

Raumluft-Monitoring in St. Georg: Staubpartikel und deren Quellen

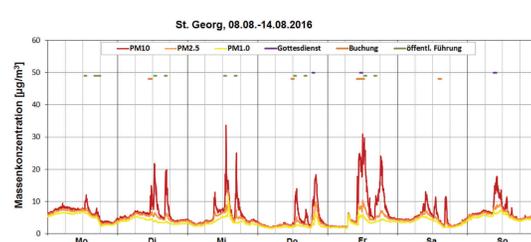
Im durch Tourismus und Nutzung beanspruchten Gebäude stellt sich die Frage, ob potenzielle Schadstoffe, die sich nachteilig auf die Wandmalerei auswirken können, eingetragen werden. Neben dem Raumklima-Monitoring in Kirche und Krypta wurde daher zusätzlich ein Monitoring gasförmiger Verbindungen und partikelförmiger Substanzen (Feinstaub und abgelagerter Staub) durchgeführt. Ziel war es hierbei, den anthropogenen Schadstoffeintrag und das daraus resultierende Schädigungspotenzial zu evaluieren.

Air monitoring in St. Georg: Dust particles and their sources

In buildings that are subject to tourism and use, the question arises as to whether potential pollutants, which may have an adverse effect on the mural, are registered. In addition to indoor climate monitoring in the church and crypt, an additional monitoring of gaseous compounds and particulate matter (fine dust and deposited dust) was carried out. The aim was to evaluate the anthropogenic pollutant input and the resulting damage potential.

Die Feinstaubentwicklung wurde über einen längeren Zeitraum kontinuierlich verfolgt und mit den Nutzungszeiten abgeglichen. Ein Zusammenhang zwischen erhöhten Konzentrationen und dem Zeitpunkt der Führungen und Veranstaltungen ist deutlich erkennbar.

The development of fine dust was monitored continuously over a long period of time and compared with the times of use. A correlation between increased concentrations and the timing of the tours and events is clearly visible.



Staubentwicklung während einer Woche mit Besucherlenkung. Die Zunahme der „gröberen“ Partikel (rot) weist auf eine Aufwirbelung durch Besucher hin.

Dust development during one week with visitor guidance. The increase in "coarser" particles (red) indicates a stir-up by visitors.

Die horizontale Staubbilagerung betrug je nach Ort 3 bis 8 mg pro m² und Tag. Für die vertikale Ablagerung wurde eine Flächenbelegung von 1 bis 3% pro Jahr ermittelt, was außergewöhnlich hoch ist und möglicherweise zu einer Vergrauung der Wandmalerei beiträgt.

Horizontal dust deposition was 3 to 8 mg per m² per day, depending on location. For the vertical deposition, an area coverage of 1 to 3% per year was determined, which is exceptionally high and possibly contributes to a graying of the mural.



Verschmutzung auf der Malerei im Bereich H8.1.1/11 der Nordwand

Pollution on the painting in the area H8.1.1/11 of the north wall

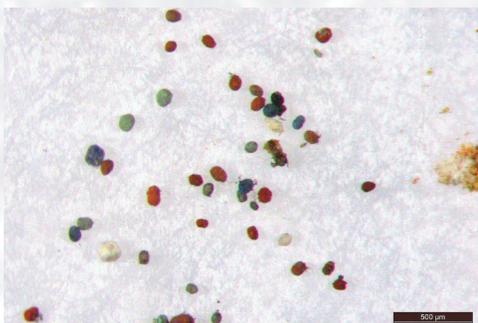


Fasern in einer Staubprobe der Nordwand

Fibers in a dust sample of the north wall

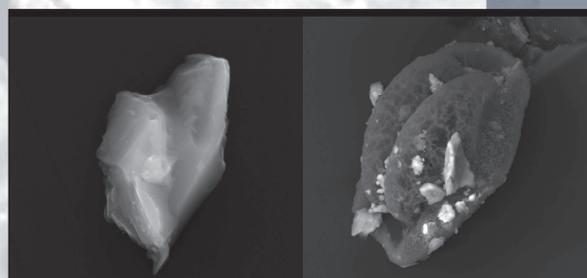
In Staubproben, die von der Oberfläche der Wandmalerei abgenommen wurden, konnten je nach Untergrund verschiedenfarbige eiförmige Partikel beobachtet werden, die in Form und Größe den Exkrementen kleiner Entwicklungsstadien von Insekten oder anderer Arthropoden wie z.B. Staubläusen gleichen. Als Nahrungsquelle kommen beispielsweise Bindemittelanteile der Malerei in Frage. Die Farbigkeit der Kotpillen kann auf konsumierte, aber nicht metabolisierte Farbmittel zurückgeführt werden.

In dust samples taken from the surface of the mural, depending on the background, different colored, egg-shaped particles could be observed, which in form and size correspond to the excrements, resulting from insects or other arthropods, e.g. psocid. As a source of food, binder components of the painting come into consideration: The colour of the fecal pellets can be attributed to consumed, but not metabolized colorants.

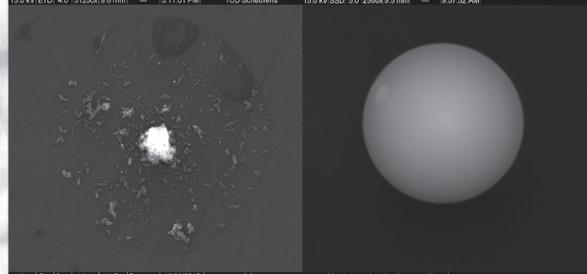


Kotpillen von Insekten mit ausgeschiedenen Pigmenten aus einer Staubprobe der Südwand

Insect fecal pellets with excreted pigments in a dust sample from the south wall

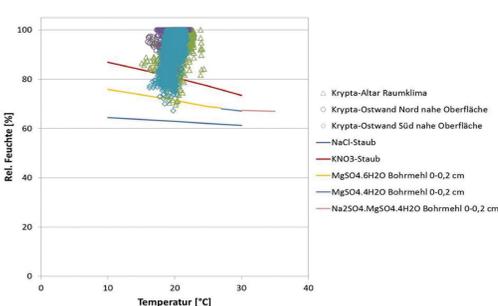


Einzelpartikelanalyse: (oben links) Alumosilikat (oben rechts) Pollen/Spore (unten links) getrockneter Tropfen mit Sulfat (unten rechts) „Tar ball“ aus Verbrennung



Einzelpartikelanalyse: (oben links) Alumosilikat (oben rechts) Pollen/Spore (unten links) getrockneter Tropfen mit Sulfat (unten rechts) „Tar ball“ aus Verbrennung

Single particle analysis: (top left) Alumosilicate (top right) Pollen / Spore (bottom left) dried droplet containing sulfate (bottom right) "Tar ball" from combustion



Vergleich der Deliqueszenzfeuchten der ermittelten Salze mit den in der Krypta auftretenden Klimaparametern

Comparison of the deliquescence moistures of the determined salts with the climate parameters occurring in the crypt

Der Staub in der Krypta enthält – verglichen mit dem Schiff – einen deutlich höheren Salzanteil. Insbesondere wurden dort Kalium und Nitrat, sowie Natrium, Chlorid und Sulfat gefunden. Im Kirchenschiff (Fensterbrüstungen) lag eine vergleichsweise höhere Konzentration an Ammoniumionen vor. Als eine Quelle der Salze wurden sekundäre Aerosole aus Verkehr und Landwirtschaft identifiziert. Aufgrund der klimatischen Bedingungen sind Lösungsprozesse von Salzpartikeln im Staub und damit ein weiterer Eintrag ins Mauerwerk möglich. Die Gefährdung ist in der Krypta aufgrund der höheren Salzgehalte am größten.

When compared to the nave, the dust in the crypt contained a much higher salt content. In particular, potassium and nitrate, as well as sodium, chloride and sulfate were found there. In the nave (window parapets) there was a comparatively higher concentration of ammonium ions. As a source of salts secondary aerosols from traffic and agriculture were identified. Due to climatic conditions that facilitate solution processes of salts in dust, a further entry into the masonry is possible. The hazard is greatest in the crypt because of the higher salt concentrations.

Dr. Manuela Reichert, Dr. Jürgen Frick, MPA Stuttgart
Dr. Dirk Scheuvs, Jean Michel Zapf, Prof. Dr. Stephan Weinbruch, TU Darmstadt
Dr. Werner Weinzierl, Regierungspräsidium Freiburg