

# KÖLNER INSTITUT FÜR BAUSTOFFPRÜFUNG UND -TECHNOLOGIE

Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach der Bauordnung des Landes NRW  
Kennziffer: NRW 38

**Prof. Dr.-Ing. Rudolf Hoscheid  
& Partner**



**Institutsanschrift:** Betzdorfer Strasse 2, 50679 Köln (Deutz)  
Tel.: 0171 / 78 321 40  
eMail: kibt-koeln@t-online.de

Die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 gilt für die in der Urkundenanlage D-PL-18229-01-00 aufgeführten Prüfverfahren.

## Prüfungszeugnis-Nr.: 254.3 / 24

Köln, den 29.04.2024

Antragsteller : Borst Natursteinwerk GmbH & Co. KG  
Konsul-Metzing Straße 40-44  
97268 Kirchheim

Antrag vom : 25.01.2024

Inhalt des Antrages : Prüfung von Naturwerkstein;  
Petrographische Prüfung gemäß  
DIN EN 12407:2019-12.

Angaben des Antragstellers :

Petrographische Bez. : Kalkstein  
Handelsname : Frickenhäuser Muschelkalk  
Land u. Gebiet der Gew. : Deutschland / Lkr Würzburg, Frickenhausen  
Name des Lieferanten : Antragsteller  
Probenahme durch : Antragsteller  
Farbansprache : grau-blau-braun  
Oberflächenausführung : gesägt/überschliffen

Eingelieferte Proben : 1 Naturwerksteinplatte  
200 x 200 x 30 mm grau-blau-brauner Muschelkalk  
mit gleichmäßigem Gefüge,  
Oberfläche gesägt/überschliffen.

Probeneingangsdatum : 01.02.2024

Prüfungsbeginn : 21.02.2024

– Dieses Prüfungszeugnis umfasst 10 Seiten –

Das Prüfungszeugnis darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Kölner Instituts für Baustoffprüfung und -technologie.



## **1. Vorbemerkungen:**

Der Antragsteller lieferte eine Naturwerksteinplatte zur petrographischen Prüfung gemäß DIN EN 12407:2019-12 ein.

Die Prüfung wurde durch unseren freien Mitarbeiter RMC – Rock and Mineral Consulting Dr. A. Germann, Veltmanplatz 5, 52062 Aachen, ermittelt und erbrachte folgendes Ergebnis:

### **2.1 Makroskopische Beschreibung des Gesteins:**

Gegenstand der petrographischen Untersuchungen ist eine Probe eines Naturwerksteins mit der Handelsbezeichnung "Frickenhäuser Muschelkalk". Es handelt sich um einen plattenförmigen Körper mit Abmessungen von ca. 20 cm x 20 cm x 3 cm. Er besteht aus einem dicht erscheinenden Kalkstein. Er besitzt eine graublau Grundfarbe, die durch unregelmäßig geformte und verteilte, gelbbraune bis braune, limonitische Partien von unterschiedlichen, jedoch meist nur geringen Abmessungen modifiziert wird. Limonit ist ein Gemenge von Eisenhydroxiden (siehe Tabelle 1). Des Weiteren erkennt man eine Vielzahl von Schalenresten von sowohl Muscheln als auch Brachiopoden (den Muscheln ähnelnde, jedoch mit Stielen am Meeresboden angewachsene bilateralsymmetrische Fossilien). Die Schalenreste, die nur selten eine Länge von 5 mm überschreiten, häufen sich in bestimmten, unregelmäßig begrenzten Gesteinspartien die durch ein erhöhtes Auftreten kleiner, bis Millimeter-großer Poren und Hohlräume gekennzeichnet sind. Hier treten auch vermehrt Limonitanreicherungen auf. Diese fossilreichen Partien werden von dicht erscheinenden, blaugrauen Kalksteinbereichen umgeben.

### **2.2 Mikroskopische Beschreibung des Gesteins**

#### **2.2.1 Vorgehensweise**

Für die polarisationsmikroskopische Bearbeitung wurden von der eingereichten Gesteinsprobe ein polierter Dünnschliff angefertigt, der es ermöglichte, sowohl durchlicht- als auch auflichtmikroskopische Untersuchungen, die zur Bestimmung des Erzmineralgehaltes erforderlich sind, durchzuführen. Ein Dünnschliff besteht aus einer 20 µm bis 30 µm dicken, polierten Gesteinsscheibe, die mit Kunstharz auf einem Objektträger befestigt ist. Der Dünnschliff, der von dieser Probe angefertigt wurde, erhielt die interne Bezeichnung DS XI-3. Um die Porosität des Gesteins besser sichtbar zu machen, wurde bei der Herstellung des polierten Dünnschliffs ein blaues Einbettungsmittel verwendet. Die Dünnschliffe besitzen eine Größe von ca. 4,9 cm x 2,8 cm.

Für die Bestimmung des Mengenanteils der an dem Gestein beteiligten Komponenten wurden die Dünnschliffe unter einem Polarisationsmikroskop mit Hilfe eines Meßokulars ausgezählt. Dabei wurden 1000 Messpunkte ausgewertet. Die so erhaltenen Volumenanteile pro Komponente wurden in Volumen-% umgerechnet. Die Auszählung von insgesamt 1000 Meßpunkten entspricht bei den Hauptmineralen (> 5 Vol.-%) einer Standardabweichung von maximal 1,5 Vol.-% und bei den Nebenbestandteilen (1 bis 5 Vol.-%) einer solchen von maximal 1 Vol.-%. Dabei ist zu berücksichtigen, dass innerhalb derartiger Gesteine Inhomogenitäten bezüglich der Verteilung der beteiligten Bestandteile bestehen, welche eine weitaus größere Variationsbreite besitzen.

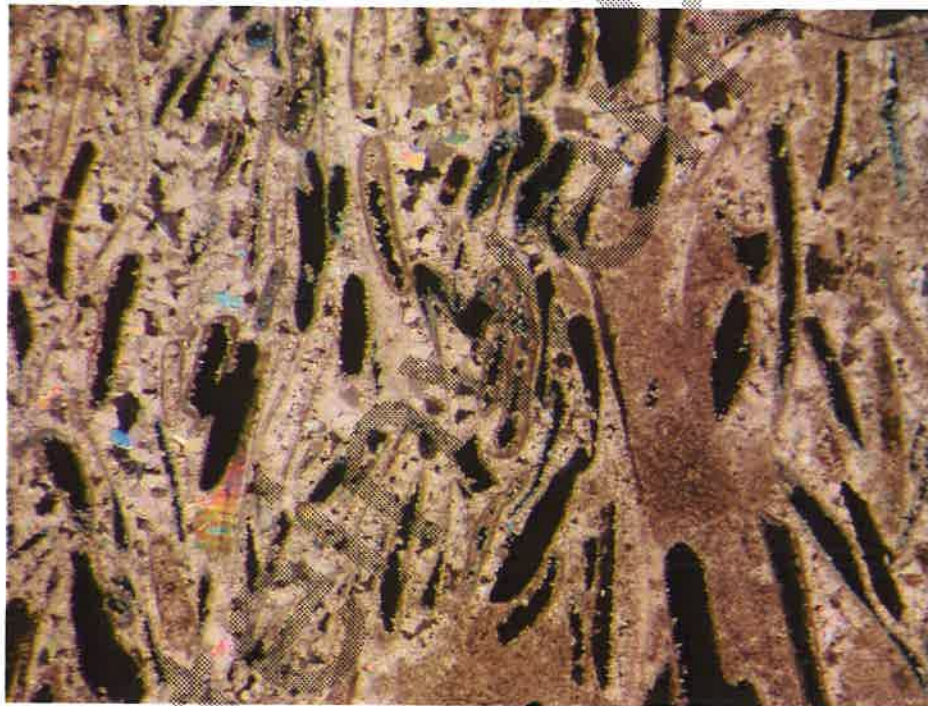


Abb. 1: DS XI-3. Durchlichtmikroskopische Aufnahme. Nic. +. Wechsel zwischen einer sparitischen Lage (links) und einer mikritischen Lage (rechts). Es treten zahlreiche subparallel angeordnete Fossilreste auf, welche die Schichtung nachzeichnen sowie schwarz erscheinende Poren. Bildbreite ca. 4 mm.

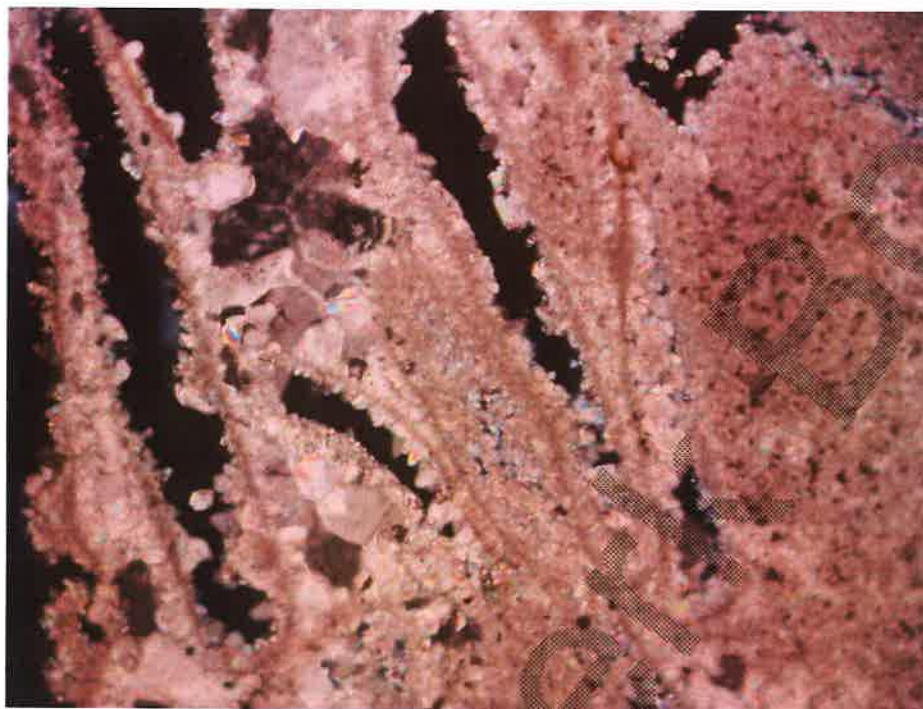


Abb. 2: DS XI-3. Durchlichtmikroskopische Aufnahme. Nic. +. Grenze zwischen mikritischer Lage (rechts) und sparitischer (links). Die Schalenreste sind durch mikritische Randbereiche gekennzeichnet. Bildbreite ca. 2,5 mm.

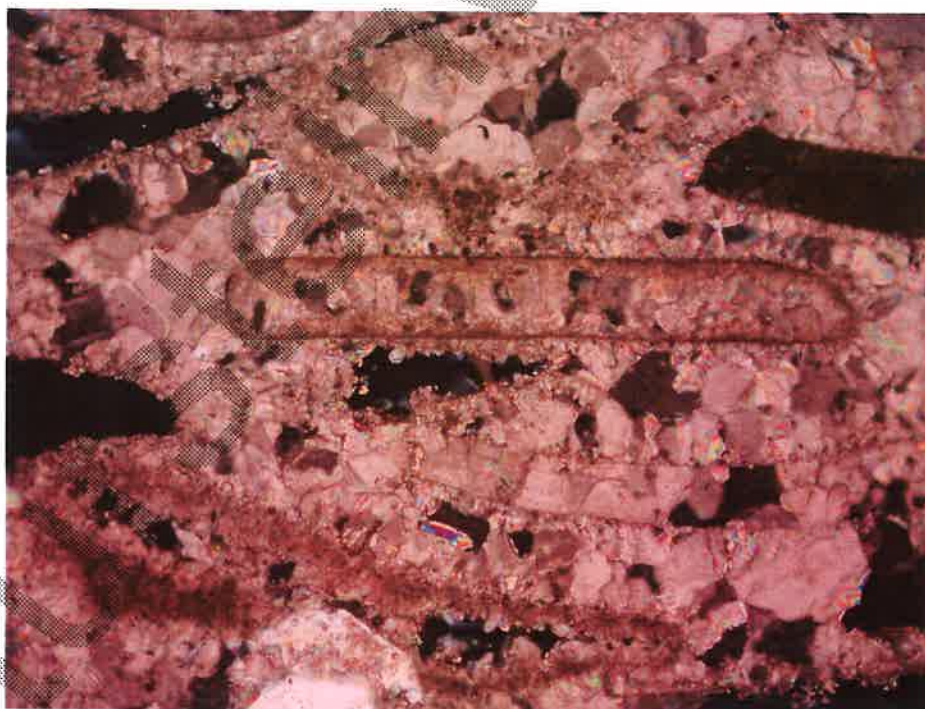


Abb. 3: DS XI-3. Durchlichtmikroskopische Aufnahme. Nic. +. In der Bildmitte ein Schalenrest mit sparitischem Kern und einem dünnen, mikritischen Rand. Bildbreite ca. 1 mm.

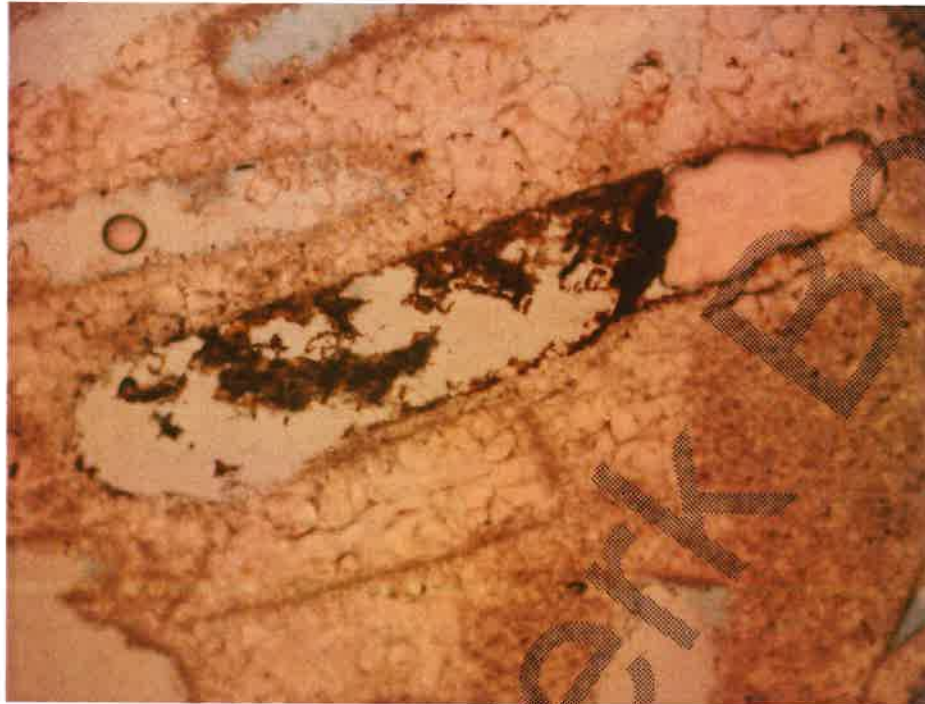


Abb. 4: DS XI-3. Durchlichtmikroskopische Aufnahme. Nic. -. Teilweise mit rostbraunem Limonit ausgefüllter Hohlraum. Bildbreite ca. 1 mm.

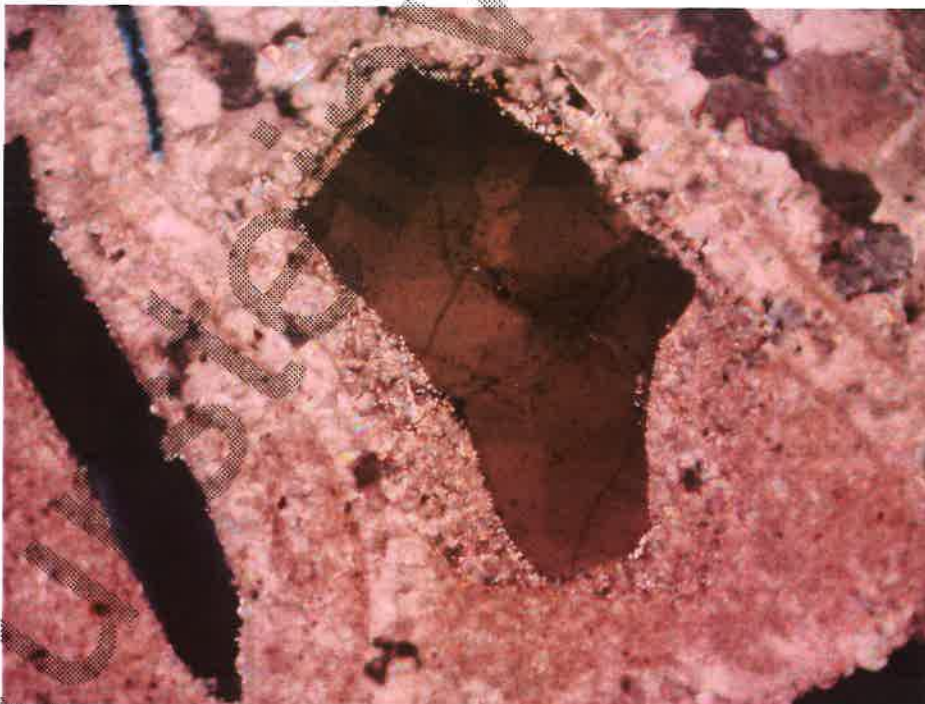


Abb. 5: DS XI-3. Durchlichtmikroskopische Aufnahme. Nic. +. In der Bildmitte ein teilweise kantengerundetes, detritisches Quarzkorn mit gefelderter Auslöschung. Bildbreite ca. 1 mm.



### 2.2.2 Polarisationsmikroskopische Untersuchungen

Die nachgewiesenen Gesteinsbestandteile, ihr Volumengehalt und ihre chemische Zusammensetzung, soweit bekannt, sind in Tabelle 1, die zugehörigen Korngrößen in Tabelle 2 dargestellt. Bei dem durch den Dünnschliff repräsentierten Gestein handelt es sich um einen fast monomineralischen Kalkstein, der fast ausschließlich aus dem Mineral Calcit besteht, das in unterschiedlicher Ausbildung in dem Gestein vertreten ist. Das Gestein besteht zu 89,6 Vol.-% aus Festbestandteilen. 10,4 Vol.-% entfallen auf Poren. Das Gestein weist eine deutliche Schichtung auf, die durch eingelagerte Bioklasten (hier fast ausschließlich Schalenreste) nachgezeichnet wird (Abb. 1 und 2).

Zu den Hauptbestandteilen (> 5 Vol.-%) des hier relevanten Kalksteins zählen, in abnehmenden Volumenanteilen aufgeführt, sparitischer Calcit (Sparit), Mikrit und Bioklasten. Den einzigen Nebengemengeteil (1 bis 5 Vol.-%) stellen Limonitanreicherungen dar. Akzessorische Bestandteile (< 1 Vol.-%) des hier relevanten Gesteins, ebenfalls in abnehmenden Volumenanteilen dargestellt, sind Peloide, detritischer Quarz, Hämatit und Pyrit.

Der weitaus größte Volumenanteil der Festsubstanz des Gesteins ist als grobkörniger Sparit (Sparit = Calcitkristalle > 4µm) ausgebildet. Er bildet eine parallel zur Längsseite des Dünnschliffs verlaufende Lage (Abb. 1 und 2), die fast dessen Hälfte einnimmt. Der sparitische Calcit bildet ein Mosaik aus Kristallen. Bedingt durch gegenseitige Wachstumsbehinderungen bei der diagenetisch (im Rahmen der Gesteinsverfestigung) bedingten Rekristallisation des ursprünglich abgelagerten Kalkschlammes, bildet Sparit xenomorphe (fremdgestaltige) bis hypidiomorphe (der idealen Kristallform nahekommende) Kristalle, die jedoch, wenn sie aneinander angrenzen, über gerade Korngrenzen verfügen.

Die andere Hälfte des untersuchten Dünnschliffs besteht zu einem Großteil aus Mikrit (Mikrit = Calcitkristalle < 4 µm), wobei dieser von einem Netzwerk sich teilweise zu größeren Linsen aufweitender Sparitgänge durchzogen wird. Zu der Erscheinungsform der den Mikrit ausmachenden Kristalle kann keine Aussage getroffen werden, da sich dessen Kristalle größtmäßig unter dem optischen Auflösungsvermögen eines Polarisationsmikroskops befinden.



Tab. 1: Auflistung der in dem Dünnschliff DS XI-3 nachgewiesenen Komponenten, ihrer quantitativen Volumenanteile und ihrer chemischen Zusammensetzung soweit bekannt.

Bestandteil	Vol.-%	Begriffsdefinition
Sparitischer Calcit (Sparit)	69,2	Calcit (= $\text{CaCO}_3$ ) im Korngrößenbereich $> 4 \mu\text{m}$
Mikrit	14,6	Calcit (= $\text{CaCO}_3$ ) im Korngrößenbereich $< 4 \mu\text{m}$
Bioklasten	14,1	Fossilrelikte (hier Schalenreste von Muscheln und Brachiopoden)
Limonitanreicherungen	1,5	Limonit = Gemenge aus $\alpha$ - (Goethit) + $\gamma$ - $\text{FeOOH}$ (Lepidokrokit), entspricht "Rost"
Peloide	0,2	Kleine kugelige bis linsenförmige, meist aus Mikrit bestehende Gebilde in Karbonatgesteinen ohne Innenstruktur
Quarz	0,2	$\text{SiO}_2$
Hämatit	0,1	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Pyrit	0,1	$\text{FeS}_2$

Die dritthäufigste Gesteinskomponente bilden Bioklasten, die sowohl in der sparitdominierten als auch in der überwiegend aus Mikrit aufgebauten Lage vorkommen. Soweit nach der Form feststellbar, handelt es sich um die Schalenreste von Molusken (Muscheln) und Brachiopoden (= Armfüßler, auf Armgerüsten meist am Meeresboden fest verankerten, in der Form den Muscheln ähnelnden, Lebewesen mit einem zweiklappigen, bilateralsymmetrischen Gehäuse). Die Schalenfragmente liegen als Ausgüsse vor, wobei der Zement im Inneren der Schalen aus Sparit besteht. Die frühere Form der Schalenreste ist an einem dünnen, mikritischen Rand auf der Außenseite der Schalen erkennbar (Abb. 3). Diese mikritische Hülle dürfte unter biogenem Einfluss (Algentätigkeit) entstanden sein. Speziell bei den Brachiopoden ist häufig ein blättriger bis faseriger Schalenaufbau typisch. Die durch die Schalenreste gebildeten Hohlformen sind entweder mit Sparit ausgefüllt oder enthalten Poren.

Limonitanreicherungen stellen den einzigen Nebengemengeteil des Gesteins dar. Sie bestehen aus feinstkörnigen Limonitpartikeln die meist im Bereich von Bioklasten auftreten (Abb. 4). Dabei werden von Fossilpartikeln umschlossene Hohlräume komplett oder teilweise, oft unter Beteiligung von calcitischem Material ausgefüllt. Des Weiteren beobachtet man Durchtränkungen von mikritischen Bereichen mit Limonit. Die sparitischen Gesteinspartien sind dagegen meist frei von Limonit.

Vereinzelt wurden in dem untersuchten Dünnschliff relativ kleine Quarzkörner detritischer Herkunft beobachtet, wobei häufig eine geringe Zahl dieser Partikel in Gruppen zusammengelagert auftreten. Sie zeigen eine xenomorphe Form und sind meist angular bis kantengerundet ausgebildet (Abb. 5). Quarz zählt zu den akzessorischen Gesteinskomponenten, die in sehr inhomogener Form verteilt auftreten.

Eine weitere akzessorische Gesteinskomponente ist Hämatit, der gleichfalls in heterogener Verteilung im Gestein vorkommt. Teilweise besteht eine räumliche Nähe zu Limonitanreicherungen.

Pyrit hat den geringsten Volumenanteil am Gestein. Es handelt sich um winzige Fünkchen, die teilweise als Einschlüsse in sparitischem Calcit auftreten.

Tab. 2: Korngrößenspektren der in dem Dünnschliff DS XI-3 nachgewiesenen Bestandteile sowie der Poren.

Mineralname	Maximale Korngröße (in mm)	Mittlere Korngröße (in mm)	Minimale Korngröße (in mm)
Sparitischer Calcit	6,44	0,80	0,04
Mikrit	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Bioklasten	5,05	1,79	0,26
Limonitanreicherungen	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Peloide	0,65	0,34	0,22
Quarz	0,56	0,21	0,05
Hämatit	0,06	0,02	0,003
Pyrit	0,01	0,008	0,003
Poren	3,15	1,038	0,12

Was das Korngrößenspektrum der festen Gesteinskomponenten angeht, so stellen die sparitischen Calcite die größten Komponenten gefolgt von Bioklasten, Die feinsten Bestandteile bilden die Pyrite und selbstverständlich die Calcite der mikritischen Calcitpartien. Die Poren decken ein breites Spektrum ab. Eine Vielzahl tritt in den von Schalenresten/Bioklasten umschlossenen Hohlräumen auf. So haben die Poren fast immer eine langgestreckte Gestalt.

### 3. Ergebnisse

Unter der Bedingung, dass die untersuchte Probe repräsentativen Charakter besitzt, handelt es sich bei dem Naturwerkstein mit der Handelsbezeichnung "Frickenhäuser Muschelkalk" gemäß DIN EN 2670 (März 2002) sowie nach TUCKER (1985) um einen Kalkstein. Der untersuchte Dünnschliff zeigt einen zweilagigen Aufbau. Die eine Lage besteht aus einem überwiegend sparitischen Zement in dem zahlreiche Bioklasten (hier Schalenreste von Muscheln und Brachiopoden) eingelagert sind. Die andere Lage wird von einem mikritischen Zement eingenommen, der ebenfalls zahlreiche Schalenreste umschließt und von einem Netz von Sparitgängen mit Aufweitungen zu unregelmäßig geformten Sparitpartien durchsetzt wird. Dabei werden in beiden Fällen die Hohlformen der Schalenreste entweder von Poren eingenommen oder mit einem sparitischen Zement ausgefüllt. Nach dem Klassifikationschema von Folk (1962) wäre die sparitreiche Lage als Biosparit und die mikritische Lage als Biomikrit einzustufen. Unter der Voraussetzung, dass dieser Wechsel über die gesamte Mächtigkeit des "Frickenhäuser Muschelkalks" stattfindet, wären hier also beide Termini zu verwenden. Es sei erwähnt, dass bei einer deutlichen Zunahme des Peloid-Anteils, der in solchen Gesteinen durchaus über geringe räumliche Distanzen erfolgen kann, auch eine Einstufung als Biopelsparit oder Biopelmikrit möglich ist.

### 4. Literatur

- DIN EN 12407 (Dezember 2019): Prüfverfahren für Naturstein - Petrographische Prüfung; Deutsche Fassung EN 12407: 2019.- Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich. 16 S.
- DIN EN 12670 (Dezember 2019): Naturstein. Terminologie; Deutsche Fassung EN 12670: 2019.- Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich. 66 S.
- FOLK, R. L. (1962): Spectral subdivision of limestone types. In W. E. HAM (Ed.): Classification of carbonate rocks. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1, S. 62-84.
- TUCKER, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrographie.- Ferdinand Enke Verlag Stuttgart. 265 S.



**5. Bemerkungen**

Die ermittelten Ergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. Die wiedergegebenen Bilder des Naturwerksteines können in der Farbwiedergabe von dem natürlichen Erscheinungsbild, insbesondere bei elektronischer Verarbeitung, abweichen.

Die weitere Auswertung bleibt vereinbarungsgemäß dem Antragsteller überlassen.

Die Proben sowie die Reststücke werden 4 Wochen aufbewahrt.

Köln, den 29.04.2024



Prof. Dr. Ing. Rudolf Hoscheid



Der Sachbearbeiter



Dipl.-Ing. Chr. Ihns

Natursteinwerk Borst