

Sedimentgesteine in Deutschland:

Entstehung – Qualität

Ergänzend zur beiliegenden großen Deutschlandkarte geht Professor Johannes Schroeder im Folgenden der Frage nach, wie Ablagerungsbereich, Paläographie und geohistorische Abfolge die Vorkommen und die Qualität der deutschen Sedimentgesteine bestimmen. Jede Qualitätsanalyse muss die Entstehung und die Geschichte der Gesteine mit einbeziehen.

kurze Entfernung ändern, z. T. im Bereich von Zehner und Hunderten von Metern, d.h. auch innerhalb eines Vorkommens bzw. eines Steinbruchs; damit sind sie für den Praktiker interessant.

Das gilt nicht nur für die horizontale Ausdehnung, sondern auch für die vertikale: Auf einem groben Sandstein liegt ein Feinsandstein, darüber folgt ein toniger Sandstein und so fort in vielfältiger Folge. Entsprechend kann auf einen groben fossilreichen Kalkstein ein feiner und ein mergeliger folgen, darauf wieder ein fossilreicher Kalkstein. Die vertikale Abfolge ist bei den Ablagerungsgesteinen immer eine zeitliche Folge: Die unterste ist die älteste, die oberste die jüngste Schicht. Je nach Art des Gesteins und Bildungsbedingungen kann eine mehre-

Bei einem Blick auf die Karte der Verbreitung von Naturwerksteinen in Deutschland fragt man sich unwillkürlich: Warum sind die Gesteine so ungleichmäßig verteilt? Die Geschichte der Nutzung von Naturwerksteinen oder die Baugeschichte bestimmter Städte zeigt, dass dies eine Frage von elementarer praktischer Bedeutung ist. In vielen Orten wurden vorwiegend die Gesteine aus

der unmittelbaren Umgebung genutzt, und dort wo es in unmittelbarer Nähe keine geeigneten Gesteine gab, spielten Transportweg und Transportkosten eine wichtige Rolle. Die Verteilung eines bestimmten Gesteins ist durchaus eine Frage der Geographie, wobei die zur Bildungszeit jeweils vorherrschenden Bedingungen für das Gestein entscheidend sind. Diese können sich auf relativ

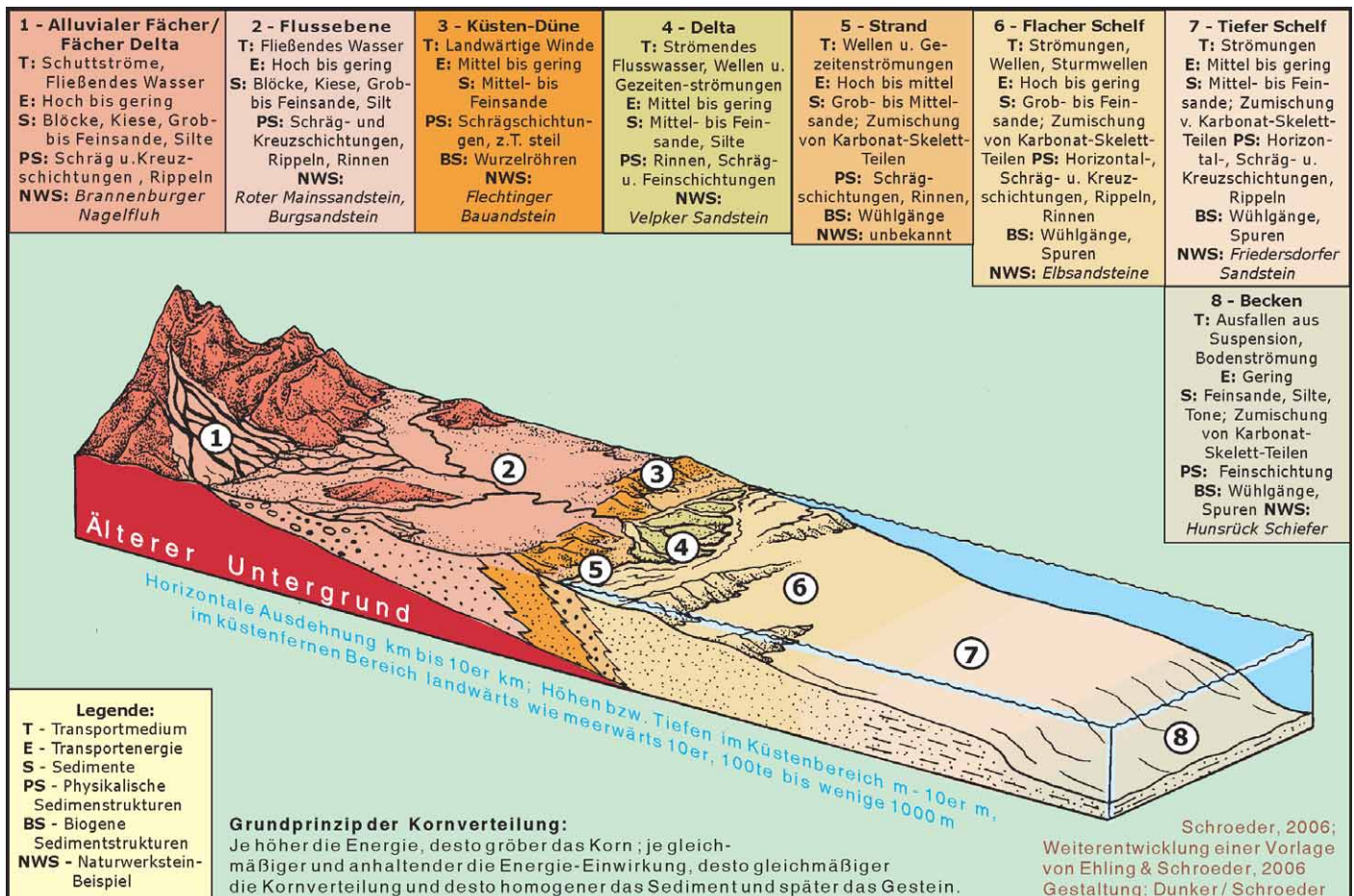


Abb. 1: Ablagerungsbereiche klastischer Gesteine vom Gebirge bis in das Meeresbecken – Transportmedien, Energieverhältnisse und Eigenschaften der Sedimente

re Zentimeter dicke Schicht in Stunden bis Tagen – etwa in einem Sturm – oder in mehreren 10 000 Jahren – etwa in tiefen ruhigen Meeresteilen – abgelagert werden.

Hier sollen Vorkommen und Variationen der Sedimentgesteine, vor allem der klastischen Gesteine von Tonstein über Sandstein bis zu Konglomeraten und Kalksteine dargestellt werden. Zwischen den beiden besteht ein fundamentaler Unterschied: Die klastischen Gesteine, früher anschaulich »Trümmergesteine« genannt, bilden sich vor allem an Land oder in Landnähe infolge von mechanischer Verwitterung, Transport, Ablagerung und Verfestigung. Dagegen bilden sich die meisten Kalksteine infolge von chemischer Verwitterung (Lösung), Transport der wässrigen Lösung und Ausfällung, meist in Form von Skeletten bzw. Schalen von wirbellosen Meerestieren wie Muscheln, die dann ihrerseits meist im Meer abgelagert und dann verfestigt werden.

Bei diesen Betrachtungen ist ein Grundprinzip wichtig: der Aktualismus. Dieser besagt, dass Prozesse, die wir in der Gegenwart beobachten auch in der Vergangenheit so abgelaufen sind. Allzu simpel gesagt: Das Wasser läuft nicht erst heute bergab und der Wind bläst nicht erst heute Sand zu Dünen zusammen. Diese und viele andere physikalische und chemische Vorgänge liefen zu Zeiten als die Naturwerksteine entstanden sind, also vor Tausenden, Millionen und Hunderten von Millionen Jahren, genauso ab wie heute.

Geographie – Mosaik der Ablagerungsbereiche

Auch bei der Geographie kann man vom heutigen Bild ausgehen: Jeder Globus zeigt, dass wir Ozeane und Kontinente haben, dass auf den Kontinenten Gebirge, Flachländer und Flachmeere in Senken sind. Schaut man genauer hin, wird das Bild noch differenzierter: Man sieht Hoch- und Mittelgebirge, Plateaus und Senken, Flussebenen und Seen, Flachmeere mit Watt, Inseln, flachen und tieferen Bereichen sowie die Ozeane mit ihren verschiedenen Tiefenzonen. In der Horizontalen sehen wir Elemente von 10 000 km bis zu wenigen 100 m, in der Vertikalen von 8 000 m Höhe bis etwa zu ähnlichen Meerestiefen.

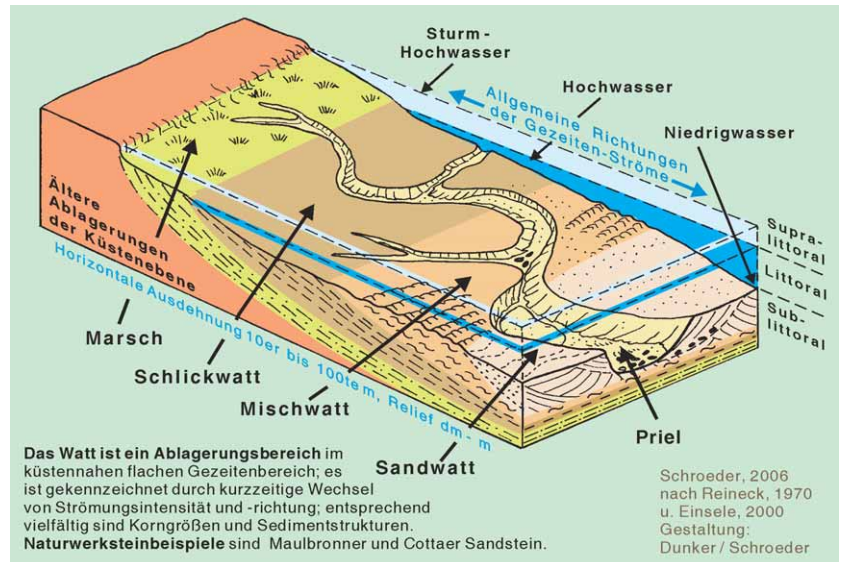


Abb. 2: Zum Beispiel Ablagerungsbereich Watt: Gezeitenbestimmte Verteilung klastischer Sedimente

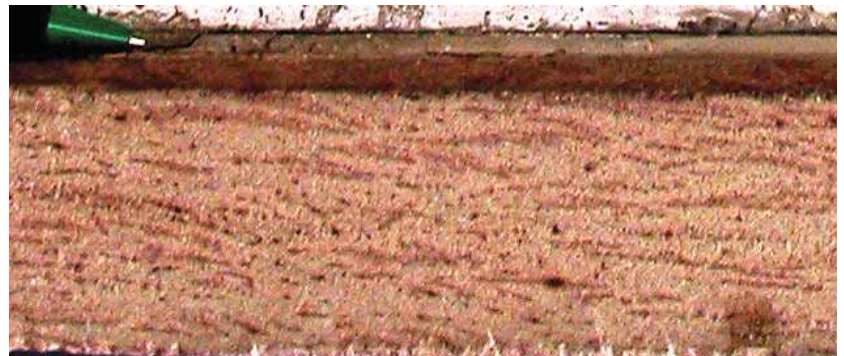


Abb. 3: Flaserstrukturen im MAULBRONNER SANDSTEIN (dunkelrot: fein/ hellbraun: grob) belegen wiederholte Wechsel der Transportenergie im Gezeitenbereich.

Globus, Satellitenbild oder die Landkarte zeigen ein Mosaik verschiedener Formen oder Bereiche. Dabei handelt es sich um eine Momentaufnahme; die Konfiguration kann sich ändern, z. T. auch kurzfristig; dazu später mehr.

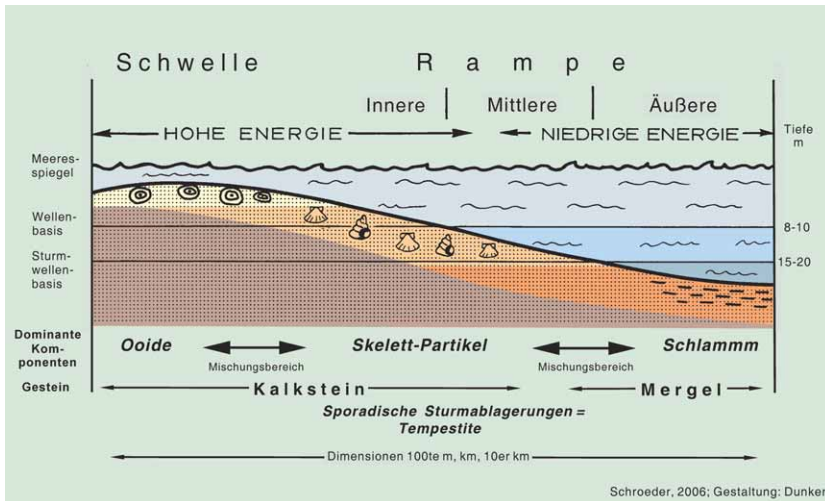
Ablagerungsbereiche und darin wirksame Faktoren

Klastische Ablagerungen

Auf den ersten Blick gilt in Bezug auf Naturwerksteine das Interesse dem Material, den Ablagerungen und den daraus entstehenden Gesteinen, weniger den Landschaftsformen. Letztere sind aber ein wichtiges bestimmendes Element bei der Bildung von Ablagerungen – damit verdienen sie Aufmerksamkeit. Das Blockbild (Abb. 1) zeigt das gesamte Spektrum der Ablagerungsräume vom Gebirge bis ins Meer. Das Gebirge liefert zum einen viel und zum anderen grobes Material.

Es fällt bei der mechanischen Verwitterung an, wird z. B. durch Frost und Regenwasser aus seinem ursprünglichen Verband gelöst. Das große Gefälle führt dazu, dass das Material teils abrutscht, teils von schnell fließendem Wasser abtransportiert wird. Je geringer das Gefälle wird, desto geringer wird auch die Energie des transportierenden Wassers und desto kleiner / feiner ist das Korn, das mitgeführt wird. Gefälle und damit die Strömungsenergie sind also wichtige Determinanten für Ablagerungen und daraus entstehende Steine. An der Küste kommt ein neuer Impuls von der Wellenenergie und von küstenparallelen Strömungen, so gibt es dort wieder gröbere Sedimente, die mit zunehmender Meerestiefe in immer feinere übergehen.

Die weitgehend durch die Oberflächengestalt bestimmten Ablagerungsbereiche kann man jeweils im Detail in Bezug auf die entstehenden Ablagerungen, Gesteine und deren Eigenschaften



Schroeder, 2006; Gestaltung: Dunker

Abb. 4: Ablagerung von Kalksedimenten im Flachmeer an einer Schwelle und einer Rampe: Abhängigkeit der Sedimente von Energie und Tiefe

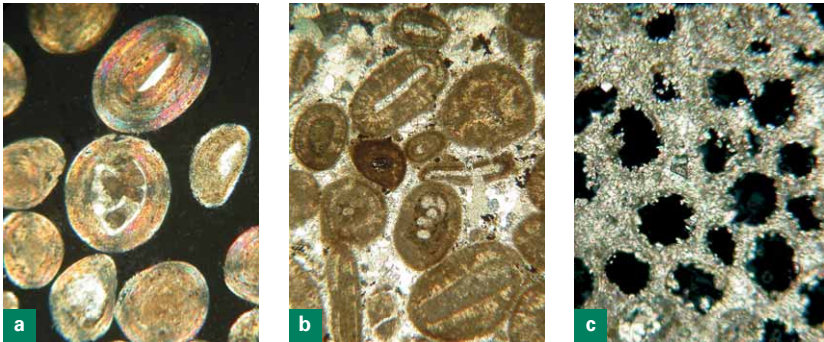


Abb. 5: Ooide im Mikrofoto (Größe der Partikel hier 0,3–1 mm):

- Einzelpartikel aus dem Flachmeerbereich der Bahama-Inseln; man erkennt den Kern und die umhüllenden Schichten.
- In einem Kalkstein aus der Jurazeit (Einbeckhäuser Plattenkalk) erkennt man Kern und angelagerte Schichten der Ooide. Die Poren dazwischen wurden mit Kalzit-Kristallen gefüllt; so wurde aus Lockermaterial das Gestein.
- Im Schaumkalk (hier ELMKALK) sind die Ooide herausgelöst, die Hohlräume (hier schwarz) ergeben die charakteristische Schaumstruktur.

betrachten. Das Blockbild (Abb. 1) bietet dazu Kompaktinformationen: Korngrößen und Sedimentstrukturen sagen schon viel über einen Werkstein oder auch das Werkstein-Potenzial einer Ablagerung aus.

Ablagerungen im Watt

Am Beispiel der Gezeitenablagerungen des Watts soll der kleinräumige Wechsel von Vorgängen und Ablagerungen gezeigt werden. Bezogen auf Abb. 1 sind sie in der Position des Strandes zu finden, und zwar dort, wo der Küstenbereich ein geringeres Gefälle hat, als in Abb. 1 gezeigt wurde, und wo der Höhenunterschied zwischen Ebbe und Flut die Größenordnung von Metern erreicht, wie z. B. heute an der Nordseeküste. Ein Modell dieses Ablagerungsbereiches zeigt Abb. 2. In dem

Zeitraum zwischen zwei Niedrigwasser-Phasen durchläuft das Wasser einen Zyklus von keiner Bewegung bei Niedrigwasser über relativ starke landwärts gerichtete Flutströme bis hin zu Stillstand bei Hochwasser und über starke seewwärts gerichtete Ebbströme zum Stillstand des Niedrigwassers. Entsprechend ist das jeweils beförderte und abgelagerte Material fein → grob → fein → grob und wieder fein. Da auf dem Weg von Ebbe zu Flut der Meeresspiegel steigt, findet man auf der Wattfläche den oberen Teil des Gezeitenzyklus abgebildet: Oben = landwärts das feinste, der Schlick, weiter meerwärts schon gröber das Mischwatt und dann das Sandwatt. Im Blockbild wird das gesamte Sedimentpaket bei steigendem Meeresspiegel gezeigt: die küstenparallelen Sedimentzonen wandern land-

wärts über die vorher an Land gebildeten Küstensedimente hinweg. Und wenn der Meeresspiegel wieder fällt, wandern diese Zonen wieder zurück. Man sieht an dem Blockbild auch, dass die Wirklichkeit noch komplizierter ist: Die Wattfläche wird von Rinnen durchzogen, durch die das Meerwasser zum Teil mit den Gezeiten hin und zurückfließt, den »Prielen«. Sie verlagern sich seitwärts, können dabei die Wattfläche mehr oder weniger aufarbeiten und das gewonnene Material am Rinnenrand wieder ablagnern. Bedenkt man, dass so eine Wattfläche nur wenige hundert Meter breit ist, wird deutlich, wie diese Ablagerungen auf kleinem Raum horizontal und vertikal variieren. Küstenparallel kommen aber durchaus Ausdehnungen von Zehner und wenigen Hunderten Kilometern vor. Fossile Beispiele für Wattablagerungen sind z. B. der MAULBRONNER und der COTTAER SANDSTEIN. Kennzeichnend ist dabei die Faserstruktur: Es wechseln gröbere Lagen mit Rippenstrukturen und dünne Lagen von feinem bis sehr feinem Material (Abb. 3).

Kalkablagerungen – Rampe

Ähnlich können die Längen:Breiten-Verhältnisse bei kalkigen Ablagerungen sein: Als Beispiel wird eine flache breite Schwelle im Flachmeer (Abb. 4) gezeigt, die fast bis an die Meeresoberfläche reicht. Darauf treiben die Wellen ihr Spiel; sie bewegen das Material und lagern es ab. Im flachsten Bereich kommen die Körner immer wieder in Bewegung, und weil das Meerwasser im Hinblick auf Kalziumkarbonat übersättigt ist, lagern sich nacheinander um die Körner Schichten von Kalziumkarbonat-Kristallen (mineralogisch meist Aragonit oder auch Kalzit) ab. Es entstehen kugel- oder eiförmige Ooide (Abb. 5). Diesen Prozess kann man heute beispielsweise im Bereich der Bahama-Inseln östlich von Florida beobachten. In etwas tieferem Wasser herrscht immer noch eine relativ hohe Wasserenergie und es werden gröbere Schalen von Schnecken, Muscheln und anderen Meerestieren in Schillbänken abgelagert. Mit der Tiefe nimmt auch hier die Energie ab, infolgedessen auch die Korngröße und so folgen feinkörnige Kalke oder – bei Zumischung von Tonen – auch Mergel. Es ergibt sich also wiederum eine systematische Abfolge

von unterschiedlichen Sedimentbereichen mit der Tiefe.

Was passiert in solchem Bereich, wenn der Meeresspiegel steigt oder fällt? Steigt er, so ertrinkt die Ooid-Sandbank – es fehlt die Energie für die Bewegung der Körner. Sie wird von Schill bedeckt und dieser noch tiefer schließlich von feinerem Material. Fällt der Meeresspiegel aber, so schiebt sich der Bereich der Bildung von Ooiden allmählich über die Schillbänke, diese wandern ihrerseits über die feineren und feinsten Kalkschichten. Bewegt sich der Meeresspiegel mit der Zeit auf und ab, bildet sich eine vertikale Schichtenfolge von unterschiedlicher Zusammensetzung – und genau diese beobachtet man z. B. in den Steinbrüchen des Muschelkalks, etwa in Rüdersdorf, im Elm oder in Franken, und der ist immerhin rund 200 Mio. Jahre alt. Die Vorgänge waren die gleichen wie heute!

Der Naturstein-Praktiker aber fragt sich natürlich, wie er mit den Bänken unterschiedlicher Zusammensetzung und Qualität umgehen kann und wie sie sich hinter der Steinbruchwand oder nach unten hin fortsetzen. Zum Glück gibt es aber oft auch ein Gleichgewicht zwischen Ablagerung einerseits und Absenkung des Meeresbodens bzw. dem Meeresspiegelanstieg andererseits: Auf diese Weise bleiben die Verhältnisse über längere Zeit an einem Ort konstant, und es entstehen brauchbare dicke Schichten mit gleichbleibender Zusammensetzung.

Sturmablagerungen

Eine Besonderheit sind die bisweilen vorkommenden Sturmereignisse. Dabei werden bis in größere Tiefen zunächst die vorhandenen Sedimente aufgewühlt; man kann deutlich die Abtragungsfläche sehen. Mit Abflauen des Sturms lagert sich in rascher Folge das Material wieder ab, wobei die Korngröße nach oben hin – mit abnehmender Sturmenergie – immer geringer wird, bis es dann wieder zu der beschriebenen »Normalsedimentation« kommt. Auch solche Sturmlagen findet man in den Ablagerungen des Muschelkalkes. Natürlich kann eine Sturmlage auch wieder eine frühere ganz oder teilweise aufarbeiten, je nachdem wie stark der Sturm ist und wie tief die Sturmwellen greifen. Zwei solche Sturmablagerungen aus Rüdersdorf werden in Abb. 6 gezeigt.

Riffe

Ihren eigenen Reiz unter den Naturwerksteinen haben Riffe, vom Lahn-Marmor über die Schwammriffe des Juras bis hin zu den Rudistenkalken Istriens. Riffe werden von aufwärts wachsenden, auf dem Boden festsitzen- den oder im Sandboden steckenden Tieren mit relativ festen Kalkskeletten aufgebaut, die heutigen Riffe meist von Korallen. Je nach Korallenart und äußeren Bedingungen können diese ganz unterschiedliche Gestalt haben: säulen- oder kugelförmig, vasenförmig, schirmförmig, krustenförmig oder gitter- bis strauchförmig; dabei kann die gleiche Korallenart in verschiedenen Tiefen in unterschiedliche Formen wachsen. Entsprechend den Wuchsformen unterscheidet sich die Riff-»Architektur«.

In der geologischen Vergangenheit hat es aber öfter ganz andere strukturbildende Tiere gegeben; diese Information wurde in Abb. 8 integriert. Dabei spielt natürlich die Evolution, also die Entwicklung des Tierreiches, eine Rolle, und deshalb ist das Prinzip des Aktualismus auf Riffe nur beschränkt anwendbar: Heutige riffbauende Tie-

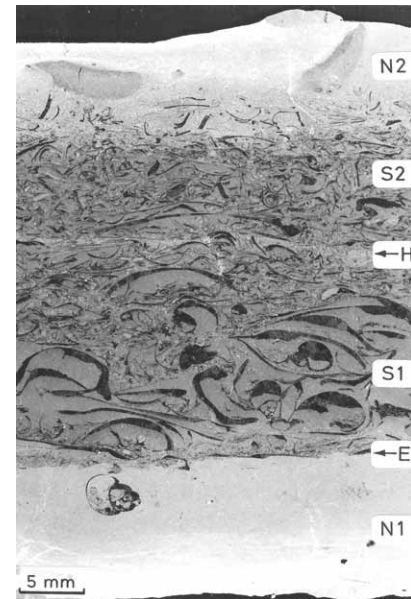


Abb. 6: Sturmablagerungen im RÜDERSDORFER KALKSTEIN: N1 = Normal-Sedimentation vor dem Sturm; E – Erosions- (= Abtragungs-)fläche während des Sturmes, S1 u. S2 = Zwei aufeinander folgende Sturmlagen mit Muschelschill und Schnecken- schalen – hereingetragen aus flacheren Bereichen (s. Abb. 4) mit H als Grenze zwischen den beiden Sturmlagen; N2 – Normal-Sedimentation nach dem Sturm

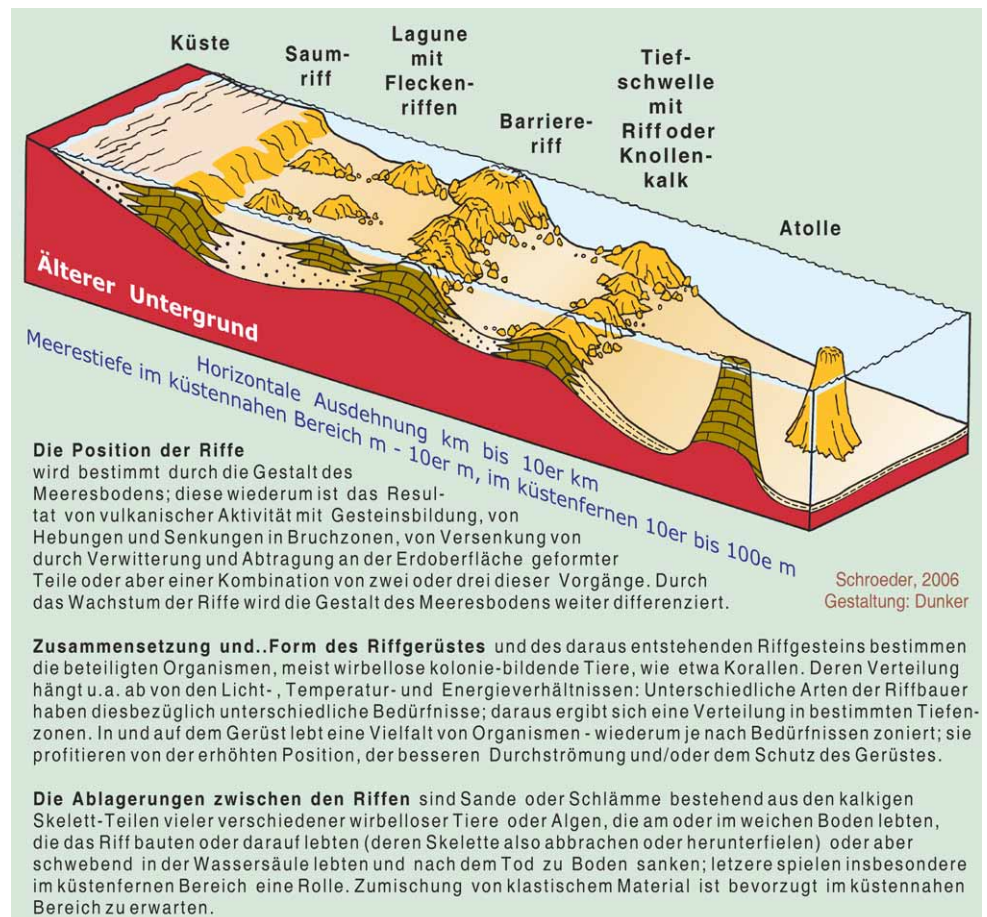


Abb. 7: Riff- typen in Abhängigkeit von Relief und Tiefe in einer schematischen Zusammenstellung

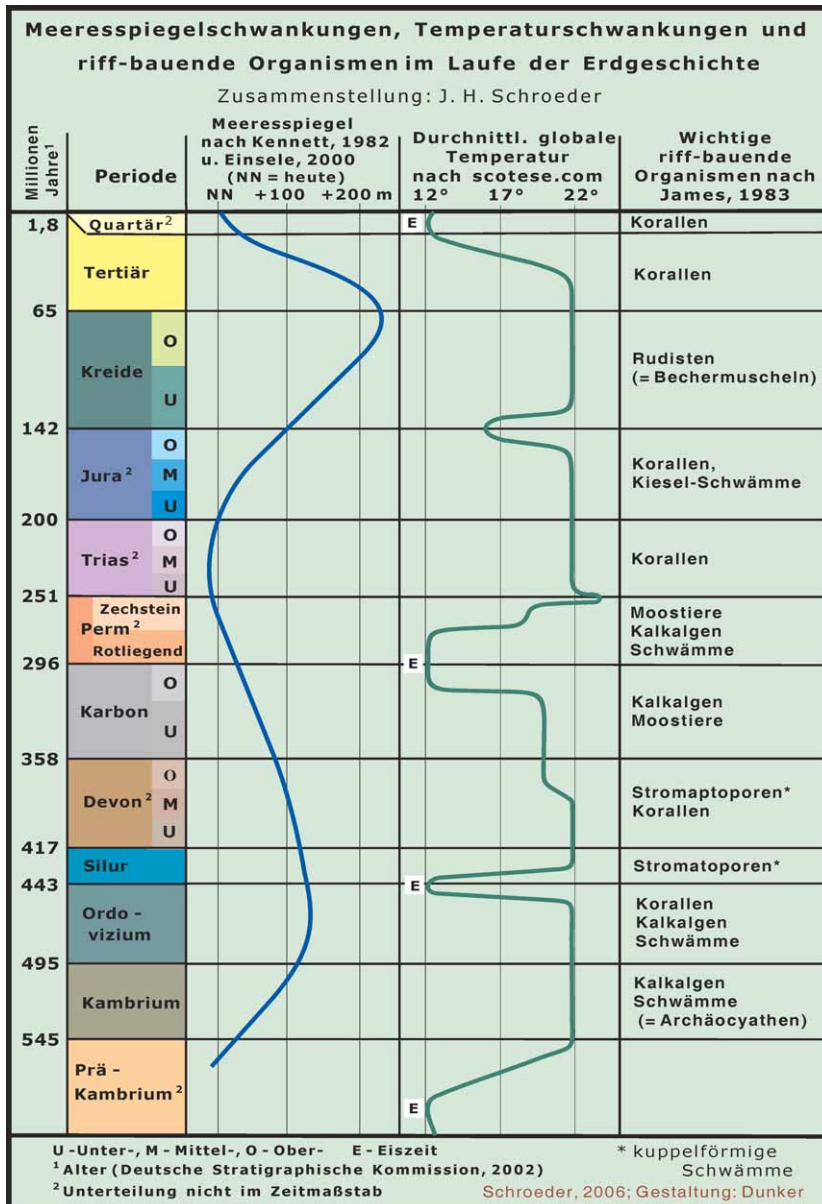


Abb. 8: Profilsäule: Meeresspiegelschwankungen, Temperaturschwankungen und unterschiedliche riffbauende Organismen im Laufe der Erdgeschichte.

re, die sich erst vor einigen Millionen Jahren entwickelt haben, kann man für ältere Riffe natürlich nicht verantwortlich machen.

Aber es gibt auch genügend Gemeinsamkeiten der Riffe in geologischen Zeitspannen: Sie wachsen bevorzugt auf Schwellen und Rücken des Untergrunds; diese sind entweder von untermeerischen Vulkanen oder aber von Krustenbewegungen (s.u.) gebildet worden (Abb. 7). Weiterhin stehen die Riffstrukturen im Wettstreit mit dem umgebenden kalkigen Lockersedimenten: Riffe müssen dem übrigen Meeresboden immer ein Stück voraus sein, sonst werden sie von Lockersedimenten überschüttet und begraben. Die unteren Teile des Riffes werden häufig zu-

geschüttet – auf diese Weise bleiben sie in Lebend-Stellung erhalten, was in Naturwerksteinen für schöne Strukturen sorgt. Für das Wachstum der Riffe spielen die äußeren Bedingungen eine entscheidende Rolle, so etwa die Wasserbewegung: z. B. verwandeln Hurrikane Riffe ohne Weiteres in eine Trümmerwüste – und auch das hat es schon immer gegeben: In vielen Gesteinen findet man zwar keine Riffstrukturen mehr, aber die Trümmer der riffbauenden Tiere.

Jedes Meerestier hat seine bestimmten Bedürfnisse, nicht nur bezüglich Wasserenergie, -temperatur und -tiefe, sondern auch bezüglich der Nahrungsaufnahme und des Schutzes vor Fressfeinden. Aufgrund ihrer ökologischen

Erfordernisse gibt es bestimmte Tiere nur in entsprechenden Bereichen. Das Vorkommen bestimmter Riffe – und damit von bestimmten Naturwerksteinen – ist also auch von biologischen Wechselbeziehungen abhängig.

Paläogeographie – Geographische Entwicklung im Lauf der Zeit

Das Mosaik der Formen verändert sich mit der Zeit: Berge werden allmählich abgetragen, Senken werden mit Schutt gefüllt; es besteht die Tendenz der Reduzierung der Höhenunterschiede und der Glättung des Reliefs. Die relativen Flächenanteile von Land und Meer verändern sich einfach dadurch, dass der Meeresspiegel steigt oder sinkt. Nimmt man Norddeutschland als Beispiel, so wird deutlich, dass ein Anstieg von wenigen Zehner Metern nur ein paar Inseln übrig lassen und die Küste an die Mittelgebirge verlegen würde. Die Schwankungen lassen sich dadurch erklären, dass bei niedrigeren Temperaturen mehr Wasser in polnahen Eiskappen gebunden wird und somit nicht ins Meer fließt. Infolgedessen senkt sich der Meeresspiegel weltweit. Wird es dann wieder wärmer, so kommt mehr Wasser ins Meer und der Meeresspiegel hebt sich. Auf diese Weise ergeben und ergaben sich immer wieder Schwankungen von Zehnern und wenigen 100 m, etwa im Verlauf der Eiszeiten der letzten 500 000 Jahre. Aber auch langfristig hat es in der Erdgeschichte Meeresspiegel- und Temperaturschwankungen gegeben. Das Säulenprofil (Abb. 8) gibt darüber Auskunft. Die gezeigten Schwankungen sind die ganz langfristigen mit einer Dauer von deutlich über 50 Mio. Jahren; man spricht von Schwankungen erster Ordnung. Diese sind überlagert von kurzfristigeren und weniger intensiven der 2. Ordnung (50–3 Mio. Jahre) und der 3. Ordnung (3–0,5 Mio. Jahren). Zu den Veränderungen an der Erdoberfläche kommen Bewegungen in und unter der Erdkruste hinzu; man kennt sie aus der Zeitung: die Erdbeben. Sie führen zu horizontalen und vertikalen Verschiebungen: Plötzlich ist da eine meterhohe Stufe auf einer Straße, oder die Straße, ein Zaun oder eine Hauswand ist seitlich um ein paar Meter versetzt. Ist ein Berg gerade abgetragen, hebt er sich wieder, und das Spiel beginnt von Neuem. Ist ein Flachmeer gerade von Flüssen gefüllt, senkt sich

der Boden wieder und weitere Sedimente können aufgenommen werden. Diese durch Spannungen in der Erdkruste bedingten Bewegungen können lange – über Hunderttausende und Millionen von Jahren – anhalten und wesentlich beträchtlichere Veränderungen bewirken als die oberflächlichen Vorgänge.

In den Zeitabschnitten der geologischen Geschichte, in denen Naturwerksteine gebildet wurden, waren die Landschaftsformen natürlich auch bestimmend. Um die jeweilige Verbreitung der wirtschaftlich interessanten Gesteine zu ermitteln oder zu verstehen, braucht man das geographische Bild eben jenes Zeitabschnitts. Das entsprechende Mosaik ermittelt man mit Hilfe der Ablagerungsbereiche aller in dem betrachteten Zeitraum entstandener Gesteine, also nicht nur der Naturwerksteine. Die besten Informationen bieten die Vorkommen an der Erdoberfläche, weitere Informationen kommen aus Bohrungen, die beispielsweise bei der Suche nach Erdöl niedergebracht worden sind, und aus geophysikalischen Profilschnitten. Zwischen solchen Informationspunkten und -schnitten muss man interpolieren, um zu einem Kartenbild zu kommen. Auf diese Weise kann man für jeden Zeitabschnitt der geologischen Vergangenheit eine solche Karte erarbeiten. Dazu werden zwei Beispiele gezeigt, beide als Prinzipskizze, deren Details von verschiedenen Geowissenschaftlern sicherlich unterschiedlich gezeichnet würden.

1. Das Mittel- bis Ober-Devon vor ca. 380 Mio. Jahren (Abb. 9), in dem die Kalksteine wie SAALBURGER und LAHN-MARMORE gebildet wurden. Zu der Zeit waren weite Teile Mitteleuropas vom Meer bedeckt. Darin gab es flache Bereiche mit Flecken-Riffen (z. B. in Belgien, W in Abb. 9) und Barriere-Riffen (z. B. die LAHN-MARMORE, L in Abb. 9) und Tief-schwellen mit Knollenkalken (z.B. SAALBURGER MARMORE, S in Abb. 9); in den Becken zwischen den Schwellen wurde feiner Schlamm abgelagert, der später zu Schiefer wurde.

2. Die Unter-Trias vor ca. 250 Mio. Jahren (Abb. 10), die Zeit des Buntsandsteins, in der ROTE MAINSANDSTEINE, WESERSANDSTEIN u. a. gebildet wurden. In die-

ser Zeit waren ausgedehnte Flächen Mitteleuropas Land, z. T. sogar Wüste. Im östlichen Teil befand sich ein Flachmeer, das sich hin und wieder mehr oder weniger weit nach Westen ausdehnte; daher konnten sich zeitweise auch dort Gesteine wie etwa die

ooid-reichen BERNBURGER ROGENKALKE bilden. Meist wurden die Sedimente jedoch terrestrisch, also an Land abgelagert und später – je nach Entfernung zum Ablagerungsgebiet – Konglomerat-Gesteine und Sandsteine.

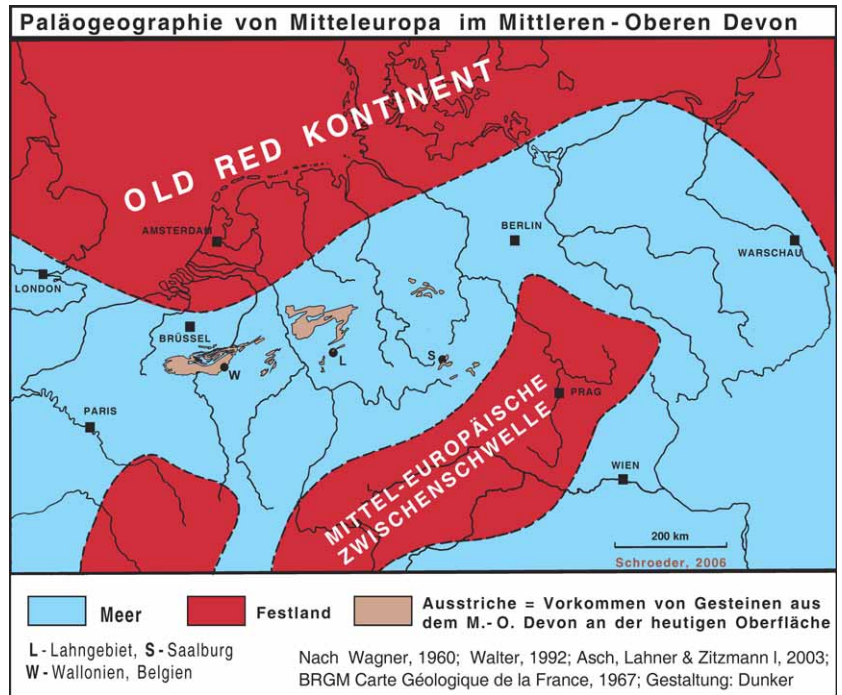


Abb. 9: Paläogeographie von Mitteleuropa von im Mittleren bis Oberen Devon und heutige Vorkommen entsprechender Schichten an der Erdoberfläche.

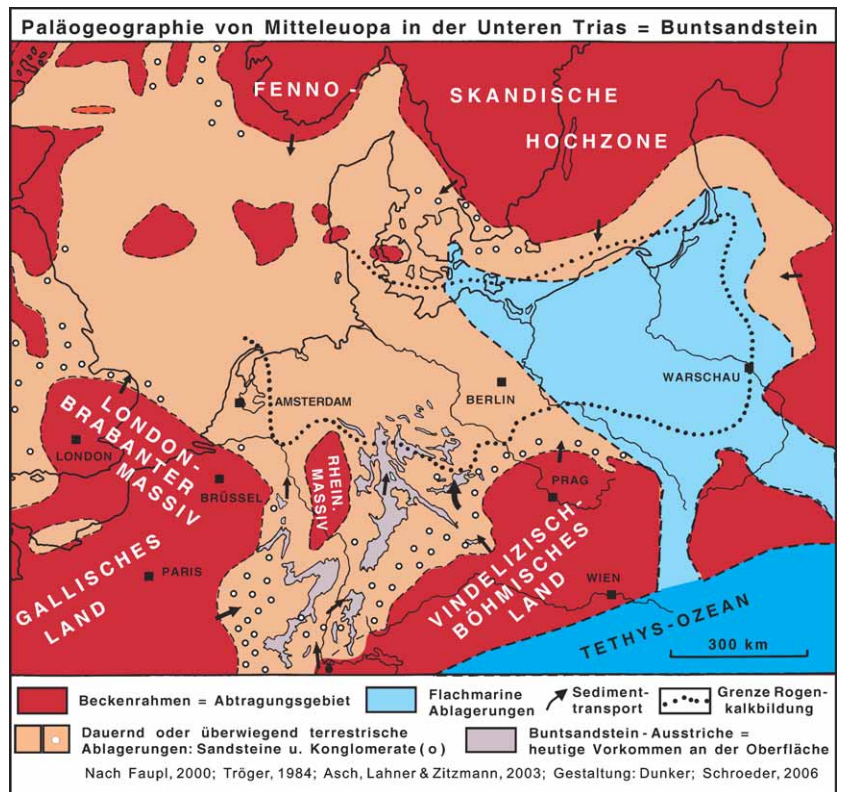


Abb. 10: Paläogeographie von Mitteleuropa in der Unteren Trias (Buntsandstein) und heutige Buntsandsteinvorkommen an der Erdoberfläche

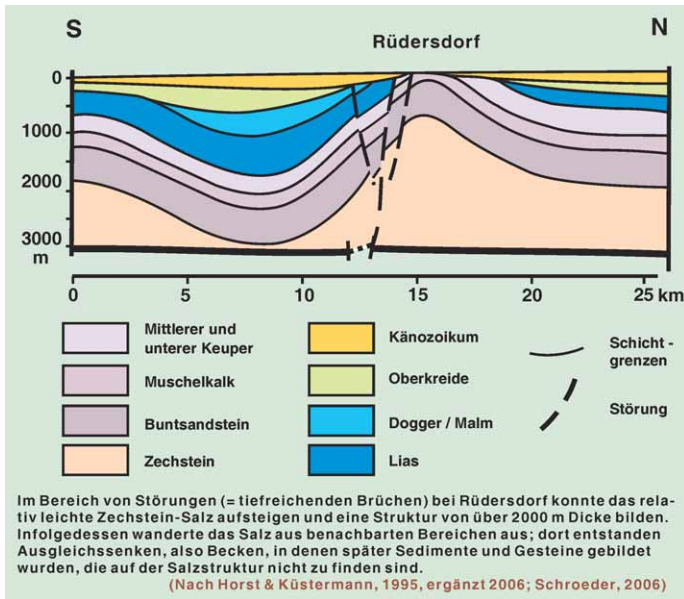


Abb. 11:
Geophysikalisch
gewonnener
Schnitt durch
die Salzstruktur
Rüdersdorf; man
erkennt Aufstieg
und Abstieg in
unterschiedlichen
Bereichen sowie
die unterschied-
lichen Mächtig-
keiten (Dicken)
der verschiedenen
Schichten entlang
des Schnitts.

Andere Gesteine – andere Determinanten

Das Gesagte gilt wohlgerne für Sedimentgesteine; andere Gesteine haben ihre eigenen Spielregeln. Bei der Bildung von magmatischen Gesteinen (Graniten, Basalten) steigt heiße Gesteinsschmelze von breiiger Konsistenz, genannt Magma, aus Erdmantel oder -kruste in verschiedene Stockwerke auf und dringt auch an die Oberfläche, z. B. in Vulkanen. Je nach Stockwerk kühlt die Schmelze unterschiedlich schnell ab, je nach Geschwindigkeit der Abkühlung und Zusammensetzung der Schmelze entstehen unterschiedliche Gesteine. Die Verteilung dieser Gesteine wird wesentlich durch Wegsamkeiten für das Magma bestimmt. Sie sind bevorzugt gegeben an größeren Brüchen wie Grenzen der Krustenplatten und den großen und kleinen Brüchen in diesen Platten. Die metamorphen Gesteine (Gneise, Schiefer, Marmore) sind weitestgehend an Plattengrenzen und die daran stattfindenden Gebirgsbildungsprozesse gebunden: Unterschiedliche Ausgangsgesteine werden in Tiefenbereichen mit hohen Drücken sowie hohen Temperaturen versenkt, dort mehr oder weniger umgewandelt und dann wieder in erreichbare Tiefe oder an die Oberfläche gehoben.

Zur praktischen Bedeutung der beschriebenen Zusammenhänge

1. Die Verteilung von sedimentären Naturwerksteinen in Deutschland lässt sich aufgrund der Paläogeographie und der Prozesse von Ab- und Überlagerung sowie von Hebungen, Senkungen und Abtragung verständlich machen. In Deutschland ist die Oberflächengeologie mittlerweile gut bekannt und es ist sehr unwahrscheinlich, dass diese Erkenntnisse zu Funden von neuen Vorkommen führen werden. Anders in manchen Entwicklungsländern: Dort kann man durchaus noch auf dieser Basis erkunden.

2.1. Kenntnisse der Ablagerungsbedingungen eines Sedimentes und deren Veränderungen mit der Zeit ermöglichen wichtige Schlüsse auf die Schichtenfolgen und die Qualitätsunterschiede sowohl in als auch zwischen einzelnen Schichten des entsprechenden Naturwerksteins. Daraus ergeben sich hilfreiche Informationen

Paläogeographische Karten zeigen, wo es die entsprechenden Gesteine geben könnte, besser gesagt, wo es sie hätte geben können oder ursprünglich tatsächlich mal gab. Die jeweils als farbige Flächen eingetragenen heutigen Vorkommen von Gesteinen dieses Alters an der Oberfläche sind geologischen Karten entnommen. Diese Bereiche, in denen die Naturwerksteinvorkommen liegen, nehmen nur einen Bruchteil des damaligen Ablagerungsraumes ein. Warum gibt es nicht riesige Flächen und Vorräte der entsprechenden Naturwerksteine?

Nach der Ablagerung: Absenkung und Aufstieg der Schichten

In der Folgezeit bis heute sind die betreffenden Ablagerungen von vielen anderen bedeckt und begraben worden, und eigentlich sollte man sich wundern, dass es überhaupt einige an der Oberfläche gibt. Das ist schon deswegen relevant, weil sich in der Regel der Abbau von Naturwerksteinen nur an oder sehr nahe der Oberfläche rechnet. Der Steinindustrie nützt es also gar nichts, wenn die Steine großflächig vorhanden sind, aber in Tiefen von Zehner oder Hunderten von Metern. Damit wird die gestellte Frage umgekehrt und lautet logischerweise: Wieso gibt es überhaupt ältere Gesteine an der Oberfläche, die mit wirtschaftlichem Erfolg abgebaut werden können?

Die Antwort liegt z. T. bei den bereits angesprochenen Krustenbewegungen, den langfristigen Hebungen und Senkungen von Erdkrustenteilen in-

folge von Spannungen und Materialverschiebungen in der Kruste und darunter. Da sind also die Gesteinspakete oder -schollen hochgehoben, z. T. mehr oder weniger gekippt, manche auch gefaltet worden. Das ursprünglich im Laufe der Zeit darüber gebildete Gestein ist durch Verwitterung und Transport abgetragen worden – bisweilen auch durchaus begehrte Naturwerksteine im oberen Teil des Schichtpakets – und jetzt liegt das eine oder andere brauchbare Gestein wie zufällig an der einen oder anderen Stelle im abbaubaren Bereich.

Besonders im nördlichen Mitteleuropa gibt es noch einen anderen »Motor« für die Hebung, nämlich das Salz, welches im Zechstein, also vor ca. 255 Mio. Jahren, in Schichten von Hunderten bis wenigen Tausenden von Metern infolge von Verdunstung des Meerwassers abgelagert worden war. Mit der Zeit wurde darauf so viel dichteres = schwereres Gestein abgelagert, dass das leichtere Salz, wo immer es Spalten oder Brüche gab, nach oben gequetscht wurde. Dabei wurden die über dem Salz liegenden Schichten aus ihrer mit der Zeit erreichten Tiefe wieder nach oben gedrückt. Auf diese Weise ist z. B. der Muschelkalk in Rüdersdorf (Abb. 11) bis an die Oberfläche gekommen und wird dort seit 750 Jahren abgebaut, früher als Naturwerkstein, jetzt vor allem als Rohstoff für Zement. Entsprechendes gilt für den ELMKALK und weitere niedersächsische Vorkommen.

für die Beurteilung des Vorkommens, für den Abbau und für die Verwendung. Es lohnt sicher, bei der Qualitätsanalyse, innerhalb eines Steinbruchs die Proben für die üblichen technischen Prüfungen entsprechend der Schichtung und der Sedimentstrukturen auszuwählen und eher dichter zu setzen. Bei der Ausweitung bestehender Bruchgebiete wird sich langfristig die Investition für die eine oder andere Kernbohrung und entsprechende Beprobung bezahlt machen. Je nach Gestein könnte es sich durchaus als kostenreduzierend erweisen, die sedimentologische und gesteinskundliche Begutachtung eines Vorkommens zur Grundlage eines Beprobungsplanes für die normgerechten technischen Prüfungen zu machen.

Für die Verwendung von Werksteinen aus unbekanntem Vorkommen, von denen man nur eine vage Angabe der

Lokalität und der geologischen Verhältnisse erhält und nur die eine oder andere Musterplatte in die Hand bekommt, sollten die hier vorgestellten Überlegungen deutliche, ja schrille Warnsignale setzen: Es ist bei Sedimentgesteinen absolut nicht selbstverständlich, dass genügende Mengen von gleichbleibender Qualität geliefert werden können – man überzeuge sich vor Ort!

2.2 Einschränkung muss noch gesagt werden: Nach der Ablagerung folgen Verfestigung und weitere Veränderungen, z. B. Ausfällung von Kristallen in den Hohlräumen, Lösung = Bildung von neuen Hohlräumen oder mineralogische Umwandlung von Gesteinskomponenten, möglicherweise auch die Zerschlagung bzw. Zerrüttung des Gesteins durch die schon erwähnten Bewegungen in der Kruste. Alle diese Prozesse fasst man unter dem Begriff »Diagenese« zusammen. Sie können

in einer vielfältigen und wechselnden Folge über die vielen Millionen Jahre seit der Ablagerung bis heute das ursprüngliche Sediment bis zur Unkenntlichkeit verwandeln und ihre Eigenschaften entscheidend verändern. Diese Prozesse und ihre Wirkung können wiederum innerhalb einer Schicht in horizontaler Richtung variieren, aber auch in senkrechter Richtung und über mehrere Schichten hinweg. Auf diese Weise können die aufgrund der Ablagerungsbedingungen gegebenen Unterschiede betont und verstärkt, oder aber ausgeglichen werden.

Eine Qualitätsanalyse von Naturwerksteinen muss also sowohl die Prozesse in den Ablagerungsbereichen und deren Determinanten als auch die nachfolgende Geschichte der Gesteine einbeziehen.

Johannes H. Schroeder

KURZINFO:

Die Sponsoren unserer Natursteinkarte



Schultheis Stein AG

Sonnensteine und Kristallfelsen sind zwei der ungewöhnlichen Produkte der hessischen Schultheis AG. Die Steine erinnern, wie der Name sagt, an eine aufgehende Sonne beziehungsweise an einen Kristall, der sich aus dem Fels schält. Neueste Kreation ist die Sitzgruppe »Stammtisch« mit Hockern und Tisch aus dem Diabas HESSISCH NEUGRÜN. Die Sitze sind übrigens mit Heizung lieferbar.

Schultheis Stein AG
Im Seibig 2-4
35719 Angelburg-Gönnern,
Tel.: 0 64 64/9 15 30
Fax: 0 64 64/91 53 23
www.schultheis-stein.de



Mendiger Basalt Schmitz Naturstein GmbH & Co. KG

Naturstein vulkanischen Ursprungs aus der Eifel liefert MENDIGER BASALT. In eigenen Gruben gewinnt das Unternehmen PHONOLITH, als Neuheit im Programm hat man den Weiberner Tuff und – altbekannt – BASALTlava, diese zum Beispiel als dekorative Säulen für den Garten. Daneben liefert die Firma Schotter und Splitte für Gehwege im Garten oder rund ums Haus.

Mendiger Basalt Schmitz Naturstein
GmbH & Co. KG
Ernst-Abbe-Straße 2
56743 Mendig
Tel.: 0 26 52/97 02-0
Fax: 0 26 52/97 02-22
www.mendiger-basalt.de



Natursteinwerk Carl Picard GmbH

SCHWEINSTALER SANDSTEIN gewinnt das Natursteinwerk Carl Picard in eigenen Brüchen unweit Kaiserslautern. Der Buntsandstein in den Farben rot und gelb findet unter anderem für Fassaden, Bodenbeläge, Fenstergewände oder Bildhauerarbeiten Verwendung. Das Familienunternehmen feierte im vergangenen Sommer sein 100-jähriges Jubiläum.

Natursteinwerk Carl Picard GmbH
Schweinstal
67706 Schopp/Krickenbach
Tel.: 0 63 07/3 37
0 63 07/99 38 66
Fax: 0 63 07/70 70
www.picard-natursteinwerk.de



JUMA Natursteinwerke GmbH & Co. KG

Als »Traditionsunternehmen zur Herstellung, Bearbeitung und Veredelung von JURAMARMOR« bezeichnet sich JUMA. Den Stein gewinnt man in »eigenen Brüchen im Naturpark Altmühltal und darüber hinaus«. Daneben hat das Unternehmen SOLNHOFER und Granite im Programm.

JUMA Natursteinwerke GmbH & Co. KG
85108 Kipfenberg-Gungolding
Tel.: 0 84 65/9 50-0
Fax: 0 84 65/9 50-1 68
www.juma.com



Burkhardt GmbH

Maschinen zur Steinbearbeitung stellt Burkhardt in Bayreuth her. Markennamen sind hier Hensel, Schlatter, Arbes und cm (Carl Meyer). Das Sortiment ist breit. Weitere Schwerpunkte des von Alexander Burkhardt geführten Unternehmens liegen im Maschinenbau für die Umformtechnik und die Gießerei.

Burkhardt GmbH
Rathenaustraße 47
95444 Bayreuth
Tel.: 09 21/5 08-0
Fax: 09 21/5 08-170
www.burkhardt-bayreuth.de



Möller-Chemie Steinpflegemittel GmbH

»Steinpflege – mit System zum Erfolg« ist der Slogan von Moeller-Chemie, einem weltweit agierenden Hersteller mit Stammsitz unweit Regensburg. Der Vertrieb erfolgt ausschließlich über den Naturstein- und Fliesenfachhandel, jedoch gibt es für Endkunden eine Servicenummer (0 18 05/6 63 55 37, 12 Cent/Minute, nur im deutschen Festnetz) oder Auskünfte per E-Mail.

Möller-Chemie Steinpflegemittel GmbH
Ziegelalstrasse 2
93346 Ihrlerstein
Tel.: 0 94 41/1 76 94-0
Fax: 0 94 41/1 76 94-99
www.moeller-chemie.de