Heritage meets Hightech – Denkmalpflege und moderne Glastechnologie im Gespräch

Freiburg, 20.–21.11.2025

Bericht von: Emelie Aurora Mayer, Michelle Anita Kollmann, Kunstgeschichtliches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg

Welche Rolle kann Hightech-Glas aus dem 3D-Drucker für die Denkmalpflege und die Restaurierung historischer Glasmalereien spielen? Was können technische Neuentwicklungen dieser Art für seit Jahrhunderten etabliertes Handwerk bedeuten? Mit dieser Frage eröffnete der Workshop „Heritage meets Hightech – Denkmalpflege und moderne Glastechnologie im Gespräch“ der von 2025 bis 2026 am Freiburg Institut of Advanced Studies (FRIAS) geförderten Projektgruppe „GlassAge – A Transparent View of Ancient Innovation“ den zweitägigen Austausch zwischen Materialwissenschaft, Restaurierung, Denkmalpflege und Kunstgeschichte.[1] Ausgangspunkt war die 2018 von dem Professor für Prozesstechnik Bastian Rapp (Universität Freiburg) mitentwickelte Glassomer-Technologie, ein additives Fertigungsverfahren, das Glas ähnlich wie Kunststoff formt und dabei bis zu 70 Prozent der beim konventionellen Schmelzen benötigten Energie einspart, was experimentell nachgewiesen wurde.[2] Aus dem Verfahren ging die in Freiburg ansässige Glassomer GmbH hervor, die kontinuierlich an der Weiterentwicklung arbeitet.[3] Diskutiert wurde mit Restaurator:innen, Denkmalpfleger:innen und Kunsthistoriker:innen, ob und wo dieses neue Verfahren einen Beitrag zur Restaurierung historischer Glasmalerei leisten kann.[4] Die Kunsthistorikerin Julia von Ditfurth (Universität Freiburg) und Bastian Rapp, die den Workshop leiteten, betonten den Wunsch nach einem neugierigen, aber kritischen Austausch zu potenziell geeigneten und weniger geeigneten Einsatzmöglichkeiten der neuen Technologie.

Beim Laborbesuch der Glassomer GmbH wurde der Prozess erläutert: Aus einem Pulver-Bindemittel-Gemisch werden Bauteile im Spritzguss- oder 3D-Druckverfahren gefertigt, der Kunststoffanteil wird daraufhin in einem Wasserbad herausgelöst und das Rohteil bei bis zu 1300 Grad Celsius gesintert. Farbigkeit lasse sich durch Ionen erzeugen, wobei das exakte Treffen einer gewünschten Farbe laut dem Unternehmen weiterhin einen längeren Abstimmungsprozess erfordere. Die 3D-gedruckten Oberflächen zeigen dabei auch im Medium Glas sichtbare Schichtlinien, die für unterschiedliche Produkte mehr oder weniger geeignet seien. Rapp erläuterte, Glassomer trenne Materialsystem und Formgebungsprozess der klassischen Glasherstellung voneinander und übertrage so Verfahren wie Spritzguss, CNC-Fräsen und 3D-Druck auf die Verarbeitung von Glas. Nicht der Rohstoff, sondern die energieintensive traditionelle Produktion mache Glas in seiner traditionellen Herstellung teuer. Glassomer könne dort ansetzen, wo die handwerkliche Fertigung an Grenzen stößt, etwa bei sehr kleinteiligen Formen oder bei Schleif- und Ätzprozessen, bei denen in der traditionellen Bearbeitung gesundheitsschädliche Stoffe frei werden.

Dass der Ansatz tragfähig ist, gezielt Lücken zu schließen, zeigten zwei Modellprojekte. Von Ditfurth und Daniel Parello (CVMA Freiburg) berichteten vom Versuch, für Studienzwecke eine origi-

nalgetreue Replika einer Kopfscheibe aus der Zisterzienserklosterkirche Haina mittels 3D-Scan und Glassomer-Druck herzustellen. Nach unzufriedenstellenden Versuchen mit Smartphone-App und Handscanner lieferten bereits vorhandene hochauflösende Scans kleinerer Fragmente aus der Lehrsammlung der Freiburger Glasmalereiforschungsstelle Corpus Vitrearum Medii Aevi (CVMA) verwertbare Aufnahmen; für eine einzelne Scherbe liegt bereits ein mit Glassomer gedrucktes, aber noch nicht finales Teilergebnis vor. Karla Becker (Universität Freiburg) stellte eine im Rahmen ihrer Bachelorarbeit entwickelte Checkliste vor, die als kunsthistorische Vorstudie für eine Rekonstruktion des verlorenen Marienkopfes im Chorachsenfenster der Zisterzienserklosterkirche Amelungsborn durch 3D Druck dienen sollte; begleitet von Elena Kosina (CVMA Freiburg) als beratender Expertin.[5] Da Ikonografie sowie Text- und Bildquellen zur Gestaltung des Kopfes fehlten, entwickelte Becker einen allgemeingültigen mehrstufigen Kriterienkatalog für eine quellengestützte Rekonstruktion. Neben Text- und Bildquellen schließt dieser auch Objekte und immaterielles Kulturgut wie Werkstattpraxis ein; die Quellengruppen werden systematisch gegeneinander abgewogen, bevor eine Rekonstruktionsentscheidung, unter Verwendung von z.B. Glassomer, getroffen werden sollte.

In der von Ivo Rauch (Koblenz) moderierten Diskussion stand das Verhältnis von Original, Kopie und Vermittlung im Mittelpunkt. Parello äußerte Bedenken bezüglich einer Distanzierung vom eigentlichen Objekt, wenn Repliken das Studium am Original ersetzten.[6] Von Ditfurth ergänzte, dass gerade das haptische Erfahren nicht zugänglicher Objekte den Studierenden eine Annäherung eröffne, die Fotografien nicht leisten könnten – als Ergänzung, nicht als Ersatz. Rapp betonte, das Verfahren könne vor allem dort Anwendung finden, wo das etablierte Handwerk auf erhebliche Probleme bei der Umsetzung stoße.

Der zweite Tag widmete sich der Baudenkmalpflege. Dunja Kielmann (Esslingen) systematisierte die bisher gebräuchlichen Typen von Ergänzungen verlorengegangener Glasmalereien in historischen Glasfenstern: bloße Flickungen und Reparaturen zur Sicherung von Fehlstellen und Ergänzungen, die einen ästhetischen und sakralen Lesbarkeitsanspruch verfolgen, etwa als Neutralergänzung oder mit Punktraster- bzw. Siebdruck, die sich erst aus der Nähe als solche zu erkennen geben.[7] Eine Rekonstruktion durch Punktraster konnten die Teilnehmer:innen beim Rundgang durch das Münster in Augenschein nehmen. Eine Ergänzung sei in Kielmanns Augen nur bei einer ausreichenden Quellenlage vertretbar. Michael Burger (CVMA Freiburg) rekonstruierte am Beispiel der Strahlenkranzmadonna der Wiesenkirche Soest (um 1520), wie die 1967/68 durchgeführte Doublierung – das rückseitige Aufkleben einer vollflächigen Glasscheibe – oxidierte und zu einer Vergilbung der ursprünglich zurückhaltenden Grisaillemalerei geführt hatte.[8] Er regte an, mittels skalierbarer, haptisch erfahrbarer Glassomer-Modelle die heute überstrahlte ursprüngliche Farbwirkung des Fensters vor Ort im Kirchenraum wieder zugänglich zu machen. In der Diskussion verwies Rapp anschließend auf werkstoffkundliche Parallelen zur Oxidation von Epoxidharzen in den Materialwissenschaften und den Einsatz von Heliumgas, das den Oxidationsprozess an der Glasmalerei möglicherweise reversibel machen könnte.

Anna Pawlik (Köln) sah anhand zweier Kölner Restaurierungsprojekte, der Goldenen Kammer von St. Ursula und der Chorfenster von St. Kunibert, das Potenzial von Glassomer weniger in der seriellen Fertigung ganzer Scheiben als in der Simulation von Gestaltungsvarianten zur Entscheidungsfindung – „Glas statt Papier“ – sowie in anfassbaren Repliken für Vermittlung und Fundraising. Sophie Wolf (Vitrocentre Romont) erachtete den Einsatzbereich außerhalb des Glasmalereihand-

werks für sinnvoll, bei z.B. heute kaum noch handwerklich hergestellten bzw. teuren Struktur- und Facettengläsern, wie sie in den 1930er-Jahren in der Schweiz in Glasbausteinwänden verbaut wurden. Anders sei dies im Falle von z.B. islamischer Glasmalerei, die es als immaterielles Kulturerbe gilt zu erhalten,[9] statt es durch 3D-Druckverfahren zu verdrängen. Wolf plädierte für eine partizipative Wissensvermittlung durch Glassomer, etwa durch das Erfahrbarmachen historischer, teils verlorener Techniken.

Die abschließende Diskussion bündelte diese Positionen. Mehrere Teilnehmer:innen plädierten dafür, den Erhalt des Restaurierungshandwerks von der Frage nach neuen Vermittlungsformaten zu trennen. Anfassbare Repliken oder digitale Vermittlungsangebote, wie sie beispielsweise in Bath Abbey[10] bereits erfolgreich erprobt wurden, könnten das Interesse an historischer Glasmalerei und damit auch die Finanzierung ihres Erhalts stärken, ohne das Handwerk selbst zu ersetzen. Ausgiebig diskutiert wurde der Umgang mit der Lesbarkeit sakraler Bildprogramme. Die Frage nach der Art der Wiederherstellung liturgischer und ikonografischer Lesbarkeit angesichts sich wandelnder Nutzungsansprüche infolge der Neu- und Umnutzung z.B. von Kirchenräumen wurde am Beispiel der in den 1970er-Jahren favorisierten, von Gemeinden jedoch überwiegend abgelehnten Praxis, Fehlstellen bewusst offen auszuhalten, thematisiert.

Der Workshop entließ seine Teilnehmer:innen mit neuen interdisziplinären Überlegungen. Deutlich wurde ein Konsens darüber, dass Glassomer kein Ersatzverfahren für das etablierte Glaserhandwerk, sondern ein ergänzendes Werkzeug für punktuelle, bislang ungelöste Aufgaben sein kann: bei der Simulation von Ergänzungsvarianten, bei heute kaum noch herstellbaren Strukturgläsern und bei anfassbaren Repliken für Lehre, Fundraising und Vermittlung. Über die konkrete Technologie hinaus bleibt vor allem festzuhalten, dass Restaurierungsentscheidungen angesichts sich rasch wandelnder ästhetischer Urteile stets gut begründbar sein müssen. Die Frage, wie neue Verfahren das Handwerk ergänzen können, ohne es zu verdrängen, wird die Denkmalpflege daher weiter beschäftigen. Derzeit lässt sich historische Farbigkeit mit Glassomer noch nicht exakt nachbilden. Offen blieben zudem Fragen zur Alterungsbeständigkeit des Materials, für die Langzeittests noch ausstehen, und zur fallspezifischen Abwägung zwischen Authentizität, Lesbarkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit. Der transdisziplinäre Charakter des Workshops dürfte dabei ebenso wichtig bleiben wie die Technologie, um die es ging.

Anmerkungen:

[1] Vgl. zum Programm: https://arthist.net/archive/51076 [30.10.2026]. Die Projektgruppe wird geleitet von Eva von Contzen (Mittelalterzentrum und Englische Literatur), Julia von Ditfurth (Mediävistische Bild- und Kulturwissenschaft), Fabian Stroth (Byzantinische Archäologie) und Bastian Rapp (Prozesstechnik, Glassomer GmbH) der Universität Freiburg. Vgl. die kürzlich erschienene Publikation zum Projekt: Eva von Contzen, u.a., Glass Ceilings? Transdisciplinary Work in Medieval Studies, in: SPECULUM. A Journal of Medieval Studies 101.1 (2026), S. 218-224, https://doi.org/10.1086/738118 [28.10.2026].

[2] Rapp, Bastian: High-throughput injection molding of transparent fused silica glass, in: Science 372 (2021), S. 182-186, https://www.science.org/doi/10.1126/science.abf1537 [28.10.2026].

[3] Weitere Informationen zu Glassomer: https://www.glassomer.com [28.10.2026].

[4] Vgl. für einen ersten Bericht mit Bezug zur Denkmalpflege: Julia Ditfurth / Bastian Rapp, Innovation in der Glasherstellung des 21. Jahrhunderts. Die „Glassomer“-Technologie und das transdisziplinäre Projekt „GlassAge“, in: Die Denkmalpflege 82.2 (2024), S. 184–187, https://doi.org/10.1515/dkp-2024-2012 [28.10.2026]. Weitere Informationen zur Tagung und der Projektgruppe:

https://uni-freiburg.de/frias/glass-age-a-transparent-view-of-ancient-innovation/ [28.10.2026].

[5] Kosina, Elena: Die Glasmalereien in Niedersachsen: ohne Lüneburg und die Heideklöster (Corpus Vitrearum Medii Aevi, Band 7,1), Berlin 2017, S. 69-97.

[6] Vgl. Julia Ditfurth / Bastian Rapp, Innovation in der Glasherstellung des 21. Jahrhunderts. Die „Glassomer"-Technologie und das transdisziplinäre Projekt „GlassAge", in: Die Denkmalpflege 82.2 (2024), S. 184–187, https://doi.org/10.1515/dkp-2024-2012 [28.10.2026].

[7] Beispielsweise in Form einer Pixelmethode in Lessines und in einer moderneren Ausprägung in Machelen (Belgien).

[8] Die dadurch stark veränderte Wirkung der Glasmalerei ist durch ein Archivfoto aus den 1960er-Jahren belegt.

[9] Bereits im Jahr 2023 wurde die manuelle Glasfertigung zu der UNESCO Liste des Immateriellen Kulturerbes der Menschheit hinzugefügt. Vgl. https://www.unesco.de/aktuelles/manuelle-glasfertigung-ist-immaterielles-kulturerbe-der-menschheit/ [28.10.2026].

[10] Vgl. die Online-Übersicht des Discovery Museums der Bath Abbey, die ein breites Angebot an digitalen und analogen Vermittlungsangeboten bietet: https://www.bathabbey.org/visiting/discovery-centre/ [28.10.2026].

Empfohlene Zitation:
Emelie Aurora Mayer, Michelle Anita Kollmann, Kunstgeschichtliches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: [Tagungsbericht zu:] Heritage meets Hightech – Denkmalpflege und moderne Glastechnologie im Gespräch (Freiburg, 20.–21.11.2025). In: ArtHist.net, 03.11.2026. Letzter Zugriff 24.11.2026. <https://arthist.net/reviews/54796>.

Dieser Text wird veröffentlicht gemäß der "Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 4.0 International Licence". Eine Nachnutzung ist für nichtkommerzielle Zwecke in unveränderter Form unter Angabe des Autors bzw. der Autorin und der Quelle gemäß dem obigen Zitationsvermerk zulässig. Bitte beachten Sie dazu die detaillierten Angaben unter https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de.