

# KUNSTGUTANALYTIK

DR. SYLVIA HOBLYN



DR. BERNADETT FREYSOLDT



---

## Untersuchungsbericht

**Nr.** 20210301

**Auftraggeber** Germanisches Nationalmuseum  
Institut für Kunsttechnik und Konservierung

Kunsttechnologische Untersuchungen  
Dipl. Rest. Wibke Ottweiler  
Kartäusergasse 1  
90402 Nürnberg  
0911/1331-316/363  
w.ottweiler@gnm.de

**Projekt** Leibniz-Projekt „Kritischer Katalog der Lutherbildnisse (1519-1530)“

**Datum des Berichts** 21.03.2021

**Der Bericht umfasst 23 Seiten.**

### Proben/Fragestellung

Ziel der Untersuchungen war es, Aussagen zur materiellen Zusammensetzung von 4 Proben Hierzu wurden vom Auftraggeber bereits angefertigte Querschliffe zur Verfügung gestellt.

### Untersuchungsmethodik

REM-EDX: Die Untersuchung der Proben erfolgte mit einem Rasterelektronenmikroskop TM 3000 (Fa. Hitachi) mit EDX Detektor (Fa. Bruker, Auswertesoftware Quantax 70). Die Querschliffe wurden hierfür auf einem LeitC Tab fixiert und ohne weitere Beschichtung gemessen.

Alle elektronenmikroskopischen Aufnahmen wurden als Rückstreuelektronenbilder (BSE) aufgenommen, d.h. schwere Elemente werden heller abgebildet als leichte. Wegen Linienüberlagerungen (z.B. Pb und S; Ba und Ti) sind außer der Elementverteilung zur Auswertung das BSE-Bild oder die quantitative Zusammensetzung (angegeben ohne C und O) heranzuziehen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

**Tabelle 1: QS DE\_SAA\_NONE-SAA002\_FR-none\_P01, Schichtenabfolge und Ergebnisse der REM-EDX Analyse (Bericht S. 4 - 8)**

Schicht	Beschreibung sichtbares Licht	Elemente mit REM/EDX	Interpretation
8		Si, Mg, K, Ca, S	Tonminerale und Gips
7		C	bindemittelreiche Schicht
6		C, Al, Si	bindemittelreiche Schicht, Tonminerale
5		C	bindemittelreiche Schicht,
4	hellblau, weiße, blaue, rote Partikel	Pb, Cu, Ca, Mg, Ca, Al, Fe, Ti	Bleiweiß, Kupferblaupigment, roter Farblack (Substrat Aluminiumhydroxid), ein Partikel Dolomit, Tonminerale und eisen/titanhaltige Tonminerale
3	weiss	Ca, Si, F	Calciumcarbonat, wenig Tonminerale, zuunterst dünne Schicht Flussspat
2	bräunlich transparent	C, N	bindemittelreiche Schicht, Hinweis auf Protein
1	hölzerner Bildträger		

Die Grundierung besteht aus Calciumcarbonat mit wenigen Tonmineralen. Auffällig ist die dünne Schicht aus **Flussspat** unter der Grundierung, die an keiner anderen Probe bestätigt werden konnte. Die hellblaue Schicht ist eine Ausmischung aus Kupferblaupigment, Bleiweiß, rotem Farblack und wenigen Tonmineralen.

**Tabelle 2: QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P01, Schichtenabfolge und Ergebnisse der REM-EDX Analyse (Bericht S. 9 - 14)**

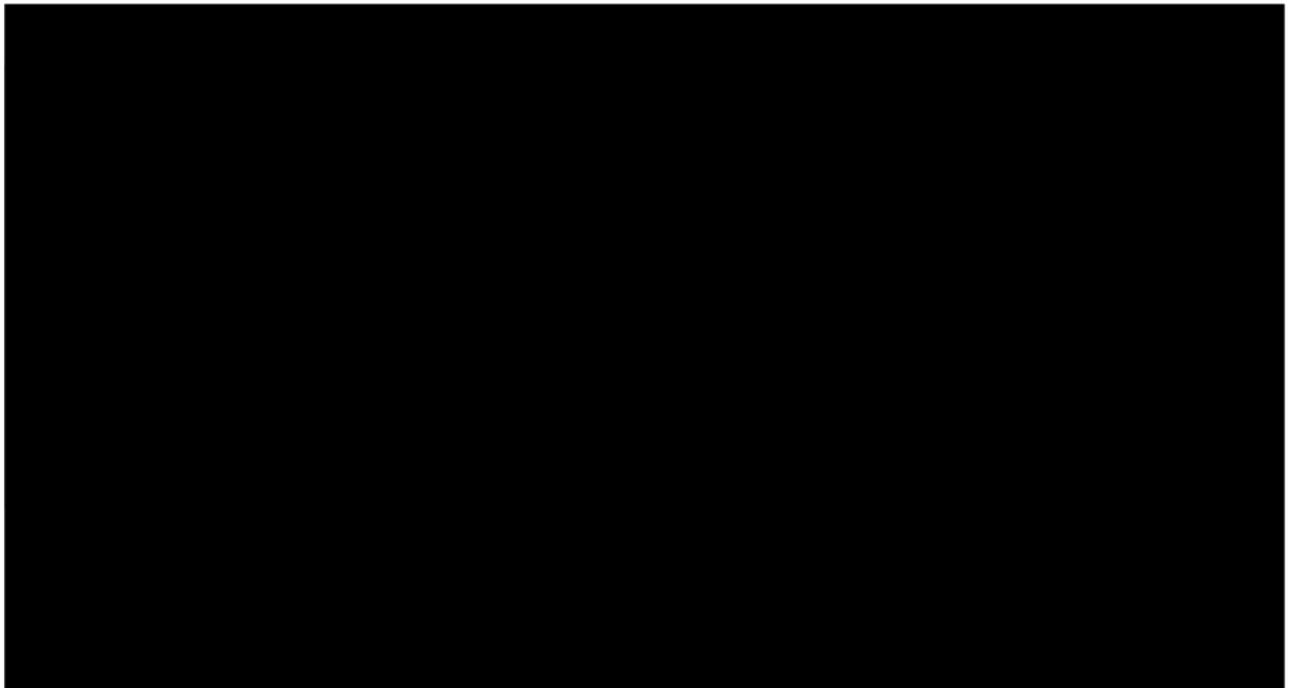
Schicht	Beschreibung sichtbares Licht	Elemente mit REM/EDX	Interpretation
9	braun transparent		
8	braun transparent, vereinzelte kleine gelbe Partikel	C, As, S	bindemittelreiche Schicht, wenig Partikel Auripigment, Calciumcarbonat
7	braun, große weiße Partikel, rote, schwarze Partikel	Pb, Hg, S, Ca, P, Mg	Bleiweiß, Zinnober, Beinschwarz, Dolomit
6	dunkelbraun		
5	dunkelbraun transparent	C	bindemittelreiche Schicht
4	hellgrau schwarze Partikel	Pb, Al, Si, P, Fe, Mg, C	Bleiweiß, kohlenstoffhaltiges Schwarzpigment- Pflanzenschwarz, wenig eisenhaltige Tonminerale, (wenig Beinschwarz)
3	weiss mit hellbraunen Bereichen	Ca	Calciumcarbonat
2	weiss	Ca	Calciumcarbonat
1	braun	C, Al, Si	bindemittelreiche Schicht, ein Partikel Tonmineral

Die Grundierung besteht aus Calciumcarbonat. Die hellgraue Schicht 4 besteht aus Bleiweiß und Pflanzenschwarz. In Spuren sind außerdem eisenhaltige Tonminerale (Ocker) und möglicherweise Beinschwarz vorhanden. Hinweise auf roten Farblack fanden sich in der Schicht nicht. Die Übermalungsschicht (7) enthält neben Bleiweiß und Zinnober auch Beinschwarz. Als Füllstoff ist Dolomit vorhanden.

**Tabelle 3: QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P02, Schichtenabfolge und Ergebnisse der REM-EDX Analyse (Bericht S. 15 - 17)**

Schicht	Beschreibung sichtbares Licht	Elemente mit REM/EDX	Interpretation
4	hellgrau, dunkle Partikel in heller Matrix, feine bläuliche und rötliche Partikel	Pb, Ca, C	Bleiweiss, Schwarzpigment kohlenstoffhaltig - Pflanzenschwarz, Calciumcarbonat

Die hellgraue Schicht 4 besteht aus Bleiweiß und Pflanzenschwarz und wenig Calciumcarbonat. Ein Partikel weist auf Aluminiumhydroxid und damit auf eine geringe Beimischung von rotem Farblack hin.



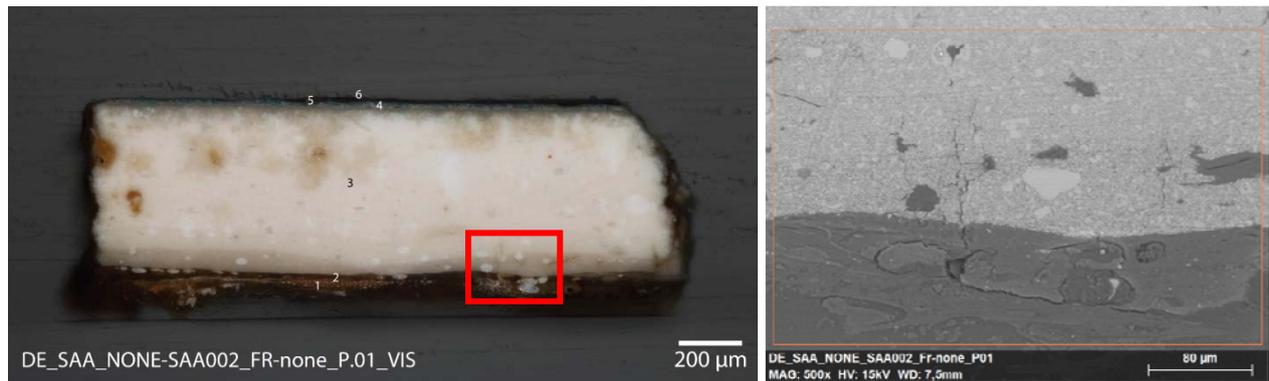
*Sylvia Hoblyn*

Dr. Sylvia Hoblyn

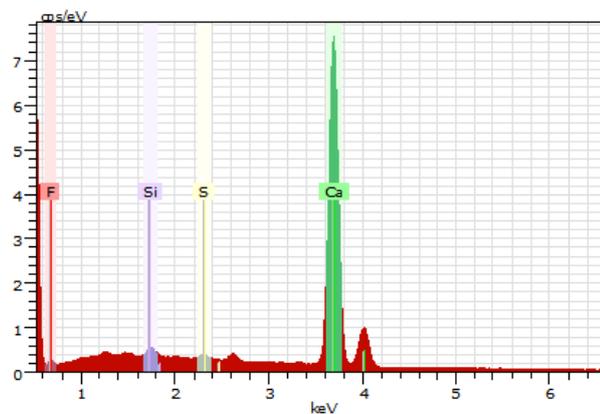
*B. Freysoldt*

Dr. Bernadett Freysoldt

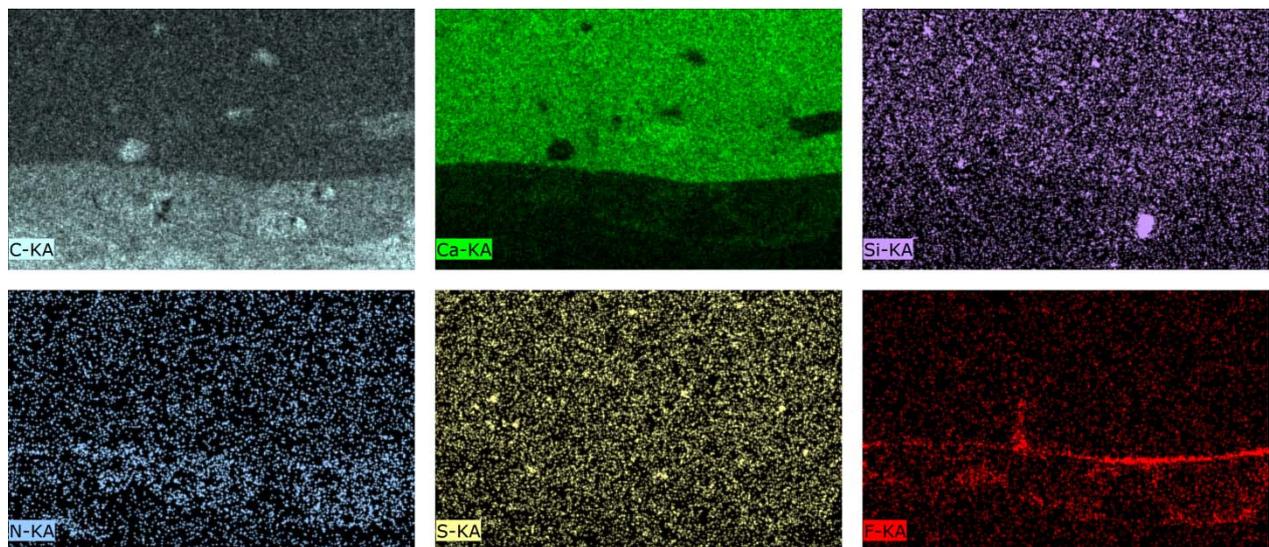
Probe QS DE\_SAA\_NONE-SAA002\_FR-none\_P01



**Abb.1:** QS DE\_SAA\_NONE-SAA002\_FR-none\_P01, der rot markierte Ausschnitt entspricht dem Messbereich der REM-EDX Messung in der rechten Abbildung

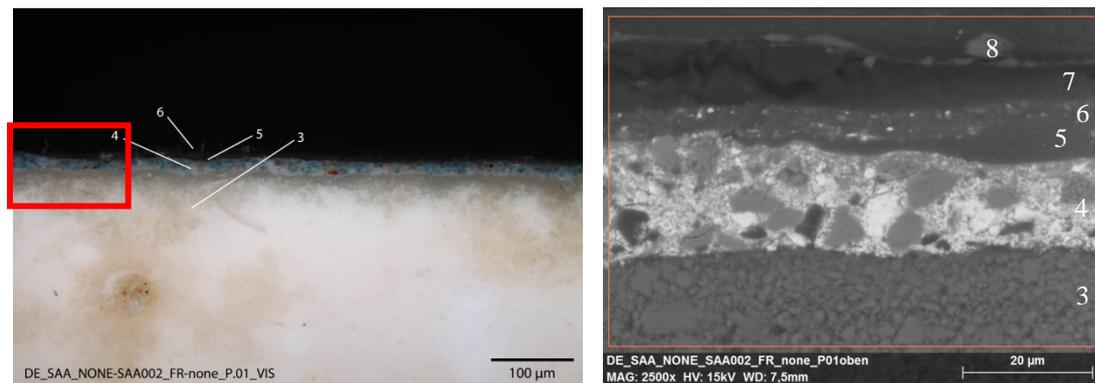


**Abb. 2:** Spektrum des Messbereiches

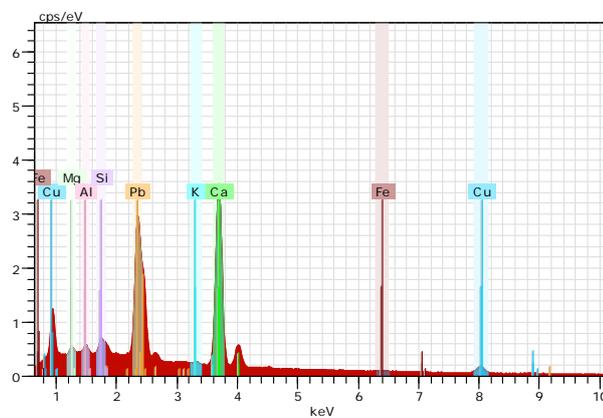


**Abb. 3:** Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Si (→ Tonminerale), Ca, S (→ wenig Gips), Ca, F (→Flussspat)

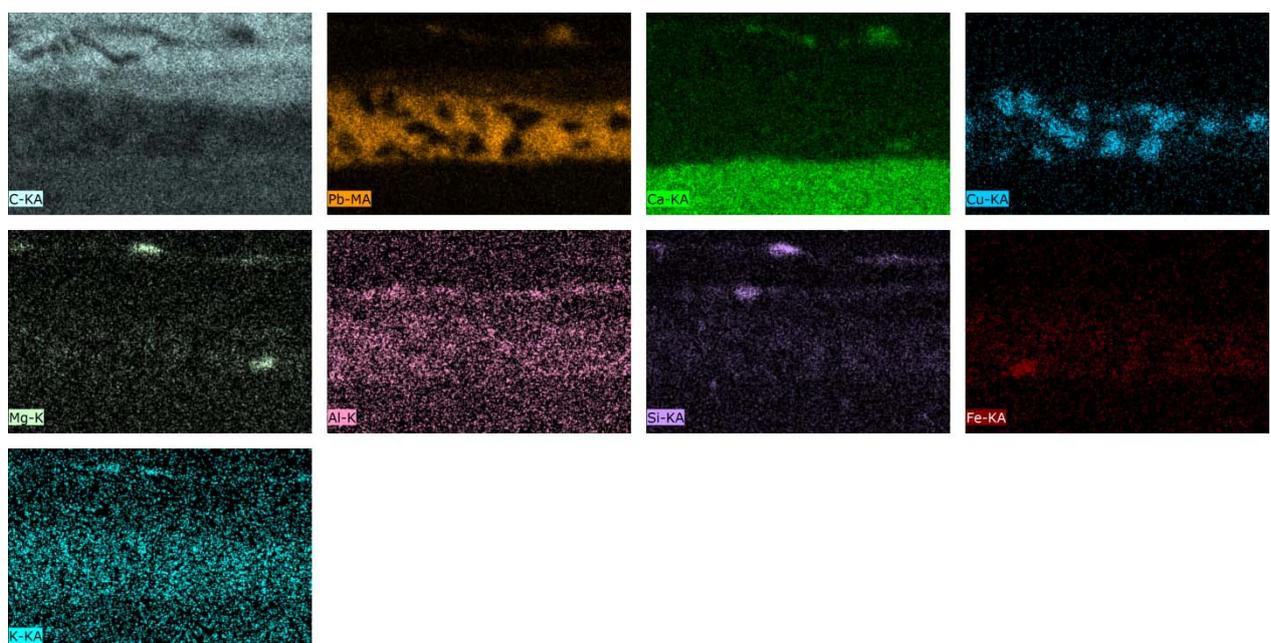
C (→ Kohlenstoff: Einbetttharz und organische Bestandteile/Bindemittel)  
 N (→ Stickstoff: Bindemittel Hinweis auf Protein in der untersten Schicht)



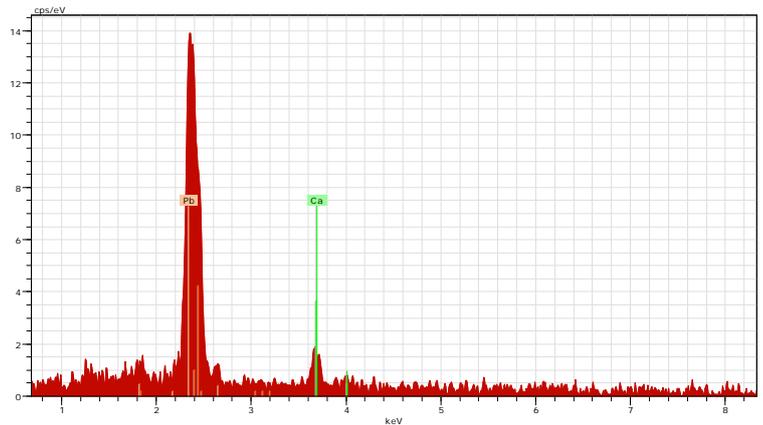
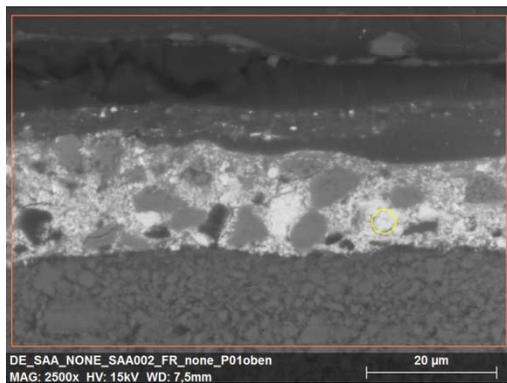
**Abb.4:** QS DE\_SAA\_NONE-SAA002\_FR-none\_P01, der rot markierte Ausschnitt entspricht dem Messbereich der REM-EDX Messung in der rechten Abbildung (Bezeichnung der Schichten)



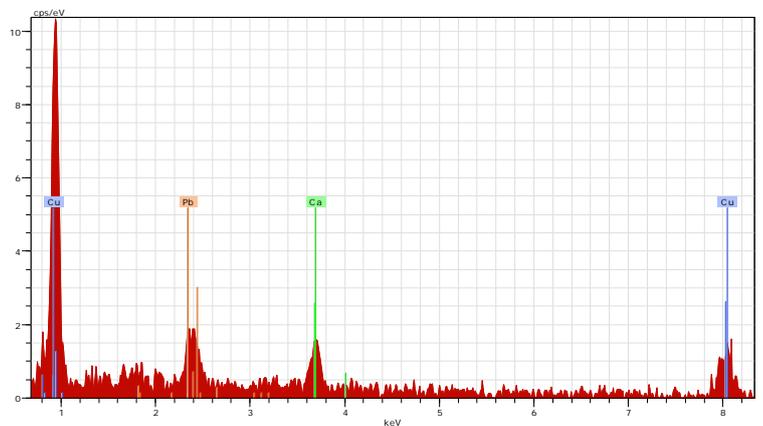
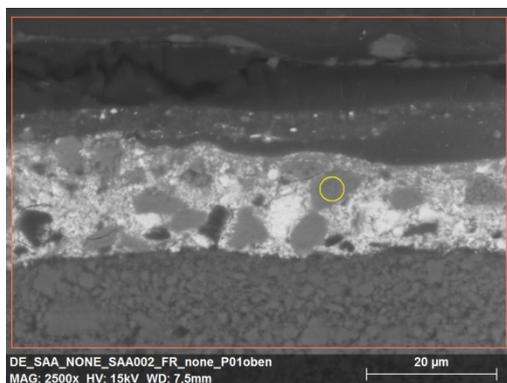
**Abb. 5:** Spektrum des Messbereiches



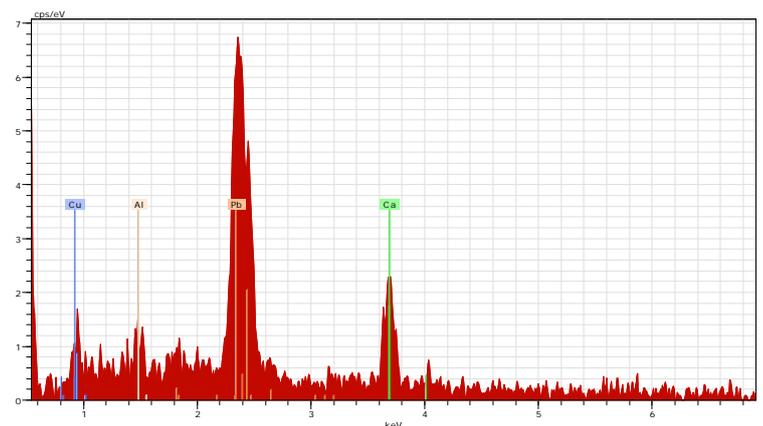
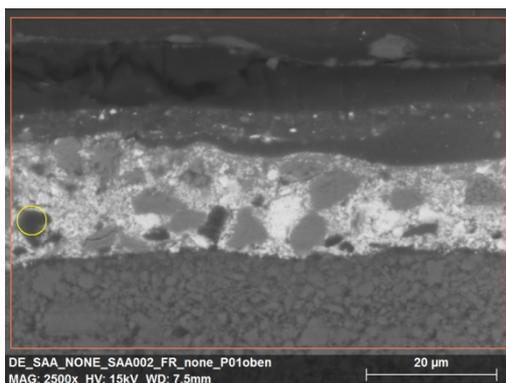
**Abb. 6:** Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleiweiss), Cu (→Kupferblau pigment), Si, Al, K, Mg (→ Tonminerale), Fe, Al, Si (→ eisenhaltige Tonminerale) C (→ Kohlenstoff: Einbetttharz und organische Bestandteile/Bindemittel)



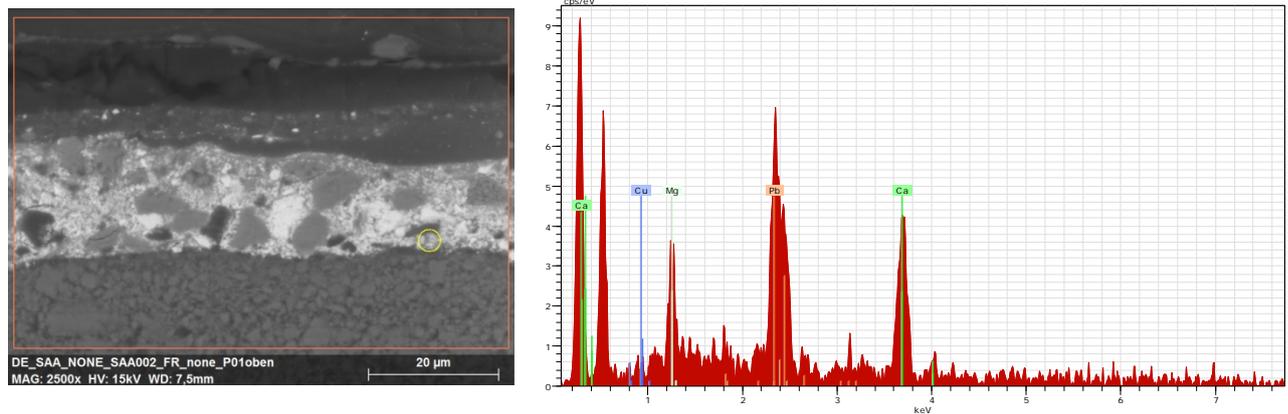
**Abb. 7:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Pb, (→ Bleiweiß), Ca (→ Calciumcarbonat)



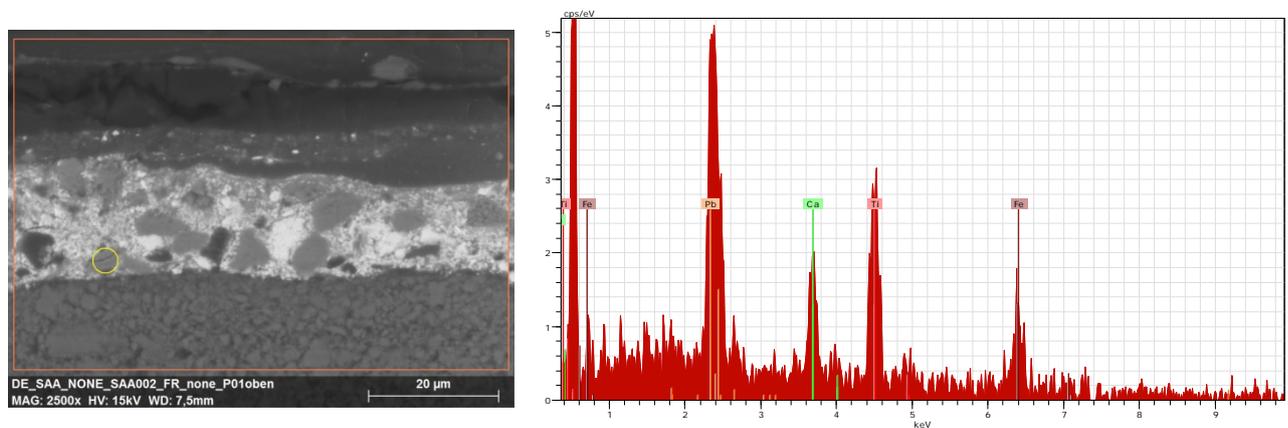
**Abb. 8:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Cu (→Kupferblau pigment)  
Ca (→ Calciumcarbonat aus der Messumgebung), Pb (→ Bleipigment aus der Messumgebung)



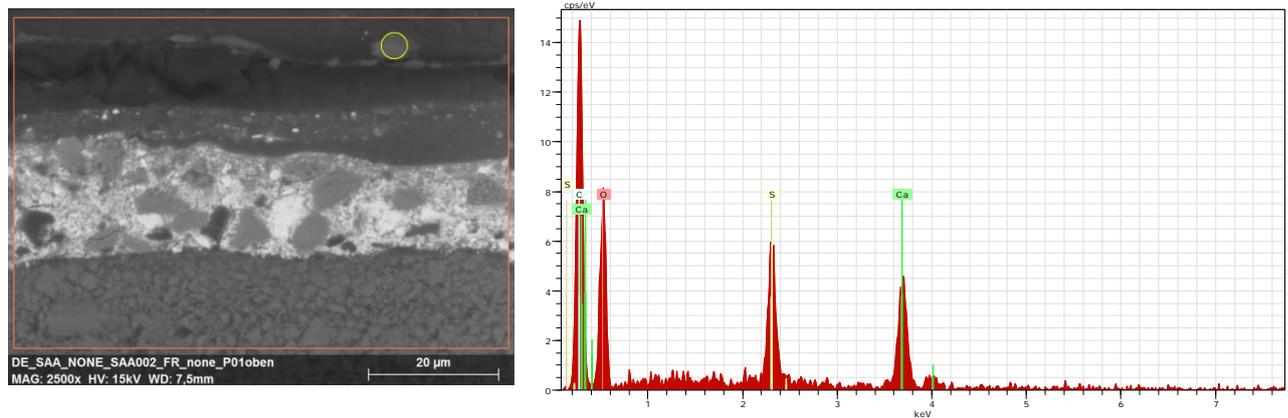
**Abb. 9:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Al (→Tonmineral-Substrat des Farblacks), Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleipigment aus der Messumgebung), Cu (→Kupferblau pigment aus der Messumgebung)



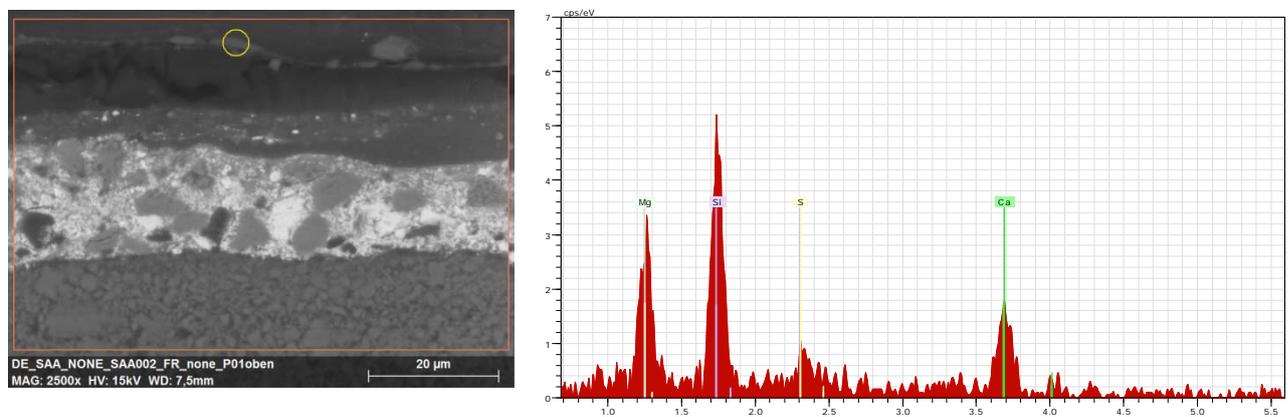
**Abb. 10:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Ca, Mg (→ Dolomit),  
Cu (→ Kupferblaupigment aus der Messumgebung), Pb (→ Bleipigment aus der Messumgebung)



**Abb. 11:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Fe, Ti (→ eisen- und titanhaltiges Mineral),  
Ca (→ Calciumcarbonat aus der Messumgebung), Pb (→ Bleipigment aus der Messumgebung)



**Abb. 12:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 6:** Ca, S (→Gips)



**Abb. 13:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 6:** Mg, Si (→Tonminerale), Ca, S (→Gips)

Probe QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P01

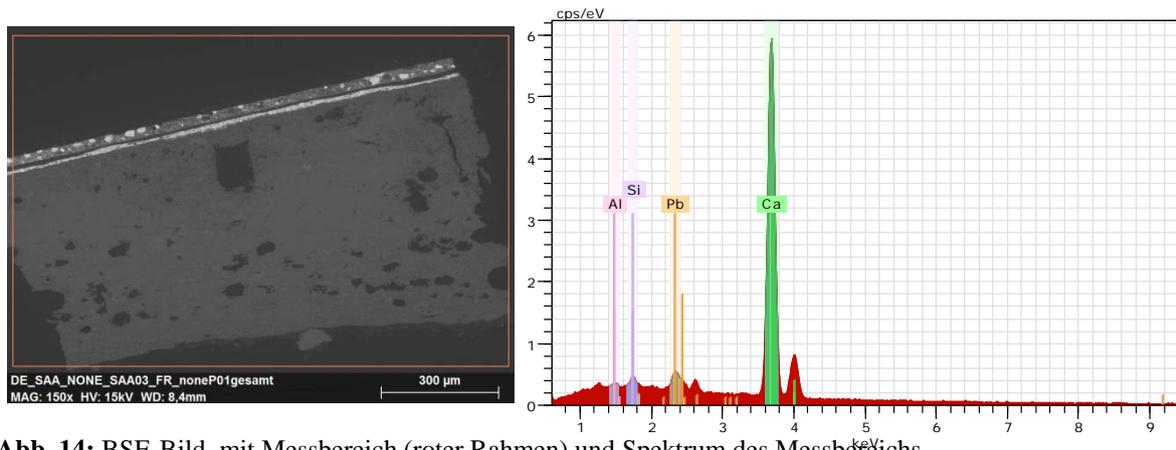


Abb. 14: BSE-Bild mit Messbereich (roter Rahmen) und Spektrum des Messbereichs

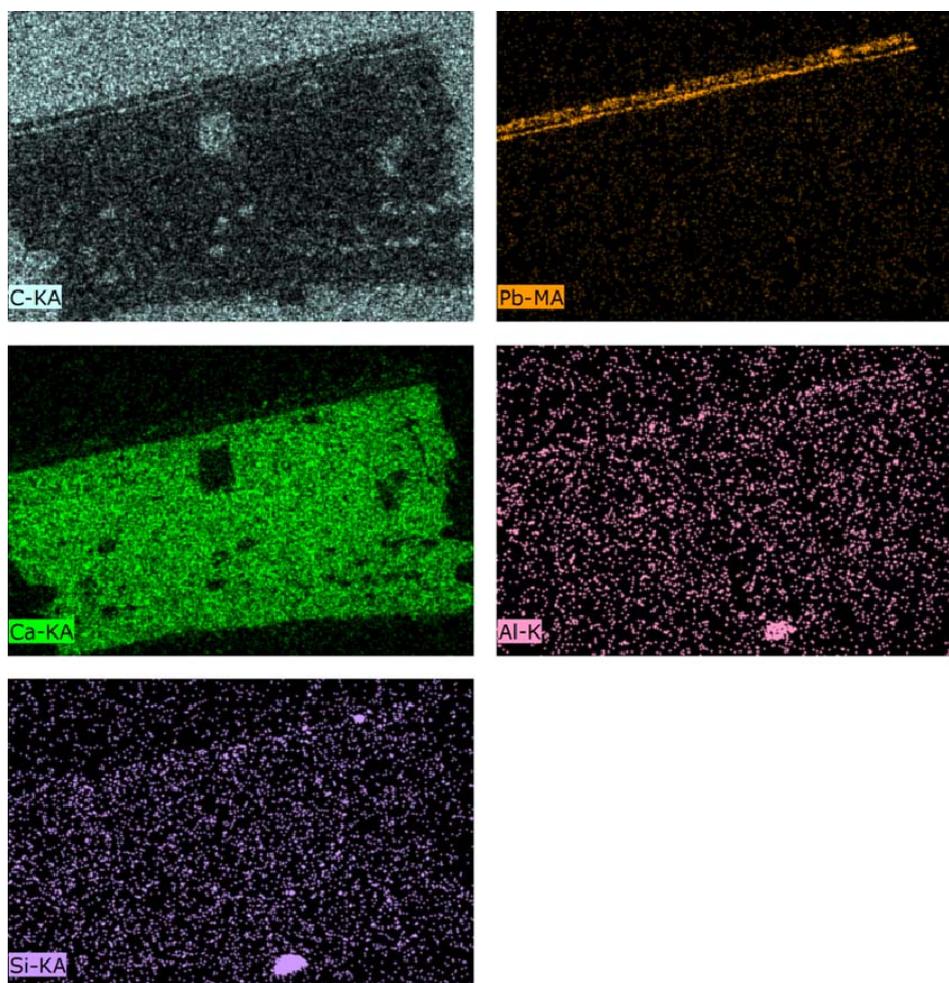
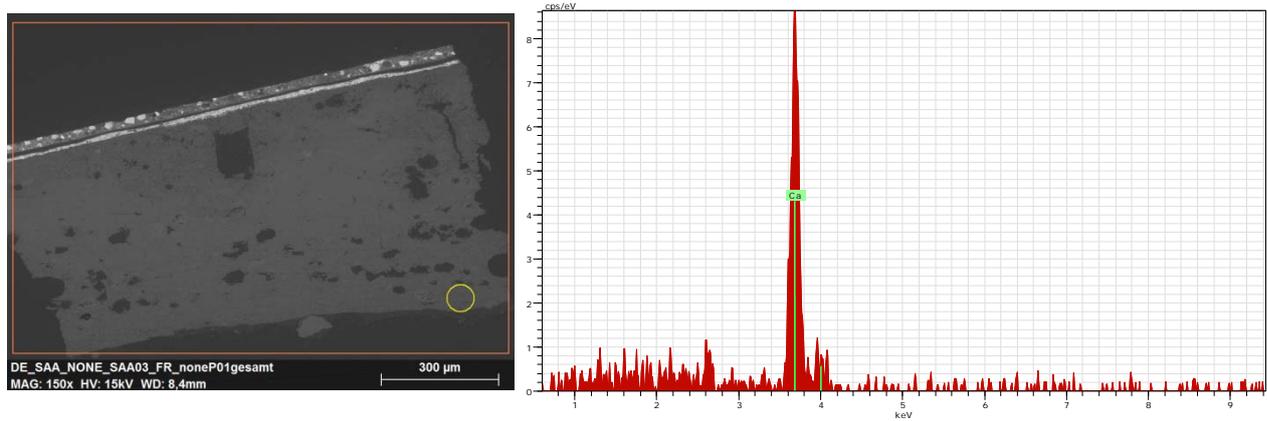
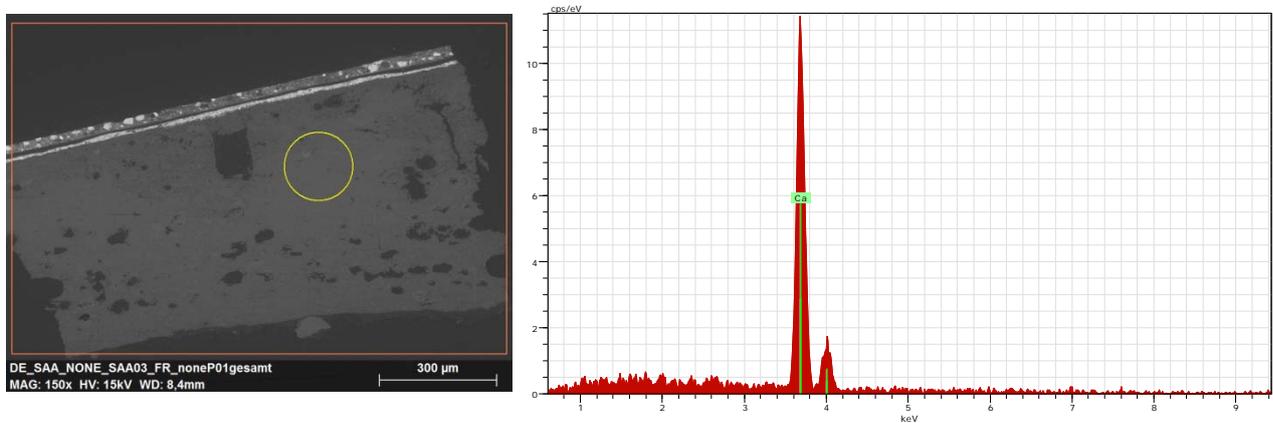


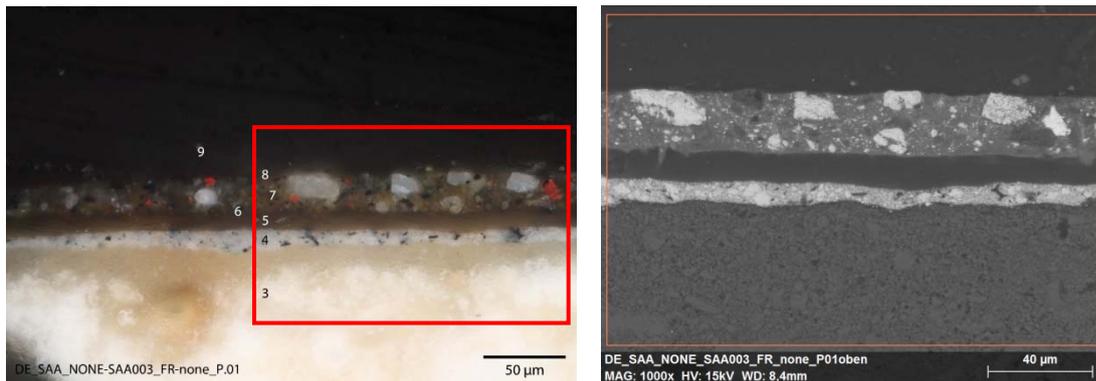
Abb. 15: Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleipigment), Si, Al (→ Tonminerale)  
C (→ Kohlenstoff: Einbetttharz und organische Bestandteile/Bindemittel)



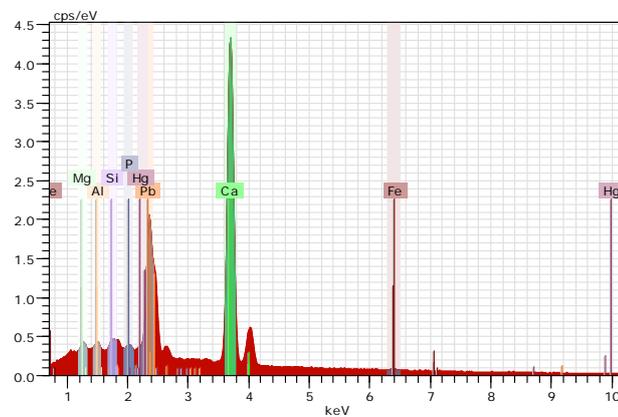
**Abb. 16:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 2:** Ca (→Calciumcarbonat)



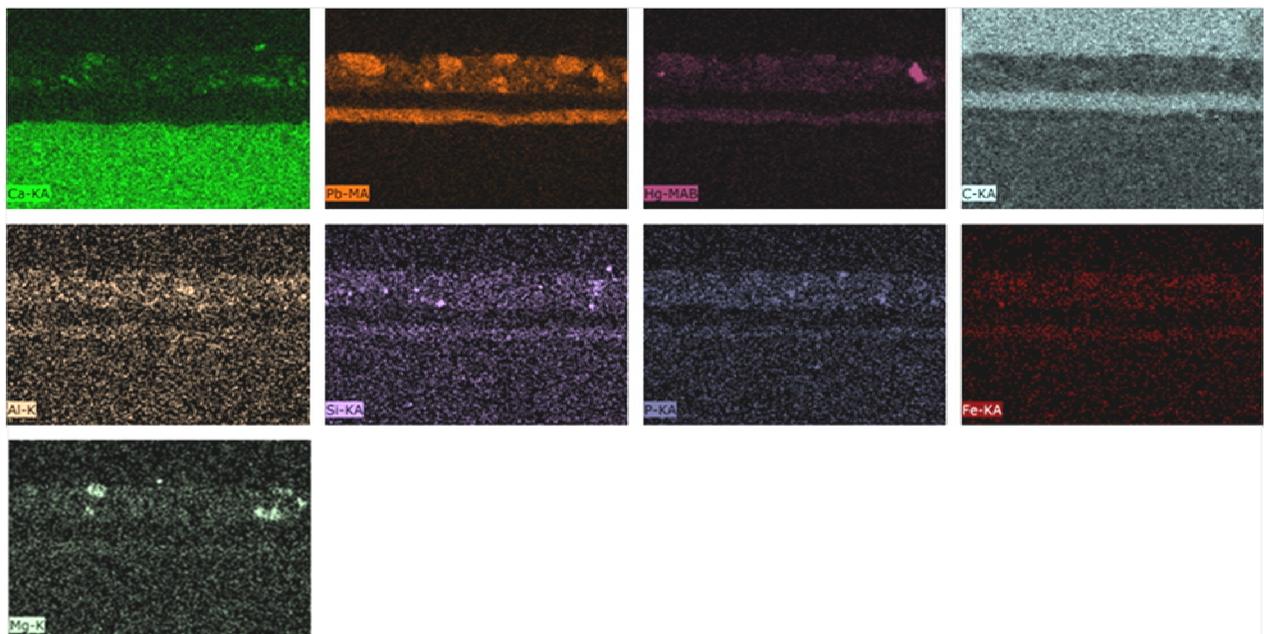
**Abb. 17:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 3:** Ca (→Calciumcarbonat)



**Abb.18:** QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P01, der rot markierte Ausschnitt entspricht dem Messbereich der REM-EDX Messung in der rechten Abbildung

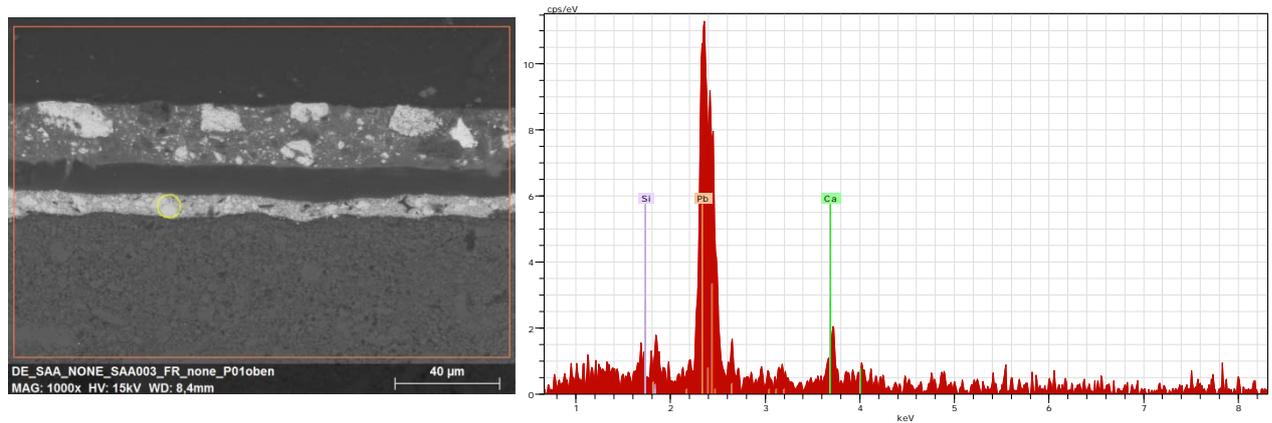


**Abb. 19:** Spektrum des Messbereiches

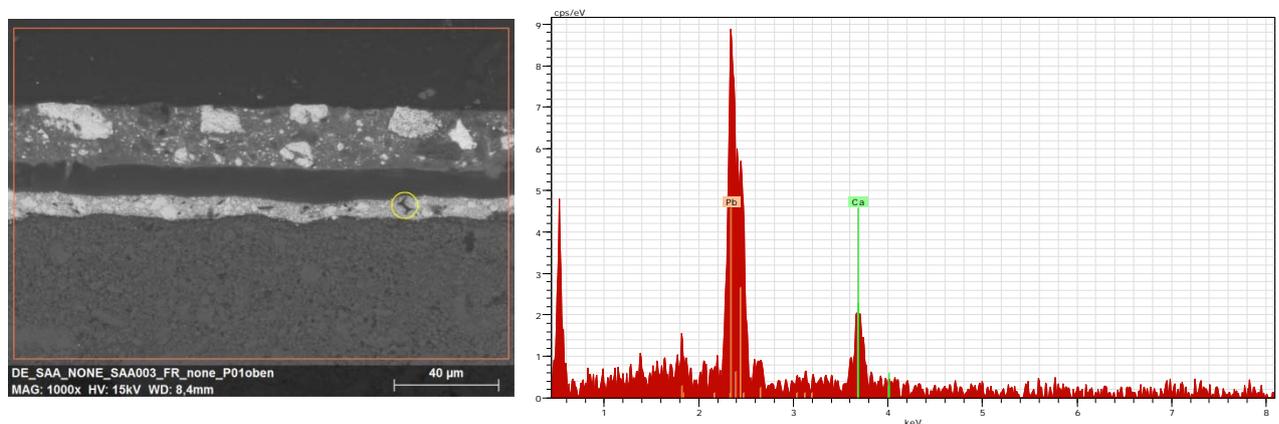


**Abb. 20:** Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleiweiss), Hg (→zusammen mit S - Zinnober), Si, Al, Mg, Fe (→ Tonminerale und eisenhaltige Tonminerale), Ca, Mg (→ Dolomit), Ca, P (→Calciumphosphat - Beinschwarz)

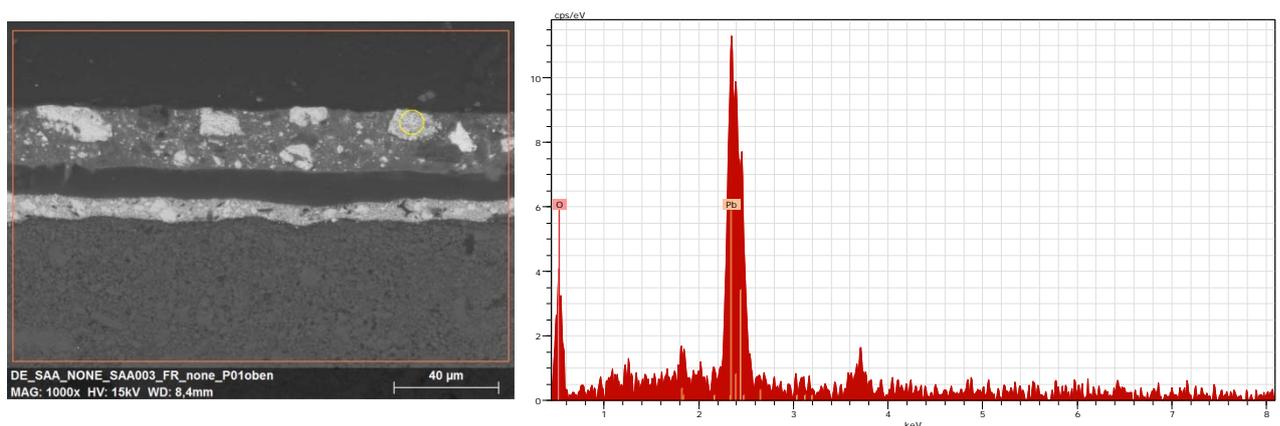
C (→ Kohlenstoff: Einbetttharz und organische Bestandteile/Bindemittel)



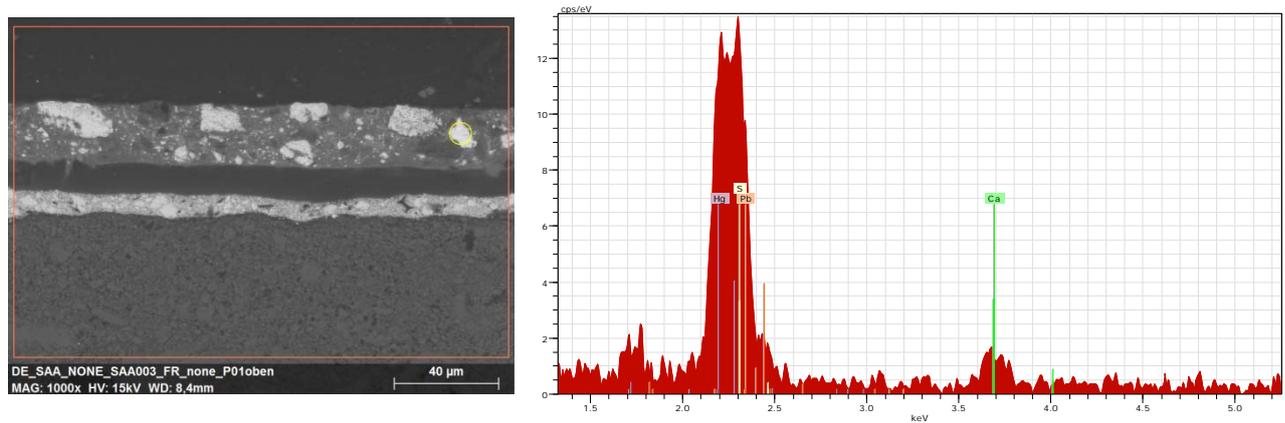
**Abb. 21:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Pb (→Bleiweiss), Ca (→Calciumcarbonat), wenig Si (→Tonminerale)



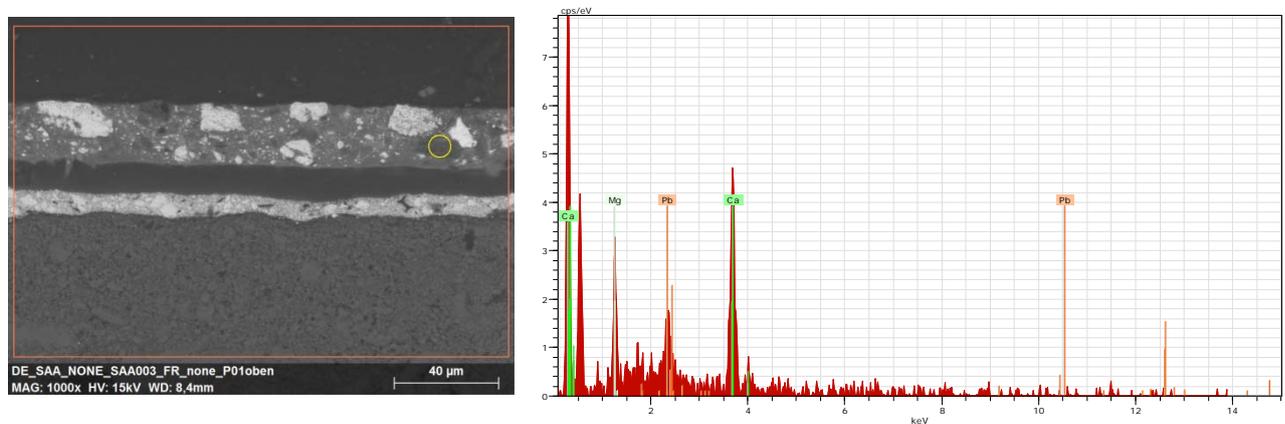
**Abb. 22:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Pb (→Bleiweiss), Ca (→Calciumcarbonat)  
Partikel sehr dunkel: reich an Kohlenstoff, Form charakteristisch für Pflanzenschwarz



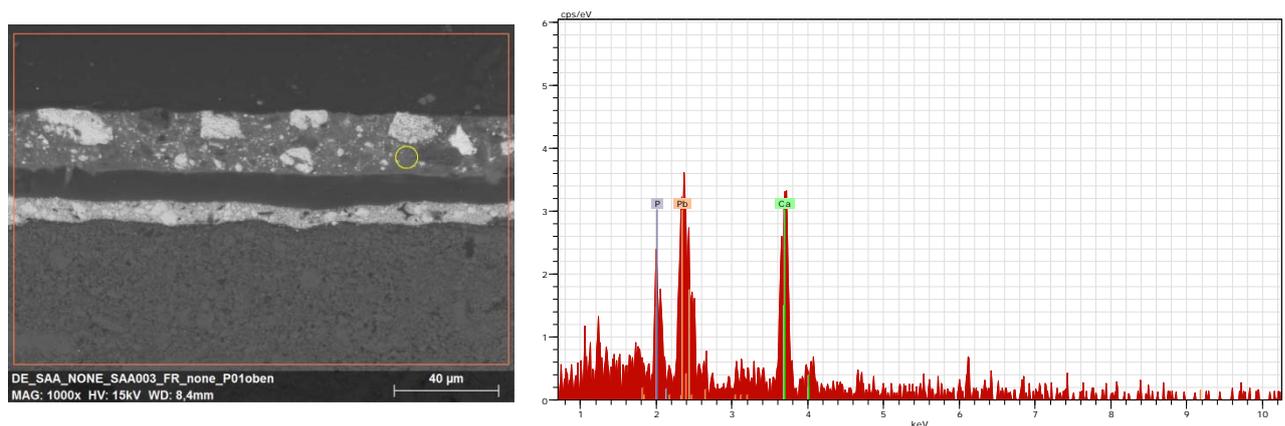
**Abb. 23:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 7:** Pb (→Bleiweiss)



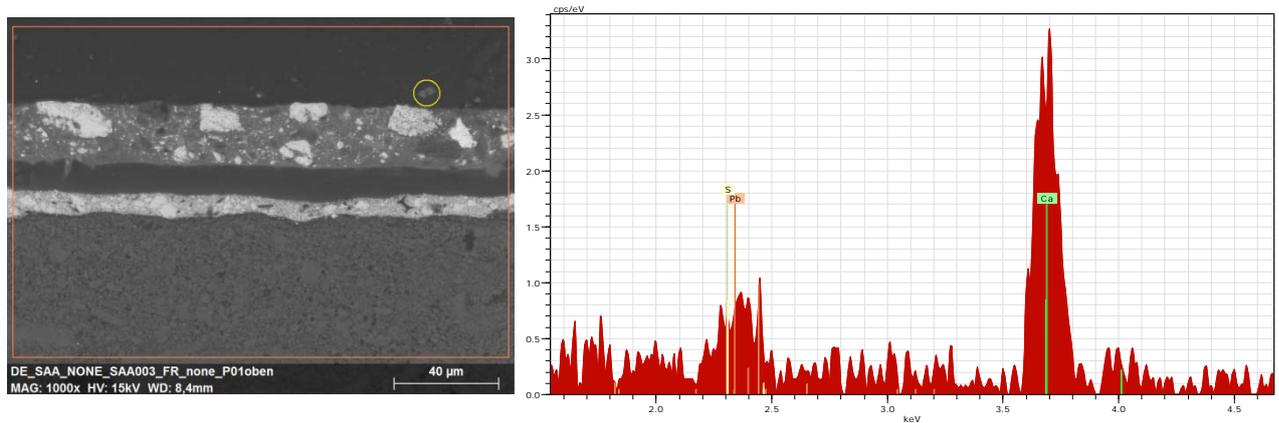
**Abb. 24:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
Schicht 7: Hg, S (→ Zinnober), Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleiweiss)



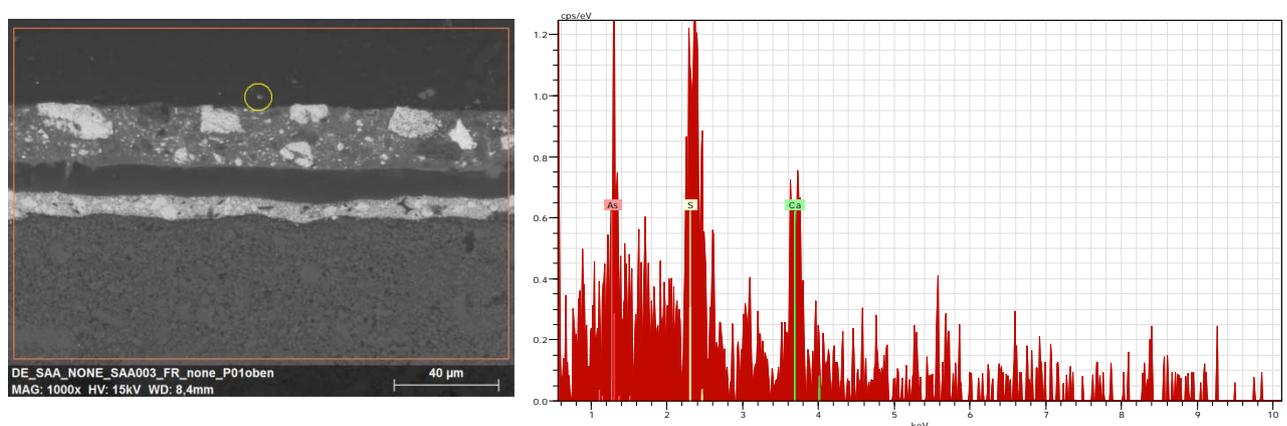
**Abb. 25:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
Schicht 7: Ca, Mg (→ Dolomit), Pb (→ Bleiweiß)



**Abb. 26:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
Schicht 7: Ca, P (→ Calciumphosphat - Beinschwarz), Pb (→ Bleiweiß)

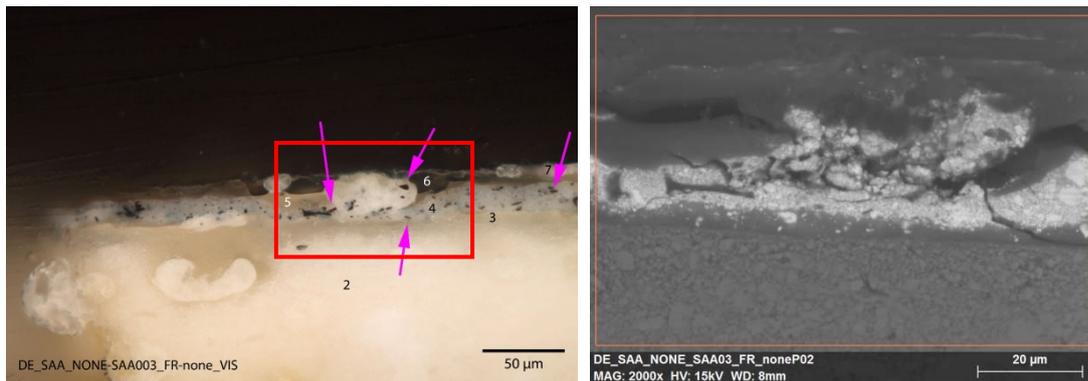


**Abb. 27:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 8:** Ca (→Calciumcarbonat), Pb (→Bleipigment aus der Messumgebung)

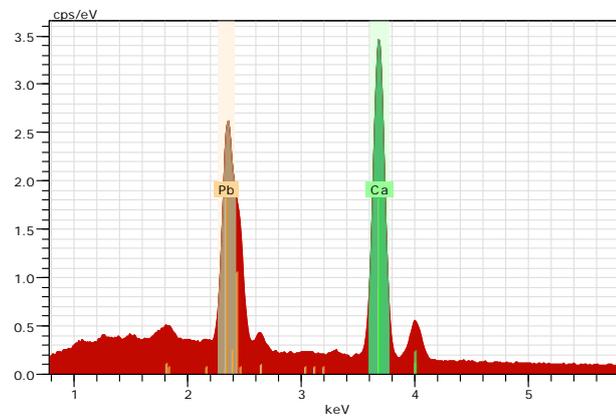


**Abb. 28:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 8: gelbes Partikel:** As, S (→Auripigment), Ca (→Calciumcarbonat)

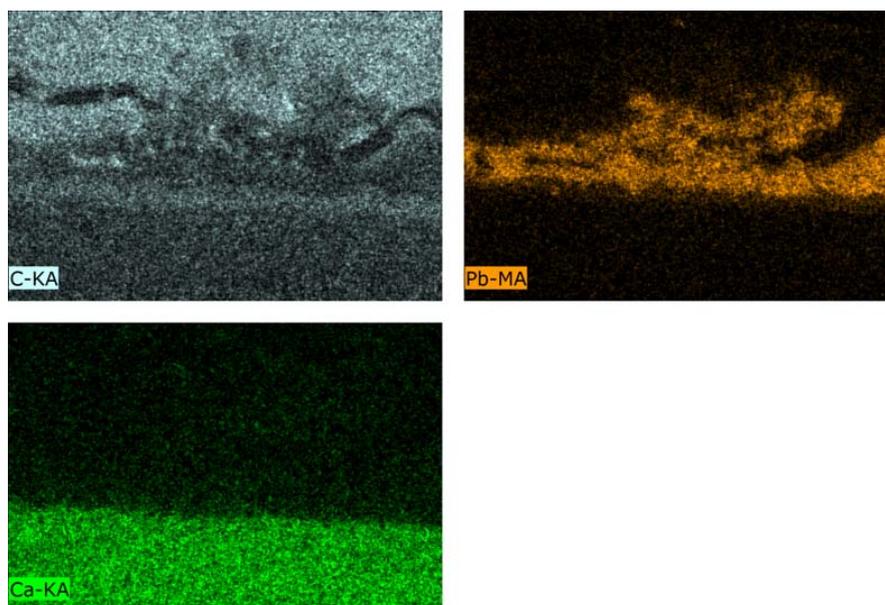
Probe QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P02



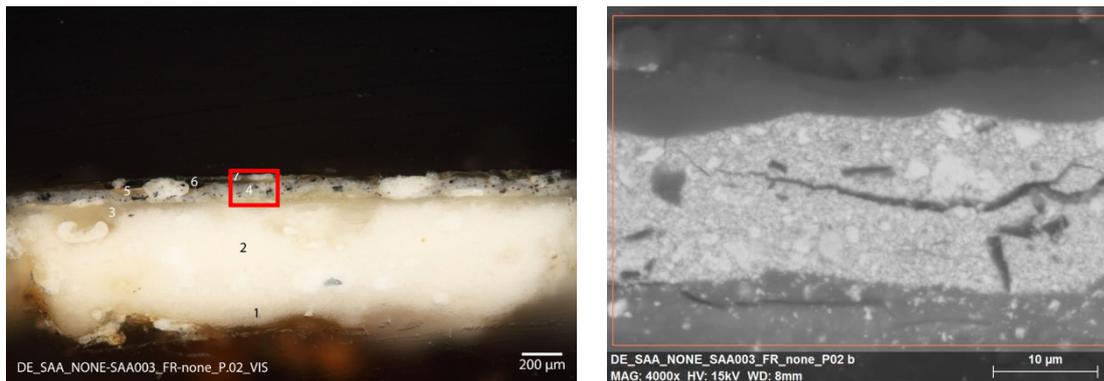
**Abb.29:** QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P02, der rot markierte Ausschnitt entspricht dem Messbereich der REM-EDX Messung in der rechten Abbildung



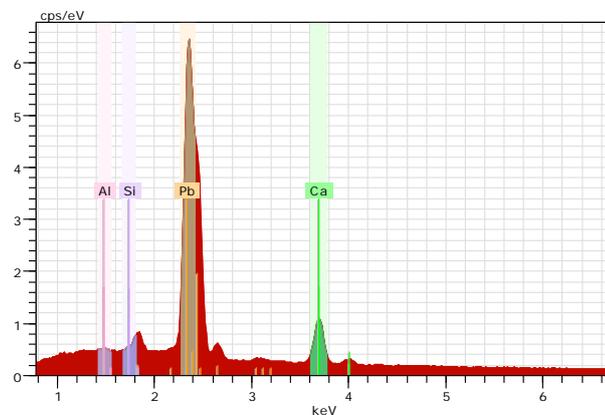
**Abb. 30:** Spektrum des Messbereiches



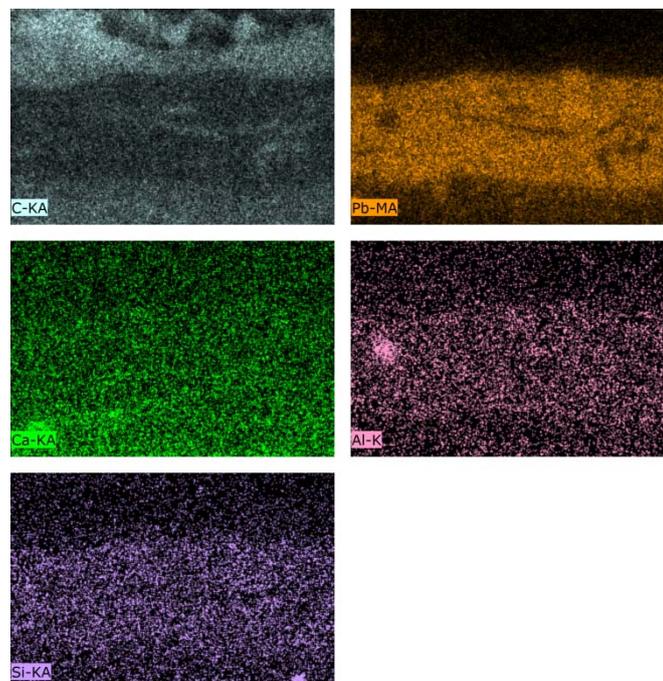
**Abb. 31:** Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleiweiss)  
C (→ Kohlenstoff: Einbetttharz und organische Bestandteile/Bindemittel und Partikel mit Pflanzenschwarz)



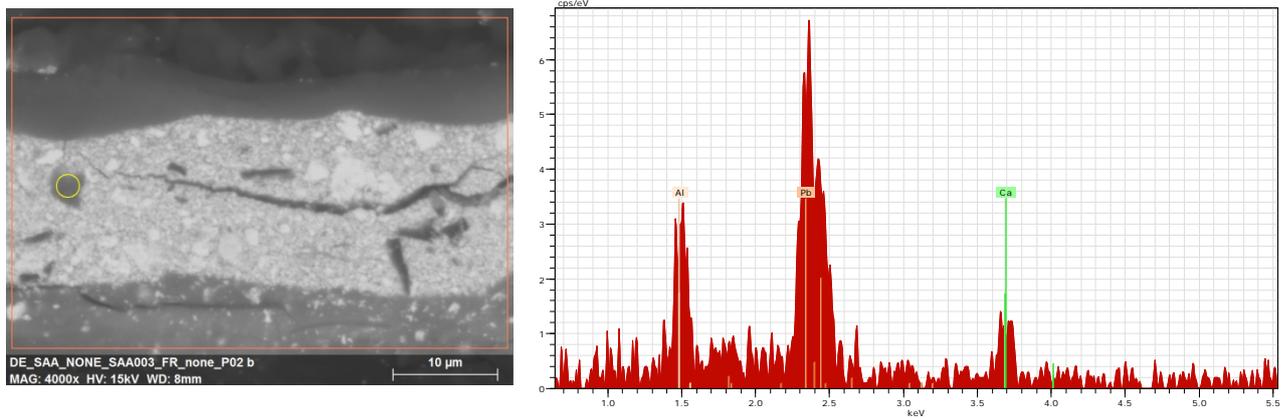
**Abb.32:** QS DE\_SAA\_NONE-SAA003\_FR-none\_P02, der rot markierte Ausschnitt entspricht dem Messbereich der REM-EDX Messung in der rechten Abbildung



**Abb. 33:** Spektrum des Messbereiches



**Abb. 34:** Elementverteilungen von Ca (→ Calciumcarbonat), Pb (→ Bleiweiss) Al (→ Aluminiumhydroxid - Hinweis auf Substrat für Farblack), Si (→ Tonminerale)  
C (→ Kohlenstoff: Einbettharz und organische Bestandteile/Bindemittel und Partikel mit Pflanzenschwarz)



**Abb. 35:** BSE-Bild mit Messbereich (gelber Kreis) und Spektrum des Messbereiches  
**Schicht 4:** Al (→ Aluminiumhydroxid - mglw. Farblackpartikel),  
Pb (→ Bleipigment aus der Messumgebung), Ca (→ Calcium aus der Messumgebung)