Die 85 Millionen Jahre alten Fassadensteine der Maragrethenkirche in Gehrden – ein Blick in eine Treibhauswelt

Gregor Bischoff, Jörg Mutterlose, Anette Schmidt



Zusammenfassung

Die Bausteine der mittelalterlichen Margarethenkirche in Gehrden (Region Hannover) bestehen überwiegend aus gelblich-bräunlichen Kalksteinen (Trümmerkalksteinen), die aus den ca. 1 km nordwestlich gelegenen Steinbrüchen am Gehrdener Burgberg stammen. Daneben wurden für besonders exponierte Teile der Fassade geologisch deutlich ältere, dunkelgrau-grünliche Quarzsandsteine aus dem nahen Deister genutzt.

Hier werden exemplarisch drei der Trümmerkalksteinblöcke aus der Westfassade und dem nördlichen Seitenschiff beschrieben. Die Gesteinsbeschaffenheit und Fossilführung der Trümmer- oder Schillkalke ermöglicht die Rekonstruktion eines marinen Ökosystems, dessen Entstehung erdgeschichtlich in die jüngere Kreidezeit einzuordnen ist (86,5–83,5 Mio. J.; Santonium).

Schrägschichtung, Diskordanzen und zerbrochene Fossilschalen erlauben Rückschlüsse auf die Entstehungsbedingungen der Trümmerkalksteine, die in einem festlandsfernen Flachmeerbereich abgelagert wurden. Die Reste der kalkschaligen Organismen dokumentieren einen dicht besiedelten Lebensraum. Dabei handelte sich um bodenbewohnende Formen, die sich

z. T. filtrierend (Bryozoen, Muscheln), z. T. weidend auf dem Sediment (reguläre Seeigel) oder grabend im Sediment (Maulwurfkrebse) ernährten. Die Kalkschalen wurden nach dem Absterben durch Wellen zerstört und durch lokale Strömungen zusammengeschwemmt. Aus dem Studium der Fossilbruchstücke und deren Anordnung im Gestein ergibt sich neben der erdgeschichtlichen Datierung auch das Ablagerungsmilieu, in dem der Trümmerkalkstein entstand.

Nach heutigem Wissensstand war im Santonium die CO_2-Konzentration in der Atmosphäre etwa doppelt so hoch wie heute und die Polkappen waren eisfrei (Treibhauswelt). Die mittlere Oberflächenwassertemperatur, die sich zu dieser Zeit bei > 23 °C für die mittleren nördlichen Breiten bewegte, erreichte damit deutlich höhere Werte als heute. Hannover lag im Santonium bei 42° N, das entspricht der heutigen Position von Rom.

Schlüsselwörter: Trümmerkalksteine, Gehrden, Santonium, küstenfernes Flachwasser, Bryozoen, Maulwurfkrebse, Ökologie, Treibhauswelt.

Summary

The building stones of the medieval parish church St. Margaretha in Gehrden (Hannover Region) are dominated by yellowish to brown shelly limestones. These limestones were mined in quarries positioned about 1 km northwest of the parish church, next to the castle hill of Gehrden. Geologically older, green quartz sandstone blocks, which originate from the nearby Deister ridge, are also incorporated in the facade. These building stones are less common, they form the more conspicuous parts of the church which are exposed to intense weathering.

Three of the shelly limestone blocks, inserted in the western facade and the northern aisle, are described here in detail. Their petrography and fossil content allow to reconstruct a marine ecosystem, which can be assigned to the late Cretaceous epoch (86.5–83.5 mio. y.; Santonian) of the geological record.

The limestones are characterised by cross bedding, internal unconformities and corroded shell fragments of fossils, indicating substantial re-working related to wave action. These findings document a well oxygenated shallow water setting of up to 30 m depth, populated by a rich and diverse marine fauna. The bottom dwelling assemblages include filter feeders (bryozoans, bivalves), grazing forms (regular sea urchins) and sediment burrowers (decapod crustaceans).

State of the art data suggest for the Santonian a CO_2 concentration approx. twice as high as today, the polar caps were free of ice (greenhouse world). Average surface water temperatures of the Santonian sea were presumably > 23 °C in the mid northern latitudes, much higher than todays values. Hannover was then located at about 42° N (today 52° N), the nowadays latitudinal position of Rome.

Schlüsselwörter: Keywords: grain- and rudstones, Gehrden, Santonian, distal shallow water setting, bryozoans, decapod crustaceans, ecology, greenhouse world

Einleitung

In Zeiten globaler Erwärmung und steigender CO_2-Konzentration in der Atmosphäre wollen wir eine Reise in eine warme Flachmeerregion der Erdgeschichte unternehmen. Ziel unserer Exkursion ist die mittelalterliche Margarethenkirche in Gehrden, deren Fassadensteine einen einmaligen Einblick in einen fossilreichen Kalksand eines sehr warmen Flachmeeres erlauben. Ein mögliches Szenario für die Zukunft?

Die Fassade des Westturms der Margarethenkirche, der in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts errichtet wurde, besteht im Wesentlichen aus gelblich-bräunlichen Kalksteinen. Diese Fassadensteine, die das Ziel unseres Ausflugs sind, stammen aus den ca. 1 km nordwestlich gelegenen, heute überwucherten Steinbrüchen am Gehrdener Burgberg. Hier wurden die Kalksteine seit dem Mittelalter bis in die Neuzeit abgebaut. Es handelt sich um fossilreiche Trümmerkalksteine, die aus Schalenbruchstücken oder Trümmern von kalkschaligen Fossilien bestehen. Die schalenbildenden Organismen lebten vor ca. 85 Mio. Jahren in einem flachen, wenige Meter tiefen Meer, in der geologischen Epoche der späten Kreidezeit (Santonium, 86,5 – 83,5 Mio. J.). Daneben wurden für besonders exponierte Teile der Fassade geologisch deutlich ältere Sandsteine der frühen Kreidezeit aus dem nahen Deister genutzt (Berriasium, 145 – 140 Mio. J.).

Die Trümmerkalksteine der Gehrdener Berge sind im Vergleich zu den sie unter- und überlagernden Gesteinseinheiten verwitterungsresistenter und bilden den morphologisch markanten Höhenzug mit Burg und Windmühle im Nordwesten. Die in der Fassade der Kirche exponierten Gesteine bieten einen eindrucksvollen Einblick in die Lebewelt und die Umweltbedingungen des damaligen Flachmeeres, das durch eine reiche Fauna besiedelt war. Wie in einem überdimensionierten geologischen Anschliff sehen wir Bruchstücke von Schwämmen, in Kolonien lebenden Moostierchen, kalkigen Röhren von Würmern, Austern, Seeigeln, Seesternen, Krebsen u. a. Organismen. Ein Studium der Fassadengesteine und deren Fossilien erlaubt daher einen Ausflug in ein mediterranes Meer ohne Polkappenvereisung mit hoher CO_2 Konzentration in der Atmosphäre, also in eine uns möglicherweise bevorstehende Treibhauswelt.

Mit diesem Beitrag möchten wir a) zu einem kunsthistorischen Besuch der Margarethenkirche einladen, b) zu einer genaueren Beobachtung der Natur vor Ort anregen, c) Einsichten in die Lebewelt eines warmen Flachwasserbereichs geben und d) ein besseres Verständnis mariner Ökosyteme erreichen.

Abb. 1 Margarethenkirche von Südwest



Architekturgeschichte der Margarethenkirche

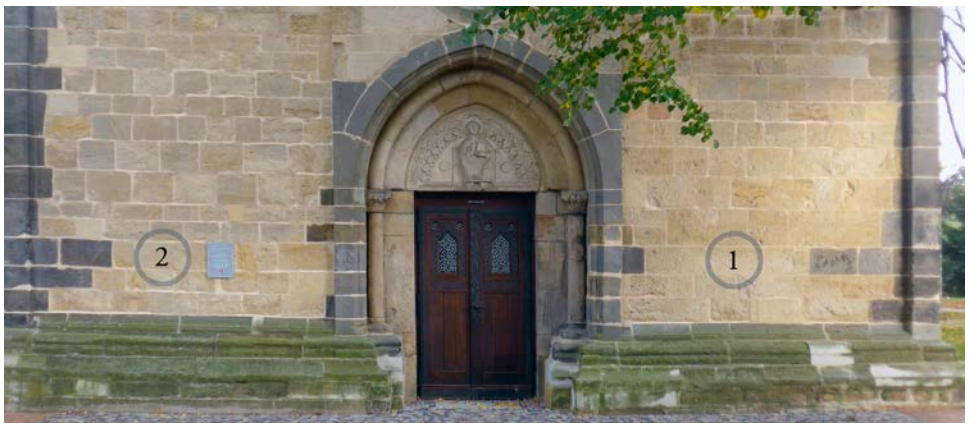
Gehrden hat eine sehr lange Geschichte. Bei Ausgrabungen wurden bronzezeitliche, eisenzeitliche und germanische Siedlungsspuren gefunden (Peters 1973). Gehrden lag am sog. Hellweg, einer wichtigen Handelsroute, die in West-Ost-Richtung verlief. Bereits 1153 wird Gehrden erstmals urkundlich erwähnt, 1298 erklärte Graf Adolf VI. von Schaumburg und Holstein den Flecken Gehrden für frei und erteilte allen Bewohnern Sicherheit und Freiheit (Hannig 1988). Der Ort erhielt einen Markt, das Braurecht, eigene Gerichtsbarkeit und das Befestigungsrecht.

Der Mindener Bischof Volkmar veranlasste bereits 1089 einen in Fachwerkbauweise errichteten Vorgängerbau. Bischof Volkmar wurde um 1095 ermordet, daher wird das auf der Tafel vermerkte Baujahr 1098 von Historikerinnen in Frage gestellt. Der Turm der Margarethenkirche, dem ältesten Gebäude in Gehrden, wurde um das Jahr 1250 aus Natursteinen errichtet (Abb. 1). Um 1250 wurde in Deutschland die Kunstepoche der Romanik von der Gotik abgelöst.

Die verwendeten Natursteine mussten mit (Ochsen-) Karren unter großen Anstrengungen auf die Baustelle gebracht werden. Es wurde daher für weite Teile des Kirchenbaus ein Trümmerkalkstein verwendet, der aus den nur 1 km entfernt liegenden Steinbrüchen am Fuß der Gehrdener Berge stammt. Der Westturm mit seiner beachtlichen Höhe von knapp 33 m und rund 1 m dicken Wänden aus großen Steinquadern wurde als Wehr- und Wachturm mit Schießscharten errichtet. Für die Menschen in Gehrden bot die Kirche damit einen guten Schutz, zusätzlich konnte die massive Tür mit Holzbalken verriegelt werden, die seitlich in die dafür vorgesehenen Öffnungen eingelassen wurden.

Der Turmsockel ist reich profiliert, an der Südseite spannen sich zwischen Lisenen als vertikale Betonung Spitzbogenfriese, die die unteren Turmgeschosse in der Höhe gliedern (Hannig 1988; Dehio 1991). Das Portal an der Westseite wird seitlich von zwei Säulen mit sog. attischen Basen, je ein Sockel mit Wulsten und Hohlkehlen sowie Kelchkapitellen, umrahmt (Abb. 2).

Abb. 2 Westfassade der Margarethenkirche aus Trümmerkalksteinen der Gehrdener Berge und Deistersandstein (Sockel, Eckpfeiler, Portal). 1, 2 = hier beschriebene Fassadensteine.



Das im Bogenfeld befindliche mit Blätterfries umgebene Tympanon stellt Christus dar, der mit der rechten Hand segnet und in der linken Hand ein Buch hält. An den Eckquadern des Turmportals sind tiefe Rillen in den kieselig gebundenen Deistersandstein eingegraben (Abb. 3). Ähnliche Spuren (Rillen, Schabespuren, Mulden, Wetzmarken) lassen sich an vielen sakralen und nichtsakralen Gebäuden in ganz Deutschland beobachten. Es gibt dazu verschiedene Deutungs- und Erklärungsversuche:

- Es wurde heiliges Material entnommen, um vor bösem Zauber oder Krankheit zu schützen.
- Krieger haben ihre Waffen vor dem Auszug in den Krieg durch die Berührung mit dem Stein „gesegnet", als glücksbringende Geste für den Sieg der Waffen und eine glückliche Wiederkehr.
- Krieger haben ihre Waffen abgestumpft, bevor sie die Kirche betraten.
- Krieger haben nach Beendigung des Gottesdienstes ihre Waffen wieder geschärft. Es wurde allerdings mit der scharfen Seite in den Stein geschnitten, dies führte eher zu einem Abstumpfen der Klinge.

Die Spuren sind in der Regel gut sichtbar, wie im Fall der Margarethenkirche. Es gibt keine überzeugende Erklärung für dieses Phänomen, auch unser kollektives Gedächtnis in der mündlichen Überlieferung, in Märchen, Legenden und Geschichten liefert keinen eindeutigen Hinweis. So behelfen wir uns mit Mythen und Legenden – die Krallen des Teufels haben sich dort eingegraben (Gehrdener Ansichten 2023).

Nach einem Brand im Jahre 1467 blieb vermutlich nur noch der Turm stehen (Hannig 1988; Dehio 1991). Es wurde ein neues Kirchenlangschiff im gotischen Stil



Abb. 3 Westportal (Deistersandstein) der Margarathenkirche mit Schabespuren oder Wetzmarken.

mit Satteldach und vier Kreuzgewölben, auf kurze Strebepfeiler gestützt, östlich an den Turm angebaut. Unter dem östlichen Kreuzgewölbe befindet sich der Chor mit dem Altar. Die an der Nordseite gelegene Sakristei mit Pultdach stammt aus gotischer Zeit. In den Bögen der Kreuzgewölbe sind Farbbänder zu sehen, die im Jahr 1999 restauriert wurden. Im Schlussstein der Rippe im Chor ist ein Gesicht zu erkennen, einen anderen Schlussstein ziert eine Blüte. Die Turmfassade wurde 2016/2017 umfangreich saniert, nachdem die weichen fossilreichen Trümmerkalksteine stark verwittert waren und große Steinbrocken herunterfielen.

Das schlichte Walmdach des Turmes wurde nach 1467 auf der Ost- und Westseite mit dem charakteristischen Treppengiebel geschmückt, der sich im Stadtwappen der Stadt Gehrden befindet. Das Turmdach wird seit 1679 von einem spitzen Dachreiter gekrönt, der 1926 erneuert werden musste und nach 1945 verkupfert wurde. Im Turm führt ein schmaler überwölbter Gang innen an der nördlichen Mauer über eine Steintreppe auf das Turmgewölbe und dann über Holztreppen

weiter zur Glockenebene mit auf der West- und Ostseite je zwei gekuppelten Schallöffnungen mit Teilungspfeilern. Im Turm befinden sich drei Läuteglocken – eine der Glocken ist aus dem Jahr 1355 und damit eine der ältesten Glocken in Niedersachsen – und zwei Uhrschlagglocken.

Im Jahr 1909 wurde an der Südseite des Langschiffes im Stil des Architekten und königlich-hannoverschen Baurats Conrad Wilhelm Hase (1818–1902 in Hannover, ab 1863 Konsistorialbaumeister der Hannoverschen Landeskirche) ein Seitenschiff ergänzt, dort hat seit 1969 die Orgel ihren Platz. Die neue Orgel von Orgelbauer Jörg Bente (Helsinghausen) ersetzte 2004 die Vorgängerorgel aus dem Jahr 1969. Eine erste Orgel soll es bereits um 1700 gegeben haben.

Im Inneren der Kirche ist über der Sakristei-Tür ein aus dem Jahr 1653 stammendes Holzkruzifix des Meisters Blome aus Hannover zu erwähnen, dieser soll auch die Kanzel angefertigt haben. Dort befindet sich auch das aus romanischer Zeit stammende Taufbecken (Dehio 1991). Die schmückenden Motive im Kreuzpunkt der Rippen wurden 1909 hinzugefügt. Die Fenster wurden immer wieder verändert und in der Barockzeit vergrößert, um mehr Licht in den Kirchraum fallen zu lassen. Die Fenster auf der Nordseite wurden im Zuge des Anbaus des Seitenschiffes verändert. Die Südfenster sowie die Lutherrose in den runden Fenstern über den Eingängen gestaltete 1968 Gerhard Hausmann. Das Altarfenster und der Altarraum wurden 1999 von dem Künstler El Loko, geboren in Togo, entworfen und „mit Licht gemalt".

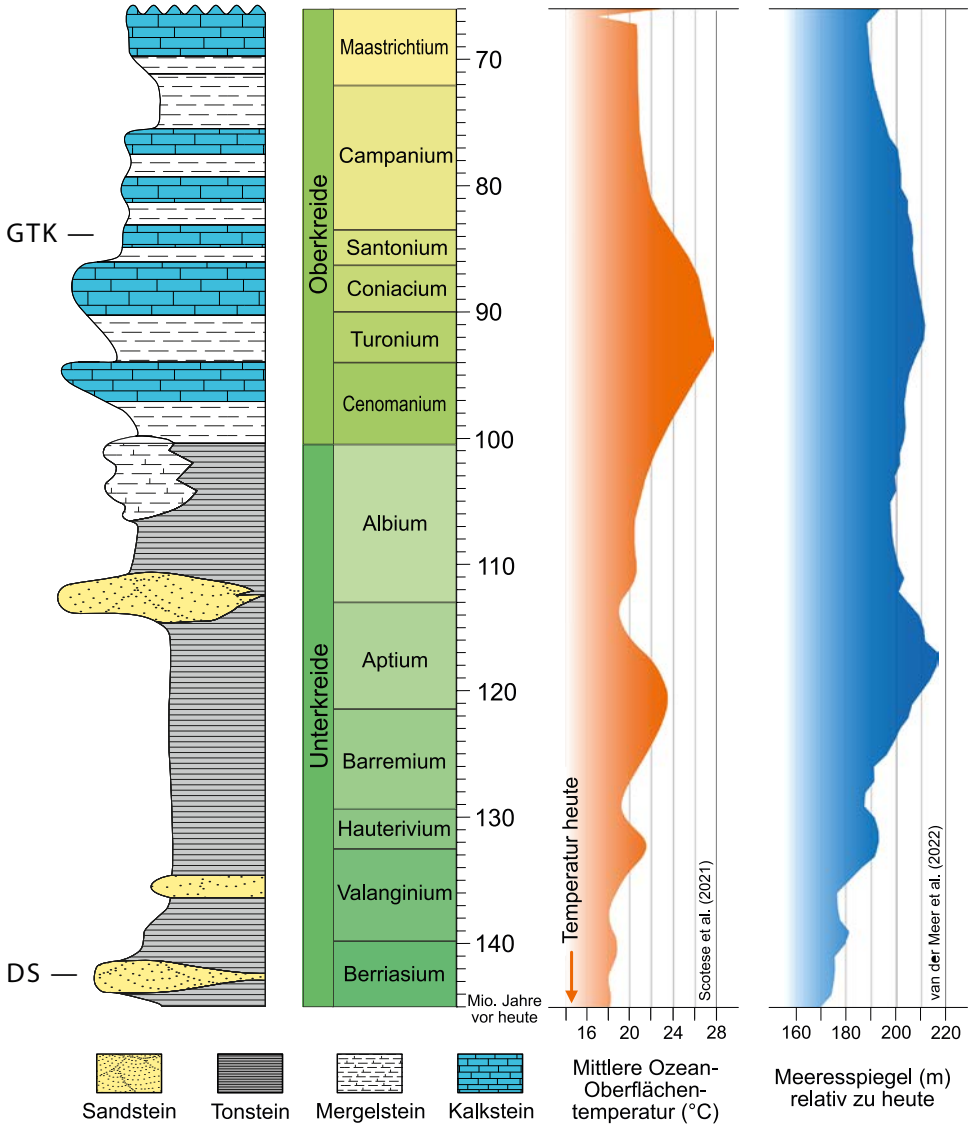
Die Margarethenkirche trägt den Namen Margareta von Antiochia, nach der antiken Stadt in der heutigen Türkei. Margareta zählte im Mittelalter zu den 14 Nothelferinnen und war eine bedeutende Jungfrau und Märtyrerin. Sie gilt als Schutzpatronin der Schwangeren und Gebärenden sowie der Bauern. Außerdem wurde sie zum Schutz gegen Unholde aus der Tiefe des Wassers angerufen!

Herkunft des Baumaterials, Methoden

Die klar gegliederte Westfassade des Turmes der Margarethenkirche (Abb. 2) setzt sich aus zwei lokal bzw. regional auftretenden Bausteinen zusammen. Der Sockel, die Gebäudekanten, das Portal, die Säulen des Portals und das Tympanon über dem Eingang bestehen aus Sandsteinen der frühen Kreidezeit. Im jetzigen Zustand zeigen sie eine grünliche Verwitterungspatina. Dieser Deister- oder Obernkirchensandstein, der geologisch der Stufe des Berriasiums (145–140 Mio. J.; Unterkreide; Abb. 4) zugerechnet wird, baut die Höhenzüge des nahen Deister, der Bückeberge und der Rehburger Berge auf. Der Sandstein war seit dem Mittelalter ein weit über die Region Hannover hinaus verbreiteter, sehr beliebter Baustein. Viele der älteren Repräsentationsbauten in Hannover (u. a. Portal der Marktkirche, Hauptgebäude der Universität Hannover) bestehen aus diesem früh-kreidezeitlichen Deister- bzw. Obernkirchensandstein. Aufgrund seiner Zusammensetzung ist dieser vergleichsweise fossilarme Quarzsandstein weniger empfindlich gegenüber der Verwitterung (Chitzasian 1985) und wurde daher bevorzugt für die Gestaltung exponierter Fassadenteile eingesetzt. Da dieser Sandstein in großen Blöcken gewonnen werden kann, fand er oft Verwendung als tragendes Bauelement (Säulen, Fenster- und Türlaibungen).

Deutlich häufiger treten in der Fassade der Margarethenkirche gelblich-braune Kalksteine auf. Sie zeigen bei genauerer Betrachtung eine heterogene Zusammensetzung mit zahlreichen Resten von Fossilien. Das Vorkommen dieser biogenen Trümmerkalksteine oder Schillkalke der späten Kreidezeit, die geologisch der Stufe des Santoniums (86,5 – 83,5 Mio. J.; Oberkreide; Abb. 4) angehören, beschränkt sich im Großraum Hannover auf den Höhenzug der Gehrdener Berge. Das Thema der

Abb. 4 Gesteinsausbildung und Stratigraphie kreidezeitlicher Sedimentgesteine in Niedersachsen. DS = Deistersandstein, GTK = Gehrdener Trümmerkalkstein. Kurve der mittleren Oberflächenwassertemperatur nach Scotese et al. (2021), des Meeresspiegels nach van der Meer et al. (2022).



vorliegenden Studie sind in erster Linie die Trümmerkalksteine der Margarethenkirche, deren leicht angewitterte Oberflächen einen Einblick in die damalige marine Lebewelt liefern. Anhand von drei ausgewählten Bausteinen der Westfassade und des nördlichen Seitenschiffs lässt sich der ehemalige Lebensraum mit Hilfe der gesteinsbildenden Organismenfragmente beschreiben. Dünn- oder Anschliffe im geologisch-petrographischen Sinne, die in der Regel erst eine genauere Analyse und Ansprache eines Gesteins erlauben, wurden nicht angefertigt. Uns diente die verwitterte Fläche des Westturms als natürlicher Anschliff. Mit einer Lupe lassen sich die im folgenden beschriebenen Phänomene gut erkennen.

Die hier ausgewählten drei Bausteine stammen aus der Westfassade (Abb. 2, 5–8) und dem Westteil des nördlichen Seitenschiffs (Abb. 9, 10). Ihre Position innerhalb des Mauerwerks wurde fortlaufend mit den Zahlen 1–3 auf den dokumentierenden Fotos markiert. Diese entsprechen den im Text für die einzelnen Fassadenbausteine verwendeten Zahlen.

Die petrographische Klassifikation der Kalksteine folgt Dunham (1962), eine aktuelle Zusammenfassung dieser Einteilung geben Lokier & Al Junaibi (2016). Danach handelt es sich bei den hier angetroffenen karbonatdominierten Gesteinen um Grainstones bzw. Rudstones. Bei einem Grainstone haben weniger als 10 % der karbonatischen Schalenfragmente eine Größe > 2 mm, beim Rudstone hingegen sind mehr als 10 % der Komponenten > 2 mm. Die Komponenten liegen dabei im Kontakt zueinander und bilden ein korngestütztes Gefüge.

Die hier für Hannover angegebene Paläobreite von 42° N im Santonium wurde mit dem Paläolatitudenrechner von Van Hinsbergen et al. (2015) berechnet. Autoren von Gattungen und Arten werden nicht im laufenden Text aufgeführt, sondern sind im Appendix zusammengestellt.

Befunde

Fassadenstein 1

(südlicher Teil der Westfassade, Abb. 2)

Kalkige, mechanisch stark korrodierte Schalenbruchstücke (= Schill) von z. T. > 2 mm Größe bauen das Gestein auf, sie liegen im Kornkontakt zueinander. Feinkörnige Komponenten < 0,1 mm fehlen, Quarzkörner ebenfalls. Damit handelt es sich petrographisch um einen biogenen, korngestützten Grainstone bis Rudstone nach der aktualisierten Dunham Klassifikation (vgl. oben).

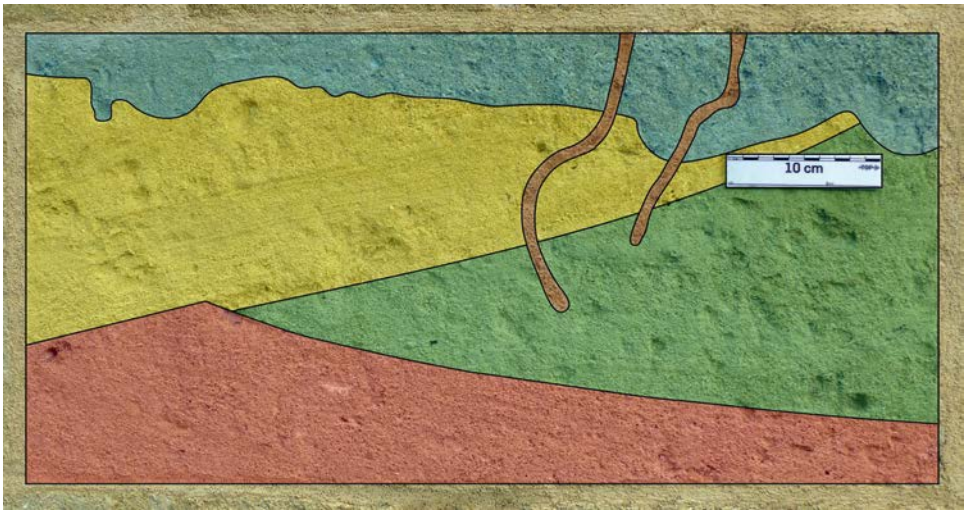
Der ca. 60 x 30 cm messende Stein zeigt eine Reihe von sedimentologischen und paläontologischen Merkmalen (Abb. 5a, 5b, 6). Mehrere Schrägschichtungskörper sind erkennbar. Den unteren Teil dominiert eine von links nach rechts geneigte erste Schüttung mit kleinen Schalenbruchstücken (rot in Abb. 5b). Diese ist links ca. 10 cm mächtig, rechts dünnt sie auf ca. 3 cm aus. Sedimentkörper 1 wird am linken Bildrand erosiv durch eine von rechts oben nach links unten geneigte zweite, jüngere Schüttung gekappt (gelb in Abb. 5b). Dieser Sedimentkörper 2, der ebenfalls aus sehr feinkörnigem Schillmaterial besteht, wird seinerseits erosiv durch eine dritte Einheit überlagert (blau in Abb. 5b). Sedimentkörper 3 setzt sich aus gröberem Schalenmaterial zusammen und zeigt an seiner Basis vier Erosionskolke, die taschenförmig in den unterlagernden

Sedimentkörper 2 eingreifen. Weniger klar sind die Schichtungsverhältnisse in einer weiteren Einheit, die in der rechten Bildhälfte zwischen den Sedimentkörpern 1 und 3 eingeschaltet ist (grün in Abb. 5b). Die Zuordnung dieses Komplexes, der durch grabende Organismen seine interne Struktur verloren hat, bleibt offen.



Abb. 5a Fassadenstein 1 der rechten, südlichen Fassadenhälfte mit drei Schüttungskörpern und zwei +– vertikalen Krebsbauten. Zur Position vgl. Abb. 2.

Abb. 5b Fassadenstein 1 der rechten, südlichen Fassadenhälfte. Unterer erster Schüttungskörper in rot, zweiter Schüttungskörper in gelb, dritter Schüttungskörper in blau. Oben rechts in braun die beiden +– vertikalen Krebsbauten. Zur Position vgl. Abb. 2



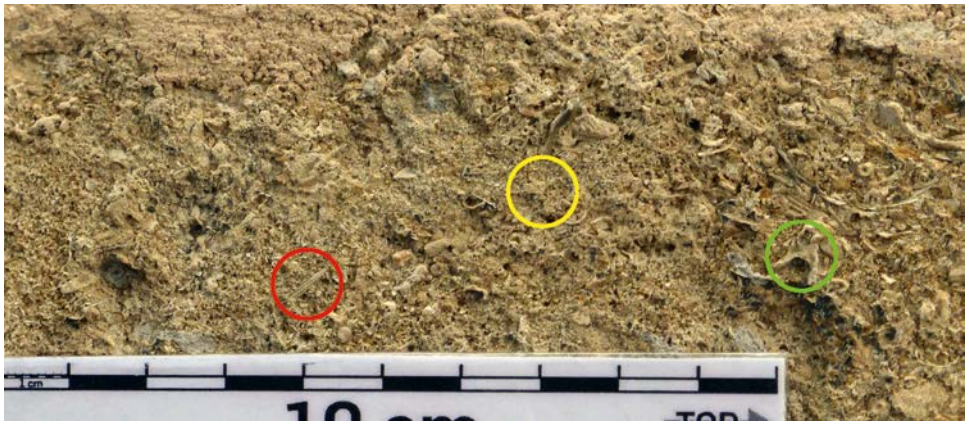


Abb. 6 Ausschnitt aus Abb. 5, rechte obere Bildhälfte über Maßstab. Seeigelstachel (rot), Bryozoenreste (gelb) und Austern- und Muschelschalen (grün).

Im oberen rechten Drittel des Bildes schließlich sind zwei +– vertikal ausgerichtete Spuren von wühlenden oder grabenden Organismen zu erkennen (braun in Abb. 5b). Diese ca. 0,5 cm breiten und bis zu 20 cm langen Bauten, die von im Sediment lebenden Maulwurfkrebsen verursacht wurden, sind bezeichnenderweise mit relativ groben Schalenresten verfüllt. Sie durchdringen Schüttungskörper 2 und belegen, dass a) sie jünger sind als die durchwühlten Sedimente, b) die oben-unten Ausrichtung des Fassadensteins auch der ursprünglichen Orientierung im Sedimentkörper entspricht, c) es nach der zweiten Schüttung einen weiteren Antransport von grobem Schill gab, der dann durch die Krebse von der Sedimentoberfläche nach unten verfrachtet wurde.

Eine Vergrößerung des oberen rechten Drittels (Abb. 6) erlaubt eine detaillierte Beobachtung des biogenen Inventars, das diesen Trümmerkalkstein aufbaut. Gut zu erkennen sind bis zu 7,5 mm lange Seeigelstachel (roter Kreis), Reste von Bryozoenkolonien (= Moostierchen, gelber Kreis) sowie zahlreiche Austern- und Muschelschalen (grüner Kreis).

Fassadenstein 2

(nördlicher Teil der Westfassade, Abb. 2)

Biogener Grainstone bis Rudstone wie Stein 1. Im rechten Bereich des Blocks (Abb. 7) deutlich gröberes Sediment mit Schalenfragmenten bis zur 1 cm Größe, im linken Teil sind die Schalenreste kleiner, aber nach wie vor gesteinsbildend. Die gegenwärtige unten – oben Orientierung des Blocks entspricht vermutlich nicht der ursprünglichen Position im Sedimentkörper. Die allmähliche oder graduelle Abnahme der Korngröße nach links macht es wahrscheinlich, dass die ursprüngliche Schichtunterseite die rechte vertikale Begrenzungsfläche des Blocks ist. Diese allmähliche Veränderung der Korngröße wird als gradierte Schichtung bezeichnet. Ein Ausschnitt aus dem rechten oberen Drittel des Blocks (Abb. 8) zeigt eine Reihe von Bryozoenkolonien, die z. T. stabförmig aber auch rasen- und tellerförmig ausgebildet sind. Gut zu erkennen sind die Öffnungen, in denen die kleinen Einzeltiere saßen, die über einen internen Strang miteinander verbunden waren. Die Kolonien der Bryozoen sind auch in den heutigen



Abb. 7 Fassadenstein 2 der linken, nördlichen Fassadenhälfte. Rechts grobkörniger Fossilschutt, links feinkörniges Material. Zur Position vgl. Abb. 2.

Abb. 8 Ausschnitt aus Abb. 7, rechte obere Bildhälfte, um 90° nach rechts gedreht. Bryozoenreste: fächerförmig (gelb), teller- kugelförmig (grün), stockförmig, verzweigt (rot).



Meeren weit verbreitet. Sie bestehen aus mehreren bis vielen 0,2–1 mm großen Individuen, die einzeln in verkalkten Röhren leben. Die Weichkörper sind von einem Tentakelkranz umgeben, der die Einstrudelung von Nahrungspartikeln ermöglicht. In allen Fällen handelt es sich um +- stark aufgearbeitete Bruchstücke, die nur Teile der jeweiligen Kolonie sind. Daneben kommen zahlreiche andere Schalenreste von Muscheln, Seeigeln, u.a. vor.

Fassadenstein 3

(westlicher Teil des nördlichen Seitenschiffs, Abb. 9)

Biogener Grainstone bis Rudstone wie Steine 1 & 2. In der unteren, linken Hälfte



Abb. 9 Westlicher Teil des nördlichen Seitenschiffs. 3 = hier beschriebener Fassadenstein.

Abb. 10 Fassadenstein 3 des westlichen Teils des nördlichen Seitenschiffs. Unten links 10–15 cm lange und ca. 1 cm dicke Krebsbauten. Ursprüngliche Position des Blocks im Sedimentkörper um 90° gedreht.



des Blocks 10–15 cm lange bleistiftähnliche, gestreckte Strukturen, die als Krebsbauten angesprochen werden (Abb. 10). Von der Sedimentoberfläche, die der linken oder der rechten vertikalen Begrenzungsfläche des Blocks entspricht, haben sich diese Maulwurfkrebse in das noch unverfestigte und organikreiche Sediment eingegraben und es systematisch durchpflügt. Dabei wurden die organischen Anteile als Nahrung aufgenommen (= Depositfresser), das lose Sedimentmaterial wurde hinter das Tier befördert und durch Einschleimung und z. T. wohl auch in Form von Kotpillen als Putz für die Wandung des Baus genutzt. Die nach dem Tode des Tieres erfolgten Verfüllungen der Gänge mit Sediment bestehen aus gröberen Bruchstücken (Bryozoen, Muscheln, Seeigelstacheln) und stellen damit sog. Fossilfallen dar. Reste der Krebse selbst sind in Form von Krebsscheren seit > 100 Jahren aus den Gesteinen der Gehrdener Berge gut dokumentiert und im Detail beschrieben worden (Förster 1973).

Rekonstruktion des santonzeitlichen Ökosystems

Das Ökosystem

Die Trümmerkalksteine des Santoniums von Gehrden sind seit mehr als 180 Jahren für ihre reichen marinen Faunenvergesellschaftungen bekannt. Eine erste detaillierte Darstellung der fossilen Faunen, die aus den Steinbrüchen in der Nordwestabdachung der Gehrdener Berge stammen, erfolgte von Roemer (1840, 1841). Dieser listet aus den Trümmer- oder Schillkalksteinen 71 Arten auf. Anlässlich einer Neubearbeitung der Fauna der Gehrdener Berge legt Schmid (1973) eine aktualisierte Artenliste vor. Danach sind aus den Trümmerkalksteinen folgende Organismengruppen belegt:

Foraminifera = heterotrophe Einzeller
Porifera = Schwämme
Anthozoa = Korallen
Decapoda = Zehnfußkrebse, inkl. der Maulwurfkrebse
Ostracoda = Muschelkrebse
Cirripedia = Rankenfußkrebse
Bryozoa = Moostierchen
Polychaeta = Würmer mit kalkschaliger Röhre
Bivalvia = Muscheln
Belemnitida = Kopffüßer
Crinoidea = Seelilien
Asteroidea = Schlangensterne
Echinoidea = Seeigel

Auch Wirbeltierreste (Haizähne) liegen aus diesen Ablagerungen vor. Detaillierte Informationen zu einzelnen Organismengruppen liefern Cepek (1973 – kalkige Nannofossilien), Ernst (1973a – Echiniden, 1973b – Belemniten), Förster (1973 – Krebse), Koch (1973 – Foraminiferen), Ohmert (1973 – Ostrakoden) und Voigt (1973 – Bryozoen) im sog. Gehrdenband der Naturhistorischen Gesellschaft.

Im Folgenden werden die an den drei Fassadensteinen gemachten Befunde für die ökologische Analyse der santonzeitlichen Biozönose (= Lebensgemeinschaft) und den damals im Raum Gehrden herrschenden Umweltbedingungen genutzt.

Die in den drei Fassadensteinen am häufigsten auftretenden Organismengruppen (Bryozoen, Muscheln, Seeigel), die auch in den heutigen Meeren weit verbreitet sind, können alle dem Benthos zugerechnet werden. Die auf dem Substrat

festgehefteten Bryozoen und Muscheln benötigen sauerstoffreiches, sehr bewegtes Wasser, das reich an planktonischen Organismen (= Nahrung) ist. Dabei muss diesen Benthonten konstant sauerstoffreiches Meerwasser durch z. B. Wellenbewegung zugeführt worden sein. Oberflächenwellen können sich bis in 20–30 m Wassertiefe auswirken. In Anlehnung an Befunde aus den heutigen Ozeanen handelte es sich bei den santonzeitlichen Trümmerkalksteinen von Gehrden daher um die Ablagerungen einer durch Wellen und Stürme gekennzeichneten Flachwasserregion. Diese Deutung wird unterstützt durch die zahlreichen Schüttungskörper, deren Ausrichtung sich auf engstem Raum rasch ändert (Abb. 5). Auch die erosiven Kontakte der drei Schüttungskörper (Abb. 5, linke Bildhälfte) lassen sich so gut erklären.

Die regulären Seeigel (Abb. 11) grasen als weidende Formen mit ihrem stabilen Kieferapparat die Sedimentoberfläche ab. Ihre Anwesenheit deutet also ebenfalls

Das marine Ökosystem und die Nahrungspyramide

Sowohl die heutigen als auch die erdgeschichtlichen marinen Ökosysteme sind durch zwei Merkmale der dort vorkommenden Pflanzen und Tiere gekennzeichnet: a) ihre Lebensweise, b) ihre Ernährungsstrategie.

a) Lebensweise

Pflanzen und Tiere, die auf oder im Meeres- oder Seeboden leben, bilden das Benthos. Sie können frei beweglich (Seeigel, Schnecken) oder festgeheftet leben (Bryozoen, Muscheln, Serpuliden) oder im Sediment eingegraben sein (Muscheln, Serpuliden, Maulwurfkrebse). In allen Fällen sind sie auf Nahrungspartikel, oder im Fall von Pflanzen auf Nährstoffe angewiesen, die den Meeresboden erreichen. Nekton bewegt sich aktiv schwimmend durch das Wasser (Belemniten, Fische, Reptilien, Säuger) und kann aktiv eine Nahrungsquelle verfolgen. Plankton schließlich wird passiv treibend durch Wasserbewegung in der oberen Wassersäule transportiert (Kleinalgen, kalkiges Nannoplankton, Ruderfußkrebse). Das Plankton ist entweder photoautotroph (Algen, Phytoplankton) oder ernährt sich vom Phytoplankton (Ruderfußkrebse).

b) Ernährungsstrategie

Photoautotroph sind einige Bakterien, Algen und Landpflanzen. Heterotrophie, also die Ernährung über vorproduzierte Nahrungspartikel, kennzeichnet ein- und mehrzellige „Tiere“. Das Benthos verfolgt dabei verschiedene Strategien. Einige festgeheftete Formen (Serpuliden, Bryozoen, Seelilien u. a.) strudeln sich mit Tentakelkränzen oder Armen aktiv die Nahrungspartikel aus dem Meerwasser zu, andere (Muscheln) sind passive Filtrierer. Bewegliche Formen (Seeigel, Krebse u. a.) durchfressen das organikreiche Sediment und verwerten die darin enthaltenen Organismen (sog. Deposit- oder Sedimentfresser). Beim Nekton handelt es sich meist um räuberische Lebewesen, während das pflanzliche Plankton über den Photosyntheseprozess Kohlenhydrate und freien Sauerstoff synthetisiert.



Abb. 11 Gehäuse eines regulären Seeigels (*Phymosoma* sp.) vom Acker westlich des Köthnerberges. Mundseite, die auf dem Sediment lag und einen hier fehlenden Kieferapparat trug. Dieser diente der Abweidung von Algen. Sammlung R. Stieg.

auf Sauerstoffreichtum und ein ausreichendes Nahrungsangebot in Form von Algenmatten hin. Die Algenmatten wiederum benötigen Sonnenlicht zum Photosyntheseprozess und sind somit auf ein lichtdurchflutetes flachmarines Milieu von wenigen 10-er Metern Wassertiefe beschränkt.

Die Krebsbauten weisen aufgrund ihrer großen Häufigkeit auf eine dichte Besiedlung der oberen 50–100 cm des Sedimentkörpers hin. Nach ihrer Lebensweise werden die Bewohner dieser Bauten *(Protocallianassa faujasi),* die mit ihren zwei großen Scheren im weichen, unverfestigten Sediment gruben, auch als Maulwurfkrebse bezeichnet (Abb. 12, 13). Verwandte Arten sind auch aus den heutigen Ozeanen bekannt. Eine eingehende Darstellung ihrer taxonomischen Stellung und Ökologie gibt Förster (1973). Typisch sind die von den Maulwurfkrebsen erzeugten Wohnröhren, die bis 1 m Tiefe in das Sediment reichen, sich verzweigen und z. T. miteinander in Verbindung stehen (Abb. 13). Die Durchmesser der Röhren variieren von 0,5 bis 1 cm bei jungen Tieren, sie reichen bis zu 3 cm bei erwachsenen Exemplaren. Der Lebensbereich rezenter Vertreter der Gattung *Callianassa* liegt bei 1,5–30 m Wassertiefe, unterhalb des Tiefwasserstands (vgl. Diskussion in Förster 1973; Bromley 1990).

Die Befunde deuten also auf einen lichtdurchfluteten, flachen Meeresraum hin. Die Wassertiefen betrugen wenige 10-er Meter, gleichzeitig erfolgte eine konstante Sauerstoffversorgung der Bodenbereiche durch Wellen und Stürme. Diese erklären auch die mechanische Zerstörung der Schalen. Dieses Ökosystem bildete ein nahrungsreiches Eldorado für die auf dem Sediment siedelnden Bryozoen. Durch die auf dem Sediment aufsitzenden Bryozoenkolonien bewegten sich die auf dem Boden grasenden Seeigel. Dickschalige Austern, kalkschalige Würmer *(Serpula)* und die im Sediment lebenden Maulwurfkrebse vervollständigen diese Rekonstruktion eines hochenergetischen, flachmarinen Milieus.

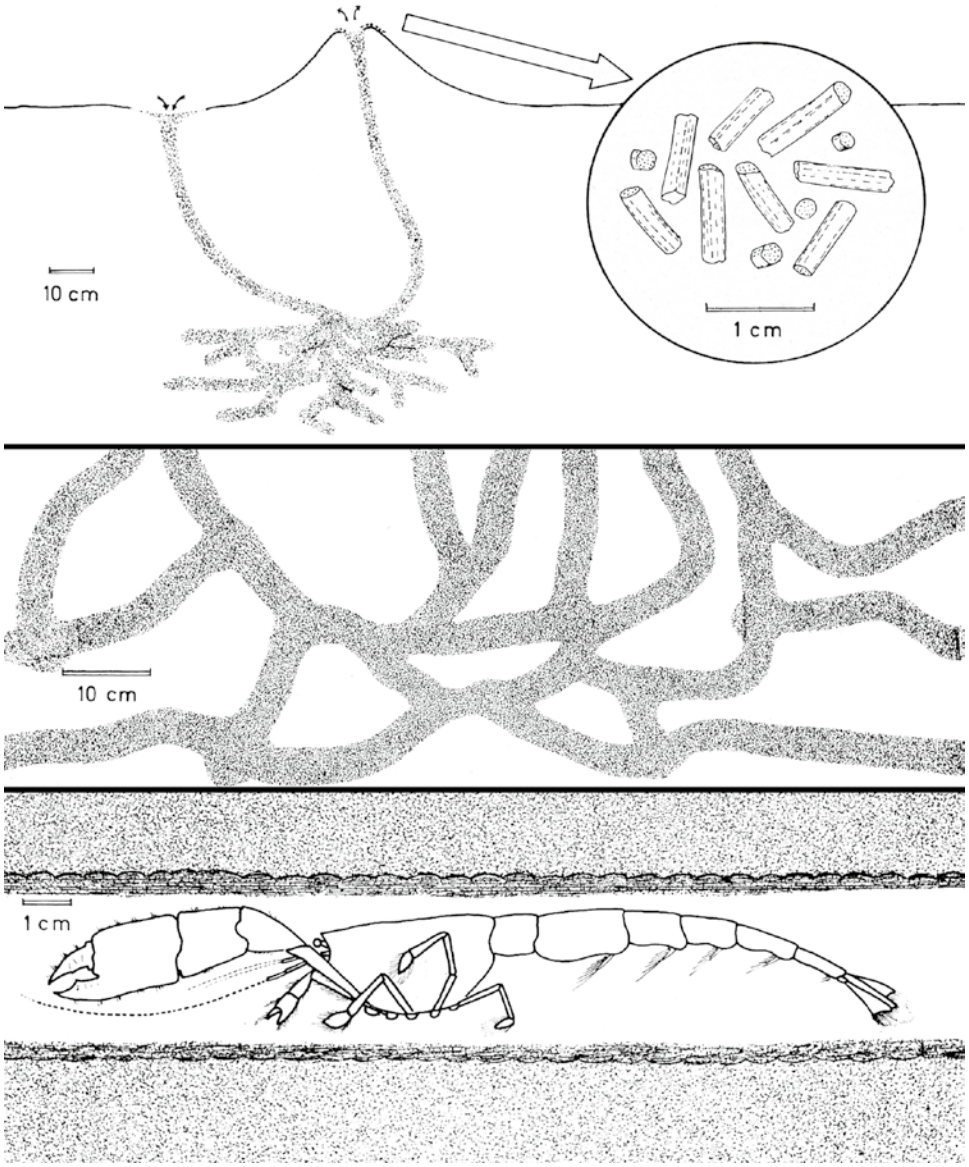


Abb. 12 Maulwurfkrebs und dessen Wohn- und Fressbauten aus den Trümmerkalken der Gehrdener Berge. Aus Förster (1973)

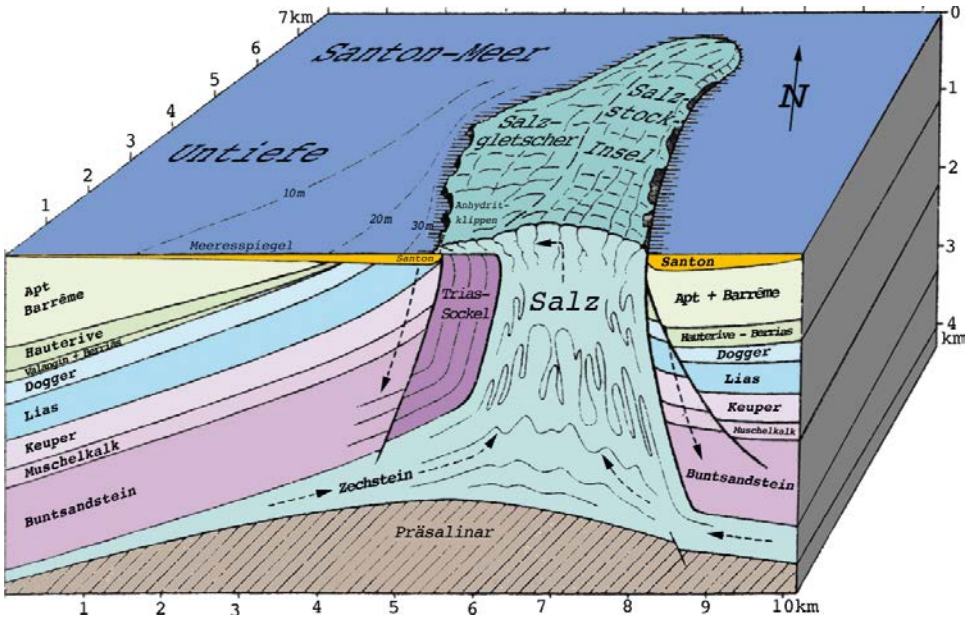


Abb. 13 Schere des Maulwurfkrebses *Protocallianassa faujasi* von der Kuppe des Burgberges. Sammlung R. Stieg

Das geologische Umfeld

In der älteren Literatur (Gehrdenband 1973) werden die Trümmerkalksteine des Santoniums von Gehrden aufgrund der Flachwasserfaunen einem küstennahen Milieu zugeordnet. Diese Sedimente, die in ähnlicher Ausbildung auch von Wettringen (NRW, 10 km SW von Rheine) und aus dem Raum Peine (Trümmererze von Lengede) bekannt sind, weisen eindeutig auf flachmarine Ablagerungsbedingungen hin. Aus dem unteren Abschnitt der santonzeitlichen Kalksteine von Gehrden sind Eisenerztrümmer bekannt. Sie überlagern früh-kreidezeitliche Tonsteine des Barremiums (122 Mio. J.) und Aptiums (115 Mio. J.) und belegen die intensive Aufarbeitung des Untergrundes durch das Meer im mittleren Santonium (85 Mio. J.). Die damit sehr lückenhafte Schichtenfolge, Trümmerkalksteine des mittleren Santoniums lagern auf Tonsteinen des Barremiums und Aptiums, deutet auf lokale Sonderbedingungen hin. Die hier fehlenden Sedimente der mittleren Kreide (Albium–Coniacium, unteres Santonium, 113–86 Mio. J.), die z. B. von Wunstorf bekannt sind, müssen vor Ablagerung der Trümmerkalksteine abgetragen worden sein. Bewegungen des im Untergrund Norddeutschlands weit verbreiteten permzeitlichen Zechsteinsalzes (255–252 Mio. J.) führten im frühen Santonium zur Bildung eines Salzsattels, der in ähnlicher Ausbildung auch aus dem Raum Sarstedt – Lehrte bekannt ist (Abb. 14). Von der dortigen Salzstruktur, die durch zahlreiche

Abb. 14 Rekonstruktion der Salzaufwölbung von Sarstedt-Lehrte im Santonium. In gelb die Ablagerungen des Santoniums diskordant auf älteren Gesteinen. Modifiziert nach Bettenstaedt (unpubliziert).



Bohrungen gut erforscht ist, wurde eine komplexe, mehrphasige Hebungsgeschichte beschrieben (Bettenstaedt & Dietz 1957). Der früh santonzeitliche Salzsattel von Gehrden, der sich in einer späteren Phase zum benachbarten Salzstock von Benthe weiterentwickelte, verursachte die geschilderten Flachwasserbedingungen. Dabei werden diese Salzstrukturen auch küstenfernere Inselbereiche gebildet haben, vielleicht ähnlich wie die heutigen Bahamas. Ein zusammenhängender größerer Festlandskomplex war aber wohl nicht entwickelt. Die sehr reiche benthonische Fauna wurde über planktonische Larvalphasen aus anderen, küstennäheren Regionen hierher transportiert und traf ideale Lebensbedingungen an. Diese Deutung wird unterstützt durch das Fehlen von siliziklastischen Anteilen (Ton, Quarzsand). Entsprechend werden hier die santonzeitlichen Sedimente von Gehrden als küstenfernere, dennoch in einem gut durchlüfteten Flachwassermilieu mit wenigen 10-er Metern Wassertiefe abgelagerte Trümmerkalksteine gedeutet.

Das Klima im Santonium (86,5 – 83,5 Mio. J.)

Es gibt nach wie vor große Ungenauigkeiten bei der Ermittlung von genaueren Daten zur geologischen Klimageschichte, dies gilt auch für das hier vorgestellte kreidezeitliche Ökosystem des Santoniums. Derzeit können paläoklimatische Rekonstruktionen der Erdgeschichte (älter als 1 Mio. Jahre) nur mit Hilfe indirekter Temperaturindikatoren, sog. Stellvertreter- oder Proxydaten, durchgeführt werden. Generell wird das gesamte Mesozoikum (252 – 66 Mio. J.) als Treibhauswelt angesehen. Aufgrund des heutigen Wissensstandes lassen sich folgende Aussagen zu den Umweltbedingungen des Santoniums machen.

a) Vereisung und CO_2-Konzentration

Das Santonium war eisfrei, es existierten keine Eiskappen an den Polen. Die CO_2-Konzentration lag um das 1,5 – 3-fache über dem heutigen Wert von ca. 400 ppm.

b) Temperatur

Aktuelle Temperaturrekonstruktionen für das Santonium gehen von einer mittleren Oberflächenwassertemperatur von 22 – 23 °C für Breiten > 48° aus (O'Brien et al. 2017; Scotese et al. 2021). Für stärker äquatornahe Positionen von < 30° geben diese Autoren eine mittlere Oberflächenwassertemperatur von > 30 °C an. Hannover, heute in einer Breite von 52 °N, lag im Santonium deutlich südlicher, etwa bei 42 °N. Danach scheint die Annahme einer Oberflächenwassertemperatur > 22 °C zur Ablagerungszeit der Sedimente von Gehrden realistisch. Zum Vergleich: Die Mittelwerte für die Ostsee lagen in den 1990-er Jahren im Jahresdurchschnitt bei 7 – 8 °C, der monatliche Durchschnitt bewegte sich zwischen 0 – 20 °C (BSH 2023). An der Oberfläche des Mittelmeeres schwankt derzeit die mittlere Wassertemperatur im Jahresverlauf von 15 bis 26 °C, in den drei Sommermonaten (Juli – September) zwischen 23 – 26 °C (Pastor et al. 2020).

Zusammenfassung

Die Petrographie und Fossilführung der santonzeitlichen Trümmerkalksteine des Raumes Gehrden wurden exemplarisch am Mauerwerk der Margarethenkirche in Gehrden untersucht. Die Befunde lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. Die als karbonatischer Grain- oder Rudstone anzusprechenden Gesteine bestehen aus +– stark aufgearbeiteten Schalentrümmern von Bryozoen, Muscheln und Seeigeln. Daneben treten häufig Bauten von Maulwurfkrebsen auf, die das weiche Sediment durchwühlten.
2. Die intensiv schräggeschichteten und z. T. intern gekappten Schüttungskörper weisen auf Ablagerung im Wellenbereich bei Wassertiefen bis zu ca. 30 m hin.
3. Die starke Korrosion der Kalkschalen belegt ihre wiederholte Umlagerung.
4. Die dominante Fauna (Bryozoen, Muscheln, Seeigel) ist typisch für ein gut durchlüftetes sauerstoffreiches marines Milieu. Epibenthonische Strudler (Bryozoen) dominieren, reguläre Seeigel weisen auf Algenmatten in geringer Wassertiefe hin.
5. Maulwurfkrebse besiedelten das nahrungsreiche Substrat und durchzogen es mit einem dichten Netzwerk von Bauten.
6. Der Ablagerungsraum wird hier als flachmarin, aber nicht unbedingt sehr küstennah angesehen. Früh santonzeitliche Salzbewegungen im Untergrund führten zu einer Hochlage des Raumes Gehrden, Hinweise auf die nächstgelegene Küste gibt es erst von > 50 km Entfernung im Süden.

Benachbarte Lokalitäten

Der Sockel des Alten Pfarrhauses der Gemeinde der Margarethenkirche besteht ebenfalls aus z. T. stark angewittertem santonzeitlichen Trümmerkalkstein. Auch hier zeichnen sich zahlreiche Mauersteine durch das für die Fassade der Margarethenkirche beschriebene Inventar aus. Weitere gute Einblicke in die Lebewelt des Santoniums vermitteln die Mauersteine in der Umfassung des Von Reden Parks in Gehrden. Vor allem die dem Park zugewandte Seite des nordwestlichen Torhauses erlaubt gute Einsichten. Im Steinbruchgelände am Wandervogelheim Gehrden ist auch heute noch eine ca. 10 m mächtige Abfolge der Trümmerkalksteine erschlossen.

Dank

R. Stieg (Wennigsen) lieferte Informationen zu den fossilen Faunen der Gehrdener Berge und stellte dankenswerterweise Fotos zur Verfügung. F. Ebeling und W. Liese (Heimatbund Gehrden) sei für Einsicht in die Sammlung des Museums Gehrden gedankt. Dr. F. Mauthe (Neustadt-Basse) verbesserte das Manuskript durch hilfreiche Kommentare.

Taxonomischer Appendix

Callianassa Leach, 1814
Phymosoma Haime in d'Archiac & Haime, 1853
Protocallianassa faujasi (Desmarest, 1822)
Serpula Linnaeus, 1758

Glossar

Benthos Organismen mit einer bodenbezogenen Lebensweise im Meer oder in Seen. Epibenthos lebt auf der Sedimentoberfläche, ist beweglich (z. B. Seeigel) oder festgeheftet (z. B. Bryozoen). Eine weitere Gruppe von Benthos siedelt im Sediment (= Endobenthos).

Bryozoen (= Moostierchen) Kolonial lebende Organismen, die seit dem Ordovizium (480 Mio. J.) bekannt sind und auch in den heutigen Meeren eine weite Verbreitung haben. Gehören mit den Armfüßern und Hufeisenwürmern zu den Lophophoraten (= Tentakelkranzträger). Leben festgeheftet auf dem Meeresboden und ernähren sich durch das Einstrudeln von Nahrung. Die Wohnkammern der einzelnen Individuen sind verkalkt und fossil überlieferungsfähig.

Dekapode Krebse Zehnfußkrebse. Hierzu zählen die Hummer, Flußkrebse, Einsiedlerkrebse, Krabben und Langusten. Nicht jedoch die Muschel- und Ruderfußkrebse.

Diskordanz Fläche zwischen zwei Sedimentpaketen, die nicht gleichmäßig übereinander folgen, sondern in einem Winkel zueinander liegen. Hinweis auf Änderung der Strömungsrichtung und/oder Verstellung von Schichtpaketen.

Gradierung Schichtung bei der die Korngröße von unten nach oben abnimmt.

Grainstone Korngestützter Kalkstein ohne Matrix, weniger als 10 % der Komponenten > 2 mm.

Perm Periode der Erdgeschichte (299–252 Mio. J.), jüngste Eimheit des Paläozoikums. In Deutschland und angrenzenden Gebieten sind im oberen Perm, dem sog. Zechstein (255–252 Mio. J.), mächtige Salzabfolgen akkumuliert worden. Diese plastischen Gesteine haben in Norddeutschland zahlreiche Salzstrukturen gebildet (u. a. Salzstöcke von Benthe, Sarstedt-Lehrte).

Petrographie Gesteinskunde, Beschaffenheit und Zusammensetzung von Gesteinen.

Photosynthese Grundlage unseres gegenwärtigen Ökosystems. Stoffwechselprozess bei dem Landpflanzen, marine Algen und Cyanobakterien aus Kohlendioxid und Wasser die Produkte Zucker und Sauerstoff erzeugen: $6\ CO_2 + 6\ H_2O$ + Licht > $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$. Dabei werden 70% des Sauerstoffs von marinen Organismen erzeugt, ca. 30% von Landpflanzen. Der Zucker bildet dabei die organische Grundlage unseres Systems. Der Sauerstoff ist wichtig für a) die Bildung der vor Strahlung schützenden Ozonschicht in 20–30 km Höhe und b) der Anreicherung von 21% O_2 in unserer Atmosphäre.

Proxydaten Stellvertreterdaten. Temperatur- und CO_2-Daten werden erst seit dem 17. bzw. 21. Jahrhundert präzise und kontinuierlich ermittelt. Die klimatischen Verhältnisse der Menschheits- und Erdgeschichte können daher nur indirekt über Klimaanzeiger oder -zeugen ermittelt werden (z. B. Baumringe, Biogeographie tropischer Warmwasserfaunen, Landflorenverteilung, Pollen, Sauerstoffisotopie).

Rudstone Korngestützter Kalkstein ohne Matrix, mehr als 10 % der Komponenten > 2 mm.

Schrägschichtung Ablagerung von Sediment in schräg verlaufenden Lagen, hervorgerufen z. B. durch Wellen, in Flüssen und sehr flachen Meeresbereichen.

Treibhauswelt Im Gegensatz zur Eishauswelt eine erdgeschichtliche Phase (gesamtes Mesozoikum, 252–66 Mio. J.) ohne Polkappenvereisung und generell hohen Temperaturen. Wir leben heute in einer Eishauswelt.

Trümmerkalkstein Sediment, das aus kalkigen Komponenten > 0.1 mm besteht. Da diese kalkigen Komponenten immer aus biogenen Schalenresten bestehen, kann ein Trümmerkalkstein auch als verfestigter Schillkalk angesprochen werden. Kalksteine, die aus Schalenresten < 0.063 mm bestehen, sind als Schreibkreide bekannt.

Literatur

Bettenstaedt, F.; Dietz, C. (1957): Tektonische und erdölgeologische Untersuchungen im Raum Lehrte östlich Hannover. – Geologisches Jahrbuch, 74, 465–522.

Bromley, R.G. (1990): Trace Fossils. Biology and Taphonomy. – Unwin Hyman, London, 280 S.

BSH (2023): https://www.bsh.de/DE/DATEN/Klima-und-Meer/Meerestemperaturen/Meeresoberflaechentemperaturen/Fernerkundungsdaten/Module/Frames/statistik_ostseetextbaustein.html – Zugriff: 1_2023

Cepek, P. (1973): Coccolithen (kalkiges Nannoplankton) aus dem Santon der Gehrdener Berge. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 215–223.

Chitsazian, H. A. (1985): Beziehungen zwischen Mineralbestand, Gefüge und technologischen Eigenschaften der Niedersächsischen „Wealden"-Sandsteine (Unterkreide). – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover, 25, 1–103.

Dehio, G.; Dehio Vereinigung e.V. (1992): Handbuch der deutschen Kunstdenkmäler / Bremen, Niedersachsen. – Deutscher Kunstverlag (DKV).

Dunham, R. J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. – In: Ham, W. E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108–121.

Ernst, G. (1973a): Die Echiniden-Fauna des Santon der Gehrdener Berge. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 79–102.

Ernst, G. (1973b): Die Belemniten-Fauna des Santon der Gehrdener Berge und ihre stratigraphische Interpretation. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 103–110.

Förster, R. (1973): Die Krebse und ihre Bauten aus dem Santon der Gehrdener Berge. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 149–162.

Gehrdener Ansichten (2023): https://www.gehrdener-ansichten.de/margarethen kirche/ – Zugriff: 1_2023.

Gehrdenband (1973): Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft. – Hrsg. Kemper, E.; Schmid, F.; Zobel, B., 117, 306 S.

Hannig, H. (1988): Baudenkmale in Niedersachsen Landkreis Hannover. – Denkmaltopographie der Bundesrepublik Deutschland, 13.1, 310 S.

Koch, W. (1973): Foraminiferen aus dem Santon der Gehrdener Berge. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft Hannover, 117, 195–214.

Lokier, S.W.; Al Junaibi, M. (2016): The petrographic description of carbonate facies: are we all speaking the same language? – Sedimentology, 63, 1843–1885.

O'Brien, C. L.; Robinson, S. A.; Pancost, R. D.; Sinninghe Damsté, J. S.; Schouten, S.; Lunt, D. J.; Alsenz, H.; Bornemann, A.; Bottini, C.; Brassell, S. C.; Farnsworth, A.; Forster, A.; Huber, B. T.; Inglis, G. N.; Jenkyns, H. C.; Linnert, C.; Littler, K.; Markwick, P.; McAnena, A.; Mutterlose, J.; Naafs, D. A.; Püttmann, W.; Sluijs, A.; van Helmond, N.; Vellekoop, J.; Wagner, T.; Wrobel, N. E. (2017): Cretaceous sea-surface temperature evolution: Constraints from TEX86 and planktonic foraminiferal oxygen isotopes. – Earth-Science Reviews, 172, 224–247. http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.07.012

Ohmert, W. (1973): Ostracoden aus dem Santon der Gehrdener Berge. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 163–194.

Pastor , F.; Valiente, J. A.; Khodayar, S. (2020): A Warming Mediterranean: 38 Years of Increasing Sea Surface Temperature. – Remote Sensing, 12, 2687, doi:10.3390/rs12172687.

Peters, H. G. (1973): Ur- und frühgeschichtliche Denkmäler und Funde auf dem Gehrdener Burgberg. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 295–301.

Roemer, F.A. (1840, 1841): Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges. – 145 S., Hahnsche Hofbuchhandlung, Hannover.

Schmid, F. (1973): Die Bedeutung der Gehrdener Berge als klassischer Fundort der Oberkreide. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 65–77.

Scotese, C.R.; Song, H.; Mills, B.J.W.; van der Meer, D.G. (2021): Phanerozoic Paleotemperatures: The Earth's Changing Climate during the Last 540 million

years. – Earth-Science Reviews 215 (11), 10.1016/j.earscirev.2021.103503
van der Meer, D. G.; Scotese, C. R.; Mills, B. J. W.; Sluijs, A.; van den Berg van Saparoea, A. P.; van de Weg, R. M. B. (2022): Long-term Phanerozoic global mean sea level: Insights from strontium isotope variations and estimates of continental glaciation. – Gondwana Research, 111,103–121.
van Hinsbergen, D. J. J.; de Groot, L. V.; van Schaik, S. J.; Spakman, W.; Bijl, P. K.; Sluijs, A.; Langereis, C. G.; Brinkhuis, H. (2015): A paleolatitude calculator for paleoclimate studies. – PLoS One, 10 (6), e0126946.
Voigt, E. (1973): Bryozoen aus dem Santon von Gehrden bei Hannover. I Cyclostomata. – Berichte Naturhistorische Gesellschaft, 117, 111–147.

Arbeit eingereicht: 15.12.2022
Arbeit angenommen: 16.02.2023

Anschriften der Verfassenden:

Dr. Gregor Bischoff,
Herrenhäuser Kirchweg 12,
30167 Hannover
gregor.bischoff@web.de

Prof. Dr. Jörg Mutterlose
Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum
44801 Bochum
joerg.mutterlose@rub.de

Architektin Dipl.-Ing. Anette Schmidt
Hannover

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturhistorica - Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 2022-2023

Band/Volume: 164-165

Autor(en)/Author(s): Bischoff Gregor, Mutterlose Jörg, Schmidt Anette

Artikel/Article: Die 85 Millionen Jahre alten Fassadensteine der Maragrethenkirche in Gehrden – ein Blick in eine Treibhauswelt 59-80