

**Zeulner, Julia** (Master 2022, Schwerpunkt: Plastisches Bildwerk und Architektur aus Stein)

### **Thema**

Untersuchung und Bewertung von Möglichkeiten der Modifizierung mineralischer Verfugmörtel mit Acrylatdispersionen für restaurierungsrelevante Anwendungen

### **Zusammenfassung**

Der Verfugmörtel eines Mauerwerks aus Naturstein definiert das Erscheinungsbild und dient dem Witterungsschutz. Aufgrund der vielfältigen Anforderungen, die aus dem Bestand und Zustand, sowie den Umgebungsbedingungen resultieren, ist die Auswahl eines geeigneten Verfugmörtels für eine zielführende Restaurierung entscheidend. Um die Möglichkeiten der Modifizierung eines mineralischen Verfugmörtels mit Acrylatdispersion zu untersuchen und zu bewerten, erfolgten auf Basis eines Kalk-Zement-Verfugmörtels orientierende Untersuchungen der Eigenschaften. Diese können durch die Zusatzmittel Stearat, Methylcellulose und Luftporenbildner gesteuert werden. Ergänzend ermöglichen Acrylatdispersionen weitere Anpassungen. Bisher konnte der gewählte Kalk-Zement-Verfugmörtel durch die nicht mehr verfügbare Acrylatdispersion WPC modifiziert werden. Das Forschen nach einem vergleichbaren Ersatz bildet die Grundlage der Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit. Bereits im Vorfeld wurde im Rahmen eines Projektes an der MFPA Weimar aus mehreren Acrylatdispersionen die Eignung von HWZ festgestellt. Da dieses Dowanol zur Senkung der Mindestfilmbildungstemperatur enthält, fanden hauptsächlich Untersuchungen mit HWO (HWZ ohne Dowanol) statt. Neben den genannten Zusatzmitteln erfolgten Veränderungen der Mischintensität und der Ruhezeit während des Anmischens. Um die Auswirkungen der Variationen auf die Eigenschaften des Verfugmörtels bewerten zu können, wurden diese stets mit Verfugmörteln ohne Dispersion verglichen. Zu Beginn wurde der Einfluss der Acrylatdispersionen auf das Bindemittel mittels Differentialkalorimetrie und der Mikroskopie von Dünnschliffen untersucht. Anschließend erfolgte die Bestimmung von Ausbreitmaß, kapillare Wasseraufnahme, Dichte, dynamischer E-Modul, Biegezug- und Druckfestigkeit einschließlich deren Verhältnis, sowie thermischer Längenänderung, um den Einfluss der Variationen zu ermitteln. Darüber hinaus wurde eruiert, inwieweit die Ableitung ausgewählter Eigenschaften von Kleinstprismen auf den Verfugmörtel möglich ist. Für die Restaurierung zusätzlich relevant ist die Haftzugfestigkeit. Deren Bestimmung fand an Verfugmörteln im Verbund mit Sand- und Kalksteinen statt. Aus den Untersuchungen resultierte insbesondere der verringerte Einfluss der Acrylatdispersionen auf die kapillare Wasseraufnahme und den dynamischen E-Modul. Eine Erhöhung der Konzentrationen bewirkt überwiegend niedrigere Messwerte bei allen Eigenschaften. Der Einfluss von HWO auf den Verfugmörtel ist vergleichbar mit dem von WPC, allerdings zeigen sich bei den Haftzugfestigkeiten im Verbund mit Kalkstein Differenzen. Während durch WPC ausreichende Haftzugfestigkeiten bestehen, bewirkt HWO keinen ersichtlichen Unterschied zum Verfugmörtel ohne Dispersion. Im Gegensatz dazu führen WPC und HWO niedriger Konzentration bei den Verfugmörteln im Verbund mit Sandstein eher zu dem angestrebten Abriss im Verfugmörtel, als der Verfugmörtel ohne Acrylatdispersion. Durch die Kleinstprismen lässt sich vor allem der Einfluss veränderter Konzentrationen ableiten.

## **Abstract**

The pointing mortar („Verfugmörtel“) of a natural stone masonry defines the appearance and serves as weather protection. Due to the diverse requirements resulting from the conditions of the existing structure, as well as the environmental conditions, the selection of a suitable pointing mortar is crucial for a successful restoration. In order to investigate and evaluate the possibilities of modifying a mineral pointing mortar with acrylate dispersion, orientational investigations of the qualities were performed based on a lime-cement pointing mortar. These can be controlled by the additives stearate, methyl cellulose and air-entraining agents. In addition acrylate dispersions allow further adjustments. Up to this time, the selected lime-cement pointing mortar is commonly modified by the acrylate dispersion WPC, which is no longer available. The research on a comparable replacement forms the basis of the investigations in the thesis. In advance, the suitability of HWZ was already determined from several acrylate dispersions in the context of a project at the MFPA Weimar. Since this contains dodecanol to lower the minimum film-forming temperature, investigations were mainly carried out with HWO (HWZ without dodecanol). In addition to the additives mentioned, changes were made to the mixing intensity and the resting time during mixing. In order to evaluate the effects of the variations of the qualities of the pointing mortar, they were always compared with pointing mortar without dispersion. In the beginning, the influence of the acrylic dispersions on the binder was investigated by means of differential calorimetry and microscopy of thin sections. Subsequently, the spreading factor, capillary water absorption, density, dynamic modulus of elasticity, flexural and compressive strength, including their ratio, as well as thermal elongation were investigated in order to determine the influence of the variations. Furthermore, it was established to what extent the derivation of selected qualities of micro-prisms to the pointing mortar is possible. The adhesive tensile strength is also relevant for restoration. This was determined on pointing mortar in combination to sandstone and limestone. The investigations revealed in particular the reducing influence of acrylate dispersions on capillary water absorption and the dynamic modulus of elasticity. For the most part an increase in the concentrations results in lower measured value of all qualities. The influence of HWO on the pointing mortar is comparable to that of WPC, but there are differences in the adhesive tensile strengths when bonded to limestone. WPC provides sufficient adhesive tensile strengths, whereas HWO does not cause any obvious difference to the pointing mortar without dispersion. In contrast, low concentrations of WPC and HWO in the pointing mortars in combination with sandstone are more likely to lead to the desired tear-off in the pointing mortar than in case of pointing mortar without acrylic dispersion. The influence of changing concentrations in particular can be derived from the micro-prisms.