

# 3D-Digitalisierertechnologien im Anwendungsfeld Kulturerbe – Stand, Stellenwert und Perspektiven



Zusammenfassung des Experten-Workshops  
26.-27. Oktober 2017 am  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

**Zusammenfassung Experten-Workshop: 3D-Digitalisertechnologien im Anwendungsfeld Kulturerbe – Stand, Stellenwert und Perspektiven 26.-27. Oktober 2017, Darmstadt**

Organisatoren:

Prof. Dieter W. Fellner; Pedro Santos, M.Sc.; Constanze Fuhrmann, M.A., M.Sc.  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt

Prof. Matthias Jarke; Dipl.-Ing. Georgios Toubekis  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT  
Schloss Birlinghoven, Konrad-Adenauer-Straße  
53754 Sankt Augustin

Die Veranstaltung wurde vom Profilbereich Internet und Digitalisierung der TU Darmstadt unterstützt.

Redaktion:

Constanze Fuhrmann, M.A., M.Sc.; Michelle Stork, M.A.  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

Dipl.-Ing. Georgios Toubekis  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT

Empfohlene Zitierweise:

Jarke, M.; Fellner, D.; Fuhrmann, C.; Toubekis, G.; Santos, P., 2017: Zusammenfassung Experten-Workshop: 3D-Digitalisertechnologien im Anwendungsfeld Kulturerbe – Stand, Stellenwert und Perspektiven, 26.-27. Oktober 2017, Darmstadt

Disclaimer:

Das vorliegende Dokument wurde vom den Organisatoren des Workshops nach bestem Wissen und unter Einhaltung der nötigen Sorgfalt erstellt.

Fraunhofer IGD und FIT, seine gesetzlichen Vertreter und/oder Erfüllungsgehilfen übernehmen keinerlei Garantie dafür, dass die Inhalte dieser Zusammenfassung gesichert, vollständig für bestimmte Zwecke brauchbar oder in sonstiger Weise frei von Fehlern sind. Die Nutzung dieses Dokuments geschieht ausschließlich auf eigene Verantwortung. In keinem Fall haften Fraunhofer IGD/FIT, seine gesetzlichen Vertreter und/oder Erfüllungsgehilfen für jegliche Schäden, seien sie mittelbar oder unmittelbar, die aus der Nutzung dieses Papers resultieren.

Bildquellen Titelbild:

Oben: Die Scanstraße CultLab3D des Fraunhofer IGD in der Liebieghaus Skulpturensammlung. Foto: Norbert Miguletz © Liebieghaus Skulpturensammlung  
Unten: © Fraunhofer FIT / RWTH Aachen

# Inhalt

Einleitung .....	5
Fachvorträge.....	7
Prof. Dr.-techn. Dieter W. Fellner, Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD: Einführung.....	7
Prof. Matthias Jarke, Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT: Einführung.....	8
Mark Lindeman, Picturae (NL): Optimizing the automation of digitization.....	9
Mario Santana Quintero, Carleton University, Department of Civil and Environmental Engineering (CA): 3D digital technology. Innovation for heritage, engineering and the arts .....	9
Chris Edwards, J. Paul Getty Trust, (USA): The value of 3D digitization in the future of museums .....	10
Marcus Cohen, DEN Foundation Dutch Knowledge Institute Digital Culture, (NL): Digital heritage – policy & practice.....	11
Diskussionsrunden .....	12
Runde 1: Forschung und Entwicklung.....	12
Runde 2: Gesellschaft und Politik.....	15
Runde 3: Markt.....	17
Statements World-Café.....	20
Tisch 1: Wie decken sich Ihre persönlichen Erfahrungen mit denen aus den Keynotes? Wo steht Ihre Einrichtung/ Institution?.....	20
Tisch 2 (Technologie): Was ist der Stand der 3D-Technologien in Ihrem Haus/ in Ihrer aktuellen Arbeit? .....	21
Tisch 3 (Gesellschaft und Werte): Was sind aus Ihrer Sicht die drängendsten Probleme, die bei 3D angegangen werden müssten (Forschung, Bewusstsein, Umsetzung, Politik)? .....	23
Tisch 4: (persönliche Zielformulierung): Was würden Sie sich persönlich als Aktionsfeld wünschen und welche Entscheidungen müssten getroffen werden? .....	23
Tisch 5 (Community Sichtweise): Was würden Sie sich persönlich als Aktionsfeld wünschen (vor dem Hintergrund möglicher bestehender Probleme)? .....	24
Handlungsempfehlungen.....	26
Literatur (Auswahl).....	30
Anhang .....	33
Programm.....	33
Teilnehmerliste .....	34
Über uns.....	36

Impressum ..... 41

## Einleitung

Die Digitalisierung von historischem Kulturgut in 3D ist gegenwärtig ein weltweites zentrales Thema, das in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen wird. Denn sie ist ein wichtiges Instrument, um den breiten öffentlichen Zugang zu wertvollen Kulturgütern sowie deren Nutzung und Sicherung zu ermöglichen. Gleichzeitig stellt die Entwicklung und der Gebrauch von 3D-Digitalisierungstechnologien im Anwendungsfeld Kultur ein enormes, bislang aber noch unterschätztes Nutzungs- und Marktpotenzial dar. Denn neben der Bewahrung und Sicherung von Kulturgut eröffnen diese Technologien neue Möglichkeiten der Forschung, Präsentation und Nutzer-Interaktion.

Kulturerbe ist ein „unersetzlicher Wissensschatz und eine wertvolle Ressource für wirtschaftliches Wachstum, Beschäftigung und sozialen Zusammenhalt“.<sup>1</sup> Folglich erkennt die Europäische Union „die besondere Bedeutung des Kulturerbes für den Schutz der kulturellen Vielfalt und die Notwendigkeit, es im Binnenmarkt zu schützen“ an.<sup>2</sup> Wie vergänglich historisches Kulturgut sein kann, haben insbesondere Natur- und vom Menschen herbeigeführte Katastrophen in der Vergangenheit gezeigt. Ereignisse wie der Einsturz des Historischen Archivs der Stadt Köln, der Brand in der Herzogin Anna Amalia Bibliothek in Weimar oder die absichtliche Zerstörung archäologischer Funde im irakischen Museum in Mossul verdeutlichen u.a. die Notwendigkeit nach einer langfristigen Dokumentation von unwiederbringlichen Kulturschätzen. Aber auch die Tatsache, dass lediglich ein kleiner Teil aller Artefakte in Kultureinrichtungen öffentlich zugänglich ist, zeigt den Bedarf nach einer digitalen Erfassung, die einen uneingeschränkten Zugang zu Inhalten und Forschungsergebnissen eröffnet.

Seit Jahren gibt es daher Bestrebungen, die digitale Verarbeitung und Visualisierung von Sammlungsgut voranzutreiben. So sind die Mitgliedstaaten nach Empfehlungen der Europäischen Kommission aufgefordert, ihre Anstrengungen zur Digitalisierung, Online-Verfügbarkeit und digitalen Erhaltung von historischem Material in Europa voranzutreiben.<sup>3</sup>

Doch während die digitale Erfassung von kulturellen Artefakten in 2D heute effizient umsetzbar und weit verbreitet ist, besteht im Bereich der 3D-Digitalisierungs- und Automatisierungstechnik noch ein erheblicher Handlungsbedarf. So gibt es für die große Anzahl von Kulturgütern, die in unseren Museen, Archiven und Kultureinrichtungen beheimatet sind, noch keine kommerziell verfügbaren 3D-Technologien. Gleichzeitig steigt der Wunsch, Museums- und Archivbestände auch in 3D zu erfassen und verschiedenen Anspruchsgruppen zugänglich zu machen. Die Nachfrage nach einer

---

<sup>1</sup> Artikel 167 des Vertrags über die Arbeitsweise der Union. Vgl. Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Für ein integriertes Konzept für das kulturelle Erbe Europas, COM(2014) 477 final, 22.07.2014.

<sup>2</sup> Vgl. Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (Konsolidierte Fassung), in: Amtsblatt der Europäischen Union, C 326/47, dritter Teil - Die internen Politiken und Maßnahmen der Union (Art. 26 - 197), Titel XIII - Kultur (Art. 167) (ex-Artikel 151 EGV), 26.10.2012, s. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:12012E/TXT> (zuletzt besucht: 24.02.2015).

<sup>3</sup> Empfehlung der Kommission vom 27. Oktober 2011 zur Digitalisierung und Online-Zugänglichkeit kulturellen Materials und dessen digitaler Bewahrung (2011/711/EU), s. [https://beck-online.beck.de/default.aspx?bcid=Y-100-G-EWG\\_Em\\_2011\\_711](https://beck-online.beck.de/default.aspx?bcid=Y-100-G-EWG_Em_2011_711) (zuletzt besucht: 24.02.2015).

einfach zu bedienenden, schnellen, hochpräzisen und damit ökonomischen 3D-Digitalisierungstechnologie gewinnt daher zunehmend an Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund wurden zum Thema „3D-Digitalisertechnologien im Anwendungsfeld Kulturerbe – Stand, Stellenwert und Perspektiven“ vier verschiedene Workshops abgehalten:

Europäischer Kontext:

- EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (2016 in Genua, Italien; 2017 in Graz, Österreich)
- 3D ARCH (2017 in Nafplio, Griechenland)

Deutscher Kontext:

- Fraunhofer IGD (2017, Darmstadt, Deutschland)

Im Rahmen der Dialogformate wurden die vielfältigen Aspekte von 3D-Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien für die digitale Replikation von Objekten auf Fachebene diskutiert. Ausgewählte Experten aus Wissenschaft, Kultur und Industrie erarbeiteten den jeweilige Handlungs- und Forschungsbedarf und formulierte konkrete Empfehlungen. Arbeitsgruppen zu den Herausforderungen Forschung und Entwicklung (3D-Druck, Web3D-Visualisierung, Akquiseverfahren, semantische Annotation, Datenerhaltung), Gesellschaft/ Politik (Langzeitarchivierung, Standards, digitale Rechte, Strategie) und Markt (Marketing, Business-Modelle, industrielle Anwendungsfelder) boten hierfür den erforderlichen Rahmen, die vielseitigen Themenbereiche der Prozesskette der 3D-Digitalisierung abzudecken und Anwendungsmöglichkeiten, Vorteile und Nutzen von 3D-Technologien zu erörtern.

Die vorliegende Ausführung ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Expertenworkshops, der am 26.-27. Oktober 2017 stattfand am:

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt

Die Veranstaltung wurde vom Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD und dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT veranstaltet und vom Profilbereich Internet und Digitalisierung der TU Darmstadt unterstützt.

Ziel dieser Ergebnispublikation ist, die Informationsbasis für Entscheidungsträger, beteiligte Akteure und die interessierte Öffentlichkeit zu verbreitern. Ferner soll sie den für die Bereiche Forschung, Kultur sowie Informations- und Kommunikationstechnik zuständigen Ministerien Förderthemen aufzeigen sowie mögliche Grundlage sein für eine an der Digitalen Agenda orientierten Strategie für die Stärkung des Innovationsgeschehens und technologische Entwicklung im Kulturerbe-Bereich in Deutschland.

## Fachvorträge

### **Prof. Dr.-techn. Dieter W. Fellner, Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD: Einführung**



Die Nutzung von digitalen Technologien ist im Zuge des wachsenden Forschungsinteresses an digitalen Themen im Bereich der Geisteswissenschaften rasant gestiegen. Die 3D-Digitalisierung und -Archivierung von historischen Artefakten stellt für ihre Sicherung und Zugänglichkeit eine große Chance dar.

Bedeutsame Kunstwerke, die durch Umwelteinflüsse und Katastrophen gefährdet sind, können in ihrem aktuellen Erhaltungszustand gesichert und gleichzeitig für die weltweite Forschung erschlossen werden. Mithilfe dieser digitalen „3D-Konservierung“ bleiben Objekte für künftige Generationen erhalten. Neben der Langzeitarchivierung sind weitere Vorteile die weltweite Verfügbarkeit von Artefakten und ihrem kunsthistorischen sowie restauratorischen Kontext für Forschung und Öffentlichkeit. Gerade die zahlreichen Sammlungsobjekte, von denen nur ein Bruchteil in Museen ausgestellt werden kann, können über Online-Kataloge zugänglich gemacht werden. Ebenso kann ein 3D-Modell Schadensbilder oder Verschleißstellen präzise sichtbar machen und dadurch erforderliche Restaurierungsmaßnahmen unterstützen. Weiter können Digitalisate für die Entwicklung von Lernspielen, Tourismusanwendungen oder Bildungsinhalten sowie für neue Formen der Partizipation genutzt werden. 3D-Repräsentationen erlauben über den Webbrowser eine lebensnahe Darstellung von allen Seiten im Rahmen einer „digitalen Ausstellung zu Hause“. Ein weiterer Nutzen liegt daher in der Verwendung virtueller Reproduktionen in Hybrid-Ausstellungen. Auch können hochpräzise 3D-Modelle teure Leihgaben von Originalen zwecks Vermeidung von Schäden und Versicherungskosten ersetzen oder zukünftig für originalgetreue Repliken mittels 3D-Druckprozesse verwendet werden.

Trotz des wachsenden Interesses gibt es in der Praxis noch zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen. Diese reichen von teilweise geringen Erfahrungswerten in den Kultureinrichtungen, über unzureichende Infrastruktur für eine zufriedenstellende Umsetzung, Dokumentation und Speicherung bis hin zu fehlenden Erhaltungsstrategien oder knappen finanziellen Mitteln, die eine Umsetzung von umfassenden Maßnahmen zusätzlich erschweren. Auch ist die fotografische Digitalisierung bisher noch das etablierteste Verfahren und die Definition von Digitalisierung oft unklar.<sup>4</sup> Darüber hinaus gibt es keinen einheitlichen strategischen Ansatz für die Digitalisierung und Klassifizierung von Sammlungen und Neuzugängen, wie u.a. das EU-Forschungsprojekt *Enumerate* aufgezeigt hat.<sup>5</sup> Demzufolge sind lediglich 1% aller bereits digitalisierten Artefakte ‚3D Artefakte‘. Nur 36% aller Museen haben eine Digitalisierungsstrategie (3D ist unbekannt).

---

<sup>4</sup> Vgl. Deutsche Forschungsgemeinschaft: DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“, Stand: 02/2013, S. 21f.

<sup>5</sup> Enumerate: Survey Report on Digitisation in European Cultural Heritage Institutions 2014, s. <http://www.enumerate.eu/fileadmin/ENUMERATE/documents/ENUMERATE-Digitisation-Survey-2014.pdf> (Stand 20.02.2015).

Die benannten Aspekte verdeutlichen den Handlungs- und Koordinierungsbedarf auf Fach- aber auch auf politischer Ebene. Benötigt wird eine an einer digitalen Agenda orientierte Leitlinie, die folgende Punkte adressiert:

- Ausbau der digitalen Infrastruktur,
- Stärkung von Innovation und technologischer Entwicklung,
- Bessere Voraussetzung für digitalen Kulturguterhalt,
- Mehr Investition im Technologiefeld der 3D-Digitalisierung,
- Stärkeres Bewusstsein für gesellschaftliche Verantwortung für Nutzung und Wertschöpfung.

Daher möchte unser zweitägiger Experten-Workshop „3D-Digitalisertechnologien im Anwendungsfeld Kulturerbe – Stand, Stellenwert und Perspektiven“ zur Diskussion über den aktuellen Handlungs- und Forschungsbedarf anregen. Im Rahmen von drei parallel stattfindenden Diskussionsrunden werden zentrale Aspekte der 3D-Digitalisierung für die Forschung und Entwicklung, Gesellschaft und Politik sowie den Markt diskutiert.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen in eine Stellungnahme zum Stand, Stellenwert und zu Perspektiven der 3D-Digitalisierung münden, um konkrete Empfehlungen für Gesellschaft und Politik zu geben. Denn perspektivisch notwendig ist eine an der Digitalen Agenda ausgerichtete Strategie, um

- Kulturgut digital zu bewahren und zugänglich zu machen,
- Innovation und technologische Entwicklung im Kulturerbe-Bereich voranzutreiben,
- sowie das gesellschaftliche Bewusstsein für eine verantwortungsvolle Nutzung und Wertschöpfung von Kulturerbe zu schärfen.

***Prof. Matthias Jarke, Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT: Einführung***

Prof. Matthias Jarke vom Fraunhofer-Institut FIT nahm die vom 6. bis 17. November 2017 in Bonn tagende Weltklimakonferenz der Vereinten Nationen zum Anlass, auf den Beitrag von digitalen 3D-Erfassungsmethoden zur Dokumentation von Kulturlandschaften und bedeutenden historischen Stätten hinzuweisen.



Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Gefahr durch extreme Wettersituationen im Zeichen des Klimawandels wird der Ruf nach digitaler Sicherung unwiederbringlicher Kulturschätze lauter. Hierfür stellen verschiedene Sensoren und Erfassungsmethoden über Geo-Informationssysteme mittlerweile umfassende Informationen zur Verfügung. Digitale Dokumentation erleichtert die Analyse von Schäden nach Katastrophen und es lassen sich antizipatorisch Gefahren besser einschätzen. Neben der Unterstützung in der Reparatur von Schäden erlauben sie darüber hinaus bereits jetzt eine unmittelbare Einbindung in Planungsprozesse oder Risikoanalysen für geschützte Areale. Gleichzeitig erlaubt eine umfassende digitale Dokumentation agiler auf Störungen, Überraschungen und unerwartete Entwicklungen einzugehen. Gerade die



aktuelle Situation im Kontext regionaler Konflikte weltweit ist geprägt von Unsicherheit und zunehmenden überraschenden sozialen Veränderungsprozessen.

Am Beispiel der Situation des UNESCO Welterbes in Bamiyan (Afghanistan) wird erläutert, wie die aktive Zerstörungen von Kulturgut und die darauffolgenden Entwicklungen von Wiederaufbau oder Rekonstruktion elementare Interessen und Wertvorstellungen unterschiedlicher Gruppen berühren. Erfahrungen im Einsatz von 3D-Technologien als Unterstützung für Planungen rund um die Kulturlandschaft oder der Simulation von möglichen Rekonstruktionsvorschlägen erlauben die Vermittlung von Entwicklungszielen und Leitbildern. Dies erfolgt basierend auf der Erkenntnis, dass sich nicht alle erwarteten Entwicklungen realisieren lassen. Gleichzeitig stärken sie aber die Widerstandsfähigkeit des gesamten (sozialen) Systems und wirken somit stabilisierend in einem sehr dynamischen Umfeld, geprägt von hoher Unsicherheit.

**Mark Lindeman, Picturae (NL): Optimizing the automation of digitization**

Ein effizienter Ansatz für die großflächige Erfassung von Sammlungsobjekten ist die Digitalisierungsstraße von *Picturae* (2D). Der Vortrag beschreibt die Erfahrungen aus einem Projekt zur Massendigitalisierung von Herbarien durch sein Unternehmen für das *Naturalis Biodiversity Center of Excellence in Leiden* (Niederlande).



Um diese bedeutenden naturkundlichen Sammlungen mittels digitaler Repräsentation für die Forschung erschließbar zu machen, wurden auf den Bedarf angepasste automatisierte Dokumentationstechnologien wie Förderbänder entwickelt. Der Vortrag gibt einen Eindruck in die Komplexität des Sammlungsmanagements sowie die logistischen und konservatorischen Anforderungen. Mit Hilfe des Vorhabens konnten innerhalb von zwei Jahren ca. 8 Millionen Herbarienblätter digitalisiert werden. Damit hat sich im Projektzeitraum die weltweit digital verfügbare Anzahl an Herbarbelegen nahezu verdoppelt. Neben der reinen Abbildung wurden die Blätter, wenn nötig, konservatorisch vorbehandelt und das Digitalisat umfangreich mit weiteren Datensätzen verknüpft. Für die kuratorische Auswahl und Betreuung der Objekte führte die Einrichtung eine mehrstufige Umfrage mit der Forschercommunity in den Niederlanden durch, um die Resultate des Digitalisierungsprojektes, zielgerichtet und mit der aktiven Mithilfe der zukünftigen Nutzercommunity aufzubereiten.

**Mario Santana Quintero, Carleton University, Department of Civil and Environmental Engineering (CA): 3D digital technology. Innovation for heritage, engineering and the arts**

Der Vortrag stellt die digitale Dokumentation von Bauwerken, Stätten und Kulturlandschaften in den globalen Kontext der UN Agenda 2013 für nachhaltige Entwicklung. Städte und Siedlungen sicher, widerstandsfähig und nachhaltig zu machen, bedeutet, sich für den Erhalt des natürlichen und kulturellen Erbes dieser



Welt einzusetzen. Digitale Dokumentation leiste dabei einen wichtigen Beitrag, insbesondere im Rahmen von zunehmenden Bedrohungen durch Klimawandel und regionalen Konflikten. Sie eröffne aber auch die Möglichkeit, den sich stetig erweiternden Begriff des kulturellen Erbes besser zu fassen. Beispiele aus der Praxis (Tempelanlagen im burmesischen Bagan, Lehmarchitekturen in Marokko, pharaonische Grabanlagen aus dem Tal der Könige in Ägypten) demonstrierten, wie technische Innovationen es erlauben, die gebaute Umwelt in jedem beliebigen Maßstab berührungsfrei zu erfassen (Satelliten, Laserscanning, Flugdrohnen). Dabei ist es möglich, neben dem äußerlichen Erscheinungsbild auch Erkenntnisse über den strukturellen Aufbau von Gebäuden und Landschaften zu erhalten, um Schäden frühzeitig zu erkennen und Handlungsalternativen auszuloten. Verstärkter Einsatz von Technologie bedingt jedoch die Bereitstellung von entsprechenden Ressourcen für Auswertung und Analyse, was zunächst mit Investitionsaufwand verbunden ist. Die Dokumentation der kulturgeschichtlichen Bedeutung und Integrität von historischen Bauwerken, genauso wie die Erfassung und Einschätzung der auf sie wirkenden Risiken bedingen zunehmend interdisziplinäre Ansätze zur Lösungsfindung. Diese müssen wissenschaftliche und gesellschaftliche Sichtweisen in Bezug setzen und die jeweiligen passenden Technologien berücksichtigen.

***Chris Edwards, J. Paul Getty Trust, (USA): The value of 3D digitization in the future of museums***

Aus Museumssicht stellt die 3D-Digitalisierung einen großen Vorteil dar. Hierbei ist insbesondere die größere Reichweite, die durch die virtuelle Aufbereitung von historischem Kulturgut erzielt werden kann, für Sammlungsinstitutionen von Bedeutung. Ein Aspekt, der insbesondere in Zeiten rückläufiger Besucherzahlen zum Tragen kommt.



Mehr denn je müssen Kultureinrichtungen in Konkurrenz mit anderen Freizeitaktivitäten treten. Der Einsatz von 3D-Technologien, der uneingeschränkten Zugang zu ihren Sammlungen gewährt, steigere die Attraktivität des eigenen Hauses zusätzlich. 3D-Modelle treten dabei nicht in Konkurrenz mit den originalen Artefakten in den Ausstellungshäusern, sondern potenzieren eher deren Wirkung. Potentielle Besucher können unmittelbar erreicht werden, indem Sammlungen auf mobilen Geräten *zu ihnen* kommen. Darüber hinaus erlaubt der Einsatz von 3D-Technologie Museen in Zukunft, Originale in neue Erzählungen einzubetten und auf innovative Weise zu präsentieren. Neben dieser zielgruppenspezifischen Ansprache kann zusätzlich die Barrierefreiheit und Inklusion im Rahmen der musealen Bildungs- und Vermittlungsarbeit gefördert werden.

Das Getty Museum nutzt 3D-Technologien beispielsweise, um die eigene Sammlung zu ergänzen. So wird im Rahmen der Ausstellung über den Architekten Frank Gehry ein gedrucktes 3D-Modell der zuvor digitalisierten Berliner Philharmonie präsentiert. Somit können immobile Objekte für Ausstellungen erschlossen werden. Weiterhin setzt das Getty Museum auf die freie Verfügbarkeit von digitalen Inhalten in 3D. Auf der Webseite

*The Getty Around the World* werden neben Abbildungen auch 3D-Modelle ausgewählter Artefakte präsentiert und um Hintergrundinformationen ergänzt.<sup>6</sup>

Die 3D-Digitalisierung wird demzufolge der nächste Schritt für die Museumswelt sein, der unerlässlich ist, um den Auftrag nach Erhaltung und Verbreitung unseres kulturellen Vermächtnisses nachkommen zu können.

**Marcus Cohen, DEN Foundation Dutch Knowledge Institute Digital Culture, (NL): Digital heritage – policy & practice**



Der Vortrag gibt einen Überblick über den Stand der 3D-Digitalisierung in den Niederlanden und in Europa. Auf niederländischer Ebene gibt es aktuell Anstrengungen, eine nationale Digitalisierungsstrategie zu etablieren. Diese entsteht in Zusammenarbeit zwischen dem Kulturministerium und den kulturellen Institutionen und wird als Roadmap für künftige Digitalisierungsvorhaben dienen. Innerhalb des Netzwerks der *Dutch Knowledge Foundation* (DEN) gibt es zurzeit zwar keine 3D-Digitalisierungsprojekte. Doch nehmen das *Naturalis Biodiversity Center* und das Projekt *Smart Replicas* durch ihren Einsatz von 3D-Technologien eine Vorreiterrolle im Kulturerbebereich in den Niederlanden ein.<sup>7</sup>

Auf europäischer Ebene dient die Plattform *Europeana* der Zusammenführung und Präsentation von Digitalisaten (2D und 3D). Die von *Enumerate* an Kulturinstitutionen in 28 Ländern durchgeführte Umfrage zeigt allerdings, dass bisher nur 31% der Museumsbestände digitalisiert worden sind. Es ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Objekte bloß in 2D digitalisiert wurde, da die Studie nicht zwischen 2D und 3D differenziert.<sup>8</sup> So macht der Blick auf *Europeana* deutlich, dass sich die 3D-Digitalisierung noch nicht hinreichend etabliert hat: nur 4000 der 45 Millionen online verfügbaren Objekte sind 3D-Modelle. Diese Zahlen sind sowohl ein Indiz für eine geringere Anzahl an 3D-Digitalisierungsvorhaben als auch für die Präsentationsschwierigkeiten von 3D-Modellen auf *Europeana* aufgrund divergierender Dateiformate. Aktuell sucht *Europeana* nach Lösungen für die einfachere, webbasierte Darstellung von 3D-Modellen auf internationaler Ebene.

---

<sup>6</sup> The Getty Around the World, <http://www.getty.edu/about/whatwedo/world/index.html> (04.12.2017).

<sup>7</sup> Naturalis Biodiversity Center, <https://science.naturalis.nl/en/ict/research-and-development/3d/> (04.12.2017) und Smart Replicas, <http://www.smartreplicas.nl/> (04.12.2017).

<sup>8</sup> Nauta, Gerhard Jan, Wietske van den Heuvel und Stephanie Teunisse, DEN Foundation, *Europeana DSI 2 – Access to Digital Resources of European Heritage, D4.4. Report on ENUMERATE Core Survey 4*, August 2017, S. 28. [http://www.den.nl/art/uploads/files/DSI-2\\_Deliverable%20D4\\_4\\_Europeana\\_Report%20on%20ENUMERATE%20Core%20Survey%204.pdf](http://www.den.nl/art/uploads/files/DSI-2_Deliverable%20D4_4_Europeana_Report%20on%20ENUMERATE%20Core%20Survey%204.pdf) (04.12.2017).

## Diskussionsrunden

### ***Runde 1: Forschung und Entwicklung***

***Teilnehmer: Georgios Toubekis (Moderation), Dieter Fellner, Stefan Guthe, Mona Hess, Felix Horn, Maïke Lücke, Mieke Pfarr-Harfst, Gerd Reis, Philipp Urban, Marina Döring-Williams***

Um 3D-Digitalisierung im Kulturbereich erfolgreich umzusetzen, bedarf es einer sozio-technischen systemischen Betrachtungsweise, die die Nutzungsszenarien von Digitalisaten eindeutig identifiziert. Ihre Implementierung stellt eine Herausforderung für die gesamte Organisation einer Einrichtung dar und erfordert ein Überdenken und Neujustieren bestehender Prozesse und Organisationsstrukturen.

Die Teilnehmer des Workshops betonen den besonderen Wert des „schöpferischen Aktes“ und des „auratischen Charakters“, der sich im Original manifestiert. Diese besonderen Eigenschaften müssen auch über das Digitalisat erfahrbar gemacht werden, wobei die besondere Herausforderung der Digitalisierung darin liegt, diese „unikatsbezogene“ Sichtweise mit der Gesamtheit (Mengen und Massen) des kulturellen Erbes in Beziehung zu setzen. Auch erfordern die Heterogenität von Sammlungen in Museen, Archiven und Bibliotheken sowie die Besonderheiten von erhaltungswürdigen Bauwerken und schutzwürdigen Bereichen der gebauten Umwelt spezifische Herangehensweisen hinsichtlich der Definitionen von Mengen und Massen. Auch besteht die besondere Herausforderung, „große“ und „kleine“ Einrichtungen in öffentlicher und privater Trägerschaft in sinnvolle Kooperationsverbünde zu integrieren, um einen optimalen Einsatz begrenzter Ressourcen zu ermöglichen.

Bisherige Erfahrungen aus der 3D-Dokumentation im Rahmen größerer Digitalisierungsvorhaben verdeutlichen die Notwendigkeit einer gut vorbereitenden Planungsphase. Insofern muss die digitale Dokumentation von Objekten in 3D in den größeren Kontext einer Digitalisierungsdebatte im Kultursektor eingebettet werden und kann nicht allein auf den digitalen Reproduktionsprozess reduziert werden.<sup>9</sup> Maßnahmen müssen klar definierte Prozessketten und Verantwortlichkeiten umfassen sowie die unterschiedlichen konservatorischen und kuratorischen Anforderungen (Fragilität, Handhabung, Logistik von Interventionen) berücksichtigen. Neben der digitalen Dokumentation des Ist-Zustandes von Objekten, Gebäuden oder ganzen Aussenanlagen ist die Aufbereitung von Messdaten für domänenspezifische Forschungsfragen, z.B. für die restauratorische Bewertung, die ingenieurmäßige Intervention (retro-fitting) oder historische Bauphasen-Rekonstruktion, zu berücksichtigen.

Im Rahmen von Digitalisierungsvorhaben sind im Vorfeld spezifische Anforderungen eindeutig zu definieren, um die Qualität der Ergebnisse beurteilen zu können und Qualitätsmanagement effektiv zu betreiben. Dieses umfasst sowohl die Digitalisate als auch die eingerichteten Workflows und Prozesse. Auf der operativen Ebene lässt sich dies durch Konkretisierungen fachspezifischer Dokumentationsrichtlinien und darauf

---

<sup>9</sup> Siehe: *Digitale Agenda 2014-2017* der Bundesregierung, das Dossier *Digitalisierung in der Kultur- und Kreativwirtschaft* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMW i 2017), sowie das Positionspapier *Kulturerbe und Digitalisierung* des Deutschen Kulturrates 2016.

aufbauenden Daten-Managementplänen erreichen, welche sich an internationalen Normen orientieren. In den Bereichen, wo bisher verbindliche Standards fehlen, sollten sich Maßnahmen an den Empfehlungen der Fachverbände oder Erfolgsmodellen aus der Praxis orientieren.

Für die Optimierung der Arbeitspraxis wird angeregt, dass sich Einrichtungen über ihre Fachverbände aktiv an der Formulierung von verbindlichen Normen in Digitalisierungsvorhaben einbringen. Dies sollte über die nationalen Normierungsbehörden erfolgen, um über die CEN an der Formulierung auf europäischer Ebene mitzuwirken (z.B. CEN TC 346 - Cultural Heritage). Die Beteiligung von interessierten Einzelpersonen in solchen Gremien sollte entsprechend gewürdigt werden.

Es wird angeregt, dass Einrichtungen und die mit ihnen verbundenen Gebietskörperschaften Ziele und Maßnahmen in abgestimmten Digitalisierungsstrategien zusammenfassen. Dies sollte im engen Austausch aller beteiligten Akteure und ihrer unterschiedlichen Sichtweisen erfolgen. Exemplarisch wird hier auf die Digitalisierungsstrategie Digitale Agenda 2020 für das LVR-Dezernat Kultur und Landschaftliche Kulturpflege des Landschaftsverbandes Rheinland (LVR) verwiesen. Diese beschreibt die Ziele, Handlungsfelder und Maßnahmen für den Zeitraum 2016 bis 2020.<sup>10</sup>

Die besonderen Anforderungen der Digitalisierung erfordern Fachkräfte, deren Fähigkeiten interdisziplinär geprägt ist und die Bandbreite von computergestützten Verfahren im Bereich Kulturerbe abdeckt. Dieses Wissen, das neben den technischen Kenntnissen auch solle zu operativen und rechtlichen Aspekten voraussetzt, wird im deutschsprachigen Raum bisher nur punktuell vermittelt. Besondere Anstrengungen in Forschung und Lehre sind daher notwendig, langfristig benötigtes Fachpersonal auszubilden. Das beinhaltet auch die berufliche Weiterbildung von festangestellten und freiberuflichen Restauratoren oder Architekten, um die langfristige Wettbewerbsfähigkeit auch im europäischen Rahmen zu gewährleisten. Weiter erfordert die geringe Finanzierung von Infrastruktur und Dienstleistung neue Denkansätze in der interdisziplinären Zusammenarbeit sowohl in den klassischen Sektoren des Kulturbetriebs als auch bei staatlichen Stellen und öffentlichen Facheinrichtungen. Hier ist die Erprobung von innovativen Modellen zur kooperativen Arbeitsteilung durch beteiligte Akteure notwendig, z.B. durch die Bereitstellung von Know-how oder Gerätschaften durch die Hochschulen oder von Untersuchungsgegenständen durch Kultureinrichtungen.

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des Workshops folgende technische Herausforderungen für den Forschungsbereich 3D-Digitalisierung spezifiziert:

1. Forschungsbedarf nach flexiblen und adaptiven Messsystemen für die Erfassung unterschiedlicher Objektkategorien und die Erkennung und Analyse von Materialeigenschaften (Textur, Farbe, Reflektion). Denn es existieren noch keine verbindlichen Standards für die dynamische Reproduktion von Farb- und

---

<sup>10</sup> Siehe: LVR (2016) *Digitale Agenda 2020, Handlungsfeld 8.3 -Virtual Reality – Rheinisches Kulturerbe in 3D erfahrbar machen. Es ist beabsichtigt eines der hauseigenen Museen zu einem 3D Digitalisierungszentrum aufzubauen und 3D Ausstellungen von digitalisierten Artefakten praktisch zu erproben.*

Lichtinteraktionen oder für die Kalibrierung von unterschiedlichen Erfassungssystemen.

2. Forschungsbedarf bei der Integration von (1) Materialeigenschaften, die sich über multispektrale Aufnahmen auch im IR- und UV-Bereich erschließen lassen sowie (2) von Aufnahmen, die das volle elektromagnetische Spektrum nutzen und die äußeren und inneren Objektmerkmale für konservatorische Erhaltungsmaßnahmen erfassen. Praxiserfahrungen zeigen die Notwendigkeit auf, unterschiedliche Aufnahmetechnologien zu verbessern sowie verschiedene Datenformate von originalen Messdaten für die nachfolgende Phase der Analyse, Visualisierung und Modellierung optimiert auszutauschen.
3. Im Rahmen der zurzeit angewendeten Workflows insbesondere in der 3D-Modellierung werden digitale Replikate noch mit sehr hohem Ressourcenaufwand erzeugt – mit unterschiedlicher Güte der Abbildungstreue im Vergleich zu den ursprünglichen Messdaten. Wünschenswert ist daher eine systemseitige Unterstützung ihrer Aufbereitung hinsichtlich der Erstellung von digitalen „intermediären Zwischenprodukten“ und mit variabler Nachnutzung für das dementsprechende Einsatzszenario (fotorealistisches Rendering, Web-Visualisierung, 3D-Herstellung).
4. Forschungsbedarf bei der automatischen Analyse von digitalisiertem Rohmaterial hinsichtlich der Erkennung von Strukturmerkmalen durch 3D-Indices. Die maschinengestützte Segmentierung von 3D-Artefakten eröffnet neue Möglichkeiten der Vernetzung mit anderen digitalisierten Medien. (Semi)-automatisch identifizierte Formeigenschaften und Objektkategorien erlauben eine tiefere inhaltliche Erschließung von digitalisierten Sammlungen.
5. Weiterentwicklung von 3D-Druck-Technologien für einen erweiterten Einsatzbereich, u.a. für die Herstellung passgenauer Transportverpackungen, die den spezifischen Anforderungen unterschiedlicher Kunstobjekte Rechnung tragen.
6. Optimierte Standards für Metadaten für die einheitliche Maschinen-bearbeitbare Beschreibung von Ressourcen. Da solch ein Standard in der Regel eine große Nutzergruppe ansprechen soll, haben die meisten Metadatenstandards einen breiten Interpretationsspielraum. Daher sind Standards für konkrete Metadatenanwendungen teilweise zu umfangreich, zu ungenau spezifiziert oder zu streng reguliert. Die Folge sind häufig Abweichungen von Metadatenbeschreibungen zu ein- und derselben Ressource mit ein- und demselben Standard durch unterschiedliche Anwender. Es bedarf daher weitere Forschung in der Entwicklung und Etablierung von angepassten Anwendungsprofilen gerade für 3D-Digitalisate, mit Aussagen darüber, welche Metadatenelemente angewendet und verpflichtend sind, insbesondere vor dem Hintergrund verschiedener Technologien und Informationssysteme. Dies betrifft auch den Bereich der digitalen Langzeitarchivierung, der durch hochgradig automatisierte Prozesse gekennzeichnet ist.
7. Die generelle Möglichkeit der Vernetzung von digitalisierten Sammlungen mithilfe von Aggregationsdiensten sollte optimiert werden, um den Wert der „eigenen“ Sammlung sowie von Diensten wie Europeana als Ganzes zu steigern.

8. Digitale Leuchtturmprojekte insbesondere in Hinblick auf das Europäische Jahr des Kulturerbes 2018 sind notwendig, Prozessketten für (Teil)sammlungen umfassend zu definieren und die erzielten Ergebnisse mit entsprechend evaluierten Fallstudien mit der Fachgemeinschaft zu teilen.

## **Runde 2: Gesellschaft und Politik**

**Teilnehmer: Constanze Fuhrman (Moderation), Markus Cohen, Monika Hagedorn-Saupe, Jana Hoffmann, Karsten Heck, Georg Hohmann, Thomas Hörnschemeyer, Till Kreutzer, Peter Leinen, Martin Liebethuth, Michelle Lindlar, Stefanie Patruno, Andreas Bienert**

Durch die digitale Transformation der Gesellschaft können sich Kultureinrichtungen nicht der 3D-Digitalisierung verschließen. Sie hat Einzug in die Museumswelt erhalten und es liegt in Sammlungsinstitutionen ein erweitertes Verständnis von 2D hin zu 3D vor. 3D-Anwendungen werden mittlerweile von Öffentlichkeit und Presse vorausgesetzt und sind schon jetzt integraler Bestandteil der Vermittlungsarbeit. Aufgrund ihrer vielseitigen Anwendungsbereiche werden 3D-Technologien ähnlich der historischen Reproduktionsmedien das Leitmedium für jede Art von Reproduktion sein.

Die 3D-Digitalisierung schafft einzigartige Voraussetzungen, Kulturerbe einem größeren Publikum zugänglich zu machen. Sie bietet nicht nur innovative Möglichkeiten für die Vermittlung, sondern auch für die Inklusion im Museum und für die museumpädagogische Arbeit. Einer neuen Generation von „digital natives“ kann auf diese Weise ein zeitgemäßer Zugang ermöglicht und Institutionen eine kreative Auseinandersetzung mit digitalen Inhalten z.B. „Creative-Community-Labs“ erlaubt werden. Die annotierten oder mithilfe von VR erweiterten 3D-Modelle erzählen gänzlich neue Geschichten, indem sie auf innovative Weise Objekte in ihrem historischen Kontext präsentieren. Mithilfe von 3D-Technologie werden damit zusätzliche Inhalte erfahrbar, die über das digitalisierte Objekt hinausgehen. Diese sind auch im schulischen Kontext einsetzbar. Weiterhin bietet 3D Chancen für die kunst- und kulturhistorische Forschung, während es in der archäologischen Dokumentation von Ausgrabungsstätten bereits verstärkt zum Einsatz kommt. Auch ermöglichen 3D-Drucke das haptische Lernen und die Zusammenführung von Objekten aus verschiedenen Sammlungen.

Allerdings gibt es bei der Umsetzung von 3D-Digitalisierung noch Einschränkungen. So kann sie noch nicht in großem Umfang durchgeführt werden. Ungenaue Texturen stellen hier noch ein Problem für Wissenschaftler dar. Folglich wäre eine bessere Verknüpfung von Museen und Wissenschaft von Mehrwert. Auch sind die Forschungsbereiche in ihrem Angebot ungleich aufgestellt. Während sich der Einsatz von 3D-Technologien bereits bei der archäologischen Funddokumentation im Alltag durchgesetzt hat, sind sie beispielsweise als Analysetool an den Hochschulen für Restaurierung noch nicht verbreitet.

Um 3D noch stärker in Museen und Kulturinstitutionen zu integrieren, müssen gesellschaftliche und politische Implikationen reflektiert werden. Im Rahmen dieser Diskussionsrunde wurden daher Chancen und Herausforderungen bei der Nutzung von 3D-Technologien im Kulturerbe-Bereich aus folgenden drei Perspektiven diskutiert:

1. Nutzeranforderungen (Auswahlkriterien dafür, welche Objekte digitalisiert werden),

2. Rechtliche Rahmenbedingungen,
3. Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen (vor dem Hintergrund der Digitalen Agenda und notwendigen Richtlinien im Kulturbereich).

#### Nutzeranforderungen:

Der Bedarf in Museen ist heterogen und variiert je nach Größe der jeweiligen Institution. Dennoch sind generelle Anforderungen zu identifizieren. Zu diesen zählen die einfache Darstellbarkeit von 3D-Modellen im Web sowie deren Zusammenführung (wie z.B. über Europeana), die langfristige Verfügbarkeit und Speicherung von 3D-Inhalten zugeschnitten auf die Anforderungen der entsprechenden Nutzer, die Dokumentation der Digitalisierung an sich (Reversibilität) sowie die kostengünstige und zuverlässige Digitalisierung von größeren Sammlungen in 3D. Insbesondere wurde die Etablierung von allgemeinen Richtlinien und Standards gefordert und Modelle zur Finanzierung und Umsetzung als unerlässlich angesehen.

Wiederholt kam die Frage nach der Arbeitsteilung bei Digitalisierungsvorhaben auf. Bezüglich der Langzeitspeicherung möchten Sammlungshäuser gerne Expertise von außen in Anspruch nehmen können. Je nach Größe planen Museen auch, Kompetenzen im Haus zu etablieren. Auf großem Zuspruch stieß der Vorschlag, Zuständige an den eigenen Institutionen zu benennen, die als Schnittstelle fungieren. Sie stehen als Ansprechpartner zur Verfügung, schaffen Einheitlichkeit und übernehmen die Koordination mit externen Dienstleistern.

Die 3D-Digitalisierung prägt insbesondere in Museen für Naturkunde stark die Forschung. Hier werden 3D-Modelle primär zu Forschungszwecken erstellt. Zeitgleich entsteht hierbei ein wertvolles „Abfallprodukt“, das in Vermittlung und Präsentation wiederverwendet werden und somit zur Erschließung der Sammlung beitragen kann. Es gehen hier jedoch eigene Herausforderungen einher, die insbesondere das Datenmanagement betreffen. Museen benötigen diesbezüglich innovative Lösungen, um ihre 3D-Modelle nachhaltig zu nutzen.

#### Rechtliche Rahmenbedingungen

Obwohl Fragen bezüglich des Urheberrechtes nicht neu sind, kommt es bei der Freigabe von 3D-Inhalten oft zu Unklarheiten bezüglich der rechtlichen Lage. Denn es besteht eine Diskrepanz zwischen der allgemeinen Zugänglichkeit des gemeinsamen Kulturerbes und dem Anspruch auf Urheberrecht von Seiten der Kultureinrichtungen. Tatsächlich ist bei vorliegendem Urheberrecht das öffentliche Interesse nur zweitrangig. Allerdings ist der digitale Erhalt von Kulturgütern kein Selbstzweck. 3D-Digitalisate entfalten nur dann ihr Potential, wenn sie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Um eventuellen Problemen bezüglich des Urheberrechtes vorzubeugen, empfiehlt es sich, zu Beginn eines 3D-Projektes Regelungen schriftlich festzuhalten, die nicht nur das Urheberrecht, sondern auch die Langzeitarchivierung umfassen. Roadmaps sollen diesbezüglich in Zukunft als Referenz dienen. Sowohl Share Alike Lizenzen als auch eine positive Zertifizierung können die Nutzung von 3D-Inhalten regeln. ‚Beglaubigte‘ Digitalisate, die gewissen Standards unterliegen, sind im wissenschaftlichen Kontext sinnvoll, denn sie gewahren die Zitierfähigkeit. Auch die Limitierung der Verbreitung oder Vervielfältigung durch 3D-Druck ist mithilfe von objektinternen Tags inzwischen möglich.



## Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Die Rolle der Politik muss es sein, Kulturerbe-Institutionen zu unterstützen, sodass diese in Digitalisierung und Vermittlung investieren können. Nur so entstehen die Rahmenbedingungen, unter denen Sammlungseinrichtungen langfristige Lösungen für die Digitalisierung unseres Kulturerbes finden. Institutionen müssen die Möglichkeit bekommen, in entsprechend ausgebildetes Personal sowie in angemessene Technologien und Projekte zu investieren. Weiterhin muss die Infrastruktur auf nationaler und internationaler Ebene ausgebaut werden, sodass der Datenaustausch einfach und effektiv erfolgen kann. Mithilfe entsprechender Fördergelder kann die 3D-Digitalisierung im Kulturerbe-Bereich in Zeiten limitierter Finanzierungsmöglichkeiten maßgeblich vorangetrieben werden.

Weiterhin ist es notwendig, den Ausbildungsbereich zu fördern, damit eine dringend erforderliche Curriculumsentwicklung unter Berücksichtigung der 3D-Digitalisierung implementiert werden kann. Die Lehrpläne müssen an die aktuellen Herausforderungen im Kulturerbe-Bereich angepasst werden. Auch die Unterstützung von Fortbildungen im Bereich Digitalisierung ist grundlegend, um Kompetenzen im Museum zu verankern und Sammlungsinstitutionen für die Möglichkeiten von 3D zu sensibilisieren.

Grundlegend für die Zukunft von 3D ist die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie auf nationaler Ebene. Sie muss Richtlinien für die Digitalisierung bereitstellen und Ziele der Digitalisierung bestimmen. Dabei muss der Mehrwert von 3D hervorgehoben, die digitale Nachhaltigkeit gewahrt und der Nutzen des immateriellen Kulturerbes betont werden. Die Strategie muss heterogene Nutzungsszenarien bedenken und zu einer frühen Definition der individuellen Nutzungsszenarien raten. Eine solche politische Verankerung der 3D-Digitalisierung ist unerlässlich, damit innovative Technologien im Kulturerbe-Bereich eingesetzt und weiterentwickelt werden können

### **Runde 3: Markt**

**Teilnehmer: Pedro Santos (Moderation), Chris Edwards, Chantal Eschenfelder, Marc Grellert, Niclas Hein, Mark Lindemann, Peter Malauschek, Jens Peters, Dirk Rieke-Zapp, Martin Schaich, Mario Santana**

Einer der zentralen Gründe für den Einsatz der 3D-Digitalisierung im Kulturerbe-Bereich ist die Dokumentation des Erhaltungszustands von Objekten. Inzwischen dient 3D aber auch vermehrt der Öffentlichkeitsarbeit, der Vermittlung und insbesondere der Monetarisierung. Im Rahmen dieser Diskussionsrunde wurden daher potentielle Marktchancen für 3D-Technologien im Kulturerbesektor diskutiert.

3D-Technologien kommen auf drei verschiedenen, potentiellen Anwendungsfeldern zum Einsatz: Museen nutzen 3D-Modelle institutionsintern für wissenschaftliche Zwecke, Museumsbesucher kaufen physische 3D-Repliken im Museumshop und Sammlungshäuser können für die Zusammenführung von Sammlungen und den Verleih von Objekten originalgetreue 3D-Repliken einsetzen. Somit eröffnen sich unterschiedliche Marktchancen für Technologieanbieter und Kulturinstitutionen, bei denen die Zielgruppen und Voraussetzungen jeweils variieren.

Festzuhalten ist, dass bereits verschiedene 3D-Technologien vorhanden sind. Diese wurden meist nicht dezidiert für den Kulturerbe-Bereich entwickelt, weshalb Museen sie ihren eigenen Anforderungen anpassen müssen. Aufgrund der hohen Kosten solcher Projekte nehmen große Sammlungshäuser mit Pilotprojekten hierbei eine Vorreiterrolle ein. Sie digitalisieren meist nur wenige ausgewählte Objekte. Damit Museen jeder Größe 3D-Digitalisierungsprojekte umsetzen können, müssen sie Monetarisierungsstrategien identifizieren, die die Finanzierung solcher 3D-Digitalisierungsvorhaben ermöglichen.

Großes Potential für den Kulturerbe-Bereich besteht in der Verknüpfung der 3D-Modelle mit Inhalten. Eingebunden in Virtual Reality und anderen Vermittlungsmaßnahmen können 3D-Modelle neue Geschichten über die kunst- und kulturhistorischen Objekte erzählen. Die Präsentation bettet das Objekt in seinen sozio-historischen Kontext ein und geht dabei weit über das bloße 3D-Modell hinaus. Da 3D-Technologien einzigartige Erfahrung und Erlebnisse im Museum bieten, sind die Besucher meist bereit, entsprechend für innovative Ausstellungen aufzukommen.

Die Bereitstellung von Online-Inhalten in 2D und 3D durch Institutionen kann indirektes Einkommen generieren. Auch wenn potentielle Besucher eher nicht für reine online-Inhalte zahlen möchten, ist die Öffentlichkeitswirkung der freien, digitalen Verfügbarkeit der Sammlung nicht zu unterschätzen. Sie kann ausschlaggebend für steigende Besucherzahlen sein. Diese neugewonnenen Besucher können – neben den Eintrittskosten – im Museumsshop gedruckte 3D-Modelle erwerben und somit Umsatz generieren. Sie tragen auf diese Weise entscheidend zur Finanzierung des 3D-Digitalisierungsvorhabens und der Forschung bei.

Gedruckte 3D-Modelle generieren weiterhin Einkommen, wenn sie als originalgetreue Replik an weitere Sammlungsinstitutionen verkauft oder verliehen werden. Dies ist nicht nur bei besonders fragilen und wertvollen Objekten von Vorteil. Mithilfe von virtuellen 3D-Modellen und/oder gedruckten 3D-Repliken können auch separate Sammlungen mit ähnlichen Schwerpunkten zusammengeführt werden. Somit bietet der Verkauf an andere Sammlungsinstitutionen eine weitere Möglichkeit zur Monetisierung von 3D-Inhalten.

Die Qualität der 3D-Modelle und der 3D-Drucke ist hierbei eine der zentralen Möglichkeiten, um Einkommen zu generieren. Museen und Sammlungsinstitutionen können ihre Inhalte in reduzierter Qualität frei zur Verfügung stellen und somit ihrem Auftrag zur Erschließung und Wahrung des gemeinsamen Kulturerbes nachkommen. Gleichzeitig können sie 3D-Modelle und 3D-Drucke von hoher Qualität zum Verkauf anbieten. Hochauflösende Modelle und Druckvorlagen werden dann mit entsprechenden Tags versehen, die vor einer kostenfreien Weiterverbreitung der hochauflösenden Inhalte schützen.

Gedruckte 3D-Modelle bieten auch für Auktionshäuser neue Möglichkeiten. Für den Transport eines jeden Objekts werden entsprechende Kisten produziert, die individuell an das Objekt angepasst werden, damit sie dieses sicher umschließen. 3D-Modelle dieser Objekte könnten im Anpassungsprozess als getreue Repliken zum Einsatz kommen. So kann die passgenaue Box in Zukunft schneller und effizienter erstellt werden.

Öffentlich-private Partnerschaften sind ein weiteres Modell zur Finanzierung von 3D-Projekten im Kulturerbe-Bereich. Auch wenn solche Kooperationen eine Herausforderung darstellen können, birgt sich hier ein noch nicht ausgeschöpftes Marktpotential.

Grundlegend für eine solche Kooperation ist, dass private Partnerorganisationen der Öffentlichkeit etwas zurückgeben möchten. Für die erfolgreiche Umsetzung von 3D-Projekten müssen Museen und Sammlungsinstitutionen die Zuständigen im Bereich der unternehmerischen Verantwortung (*Corporate Responsibility*) der privaten Partner gewinnen. Dies verlangt ein stärkeres unternehmerisches Denken von Seiten der Kulturerbeeinrichtungen. Unter den entsprechenden Voraussetzungen kann eine solche Partnerschaft für beide Seiten von erheblichem Nutzen sein.

Trotz unterschiedlicher Finanzierungsmöglichkeiten sind Sammlungen auf staatliche Fördergelder angewiesen, um die 3D-Digitalisierung im Kulturerbe-Bereich voranzutreiben. Auch um digitale Inhalte in 3D zu generieren, die in Schulen und an Universitäten zum Einsatz kommen, müssen entsprechenden Rahmenbedingungen mithilfe der öffentlichen Förderung gesichert werden. Für die Lehre ist die Bereitstellung von digitalen Inhalten von unermesslichem Nutzen, doch fehlen an vielen Schulen und Universitäten die Bereitschaft sowie die Mittel, für 3D-Inhalte aufzukommen. Somit sind Schulen und Universitäten zwar zentrale Zielgruppen, aber kein Markt für 3D. Die Förderung und Finanzierung liegt hier vielmehr in der Verantwortung der Politik auf föderaler und nationaler Ebene.

## Statements World-Café

### ***Tisch 1: Wie decken sich Ihre persönlichen Erfahrungen mit denen aus den Keynotes? Wo steht Ihre Einrichtung/ Institution?***

- Massendigitalisierung funktioniert primär bei bestimmten Objekten, so ist sie insbesondere bei Insekten ein wichtiges Mittel.
- Objekte von begrenzter Größe sind in 3D erfassbar.
- Es bestehen noch immer Herausforderungen bei „schwierigen“ Materialien (z.B. Glas).
- Ein Scanner kann nicht alles, daher sind Kenntnisse über verschiedene Technologien notwendig („Ein Ferrari kann nicht in den Wald fahren“).
- Besonders wichtig ist, die richtige Beleuchtung zu wählen.
- Es muss ein Umdenken in der Museumswelt stattfinden.
- Das Problem der Finanzierung behindert nach wie vor eine umfassende Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen.
- Die geringe Finanzierung erfordert eine Selektion der Objekte.
- Eine Massendigitalisierung muss konservatorische Aspekte im Rahmen eines Risk-Assessments berücksichtigen.
- 3D-Restauration muss stärker in der Museumspraxis implementiert werden.
- Es besteht nach wie vor ein großer Bedarf beim Datenmanagement.
- Dokumentationsprozesse müssen festgehalten und rückverfolgbar werden. Dabei ist die Heterogenität von Sammlungen zu berücksichtigen.
- Es bestehen nach wie vor Probleme bei der Zusammenführung unterschiedlicher 3D-Daten.
- Mehr Diskussionsbedarf besteht bei Copyright von 3D-Drucken. Hier muss der Rahmen noch stärker determiniert werden.
- Konstantin-Jahr: Kopie unabhängig von Original.
- Die digitale Transformation setzt auch ein technisches Verständnis der Jugend voraus.
- Studiengänge wie der MSC Digitale Denkmaltechnologien.
- Notwendig ist
  - ein stärkerer Austausch zwischen Forschung und Praxis,
  - ein Bedarf an Fachkräften,
  - mehr Ressourcen und Funding,
  - fachliche Weiterbildung von Personal („continued professional development“).
- Ausgewählte Business Cases:
  - stärkeres Angebot von Beratungsleistungen,

- Bewahrungsauftrag – konfektionierte Transportverpackung,
- 3D-Artscan.
- Wichtig sind nach wie vor folgende Fragen:
  - Was ist das Ziel von Digitalisierung? Was will man damit erreichen?
  - Welche Nutzungsanforderungen soll Digitalisierung unterstützen?
  - Wie hochauflösend dürfen Digitalisate sein? (Diskussion DDB)
  - Wie bekommt man Materialeigenschaft erfasst?
  - Welche Informationen sollen aus dem 3D-Modell gezogen werden?

***Tisch 2 (Technologie): Was ist der Stand der 3D-Technologien in Ihrem Haus/ in Ihrer aktuellen Arbeit?***

- Institut Mathildenhöhe Darmstadt
  - Häufig fehlen Digitalisierungsstrategien.
  - Die zur Verfügung stehende Zeit im Museum ist gering, daher ist kaum Zeit für die digitale Vor- und Nachbereitung.
  - Erste Erfahrungen mit 3D-Scans. Die Qualität entsprach jedoch nicht dem Anspruch.
  - Pläne für die digitale Erfassung und Visualisierung der Meisterhäuser auf der Mathildenhöhe.
- Museum für Naturkunde Berlin:
  - Der Museumsbestand reicht von Insekten über Schädel zu Huftieren – daher sehr unterschiedliche Größen und Formate.
  - Die offene Frage ist: wie kann man diesen Bestand im Web erfahrbar machen?
  - Generell fehlen Archivierungsstandards für 3D.
- Deutsches Museum München:
  - Großobjekte, wie z.B. eine Dampfmaschine (3x5m), stehen im Fokus. Auch wurde ein BMW in Fülle mit CT gescannt.
  - Die Modellierung erfolgt primär von außen, nicht von innen.
  - Die Probleme sind die riesigen Datenmengen.
  - Eine wichtige Frage ist die Animation, wie kann die Funktionsweise (bei Maschinen) dargestellt werden?
  - Hier bestehen noch Mängel bei der Anzeige und Darstellung.
- Bayerische Staatsbibliothek
  - 3D-Repliken sind für ein haptisches Ergebnis nützlich.
  - Das Aufsetzen von Workflows ist noch immer sehr aufwändig.
  - Die unterschiedlichen Verfahren erfordern viel Expertise.

- Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung:
  - Sehr wichtig ist die hochgenaue Auflösung.
  - Die inneren Strukturen müssen darstellbar gemacht werden.
- Technische Informationsbibliothek (TIB):
  - Was generell fehlt sind Standards bei Dateiformaten. Diese sind unbedingt notwendig, um technische Metadaten zu extrahieren.
  - Generell besteht ein Mangel bei der Dokumentation von Digitalisierungsschritten.
- LVR Infocom:
  - Die technische Ausstattung in den verschiedenen Einrichtungen der Kultur im Landschaftsverband Rheinland ist sehr heterogen und in manchen Fällen nicht mehr zeitgemäß und leistungsfähig. 3D-Technologie wird z.B. im LVR-Landesmuseum seit langem eingesetzt und soll weiter ausgebaut werden.
  - Es besteht ein Mangel an Budget, Personal, Technik.
  - Die offenen Fragen sind vor allem in der Langzeitarchivierung die Diskussion um Formate und Metadaten.
- Zentral Kustodie Göttingen:
  - 3D-Scan ist in Erprobung.
  - Das Problem ist die Funktionalität des Web-Viewers.
- Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Digitale Denkmaltechnologien:
  - Die Messtechnik ist vorhanden (RTI, SLAM fehlt noch).
  - Es bestehen noch Probleme bei der Integration von Werkzeugen.
- ArcTron 3D:
  - Bestehende Hindernisse: fehlende Standards und Qualitätskontrollen, geringe Ausschreibungsqualität, wenig definierte Prozessketten.
- Universität Kaiserslautern und DFKI:
  - Bisherige Anlagen sind nicht flexibel genug.
  - Es fehlen Lichtaufnahmen in hoher Qualität.
- iRights.Law Rechtsanwälte:
  - Lichtbildrecht: der, der den Auslöser drückt, hat das Recht.
  - Unberechtigtes Fotoklicken erzeugt jedoch Recht am Foto.
  - Problem liegt beim copyfraud.
- Weitere Kommentare:
  - Bewahrungsauftrag muss auch während des Transports gewährleistet werden.

- Wichtig: Darstellung der Auswirkungen von Klimaschwankungen auf 3D-Oberflächen.

***Tisch 3 (Gesellschaft und Werte): Was sind aus Ihrer Sicht die drängendsten Probleme, die bei 3D angegangen werden müssten (Forschung, Bewusstsein, Umsetzung, Politik)?***

- 3D-Modellierung ist noch zu schwierig und dauert zu lange.
- Die Darstellung von Reflexionen von Objekten (Glas, Silber) ist immer noch eine große Herausforderung.
- Bessere Umsetzung von 3D-Darstellung mit 3D-Annotation.
- Bestehender Mangel an Ressourcen hindert eine gute 3D-Digitalisierung.
- Es besteht noch ein Mangel an Ausbildung, Themen die Digitalisierung betreffend müssen stärker im Lehrplan enthalten sein.
- Mangel an offenen Standards für 3D-Modelle.
- Notwendig sind museumsspezifische Standards für die Farbdarstellung von digitalen Bildern / kolorimetrischen Messungen.
- Es ist eine integrierte Farbkalibrierung in 3D-Aufnahmen erforderlich.
- Lizenzierung von 3D-Modellen: Klärung der Fragen von Eigentum? Kopie? Urheberrecht?
- Bedarf an besseren Algorithmen, die eine Langzeitspeicherung von Rohdaten gewährleisten.
- Schwierigkeit, Projekte auch für die kostenlose Digitalisierung zu finden.

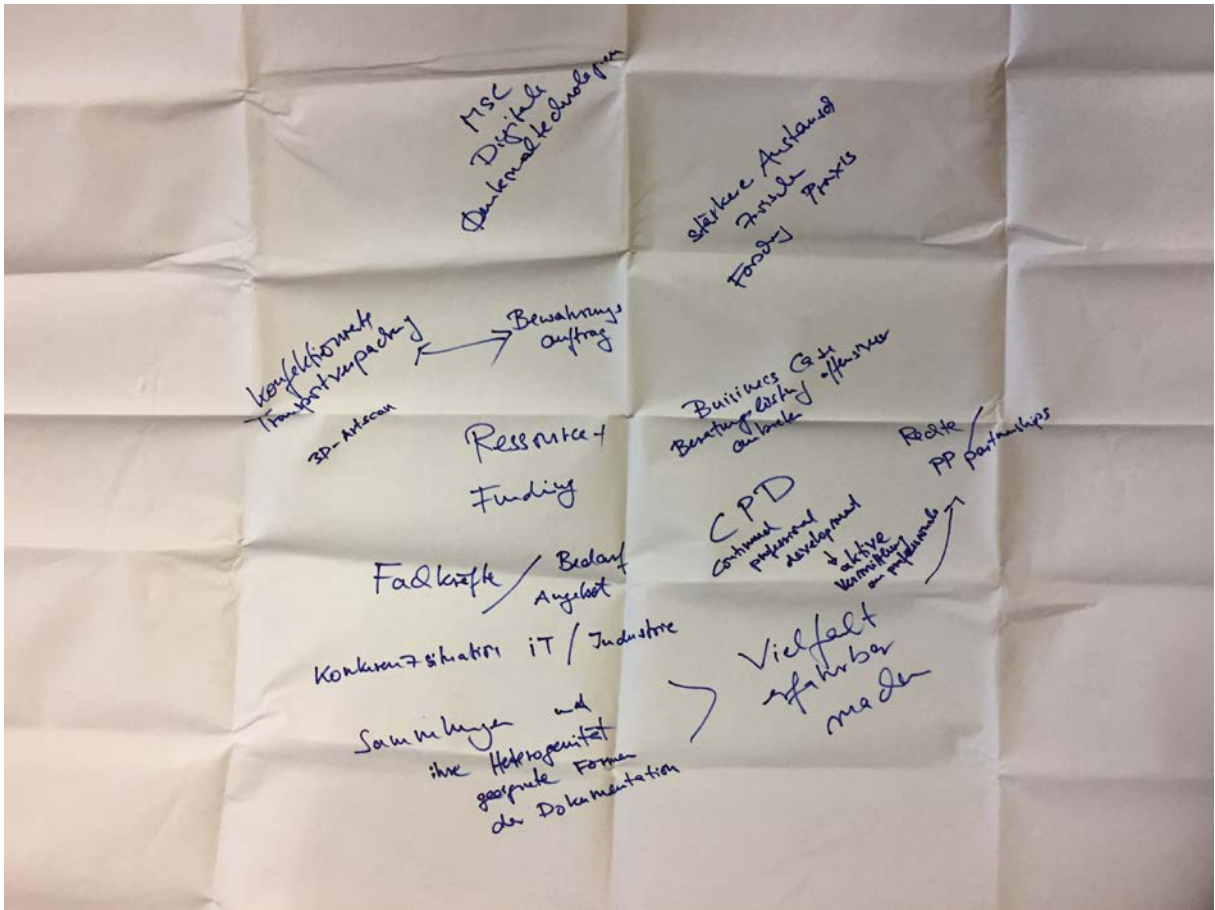
***Tisch 4: (persönliche Zielformulierung): Was würden Sie sich persönlich als Aktionsfeld wünschen und welche Entscheidungen müssten getroffen werden?***

- Der Zweck der erzeugten Daten muss in Vorfeld definiert werden.
- Mehr Ausbildung in der Methodik.
- Best Practice, Digitalisierungsstandards (Datenformat) und Farbstandards werden benötigt.
- Es besteht ein Risiko in der Anwendung von Normen.
- Es sind optimierte Managementabläufe, Erhaltungsprotokolle, Zuverlässigkeit, Kontrolle und der Austausch von Informationen notwendig.
- Qualitätskontrolle der 3D-Arbeit: Wer kontrolliert diese?
- Es ist die Speicherung aller Daten (RAW) sowie Verfahrensabläufe erforderlich.
- Der Aufbau von Inhouse-Kapazitäten ist notwendig, aber es muss auch die Möglichkeit von Outsourcing bestehen.
- Optimierte Workflows, die Arbeitsabläufe standardisieren und die Reproduzierbarkeit berücksichtigen.

**Tisch 5 (Community Sichtweise): Was würden Sie sich persönlich als Aktionsfeld wünschen (vor dem Hintergrund möglicher bestehender Probleme)?**

- Mehr Schulungen und Ressourcen für die digitale Pflege und Wartung.
- Fachkräfte für die digitale Pflege und Wartung.
- Einrichtungen haben kein Geld: Public-Public Partnerships wären hier eine Lösung.
- Standards, da (Objekt-)Mengen sonst nicht zu bewältigen sind. Denn es besteht noch immer ein Mangel an Standards gegenüber der fortgeschrittenen 2D-Digitalisierung in Bibliotheken.
- Die digitalen Zustände müssen an den Forschungsstand angepasst werden.
- 3D-Digitalisate müssen Arbeitsobjekte sein und damit eine hohe Qualität haben.
- 3D sind unabdingbar für die „digitale Restaurierung“ – ein Tool, um Zeitschichten im 3D-Digitalisat sichtbar zu machen.
- Mehr Forschung in der virtuellen Realität durchführen, Erforschung der Bestände durch Wissenschaftler.
- Die Kompletterschließung von Hochschulsammlungen ist noch nicht realisiert. Es ist die Vernetzung der eigenen Sammlungen über das eigene Fach hinaus notwendig.
- Ein World Wide Lab wäre gut, das für die globale Vernetzung sorgt und Spezialfragen adressiert.
- Erfahrungsmöglichkeiten (für Besucher) müssen erweitert werden, um ein größeres Interesse an kunst- und kulturhistorischen Themen zu wecken.
- Vorteile von 3D:
  - Unzugängliche Orte können zugänglicher gemacht und dem Besucher/ Forschenden vergegenwärtigt werden.
  - Einsetzbar für den Museumsbesuch. Dieser hat heute einen anderen Charakter, er ist eher ein Event, die Aura ist anders.
  - Klassische 3D-Modelle können für die Vermittlung verwendet werden.
  - Veränderung der Forschungspraxis – Erhalt von realen Orten sichern.
  - Museumszeit kann „virtuell“ ausgedehnt werden und damit kann mehr Zeit vor dem realen Objekt verbracht werden.
- Wissensvermittlung im Netz sollte mit der Erfahrung im Haus verknüpft werden.
- Forderung freier Verfügbarkeit von 3D-Modellen für die Vermittlung, Forschung und Lehre.
- Freigabe von Informationen durch die Einrichtung: heute kostenfrei/ morgen lizenzpflichtig? → Problem des Erpressungspotentials.
- Das virtuelle Museum soll kein Zwilling des realen Hauses werden.
- Nutzungsrechte nach der Erfassung: Was sind die Nutzungsszenarien? Mögliche Probleme mit Rechten und Rollen der Beteiligten.





# Handlungsempfehlungen

## Gesellschaftliche Relevanz für Kultur und Bildung

### (1) 3D-Digitalisierung in Sammlungseinrichtungen stärker verankern

Eine der Hauptaufgaben besteht darin, Ausstellungshäuser und kulturelle Institutionen über die sich stets weiterentwickelnden Möglichkeiten von 3D zu informieren. 3D-Digitalisierungsvorhaben sind im Museumsbereich bereits in Pilotprojekten umgesetzt worden, sodass die Vorteile und das Potential einiger Technologien bekannt sind. Dennoch muss der Einsatz von 3D in Zukunft alltäglicher werden. Zugleich müssen 3D-Digitalisierungsvorhaben weniger kosten- und zeitaufwändig werden. Nur so können Institutionen die Chancen der 3D-Digitalisierung ausloten und ihr Anwendungspotential ausschöpfen. Als wertvolles Dokumentationstool muss die 3D-Digitalisierung integraler Bestandteil im Umgang mit Sammlungen werden. Dies kann nur dann passieren, wenn 3D strukturell in Museumsinstitutionen verankert werden.

### (2) Digitalisierungskompetenzen im Kulturerbe-Bereich schaffen

Insbesondere an größeren Institutionen müssen sich Zuständige etablieren, die als Digitalisierungsoperator und Schnittstelle fungieren. Die Anforderungen der Digitalisierung benötigt Experten, deren Wissen in besonderem Maße interdisziplinär geprägt ist. Kompetenzen über den Einsatz von 3D-Technologien im Kulturerbe-Bereich werden im deutschsprachigen Raum bisher nur punktuell vermittelt. Im Bereich der Forschung und Lehre sind Anpassungen des Curriculums notwendig, um das benötigte Fachpersonal auszubilden. Im Kulturbereich müssen ebenfalls entsprechende berufliche Weiterbildungen gefördert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit auch im europäischen Rahmen zu gewährleisten.

### (3) Rechtliche Rahmenbedingungen definieren

Wie oben aufgezeigt besteht eine Diskrepanz zwischen der Verfügbarmachung des gemeinsamen Kulturerbes und den urheberrechtlichen Ansprüchen einer Einrichtung aufgrund privatwirtschaftlichen Interesses. Urheberrechtliche Ansprüche liegen bei jenen Objekten vor, die aus einem kreativen, künstlerischen Schöpfungsprozess hervorgehen. Gegeben es besteht Anspruch auf Urheberrecht, ist das öffentliche Interesse jedoch nur zweitrangig. Hinzu kommt, dass die Rechte am Digitalisierten und am Digitalisat gänzlich verschieden sind.

Notwendig ist demnach, Fragen zur rechtlichen Lage bereits zu Beginn eines Digitalisierungsvorhabens mitzudenken und rechtliche Regelungen schriftlich festzuhalten. So wird nicht nur ein Bewusstsein für das Thema entwickelt, sondern auch Vorbehalte vor einem vermeintlichen Kontrollverlust über die digitalen Inhalte ausgeräumt. Mit der Vergabe von objektinternen Lizenzen werden Regeln für deren Verbreitung aufgestellt. Dabei ist eine *Share Alike Lizenz* (SA) einer *Noncommercial Lizenz* (NC) vorzuziehen. Denkbar ist auch eine positive Zertifizierung der originalen 3D-Modelle, um ein, gewissen Standards entsprechendes ‚beglaubigtes‘ Digitalisat für Forschungszwecke zitierbar zu machen.

### (4) Anwendungsbereiche und Nutzungsszenarien klar definieren

Bereits vor der Digitalisierung sind potentielle Verwendungszwecke der Digitalisate

festzulegen, um das Vorhaben zielgerichtet und kosteneffizient umsetzen zu können. So können die je nach Anwendungszweck benötigten Informationen bei der Datenakquise entsprechend erfasst werden und der finanzielle Aufwand besser gehandhabt werden. Zu den Einsatzbereichen von 3D-Digitalisierung zählen die Dokumentation, Rekonstruktion und Präsentation von Objekten und Inhalten. 3D-Modelle dienen auch der (virtuellen) Zusammenführung von Sammlungen, der Erforschung und der Vermittlung von Objekten und sind somit vielfältig einsetzbar. Auch wenn klare Ziele und Absichten zu Beginn des Projektes notwendig sind, lassen sich 3D-Inhalte oft auf kreative Weise weiterverwenden.

## **Potentiale für Forschung und Entwicklung**

### **(1) Externe Dienste für Massendigitalisierung und Langzeitspeicherung ausbauen**

Für die Langzeitarchivierung sowie für große Digitalisierungsvorhaben möchten Kulturerbeeinrichtungen externe Dienstleister in Anspruch nehmen können. In beiden Feldern besteht jedoch noch konkreter Forschungs- und Implementierungsbedarf: Es müssen langfristige Speicherungslösungen gefunden werden, die große Datensätze auch in Zukunft zugänglich machen. Automatisierungsprozesse, die die schnelle und effiziente Erfassung ganzer Sammlungen ermöglichen, bedürfen ebenfalls weiterer Entwicklung. Trotz erster Ansätze auf dem Gebiet der Massendigitalisierung müssen kostengünstige und automatisierte Lösungen optimiert werden, die die umfassende Erschließung unseres Kulturerbes zulassen.

Die Identifizierung der für das jeweilige Scanvorhaben geeigneten Technologie soll ebenfalls von Experten aus dem Gebiet des 3D-Scanning übernommen werden. Denn die technische Abstimmung auf bestimmte Ansprüche erfordert ein Grad an Detailwissen, das primär aus dem IT-Bereich gedeckt werden kann.

### **(2) Digitalisierungsstandards und Dokumentationsrichtlinien definieren**

Qualitätsstandards sind bei der Digitalisierung grundlegend für die Darstellbarkeit und den Austausch von Daten, sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene. Da hiervon die Zugänglichkeit der Inhalte abhängt, müssen Digitalisierungsstandards gewährleistet und Formate vereinheitlicht werden. Eine Orientierung bieten die DfG-Richtlinien und Referenzbeispiele der spezifischen Fachgemeinschaft. Gefordert werden dennoch Standards für die Digitalisierung in 3D. Um die Konsolidierung und weitere Verbreitung von etablierten Arbeitspraxen zu fördern wird angeregt, dass sich Einrichtungen aktiv an der Formulierung von verbindlichen Normen in Digitalisierungsvorhaben einbringen (über die nationalen Normierungsbehörden Mitwirkung auf europäischer Ebene (CEN TC 346, Cultural Heritage).

### **(3) Soft- und Hardware für bestehende Anforderungen optimieren**

Um die 3D-Digitalisierung im Kulturerbe-Bereich stärker zu integrieren, müssen Technologien weiterentwickelt werden, um die Ansprüche der Museen und Sammlungen zu erfüllen.

Die Erfassung glänzender und spiegelnder Oberflächen ist hierbei weiterhin eine der größten Herausforderungen bei der 3D-Digitalisierung. Es müssen Lösungen für die Zusammenführung bereits vorhandener Datensätzen, wie beispielsweise

objektgebundener Metadaten, mit neuen 3D-Digitalisaten gefunden werden. Weiterhin bedarf es Tools, mit denen die Umwandlung von Datenformaten vereinfacht wird unter der Berücksichtigung von definierten Qualitätsmerkmalen. Museen und Besucher fordern außerdem die einfache, webbasierte Darstellung und Annotation von 3D-Modellen. Außerdem müssen Technologien entwickelt werden, die die Qualität der Datensätze dokumentieren und 3D-Modelle gegebenenfalls mit einem dateiinternen Copyright versehen können.

## **Regulative Rahmenbedingung**

### **(1) Digitalisierungsstrategien auf transnationaler, nationaler und lokaler Ebene etablieren**

Die Erhaltung des Kulturerbes mithilfe von 3D-Digitalisierung muss stärker auf politischer Ebene verankert werden, um die entsprechenden Rahmenbedingungen und Finanzierungsmöglichkeiten für umfassende und nachhaltige Digitalisierungsmaßnahmen zu schaffen. Denn der Schutz des nationalen Kulturerbes ist untrennbar von der Identität eines jeden Staates. Seine Bewahrung bedarf daher die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten für Forschung und Restaurierung.

Übergeordnete Leitlinien wie die *Digitale Agenda 2020* müssen auch die Digitalisierung von Kulturgut berücksichtigen. Dabei muss nicht nur eine Differenzierung zwischen 2D- und 3D-Digitalisierung erfolgen, sondern auch der Mehrwert von 3D betont werden. Denn in Zeiten begrenzter Finanzierungsmöglichkeiten werden Einrichtungen der Digitalisierung in 3D nur dann nachkommen können, wenn wegweisende Strategien auf transnationaler und nationaler Ebene das Potential der 3D-Digitalisierung aufzeigen und ihren Einsatz aktiv fördern und fördern.

Darüber hinaus sind Kultureinrichtungen aufgefordert, eine interne digitale Strategie zu formulieren, die den Rahmen für Digitalisierungsmaßnahmen bildet und Verantwortlichkeiten festlegt. Solche Digitalisierungsstrategien sind bisher nur vereinzelt in Museen vorhanden oder befinden sich noch in der Ausarbeitungsphase. Unter Berücksichtigung der London Charter muss das Datenmanagement einen integralen Bestandteil ihrer Strategien bilden. Eine Dokumentation der Dokumentation ist notwendig, damit alle Arbeitsstufen und die Erzeugung des Modells auch zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehbar bleiben. Die Umsetzung der Strategie erfordert zusätzliche Ressourcen, doch ist sie für die Langlebigkeit und nachhaltige Verfügbarkeit der Daten unerlässlich.

### **(2) Infrastrukturmaßnahmen durch die Politik weiterentwickeln**

Der Einsatz von 3D-Technologien ist im Kulturerbe-Bereich bisher noch stark auf Pilot- und Prestigeprojekte beschränkt. Fehlende Finanzierungsmöglichkeiten erfordern eine starke Selektion der Objekte, sodass gefährdete Objekte häufig für den Einzelfall, so z.B. im Rahmen einer „Notdigitalisierung“, erfasst werden. Somit ist es Museen nur selten möglich, ihre Sammlung umfassend und nachhaltig zu digitalisieren und mit neuen Technologien zu experimentieren.

Bei diesen aktuellen Herausforderungen bedarf es einer stärkeren politischen Unterstützung der jeweiligen Institutionen, um in Digitalisierung und Vermittlung zu investieren. Langzeitlösungen müssen auf nationaler und europäischer Ebene etabliert werden, die Finanzierungsmöglichkeiten für Massendigitalisierungsmaßnahmen berücksichtigen und die Infrastrukturbildung im Museumskontext für die Umsetzung solcher Vorhaben unterstützen. Eine stärkere internationale Ausbildung der Infrastruktur ist ebenfalls notwendig, um Daten weltweit austauschbar zu machen.

## **Innovative Geschäftsfelder**

### **(1) Marktchancen der 3D-Digitalisierung determinieren und kommunizieren**

3D-Digitalisierung kann vielseitig eingesetzt werden, beispielsweise für die Darstellung von Produkten in 3D auf der Webseite eines Unternehmens. Im Kulturerbe-Bereich entstehen für Entwickler und Anbieter von 3D-Technologien ebenfalls Marktchancen, die noch umfassender erschlossen werden müssen. Auch stellen Museen und Kulturerbeinstitutionen, deren Besucher und Auktionshäuser potentielle Marktteilnehmer dar, die wiederum von einer Investition in 3D-Digitalisierung profitieren. Im Kulturerbe-Bereich muss zwischen unterschiedlichen Marktteilnehmern und den entsprechenden Marktchancen differenziert werden. Zunächst ist der interne Nutzen von 3D-Technologien in Sammlungsinstitutionen für die Forschung denkbar, was einen Markt für externe Experten im Bereich der Kulturerbedigitalisierung eröffnet. Weiterhin können Institutionen Ergebnisse der Öffentlichkeit zugänglich machen und um 3D-Drucke erweitern, wodurch Einnahmen zur Finanzierung des Digitalisierungsvorhabens generiert werden können. Als weitere Marktchance ist der Verkauf von virtuellen und haptischen 3D-Modellen an andere Sammlungsinstitutionen zu nennen.

Die Sensibilisierung für die Nutzung von Digitalisierungstechnologien für Marketing und Vertrieb im Kulturbereich ist jedoch noch vergleichsweise jung. Es bedarf mehr Diskussion über die Umsetzung unternehmerisch bedeutender Innovationen und neuer Geschäftsmodelle unter Nutzung von Digitalisierungstechnologien.

### **(2) Marketingstrategien im Kulturerbe-Bereich entwickeln**

Es bleibt die Frage zu diskutieren, inwieweit Kulturerbeinstitutionen eine öffentliche oder eine unternehmerische Position einnehmen. Setzt sich ein stärkeres unternehmerisches Denken im Kulturerbe-Bereich durch, sind für die Finanzierung von 3D-Digitalisierung – die zugleich eine Erhaltungsmaßnahme darstellt – verschiedene Vermarktungsstrategien denkbar. Zu den möglichen Geschäftsmodellen zählt der Verkauf von Lizenzen für hochauflösende, virtuelle 3D-Modelle, von 3D-Digitalisaten an andere Museen und von 3D-Drucken an Museumsbesucher. Wie Erfahrungen zeigen, generieren frei zugängliche Inhalte auch indirekt Einkommen. Auf diese Weise könnte die tatsächliche Restaurierung von Objekten oder die Implementierung weiterer Digitalisierungsvorhaben finanziert werden. Auch Open Source, Crowdfunding, und die Akquise von Fördergeldern stellen Möglichkeiten zur Finanzierung dar. Nichtsdestotrotz ist es sinnvoll, für Wissenschaft und Forschung eine freie Lizenz anzustreben und Bildungseinrichtungen von solchen Geschäftsmodellen auszuschließen.

## Literatur (Auswahl)

- Santos, Pedro; Ritz, Martin; Fuhrmann, Constanze; Fellner, Dieter W. (2017): 3D mass digitization: a milestone for archeological documentation, in: *Virtual Archaeology Review*, [S.l.], v.8, n.16, S. 1-11.
- Santos, Pedro; Ritz, Martin; Fuhrmann, Constanze; Monroy Rodriguez, Rafael; Tausch, Reimar; Schmedt, Hendrik; Domajnko, Matevz; Knuth, Martin; Fellner, Dieter W. (2017): Acceleration of 3D Mass Digitization Processes: Recent Advances and Challenges, in: Ioannides M. (Ed.) et al.: *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*, 2017, S. 99-128.
- Toubekis, Georgios; Jansen, Michael; Jarke Matthias (2017): Long-Term Preservation of the Physical Remains of the Destroyed Buddha Figures in Bamiyan (Afghanistan) Using Virtual Reality Technologies for Preparation and Evaluation of Restoration Measures, in: *ISPRS Annals, IV-2/W2:271-78*. Red Hook, NY: Curran, 2017.
- Tausch, Reimar; Schmedt Hendrik; Santos, Pedro, Schröttner Martin; Fellner, Dieter W. (2016): 3DHOG for Geometric Similarity Measurement and Retrieval on Digital Cultural Heritage Archives, in: Pietro G., Gallo L., Howlett R., Jain L. (Ed.). *Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services 2016*. Smart Innovation, Systems and Technologies, v55, S. 459-469.
- Fuhrmann, Constanze; Santos, Pedro; Fellner, Dieter W. (2015): 3D-Massendigitalisierung – ein Meilenstein für die museale Nutzung, in: *Museumskunde. Journal of the Deutsche Museumsbund*, 2015, Issue 1.
- Eckeren, Katharina van; Tausch, Reimar; Santos, Pedro; Kuijper, Arjan; Fellner, Dieter W. (2015): 3DHOG for Geometric Similarity Measurement and Retrieval for Digital Cultural Heritage Archives, in: Guidi, Gabriele (Ed.); Scopigno, Roberto (Ed.); Torres, Juan Carlos (Ed.); Graf, Holger (Ed.); et al.: *Digital Heritage International Congress 2015. Proceedings. Vol.2: Analysis & Interpretation, Theory, Methodologies, Preservation & Standards, Digital Heritage Projects & Applications: 28 September - 2 October 2015, Granada, Spain, 21st Int'l VSMM, 13<sup>th</sup> Eurographics GCH, ICOMOS/ISPRS & CIPA, CAA Fall Symposium, Archeologica 2.0, Space2Place, ArcheoVirtual*; S.117-120.
- Klimpel, Paul; Euler, Ellen (2015): *Der Vergangenheit eine Zukunft: kulturelles Erbe in der digitalen Welt*, 1. Auflage, Berlin: iRights.Media, 2015.
- Nicolaescu, Petru; Toubekis, Georgios; Klamma, Ralf (2015): A Micro Approach for Learning via Collaborative 3D Objects Annotation on the Web, in: *Proceedings of the 14th International Conference on Web-based Learning, Guangzhou, China, November 5-8, 2015*.
- Fuhrmann, Constanze; Santos, Pedro; Ritz, Martin; Fellner, Dieter W. (2014): CultLab3D – digitization for cost-effective and fast scanning, documentation and archiving of heritage artifacts, in: *Conference Proceedings, 3rd International Symposium on Cultural Heritage Conservation and Digitization and CIPA-ICOMOS-ISPRS workshop in Beijing, China, 1-9 September 2014* (noch nicht veröffentlicht).

- Gary Singh (2014): CultLab3D – Digitizing Cultural Heritage, in: IEEE CG&A Journal, May/June 2014, Issue 3, S. 4-5.
- Santos, Pedro; Fellner, Dieter W.; Fuhrmann, Constanze (2014): CultLab3D: Ein mobiles 3D-Scanning Szenario für Museen und Galerien, in: Santos, Pedro (Ed.) et al.: EVA 2014 Berlin. Proceedings. Elektronische Medien & Kunst, Kultur, Historie. Berlin, S. 106-109.
- Santos, Pedro; Ritz, Martin; Tausch, Reimar; Schmedt, Hendrik; Monroy Rodriguez, Rafael; Stefano, Antonio; Posniak, Oliver; Fuhrmann, Constanze; Fellner, Dieter W. (2014): CultLab3D - On the Verge of 3D Mass Digitization, in: Klein, Reinhard (Ed.) et al.: GCH 2014: Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Goslar: Eurographics Association, S. 65-73.
- Ioannides, Marinos; Fritsch, Dieter; Klein; Fellner, Dieter W.; Stork, André; Santos, Pedro, et al. (2014): Cloud-based 3D Reconstruction of Cultural Heritage Monuments using Open Access Image Repositories, in: Klein, Reinhard (Ed.) et al.: GCH 2014. Short Papers - Posters: Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Goslar: Eurographics Association, S. 5-8.
- Santos, Pedro; Peña Serna, Sebastian; Stork, André; Fellner, Dieter W. (2014): The Potential of 3D Internet in the Cultural Heritage Domain, in: Ioannides, Marinos (Ed.) et al.: 3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation. Berlin, Heidelberg, New York, 2014. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 8355), S. 1-17.
- Havemann, Sven, Olaf Wagener, and Dieter Fellner (2014): Procedural Shape Modeling in Digital Humanities: Potentials and Issues, Ioannides, Marinos (Ed.) et al.: 3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation. Berlin, Heidelberg, New York, 2014. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 8355), S. 64-77.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Innern, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Digitale Agenda 2014-2017, 2014.
- Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Für ein integriertes Konzept für das kulturelle Erbe Europas, KOM(2014) 477 final, 22.07.2014.
- Europäische Kommission: Cultural Heritage. Digitisation, online accessibility and digital preservation. Implementation of Commission recommendation 2011/711/EU. Progress report 2011-13, 2014.
- Stroker, Natasha; Vogels, René (Enumerate Thematic Network): Survey Report on Digitisation in European Cultural Heritage Institutions 2014, s. <http://www.enumerate.eu/fileadmin/ENUMERATE/documents/ENUMERATE-Digitisation-Survey-2014.pdf> (Stand 20.02.2018).
- Deutsche Forschungsgemeinschaft: DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“, Stand: 02/2013.

- Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (Konsolidierte Fassung), in: Amtsblatt der Europäischen Union, C 326/47, dritter Teil - Die internen Politiken und Maßnahmen der Union (Art. 26 - 197), Titel XIII - Kultur (Art. 167) (ex-Artikel 151 EGV), 26.10.2012.
- Toubekis, Georgios; Mayer, Irmengard; Döring-Williams, Marina; Maeda, Kosaku; Yamauchi, Kazuya; Taniguchi, Yoko; Morimoto, Susumu; Petzet, Michael; Jarke, Matthias; Jansen, Michael (2011): Preservation and Management of the UNESCO World Heritage Site of Bamiyan: Laser Scan Documentation and Virtual Reconstruction of the Destroyed Buddha Figures and the Archaeological Remains, in: CIPA Heritage Documentation: Best Practise and Applications; edited by Efstratios Stylianidis, Petros Patias, and Mario Quintero Santana, CIPA, 2011, S. 93-100.
- Empfehlung der Kommission vom 27. Oktober 2011 zur Digitalisierung und Online-Zugänglichkeit kulturellen Materials und dessen digitaler Bewahrung (2011/711/EU), s. [https://beck-online.beck.de/default.aspx?bcid=Y-100-G-EWG\\_Em\\_2011\\_711](https://beck-online.beck.de/default.aspx?bcid=Y-100-G-EWG_Em_2011_711) (zuletzt besucht: 24.02.2018)
- European Union, Comité des Sages: The New Renaissance. Report of the 'Comité des Sages' Reflection Group on Bringing Europe's Cultural Heritage Online, 2011.
- Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Institut für Museumsforschung: Statistische Gesamterhebung an den Museen der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2011, 2012, H 66, Vorwort.
- Europäische Kommission: Digitale Agenda für Europa: Schlüsselinitiativen, MEMO/10/200, 19.05.2010.
- Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine Digitale Agenda für Europa, KOM(2010)245 endgültig, 19.05.2010.
- Europäische Kommission: Digitale Agenda: Kommission präsentiert Aktionsplan für Wachstum und Wohlstand in Europa, IP/10/581, 19.05.2010.
- Gemeinsame Eckpunkte von Bund, Ländern und Kommunen zur Errichtung einer „Deutschen Digitalen Bibliothek (DDB)“ als Beitrag zur Europäischen Digitalen Bibliothek (EDB), 2009.
- Fraunhofer-Institut Intelligente Analyse- und Informationssysteme: Bestandsaufnahme zur Digitalisierung von Kulturgut und Handlungsfelder, erstellt im Auftrag des Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien (BKM) unter finanzieller Beteiligung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, 2007.
- Witthaut, Dirk u.a.: Digitalisierung und Erhalt von Digitalisaten in deutschen Museen. Eine empirische Untersuchung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Museumkunde Berlin, 2006.
- Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: „i2010 – Eine europäische Informationsgesellschaft für Wachstum und Beschäftigung“, (KOM(2005) 229 endgültig, 01.06.2005.



## Anhang

### Programm

Donnerstag, 26. Oktober 2017:

- 14.00 Eintreffen der Teilnehmer
- 14.15 **Begrüßung und thematische Einführung**  
Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner, Fraunhofer IGD  
Prof. Dr. Matthias Jarke, Fraunhofer FIT
- 14.45 Gastvorträge:  
**Optimizing the automation of digitization**  
Mark Lindeman, Picturae, NL  
**3D digital technology: Innovation for heritage, engineering and the arts**  
Prof. Mario Santana Quintero, Carleton University, Department of Civil and Environmental Engineering, CA
- 16.15 World-Café im Foyer
- Ab 17.30 Exklusiv-Führung durch die Ausstellung „Raumkunst. Made in Darmstadt“, Institut Mathildenhöhe Darmstadt (1 Stunde)
- Ab 20 Uhr Abendessen im Ratskeller Darmstadt (Marktplatz 8, gegenüber vom Schloss)

Freitag, 27. Oktober 2017:

- 09.00 Eintreffen der Teilnehmer und Begrüßungskaffee  
**Besichtigung des Digitalisierungslabors CultLab3D**
- 09.30 Gastvorträge:  
**The value of 3D digitization in the future of museums**  
Chris Edwards, J. Paul Getty Trust, USA  
**Digital heritage – policy & practice**  
Marcus Cohen, DEN Foundation Dutch Knowledge Institute Digital Culture, NL
- 10.45 Thematische Diskussionen (3 Gruppen)
- Ab 12.00 Kaffee im Foyer
- 12.30 Thematische Diskussionen (Priorisierung der Kernthemen)
- 13.00 Mittagspause im Foyer
- 13.45 Präsentation der Gruppen (à 15min plus Fragerunde)
- 14.45 Zusammenfassung
- 15.00 Ende der Veranstaltung

## Teilnehmerliste

<b>Diskussion 1</b>	<b>Forschung und Entwicklung</b>			
Toubekis	Georgios		Herr	RWTH Aachen
Fellner	Dieter	Prof. Dr.	Herr	Fraunhofer IGD
Reis	Gerd	Dr.	Herr	Universität Kaiserslautern und DFKI
Guthe	Stefan	Dr. rer. nat.	Herr	TU Darmstadt (GCC)
Hess	Mona	Prof. Dr.	Frau	Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Digitale Denkmaltechnologien
Döring-Williams	Marina	Univ. Prof. Mag. Art. Dr.-Ing.	Frau	Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung & Denkmalpflege, Fachgebiet Baugeschichte und Bauforschung, Wien
Horn	Felix	Dr.	Herr	Bayerische Staatsbibliothek
Lücke	Maike		Frau	LVR Infocom
Pfarr-Harfst	Mieke	Dr. -Ing.	Frau	Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Architektur, DDU - Digital Design Unit - Digitales Gestalten
Urban	Philipp	Dr.	Herr	Fraunhofer IGD

<b>Diskussion 2</b>	<b>Gesellschaft/ Politik</b>			
Fuhrmann	Constanze		Frau	Fraunhofer IGD
Leinen	Peter	Dr.	Herr	Deutsche Nationalbibliothek
Lindlar	Michelle		Frau	Technische Informationsbibliothek (TIB)
Hohmann	Georg	Dr.	Herr	Deutsches Museum München
Hörnschemeyer	Thomas	Dr.	Herr	Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
Bienert	Andreas	Dr.	Herr	Staatliche Museen zu Berlin/ Generaldirektion – Museumsentwicklung und Strukturplanung
Hagedorn-Saupe	Monika	Prof.	Frau	Staatliche Museen zu Berlin, Institut für Museumsforschung
Hoffmann	Jana	Dr.	Frau	Museum für Naturkunde/ Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung
Heck	Karsten	Dr.	Herr	Zentral Kustodie Göttingen
Liebetruth	Martin	Dr.	Herr	Zentral Kustodie Göttingen

Kreutzer	Till	Dr.	Herr	iRights.Law Rechtsanwälte
Marcus	Cohen		Herr	DEN Foundation, Dutch knowledge institute Digital Culture
Patruno	Stefanie		Frau	Institut Mathildenhöhe Darmstadt

<b>Diskussion 3</b>	<b>Markt</b>			
Santos	Pedro		Herr	Fraunhofer IGD
Jarke	Matthias	Prof. Dr.	Herr	Fraunhofer FIT
Rieke-Zapp	Dirk	Dr.	Herr	AICON 3D Systems GmbH
Schaich	Martin		Herr	ArcTron 3D
Hein	Niclas		Herr	Hasenkamp Internationale Transporte GmbH
Malauscek	Peter		Herr	cirp GmbH
Lindeman	Mark		Herr	PICTURAE
Edwards	Chris		Herr	Paul Getty Trust
Peters	Jens		Herr	LVR Infocom
Grellert	Marc	Dr.-Ing.	Herr	TU Darmstadt, Fachgebiet Digitales Gestalten, Leitung Forschungsbereich Digitale Rekonstruktion
Eschenfelder	Chantal	Dr.	Frau	Städel Museum

Santana Quintero	Mario	Prof. Dr.	Herr	Carleton University, Department of Civil and Environmental Engineering
------------------	-------	-----------	------	--

## **Über uns**

### **Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD**

Das Fraunhofer IGD ist die international führende Einrichtung für angewandte Forschung im Visual Computing. Visual Computing ist bild- und modellbasierte Informatik. Es vereint Computergraphik und Computer Vision. Vereinfacht gesagt, beschreibt es die Fähigkeit, Informationen in Bilder zu verwandeln und aus Bildern Informationen zu gewinnen. Hierauf basieren alle technologischen Lösungen des Fraunhofer IGD und seiner Partner. In der Computergraphik erzeugen, be- und verarbeiten Menschen computergestützt Bilder, Graphiken und mehrdimensionale Modelle. Beispiele hierfür sind Anwendungen der Virtuellen und Simulierten Realität. Computer Vision ist die Disziplin, die Computern das »Sehen« beibringt. Hierbei sieht eine Maschine mittels Kamera ihre Umgebung und verarbeitet Informationen mittels Software. Anwendungsbeispiele finden sich in der Erweiterten Realität (engl. Augmented Reality).

Das Fraunhofer IGD ist aktives Mitglied der 2008 gegründeten Forschungsallianz Kulturerbe. Die Allianz setzt sich mit der Entwicklung neuer Verfahren, Materialien und Technologien aktiv für den Kulturgüterschutz ein und wird von der Fraunhofer-Gesellschaft, der Leibniz-Gemeinschaft und der Stiftung Preußischer Kulturbesitz finanziert.

Die Abteilung Digitalisierung von Kulturerbe ist auf die Entwicklung von innovativen 3D-Scantechnologien spezialisiert, die flexibel miteinander kombinierbar sind. Sie eignen sie sich für Objekte unterschiedlicher Größe und erfassen automatisch Geometrie, Textur und physikalisch-optische Materialeigenschaften für eine originalgetreue und mikrometergenaue Wiedergabe. Das Anwendungsspektrum umfasst Lösungen für die Industrie, die Bauwirtschaft, das Gesundheitswesen und die Kreativwirtschaft. 3D-Daten dienen der Qualitätssicherung, Rekonstruktion oder Flächenrückführung. Auch unterstützen sie die digitale Dokumentation, Präsentation und Erhaltung von Kulturgütern.

CultLab3D verfügt über langjährige Erfahrung in der detailgetreuen Digitalisierung von Artefakten und gebäudeähnlichen Strukturen. Mit Projektförderung der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie entstand die weltweit erste 3D-Scanstraße für hocheffiziente 3D-Massendigitalisierung. Die im Rahmen dieses Projektes entwickelten 3D-Technologien werden kontinuierlich für ein breites Anwendungsspektrum optimiert – von der Erfassung, über die Visualisierung bis hin zur Reproduktion durch 3D-Druckverfahren.

**Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner** ist seit Oktober 2006 Professor für Informatik an der TU Darmstadt und Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD. Davor hatte er akademische Positionen an der TU Graz, der TU Braunschweig, der Universität Bonn, der Memorial University of Newfoundland, Kanada, und der Universität Denver, Colorado, USA, inne. An der Technischen Universität in Graz leitet er das Institut für ComputerGraphik und WissensVisualisierung, das er 2005 gegründet hat. Darüber hinaus ist er seit November 2008 Geschäftsführer der Fraunhofer Austria Research GmbH. Seit Januar 2016 hat er den Vorsitz des Fraunhofer-Verbunds für Informations- und Kommunikationstechnologie inne und ist Mitglied des Präsidiums der Fraunhofer-Gesellschaft. Er ist zudem Mitglied des »Runden Tisches Cybersicherheit

Hessen« seit dessen Gründung im Februar 2016. Seine Karriere begann er nach dem Studium der Technischen Mathematik in Graz (Diplom 1981, Doktorat 1984, Habilitation 1988) als Mitarbeiter im MUPID-Entwicklungsteam (ab 1982), wo er für die Graphikkomponenten verantwortlich war.

Die Forschungs- und Projektbereiche von Prof. Fellner umfassten bisher ein breites Spektrum von Themen wie Algorithmen und Software-Architekturen zur Integration von Modeling und Rendering, Effizientes Rendering und Visualisierungsalgorithmen, Generatives und Rekonstruierendes Modeling, Virtuelle und Erweiterte Realität, graphische Aspekte von Internet-basierten Multimedia-Informationssystemen und Kulturerbe ebenso wie Digitale Bibliotheken. In den Fachbereichen Computergraphik und Digitale Bibliotheken ist Prof. Fellner Redaktionsmitglied in führenden Fachjournals und in den Programmkomitees vieler internationaler Konferenzen und Workshops. Er ist Mitglied von EUROGRAPHICS, ACM, IEEE Computer Society und der Gesellschaft für Informatik (GI). Prof. Fellner ist außerdem beratend für den Deutschen Wissenschaftsrat, die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Europäische Kommission tätig

**Pedro Santos** ist seit 2012 Leiter der Abteilung Digitalisierung von Kulturerbe, nachdem er als stellvertretender Leiter für die Abteilung für Industrielle Anwendungen, heute Interaktive Engineering Technologien, verantwortlich war. Im Zuge verschiedener Projekte im Bereich der digitalen Erhaltung von Kulturgut und der zunehmenden Nachfrage nach Möglichkeiten zur 3D-Massendigitalisierung in diesem Bereich, entwickelt seine Abteilung den weltweit ersten Ansatz zur schnellen, ökonomischen und automatisierten 3D-Digitalisierung von Kulturerbe. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erfassung von optischen Materialeigenschaften.

Pedro Santos studierte Informatik an der Hochschule Darmstadt sowie der Technischen Universität Lissabon. In seiner bisherigen Laufbahn war er an der Entwicklung erster immersiver CAD-Modelliersysteme für die frühen Phasen der Produktentwicklung beteiligt, am Entwurf von »see-through Head-Mounted Displays« und mobiler Anwendungen in erweiterter Realität, sowie an »Marker-basierten« und »Marker-losen« Trackingsystemen. Pedro Santos ist Autor und Co-Autor von über 50 Veröffentlichungen sowie Gutachter für die Association for Computing Machinery (ACM), die European Association for Computer Graphics (Eurographics), der IEEE Computer Society und für weitere Organisationen.

**Constanze Fuhrmann** unterstützt seit 2014 als wissenschaftliche Mitarbeiterin die Leitung beim Aufbau der Abteilung Digitalisierung von Kulturerbe. Als Restauratorin und Kunsthistorikerin und damit Expertin für Kulturerbe bildet sie die Schnittstelle zwischen digitaler Kulturerforschung und IT. Zu ihren Aufgabenschwerpunkten gehören Strategieentwicklung, Projekt- und Kundenakquise, Betreuung von Forschungsprojekten, Lobbyarbeit und Forschungspolitik im Bereich Kulturerbe und Digitalisierung (EU- und bundesweit) sowie nationale und internationale Netzwerkarbeit.

Constanze Fuhrmann verfügt über langjährige Berufserfahrungen in der Denkmalpflege / Restaurierung sowie im Programm- und Projektmanagement im Bereich Forschungs- und Kulturpolitik. Zuletzt war sie als wissenschaftliche Referentin im Fraunhofer Büro in Brüssel, Nachhaltigkeitsnetzwerk und Kulturerbe, tätig, wo sie EU-Forschungsprojekte und die Entwicklung von Forschungsanträgen verantwortete sowie Interessensvertretung

betrieb. Nach ihrer Ausbildung zur Restauratorin absolvierte Constanze Fuhrmann ihr Magisterstudium 2007 in Kunstgeschichte, Geschichte und Kulturwissenschaften an der Technischen Universität und der Humboldt-Universität in Berlin und erhielt 2009 einen Master of Science vom University College London, Centre for Sustainable Heritage. In ihren Abschlussarbeiten »Der Erhalt der Nachkriegsmoderne in New York City – eine denkmalpflegerische Debatte« und »Public-Private Partnerships: a suitable option for heritage management?« widmete sie sich Themen zur Denkmalpflege und Kulturerbemanagement.

Constanze Fuhrmann ist im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kulturgutschutz e.V. sowie in der Focus Area of Cultural Heritage und der Forschungsallianz Kulturerbe (gegründet durch die Fraunhofer-Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft und der Stiftung Preußischer Kulturbesitz) aktiv. Auch ist sie Mitglied in verschiedenen Organisationen wie der Museums Association, ICOM, ICOMOS, Blue Shield und DOCOMOMO.

### **Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT**

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT besitzt rund 30 Jahre Erfahrung in der menschengerechten Gestaltung von intelligenten Systemlösungen, die sich nahtlos in Unternehmensprozesse integrieren. Es beschäftigt rund 160 Wissenschaftler, darunter Informatiker, Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler, Psychologen und Ingenieure. Unter einer gemeinsamen Leitung findet eine enge Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Informationssysteme an der RWTH Aachen statt.

Die interdisziplinären Teams haben es sich zur Aufgabe gemacht, die Zukunft mit neuen marktorientierten Produkten zu gestalten, indem sie Wissen aus der Informationstechnologie mit Fragen aus anderen Lebensbereichen verknüpfen. Daraus resultieren die Validierung, der Entwurf und die Implementierung für innovative Kundenlösungen. Die Forschungsbereiche umfassen Kooperationssysteme, Life Science Informatik, Risikomanagement und Entscheidungsunterstützung, User-Centered Computing sowie wirtschaftsinformatische Fragestellungen.

Fraunhofer FIT bündelt seine Leistung in fünf Felder:

Kooperations- und Innovationsmanagement entwickelt Technologien und forschungsbasierte Beratungskonzepte zur Unterstützung der Digitalisierung in Unternehmen. Schwerpunkte sind Kommunikations- und Kooperationslösungen, Aus- und Weiterbildung, intelligente Mobilität, Big Data Technologien zur skalierbaren Analyse von heterogenen Daten sowie innovative Interaktions- und Visualisierungslösungen mit Mixed und Augmented Reality.

Life Science Informatik mit dem Fokus auf Mikrosystemtechnik und integrierte bildverarbeitende / bildgebende Verfahren zur High-Content-Analyse in den Bereichen Diagnostik und Wirkstoffforschung zur Medikamentenentwicklung.

Internet der Dinge / Energieeffizienz mit dem Schwerpunkt cyber-physischer Systeme zur intelligenten Überwachung, Optimierung und Steuerung von Systemen und Geräten sowie Lösungen in den Bereichen Smart Factories, Smart Cities und Industrie 4.0.

Usability and User Experience Design mit Hauptaugenmerk auf kontextoptimierte Mensch-Maschine-Interaktion, optimale Gebrauchstauglichkeit von Anwendungen oder Geräten, Usability-Qualifizierungsangebote sowie Web Compliance und Barrierefreiheit.

Nachhaltiges Finanzmanagement im betrieblichen und volkswirtschaftlichen Bereich, mit Schwerpunkten bei der mikroanalytischen Simulation zur Gesetzesfolgenabschätzung, sowie bei der (Risiko-) Analyse und Effizienzsteigerung von komplexen Geschäftsprozessen, unter anderem durch Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung.

**Prof. Dr. Matthias Jarke** leitet das Fraunhofer FIT seit 2000, der auch dem Lehrstuhl für Informatik 5 (Informationssysteme) der RWTH Aachen vorsteht. Jarke ist Gründungsdirektor des von der RWTH Aachen und der Universität Bonn gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft getragenen Bonn-Aachen International Centers for Information Technology.

Nach dem Doppelstudium der Informatik und der Betriebswirtschaftslehre promovierte Prof. Jarke 1980 in Wirtschaftsinformatik an der Universität Hamburg, wurde 1981 auf eine Wirtschaftsinformatikprofessur an der Stern School of Business der New York University berufen und erhielt dort auch Tenure. 1986 übernahm er einen Lehrstuhl der Universität Passau, bevor er 1991 als Lehrstuhlinhaber für Informationssysteme zur RWTH Aachen kam. Von 1992 bis 2000 war er dort Sprecher der Fachgruppe Informatik. Zwischen 2010 und 2016 war er Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds IUK-Technologie und Mitglied des Fraunhofer-Präsidiums. Mit über 4000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Budget von rund 250 Mio € ist der Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie eine der größten Organisationen für Forschung in angewandter Informatik in Europa.

2002 gründete Prof. Jarke die B-IT-Stiftung (Bonn-Aachen International Center for Information Technology) mit Stiftungsprofessuren und internationalen Studiengängen in Birlinghoven. 2008 kam die NRW-Forschungsschule zur strukturierten Doktorandenausbildung dazu, deren Sprecher er seitdem ist.

Schwerpunkte seiner Forschung sind Metadatenmanagement und Datenqualität, Requirements und Information Systems Engineering, sowie mobile und kooperative Informationssysteme. Jarke war Mitglied im Lenkungsausschuss des Aachener Konzeptes "RWTH 2020: Meeting Global Challenges", das im Rahmen der Exzellenzinitiative zum Ausbau der universitären Spitzenforschung bewilligt wurde, und ist stellvertretender Sprecher des Exzellenzcluster UMIC. Der promovierte Betriebswirt war 2000-2003 Schatzmeister der Gesellschaft für Informatik (GI) und 2004-2007 Präsident der GI. In diese Zeit fiel auch seine Rolle als wissenschaftlicher Gesamtkoordinator des „Informatikjahr - Wissenschaftsjahr 2006“ der Bundesregierung.

Prof. Jarke ist Autor mehrerer Bücher und von über 300 referierten Publikationen in Zeitschriften und Konferenzen und gehört zu den meistzitierten deutschen Informatikforschern. Lange wirkte er als Hauptherausgeber der Zeitschrift "Information Systems" und ist in zahlreichen Beiräten tätig. Er ist Fellow der Gesellschaft für Informatik und wurde 2012 in die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech gewählt. Die Association for Computing Machinery (ACM) wählte Jarke 2013 zum Mitglied (Fellow).

**Georgios Toubekis** ist Doktorand am Aachener Zentrum für Dokumentation und Konservierung am Lehrstuhl für Urbanisierung der Fakultät für Architektur, RWTH Aachen, wo er auch sein Diplom in Architektur erhielt. Herr Toubekis war Koordinator

von Projekten der RWTHAcdc in Afghanistan und führte verschiedene Exkursionen in Pakistan und Afghanistan zur Dokumentation von UNESCO-Welterbestätten durch.

Sein aktuelles Forschungsthema ist die Erarbeitung von Methoden zur nachhaltigen Umsetzung von Erhaltungsstandards für Kulturstätten, insbesondere Welterbestätten in Entwicklungsländern. Ein besonderer Fokus liegt auf dem Einsatz moderner IT-Technologien aus dem Bereich der angewandten Informationswissenschaft, um das Engagement der Bevölkerung in Kulturerbe-Projekten zu fördern.

Herr Toubekis ist Mitglied von ICOMOS Deutschland und Autor zahlreicher Veröffentlichungen zum Thema Kulturguterhalt in Afghanistan, Dokumentationsmethoden und Annotationstools in der Denkmalpflege und digitalen Denkmaltechnologien.



## Impressum

### Kontakt:

Constanze Fuhrmann, M.A., M.Sc.  
Abteilung Digitalisierung von Kulturerbe  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

Telefon +49 6151 155-620  
E-Mail constanze.fuhrmann@igd.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Fraunhoferstr. 5  
64283 Darmstadt

[www.igd.fraunhofer.de](http://www.igd.fraunhofer.de)

Dipl.-Ing. Georgios Toubekis  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT und RWTH Aachen  
Universität

Telefon +49 241 80 21529  
E-Mail toubekis@dbis.rwth-aachen.de

RWTH Aachen Universität, Lehrstuhl Informatik 5, Aachener Zentrum für Dokumentation  
und Konservierung  
Ahornstr. 55  
52056 Aachen

<https://www.fit.fraunhofer.de/>  
<http://www.sbg.rwth-aachen.de/>

Dezember 2017

Copyright 2017, Fraunhofer IGD und FIT.

Alle Rechte vorbehalten. Diese Veröffentlichung darf für kommerzielle Zwecke ohne vorherige schriftliche Erlaubnis des Herausgebers in keiner Weise, auch nicht auszugsweise, insbesondere elektronisch oder mechanisch, als Fotokopie oder als Aufnahme oder sonstwie vervielfältigt, gespeichert oder übertragen werden. Eine schriftliche Genehmigung ist nicht erforderlich für die Vervielfältigung oder Verteilung der Veröffentlichung von bzw. an Personen zu privaten Zwecken.