



Untersuchungsbericht 05-10183-22

Paul-Feller-Str. 1
28199 Bremen
☎ 0421 / 53708 0
📄 0421 / 53708 10
www.mpa-bremen.de
Bearbeiter: Schlütter
☎ 0421 / 53708 43
schluetter@mpa-bremen.de

Auftraggeber Buchheim & Bassemann
Diplom-Restauratorinnen
Zinnaer Str. 6
14943 Luckenwalde

Berichtsdatum: 07.02.2023
Anzahl der Seiten: 29
Anlagen:
Auftrag vom: 04.03.2022
Probeneingang: 21.03.2022
Prüfbeginn: 22.03.2022

**Zeichen des
Auftraggebers**

Prüfgegenstand Putze und Mörtel

Objekt Leuchtturm Neuwerk

**Inhalt des
Auftrags** Vergleichende mikroskopische Charakterisierung
(Bindemittel, Zuschläge, Charakteristika, Zustand)

Probennahme Auftraggeber

Aufbewahrung Das Probenmaterial wurde teilweise zerstört.
Restmaterialien werden nach Berichterstellung
6 Wochen aufbewahrt

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände, Rückschlüsse daraus auf die Eigenschaften einer Grundgesamtheit sind nicht zulässig. Eine auszugsweise Veröffentlichung und Weitergabe von Prüfberichten bedarf in jedem Einzelfalle der widerruflichen schriftlichen Einwilligung der Amtlichen Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen.

*errichtet am 1. Januar 1987 per Erlass über die Errichtung einer Amtlichen Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen bei der Stiftung Institut für Werkstofftechnik, veröffentlicht im Amtsblatt der Freien Hansestadt Bremen 1986, Nr. 79, S. 603

1 Aufgabenstellung

Tabelle 1: Probenmaterial, Fragestellung und Untersuchungsmethoden

Proben-bez.	Beschreibung	Fragestellung	Untersuchungs-methoden
001	<p>Flächenputz Ebene 1, ZG, Raum ZG3.01, Südwand Bruchstück eines Flächenputzes auf Mauerwerk, Schichtstärke ca. 7 mm, helle, grauweiße Matrixfarbigkeit mit vereinzelt Zuschlagskörnern bis 4 mm, geglättete Oberfläche, sehr fest.</p>	<p>Vergleichende mikroskopische Charakterisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel • Zuschläge • Charakteristika • Zustand 	<p>PoIMi am Dünnschliff</p>
002	<p>Setzmörtel Ebene 3, ZG, Raum ZG3.01, Ostwand Fundstück eines Setz- und Fugenmörtels, helle, grauweiße Matrixfarbigkeit mit vereinzelt Zuschlagskörnern bis 8 mm, sehr fest</p>		
003	<p>Setzmörtel 1. Ebene, Raum 1.04, Nordwand Bruchstück eines Setz- sowie Fugenmörtels, sehr hartes Gefüge; hellockerfarbene, raue, verschmutzte Oberfläche</p>		
004	<p>Setz- bzw. Fugenmörtel 1. Ebene, Raum 1.02, Ostwand Bruchstücke eines Setz- sowie Fugenmörtels, sehr hartes Gefüge; hellockerfarbene, rauhe, verschmutzte Oberfläche</p>		
005	<p>Fugenmörtel 1. Ebene, Raum 1.02, Südwand mehrere Bruchstücke eines Fugenmörtels; hellgraue Oberfläche, wirkt relativ glatt</p>		
006	<p>Fugenmörtel 2. Ebene, ZG Raum 2.01F, Nordwand Bruchstücke eines Fugenmörtels, weißgraue Matrixfarbigkeit, vereinzelt Kornzuschläge bis 5 mm Korngröße</p>		
008	<p>Flächenputz und Fugenmörtel 5. Ebene, Raum 5.03, Ostwand, Fensterlaibung F5.07 Bruchstück eines Deckputzes, helle, weißgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt kleinen, dunklen Zuschlägen, Fassungs-schichten</p>		

Fortsetzung Tabelle 1: Probenmaterial, Fragestellung und Untersuchungsmethoden

Proben-bez.	Beschreibung	Fragestellung	Untersuchungs-methoden
009	Flächenputz Ebene 5, Raum 5.04, Fensterlaibung, F5.06 Flächenputz auf Mauerwerk (niederl. Format), weiße bis hellgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt weißen und schwarzen Zuschlägen bis zu 5 mm, Holzpartikel	Vergleichende mikroskopische Charakterisierung <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel • Zuschläge • Charakteristika • Zustand 	PoIMi am Dünnschliff
010	Fugenmörtel 4. Ebene, Raum 4.01, Ostwand, Türnische, südl. Laibung Bruchstück eines Fugenmörtels mit glatter, hellgrauer Oberfläche		
011	Flächenputz und Fugenmörtel 0. Ebene, Raum 0.08, östl. Gewölbekappe, N/O-Ecke Flächenputz und gleichzeitiger Fugenmörtel auf Mauerwerk, weiße bis hellgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt grauen und schwarzen Zuschlägen 2-5 mm, Holzpartikel		

2 Untersuchungen und Ergebnisse

Polarisationsmikroskopische Untersuchungen

Teilstücke der Proben wurden unter Vakuum mit blauem Kunstharz getränkt. Die Verwendung von blauem Harz verbessert die Erkennbarkeit von Poren, Hohlräumen und Rissen. Nach Aushärtung des Harzes erfolgte die Herstellung orientierter Dünnschliffe, an denen die polarisationsmikroskopischen Untersuchungen durchgeführt wurden.

Im Polarisationsmikroskop können mineralische Bestandteile aufgrund ihres spezifischen lichtoptischen Verhaltens identifiziert und von anderen Materialien unterschieden werden. Damit sind Untersuchungen mineralischer Systeme hinsichtlich zahlreicher Kriterien möglich, z.B. an Mörteln: Art und Verteilung von Bindemitteln, Identifizierung von Zuschlägen und Nebenbestandteilen, Korngrößen und Kornformen, Homogenität. Weiterhin können Materialveränderungen nachgewiesen werden: Entfestigungen, Mineralumwandlungen bzw. -neubildungen, Krusten, Verdichtungen, Salze etc.

Tabelle 2: Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen

Probe	Beschreibung	Mikroskopische Charakterisierung	Abb.
001	Flächenputz Ebene 1, ZG, Raum ZG3.01, Südwand Bruchstück eines Flächenputzes auf Mauerwerk, Schichtstärke ca. 7 mm, helle, grauweiße Matrixfarbigkeit mit vereinzelt Zuschlagkörnern bis 4 mm, geglättete Oberfläche, sehr fest	Gips/Kalk-Mörtel ohne Zuschlag + Kalkschlämme <u>Bestandteile:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips, Kalk • Brenngutkörner • Kalkspatzen (teilw. mehrere mm) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) → vermutlich kein Zuschlag (Min. aus dem Gips) • vereinzelt Muschelbruchstücke • vereinzelt Schlackepartikel • stellenw. Reste einer Kalkschlämme an der Oberfläche 	1 – 10

Fortsetzung Tabelle 2: Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen

Probe	Beschreibung	Mikroskopische Charakterisierung	Abb.
002	<p>Setzmörtel Ebene 3, ZG, Raum ZG3.01, Ostwand</p> <p>Fundstück eines Setz- und Fugenmörtels, helle, grauweiße Matrixfarbigkeit mit vereinzelt Zuschlagkörnern bis 8 mm, sehr fest</p>	<p>Gips-Mörtel ohne Zuschlag (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • kein Kalk im Bindemittel • Brenngutkörner (teilweise mit Hochtemperaturanhydrit) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) • vereinzelt Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips) • vereinzelt Holzkohlepartikel • vereinzelt primäre Kalkpartikel (aus dem Gips) 	11 – 17
003	<p>Setzmörtel 1. Ebene, Raum 1.04, Nordwand</p> <p>Bruchstück eines Setz- sowie Fugenmörtels, sehr hartes Gefüge; hellockerfarbene, raue, verschmutzte Oberfläche</p>	<p>Gips-Mörtel (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • Brenngutkörner (mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit) • sehr hoher Anteil an Hochtemperatur-Anhydritpartikeln • relativ viele silikatische Mineralkörner (meist $\leq 0,3$ mm, Einzelkörner bis 0,5 mm) → vermutlich primär aus dem Gipsgestein • Ausgeprägte Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung 	18 – 25
004	<p>Setz- bzw. Fugenmörtel 1. Ebene, Raum 1.02, Ostwand</p> <p>Bruchstücke eines Setz- sowie Fugenmörtels, sehr hartes Gefüge; hellockerfarbene, raue, verschmutzte Oberfläche</p>	<p>Gips-Mörtel (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • Brenngutkörner (mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit) • sehr hoher Anteil an Hochtemperatur-Anhydritpartikeln • relativ viele silikatische Mineralkörner (meist $\leq 0,3$ mm, Einzelkörner bis 0,5 mm) → vermutlich primär aus dem Gipsgestein • Ausgeprägte Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung <p>⇒ vergleichbar 003</p>	26 – 31
005	<p>Fugenmörtel 1. Ebene, Raum 1.02, Südwand</p> <p>mehrere Bruchstücke eines Fugenmörtels; hellgraue Oberfläche, wirkt relativ glatt</p>	<p>Gips-Mörtel ohne Zuschlag (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • kein Kalk im Bindemittel • Brenngutkörner (teilweise mit Hochtemperaturanhydrit) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) • vereinzelt Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips) • vereinzelt Holzkohlepartikel • vereinzelt primäre Kalkpartikel (aus dem Gips) <p>⇒ vergleichbar 002</p>	32 – 37

Fortsetzung Tabelle 2: Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen

Probe	Beschreibung	Mikroskopische Charakterisierung	Abb.
006	<p>Fugenmörtel</p> <p>2. Ebene, ZG Raum 2.01F, Nordwand</p> <p>Bruchstücke eines Fugenmörtels, weißgraue Matrixfarbigkeit, vereinzelt Kornzuschläge bis 5 mm Korngröße</p>	<p>Gips-Mörtel ohne Zuschlag (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • kein Kalk im Bindemittel • Brenngutkörner (teilweise mit Hochtemperaturanhydrit) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) • vereinzelt Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips) • vereinzelt Holzkohlepartikel • vereinzelt primärer Anhydrit • vereinzelt primäre Kalkpartikel (aus dem Gips) <p>⇒ vergleichbar 002 und 005</p>	38 – 43
008	<p>Flächenputz und Fugenmörtel</p> <p>5. Ebene, Raum 5.03, Ostwand, Fensterlaibung F5.07</p> <p>Bruchstück eines Deckputzes, helle, weißgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt, kleinen, dunklen Zuschlägen, Fassungsschichten</p>	<p>Gips/Kalk-Mörtel ohne Zuschlag mit Schlämme und Anstrichen</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips, Kalk • Brenngutkörner • Kalkspatzen (teilw. mehrere mm) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) → vermutlich kein Zuschlag (Min. aus dem Gips) • zahlreiche Muschelbruchstücke und Kalkpartikel • vereinzelt Schlackepartikel • Kalkschlämme (mit silikatischen Füllstoffen) und Anstriche an der Oberfläche (Schichtdicke bis 1,4 mm) <p>⇒ vergleichbar 001</p>	44 – 50
009	<p>Flächenputz</p> <p>Ebene 5, Raum 5.04, Fensterlaibung, F5.06</p> <p>Flächenputz auf Mauerwerk (niederl. Format), weiße bis hellgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt weißen und schwarzen Zuschlägen bis zu 5 mm, Holzpartikel</p>	<p>Kalk-Mörtel mit Zuschlag und Muschelstücken</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Kalk • Zuschläge: silikatischer Sand (Größtkorn: 0,6 mm) • Muschelbruchstücke z.T. im mm-Bereich • Kalkspatzen • Sekundärbildung bzw. Ablagerung im Porenraum und an der Oberfläche (→ vermutlich Salze) 	51 – 57
010	<p>Fugenmörtel</p> <p>4. Ebene, Raum 4.01, Ostwand, Türnische, südl. Laibung</p> <p>Bruchstück eines Fugenmörtels mit glatter, hellgrauer Oberfläche</p>	<p>Gips-Mörtel ohne Zuschlag (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • kein Kalk im Bindemittel • Brenngutkörner (teilweise mit Hochtemperaturanhydrit) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) • vereinzelt Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips) • vereinzelt Holzkohlepartikel • vereinzelt primärer Anhydrit • vereinzelt primäre Kalkpartikel (aus dem Gips) <p>⇒ vergleichbar 002, 005 und 006</p>	58 – 63

Fortsetzung Tabelle 2: Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen

Probe	Beschreibung	Mikroskopische Charakterisierung	Abb.
011	<p>Flächenputz und Fugenmörtel</p> <p>0. Ebene, Raum 0.08, östl. Gewölbekappe, N/O-Ecke</p> <p>Flächenputz und gleichzeitiger Fugenmörtel auf Mauerwerk, weiße bis hellgraue Matrixfarbigkeit mit vereinzelt grauen und schwarzen Zuschlägen 2-5 mm, Holzpartikel</p>	<p>Gips-Mörtel ohne Zuschlag (Hochbrandgips)</p> <p><u>Bestandteile:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindemittel: Gips (Dihydratmatrix) • kein Kalk im Bindemittel • Brenngutkörner (teilweise mit Hochtemperaturanhydrit) • vereinzelt silikatische Mineralkörner ($\leq 0,3$ mm) • vereinzelt Holzkohlepartikel • vereinzelt primärer Anhydrit • äußerst vereinzelt primäre Kalkpartikel (aus dem Gips) <p>⇒ vergleichbar 002, 005, 006 und 010</p> <p>⇒ nahezu kalkfrei!</p>	64 – 69

3. Zusammenfassung und Bewertung

Probengruppen		Allgemeine Charakterisierung
1	001 und 008	Gips/Kalk-Mörtel ohne Zuschlag mit Schlämme und Anstrichen
2	003 und 004	<p>Gips-Mörtel (Hochbrandgips)</p> <p><u>Besondere Merkmale (Unterscheidung von Gruppe 3):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • sehr hoher Anteil an Hochtemperatur-Anhydritpartikeln • relativ viele silikatische Mineralkörner → vermutlich primär • Ausgeprägte Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung
3	002, 005, 006, 010 und 011	Gips-Mörtel ohne Zuschlag (typischer Hochbrandgips)
4	009	Kalk-Mörtel mit Zuschlag und Muschelstücken

AMTLICHE MATERIALPRÜFUNGSANSTALT BREMEN

MSc Maike Peters
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin
 Abteilung Bauwesen

Dr. rer. nat. Frank Schlütter
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 AG Baustoffmikroskopie und Konservierungsforschung

Anlagen: Mikroskopische Aufnahmen (Abb. 1 bis 69)

Probe **001**

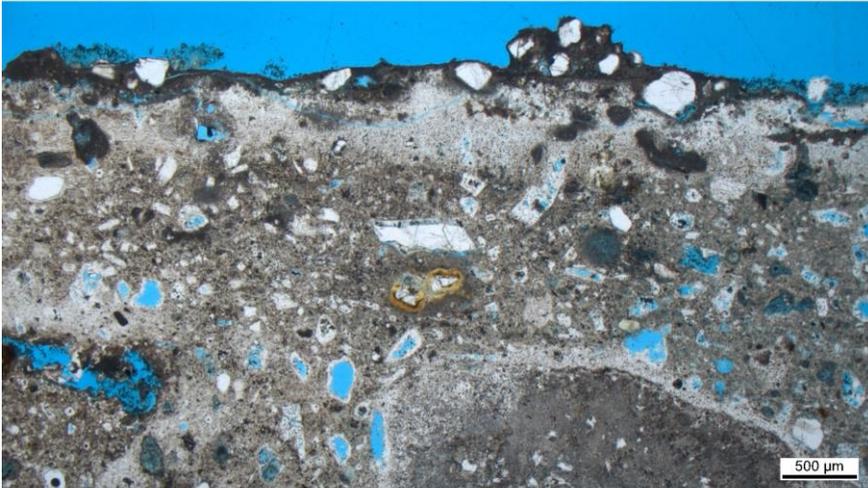


Abb. 1:

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Resten einer Kalkschlämme an der Oberfläche

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_001

Probe **001**

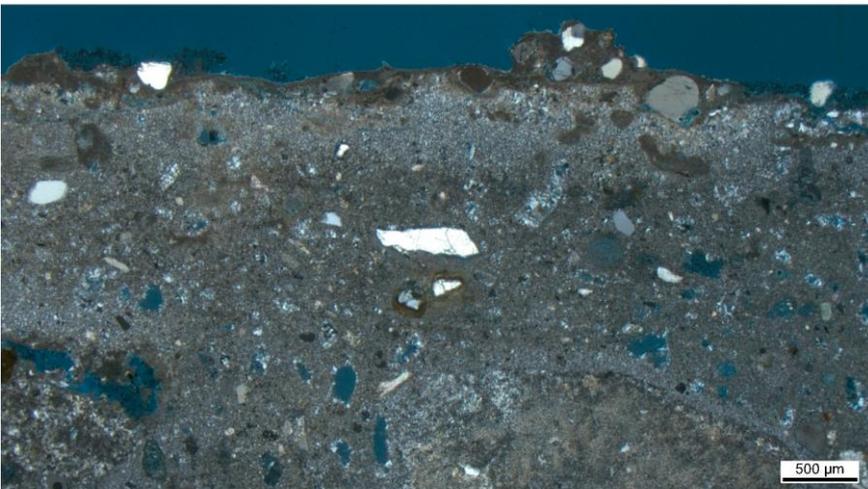


Abb. 2:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 1 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Resten einer Kalkschlämme an der Oberfläche

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_002

Probe **001**

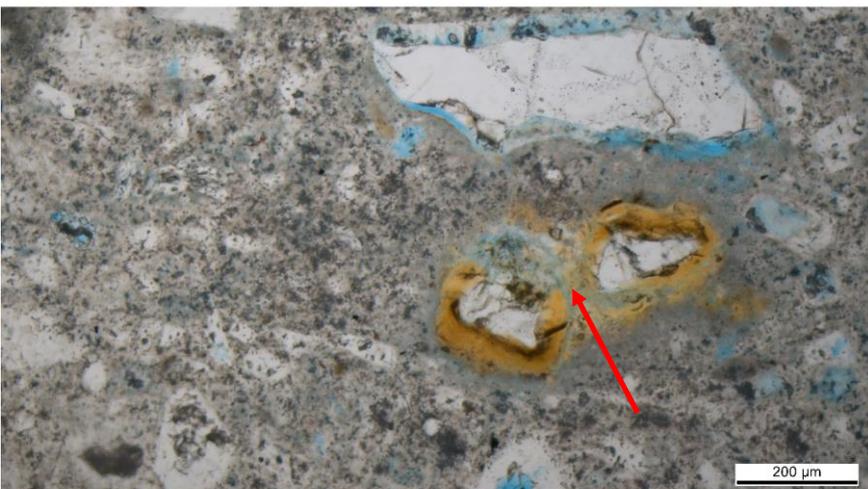


Abb. 3:

1. Detail aus Abb. 1:
Längliches, silikatisches Mineralkorn (oben) und Schlackekorn (Pfeil) in Gips-Kalk-BM-Matrix

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_003

Probe 001



Abb. 4:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 3 unter gekreuzten Polarisatoren

Längliches, silikatisches Mineralkorn (oben) und Schlackekorn (Pfeil) in Gips-Kalk-BM-Matrix

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_004

Probe 001

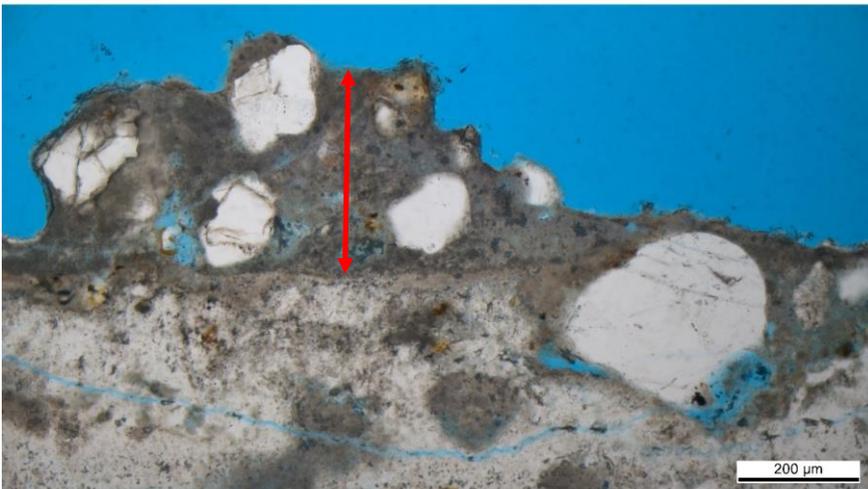


Abb. 5:

2. Detail aus Abb. 1: Kalkschlämme an der Putzoberfläche

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_005

Probe 001

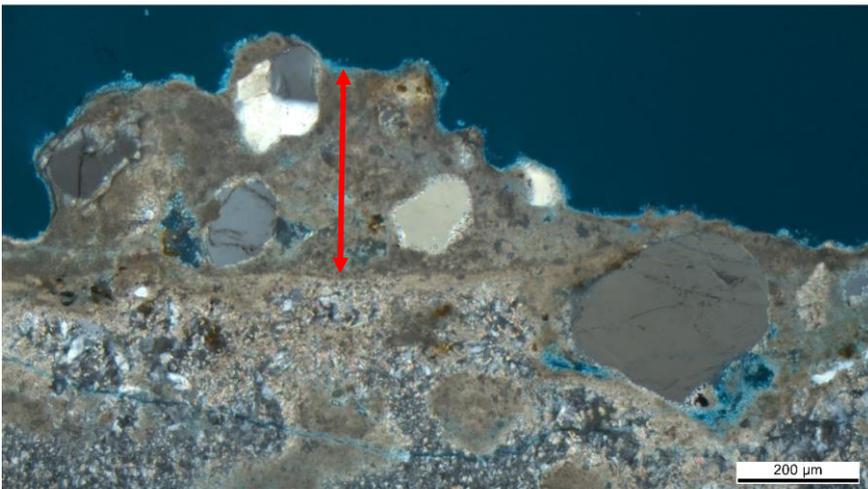


Abb. 6:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 5 unter gekreuzten Polarisatoren

Kalkschlämme an der Putzoberfläche

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_006

Probe **001**

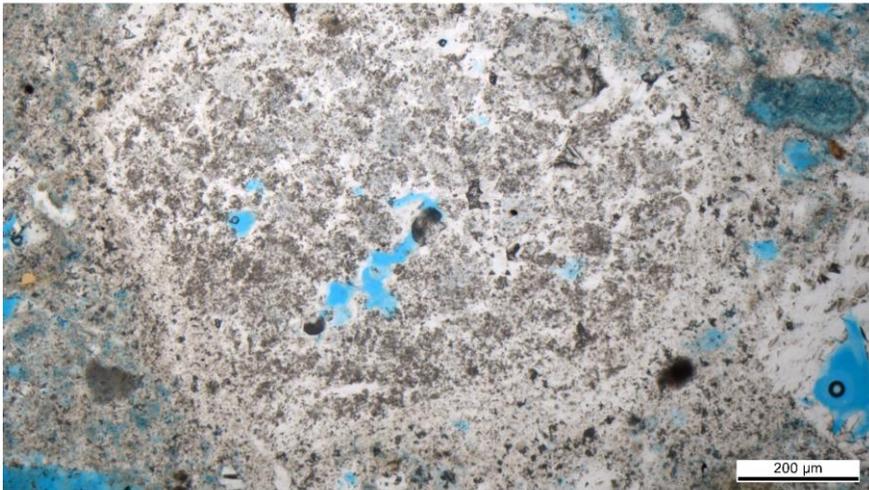


Abb. 7:

Brenngutkorn in Gips-Kalk-BM-Matrix

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_007

Probe **001**

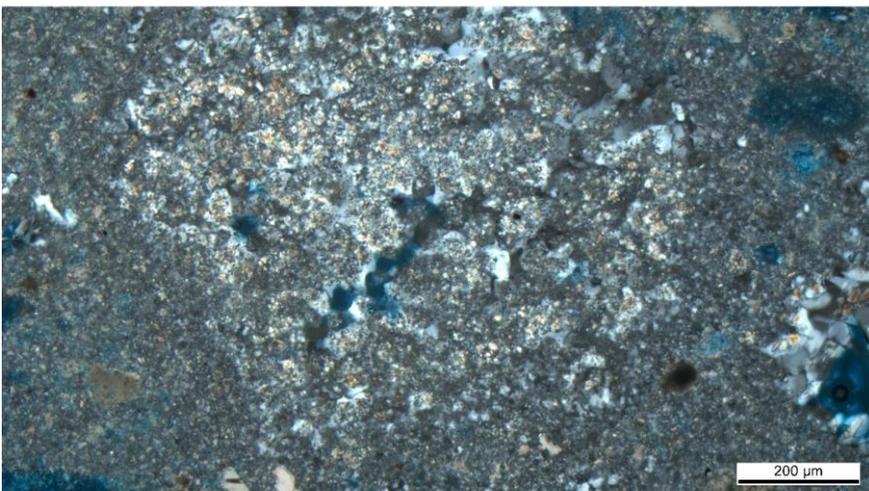


Abb. 8:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 7 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn in Gips-Kalk-BM-Matrix

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_008

Probe **001**

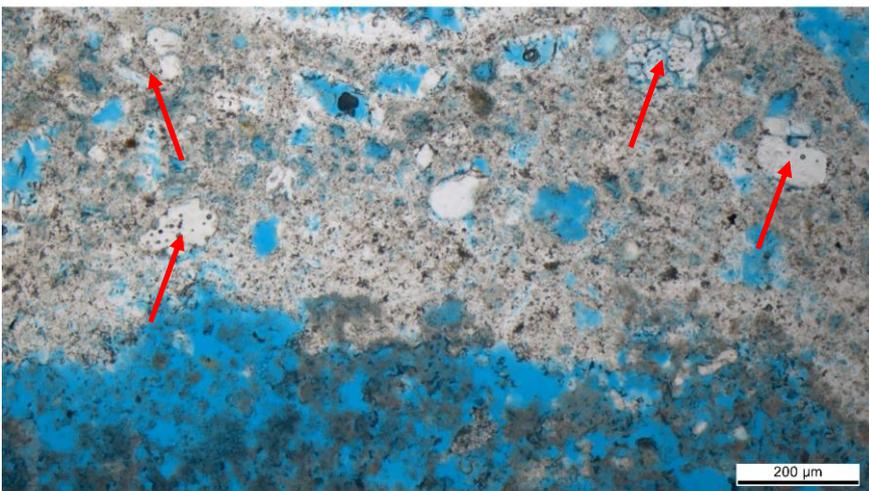


Abb. 9:

Kalkspatz (unten), angrenzend an Gips-Kalk-BM-Matrix mit Muschelbruchstücken

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_009

Probe **001**

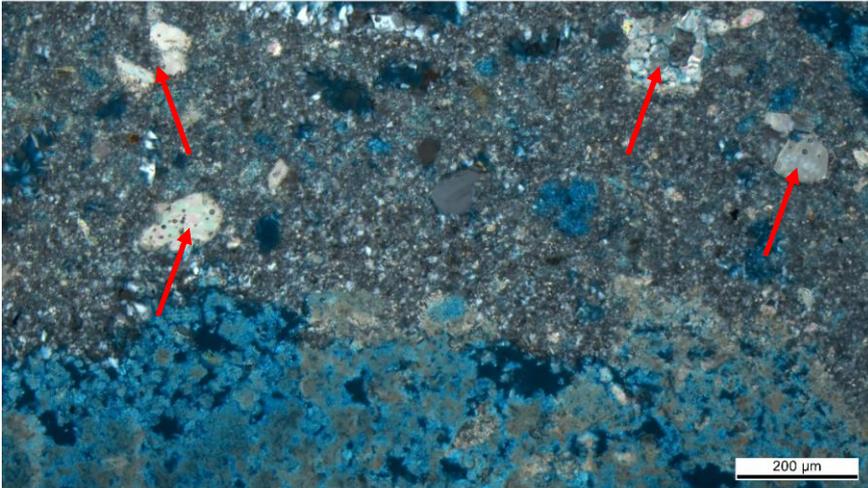


Abb. 10:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 9 unter gekreuzten Polarisatoren

Kalkspatz (unten), angrenzend an Gips-Kalk-BM-Matrix mit Muschelbruchstücken

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2787_010

Probe **002**

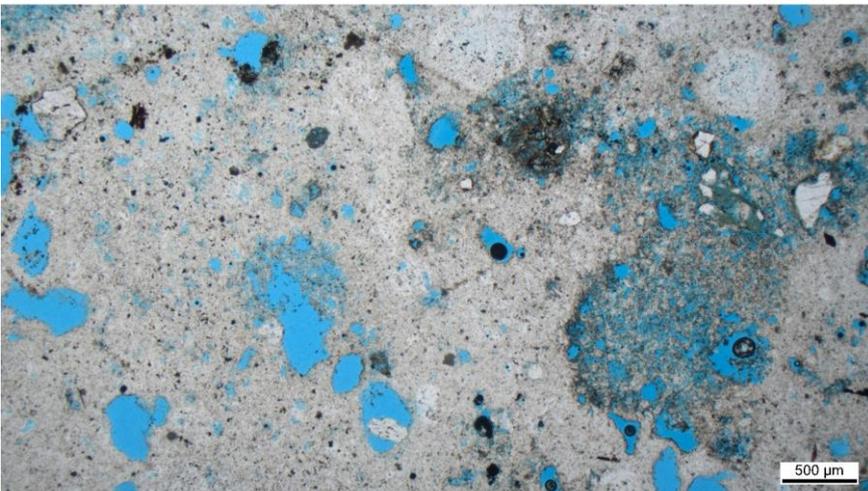


Abb. 11:

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_001

Probe **002**

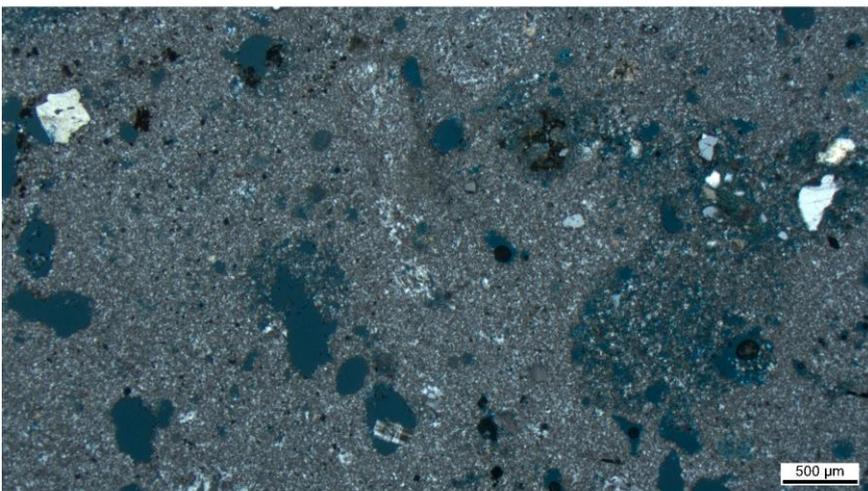


Abb. 12:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 11 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_002

Probe **002**



Abb. 13:

Brenngutkorn mit
Hochtemperaturanhydrit in
Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisationsparallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_003

Probe **002**

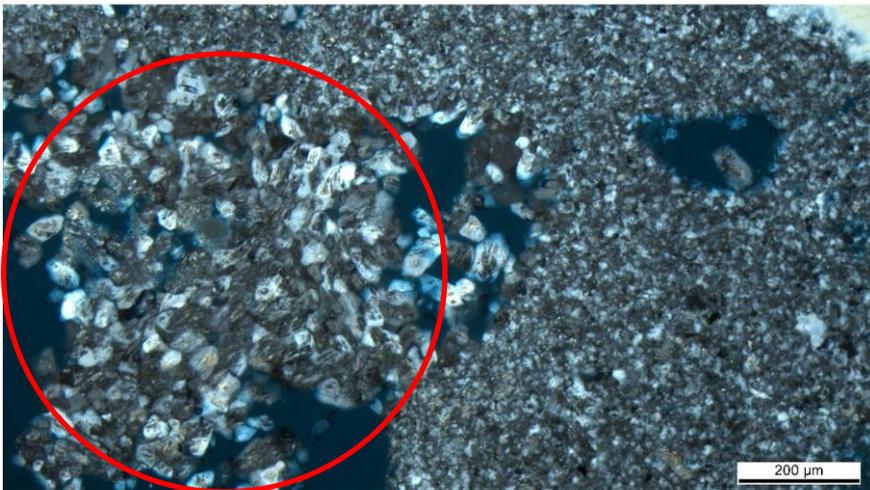


Abb. 14:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 13
unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit
Hochtemperaturanhydrit in
Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisationsgekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_004

Probe **002**

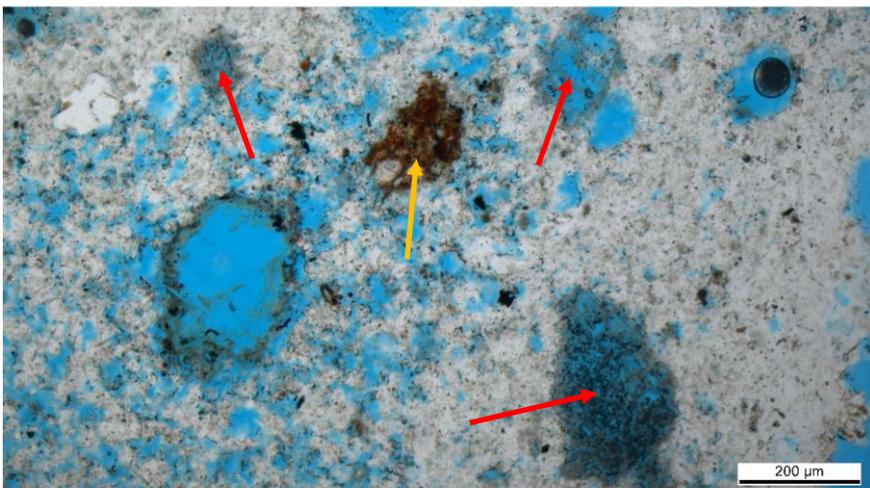


Abb. 15:

Kalkaggregate (vermutlich primär
aus dem Gips, rote Pfeile) und
Ziegelpartikel (gelber Pfeil) in
Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisationsparallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_005

Probe **002**

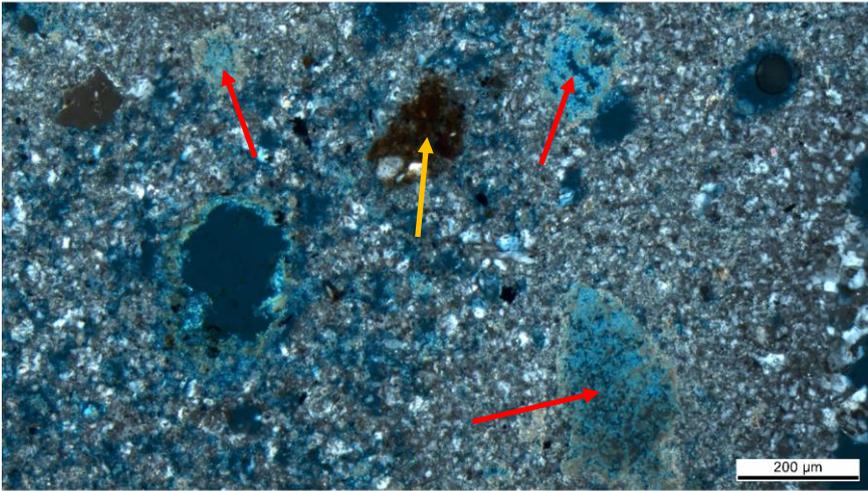


Abb. 16:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 15 unter gekreuzten Polarisatoren

Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips, rote Pfeile) und Ziegelpartikel (gelber Pfeil) in Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2788_006

Probe **002**

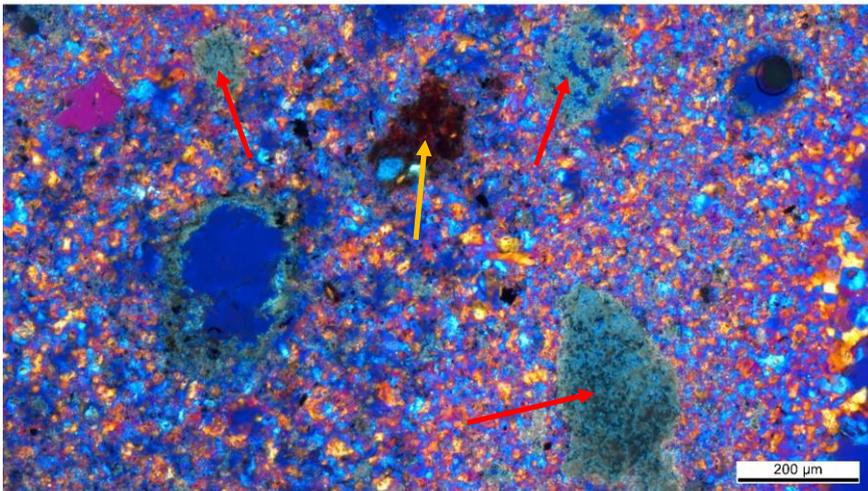


Abb. 17:

Wie Abb. 16 + Lambda-Plättchen

Kalkaggregate (vermutlich primär aus dem Gips, rote Pfeile) und Ziegelpartikel (gelber Pfeil) in Dihydratmatrix

Beleuchtung:

Polarisation;gekreuzt

+Lambda

Objektiv:

Probe **003**

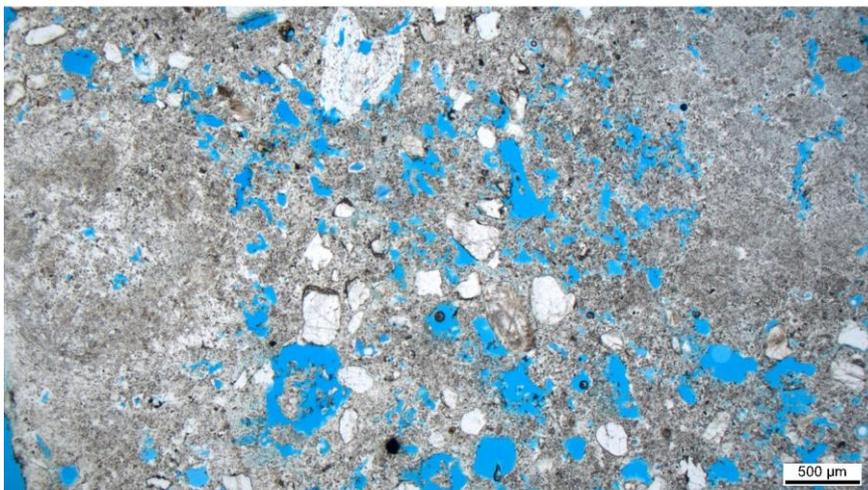


Abb. 18:

Gefüge des Gipsmörtels mit Brenngutkörnern und silikatischen Mineralkörnern. Übersicht

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_001

Probe 003

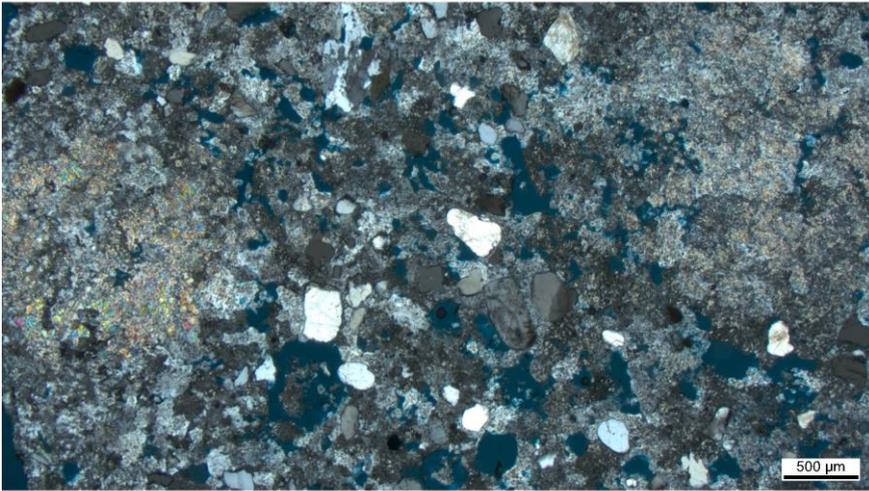


Abb. 19:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 18 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gipsmörtels mit Brenngutkörnern und silikatischen Mineralkörnern. Übersicht

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_002

Probe 003



Abb. 20:

1. Detail aus Abb. 18:
Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_003

Probe 003

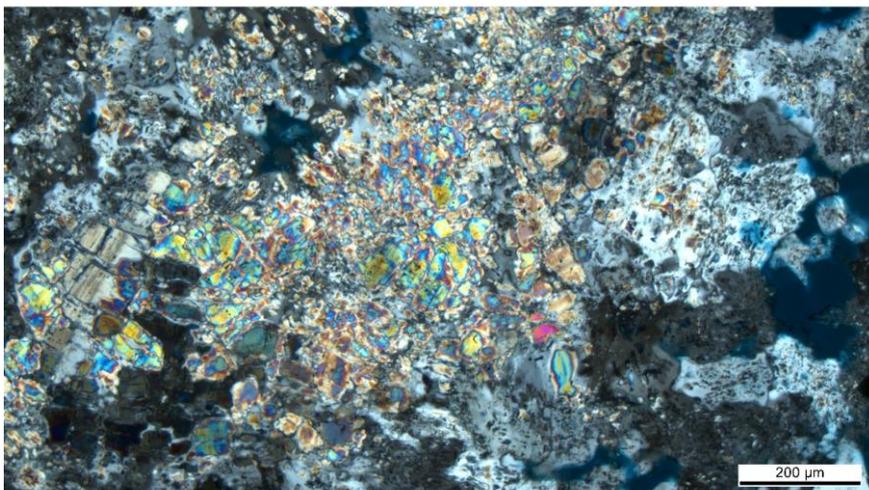


Abb. 21:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 20 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_004

Probe **003**



Abb. 22:

2. Detail aus Abb. 18:
Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_005

Probe **003**

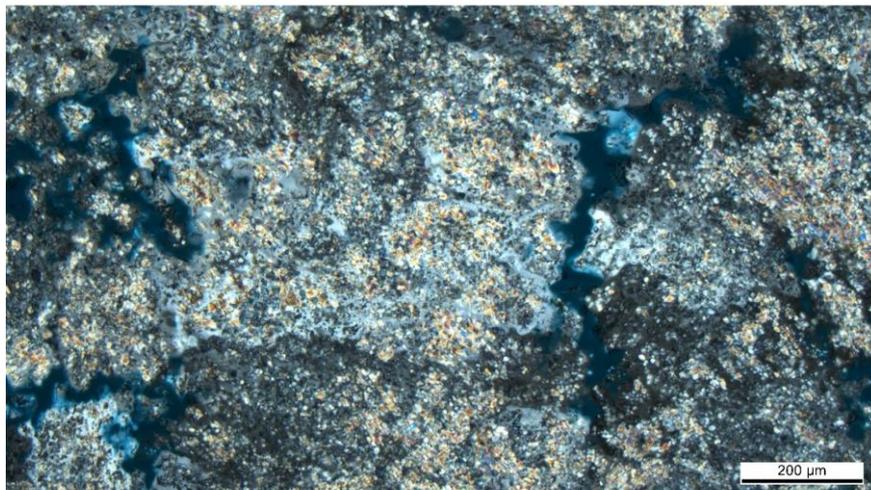


Abb. 23:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 22 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_006

Probe **003**

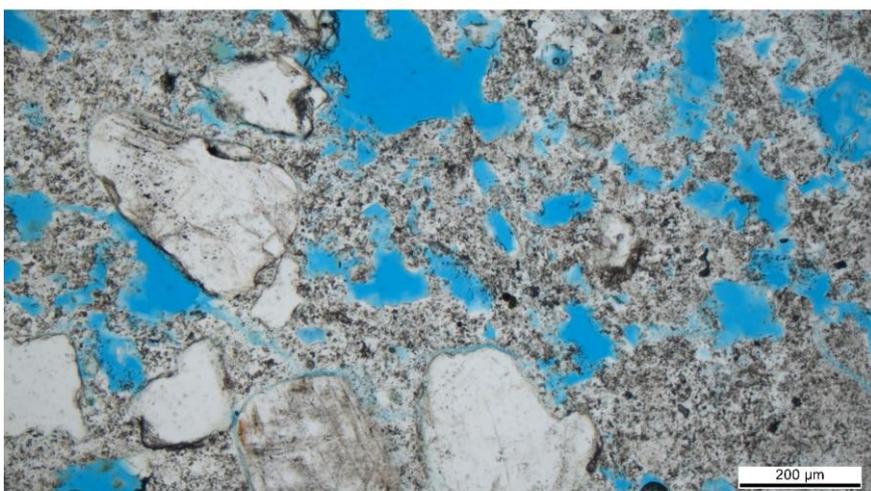


Abb. 24:

3. Detail aus Abb. 18:
Silikatische Mineralkörner in Dihydratmatrix. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_007

Probe **003**

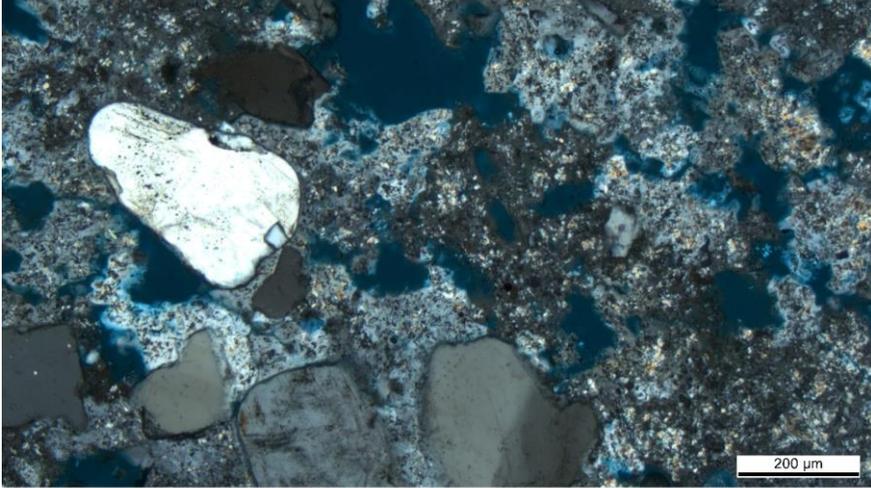


Abb. 25:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 24 unter gekreuzten Polarisatoren

Silikatische Mineralkörner in Dihydratmatrix. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2789_008

Probe **004**

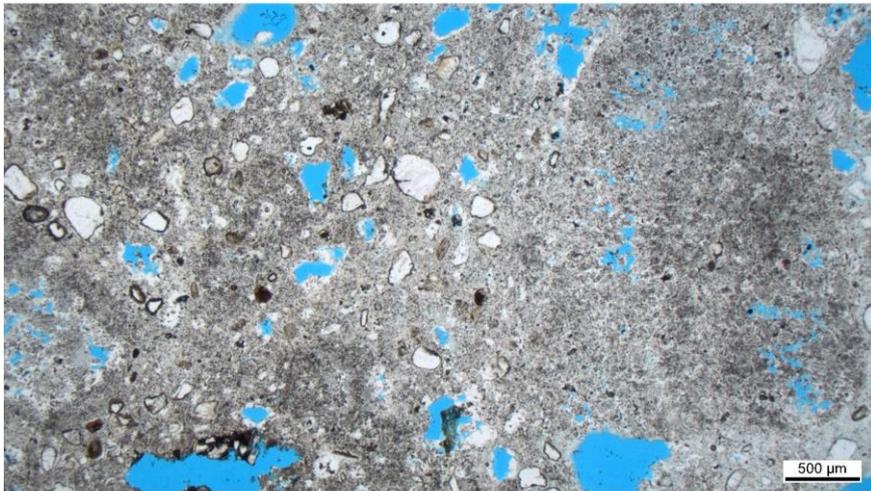


Abb. 26:

Gefüge des Gipsmörtels mit Brenngutkörnern und silikatischen Mineralkörnern. Übersicht

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_001

Probe **004**

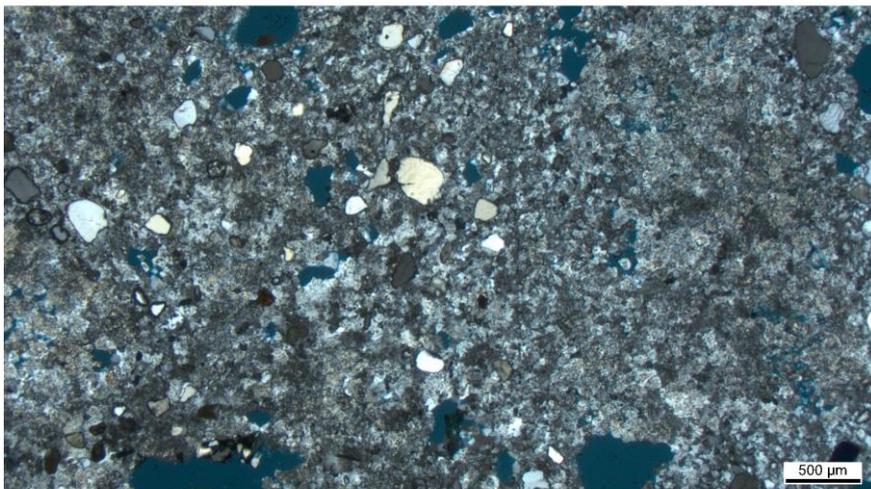


Abb. 27:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 26 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gipsmörtels mit Brenngutkörnern und silikatischen Mineralkörnern. Übersicht

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_002

Probe **004**



Abb. 28:

1. Detail aus Abb. 26:

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_003

Probe **004**

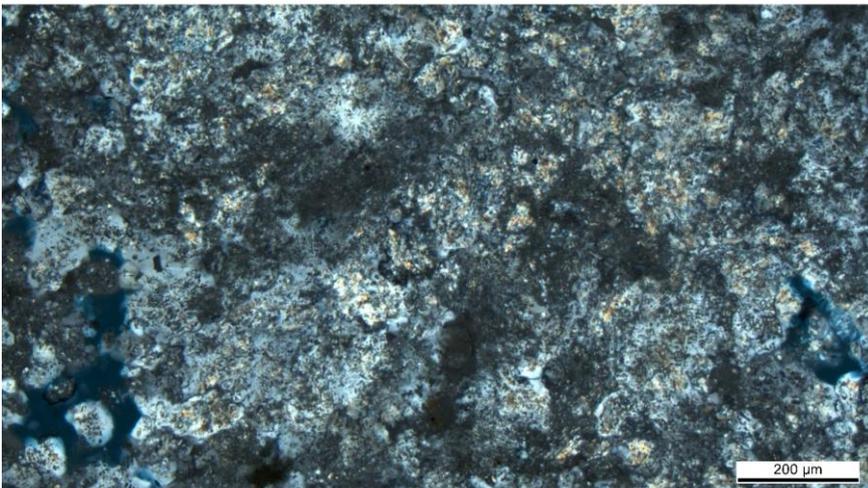


Abb. 29:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 28 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_004

Probe **004**



Abb. 30:

2. Detail aus Abb. 26:

Silikatische Mineralkörner in Dihydratmatrix. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_005

Probe **004**

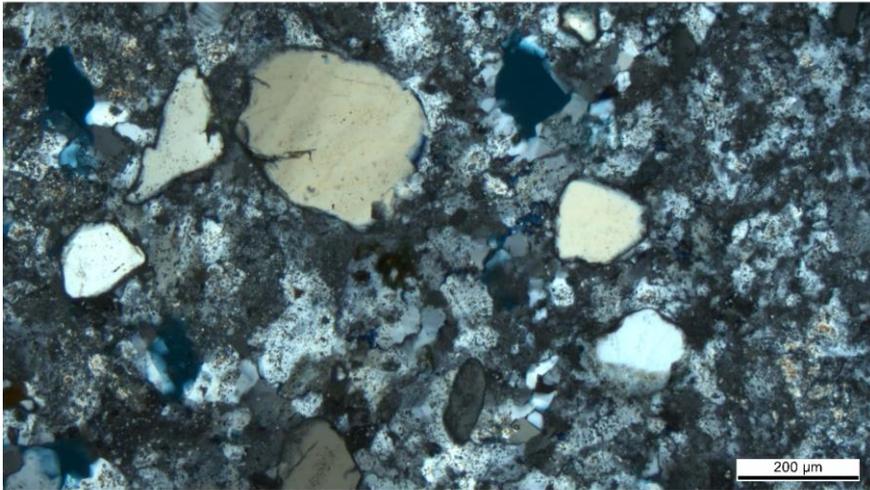


Abb. 31:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 30 unter gekreuzten Polarisatoren

Silikatische Mineralkörner in Dihydratmatrix. Dihydratsäume aus der Hydratation des Anhydrits infolge starker Wassereinwirkung

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2790_006

Probe **005**

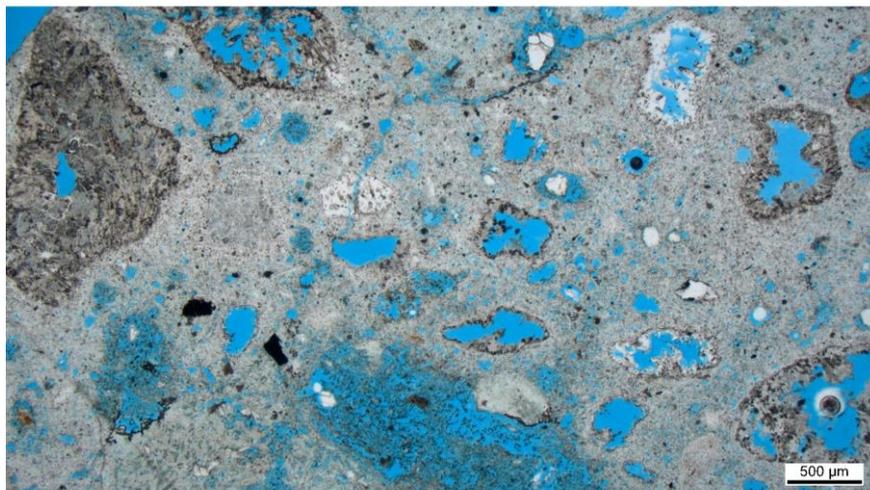


Abb. 32:

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_001

Probe **005**

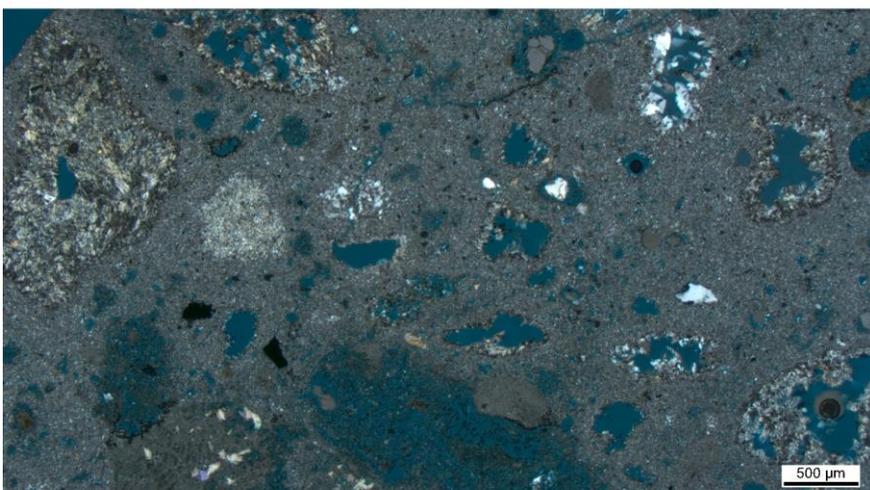


Abb. 33:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 32 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_002

Probe **005**



Abb. 34:

Brenngutkorn mit Hochtemperaturanhydrit in Dihydratmatrix, rechts daneben silikatisches Mineralkorn

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_003

Probe **005**

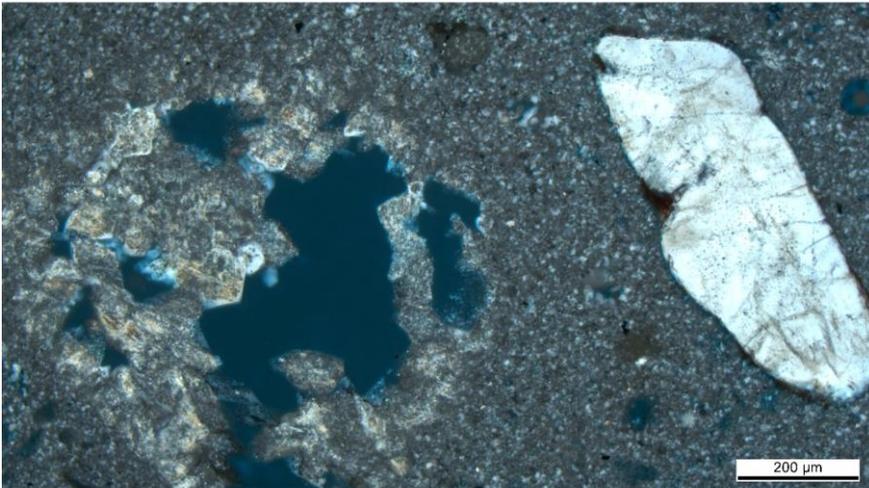


Abb. 35:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 34 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit Hochtemperaturanhydrit in Dihydratmatrix, rechts daneben silikatisches Mineralkorn

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_004

Probe **005**

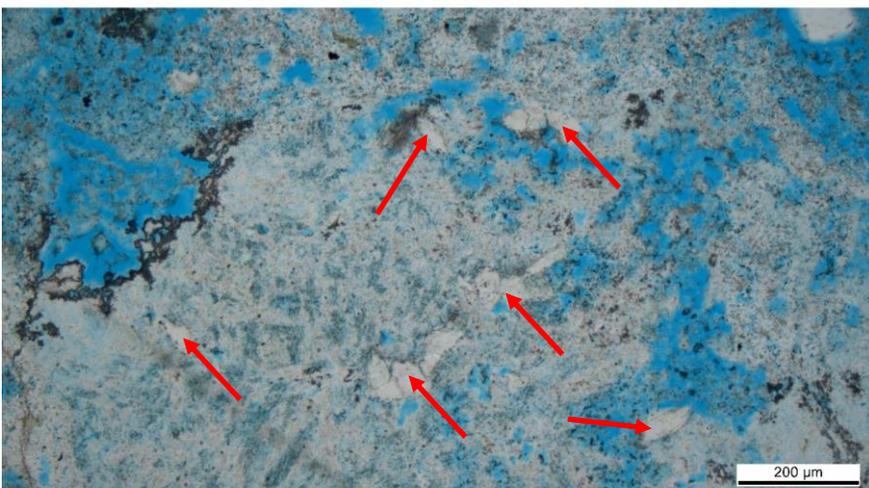


Abb. 36:

Brenngutkorn mit primärem Kalk (aus der Gipslagerstätte)

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_005

Probe **005**

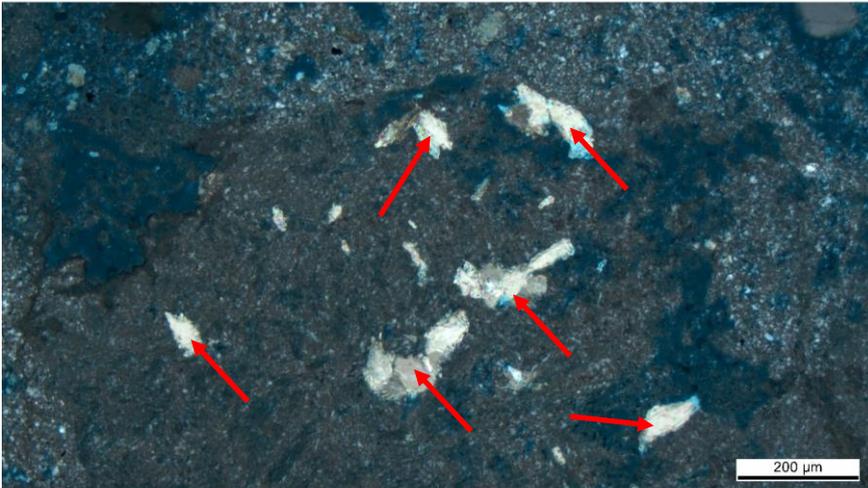


Abb. 37:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 36 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit primärem Kalk (aus der Gipslagerstätte)

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2791_006

Probe **006**

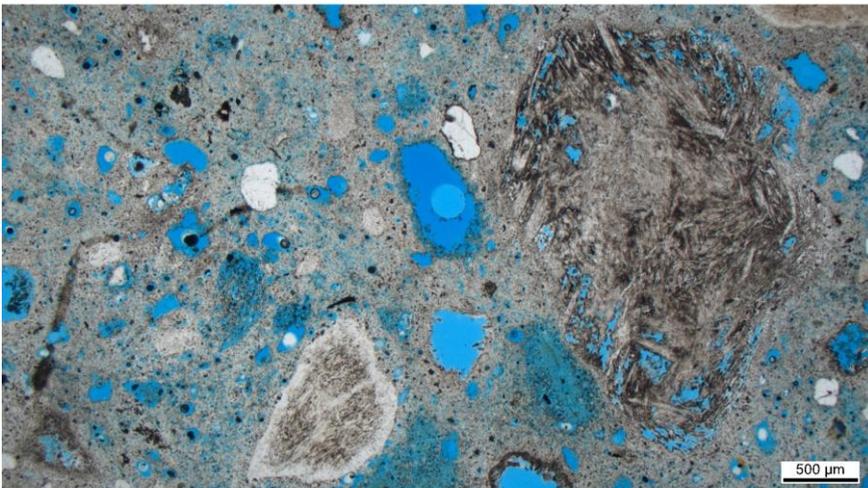


Abb. 38:

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_001

Probe **006**

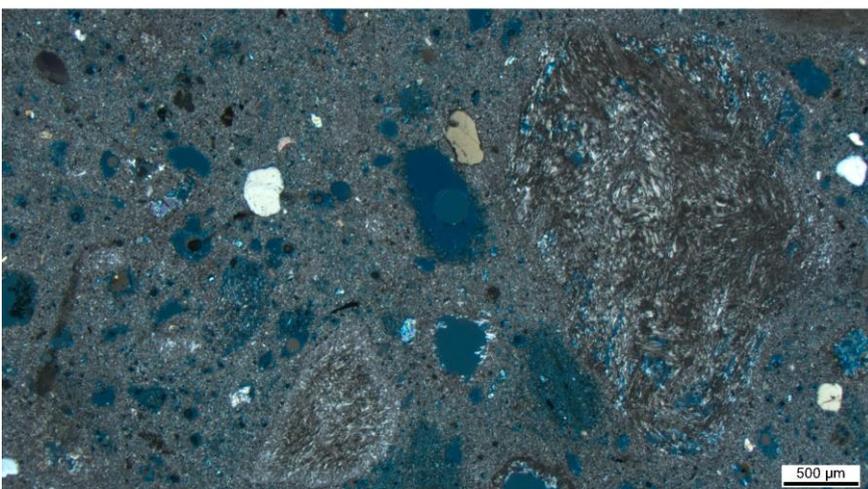


Abb. 39:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 38 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_002

Probe **006**

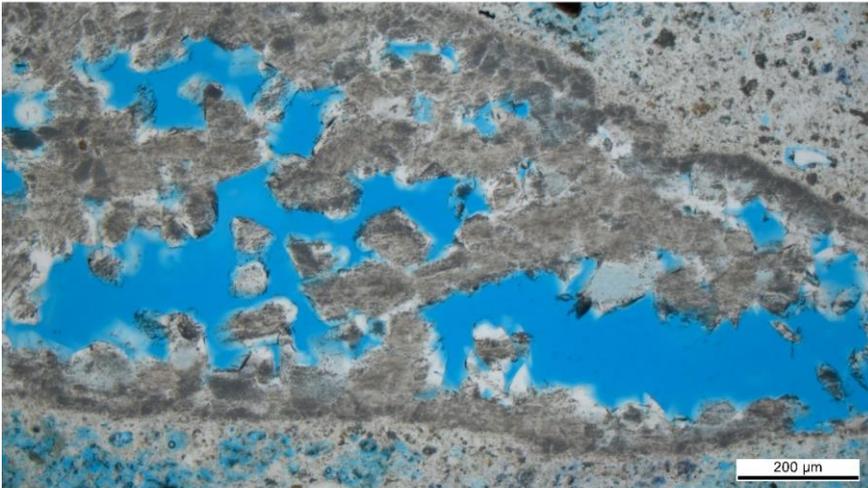


Abb. 40:

Brenngutkorn mit
Hochtemperaturanhydrit in
Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_003

Probe **006**

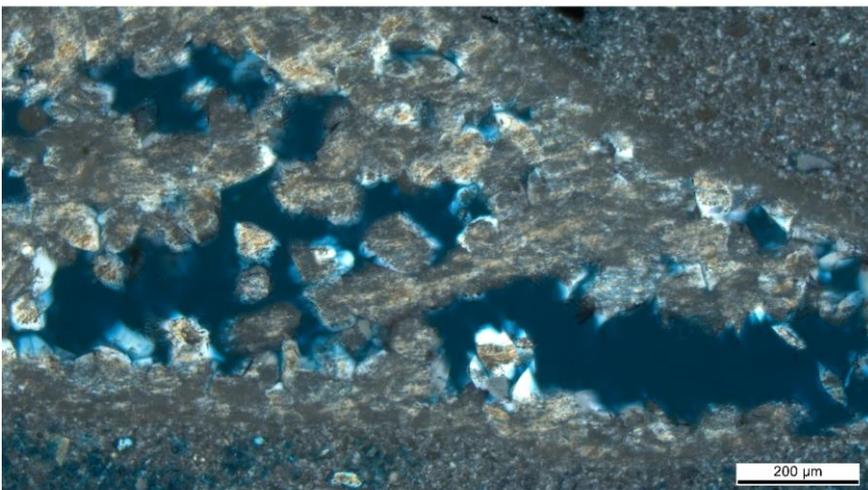


Abb. 41:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 40
unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit
Hochtemperaturanhydrit in
Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_004

Probe **006**

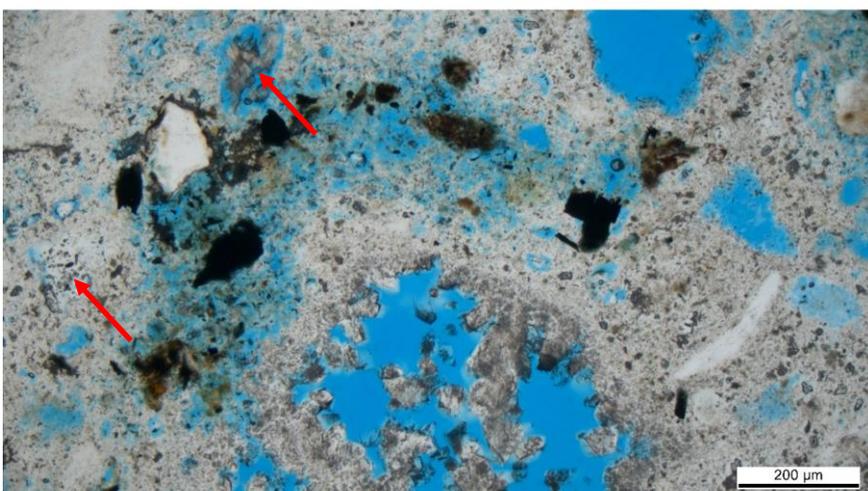


Abb. 42:

Brenngutkorn mit
Hochtemperaturanhydrit in
Dihydratmatrix, umgeben von
primärem Anhydrit (Pfeile) und
Holzkohlepartikeln

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_005

Probe **006**

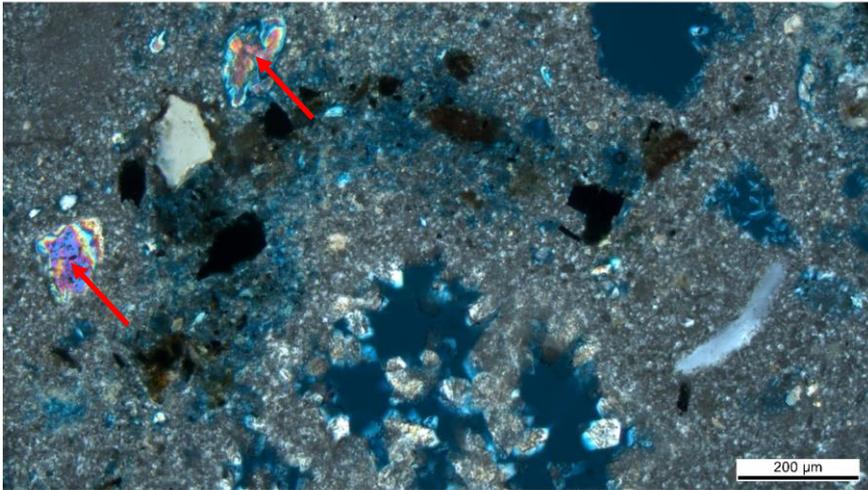


Abb. 43:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 42 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit Hochtemperaturanhydrit in Dihydratmatrix, umgeben von primärem Anhydrit und Holzkohlepartikeln

Beleuchtung: Polarisations;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2792_006

Probe **008**

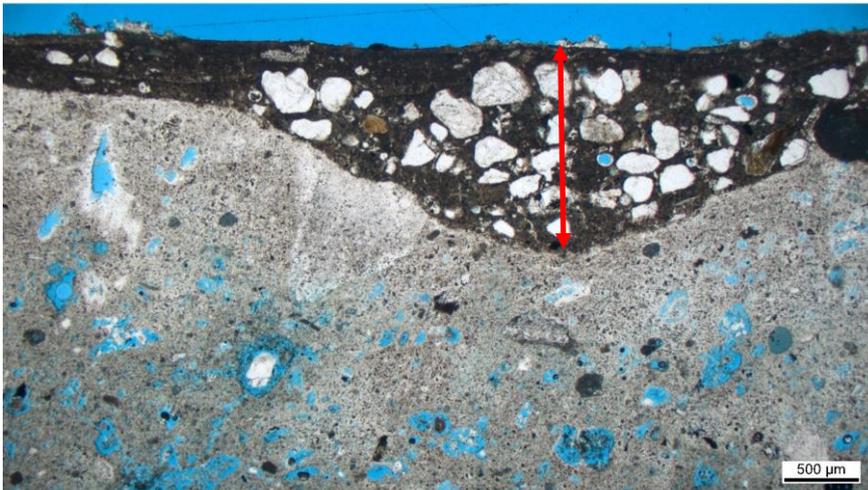


Abb. 44:

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Kalkschlämme an der Oberfläche

Beleuchtung: Polarisations;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_001

Probe **008**

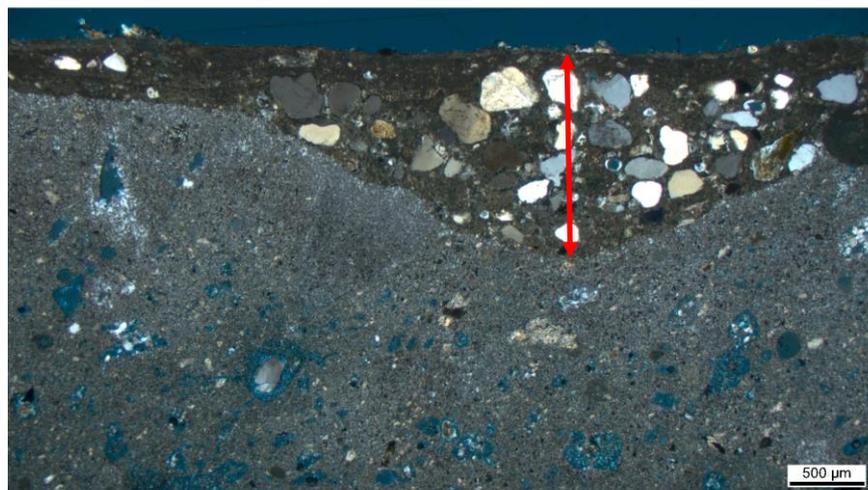


Abb. 45:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 44 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Kalkschlämme an der Oberfläche

Beleuchtung: Polarisations;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_002

Probe **008**

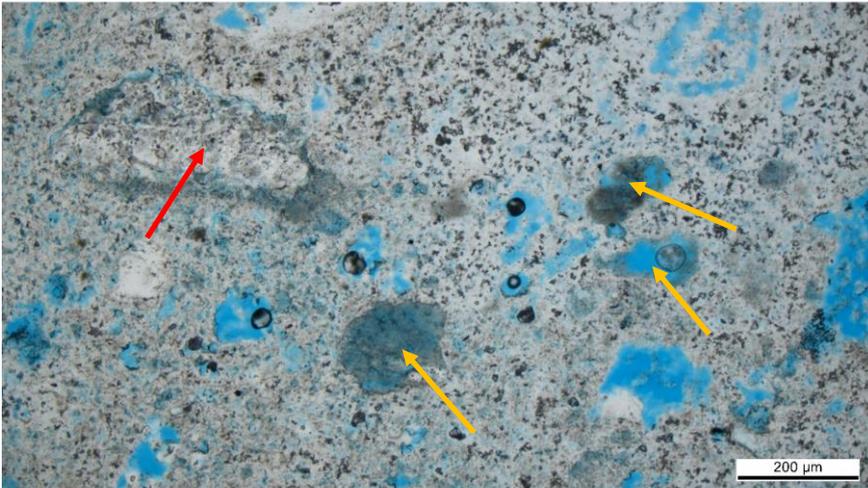


Abb. 46:

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Muschelbruchstück (roter Pfeil) und Kalkklümpchen (Kalkspatzen, gelbe Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_003

Probe **008**

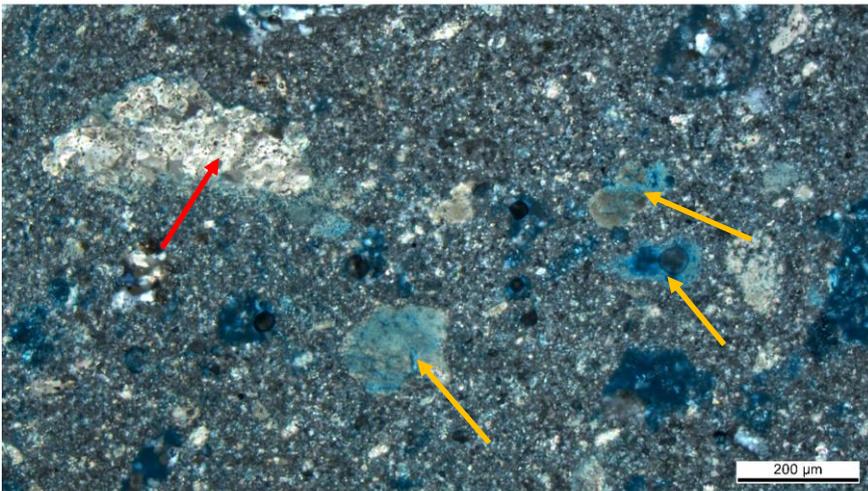


Abb. 47:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 46 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Muschelbruchstück (roter Pfeil) und Kalkklümpchen (Kalkspatzen, gelbe Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_004

Probe **008**

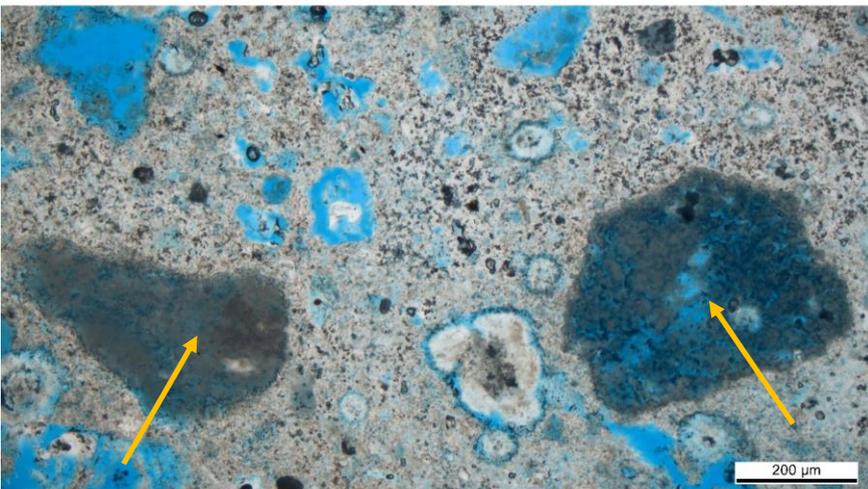


Abb. 48:

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Kalkklümpchen (Kalkspatzen, gelbe Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_005

Probe **008**

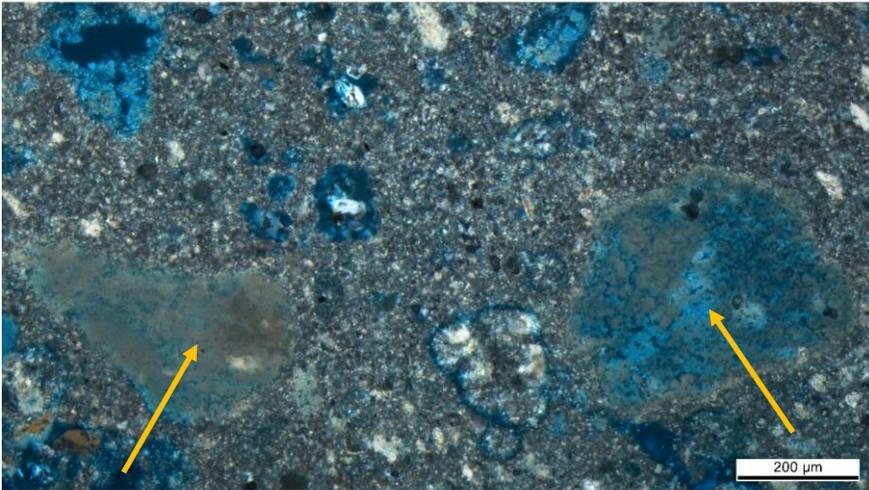


Abb. 49:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 48 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Kalkklümpchen (Kalkspatzen, gelbe Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2793_006

Probe **008**

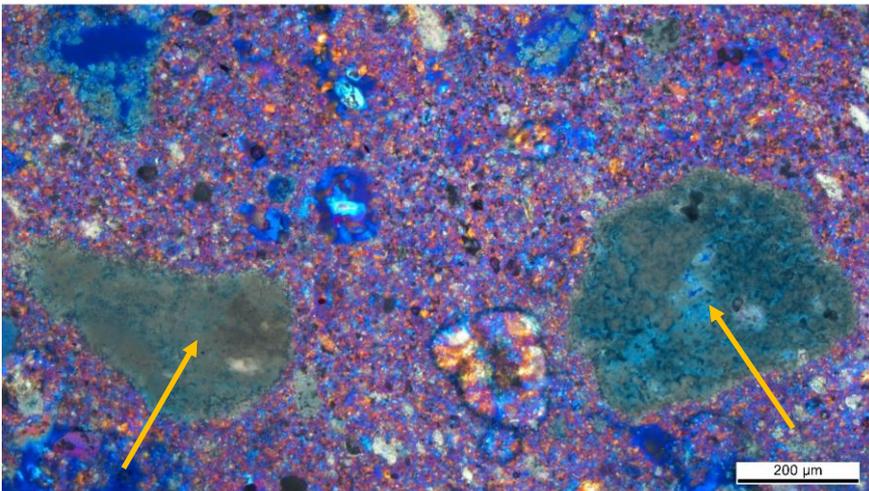


Abb. 50:

Wie Abb. 49 + Lambda-Plättchen

Gefüge des Gips-Kalk-Putzes mit Kalkklümpchen (Kalkspatzen)

Beleuchtung:

Polarisation;gekreuzt

+Lambda

Objektiv:

Probe **009**

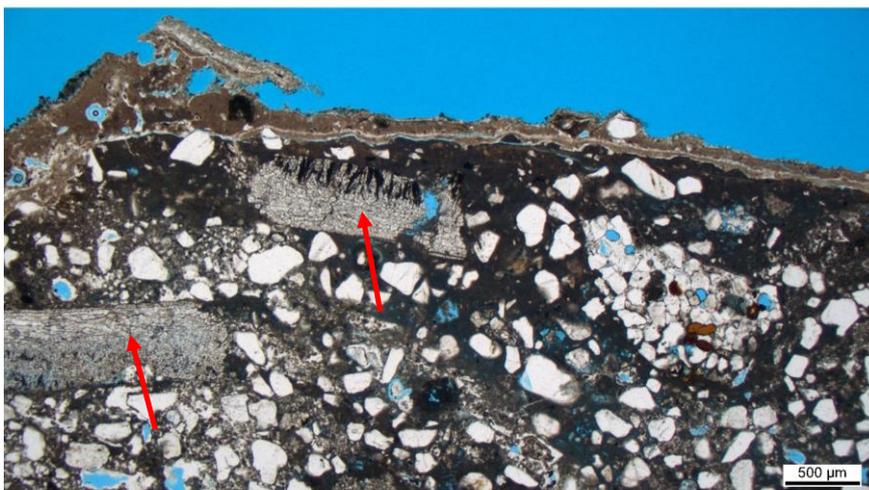


Abb. 51:

Kalkmörtel mit silikatischen Zuschlägen und größeren Muschelbruchstücken (rote Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_001

Probe **009**

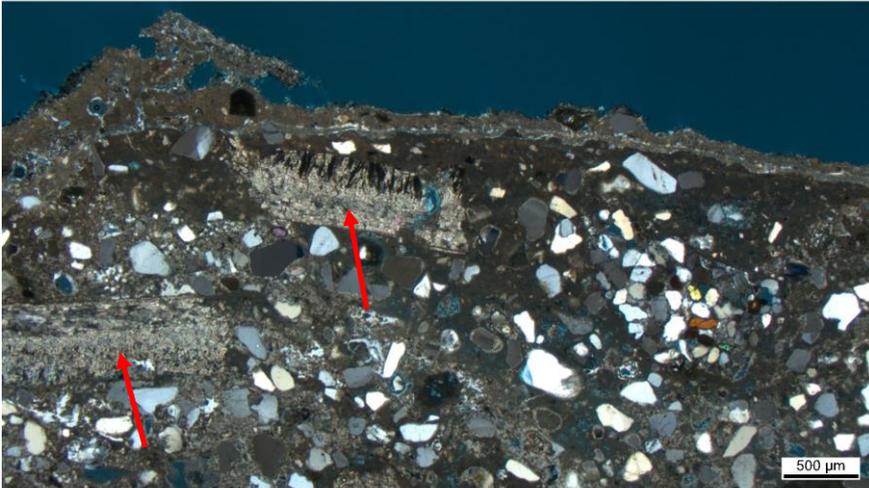


Abb. 52:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 51 unter gekreuzten Polarisatoren

Kalkmörtel mit silikatischen Zuschlägen und größeren Muschelbruchstücken (rote Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_002

Probe **009**

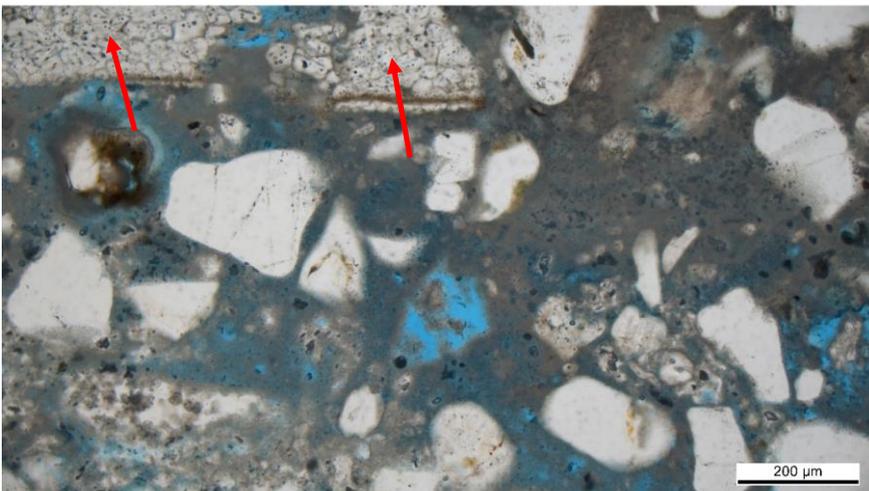


Abb. 53:

Detail aus Abb. 51:

Kalkmörtel mit silikatischen Zuschlägen und Muschelbruchstücken (rote Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_003

Probe **009**

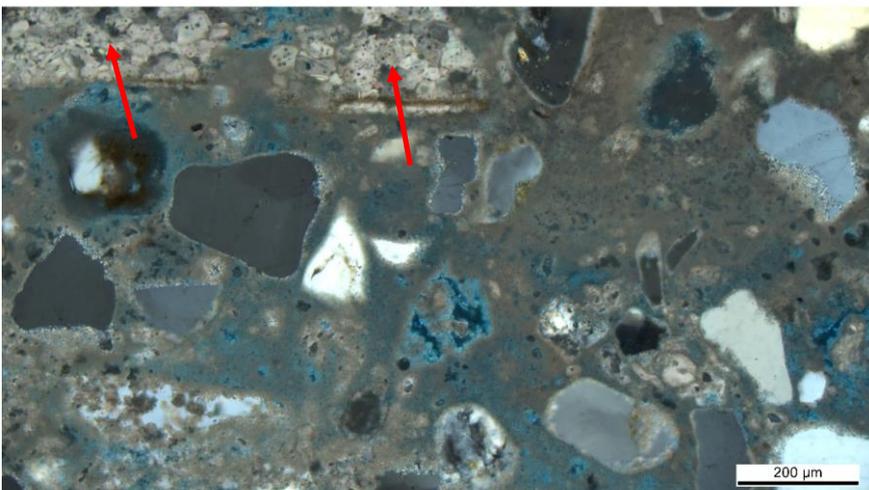


Abb. 54:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 53 unter gekreuzten Polarisatoren

Kalkmörtel mit silikatischen Zuschlägen und Muschelbruchstücken (rote Pfeile)

Beleuchtung: Polarisation;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_004

Probe 009

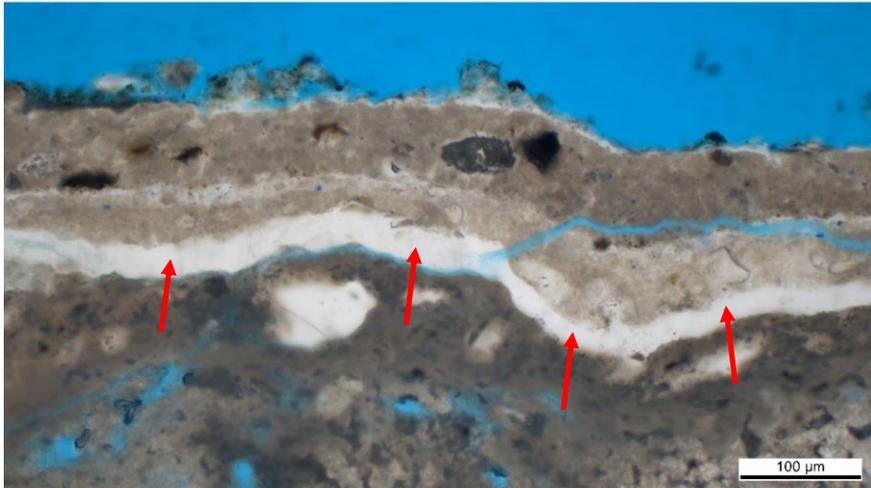


Abb. 55:

Salze im oberflächennahen Porenraum (vermutlich Gips, Pfeile)

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_005

Probe 009

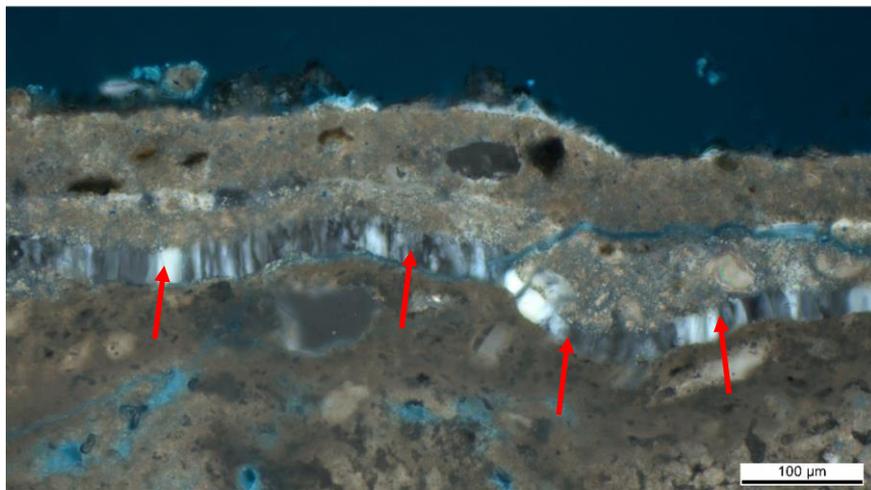


Abb. 56:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 55 unter gekreuzten Polarisatoren

Salze im oberflächennahen Porenraum (vermutlich Gips, Pfeile)

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2794_006

Probe 009

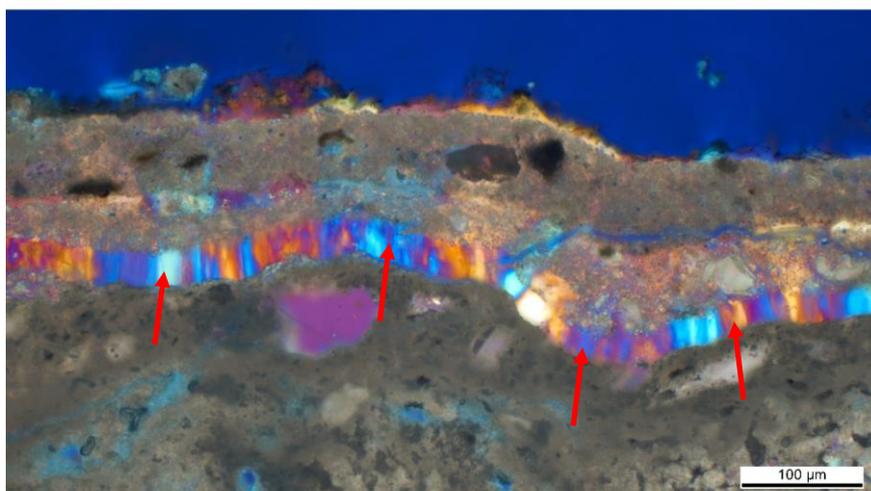


Abb. 57:

Wie Abb. 56 + Lambda-Plättchen

Salze im oberflächennahen Porenraum (vermutlich Gips, Pfeile)

Beleuchtung:

Polarisation;gekreuzt

+Lambda

Objektiv:

Probe **010**

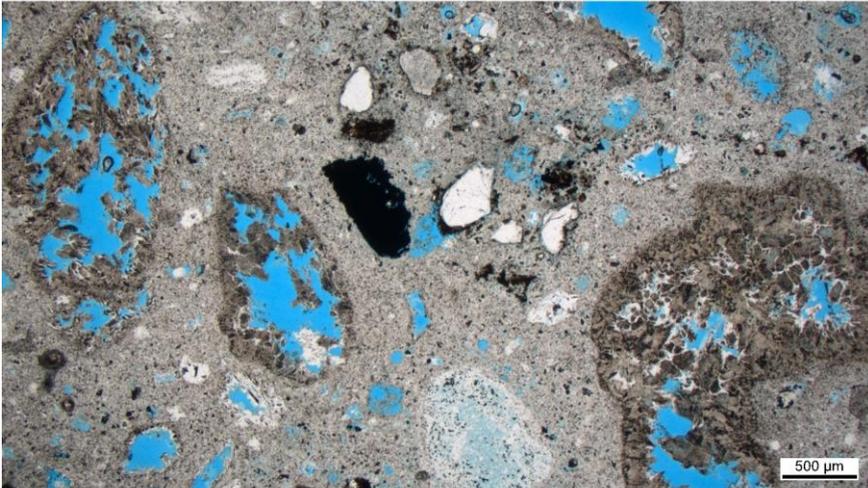


Abb. 58:

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern, vereinzelt silikatischen Mineralkörnern und Holzkohlepartikel

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_001

Probe **010**

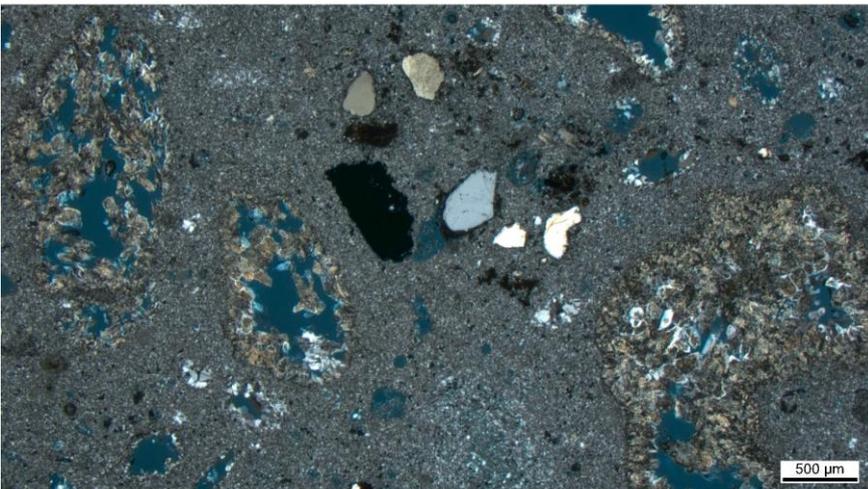


Abb. 59:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 58 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern, vereinzelt silikatischen Mineralkörnern und Holzkohlepartikel

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_002

Probe **010**

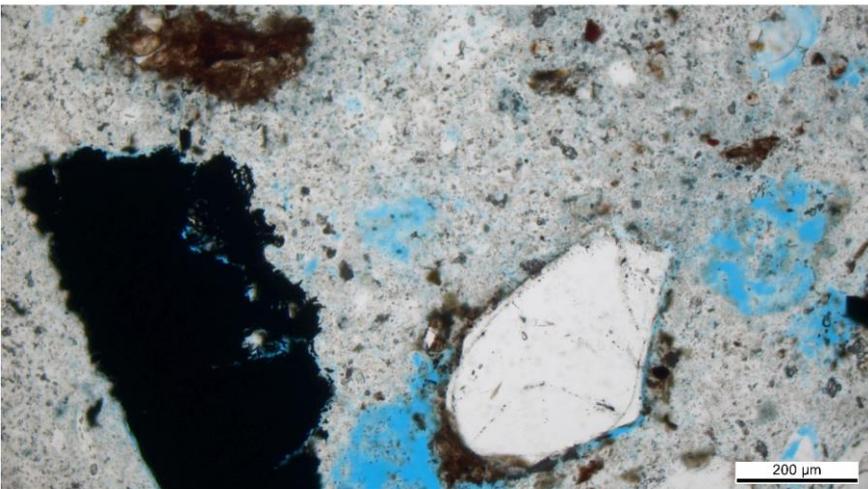


Abb. 60:

1. Detail aus Abb. 58:

Dihydratmatrix mit Ziegel- und Holzkohlepartikeln

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_003

Probe **010**

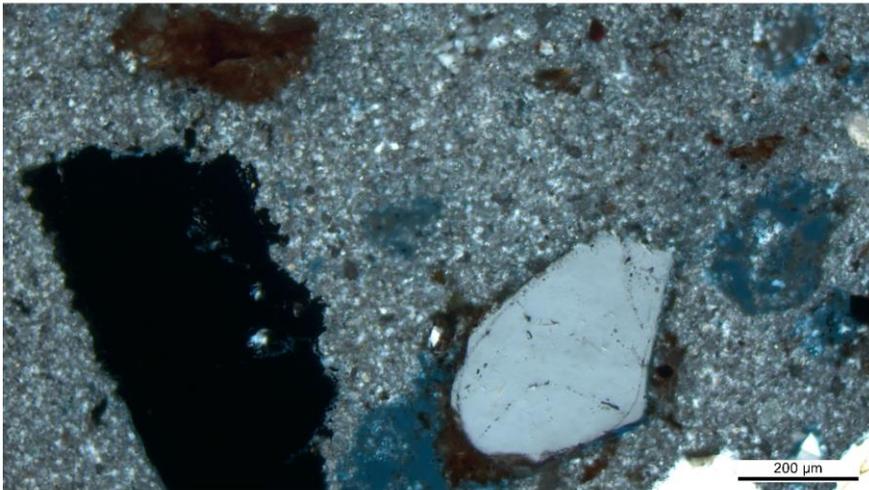


Abb. 61:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 60 unter gekreuzten Polarisatoren

Dihydratmatrix mit Ziegel- und Holzkohlepartikeln

Beleuchtung: Polarisierung; gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_004

Probe **010**

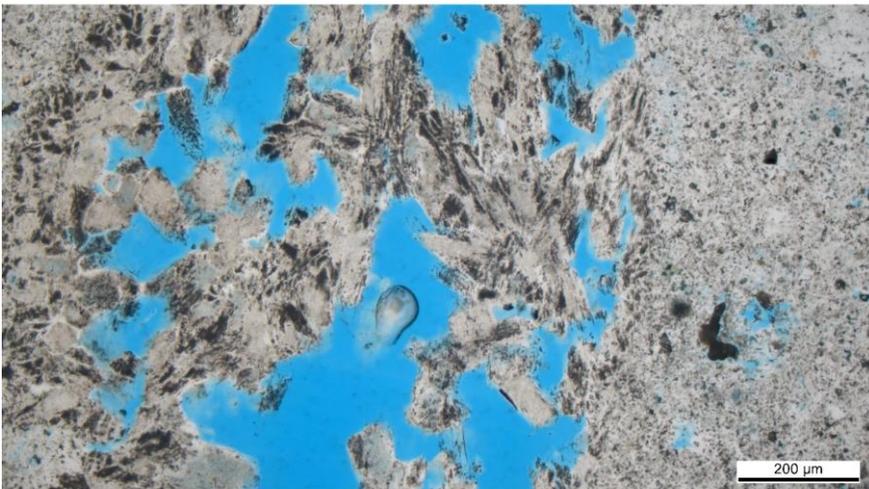


Abb. 62:

2. Detail aus Abb. 58:

Brenngutkorn mit Hochtemperatur-anhydrit in Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisierung; parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_005

Probe **010**

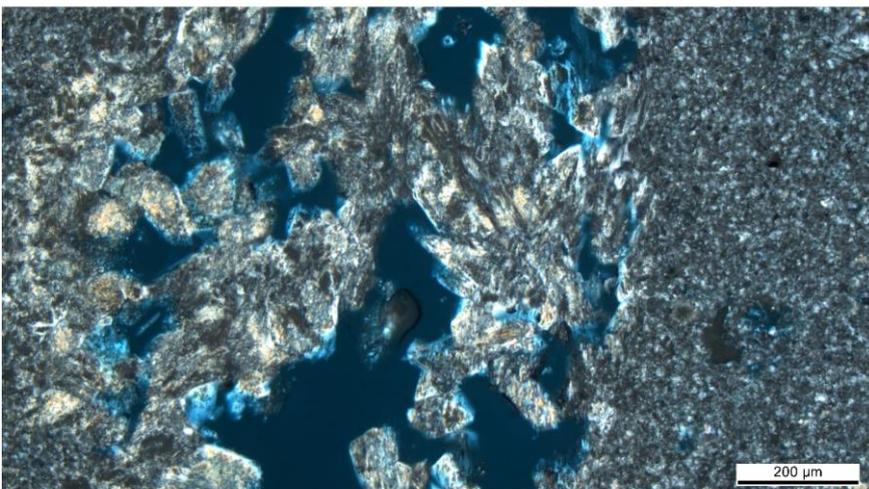


Abb. 63:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 62 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit Hochtemperatur-anhydrit in Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisierung; gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2795_006

Probe 011

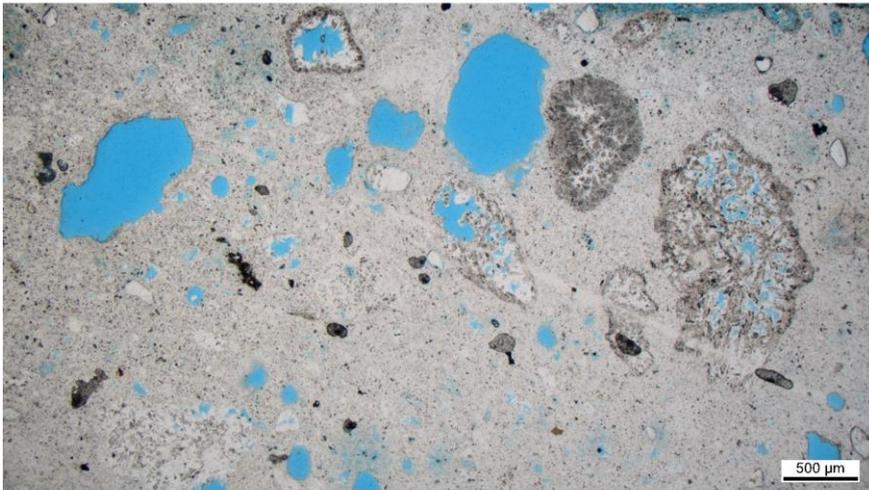


Abb. 64:

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_001

Probe 011

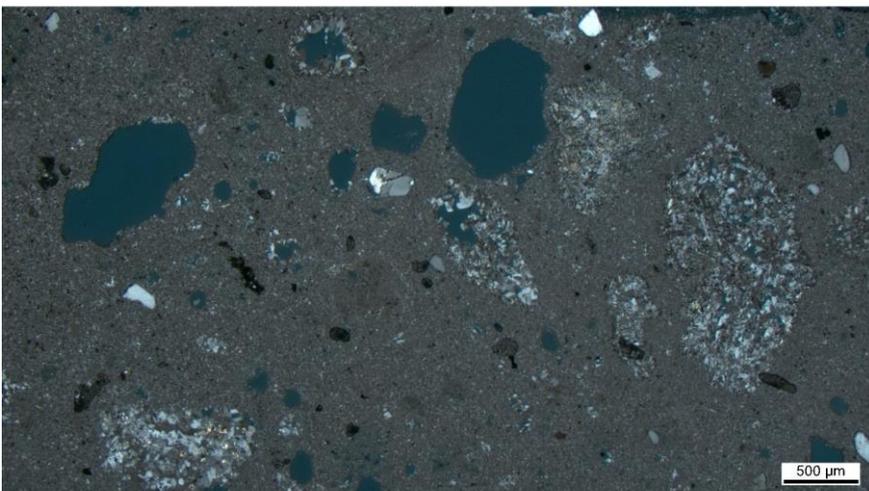


Abb. 65:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 64 unter gekreuzten Polarisatoren

Gefüge des Hochbrandgips-Mörtels mit Brenngutkörnern und vereinzelt silikatischen Mineralkörnern

Beleuchtung: Polarisierung;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_002

Probe 011

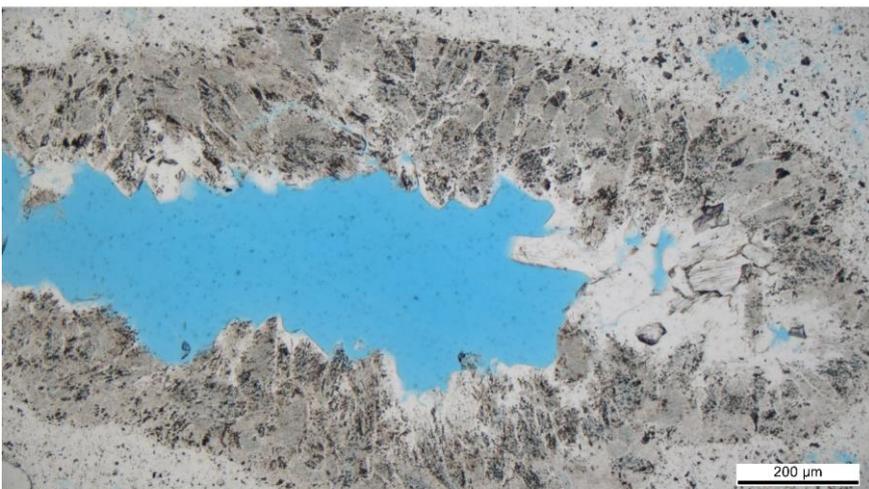


Abb. 66:

Brenngutkorn mit Hochtemperaturanhydrit in Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisierung;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_003

Probe 011

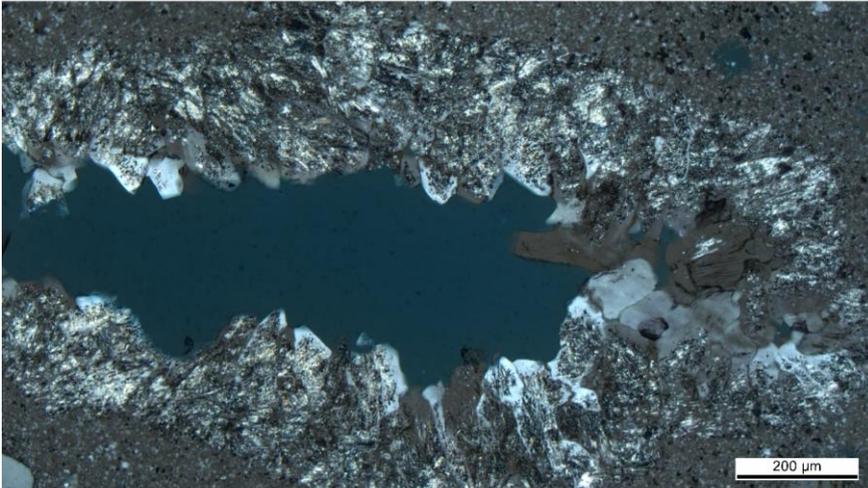


Abb. 67:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 66 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit Hochtemperaturanhydrit in Dihydratmatrix

Beleuchtung: Polarisations;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_004

Probe 011



Abb. 68:

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit in Dihydratmatrix. Oben links Holzkohlepartikel

Beleuchtung: Polarisations;parallel

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_005

Probe 011

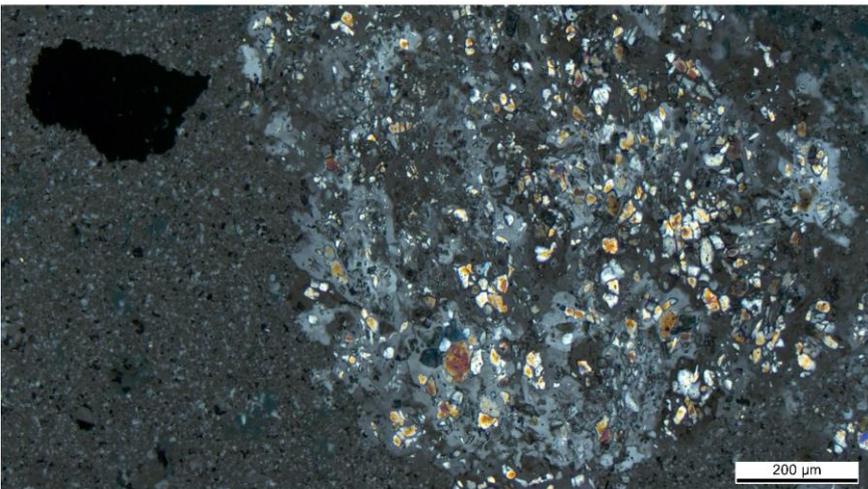


Abb. 69:

Gleiche Probenstelle wie Abb. 68 unter gekreuzten Polarisatoren

Brenngutkorn mit thermisch geschädigtem primärem Anhydrit in Dihydratmatrix. Oben links Holzkohlepartikel

Beleuchtung: Polarisations;gekreuzt

Objektiv:

Bildnummer: 23M2796_006