten Rand in den Spalten Kieselsäureausscheidungen in schon stark entfärbtem Gestein (vgl. Ber. des Oberrhein. Geol. Vereins 1911: Nachlese zur Dürkheimer Tagung 1910. S. 25–27). Es ist leicht denkbar, dass beim Anschwellen des Meeressandmeeres gelegentlicher Ueberdruck von diesem her in den nahegelegenen Randspalten — Trümmerspalten mit starker Quarzzerreibung und colloidalen Lösung des Quarzes — Kieselsäureausfällungen verursachte und ebenso an den nächsten Austrittsstellen diese Lösungen durch die Mischung von Quell-, Mineral- und von Meereswasser eine rasch und völlig erhärtende Ausfällung von Kieselsäure veranlasst wurde. — Bei Battenberg wurde auf der Höhe gegen Neuleiningen seinerzeit auch in den höheren Meeressanden helle holzopalartige Kieselausscheidungen gefunden; ich konnte in einem hierbei auftretenden weisslich-gelblichen, glimmerreichen, ausserordentlich feinen Ton die zartesten Blattabdrücke und in

^{*)} Dies ist bei Dürkheim ebenso wie bei Battenberg, Neuleiningen und Asselheim zu beobachten.

hellgelblichem feinsandigen Quarzit Wurzelwerk nachweisen; es bestand hier offenbar ein solcher Quelltümpel, in welchem die feinsten Tonschlammausschwemmungen aus dem nahegelegenen, in der äussersten Kruste hie und da entfärbten Oberen Buntsandstein*) in voller Ruhe zum Absatz kamen und ganz unverletzte Blätter von *Cinnamomum* eingeschlossen wurden. Bis in diese obere Region des Meeressandsteins hinauf haben wir aber auch die Merkmale der Böschungsbewegungen in einer steilwandig aufgeschütteten Felsriffablagerung; wenn irgendwo die Möglichkeit rascher Lösungsausfällungen einerseits und rascher sowie starker Umlagerung und wiederholter Einbeziehung eben erst zur Ruhe gekommenen Sedimente in die starke Meeresriffbrandung andererseits gegeben war, so ist es hier; es sei dies betont in Beziehung auf das Vorkommen von weissen Quarziten in den tiefsten Gerölllagen des Meeressandes von Bad Dürkheim, welche Anlass gegeben haben für diese die Bezeichnung „oligozäner Meeressand“ für unrichtig zu halten.

Was die nähere Kennzeichnung der Eisen entziehenden Lösungen betrifft, so haben schon v. Gümbel und A. Leppla auf kohlensäurehaltige Quellen hingewiesen. Diese naheliegende Annahme wird auch durch den Hinweis auf den noch vorhandenen Säuerling bei Klingenmünster und auf die Mineralquellen von Bad Dürkheim gestützt werden können. Die Enteisenung läge dann in der Bildung des in Lösung fortführbaren Eisenkarbonats, welches in der Nähe der Erdoberfläche oder an diese selbst gebracht leicht zu Eisenhydroxyd umgewandelt würde. Es ist als wahrscheinlich sogar noch hinzuzufügen, dass der Mineralgehalt der Bad Dürkheimer Quellen ein Bild der zur Zeit der Entfärbung allgemeinen Quellphänomens darstellt und ein gewisser NaCl-Gehalt ein weitverbreiteter war.

*) Vgl. hierzu unten bei IV näheres über örtlich nahe liegende, wahrscheinlich gleichzeitige Begleiterscheinungen im Gebirgssinnern bzw. in älteren tieferen Teilen der gleichen Ablagerung.