

FREIE HANSESTADT  BREMEN

Amtliche Materialprüfungsanstalt (MPA Bremen)

<http://www.mpa-bremen.de>

Paul-Feller-Str. 1

28199 Bremen

☎ 0421 / 53708 0

📠 0421 / 53708 10

mail@mpa-bremen.de

1. Untersuchungskampagne
Vorburggebäude des Wasserschlosses Hovestadt
in Lippetal-Hovestadt
vom 23. - 26. 08. 1993
mit dem Labormobil

Zusammenfassung

Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt:

Pferdestall innen

Nr.	Lage	Höhe/m	Fragestellung	Nitrattest	Ergebnis
2/1	E-Wand	0.20	Salze	schwach	nur Kalksalpeter möglich
2/2	"	1.20	"	schwach	nur Kalksalpeter möglich
2/3	"	2.20	"	deutlich	nur Kalksalpeter möglich
2/4	"	3.20	"	deutlich	nur Kalksalpeter möglich
2/5	N-Wand	0.20	"	deutlich	Kalialpeter (KNO ₃)
2/6	N-Wand	0.30	"	deutlich	Kalialpeter

Pferdestall außen

2/7	E-Wand	1.75	Zusammensetzg. der weißen Schichten	nicht bestimmt	Kalkschichten, Gips im Kalkmörtel
2/8	E-Wand	1.75	Verdacht auf Kupfer	nicht bestimmt	kein Kupfer, starke Belastung durch Mikroorganismen

Der Ammoniumtest war in allen Fällen negativ.

Untersuchungsmethoden und Präparationstechniken

Für die Untersuchungen wurde die Stereomikroskopie eingesetzt, die unter anderem wichtige Farbinformationen liefert. Anschließend erfolgte eine Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM). Diese liefert besonders mit Hilfe des Rückstreuелеktronen-Signals (BSE) eine Differenzierung der enthaltenen Elemente durch unterschiedliche Helligkeit aufgrund der Abhängigkeit von der Ordnungszahl. Daneben kann hier durch energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX) eine punktweise Element-Identifizierung vorgenommen werden. Die qualitativen Nitrat- und Ammoniumtests wurden mittels Teststäbchen der Fa. Merck durchgeführt. Alle Proben wurden auf einen leitfähigen Untergrund präpariert. Zusätzlich wurden die Proben 2/3 und 2/4 in Epoxidharz (Epofix) eingebettet und Anschnitte (Querschnitt der Probe) angefertigt. Mit Ausnahme der Proben 2/5 und 2/6 (Tupfproben) wurden alle Proben mit Silber besputtert.

HO 2/1 (6019)

Probenstelle: Pferdestall, E-Innenwand, 36 cm nördl. der SE-Ecke, 20 cm Höhe

Probenart: Schlagprobe, Zementputz mit äußerem bräunlich-roten Anstrich

Fragestellung: Salze im Putz

Ergebnis: Es handelt sich um einen dichten (Abb. 1.3), sehr harten Zementmörtel (Abb. 1.4), dessen Oberfläche mit einem rötlichen Anstrich (Abb. 1.2) versehen wurde. Im REM (Abb. 1.3) wird sichtbar, daß es sich tatsächlich nur um eine Farbschicht handelt. Es konnte weder im Zementputz noch im Kontaktbereich Salz nachgewiesen werden. Der qualitative Nitrattest war nur schwach positiv. Als Kation kommt lediglich Calcium in Betracht (Kalksalpeter).

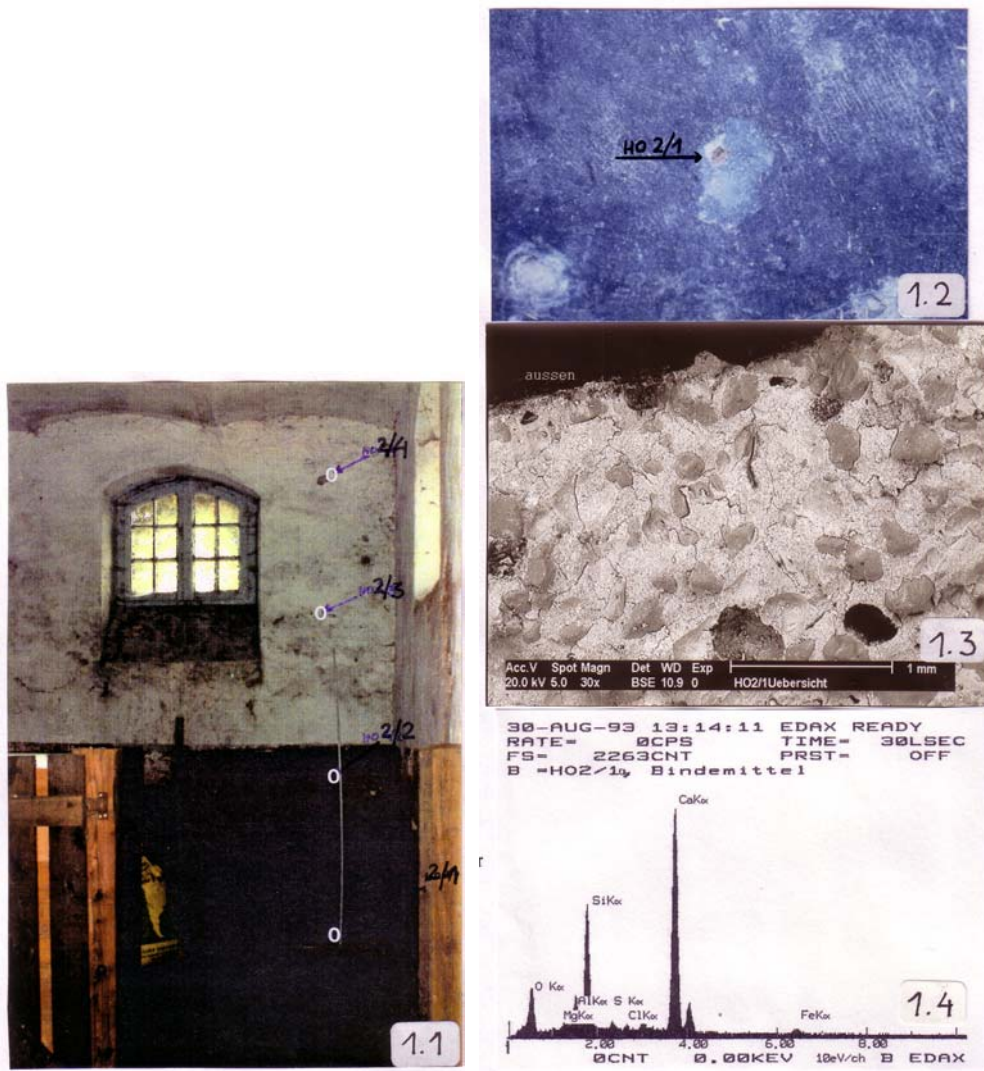


Abb. 1.1: Übersichtsaufnahme der Probenentnahmestellen
HO 2/1 - 2/4

Abb. 1.2: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/1 nach der
Probennahme

Abb. 1.3: REM-Übersichtsaufnahme des Querbruchs der
Probe HO 2/1, deutlich sichtbar ist das
dichte Gefüge

Abb. 1.4: EDX-Spektrum der Zementmatrix der
Probe HO 2/1

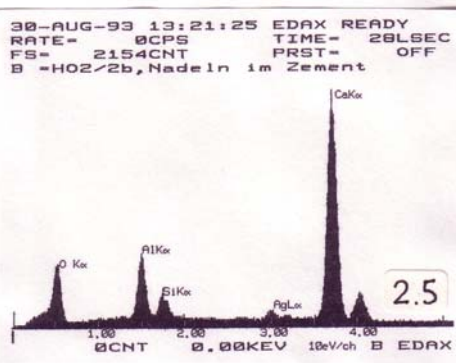
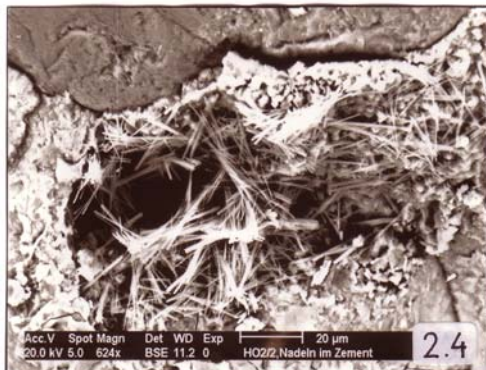
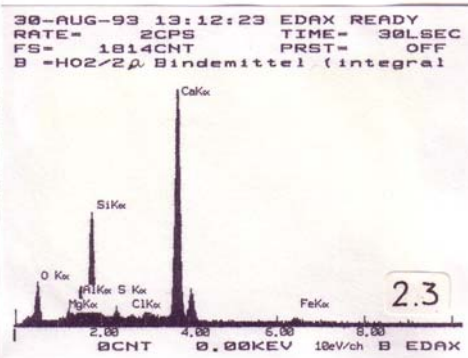
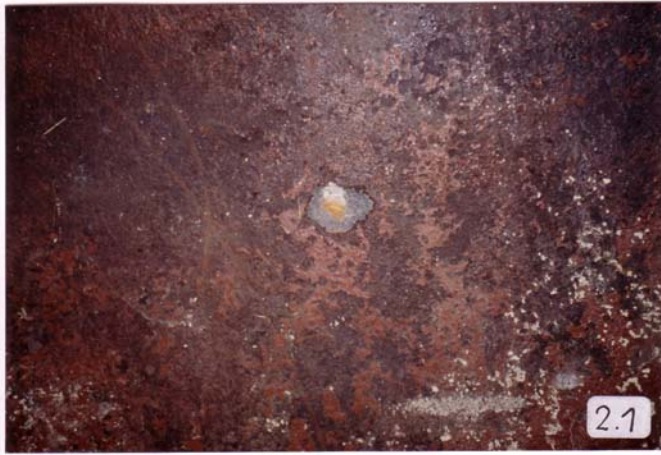
HO 2/2 (6020)

Probenstelle: Pferdestall, E-Innenwand, 36 cm nördl. der SE-Ecke, 1.20 m Höhe

Probenart: Schlagprobe, Zementputz mit äußerem bräunlich-roten Anstrich

Fragestellung: Salze im Putz

Ergebnis: Das Bindemittel ist zementär (Abb. 2.3) und mit demjenigen der Probe HO 2/1 vergleichbar. Die REM-Übersichtsaufnahme des Querbruchs (Abb. 2.2) zeigt jedoch im Gegensatz zu Probe HO 2/1 deutlich Bereiche mit Bindemittelverlust. In einigen Poren im Zement wurden Nadeln (Abb. 2.4) aus Ca - Al - Si (Abb. 2.5) gefunden. Eine eindeutige Identifizierung ist jedoch mit rasterelektronenmikroskopischen Methoden nicht möglich. Es könnte sich evtl. um eine Form des Calciumaluminathydrats handeln, der Siliziumpeak müßte dann jedoch dem Untergrund (Quarzzuschlag) zugeordnet werden. Salz zwischen Farbe und Zement oder im Zement wurde analog zu Probe HO 2/1 nicht nachgewiesen. Auch hier ist der qualitative Nitratstest nur schwach positiv.



- Abb. 2.1: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/2 nach der Probennahme
 Abb. 2.2: REM-Übersichtsaufnahme des Querbruchs der Probe HO 2/2, deutlich sichtbar ist das lockere Gefüge
 Abb. 2.3: EDX-Spektrum der Zementmatrix der Probe HO 2/2
 Abb. 2.4: REM-Detailaufnahme der Nadeln in einer Pore der Zementmatrix der Probe HO 2/2
 Abb. 2.5: EDX-Spektrum der Nadeln aus Abb. 2.4

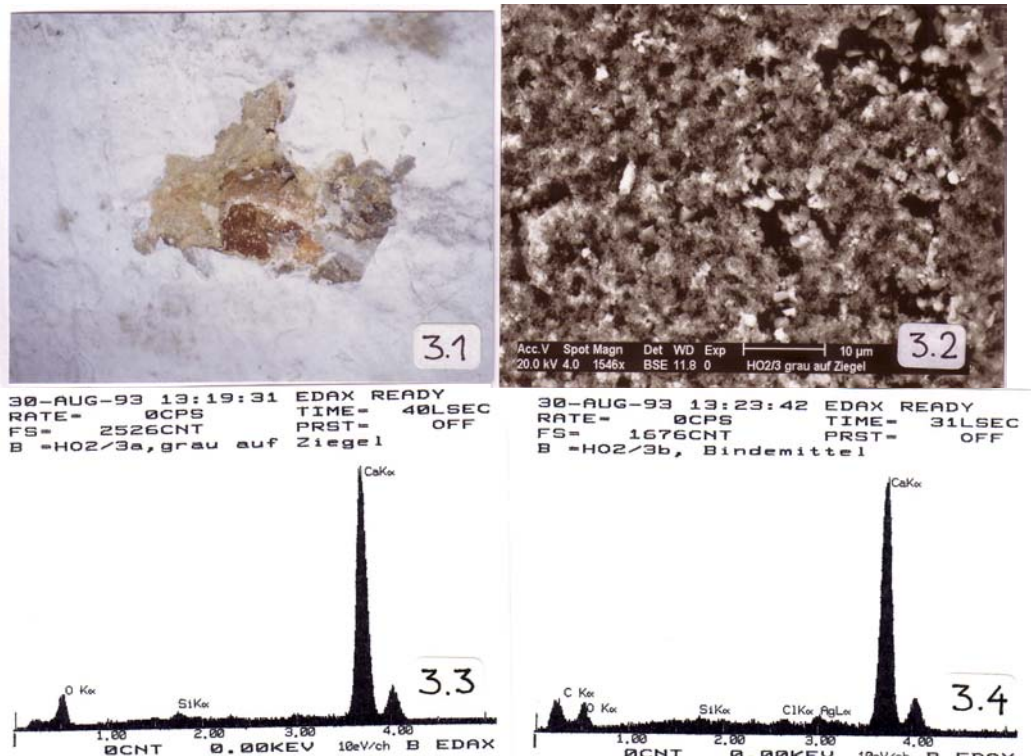
HO 2/3 (6021)

Probenstelle: Pferdestall, E-Innenwand, 36 cm nördl. der SE-Ecke, 2.20 m Höhe

Probenart: Schlagprobe mit weißen Oberflächenanstrichen

Fragestellung: Salze im Putz und in/zwischen den Tünchen

Ergebnis: Mit der Probe konnte der Aufbau der Mauerwerksoberfläche an dieser Stelle erfaßt werden. Die verbauten Ziegel haben an der Oberfläche einen grauen, leicht glänzenden Belag, der mit Hilfe der EDX-Analyse als Kalk (Abb. Abb. 3.3) identifiziert werden konnte. Dieser Belag hat eine extrem feste Haftung auf dem Ziegel. Der Mörtel, der zum einen als Fugenmörtel eingesetzt wurde, zum anderen aber auch über den Ziegel aufgebracht worden sein muß, hat einen deutlichen Bindemittelverluß. Reste davon lassen jedoch auf calcitisches Bindemittel (Abb. 3.4) schließen. Darüber folgen mehrere Kalkanstriche, die sich an vielen Stellen sowohl vom grauen Kalkbelag auf dem Ziegel als auch vom Mörtel als gesamtes Paket ablösen. Salz konnte an keiner Stelle der Probe nachgewiesen werden. Da der qualitative Nitrattest deutlich positiv war, kommt vermutlich wiederum Kalksalpeter ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) in Frage.



- Abb. 3.1: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/3 nach der Probennahme
 Abb. 3.2: REM-Detailaufnahme des grauen Kalkbelags auf Ziegel in Probe HO 2/3
 Abb. 3.3: EDX-Spektrum von Kalk am Beispiel des grauen Kalkbelags auf Ziegel in Probe HO 2/3
 Abb. 3.4: EDX-Spektrum vom Bindemittelrest des Kalkmörtels in Probe HO 2/3

HO 2/4 (6022)

Probenstelle: Pferdestall, E-Innenwand, 36 cm nördl. der SE-Ecke, 3.20 m Höhe

Probenart: Schlagprobe mit weißen Oberflächenanstrichen

Fragestellung: Salze im Putz und in/zwischen den Tünchen

Ergebnis: Im Unterschied zu Probe HO 2/3 ist hier das Bindemittel des Mörtels stark silikathaltig (Abb. 4.3). Möglicherweise handelt es sich hier um Traß, jedoch wurden in diesem Probenstück keine weiteren Hinweise gefunden, die diese Vermutung bestätigen würden. Über dem Mörtel findet man auch hier mehrere Kalklagen (Abb. 4.2, vgl. HO 2/3). Es konnte an keiner Stelle Salz nachgewiesen werden, sodaß auch hier aufgrund des deutlich positiven Nitrattests nur Kalksalpeter in Frage kommt.

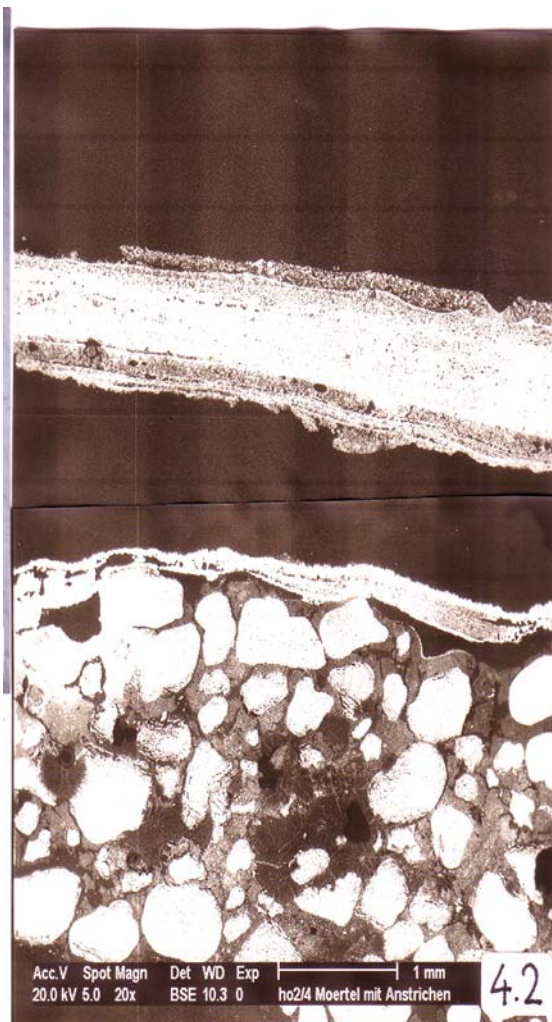
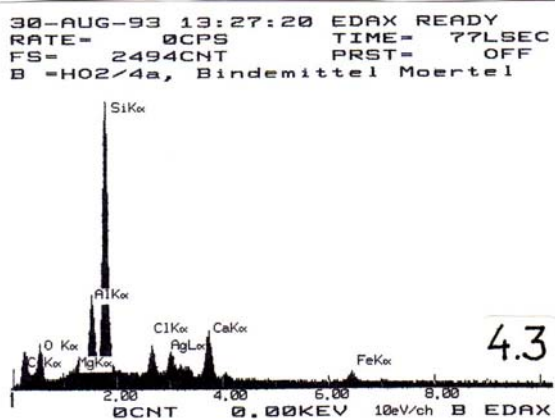


Abb. 4.1: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/4 nach der Probennahme

Abb. 4.2: REM-Übersichtsaufnahme des Anschnitts der Probe HO 2/4: Mörtel mit Kalkschichten

Abb. 4.3: EDX-Spektrum des Bindemittels des Mörtels der Probe HO 2/4

HO 2/5 (6023) und HO 2/6 (6024)

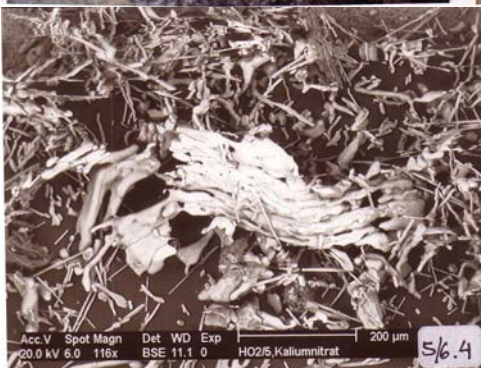
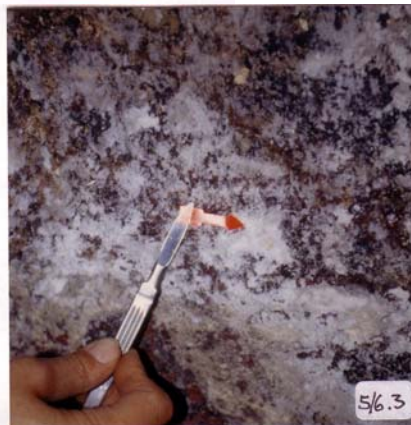
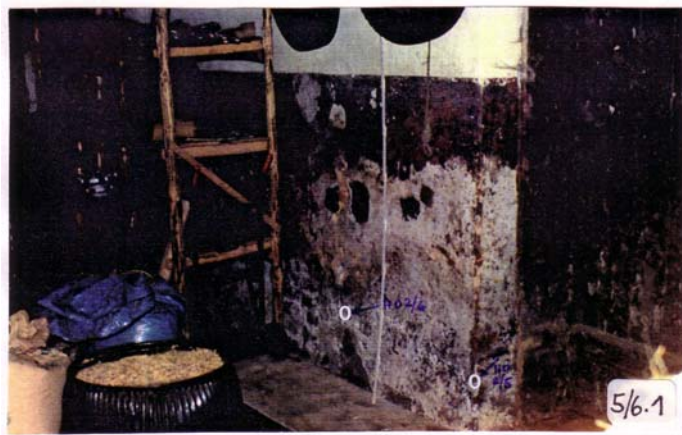
Probenstelle HO 2/5: Pferdestall, Innenraum, E-exponierte Flanke der Tür zum nördl. Pferdestall, ca. 20 cm Höhe

Probenstelle HO 2/6: Pferdestall, Innenraum, Wand zwischen Durchgangstür zum nördl. Pferdestall, ca. 1 m östl. dieser Tür, ca. 30 cm Höhe

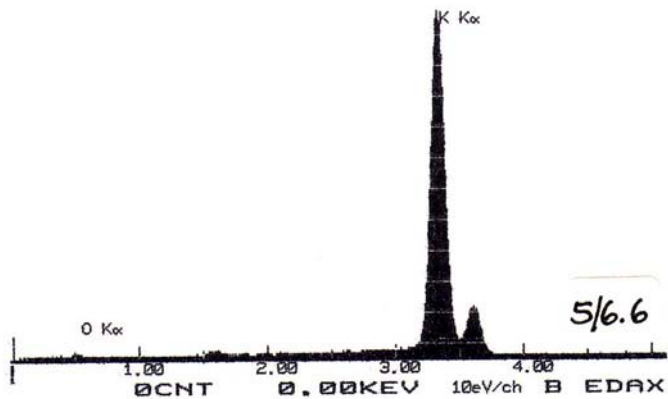
Probenart: Tupfproben

Fragestellung: Salzarten

Ergebnis: Es handelt sich bei beiden Proben ausschließlich um Kaliumnitrat (Nitrattest stark positiv) (Abb. 6/6.4, 5/6.5, 5/6.6). Der Ammoniumtest war negativ.



30-AUG-93 13:10:26 EDAX READY
RATE= 0CPS TIME= 25LSEC
FS= 3958CNT PRST= OFF
B =HO2/5a, Kaliumnitrat



- Abb. 5/6.1: Übersichtsaufnahme der Probenentnahmestellen HO 2/5 und 2/6
- Abb. 5/6.2: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/5 vor der Probennahme
- Abb. 5/6.3: Detailaufnahme der Probenstelle HO 2/3 vor der Probennahme
- Abb. 5/6.4: REM-Aufnahme von Kaliumnitrat, Probe HO 2/5
- Abb. 5/6.5: REM-Aufnahme von Kaliumnitrat, Probe HO 2/6
- Abb. 5/6.6: EDX-Spektrum von Kalium am Beispiel der Probe HO 2/5

HO 2/7 (6025)

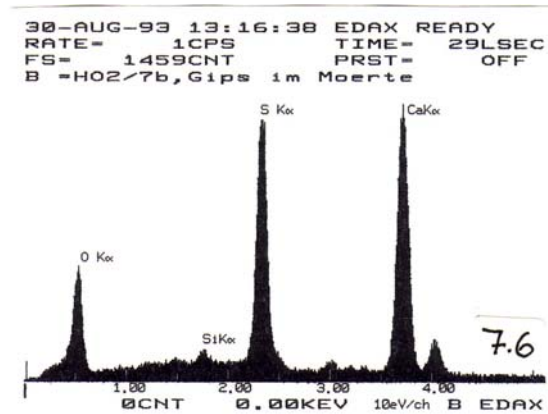
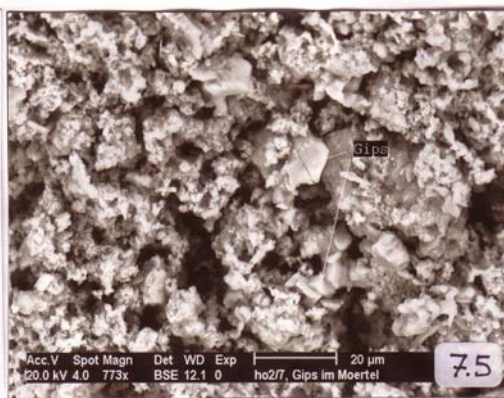
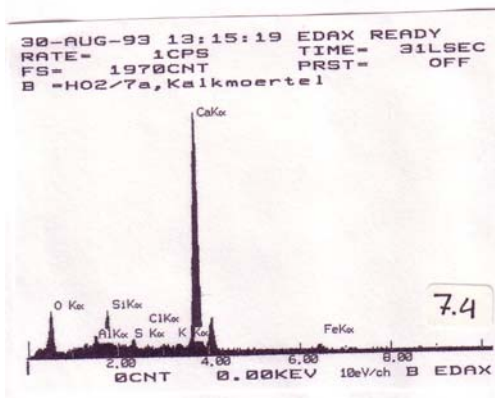
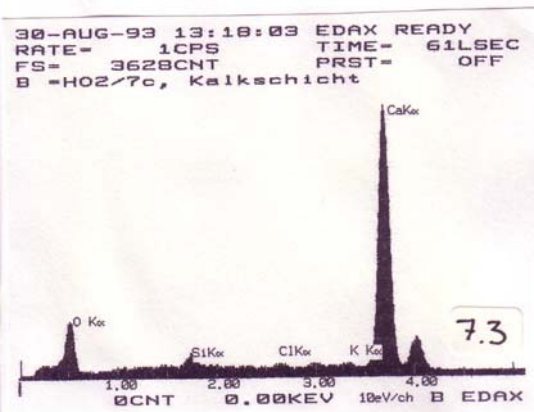
Probenstelle: Pferdestall, E-Außenfassade, südl. der E-Eingangstür, nördl. des 2. Fensters von dieser Tür aus gezählt, ca. 30 cm nördl. des Bohrprofils, ca. 1.75 m Höhe, Probennahme durch Herrn Rankers

Probenart: Schlagprobe, Putz mit 2 weißen Anstrichen

Fragestellung: Zusammensetzung der Anstriche

Ergebnis: Die äußeren beiden weißen Schichten (Abb. 7.2) sind Kalkschichten (Abb. 7.3), darunter kommt ein Kalkmörtel (Abb. 7.4), der mit Gips (Abb. 7.5, 7.6) belastet ist. In den Kalkschichten konnte kein Salz nachgewiesen werden.





- Abb. 7.1: Probennahmestelle HO 2/7 und 2/8 nach der Probennahme
 Abb. 7.2: REM-Übersichtsaufnahme des Bruchstücks HO 2/7
 Abb. 7.3: EDX-Spektrum der Kalkschichten am Beispiel der oberen Kalkschicht der Probe HO 2/7
 Abb. 7.4: EDX-Spektrum des Kalkmörtels der Probe HO 2/7
 Abb. 7.5: REM-Detailaufnahme von Gipskristallen im Kalkmörtel der Probe HO 2/7
 Abb. 7.6: EDX-Spektrum von Gipskristallen im Kalkmörtel der Probe HO 2/7

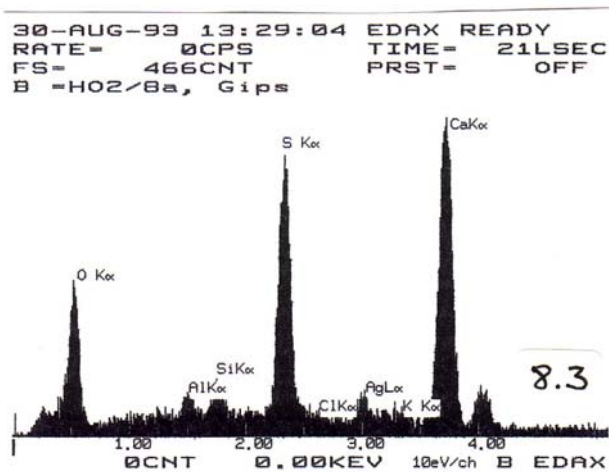
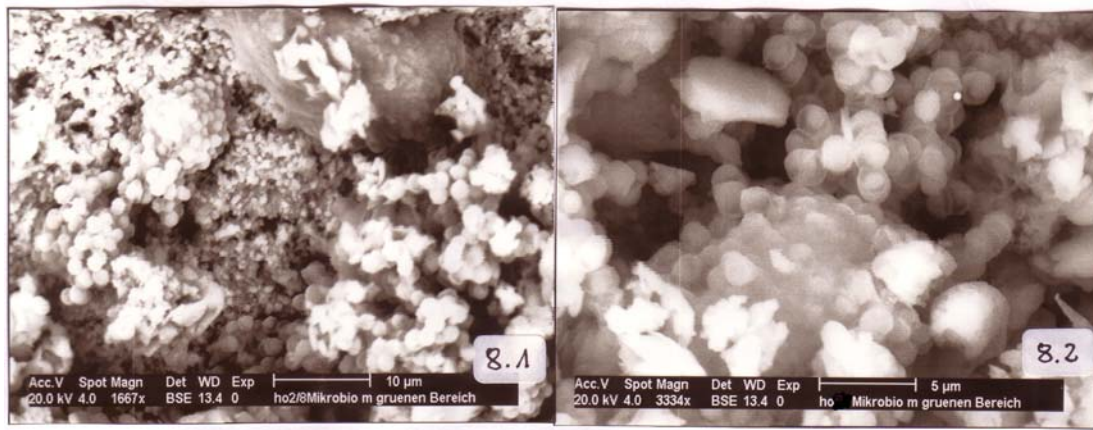
HO 2/8 (6026)

Probenstelle: Pferdestall, E-exponierte Außenfassade, entnommen durch Herrn Rankers

Probenart: Kratzprobe, Putz mit grünem Bereich

Fragestellung: Zusammensetzung des grünen Bereichs, Verdacht auf Kupfer

Ergebnis: Kupfer konnte nicht nachgewiesen werden. Die Putzmatrix enthält einen geringen Gipsanteil (Abb. 8.3). Desweiteren wurde eine Vielzahl von Mikroorganismen (Abb. 8.1, 8.2) beobachtet. Vermutlich ist die Grünfärbung auf diese zurückzuführen.



- Abb. 8.1: REM-Aufnahme von Mikroorganismen im grünen Bereich der Putzprobe HO 2/8
Abb. 8.2: REM-Detailaufnahme von Mikroorganismen im grünen Bereich der Putzprobe HO 2/8
Abb. 8.3: EDX-Spektrum von Gips im Putz der Probe HO 2/8

