



ORMOCER® Glas als Glasur-Ergänzungstoff in der Konservierung und Restaurierung von Baukeramiken des 19. und 20. Jahrhunderts im Außenbereich. Anwendungsbezogene Evaluation anhand von Testreihen.

Relevanz und Forschungsstand

In der praktischen Konservierung und Restaurierung historischer Glasuren von Baukeramiken im Außenbereich besteht weiterhin Bedarf nach einem Material, welches gute optische und physikalische Eigenschaften aufweist und gut langzeitbeständig ist. In vorausgegangenen Untersuchungen konnte ermittelt werden, dass das ORMOCER® Glas (ORG) die Anforderungen an einen Glasur-Ergänzungstoff für historische Glasuren in direkter Bewitterung erfüllen kann. Innerhalb der Master-Thesis wurde die praxisnahe Anwendung und Beständigkeit des Materials geprüft. Anlass ist die bevorstehende Konservierung und Restaurierung der historisch glasierten Baukeramiken als Fassadenschmuck des Wohnhauses Scharnhorststraße 2 aus dem Jahr 1903.

Das Material ORG (Innovation des Fraunhofer-Institutes für Silicatforschung Würzburg) ist ein anorganisch-organisches Hybridpolymer mit silikatischem Grundgerüst, welches in einer speziellen Synthese hergestellt wird. Das Rohharz wird zur Hälfte mit Paraloid® B72 gemischt. Anschließend wird es mit einer Lösungsmittelmischung aus Ethylacetat und Butoxyethanol verdünnt. Handelsüblich wird es in einer Feststoffkonzentration von 40% vertrieben. Es handelt sich um eine niedrigviskoses, transparentes Material. Das ORG wurde ursprünglich für die Konservierung und Restaurierung mittelalterlicher Gläser hergestellt und in den letzten Jahren für den Einsatz als Glasur-Ergänzungstoff verwendet. Es wurde seither in verschiedenen Projekten und Forschungsarbeiten angewandt.

Methodik

Die Untersuchung des Materials ORG wurde innerhalb von vergleichbaren Testreihen vorgenommen (s. Abb.1). Für die Untersuchung wurden eigens hergestellte glasierte keramische Prüfkörper verwendet, welche sich am Bestand und Zustand des Referenzobjektes orientieren. Diese bestehen aus einem gelben Scherben mit blauer, grüner und brauner Bleiglasur. In den Testreihen wurden kleine keramische Prüfkörper (Fehlstellengröße: ca. 0,5 x 0,5 cm), große keramische Prüfkörper (Fehlstellengröße: ca. 2,5 x 2 cm) und Glasobjektträger behandelt (s. Abb.1 bis 9). Die Prüfkörper für die Testreihen wurden im Vorfeld künstlich klimatisch bewittert und teilweise salzbelastet. Anschließend wurden mechanisch vergleichbare Fehlstellen an den Oberflächen hervorgerufen.

In den Vorproben zu den Testreihen wurden geeignete Rezepturen und Anwendungstechniken des Glasur-Ergänzungstoffes auf vertikalen und horizontalen Flächen erprobt. Parallel zu dem ORG wurde das ORMOCER® Glas FK798 (ORG FK798) in den Testreihen untersucht. Bei diesem handelt es sich um ein vopolymerisiertes Material, welches chemisch die gleiche Zusammensetzung wie das ORG besitzt. Außerdem wurde das ORG unterschiedlicher Chargen (aus den Jahren 2005 bis 2021) untersucht. Es wurden ausschließlich witterungsbeständige Pigmente verwendet. Darunter Kobaltblau dunkel, Kobalt-Coelinblau, Chromoxidhydratgrün, Eisenoxidschwarz und Umbra. Die Pigmente wurden in handelsüblichen Korngrößen, trocken in das ORG eingerührt. Es stellte sich heraus, dass ein min. 40%iger Feststoffgehalt des ORGs nötig ist, um in einem dreischichtigen Auftrag eine ausreichende Filmschichtdicke auf Glasurniveau der Prüfkörper zu erreichen.

In Testreihe 1 wurden die Träger mit drei Schichten von leicht pigmentiertem ORG behandelt (Pigmentgehalt je nach Farbigkeit: 1,6 bis 2,3 Ma.-%) (s. Abb.1 bis 4).

In Testreihe 2 wurden die Träger mit zwei Schichten höher pigmentiertem ORG behandelt (Pigmentgehalt je nach Farbigkeit: 3,2 bis 3,9 Ma.-%) (s. Abb.1, 5 bis 7). Teilweise wurden die Prüfkörper der Testreihe 2 mit einer unpigmentierten Deckschicht behandelt.



Abb. 1: Schematische Darstellung der Testreihe 1 (li.) und Testreihe 2 (mittig mit unpigmentierter Deckschicht und rechts ohne unpigmentierter Deckschicht)

Auf diese Weise konnte der Einfluss einer niedrigen und höheren Pigmentierung auf die Langzeitbeständigkeit des ORG und ORG FK798 ermittelt werden und geprüft werden, ob die unpigmentierte Deckschicht eine schützende Funktion für die pigmentierten Schichten hat. Der Auftrag erfolgte auf horizontalen Prüfkörpern mit dem Pinsel im Digestorium.

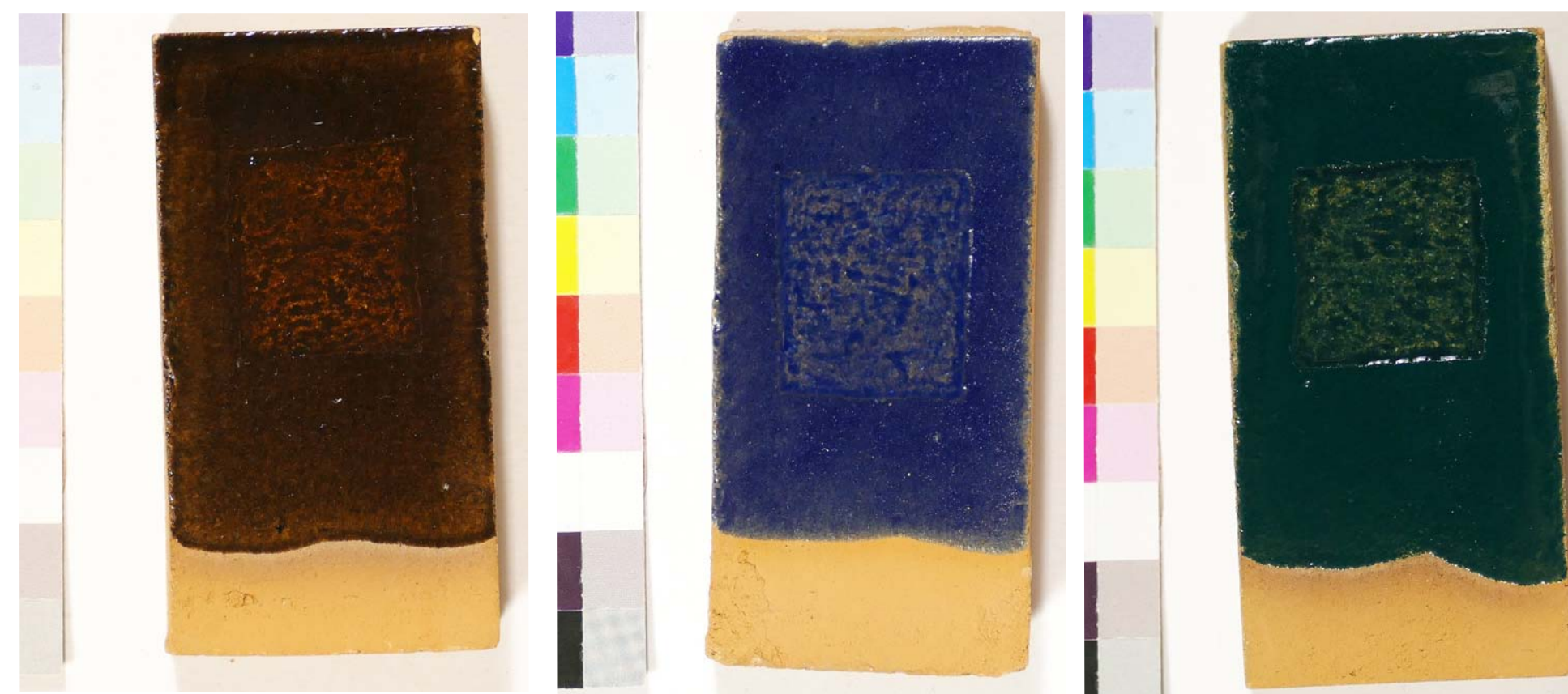


Abb.2 bis 4: Mit ORG behandelte große Prüfkörper der Testreihe 1 nach der Trocknung



Abb.5 bis 7: Mit ORG behandelte große Prüfkörper der Testreihe 2 nach der Trocknung

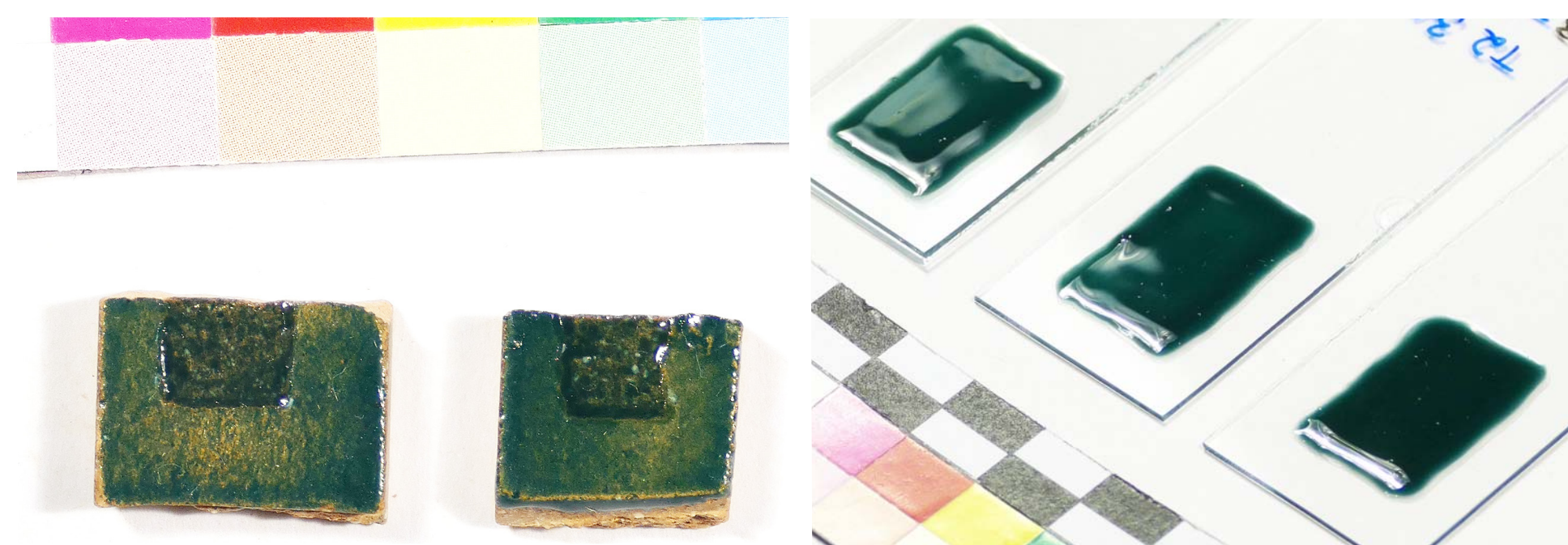


Abb.8 und 9: Mit ORG behandelte kleine Prüfkörper (li.) und Glasobjektträger (re.) der Testreihe 2 mit unpigmentierter Deckschicht (nach der Trocknung)

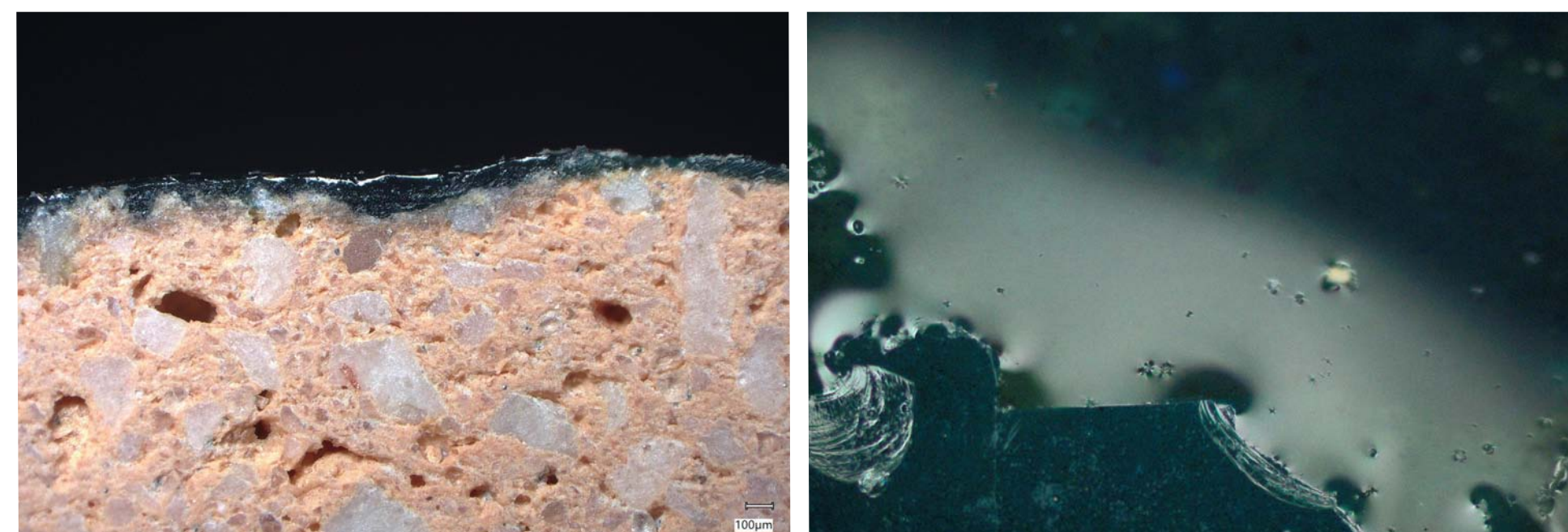


Abb.10: Querschnitt eines mit ORG behandelten kleinen Prüfkörpers der Testreihe 2 mit unpigmentierter Deckschicht

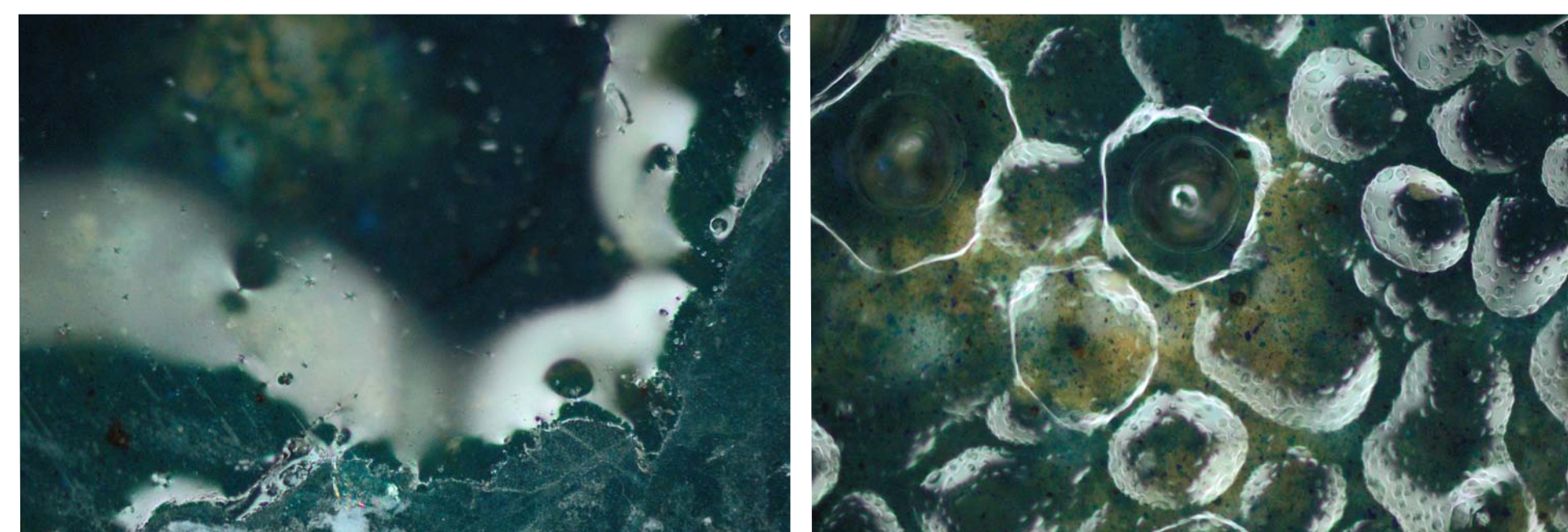


Abb.11: Mikroskop. Aufnahme d. Oberfläche e. m. ORG behandelten kl. Prüfkörpers d. Testreihe 2 m. unpigmentierter Deckschicht (DF, 5-fach)

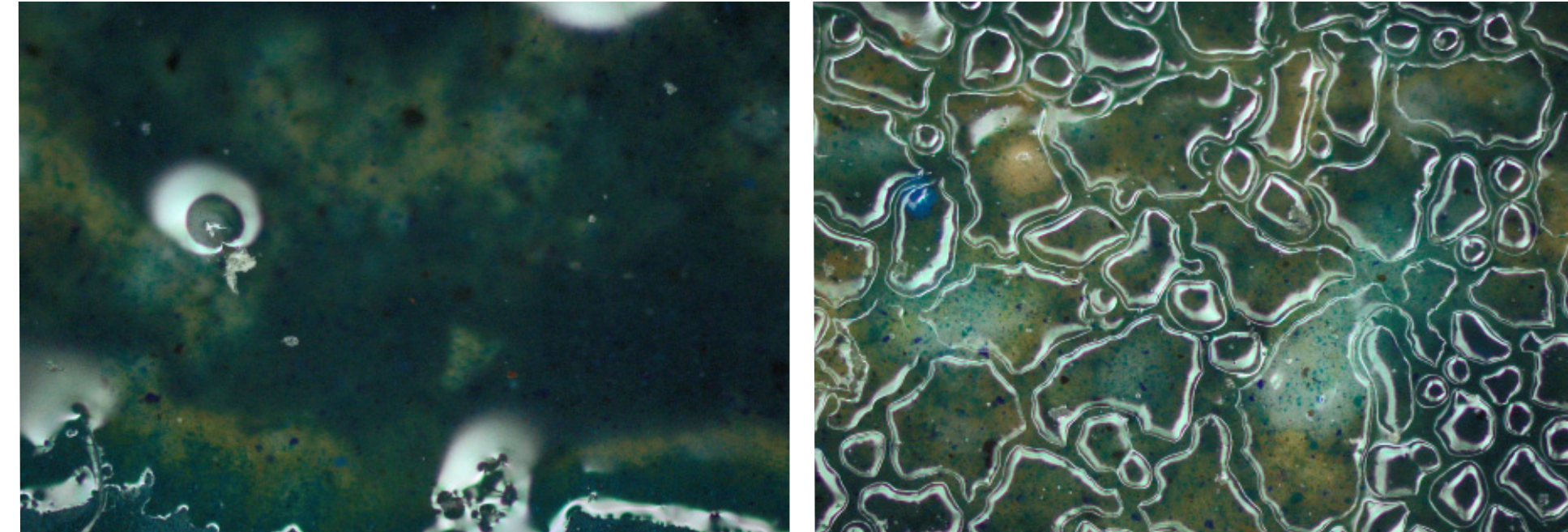


Abb.12 u.13: ORG (li.) und ORG FK798 (re.) d. Testreihe 2 auf salzbel. keram. Prüfkörpern n. d. künstl. klimat. Bewitterung m. zusätzl. Beregnung u. UV-Belastung (DF, 5-fach)

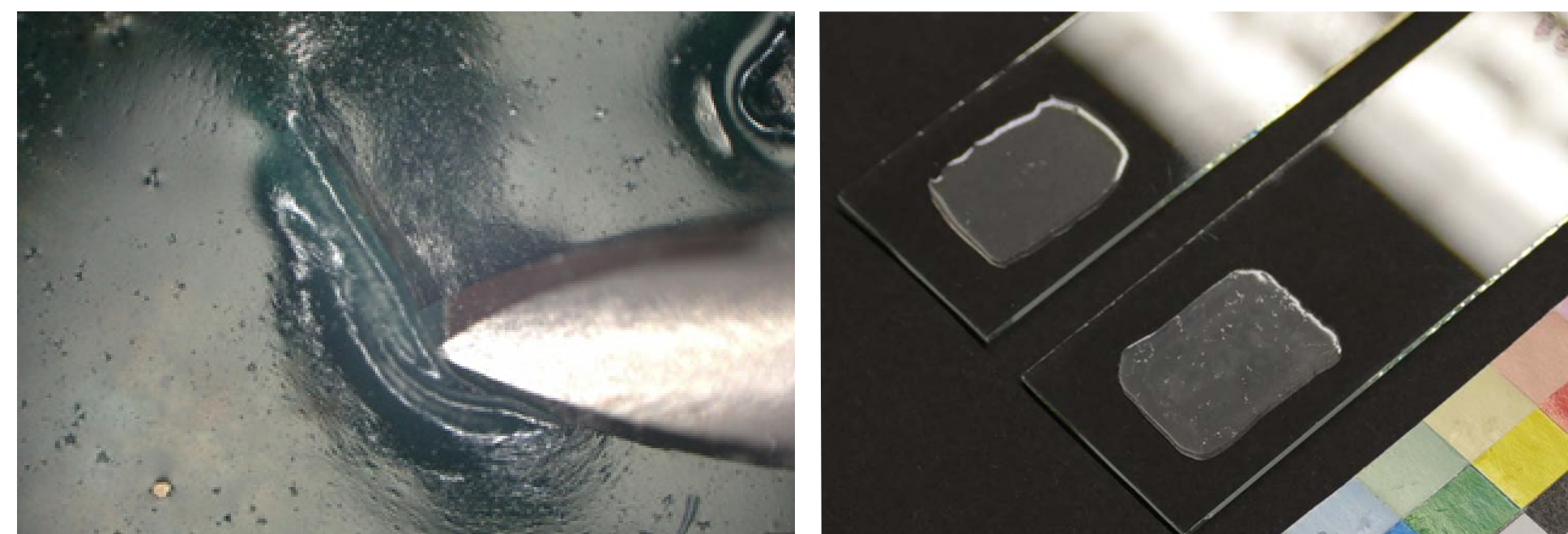


Abb.14 u.15: ORG (li.) und ORG FK798 (re.) der Testreihe 2 auf salzbelasteten keramischen Prüfkörpern nach der künstlichen klimatischen Bewitterung (DF, 5-fach)

Abb.16: Mikroskop. Aufnahme d. ORG-Films auf d. Scherben während d. Einschnittes

Abb.17: Unpigmentiertes ORG u. ORG FK798 nach der 16-stünd. Wasserbelastung

*Alle Fotos stammen von der Autorin der Master-Thesis

Die Prüfkörper der Testreihen trockneten fünf Wochen. Teilweise erfuhren die Prüfkörper anschließend eine künstliche klimatische Bewitterung im Klimaschrank mit relativen Luftfeuchten zwischen 30 und 98% und Temperaturen zwischen -20 und +40°C. Parallel wurde ein Teil der Prüfkörper klimatisch bewittert, direkt beregnet und mit UV-Strahlung belastet. Ein Teil der Prüfkörper blieb unbelastet.

Die Filme auf den Prüfkörpern der Testreihen wurden mit folgenden Methoden vergleichend untersucht:

- makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Oberflächen und Querschliffe (5- bis 300-fache Vergrößerung)
- Elastizitätstest durch mechanischen Einfluss
- Test auf Wasserbeständigkeit per Wasserbad (für 16 Stunden)
- Test auf Kältebeständigkeit per Bad in flüssigem Stickstoff
- Test auf Haftzugfestigkeit per Gitterschnitttest
- Kontaktwinkelmessung
- FTIR-Spektroskopie (ATR)

Ergebnisse und Fazit

Die Filme beider Testreihen wiesen nach dem Auftrag, während und nach der Trocknung gute optische und physikalische Eigenschaften auf.

Das ORG und ORG FK798 ließ sich durch seine Viskosität gleichmäßig auf den offenporösen Scherben auftragen und legte sich gut an die Glasurbruchkante an (s. Abb.10 und 11). Das Pigment lag gut verteilt in den Filmen vor. Durch die Verdunstung des Lösungsmittels nahm das Material schnell an Viskosität zu. Durch die physikalische Trocknung verloren die Schichtdicken an Höhe und lagen selten auf Glasurniveau. Die ORG-Filme waren elastischer als die ORG FK798-Filme. Die Filme ließen sich nach einer Trocknungszeit von acht Wochen mittels einer Nadel ohne Druck stark beeinträchtigen (s. Abb.16). Die Schnitte in den Beschichtungen entwickelten sich durch die hohe Elastizität der Filme wieder zurück.

Nach der künstlichen Bewitterung lag in den ORG FK798-Filmen teilweise eine Blasenbildung vor, welche zu einer Mattierung der Oberfläche führte (s. Abb.13 u.15). Als Ursache für das Schadbild wird eine schnelle Zunahme der Viskosität der oberflächlichen Filme und eine dadurch behinderte Lösungsmittelretention im Trocknungsprozess vermutet. Das ORG und das ORG FK798 waren bei sehr niedrigen Temperaturen (-196°C) ohne Einschränkung beständig. Infolge der direkten Belastung mit Wasser, einerseits in der künstlichen klimatischen Bewitterung, andererseits im Test auf Wasserbeständigkeit, wurde eine Trübung der Filme beobachtet, welche sich mit dem Verdampfen des Wassers komplett zurückbildete (s. Abb.17). Die ORG FK798-Filme wiesen eine geringere Haftzugfestigkeit auf als die ORG-Filme. Die Kontaktwinkel definierter Wassertropfen auf den Oberflächen ausgewählter Prüfkörper lagen zwischen 67,3° und 82,7°. Diese Werte deuteten auf eine mäßige Hydrophobizität der Filmoberflächen mit ORG und ORG FK798 hin. Die FTIR-spektroskopische Untersuchung der einschichtigen Filme auf den Glasobjektträgern ergab, dass die Filme aus den Testreihen hinsichtlich der verschiedenen Rezepturen und Bewitterungen keinerlei chemische Veränderungen aufweisen. Auch die unterschiedlichen Lagerzeiten von bis zu 16 Jahren hatten keinen Einfluss auf die chemische Struktur des ORG.

Es konnte keine direkte Auswirkung des Pigmentgehalts der Rezepturen und der Salzbelastung des Scherbens der Prüfkörper auf die Langzeitbeständigkeit der bewitterten ORG- und ORG FK798-Filme festgestellt werden.

Aufgrund der schnellen Viskositätszunahme im Trocknungsprozess und der daraus resultierenden Irritation in den ORG FK798-Filmen ist die Verwendung des Materials als Glasur-Ergänzungstoff nicht unbedingt zu empfehlen (s. Abb. 13 und 15).

Das ORG wies auch nach der künstlichen Bewitterung gute optische und physikalische Eigenschaften auf (s. Abb.12 u. 14).

Welche Eigenschaften das ORG und ORG FK798 nach einer längeren Trocknungszeit und intensiveren Bewitterung aufweisen, muss an dieser Stelle offenbleiben. Hinsichtlich der weiteren Entwicklung des Materials ORG ist zu empfehlen, die Trocknungszeit des Materials zu verkürzen und die mögliche Verarbeitungszeit zu verlängern. Bezüglich der Anwendung des ORG am Referenzobjekt müssen weitere Untersuchungen und vorausgehende Maßnahmen zum Schutz der Originalsubstanz erfolgen.