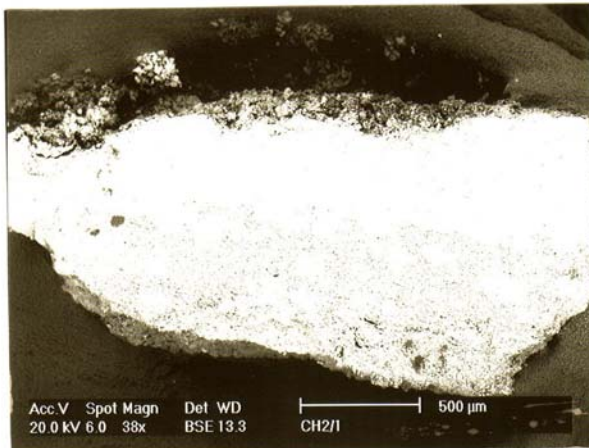




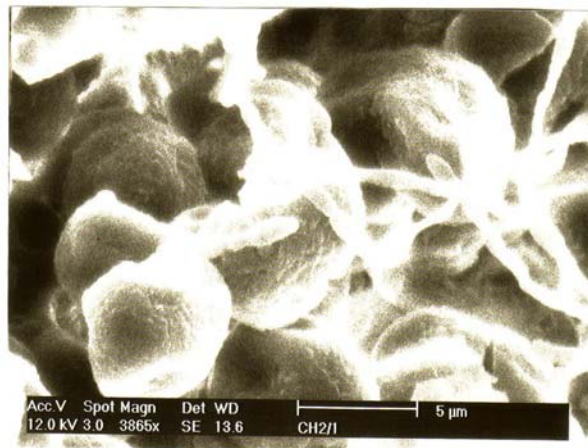
Amtliche Materialprüfungsanstalt (MPA Bremen)

Paul-Feller-Str. 1
28199 Bremen
☎ 0421 / 53708 0
📠 0421 / 53708 10
mail@mpa-bremen.de
http://www.mpa-bremen.de



Ziegelprobe aus dem algenbewachsenen Bereich der O-Wand des Konversensaales: Unter den Algen (dunkler Saum) ist der oberflächennahe Porenraum des Ziegels vollständig mit Gips gefüllt (REM-RE-Aufn.)

Algen mit anhaftenden Aktinomyzeten an der Oberfläche der oben beschriebenen Ziegelprobe (REM-RE-Aufn.)



Untersuchungsbericht
zu den Vor-Ort-Untersuchungen mit dem **Labormobil**
am Zisterzienserkloster Chorin
(1.Untersuchungskampagne vom 02.-06.11.92)

Bearbeiter: Dipl.-Krist. F.Schlütter

2.Vor-Ort-Untersuchung (1.Untersuchungskampagne) am Zisterzienserkloster Chorin (vom 02.-06.11.92)

Teilnehmer:

Herr Wiese (ZHD Fulda, Arbeitsstelle Potsdam), Herr Rauhe (Landesamt für Denkmalpflege Brandenburg), Herr Vollmer (Biologie Uni Hamburg), Frau Braams (Biologie Uni Oldenburg), Herr Richter (Chemie Uni Hamburg), Frau Gooß (Klosterverwaltung), Frau Schunke, Herr Schlütter (MPA Bremen)

Probennahme:

Von der **MPA Bremen** wurden während der Untersuchungskampagne insgesamt 15 Proben zu unterschiedlichen Problemstellungen aus den betreffenden Gebäudepartien entnommen. Die Proben tragen die Bezeichnungen **CH 2/1-11** (entspricht **Preßbau-Numerierung 4585-4595**) sowie **CH 2/15-18** (entspricht **Preßbau-Numerierung 4599-4602**)

Die Probennahmestellen wurden fotografisch dokumentiert und, soweit möglich, in vorhandene Pläne eingetragen (Bildteil, Tafel 1)

Dienstag, 03.11.92 (mit Herrn Wiese bzw. Herrn Rauhe):

CH 2/1-6 (Algenbewuchs auf bestimmten Bereichen der O- und W-Wand im Konversensaal, auf der W-Wand des westlichen Kreuzgangs sowie im Grabungsbereich W-Wand außen;

CH 2/7-11 (Salze aus dem Keller unter dem westlichen Kreuzgang)

Do, 05.11.92:

CH 2/15-18 (Vergleichsziegelproben aus Bereichen ohne sichtbaren Algenbewuchs an der W-Wand des Konversensaales bzw. an der Ostwand des westlichen Kreuzganges)

Untersuchungsmethoden:

Mittels Stereomikroskop erfolgte eine erste Untersuchung sowie die Präparation für das Rasterelektronenmikroskop. Ein Kameraaufsatz mit Videoprinter ermöglichte die sofortige Abbildung interessierender Probenbereiche.

Nach der Ag-Besputterung der präparierten Proben (notwendiger Schritt gegen störende Aufladungen) erfolgte die Untersuchung im Raster-Elektronenmikroskop (REM). Die angeschlossenen Detektorsysteme ermöglichten sowohl eine Sekundärelektronen-Abbildung (SE-Mode, sogenannter Topographiekontrast) als auch eine Rückstreuielektronen-Abbildung (BSE-Mode, sogenannter Materialkontrast). Letztere hat den Vorteil, daß, physikalisch bedingt, schwerere Elemente bzw. deren Verbindungen einen helleren Kontrast liefern als leichtere. Damit lassen sich Bereiche unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung unterscheiden. Weiterhin gehört eine energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX) zum Gerätesystem, mit deren Hilfe die Elementzusammensetzungen einzelner Probenbereiche bis in den µm-Bereich bestimmt werden konnte.

ZUSAMMENFASSUNG:

Algenbewuchs Konversensaal, Westl. Kreuzgang, Westwand außen einschließlich zugehöriger Vergleichsproben (CH 2/1-3, 2/5-6, 2/15-18)

Die grünen Verfärbungen in den von uns beprobten Wandbereichen ist auf Algenbewuchs zurückzuführen. Die oberflächennahen Bereiche der untersuchten Ziegel zeigen prinzipiell einen ähnlichen, wie folgt zu beschreibenden Aufbau, wobei die einzelnen Merkmale jeweils unterschiedlich stark ausgeprägt sind:

0) "Normaler" Ziegel

1) Vergipster Ziegel (häufig verdichtetes Gefüge durch Gipsanreicherung im Porenraum)

2) Vergipste Zone (fast vollständig in Gips umgewandelte Kalktünche bzw. Putzreste)

3) Biologie (Algen, Pilze Bakterien)

Lediglich die: Probe CH 2/6 (Westwand, außen) weicht hiervon ab. Die Vergipsung beschränkt sich in diesem Fall auf die äußerste Zone der Putz- bzw. Tünchereste.

Der Gehalt an Pilzen und Bakterien ist an den "Außen"-Proben (CH 2/5-6) geringer als im Konversensaal.

Der Algenbewuchs zeigt vor allem in den weniger stark besiedelten Bereichen (CH 2/2 und 2/6) beginnende Schleimbildung, wahrscheinlich infolge ungünstiger Veränderungen ihrer Lebensbedingungen (Austrocknung).

An einigen Proben wurden mit der EDX P-Anreicherungen in bzw. um algenbewachsene Bereiche festgestellt. Das läßt sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß viele Algen Phosphate in Form von Polyphosphaten anzureichern vermögen(CH 2/3, 2/5, 2/6, 2/18).

Vergleichsproben:

Unter der Algenzone an der O-Wand des Konversensaales (freigelegte Mauer im Bereich der ehemaligen Fußbodenaufschüttung) war der beprobte Ziegel im Inneren kaum vergipst. Er wies lediglich eine dünne Gipskruste bzw. umgewandelte Kalkschlämme auf. An der Oberfläche wurde an "Biologie" lediglich Pilzhyphen nachgewiesen (CH 2/15).

Dem gegenüber sind die Ziegel *über der Algenzone* bis in einige mm Tiefe stark vergipst (CH 2/16).

Eine weitere Vergleichsprobe aus dem *westlichen Kreuzgang* wies nur eine dünne Gipskruste bzw. umgewandelte Kalkschlämme im Oberflächenbereich auf (CH 2/17).

Salzproben, Keller unter dem westlichen Kreuzgang CH 2/7-11:

Es handelt sich hierbei um Gips und KNO_3 (vgl. Tabelle im Untersuchungsbericht).

Untersuchungsergebnisse:

Probe **CH 2/1** (Preßbau-Nr. **4585**): Algenbewuchs

(Konversensaal, Ostwand, zwischen 3. und 4.Joch, 8 cm über ehemaligem Fußbodenniveau, Abb.1)

Frage: Art des Bewuchses, Schädigungen, Salze

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.2)

Ergebnis:

Bei dem grünen Belag an der Oberfläche der Probe handelt es sich nachweislich um Algen (Abb.4 und5). Darüber hinaus sind weitere biologische Komponenten (Pilze und/oder Bakterien) beteiligt (Abb.5).

Von innen nach außen läßt sich die Probe wie folgt charakterisieren (vgl. Abb 2 und 3):

0) "normaler" Ziegel (aufgelockertes Ziegelgefüge)

1) vergipster Ziegel (Gefüge verdichtet, dunkle Zone in Abb.2, helle Zone in Abb.3)

2) Vergipste Kalktünche bzw. Putzreste (weiße Zone in Abb.2)

3) Algen an der Oberfläche, durchsetzt von Gips

Abb.6 zeigt das EDX-Spektrum eines vergipsten Ziegels (erhöhter Ca- und S-Gehalt).

Probe **CH 2/2** (Preßbau-Nr. **4586**): Algenbewuchs

(Konversensaal, Ostwand, Mitte 6.Joch, 20 cm über ehemaligem Fußbodenniveau, Abb.7)

Frage: Art des Bewuchses, Schädigungen, Salze

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.8)

Ergebnis:

Im beprobten Bereich ist der Algenrasen nicht so deckend wie bei der Probe CH 2/1.

Mikroskopisch findet man relativ wenige dunkelgrüne Algennester.

Auf der Oberseite der Probe ist neben Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) auch Kaliumnitrat (KNO_3) nachweisbar (Abb.9 und 10).

Im übrigen ist der Untersuchungsbefund sehr ähnlich dem der Probe CH 2/1, wobei alle Merkmale hier nicht so stark ausgeprägt sind.

Die Algen zeigen in einigen Bereichen bereits Schleimbildung (infolge beginnender Austrocknung, Abb.11 und 12). Die dunkle Färbung dieser Schleime führt letztlich zu den beobachteten Verdunklungen im Vergleich mit CH 2/1.

Probe **CH 2/3** (Preßbau-Nr. **4587**): Algenbewuchs

(Konversensaal, Westwand, 2.Joch, südl. unterhalb des Fensters, 25 cm über ehemaligem Fußbodenniveau, Abb.13)

Frage: Art des Bewuchses, Schädigungen, Salze

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.14)

Ergebnis:

Auch diese Probe zeigt den unter CH 2/1 beschriebenen Aufbau, mit der Besonderheit, das hier die Vergipfung schon den gesamten untersuchten Querschnitt (etwa 5mm) erfaßt hat (Abb.15):

0) Vergipster aufgelockerter Ziegel (gut ausgebildete Gipskristalle)

1) Vergipster Ziegel (kaum aufgelockert, Porenraum zugesetzt, stark verdichtete Zone, feine Gipskristalle)

2) Gipszone (Gipskristalle vergleichbar denen der Schicht 1), Pilze und Bakterien

3) Vergipste Kalktünche

4) Algen und Pilze (Abb.16)

In der Übergangszone Kalktünche / Algen und Pilze findet man Bakterienkolonien (Abb.17).

Im Bereich der Kalktünche ist Phosphor bzw. eine P-Verbindung fein verteilt nachweisbar.

Die Identifizierung dieser Phase erfordert im Bedarfsfall zusätzliche Untersuchungen.

Probe **CH 2/4** (Preßbau-Nr. **4588**): Abbröckelnder Ziegel mit Salzanreicherungen hinter einem Bruchstück (Konversensaal, Westwand, 2.Joch, südl. unterhalb des Fensters, Höhe ehemaliger Fußboden, Abb.18)

Frage: Salzbestimmung

Präparation: Bruchstück mit Salzen auf Leit-C

Ergebnis:

Die EDX-Untersuchung der stengeligen Salzkristalle (Abb.19) erbrachte nur einen Ca-Peak (Abb.21). Die naßchemische Behandlung mit HCl und die intensive Gasentwicklung lassen auf Ca-Carbonat (CaCO_3) schließen.

Zwischen den Carbonatkristallen wurden biologische Strukturen nachgewiesen, die von uns nicht identifiziert werden konnten (Abb.20).

Probe **CH 2/5** (Preßbau-Nr. **4589**): Ziegelschale mit Algenbewuchs, hinter der lockeren Schale Salzanreicherung (Westlicher Kreuzgang, innen, Ostwand, zwischen 6. und 7. Außenjoch, 60 cm über Fußboden, Abb.22)

Frage: Art des Bewuchses, Schädigungen, Salze

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.23)

Ergebnis:

Es wurde eine bereits vom Ziegeluntergrund gelöste Schale entnommen und untersucht.

Neben dem Hinweis auf Gipssprengung als Ablösungsursache besteht der wesentliche Unterschied zu den Proben im Konversensaal darin, daß im vorliegenden Fall deutlich weniger Pilze und Bakterien im Algenbereich nachgewiesen werden konnten:

0) Gips an der Unterseite der Schale (Salzsprengung!)

1) Ziegel

2) Vergipster Ziegel

3) Gipsschicht (vergipste Kalktünche bzw. Putzrest)

4) Algenbewuchs

Weiterhin wurde auch an dieser Probe eine fein verteilte P-haltige Phase unter der Algenschicht nachgewiesen.

Probe **CH 2/6** (Preßbau-Nr. **4590**): Algenbewuchs

(W-Wand, außen, 4. Fenster von Süden, 45 cm unter Erdniveau; Abb.24)

Frage: Art des Bewuchses, Schädigungen, Salzbestimmung

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C

Ergebnis:

Diese Probe unterscheidet sich deutlich von denen im Konversensaal (CH 2/1-3) bzw. im westlichen Kreuzgang (CH 2/5):

0) Ziegel (im Inneren kein Gips, Ziegel mit groben Zuschlägen gemagert, Abb.25)

1) dünne Gipsschicht (keine Reste einer Schlämme oder alten Putzschicht); in diesem Bereich wieder P-haltige Verbindungen

2) Algen

Die biologischen Strukturen unterscheiden sich etwas von denen der o.g. Proben. Die REM-Aufnahmen (Abb.26 und 27) lassen wieder eine Schleimbildung vermuten, wobei an den vorgefundenen Strukturen auch Flechten beteiligt sein könnten.

Tabellarische Zusammenstellung der Salzproben aus dem Keller unter dem westlichen Kreuzgang (CH 2/7-11)

Fragestellung: Salzbestimmung, Vergleich untereinander

Proben-Nr.	Entnahmestelle / Präparation	Ergebnis	Abbildungen / Spektren
CH 2/7 (4591)	Flaumige Salzausblüfung auf Ziegel (Westwand, NO-Ecke des Pfeilers zwischen dem 2. und 3. Joch, 1,75m über dem Fußboden); Tupfprobe	KNO_3 (Nitrat naßchemisch, Nitrit negativ)	Abb.28
CH 2/8 (4592)	Feiner weißer Belag auf Natursteinsockel (Westwand, Mitte 3.Joch, 1m über dem Fußboden); Tupfprobe	Gipsusteln auf Granit ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Biologie (Pilze)	Abb.29 und 30
CH 2/9 (4593)	Weißer Pusteln auf Natursteinsockel (Westwand, Mitte 3. Joch, 1,65m über dem Fußboden); Tupfprobe	analog CH 2/8	Abb.31
CH 2/10 (4594)	Gelbe Pusteln auf Ziegel (Westwand, O-Seite des Pfeilers zwischen 2. und 3. Joch 1,65m über dem Fußboden) Tupfprobe	Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und KNO_3	Abb.32 und 33
CH 2/11 (4595)	Gelblich-weißer schmieriger Belag (W-Wand, S-Seite des Pfeilers zwischen 3. und 4. Joch, 1,20m über Fußboden) Tupfprobe	Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Abb.34 und 35

Die Proben **CH 2/12-14** (Preßbau-Nr.4596-4598) wurden ausschließlich von den Fachbereichen Biologie Uni Oldenburg bzw. Biologie und Chemie Uni Hamburg entnommen und untersucht.

Probe **CH 2/15** (Preßbau-Nr. 4599): Ziegel mit Schlämme- bzw. Putzresten aus dem Bereich unter der grünen Zone

(Konversensaal, W-Wand, 3.Joch, nördlich neben Probe CH 2/1, 15 cm unterhalb der ehemaligen Fußbodenoberkante, Abb.36)

Frage: Mineralbestand, Salze, Vergleich mit 2/1-6

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.37)

Ergebnis:

Diese Probe stammt aus einem Bereich des aufgehenden Mauerwerkes, der vor der Freilegung der verschütteten Gewölbe unter dem Fußbodenniveau lag. Auch Jahre nach der Freilegung hat sich die scharfe Trennlinie zwischen besiedeltem (grünen) und unbesiedeltem Bereich entlang der ehemaligen Fußbodenoberkante scheinbar unverändert erhalten.

Der untersuchte Ziegel war im Gegensatz zu CH 2/1 (entnommen im algenbesiedelten Bereich) im Inneren nicht vergipst.

Die Oberfläche trägt stellenweise eine Kalktünche bzw. Putzreste (Dicke 100µm). Es sind nur die äußersten Bereiche dieser Kalktünche bzw. des freiliegenden Ziegels vergipst (Abb.38 und 39).

An biologischem Material waren nur Pilzhyphen an der Oberfläche nachweisbar.

Die Fe-/Mn-Teilchen an der Außenseite der Probe sind wahrscheinlich Partikel, die aus Luftverunreinigungen stammen.

Probe **CH 2/16** (Preßbau-Nr. 4600): Ziegel mit Schlämme- bzw. Putzresten aus dem Bereich über der grünen Zone

(Konversensaal, W-Wand, 3.Joch, nördlich neben Probe CH 2/1, 1,5 m oberhalb der ehemaligen Fußbodenoberkante, etwa in vertikaler Achse mit CH 2/15, Abb.40)

Frage: Mineralbestand, Salze, Vergleich mit 2/1-6

Präparation: Oberseite, Unterseite, Querbruch auf Leit-C (Abb.41)

Ergebnis:

Diese Probe stammt aus der Wandzone über dem algenbesiedelten Bereich. Damit wurde mit den Proben CH 2/1, 2/15 und 2/16 ein senkrechtes Profil unbesiedelt / besiedelt / unbesiedelt angelegt und untersucht.

Die ehemalige Kalktünche auf dem vorliegenden Ziegel ist vollständig vergipst. An der Oberfläche findet man größere, teilweise gut ausgebildete Gipskristalle (Abb.42).

Die Vergipsung setzt sich im Porenraum des gesamten präparierten Bereiches, d.h. mindestens bis in 4 mm Tiefe, fort.

Neben den schon bei CH 2/15 erwähnten Fe-/Mn-Teilchen wurden der Oberfläche noch Fe- und Si-/P-Teilchen aus der gleichen Quelle (Luftverschmutzung) nachgewiesen.

Probe **CH 2/17** (Preßbau-Nr. 4601): Ziegel mit Schlämme- bzw. Putzresten
(Westlicher Kreuzgang, O-Wand, 5. Joch, südlich neben zugemauerter Tür, 20cm über
Fußbodenniveau, Abb.43)

Frage: Mineralbestand, Salze, Vergleich mit 2/1-6

Präparation: Oberseite, Querbruch und Bruchstück auf Leit-C (Abb.44 und 45)

Ergebnis:

Das Ziegelmaterial ist sehr inhomogen (Einschlüsse, Risse, unterschiedlich dichte Bereiche
etc.)

Der weiße Belag auf der Oberfläche (Tünche- oder Putzrest) ist vollständig in Gips
umgewandelt.

Interessanterweise ist im Porenraum kaum Gips nachweisbar.

Probe **CH 2/18** (Preßbau-Nr. 4602): Übergangszone bewachsen/unbewachsen im Bereich der
früheren Fußbodenoberkante

(Konversensaal, Westwand, etwa 0,5m südlich neben CH 2/1, Höhe 0, Abb.46)

Frage: Unterschiede zwischen bewachsenem (grün) und unbewachsenem Bereich (hell)

Präparation: Oberfläche auf Leit-C

Ergebnis:

An dieser Probe erfolgte eine reine Oberflächenuntersuchung.

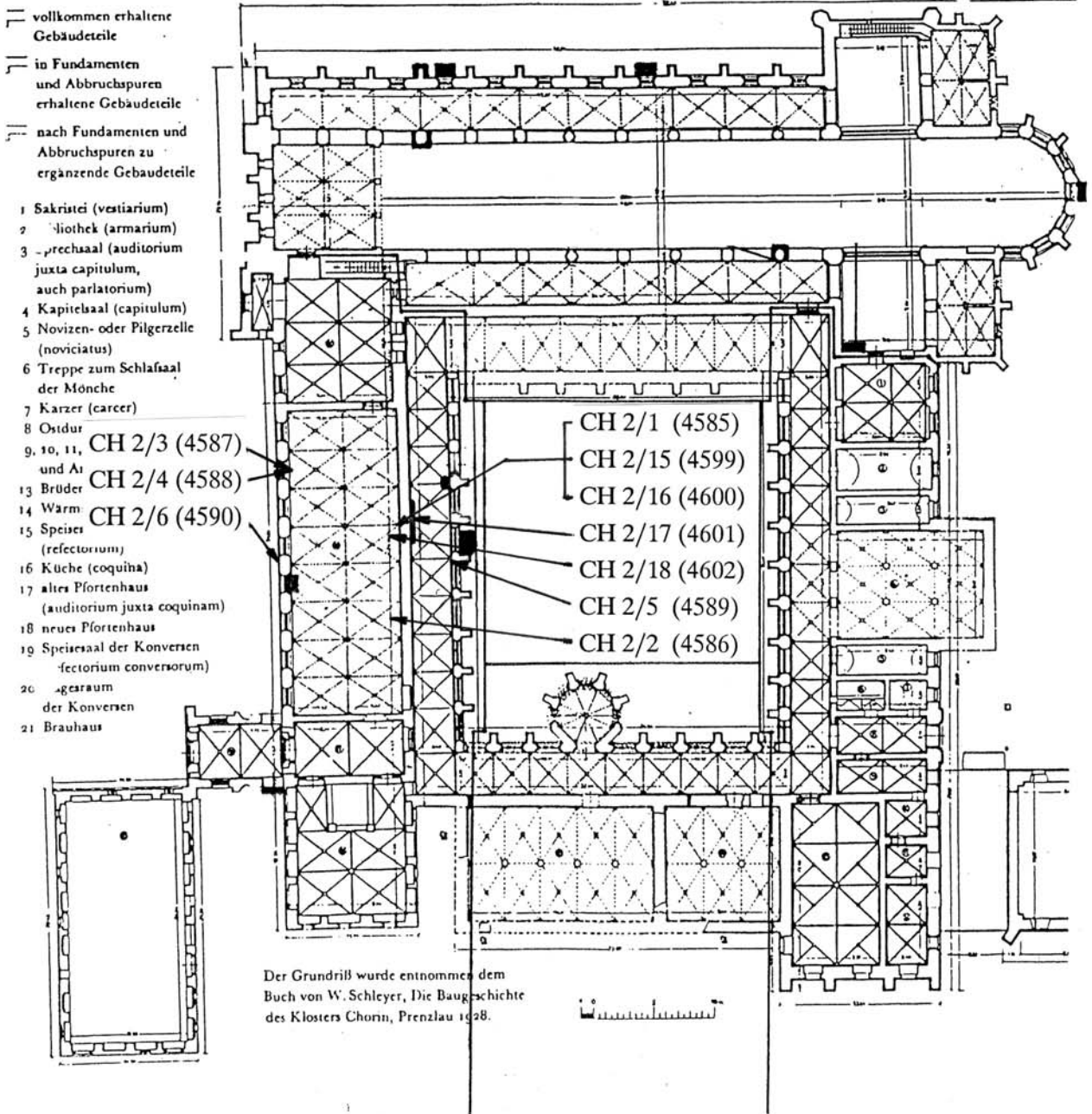
Im besiedelten Bereich wurden in Analogie zu den Vergleichsproben Algen, Pilze und
Bakterien nachgewiesen.

Unter den Algen befindet sich wie gehabt eine vergipste Kalktünche bzw. Putzreste
(Zuschläge: Quarz, Feldspat, Kalkstein). In diesem Bereich wurde wieder eine P-haltige
Verbindung nachgewiesen (Abb.47).

Im unbewachsenen Probenabschnitt wurde in der vergipsten Kalktünche (gleiche Zuschläge
etc.) kein P festgestellt (Abb.48).

Der biologische Befund beschränkt sich auf eine Vielzahl von Pilzhyphen (Abb.49).

Grundriß des Erdgeschosses



Grenzlinien zur Teilung der Gesamtanlage (A)

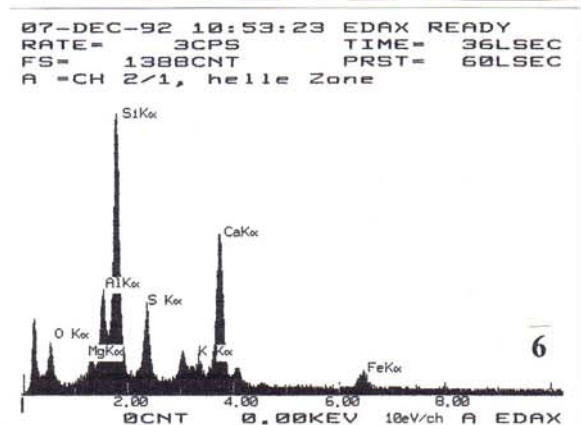
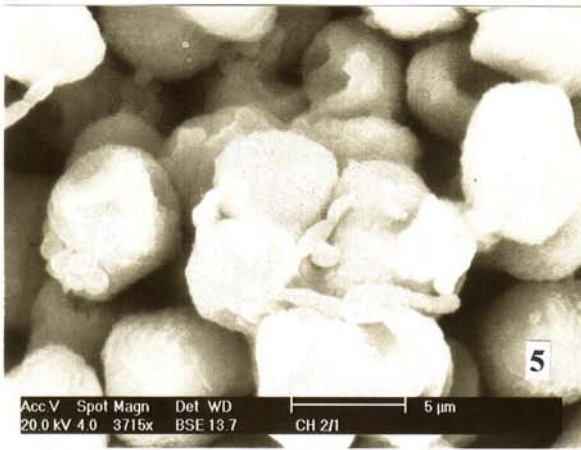
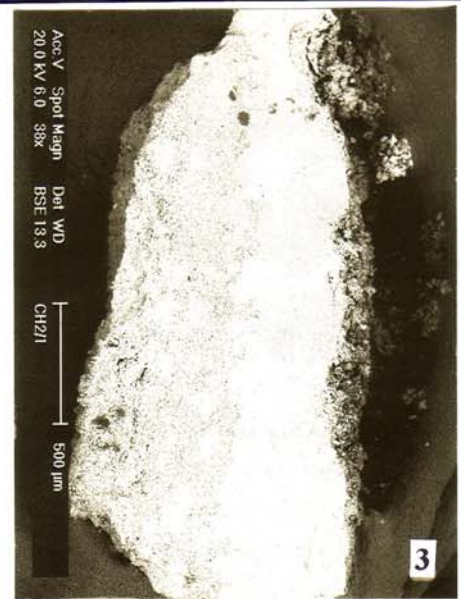
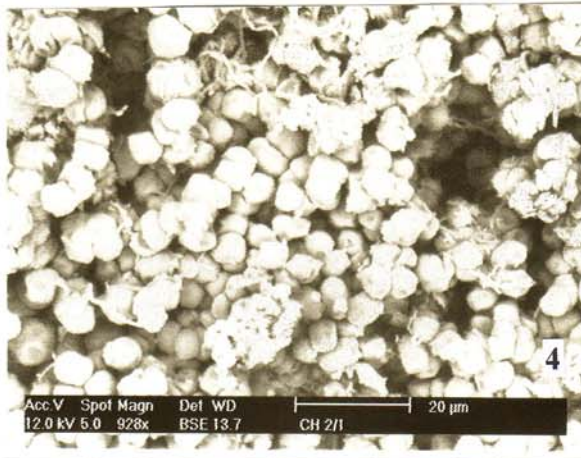


Abb.1: Probennahmestelle CH 2/1: Dichter Algenrasen auf Ziegel und Fugen (Konversensaal, O-Wand)

Abb.2: Lichtmikroskopische Aufnahme des Querbruches der präparierten Probe CH 2/1: Unter den Resten einer Tünche (weiß) erkennt man eine dunkle Zone. Die Verdunklung in diesem Bereich ist die Folge einer Gefügeverdichtung durch starke Vergipsung des Porenraumes (Bildbreite: 4 mm)

Abb.3: Zu Abb.2 gehörige REM-RE-Aufnahme: Die helle Zone unter dem dunklen Algenbelag am rechten Probenrand korreliert mit der dunklen Zone in Abb.2 (vergipster Porenraum)

Abb.4: REM-RE-Aufnahme von der Oberfläche der Probe CH 2/1: Runde Algenstrukturen, Pilzhypen und/oder Bakterienstränge, stellenweise Gips (hell)

Abb.5: REM-RE-Aufnahme, Ausschnitt aus Abb.4: Die Algen zeigen kaum Übergänge zu Schleimbildung (vgl. Abb.11). Bei den Strängen auf den nahezu kugelförmigen Algen handelt es sich wahrscheinlich um Aktinomyzethen. Rechts davon (hell) einige Gipskristalle

Abb.6: EDX-Spektrum eines "vergipsten" Ziegels

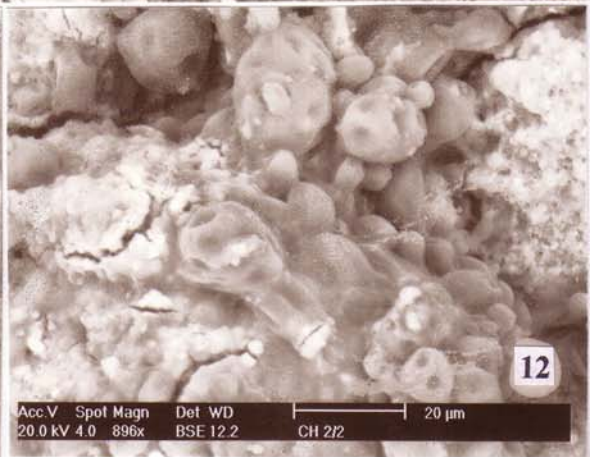
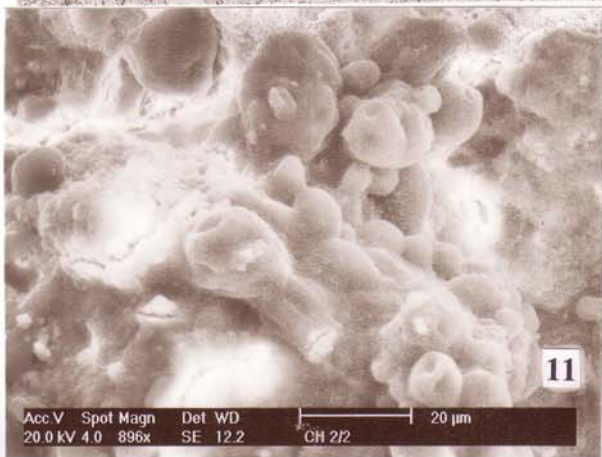
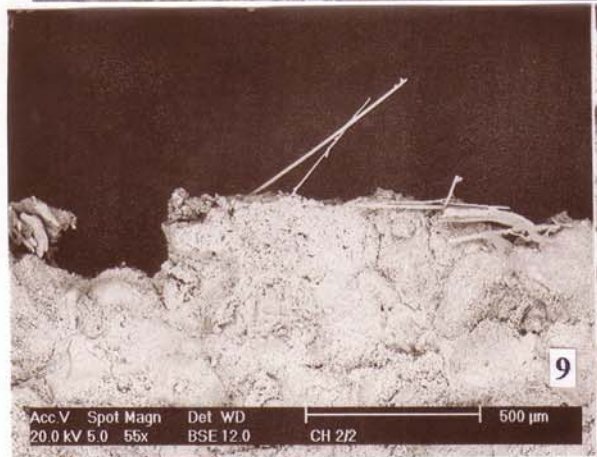
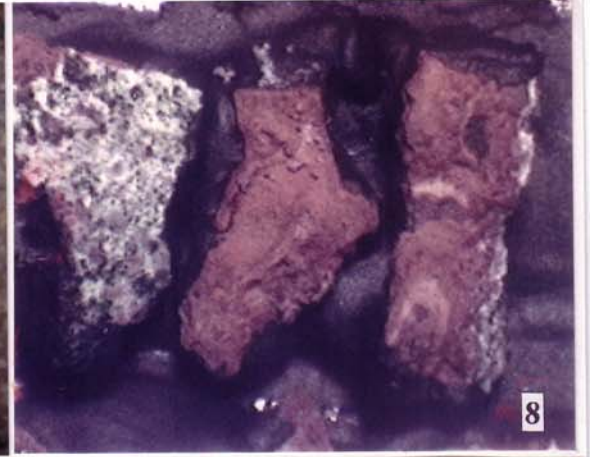


Abb.7: Probennahmestelle CH 2/2: Algenbewuchs auf Ziegel (Konversensaal, O-Wand)

Abb.8: Lichtmikroskopische Aufnahme der präparierten Probe CH 2/2: von links nach rechts Oberseite mit Tüncheresten, Unterseite, Querbruch (Bildbreite: 10 mm)

Abb.9: REM-RE-Aufnahme von KNO_3 -Nadeln am Querbruch der Probe CH 2/2

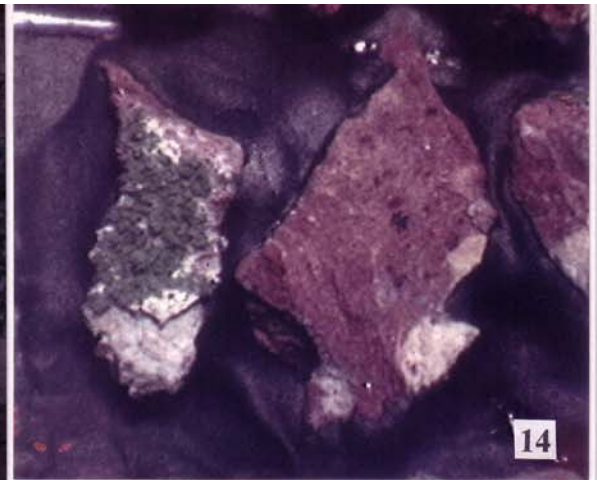
Abb.10: REM-RE-Aufnahme von KNO_3 -Kristallen an der Oberfläche der Probe CH 2/2

Abb.11: REM-SE-Aufnahme von Algen an der Oberfläche der Probe CH 2/2: Die Kugelformen der Algen zeigen Übergänge zu einem strukturarmen Film (Schleimbildung!).

Abb.12: Zu Abb.11 gehörige REM-RE-Aufnahme: Unter dem Algenfilm sind die Reste der Tünche sowie einige Gipskristalle (hell) zu erkennen.



13

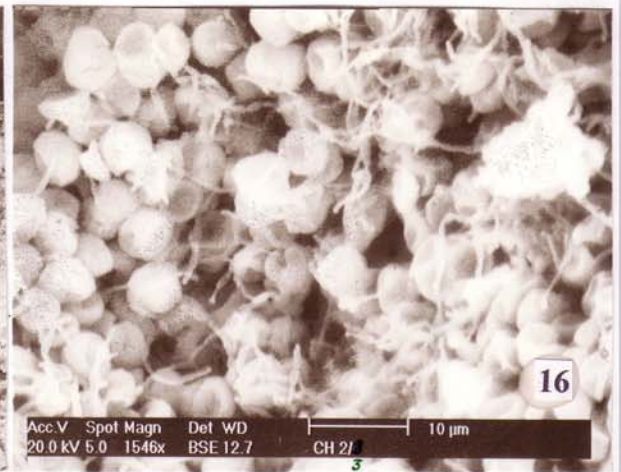


14



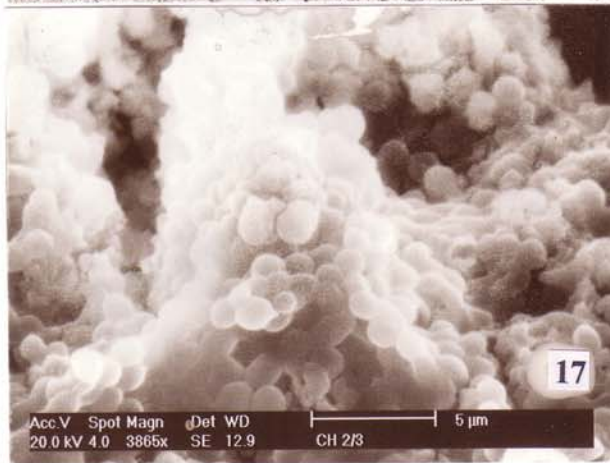
15

Acc.V Spot Magn Det WD
20.0 kV 5.0 26x BSE 12.9
CH 2/3 1 mm



16

Acc.V Spot Magn Det WD
20.0 kV 5.0 1546x BSE 12.7
CH 2/3 10 µm



17

Acc.V Spot Magn Det WD
20.0 kV 4.0 3865x SE 12.9
CH 2/3 5 µm

Abb.13:

Probennahmestelle CH 2/3: Algenrasen auf Ziegel (Konversensaal W-Wand): Der Fugenmörtel wurde in der jüngeren Vergangenheit erneuert.

Abb.14:

Lichtmikroskopische Aufnahme der präparierten Probe CH 2/3: von links nach rechts Oberseite mit Tüncheresten und Algen und Unterseite (Bildbreite: 10mm)

Abb.15:

REM-RE-Aufnahme am Querbruch der Probe CH 2/3: Über der vergipsten Ziegeloberfläche (helle Zone, Bildmitte) erkennt man die Tünchereste (etwas dunkler) und in deren äußerstem Bereich die Algenschicht

Abb.16:

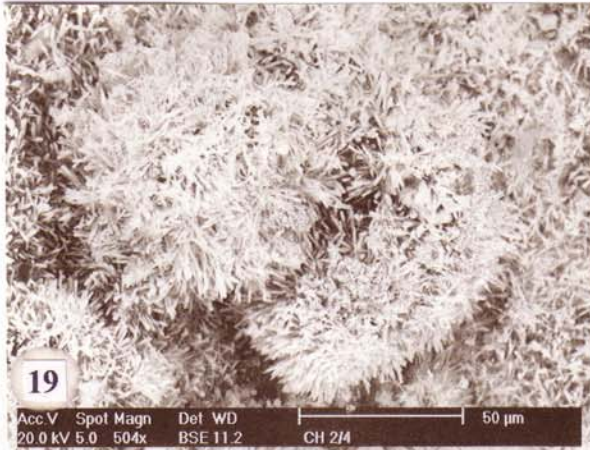
REM-RE-Aufnahme der "Biologie" an der Oberfläche der Probe CH 2/3: Algen und Pilzhyphen. Weiterhin sind Gipskristalle (hell) zu erkennen.

Abb.17:

REM-SE-Aufnahme von Bakterienkolonien, aufgenommen am Querbruch im Übergangsbereich Ziegel / Tünchereste

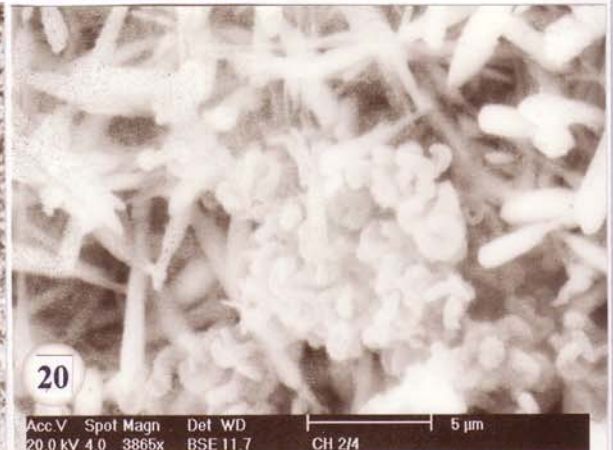


18



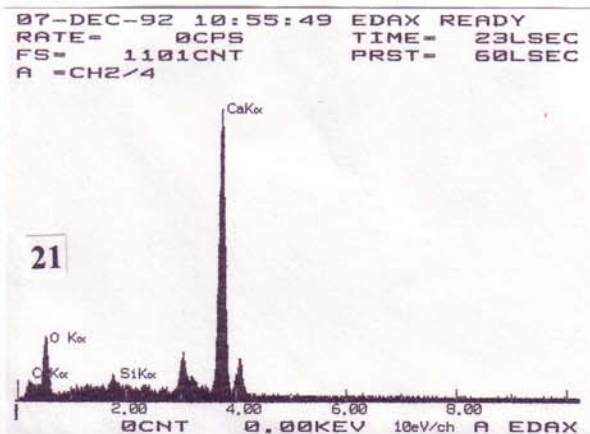
19

Acc.V Spot Magn Det WD | 50 µm
20.0 kV 5.0 504x BSE 11.2 | CH 2/4



20

Acc.V Spot Magn Det WD | 5 µm
20.0 kV 4.0 3865x BSE 11.7 | CH 2/4



21

Abb.18: Probennahmestelle CH 2/4: Salzausblühung hinter Ziegelbruchstück (Konversensaal, W-Wand)

Abb.19: REM-RE-Aufnahme der zu untersuchenden stengeligen Salzkristalle (CaCO_3)

Abb.20: Ausschnitt aus Abb.19: CaCO_3 -Kristalle und bisher nicht identifizierte "Biologie"

Abb.21: EDX-Spektrum der in den Abb.19 und 20 dargestellten Kristalle. Der erforderliche CO_3 -Nachweis erfolgte naßchemisch.

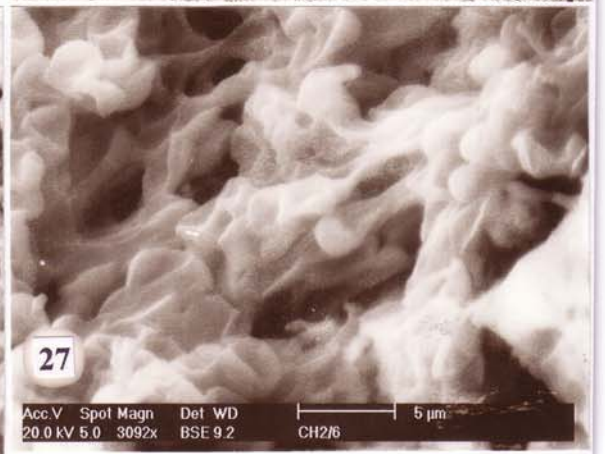
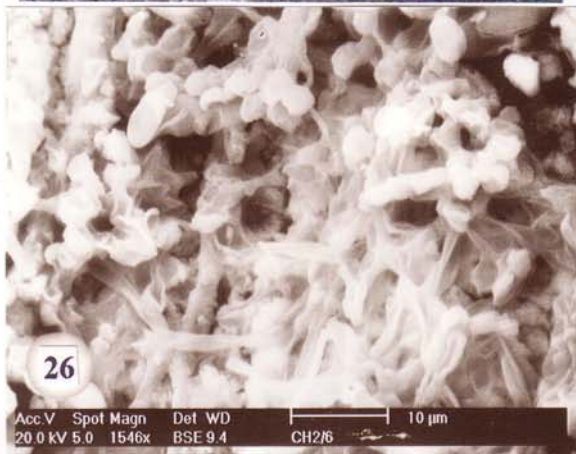
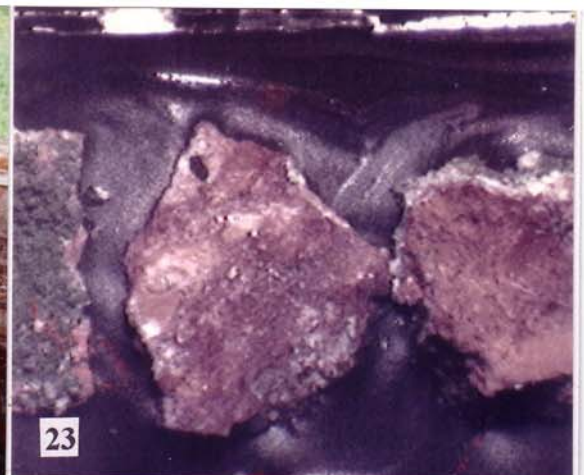


Abb.22: Probennahmestelle CH 2/5: Algenbewuchs an der Ostwand im westlichen Kreuzgang

Abb.23: Lichtmikroskopische Aufnahme der präparierten Probe CH 2/5: von links nach rechts Oberseite mit Algen, Unterseite, Querbruch (Bildbreite: 10 mm)

Abb.24: Probennahmestelle CH 2/6: Algenbewuchs an der Westwand, außen

Abb.25: REM-RE-Aufnahme am Querbruch der Probe CH 2/6: Auffällig sind hier die teilweise recht großen Magerungsanteile des Ziegels. An der Oberfläche (dunkel) ist die Algenschicht zu erkennen.

Abb.26: REM-RE-Aufnahme im Bereich der Algen an der Oberfläche von Probe CH 2/6: Die faserförmigen Strukturen können von uns nicht sicher interpretiert werden. Entweder handelt es sich ebenfalls um eine Form der Schleimbildung oder um weitere "Bio"-Bestandteile (Flechten?)

Abb.27: Ausschnitt aus Abb.26

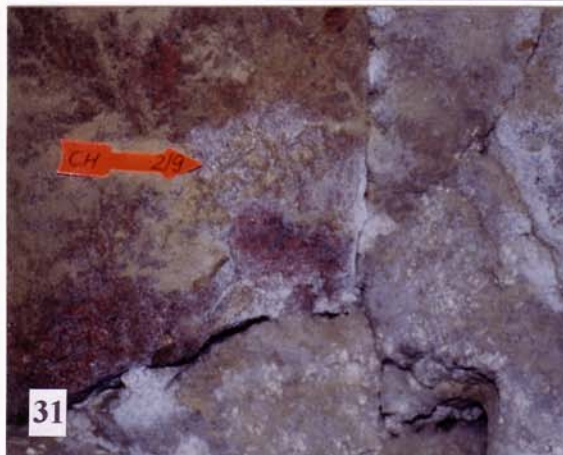


Abb.28: Probenahmestelle CH 2/7: Salzausblühung im Keller unter dem westlichen Kreuzgang (KNO_3)

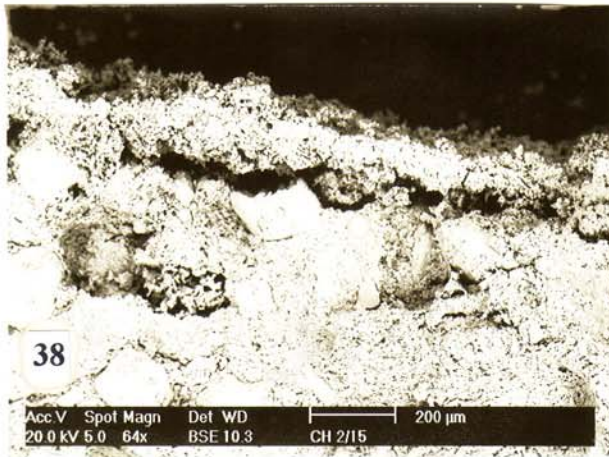
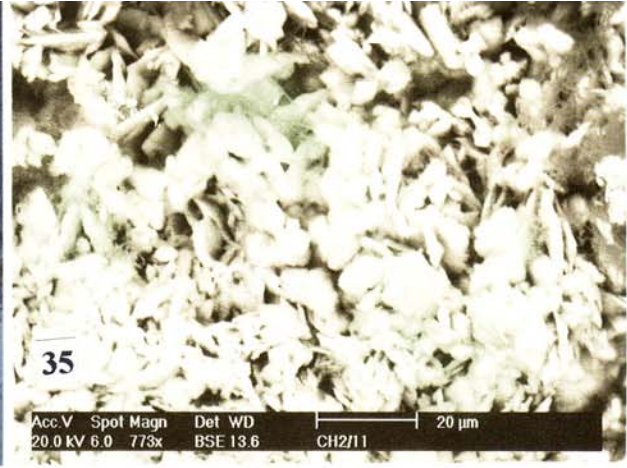
Abb.29: Probenahmestelle CH 2/8: Salzausblühung im Keller unter dem westlichen Kreuzgang (Gips)

Abb.30: REM-RE-Aufnahme von Probe CH 2/8: Gipskristalle (z.T. tafelige Kristalle) und Pilzhyphen

Abb.31: Probenahmestelle CH 2/9: Salzausblühung im Keller unter dem westlichen Kreuzgang (Gips)

Abb.32: Probenahmestelle CH 2/10: Salzausblühung im Keller unter dem westlichen Kreuzgang (Gips und KNO_3)

Abb.33: REM-RE-Aufnahme von Probe CH 2/10: feinkristalliner Gips und KNO_3 (stengelige Kristalle, teilweise stark angelöst)



07-DEC-92 11:00:13 EDAX READY
 RATE= 0CPS TIME= 62LSEC
 FS= 1473CNT PRST= 60LSEC
 A -CH 2/15, Oberflaeche

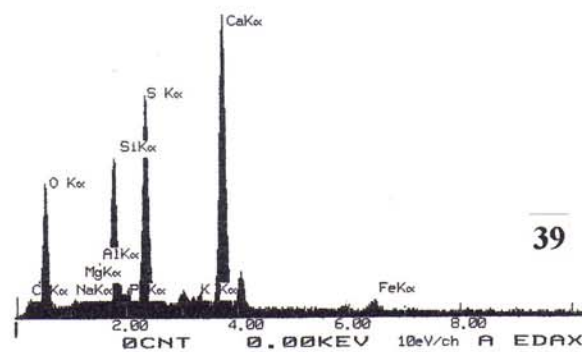


Abb.34: Probennahmestelle CH 2/11; Salzausblühung im Keller unter dem westlichen Kreuzgang

Abb.35: REM-Aufnahme von Probe CH 2/11: Gips

Abb.36: Probennahmestelle CH 2/15: Ziegel mit Tünche-resten ohne Algenbewuchs (Konversensaal, O-Wand, unterhalb der intensiv bewachsenen Fläche)

Abb.37: Lichtmikroskopische Aufnahme des Querbruches der präparierten Probe CH 2/15 (Bildbreite: 6 mm): Obwohl nur etwa 20 cm von der Entnahmestelle der Probe CH 2/1 entfernt, liegen hier völlig andere Verhältnisse vor (keine Vergipsung im Porenraum des Ziegels, keine Gefügauflockerung)

Abb.38: REM-RE-Aufnahme des Querbruches der Probe CH 2/15: Die Tüncheschicht liegt im abgebildeten Bereich hohl und ist an der Oberfläche vergipst.

Abb.39: EDX-Spektrum eines dünn vergipsten Ziegeloberflächenbereiches ("normales" Ziegelspektrum mit stark erhöhten Ca- und S-Gehalten)

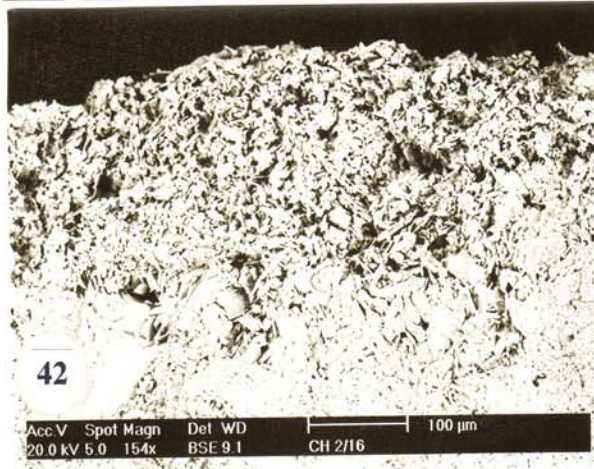
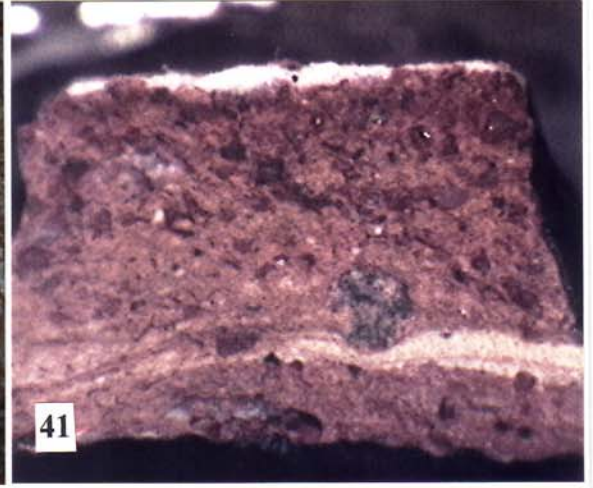


Abb.40:
 Probennahmestelle CH 2/16: Ziegel mit Tüncheresten ohne Algenbewuchs (Konversensaal, O-Wand, oberhalb der intensiv bewachsenen Fläche)

Abb.41:
 Lichtmikroskopische Aufnahme des Querbruches der präparierten Probe CH 2/16: An der Oberfläche erkennt man die Tünchereste (Bildbreite: 6 mm)

Abb.42:
 REM-RE-Aufnahme am Querbruch der Probe CH 2/16: Vollständig vergipster Tüncherest. Darüber hinaus ist der gesamte Porenraum des Probenstückes vergipst (mindestens bis in 4 mm Tiefe).

Abb.43:
 Probennahmestelle CH 2/17: Ziegel mit Tüncheresten ohne Algenbewuchs (W-Wand im westlichen Kreuzgang)

Abb.44:
 Lichtmikroskopische Aufnahme der präparierten Probe CH 2/17: Oberseite mit Tüncheresten und Unterseite (Bildbreite: 10 mm)

Abb.45:
 Lichtmikroskopische Aufnahme der präparierten Probe CH 2/17: Unterseite und Querbruch (Bildbreite: 10 mm)



07-DEC-92 10:57:12 EDAX READY
 RATE= 1CPS TIME= 90LSEC
 FS= 3199CNT PRST= 60LSEC
 A -CH 2/18

07-DEC-92 10:58:18 EDAX READY
 RATE= 0CPS TIME= 34LSEC
 FS= 895CNT PRST= 60LSEC
 A -CH 2/18, Ber. ohne Bewuchs

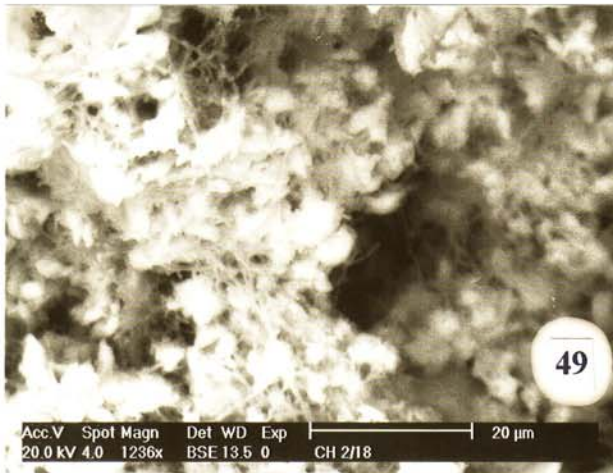
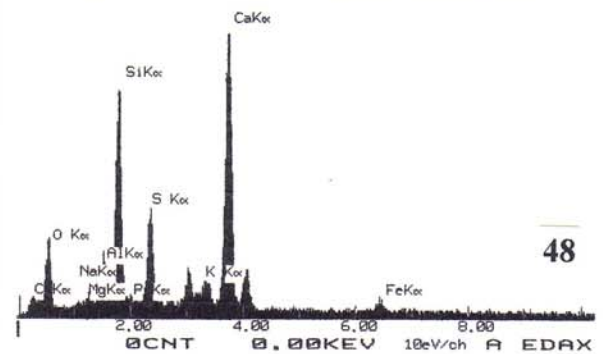
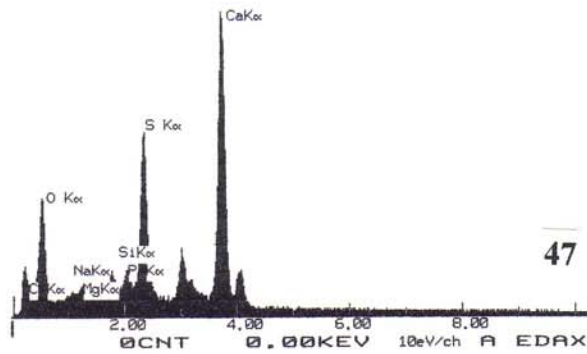


Abb.46: Probenmestelle CH 2/18: Bewachsener und unbewachsener Bereich eines Ziegels

Abb.47: EDX-Spektrum, aufgenommen im Bereich der vergipsten Tünchereste unter den Algen.
 Der P-Peak konnte bisher nicht zugeordnet werden.

Abb.48: EDX-Spektrum, aufgenommen an der Oberfläche der Ziegel im unbewachsenen Bereich
 (Gipsbildung, kein P)

Abb.49: REM-RE-Aufnahme der unbewachsenen Oberfläche: Tünchereste und Pilzhyphen
 (dunkel), Gipskristalle (hell)