

## Orientierungsinspektion

### **Aachener Rathaus**

vom 0.-04.11.1992 mit dem Labormobil



## Zusammenfassung

Es wurden Oberflächen auf Reste eines Festigers (Kieselsäure), Salze und Biologie untersucht.

Probennr.	Material	Behandlung	Ergebnis
ACR 1/1	Sst-Schale	gereinigt + gefestigt	Reste v. Kieselgel als dünne Haut Oberfläche stark vergipst keine Biologie
ACR 1/2	dol. Kalkstein	gereinigt + gefestigt	Reste v. Kieselgel m. Schwindrissen, darunter Lösungsstrukturen der Kristalle keine Salze Biologie
ACR 1/3	Kalkstein	gereinigt + gefestigt	Reste v. Kieselgel m. deutlichen Schwindrissen, stark abkreibend keine Salze keine Biologie
ACR 1/4	Kalkmörtel m. schwarzer Kruste	unbehandelt	dicke Gipskruste (ca. 1.5 mm) wenig Biologie
ACR 1/5	Savonnierkalk, Figur	unbehandelt	Si-Ca-Kruste stark anhaftend sehr wenig Gips keine Biologie
ACR 1/6	Savonnierkalk, Figur	mit Reinigungspaste	Reste v. Kieselsäurepaste als Anreicherungsraum an alterierten Ooiden keine Salze Biologie im Kontaktbereich Ooid/Sparit angereichert
ACR 1/7	hellgelber Sst.	mit Fluaten?	Reste von Fluaten Gipskruste wenig Biologie

## Untersuchungsmethoden und Präparationstechniken

Für die Untersuchungen wurde die Stereomikroskopie (SteMi) eingesetzt, die unter anderem wichtige Farbinformationen liefert. Außerdem erfolgte eine Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM). Diese liefert besonders mit Hilfe des Rückstreuелеktronen-Signals (RE) eine Differenzierung der enthaltenen Elemente durch unterschiedliche Helligkeit aufgrund der Abhängigkeit von der Ordnungszahl. Daneben kann hier durch energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX) eine punktweise Identifizierung vorgenommen werden.

Von allen Proben wurden Bruchstücke mit Leit-C auf Aluträger präpariert und mit Silber besputtert.

## ACR 1/1 (4603) TAFEL I

Probenstelle: Westl. des Marientores, 1. Quader über Sockel, 2. Quader von W, Schale aus hellem, feinkörnigen Sandstein auf gereinigter und gefestigter Fläche

Ergebnis: Die im SteMi glänzend wirkende Oberfläche der Sandsteinschale (Abb. 2) zeigt eine starke Vergipsung (Abb. 3, 4, 5). Die Gipskristalle haben hauptsächlich eine tafelige Ausbildung (Abb. 3) und stellenweise deutet ihre Oberfläche auf eventuelle Lösungsvorgänge hin (Abb. 5). Deutlich sind im REM Reste einer früheren Kieselgelbehandlung (Abb. 6) als dünne Haut (Abb. 5) zu erkennen.



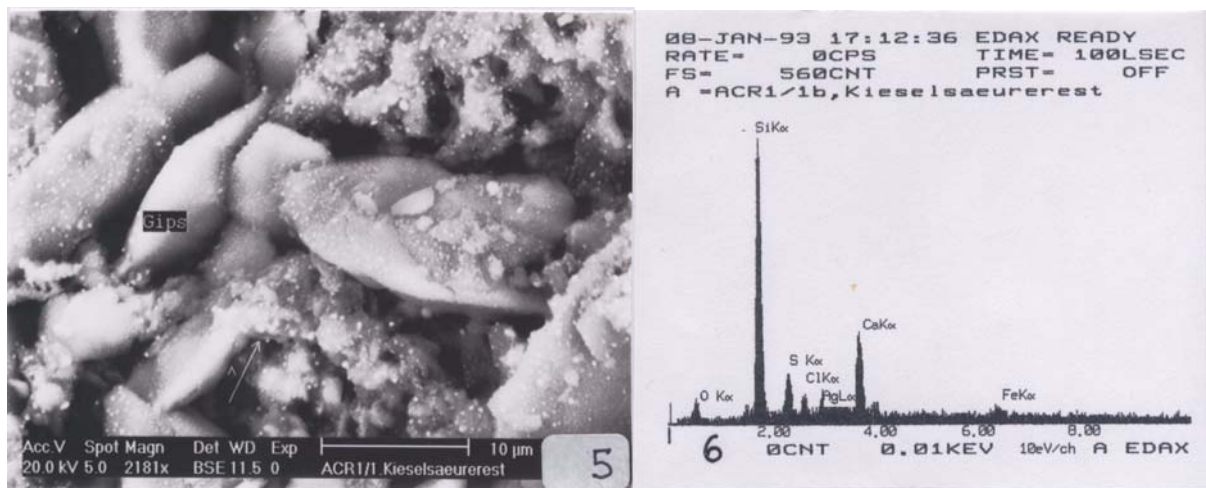
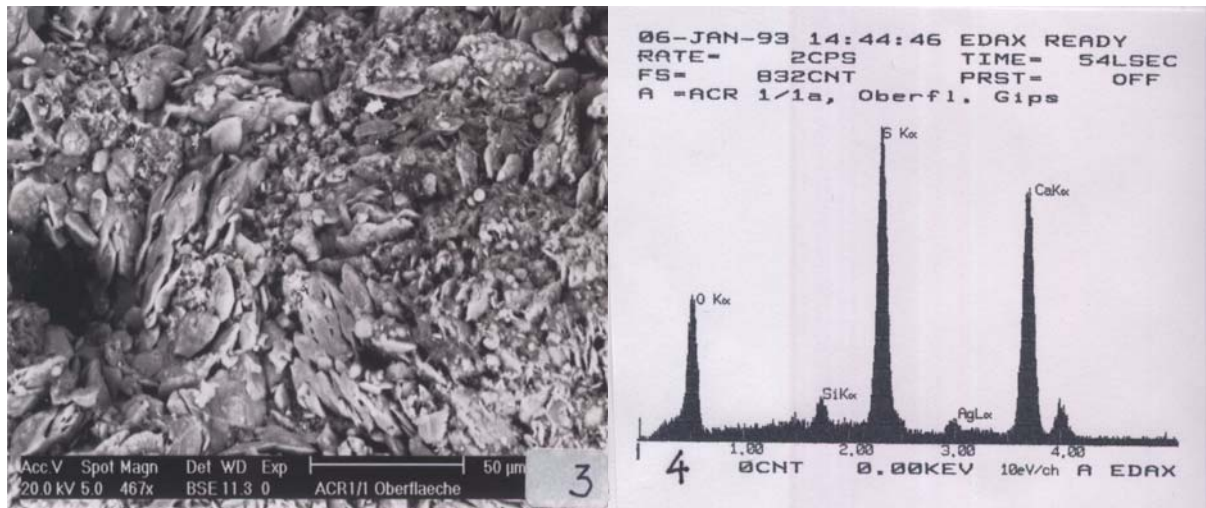


Abb. 1: Probenahmestelle ACR 1/1

Abb. 2: SteMi-Aufnahme des Schalenstücks, Bildbreite 10.2 mm

Abb. 3: REM-Übersichtsaufnahme (RE-Darstellung) der Probenoberfläche mit deutlicher, hauptsächlich tafeliger Gipsausbildung (vgl. Abb. 4, 5)

Abb. 4: EDX-Spektrum von Gips auf der Probenoberfläche (vgl. Abb. 3, 5)

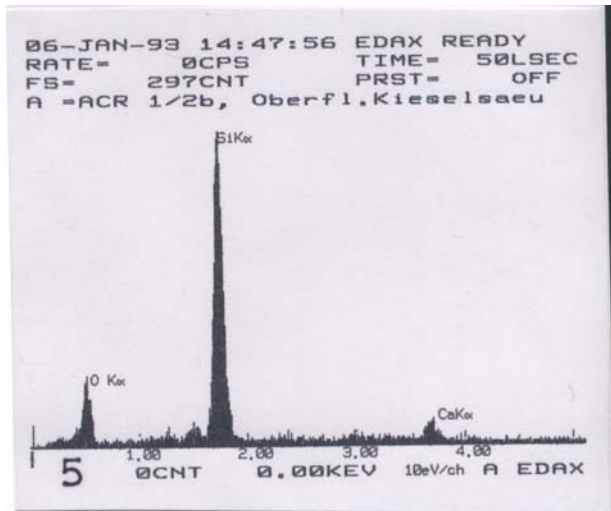
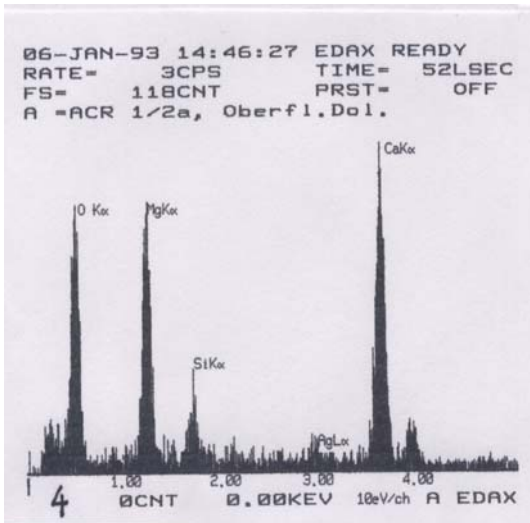
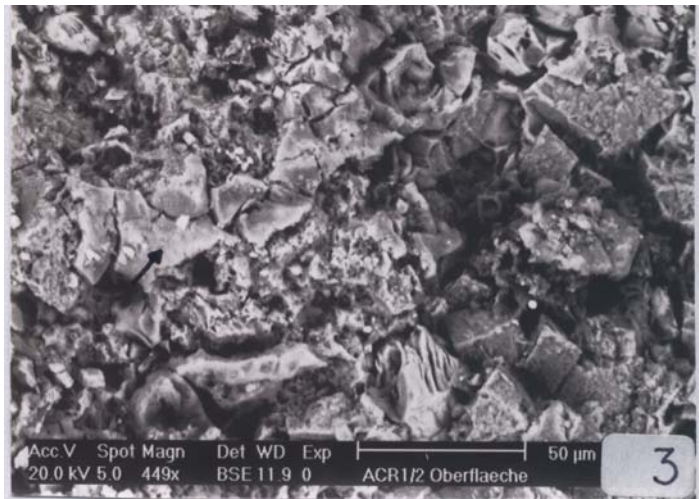
Abb. 5: REM-Detailaufnahme (RE-Darstellung) einiger angelöster Gipskristalle (vgl. Abb. 4) der Probenoberfläche mit Resten von Kieselgel (vgl. Abb. 6) in einigen Zwickeln

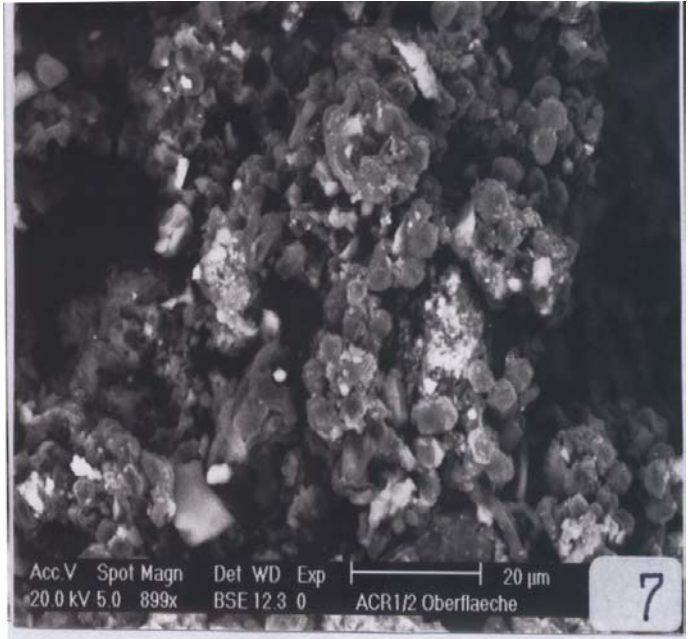
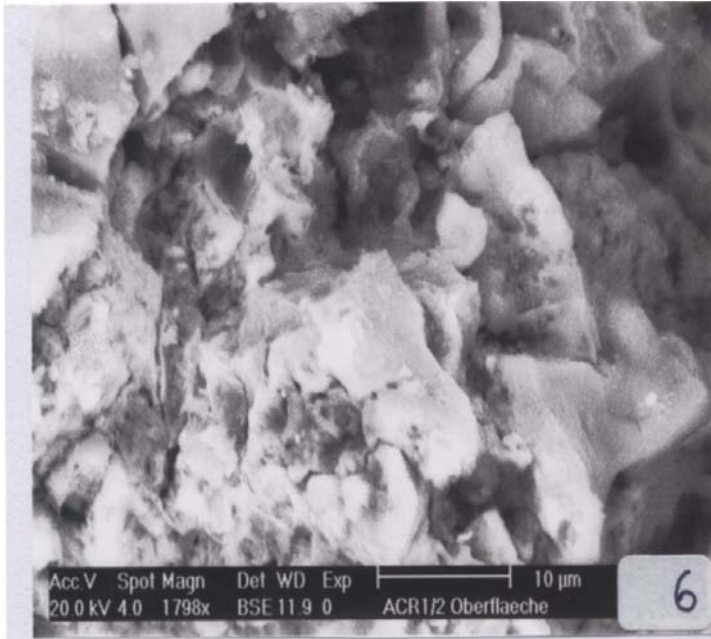
Abb. 6: EDX-Spektrum von Kieselgelresten in einigen Zwickeln zwischen Gipskristallen auf der Probenoberfläche (vgl. Abb. 5)

## ACR 1/2 (4604) Tafel II

Probenstelle: Rundbogen oberhalb des Dreikönigsportals, Westecke, ca. 5 cm ostl. der Fiale, Kalksteinschale, nach unten hin geöffnet

Ergebnis: Es handelt sich um einen dolomitischen Kalkstein (Abb. 4), der an der Oberfläche einen Kieselsäurebelag (Abb. 3, 5) mit deutlichen Schwindrissen (Abb. 3) besitzt. Unter diesem Kieselsäurebelag existieren scheinbar Lösungsstrukturen an den darunter befindlichen Kristallen (Abb. 6). Die im SteMi-Bild dunklen bis grünen Bereiche (Abb. 2) enthalten reichhaltigen biologischen Bewuchs (Abb. 7). Salze wurden bei dieser ersten Orientierungsuntersuchung nicht beobachtet.



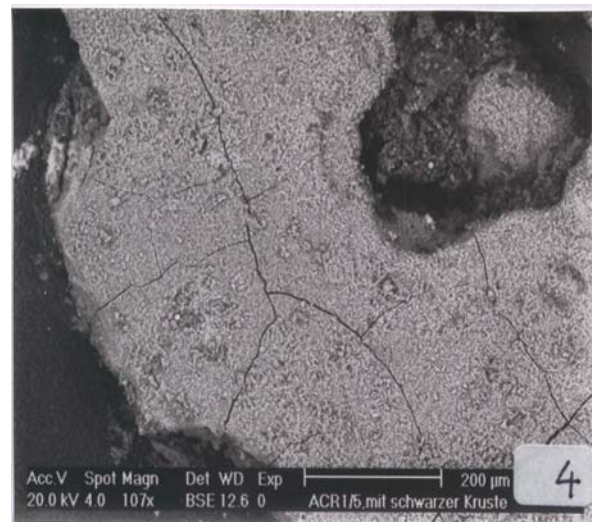
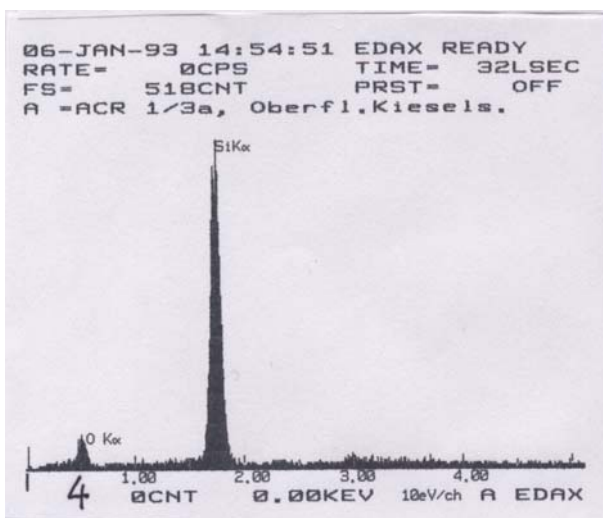
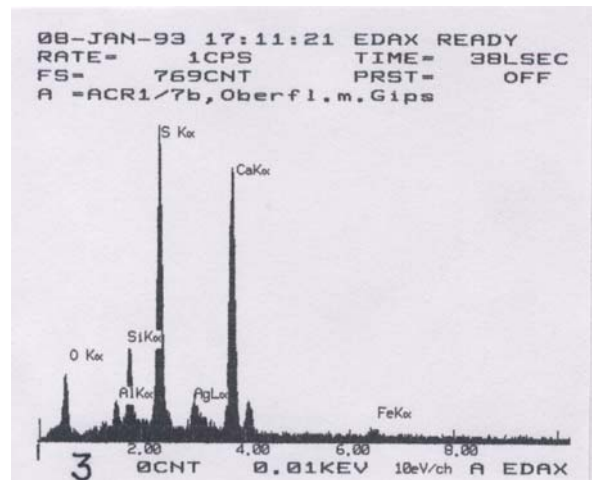
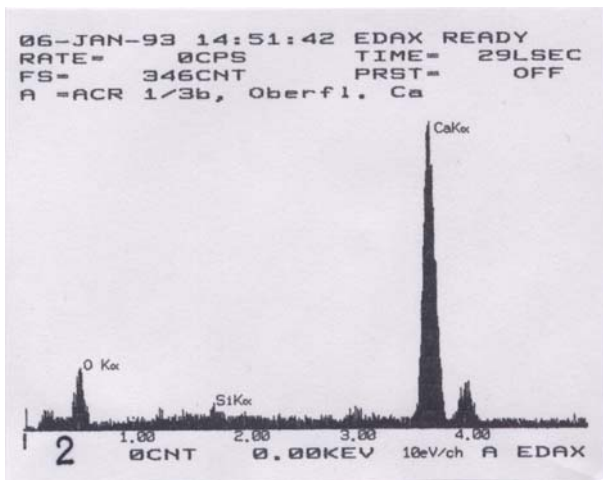


- Abb. 1: Probenahmeort AC 1/2
- Abb. 2: SteMi-Aufnahme der Oberfläche des Schalenstücks, Bildbreite 10.2 mm
- Abb. 3: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) der Oberfläche mit Resten eines Kieselsäurebelags mit Schwindrissen
- Abb. 4: EDX-Übersichtsspektrum des dolomitischen Kalksteines, der Siliziumpeak ist vermutlich dem Rest der Kieselsäure zuzuordnen
- Abb. 5: EDX-Spektrum eines Kieselsäurerestes an der Schalenoberfläche
- Abb. 6: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) von Lösungsstrukturen auf den Kristallen ehemals unterhalb des Kieselsäurebelags
- Abb. 7: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) des biologischen Bewuchses auf der Schalenoberfläche

### ACR 1/3 (4605) Tafel III

Probenstelle: östl. oberhalb des Dreikönigsportals, Kalkschale, nach unten hin offen

Ergebnis: Die glatte Oberfläche des Kalksteines kridet stark ab. Mikroskopisch erkennt man, stärker als in Probe ACR 1/2, Reste eines Kieselgels (Abb. 3, 4, 5). Auch sind hier die Schwindrisse des Kieselgelüberzugs deutlich ausgeprägter (Abb. 3). Auf der Kieselgeloberfläche sind einige kleine (max. 2 µm) Kalkpartikel (Abb. 2) beobachtet worden, unterhalb des Kieselgelbelags sind diese Partikel in großer Menge vorhanden (Abb. 5). Möglicherweise liegt hier der Grund für das makroskopisch sichtbare Abkriden. Im Gegensatz zu Probe ACR 1/2 wurden keine Strukturen beobachtet, die auf biologischen Bewuchs hindeuten. Salze wurden ebenfalls nicht nachgewiesen

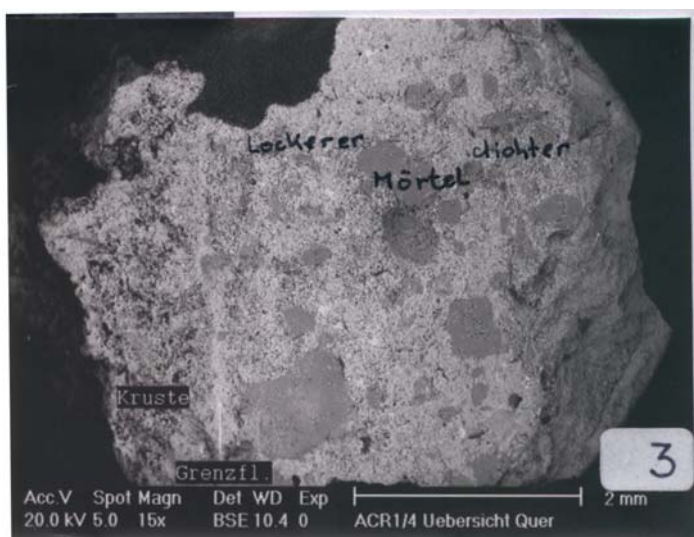


- Abb. 1: SteMi-Aufnahme der Kalksteinschalenoberfläche, Bildbreite 10.2 mm
- Abb. 2: EDX-Spektrum der Kalksteinschale
- Abb. 3: REM-Aufnahme des Kieselgelbelags auf der Kalksteinschalenoberfläche mit deutlichen Schwindrissen
- Abb. 4: EDX-Spektrum des Kieselgelbelags auf der Kalksteinschalenoberfläche
- Abb. 5: REM-Detailaufnahme von Resten des Kieselgels mit Kalkpartikeln auf und gehäuft unterhalb des Kieselgelbelags, Ursache für das starke Abkreiden der Kalksteinoberfläche?

## ACR 1/4 (4606) Tafel IV

### Probenstelle:

Ergebnis: Bei der schwarzen Kruste handelt es sich um eine max. 1.5 mm dicke Gipskruste (Abb. 3, 7). Die Gipskristalle haben im äußeren Bereich vorwiegend tafeligen Habitus mit Eisensulfid- (Abb. 8, 9) und Eisenoxidpartikeln (Abb. 10, 11) sowie Flugasche und wenigen biologischen Partikeln (nicht dokumentiert), im kontaktnahen Bereich zum Mörtel wird das Gefüge hingegen deutlich dichter (Abb. 4A). Der Kontaktbereich selbst zeichnet sich durch ein feinstrukturiertes Gefüge (Abb. 4B) ab. Es ist deutlich eine Abnahme des Gipsgehaltes zu verzeichnen, dagegen steigt der Gehalt an Calcium. Der Mörtel unterhalb der Gipskruste (Abb. 4C) ist calcitisch gebunden (Abb. 5) mit nur sehr geringem Gipsanteil. Das Gefüge der Kalkmatrix ist aufgelockert und wird in einer Tiefe von ca. 2 mm dichter (Abb. 3).



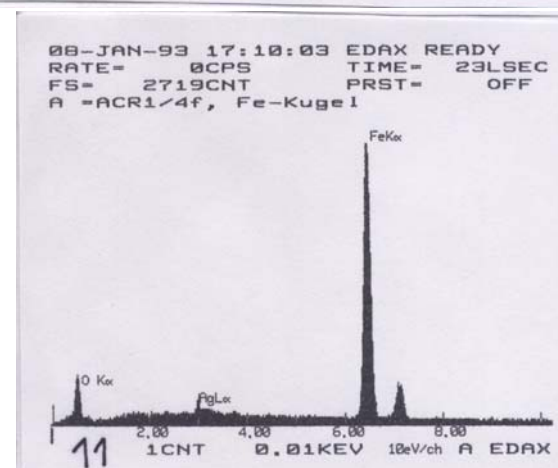
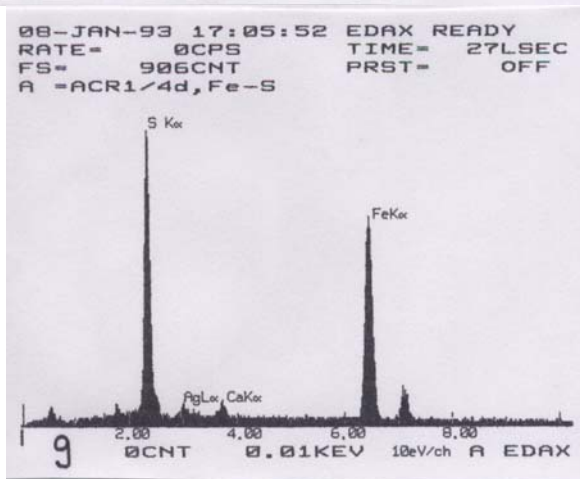
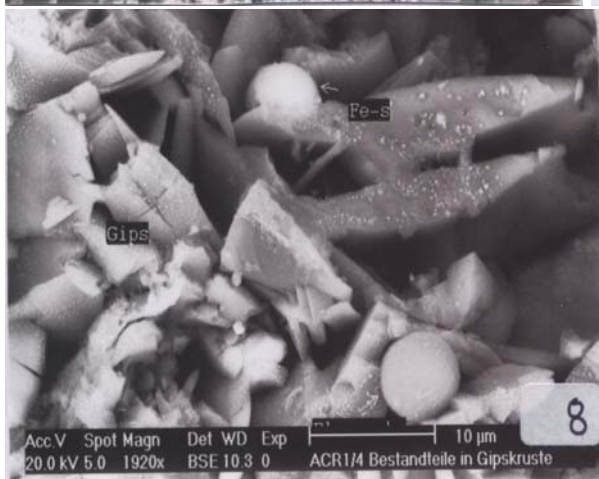
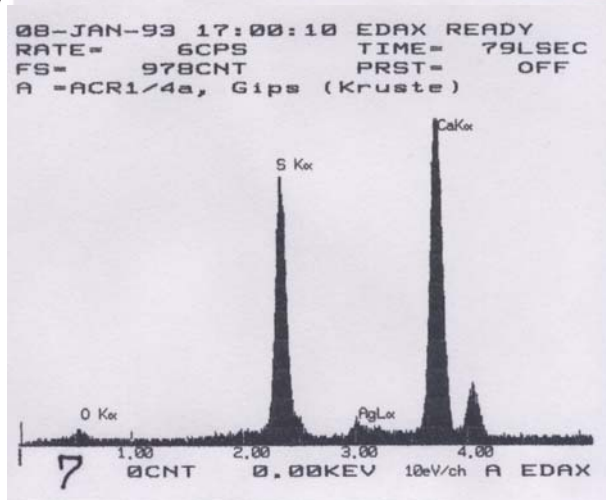
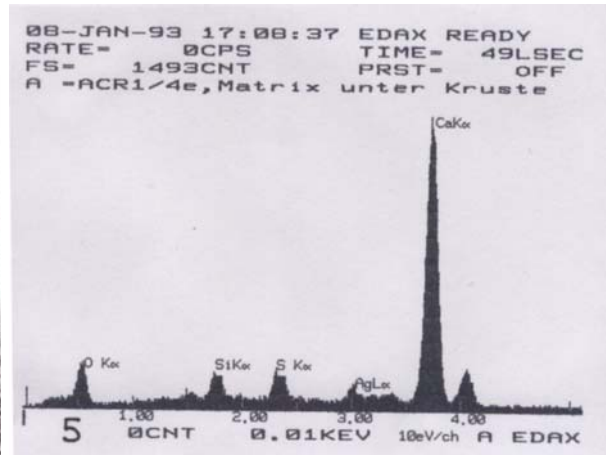
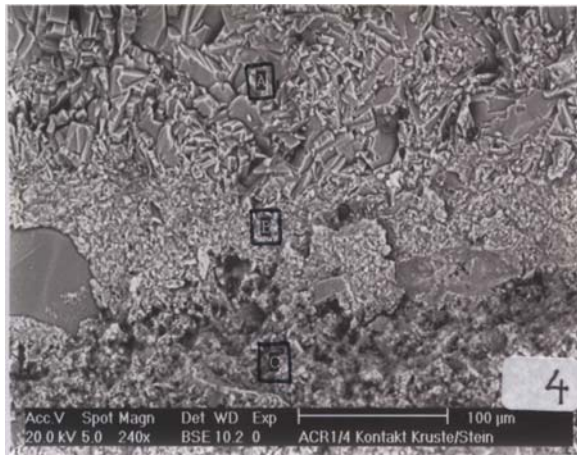


Abb. 1: Probenahmeestelle ACR 1/4

- Abb. 2: SteMi-Aufnahme des Kalkmörtels mit schwarzer Kruste im Querbruch, Bildbreite 10.2 mm
- Abb. 3: REM-Übersichtsaufnahme (RE-Darstellung) des Querbruchs, deutlich sichtbar ist der Aufbau: Kruste - Grenzfläche - Mörtel mit lockerer Matrix - Mörtel mit dichter Matrix
- Abb. 4: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) des Kontaktbereiches Kruste(A)/Mörtel(C) mit deutlich sichtbarer, im Gefüge abweichender, Grenzfläche(B)
- Abb. 5: EDX-Spektrum des calcitischen Bindemittels des Mörtels
- Abb. 6: REM-Aufnahme der hauptsächlich tafelligen Gipskristalle im äußeren Bereich der schwarzen Gipskruste
- Abb. 7: EDX-Spektrum von Gips der schwarzen Kruste
- Abb. 8: REM-Detailaufnahme (RE-Darstellung) der schwarzen Gipskruste mit Eisensulfid und Flugaschekugel
- Abb. 9: EDX-Spektrum von Eisensulfid in der schwarzen Gipskruste
- Abb. 10: REM-Aufnahme von Eisenoxid in der schwarzen Gipskruste
- Abb. 11: EDX-Spektrum von Eisenoxid in der schwarzen Gipskruste

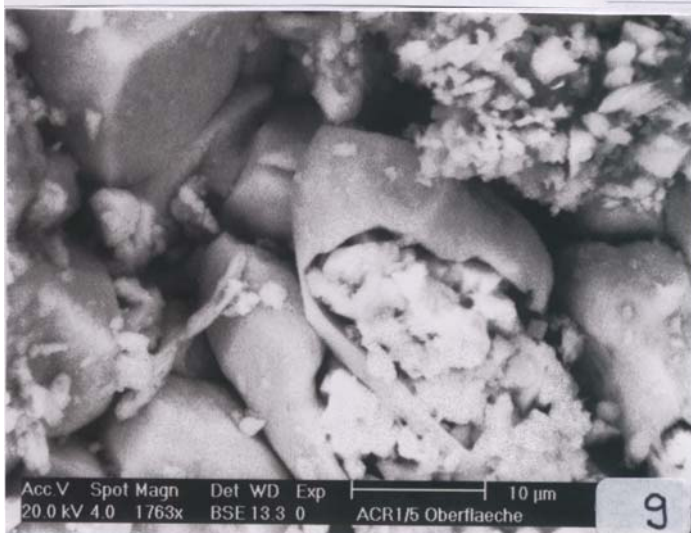
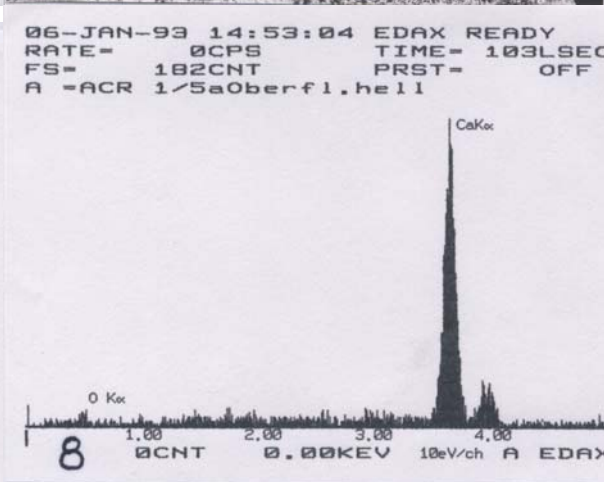
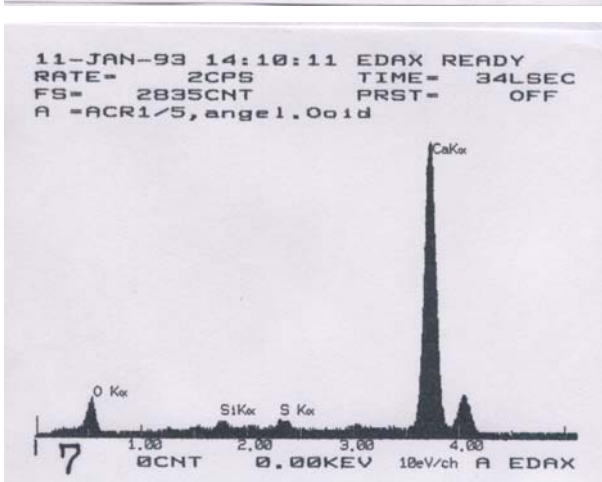
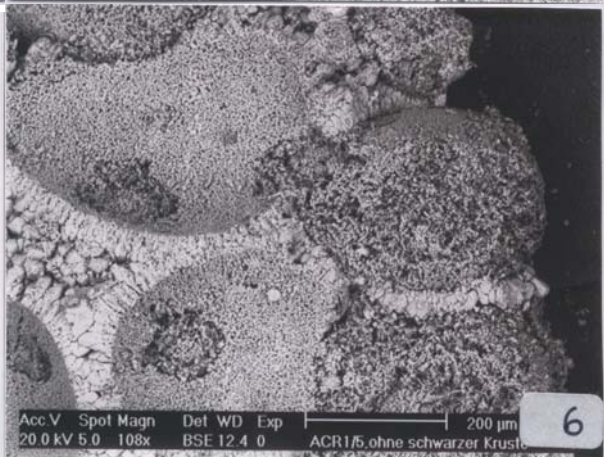
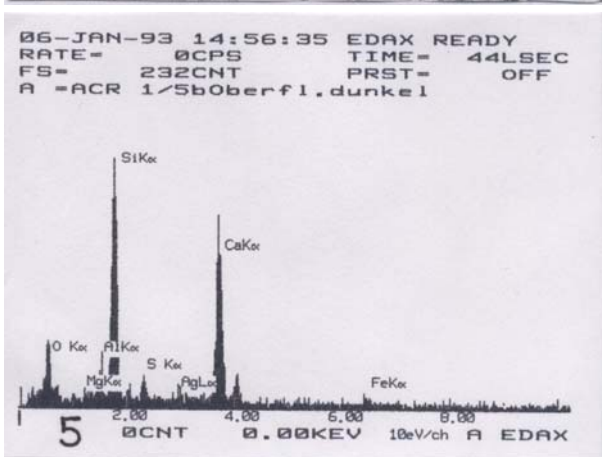
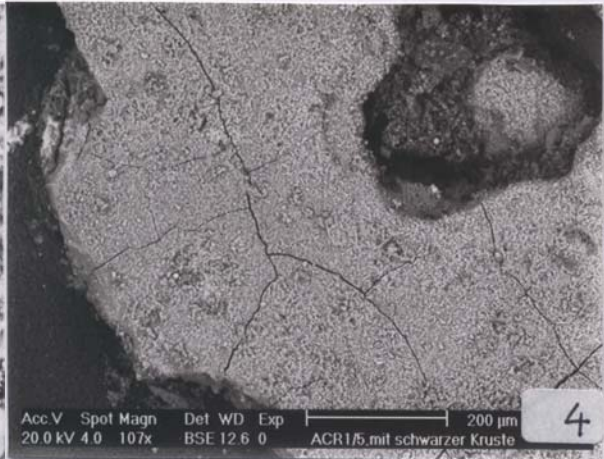
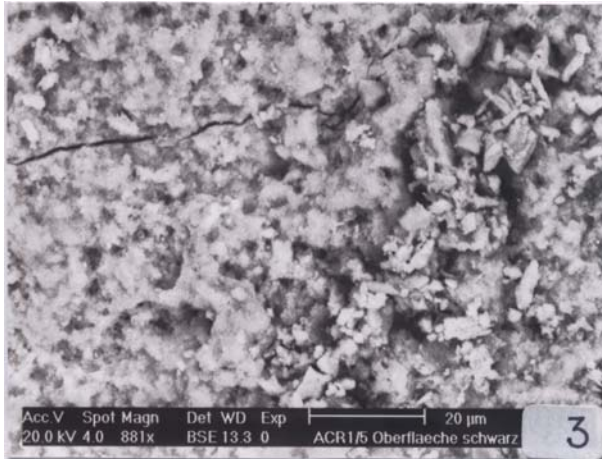
### ACR 1/5 (4607) Tafel V

Probenstelle: unbehandelte Savonnierfigur mit schwarzer Kruste

Ergebnis: Die schwarze Kruste auf der Savonnierfigur erwies sich bereits bei der Probennahme als extrem fest auf dem Untergrund anhaftend. Sie erscheint im REM versintert (Abb. 3) mit deutlichen Rissen

(Abb. 4) und besteht aus Silizium, Calcium und geringfügig Gips (Abb. 5). Die nicht geschwärzte Oberfläche (Abb. 2 unten, 6) zeigt eine deutliche Sedimentstruktur mit mikritischen Ooiden mit stellenweise geringem Gipsanteil (Abb. 7) sowie einem Saum und Zwickelfüllungen aus Sparit (Abb. 8). Hier wurde eine deutliche Umwandlung von Sparit zu Mikrit (Abb. 9) beobachtet.





- Abb. 1: Probennahmestelle ACR 1/5
- Abb. 2: SteMi-Aufnahme der Probe ACR 1/5, oben mit schwarzer Kruste, unten ohne schwarze Kruste, Bildbreite 4 mm
- Abb. 3: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) der versinterten Oberfläche der schwarzen Kruste
- Abb. 4: REM-Übersichtsaufnahme (RE-Darstellung) der schwarzen Kruste mit deutlicher Reißbildung
- Abb. 5: EDX-Spektrum der Zusammensetzung der schwarzen Kruste
- Abb. 6: REM-Aufnahme (RE-Darstellung) der ungeschwärzten Oberfläche des Savonnierkalksteins mit mikritischen Ooiden und Sparit als Saum und Zwickelfüllung
- Abb. 7: EDX-Spektrum der Ooide aus Mikrit und geringfügig Gips
- Abb. 8: EDX-Spektrum von Sparit als Saum um die Ooide und als Zwickelfüllung
- Abb. 9: REM-Detailaufnahme (RE-Darstellung) der Umwandlung von Sparit zu Mikrit

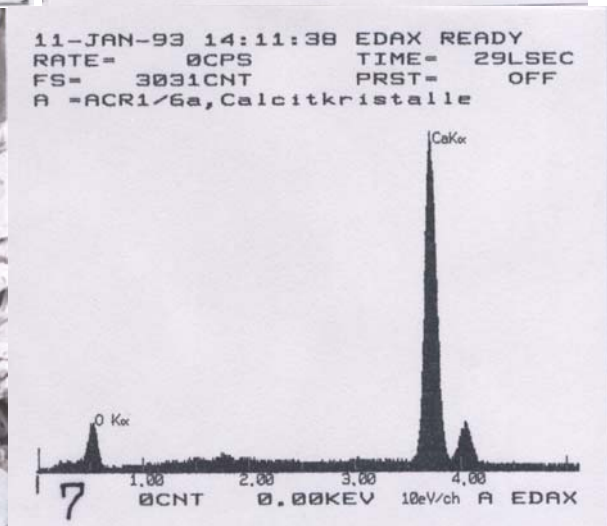
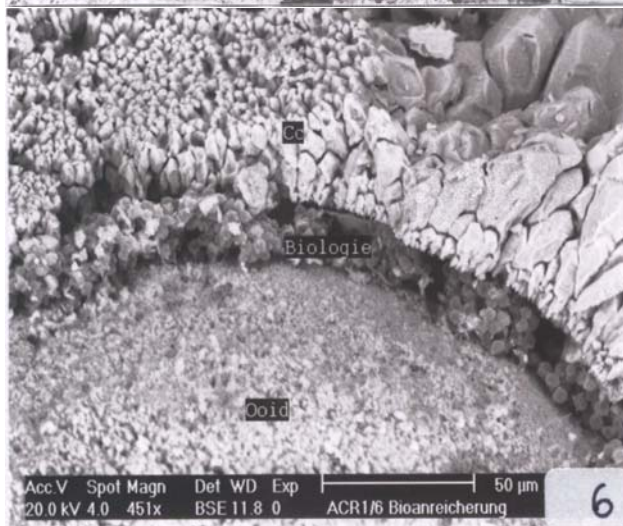
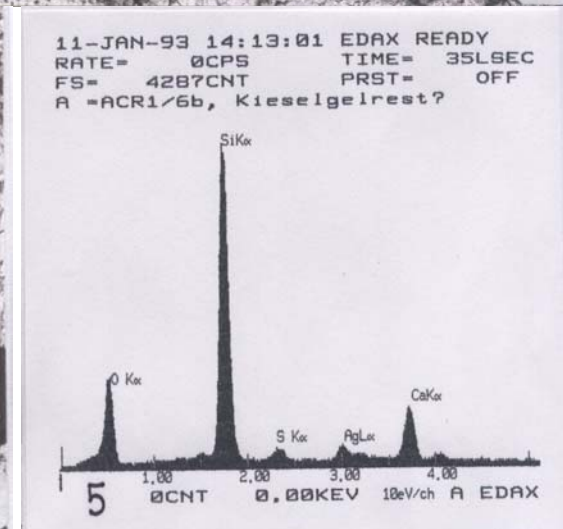
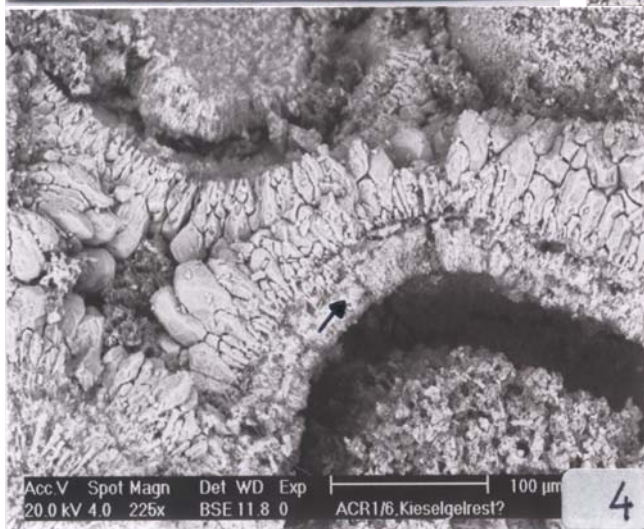
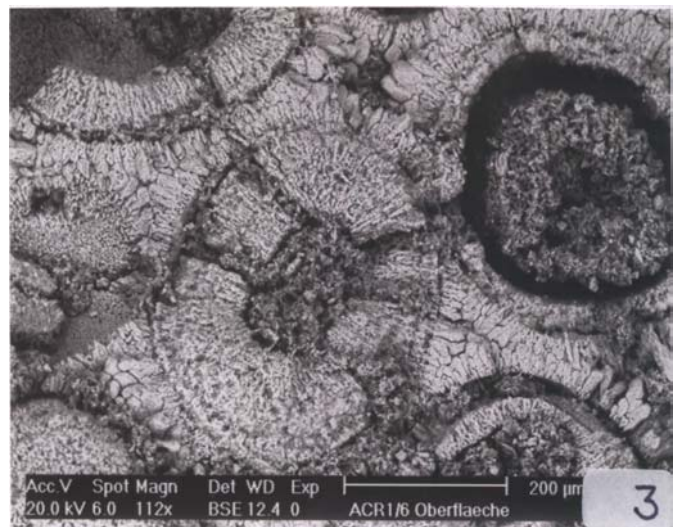
## ACR 1/6 (4608) Tafel VI

Probenstelle: Savonnierfigur , mit Paste behandelt

Ergebnis: Im Unterschied zum unbehandelten Savonnierkalk der Probe ACR 1/5 ist der mit Reinigungspaste behandelte Savonnierkalkstein dieser Probe bereits alteriert. Man erkennt deutlich die Verdrängung des Calcits, der ursprünglich die Ooide vollständig ausfüllte (Abb. 3). Um die angelösten Ooide ist ein Saum zu beobachten (Abb. 4), der hauptsächlich aus Silizium (Kieselgelrest?), geringem Gipsgehalt und Resten der ursprünglichen calcitischen Füllung besteht (Abb. 5). Ooide, die noch nicht angelöst sind, haben dagegen einen Saum aus biologischen Bestandteilen (Abb. 6). In den angewitterten Ooiden sind diese biologischen Bestandteile in der Restfüllung enthalten.

Der sparitische Saum sowie die Zwickelfüllung aus Sparit und Mikrit scheint im Gegensatz zu den Ooiden kaum verwittert (Abb. 3, 4).



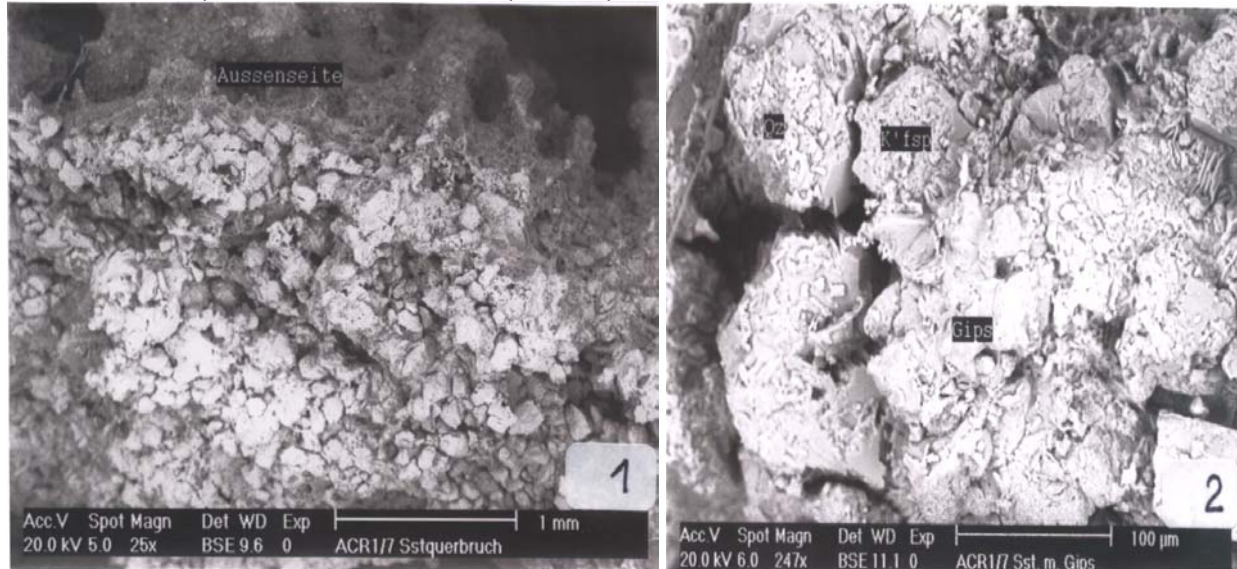


- Abb. 1: Probennahmestelle ACR 1/6
- Abb. 2: SteMi-Aufnahme des Bruchstücks, Bildbreite 10.2 mm
- Abb. 3: REM-Übersichtsaufnahme (RE-Darstellung) der alterierten Savonierkalkstein-Oberfläche
- Abb. 4: REM-Detailaufnahme (RE-Darstellung) der verwitterten Ooide, des kaum verwitterten sparitischen Saumes sowie einem Saum zwischen beiden (Pfeil), vermutlich eine Anreicherung von Kieselgelresten (vgl. Abb. 5)
- Abb. 5: EDX-Spektrum der Kieselgelansammlung als Saum um einen alterierten Ooid (vgl. Abb. 4)
- Abb. 6: REM-Detailaufnahme des Kontaktbereichs Ooid/Sparit mit Anreicherung von Biologie an diesem Kontakt
- Abb. 7: EDX-Spektrum der calcitischen Ooidfüllung eines nicht alterierten Ooids (vgl. Abb. 6)

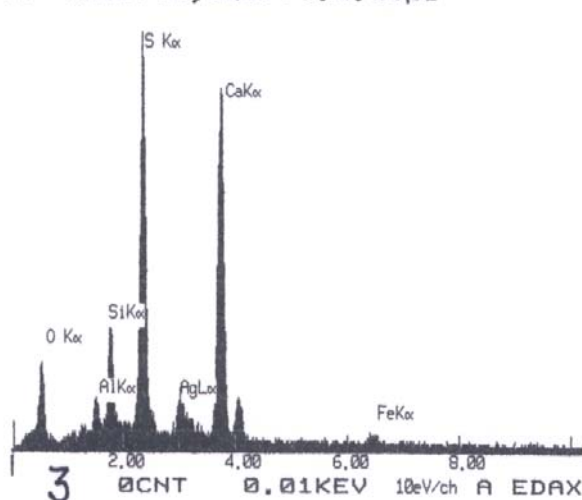
## ACR 1/7 (4609) Tafel VII

Probenstelle: hellgelblicher Sandstein

Ergebnis: Die Sandsteinoberfläche ist deutlich mit Gips belegt (Abb. 2, 3). Daneben konnten hier in geringer Menge Reste von Fluaten (Abb. 4) nachgewiesen werden. Biologische Bestandteile sind nur untergeordnet nachgewiesen worden. Insgesamt ist ein hoher Bindemittelverlust bis in größere Tiefen (2mm = Gesamtdicke dieses Probenstücks) beobachtet worden (Abb. 1).



08-JAN-93 17:11:21 EDAX READY  
RATE= 1CPS TIME= 38LSEC  
FS= 769CNT PRST= OFF  
A =ACR1/7b, Oberfl. m. Gips



06-JAN-93 14:58:01 EDAX READY  
RATE= 0CPS TIME= 59LSEC  
FS= 1692CNT PRST= OFF  
A =ACR1/7a, Fluatreste

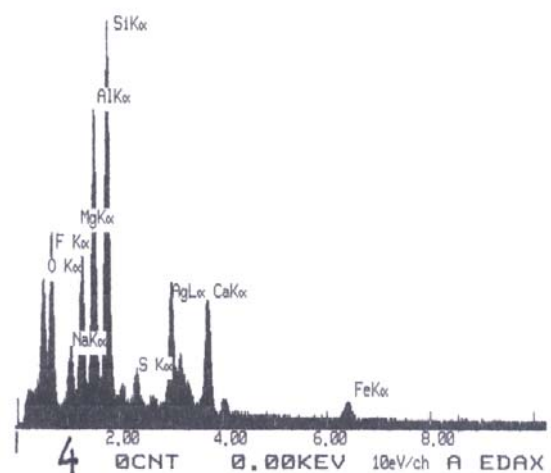


Abb. 1: REM-Übersicht (RE-Darstellung) über den Querbruch mit deutlich sichtbarem Bindemittelverlust des Sandsteins

Abb. 2: REM-Detailaufnahme (RE-Darstellung) der Sandsteinoberfläche mit deutlicher Gipsanreicherung (vgl. Abb. 3)

Abb. 3: EDX-Spektrum von Gips auf der Sandsteinoberfläche (vgl. Abb. 2) neben Sandsteinanteilen

Abb. 4: EDX-Spektrum von Fluatresten neben Sandstein- und Gipsanteilen