



Fraunhofer

AUSTRIA

JAHRESBERICHT 2017

GESCHÄFTSBEREICH »VISUAL COMPUTING«

DATA DRIVEN DESIGN

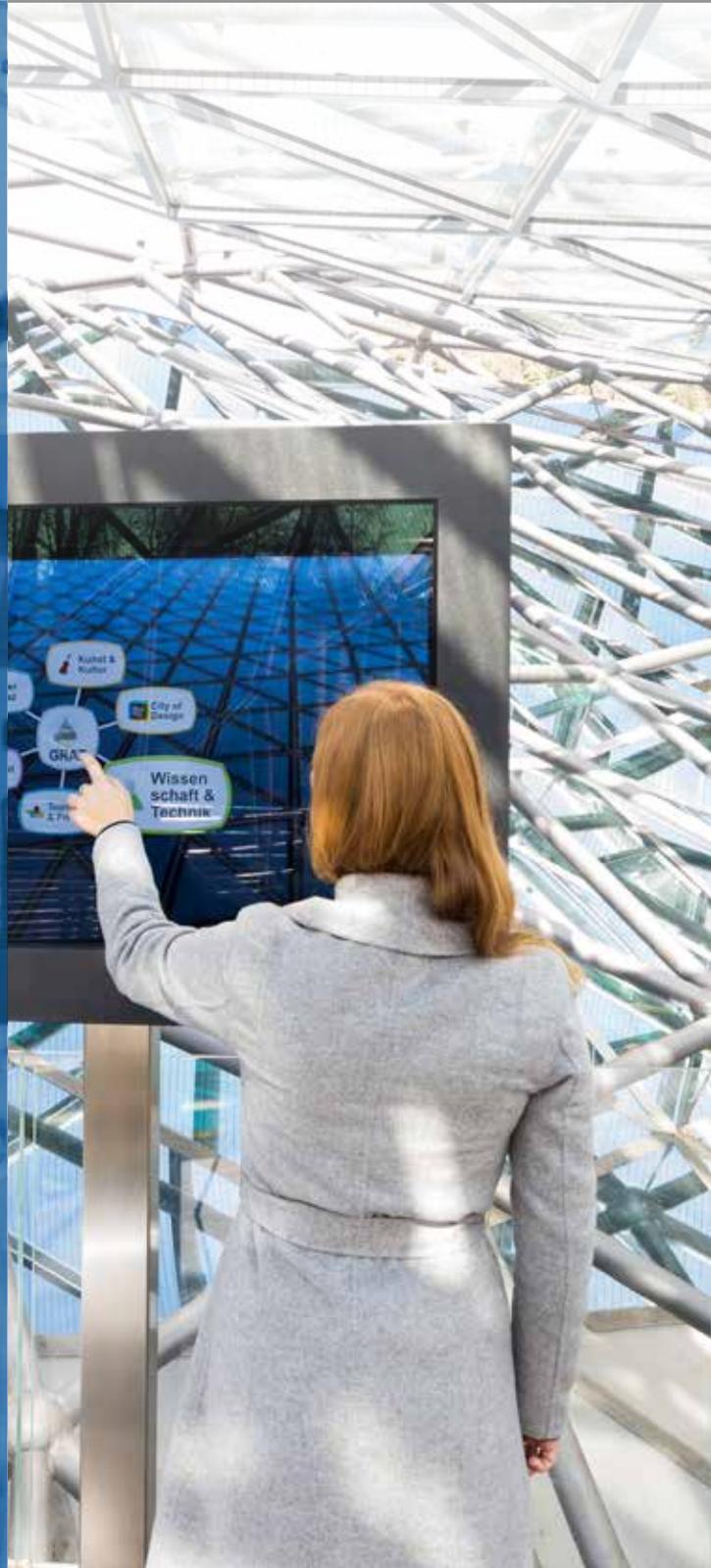
INS BILD GESETZT

INFOTAINMENT –

INFORMATIONEN, DIE SPASS MACHEN

VR-PLANNING

**MUSTER UND ZUSAMMENHÄNGE
IN KOMPLEXEN DATENMENGEN
ENTDECKEN**



VOM STERNZEICHEN (DIGITALER) ZWILLING

LIEBE PARTNER UND FREUNDE,

Menschen sind verschieden: Hautfarbe, Größe, Augenfarbe, Gesichtszüge, Körperbau und etliche Merkmale mehr erlauben es, sie ohne Zweifel voneinander zu unterscheiden. Es gibt allerdings Ausnahmen: Eineiige Zwillinge gleichen sich wie ein Ei dem anderen und sind selbst für Eltern und Geschwister oft nur schwer auseinanderzuhalten. Auf eben diese verblüffende Ähnlichkeit spielt man an, wenn im Kontext »Digitalisierung« und »Industrie 4.0« vom digitalen Zwilling die Rede ist. Doch was steckt dahinter? Nun, als digitalen Zwilling bezeichnet man das digitale Abbild eines realen Objekts. Dieses Abbild gleicht dem tatsächlichen Objekt – wie der Name schon sagt – bis ins kleinste Detail.

Digitaler Zwilling: Begleiter über den kompletten Lebenszyklus

Wie bei echten Zwillingen auch, begleitet der digitale Zwilling sein reales Gegenstück über dessen kompletten Lebenszyklus – also von der »Geburt« bis zu seinem Ende. Die Geburt entspricht der Planung des Produkts, sei es ein Auto, ein Flugzeug, ein Haus oder eine Produktionsmaschine. Für diese fertigen die Planer zunächst einmal ein CAD-Modell an. Damit können sie bereits zahlreiche Tests durchführen. So ist es beispielsweise möglich, Belastbarkeitstests komplett auf Basis von Simulationen durchzuführen und somit auf den kosten- und zeitintensiven Bau von Prototypen komplett oder zumindest teilweise zu verzichten. Techniken der virtuellen oder der erweiterten Realität erlauben es zudem, bereits in der Entwurfsphase zu schauen, wie sich etwa ein Gebäude in seine Umgebung einpasst oder wie das Cockpit eines Fahrzeuges von innen aussieht. Auch während des späteren Betriebs bietet der digitale Zwilling zahlreiche Vorteile: So hilft er unter anderem dabei, die Informationen, die die unzähligen Sensoren unentwegt zusammentragen, zu verorten und Zusammenhänge besser zu verstehen. Und am Ende des Lebenszyklus hilft der digitale Zwilling bei der Wiederverwertung. Bei Gebäuden etwa liefert er die Informatio-

nen, welche Mengen von welchem Baustoff beim Abriss anfallen. Auftretende Kosten und benötigte Maßnahmen lassen sich somit bereits im Vorfeld bestimmen. Für alle diese Anwendungsfälle bietet Fraunhofer Austria einen reichhaltigen Baukasten mit Werkzeugen.

Von digital zu real und zurück: Daten verknüpfen mit dem digitalen Zwilling

Eine der wichtigsten Aufgaben des digitalen Zwillings ist es, die Daten seines realen Gegenstücks zu sammeln und für die verschiedenen Anwendungsfälle bereitzustellen. Aktuelle Techniken wie Tablets und die »Microsoft HoloLens« erlauben es, diese Masse an digitalen Daten am realen Objekt lebendig zu machen – sei es die Anzeige von Messdaten oder die interaktive Anleitung für Wartungsarbeiten. Basis dafür sind Trackingtechnologien, über welche die Position und die Geometrie des Objekts anhand eines Kamerabilds oder Videos automatisiert erkannt werden. Besonders für den Einsatz im industriellen Kontext – gerade für die vielen Anwendungsfälle rund um Industrie 4.0 – benötigen Entwickler ein stabiles Tracking, das auch bei sich ändernder Beleuchtung nicht aus dem Tritt gerät. Ein solches System haben Forscher des Fraunhofer IGD entwickelt: Die Software VisionLib stellt für zahlreiche Augmented-Reality-Anwendungen eine Trackingkomponente bereit, die verschiedene Algorithmen miteinander kombiniert. Das Ergebnis: ein zerstörungsfreies, verlässliches Trackingsystem für hochklassige AR-Anwendungen.

Raus aus den Datensilos: Zugriff jederzeit, überall, und von allen Plattformen

Sinnvoll ist die AR-Technologie vor allem dann, wenn sie auf mobilen Endgeräten genutzt wird – also auf VR-Brillen, Tablets oder Smartphones. Hier stellt sich jedoch eine Herausforderung: Die Datenflut, die im Zuge von Industrie 4.0 entsteht, bringt diese



Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner
Geschäftsführer Fraunhofer Austria

Endgeräte schnell an ihre Grenzen. Forscher des Grazer Standorts Fraunhofer Austria haben gemeinsam mit den Kollegen des Fraunhofer IGD die Plattform »instant3Dhub« entwickelt, mit der sich diese Herausforderung meistern lässt. Diese Plattform analysiert die Daten vollautomatisch, zerteilt sie räumlich und überträgt nur diejenigen Daten an das Endgerät, die dort auch wirklich benötigt werden. »instant3Dhub« erlaubt es somit erstmals, den digitalen Zwilling auf möglichst viele verschiedene Endgeräte auszuliefern, ohne deren Leistungsfähigkeit einzuschränken.

Wie unsere Forschung die Industrie 4.0 und die Digitalisierung in weiteren Bereichen vorantreibt, zeigt Ihnen unser Jahresbericht. Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner



04

DATA DRIVEN DESIGN



08

INFOTAINMENT – INFORMATIONEN, DIE SPASS MACHEN



14

AR FÜR DIE INDUSTRIE 4.0: DURCHBLICK IN EINER NEUEN DIMENSION



25

VR-PLANNING



30

TAGUNGSBERICHT EG WORKSHOP ON GRAPHICS AND CULTURAL HERITAGE 2017 IN GRAZ



34

MUSTER UND ZUSAMMENHÄNGE IN KOMPLEXEN DATENMENGEN ENTDECKEN

<p>04 DATA DRIVEN DESIGN</p> <p>08 INFOTAINMENT – INFORMATIONEN, DIE SPASS MACHEN</p> <p>12 NEUE WEGE ZUR PRODUKTVISUALISIERUNG</p> <p>14 AR FÜR INDUSTRIE 4.0: DURCHBLICK IN EINER NEUEN DIMENSION</p> <p>20 MEHR MITGESTALTUNG</p> <p>25 VR-PLANNING</p> <p>26 KLARE SICHT UND FRISCHER WIND</p> <p>27 DIE HANDHABUNG GROSSER CAD-MODELLE IN PHYSIKALISCHEN SIMULATIONEN</p> <p>28 MIT SIMULIERTEN SITUATIONEN ZU MEHR SICHERHEIT IM STRASSENVERKEHR</p> <p>30 TAGUNGSBERICHT EG WORKSHOP ON GRAPHICS AND CULTURAL HERITAGE 2017 IN GRAZ</p> <p>32 3D-WORKSHOP FÜR BEGABTE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER</p>	<p>MUSTER UND ZUSAMMENHÄNGE IN KOMPLEXEN DATENMENGEN ENTDECKEN 34</p> <p>MESSEN UND VERANSTALTUNGSHÖHEPUNKTE 38</p> <p>DAS FRAUNHOFER-VISUAL-COMPUTING-NETZWERK 40</p> <p>FRAUNHOFER AUSTRIA IN ZAHLEN 42</p> <p>DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT 43</p> <p>PUBLIKATIONEN 44</p> <p>UNSERE LEISTUNGEN FÜR SIE IM ÜBERBLICK 46</p> <p>IHRE ANSPRECHPARTNER 47</p> <p>IMPRESSUM 48</p>
--	---



**DATA DRIVEN DESIGN
INS BILD GESETZT**



Unabhängig davon, ob Produkte, Bauteile, Prozesse, Strukturen, Umgebungen, Gebäude oder Räume: Design-Entscheidungen sind komplex. Die Forscher der Fraunhofer Austria erarbeiten deshalb datenbasiert spezielle und individuell zugeschnittene Visualisierungsangebote. So werden Daten und Zusammenhänge sowie ihre Variationen sofort offensichtlich.

»Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte.« Schön wäre es! Die Wahrheit sieht etwas anders aus. Denn natürlich kommt es darauf an, wie ein Bild »in Szene« gesetzt wurde, sprich: auf welche Art und Weise Inhalte dargestellt werden und wie nützlich diese Visualisierungen sind. Das gilt insbesondere für Informationen, die für Entwicklungsabteilungen, Produktplaner, Prozessplaner oder Stadtplaner und Architekten ins »rechte Bild« gesetzt werden sollen. Daten und Korrelationen so aussagekräftig darzustellen, dass die Auswirkungen und Variationen von Plänen schnell und anschaulich werden, ist Aufgabe des Data-Driven-Designs – und damit der Fraunhofer Austria Research GmbH.

Wichtige Projekte kurz vor der Marktreife

Die Aufgaben der Fraunhofer Austria, einem Schwesterinstitut des Fraunhofer IGD, lassen sich (grob) in drei Bereiche aufteilen: in Servicedienstleistungen zur Visualisierung, in Forschungen zu diesem Bereich und in Möglichkeiten, Visualisierung möglichst »hautnah« erlebbar zu machen. »Unser Job ist es, Sachverhalte optisch umzusetzen. Und das bedeutet, Daten so zu erfassen und darzustellen, dass sie für den Betrachter einen Mehrwert bieten«, sagt René Berndt, Akquiseverantwortlicher bei Fraunhofer Austria. Dabei geht der Anspruch natürlich weit über das hinaus, was klassische Torten- oder Balkendiagramme leisten können. Die Daten von Maschinenanlagen beispielsweise, die von einer Unzahl an Sensoren generiert werden, lassen sich nicht einfach über gängige Diagrammformen darstellen. Noch komplizierter wird es beispielsweise, wenn die Parameter zusammenhängender Prozesse visualisiert werden sollen.

Illustrieren lässt sich die Komplexität durch Projekte, die im vergangenen Jahr im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten standen. Dazu gehört zum Beispiel »GrAPPA«, ein grafischer Anlagen- und Produktionslinien Planungsassistent, der nun kurz vor der Marktreife steht. Ziel des Tools ist es, Pläne für Fabrikprojekte schneller und unkomplizierter zu bearbeiten und kostengünstiger zu realisieren als bisher. »Die Software erlaubt es beispielsweise, eine neue Produktionslinie auf einem bestehenden Grundriss zu definieren«, sagt Berndt. Damit haben Experten eine Möglichkeit in der Hand, die Ausstattung und Geräteanordnung in einer vorhandenen Produktionshalle virtuell immer wieder zu verändern. Sie sehen dann sofort, welche Konsequenzen ihre Ideen haben – etwa für die Transportwege: Kreuzen sie sich? Stehen Gegenstände im Weg? Und die Experten erkennen, ob es Unstimmigkeiten gibt, weil vielleicht die Entfernung einzelner Anlagen zueinander nicht optimal gestaltet ist und schwere Teile häufiger bewegt werden müssen als rechnerisch nötig.

Wertstromanalyse

Mit dem Visualisierungswerkzeug »Vasco« zeigt Fraunhofer Austria Möglichkeiten auf, wie sich eine Wertstromanalyse rasch und anwenderfreundlich »in Szene« setzen lässt: »Gesetzt den Fall, Sie haben eine Kundenbestellung mit einem ungewöhnlich großen Umfang. Mithilfe unseres Tools identifizieren Produzenten die »Flaschenhälse« der Produktion und sehen, welcher Aufwand an Personal und Kosten notwendig ist, um diese kurzfristig zu beseitigen«, erklärt Berndt. Das aber ist nur ein Beispiel. Nutzer können unter anderem auch ablesen, was das für ihre CO₂-Emissionen bedeutet oder wie sich der Umfang von Produktionsabfällen durch die Variation einzelner Prozessabläufe verbessern lässt.

Aber die Forscher arbeiten auch an vermeintlichen »Details« der Visualisierung. So wurden im vergangenen Jahr für ein Ingenieurbüro die Arme beziehungsweise die Armlängen virtueller Arbeiter zu einer Virtual-Reality-Applikation hinzugefügt. »In der Regel werden bei heutigen VR-Brillen nur die Hände erfasst. Bei bestimmten Handgriffen ist aber auch die Lage der Arme wichtig. Zum Beispiel, wenn Handgriffe optimiert werden sollen, bei denen auch die Entfernung des Körpers von dem zu bedienenden Objekt eine wesentliche Rolle spielt«, sagt Berndt. Nun wird es möglich, das schnelle Erreichen von Teilen im Inneren einer Maschine oder das punktgenaue Aufstellen von Maschinen auch in der virtuellen Realität erlebbar zu machen.

DAVE

Anschaulich werden die »Data-Driven-Design«-Arbeiten der Fraunhofer Austria mit Visualisierungseinheiten wie dem »Definitely Affordable Virtual Environment«, kurz: DAVE. Im Vergleich zu den Vorteilen einer VR-Brille, bei welcher der Betrachter rundherum eine virtuelle Realität sieht, geht die DAVE einen Schritt weiter: Nun wird das Erleben einer künstlich generierten Welt möglich, ohne dass man von der realen Welt abgeschottet ist. Nutzer sehen sich selbst (und andere) und sind doch Teil der virtuellen Welt. Und sie können reale Gegenstände mit in diese Welt nehmen. So kann zum Beispiel auch ein Tablet oder Smartphone für die Steuerung benutzt werden. Vorstellen kann man sich die DAVE mit einer Grundfläche von 2,5 auf 2,5 Meter wie einen Raum, der rundherum mit Leinwänden ausgestattet ist, auf die von hinten die gewünschte Umgebung projiziert wird. Genutzt wurde sie unter anderem für einen Test der Besucherführung auf dem neu gebauten Wiener Hauptbahnhof. Tester durften hier verschiedene

Aufgaben lösen, beispielsweise einen bestimmten Shop aufsuchen oder sich anhand der Wegweiser zu einem ausgewählten Bahnsteig begeben. Das Bewegungsmuster der Testpersonen sowie deren Blickrichtung wurden aufgezeichnet und analysiert. Mit solchen virtuellen Tests können Planer von kostenintensiven Bauvorhaben bereits vor dem Bau mögliche Schwachstellen identifizieren und kostengünstig korrigieren. Aber auch der Bereich des innovativen Engineerings wird unterstützt. Beispielsweise, um Planungsfehler frühzeitig zu erkennen und damit Kosten zu sparen. Die DAVE ist mittlerweile technisch so ausgereift, dass die Forscher im kommenden Jahr an einer mobilen Version arbeiten wollen. ■



INFOTAINMENT – INFORMATIONEN, DIE SPASS MACHEN

Die Murinsel ist seit eh und je ein Anziehungspunkt für Touristen und Spaziergänger. Sie wurde im Rahmen der Auszeichnung der Stadt Graz als Kulturhauptstadt 2003 auf der Murnähe der Innenstadt künstlich geschaffen. Die Murinsel wurde bis Anfang 2017 saniert – dabei hat nicht nur das Café auf der Murinsel neue Schmankerl hinzugewonnen.



Stadtrat Gerhard Rüschi, Dr. Eva Eggeling (Fraunhofer Austria), Bürgermeister Siegfried Nagl, Dr. Kurt Kratzer (Ingenieurbüro Kratzer) bei der Wiedereröffnung der Murinsel im Februar 2017

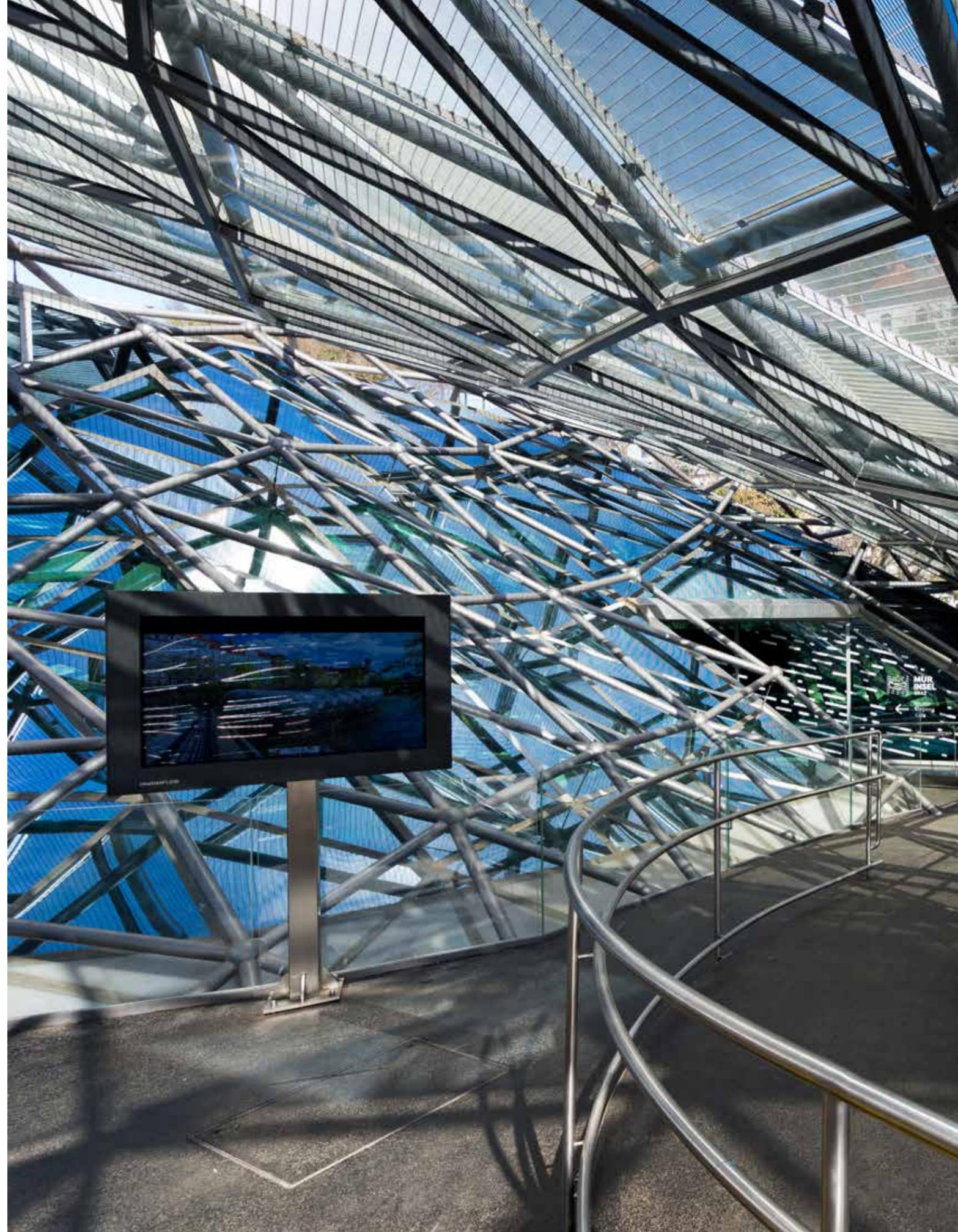
Der sommerliche Spaziergang an der Mur entlang ist für viele Grazer ein Muss – und für Touristen sowieso. Das Rauschen des Flusses lädt dazu ein, die Seele baumeln zu lassen. Nirgendwo geht das gemütlicher als auf der Murinsel, der extravaganten Stahlkonstruktion des Künstlers Vito Acconci, wo man das vorbeirauschende Wasser bei einem Cappuccino beobachten kann. Pünktlich zur Wiedereröffnung im Februar 2017 hat diese Sehenswürdigkeit ein neues Informationssystem bekommen. Zwei Touch-Monitore im Außenbereich laden Passanten dazu ein, sich über die Murinsel, deren Umgebung und die Stadt Graz zu informieren und touristische Hotspots zu entdecken.

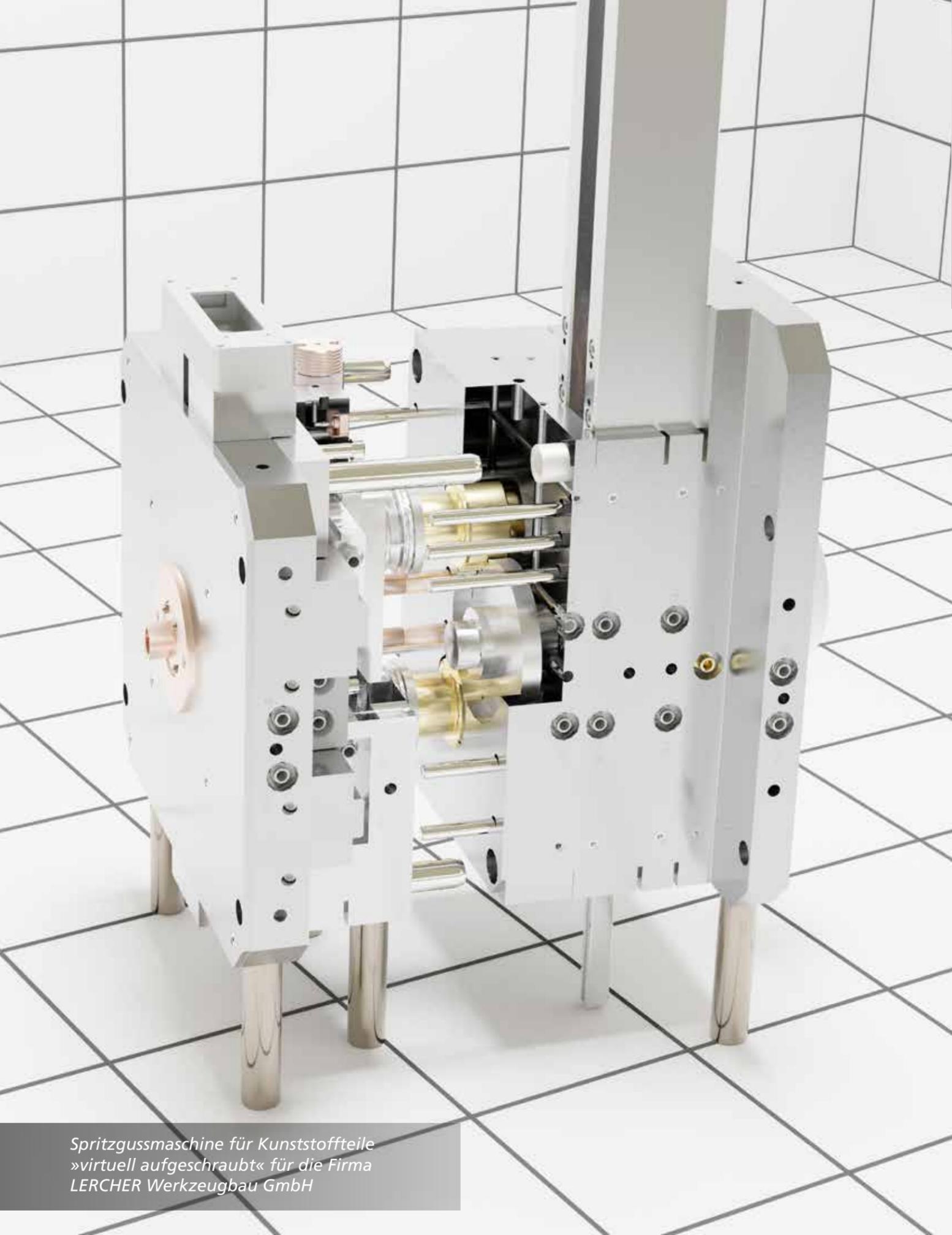
Die Software wurde mit Inhalten aus vielen interessanten Gebieten gefüttert. Spezielle Stadtkarten gibt es für die vielen Parks der Stadt, die Museen und die Sehenswürdigkeiten. Das Design und Kunst in Graz besonders breit vertreten sind, wird durch die große Anzahl an Kunsthallen und den verschiedensten Festivals deutlich. Die in der Software integrierten Bildergalerien sind mit historischen Fakten angereichert, sodass sogar der eine oder andere angestammte Grazer noch etwas dazulernen kann. Dem umfangreichen Bildungsangebot in Graz wird in einem eigenen Bereich Rechnung getragen – ein spezieller Plan zeigt die drei Universitäten und die vielen Forschungseinrichtungen der Stadt Graz.

Die Software dazu hat Fraunhofer beigesteuert, basierend auf dem Infotainment-System InfoLand, das gemeinsam mit Fraunhofer Singapur entwickelt wurde und bereits an vielen Orten der Welt im Einsatz ist. Da die Informationsterminals auf der Murinsel unbetreut sind, werden ganz besondere Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit und das Verhalten der Software gestellt. Diesbezüglich wurde die Software weiter optimiert und ist komplett selbsterklärend. Die intuitive Bedienung ist aber nur eine Seite – die Benutzung soll auch Spaß machen, denn so bleiben die Informationen besser im Gedächtnis. Der Benutzer kann mithilfe von kleinen Symbolen zwischen deutscher und englischer Sprache wählen. Das interaktive System wird ergänzt durch eine Slideshow, die immer

dann aktiv wird, wenn das Terminal einige Minuten nicht benutzt wurde. Hier können anders als bei herkömmlichen Slideshows nicht nur Bilder, sondern auch Videos integriert werden. Dieses Feature wird primär benutzt, um auf bevorstehende Veranstaltungen hinzuweisen. Damit kein besonders geschulter Techniker notwendig ist, um neue Veranstaltungen einzustellen, hat Fraunhofer Austria hier ein Interface geschaffen, sodass die Umschaltung auf neue Inhalte einfach über den Microsoft-Outlook-Kalender geschehen kann. So können Änderungen vorausgeplant werden, wenn die verantwortlichen Personen zum Beispiel im Urlaub sind.

Das einfache Bearbeiten neuer und bestehender Inhalte ist ein gewichtiger Punkt bei der Entwicklung gewesen. Noch einfacher ist es natürlich, wenn die Inhalte sowieso schon in anderer Form zur Verfügung stehen und automatisch konvertiert werden können. Das machen sich jetzt Institute der TU Graz zunutze. Für sie wurde ein Programm entwickelt, mit dem Inhalte aus dem TUGRAZonline, dem Intranet der TU Graz, automatisch in die InfoLand-Software übernommen werden können. Das können Räume von Vorlesungen sein, die Sprechzeiten von Mitarbeitern oder auch die Liste der letzten wissenschaftlichen Veröffentlichungen. So müssen die Informationen nur auf einer Plattform gepflegt werden, durch die Benutzung der InfoLand-Software entsteht kein zusätzlicher Verwaltungsaufwand. Währenddessen gewinnt der Eingangsbereich der Institute durch die zusätzlichen Informationsterminals. Studenten können sich hier über laufende Projekte und die Forschungsgebiete der Institute informieren und finden Anregungen zu Bachelor- und Masterarbeiten. ■





Spritzgussmaschine für Kunststoffteile
»virtuell aufgeschraubt« für die Firma
LERCHER Werkzeugbau GmbH



NEUE WEGE ZUR PRODUKTVISUALISIERUNG

Im Zuge der Digitalisierung und der immer breiter gefächerten technischen Möglichkeiten bieten Visualisierungstechnologien ein großes Potenzial zur Veranschaulichung von Prozessen oder Maschinenabläufen. Durch eine dreidimensionale Darstellung wird das plastische Vorstellungsvermögen gefördert, durch eine immersive Darstellung mit Virtual-Reality-(VR) Technologien kann dieses Verständnis durch direkte persönliche Begehung noch besser erlebt und erlangt werden. Durch die immer größere Leistungsfähigkeit der Endgeräte und modernen Technologien wird es möglich, dieses Erlebnis über das Web zu transportieren und somit einer großen Zahl an potenziellen Kunden zugänglich zu machen. Technologien wie Web-VR erlauben eine einfache Anbindung an VR-Brillen oder vergleichbare immersive Betrachtungsmethoden.

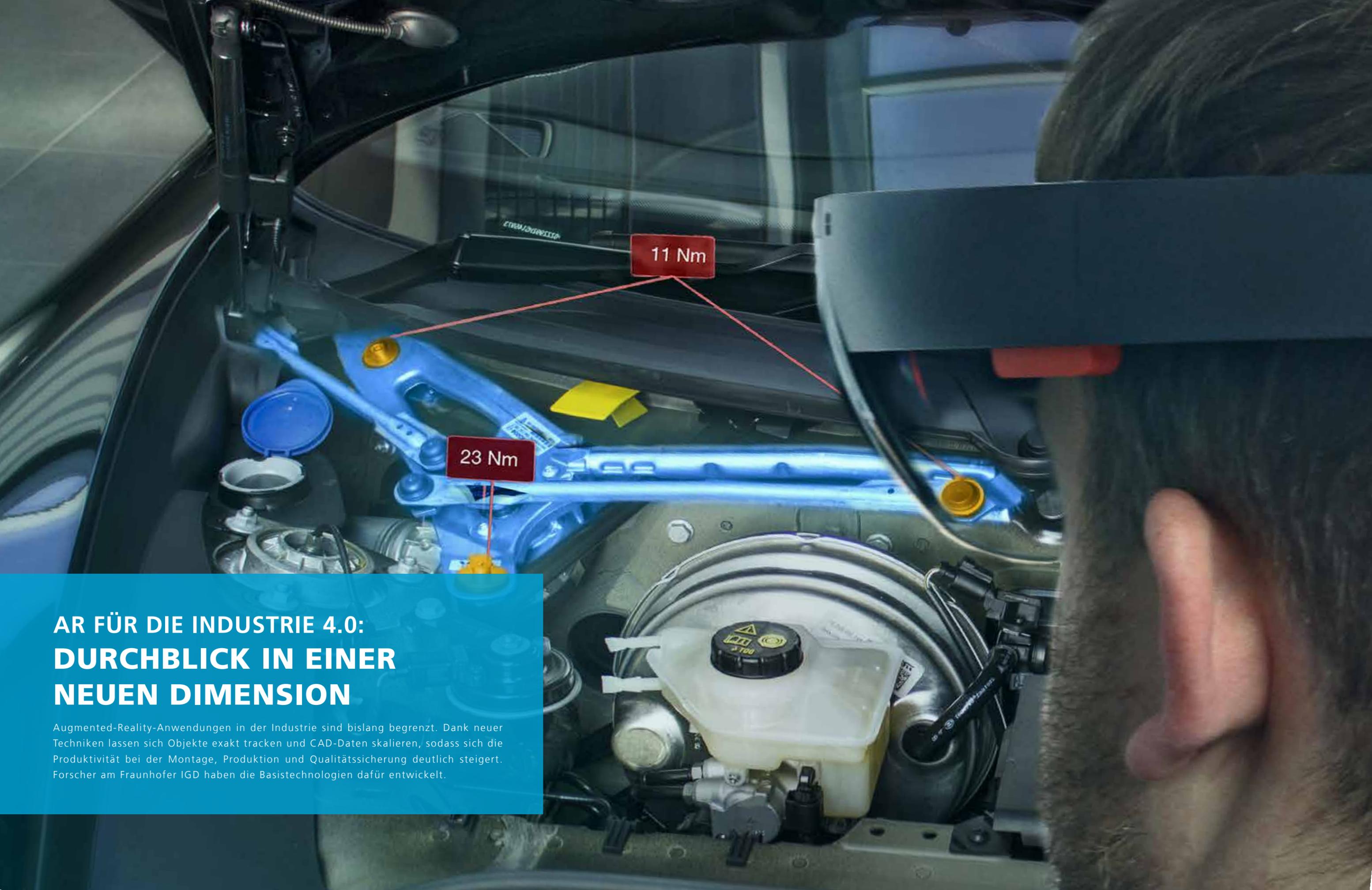
Das Szenen- oder Prozessverständnis wird noch bewegender, wenn die Szene dynamisch dargestellt wird, also Maschinenteile sich bewegen oder drehen, durch Interaktivität wird es zusätzlich möglich, komplexe Zusammenhänge in einfacher zu verstehende Teilbereiche aufzuteilen und so auch dem Nutzer zugänglich zu machen.

Die Integration einer solchen dynamischen Darstellung im Web in bestehende Product-Lifecycle-Management-(PLM) Systeme gestaltet sich oft als ressourcenintensiv: Bestehende 3D-Daten aus dem Engineering müssen in ein geeignetes Webformat überführt und für eine ansprechende Präsentation aufbereitet werden, die Dynamik und Interaktivität der Szene muss definiert werden etc. – und dies jedes Mal, wenn sich das ursprüngliche Planungsmodell ändert oder eine neue Variante auf den Markt kommt.

In Zusammenarbeit mit der Firma Lercher standen wir vor der Herausforderung, die Visualisierung des Arbeitsvorgangs einer Spritzgussmaschine interaktiv zu gestalten. Ganz im Sinne des »Data-Driven-Designs« haben wir eine Lösung entwickelt, die einerseits die Maschinendaten automatisiert in den offenen Standard x3dom – entwickelt vom Fraunhofer IGD – überführt, und es zusätzlich erlaubt, die Dynamik der Szene entkoppelt vom Modell zu definieren. Dadurch können gerade während der Entwicklungsphase der dynamischen Szene viel schneller Ergebnisse an den Auftraggeber rückgeführt werden. Für die Spritzgussmaschine bedeutet dies, dass das interaktive Web-Modell direkt aus den CAD-Planungsdaten generiert wird und der Arbeitsablauf der Maschine als Animation dargestellt wird. Zur Betrachtung der inneren Vorgänge können Teile des Modells ausgeblendet werden, um so die komplexen Zusammenhänge räumlich und zeitlich erfassen zu können.

Da Szene und Dynamik grundsätzlich getrennt sind, kann die Dynamik auch auf verschiedene Auflösungen des 3D-Modells angewandt werden. Modelle mit geringerer Genauigkeit werden oft für leistungsschwächere Geräte verwendet, wie Mobiltelefone, Tablets und einige VR-Brillen.

Durch diese Methode helfen wir mit neuen innovativen Visual-Computing-Technologien, den Bearbeitungsaufwand für dynamische Web-Visualisierung in Grenzen zu halten und damit die Konkurrenzfähigkeit von Unternehmen zu erhalten. ■



AR FÜR DIE INDUSTRIE 4.0: DURCHBLICK IN EINER NEUEN DIMENSION

Augmented-Reality-Anwendungen in der Industrie sind bislang begrenzt. Dank neuer Techniken lassen sich Objekte exakt tracken und CAD-Daten skalieren, sodass sich die Produktivität bei der Montage, Produktion und Qualitätssicherung deutlich steigert. Forscher am Fraunhofer IGD haben die Basistechnologien dafür entwickelt.

Rund 30 Millionen Pokémon-Spieler waren vermutlich auch in dieser Woche weltweit unterwegs, um mit ihrem Smartphone virtuelle Monster zu jagen. Sie machen es sich dabei einfach: ein Blick auf das Display, und sie sehen die reale Umgebung. Darin werden dann vereinzelt die zu jagenden Pokémons eingeblendet. Doch nicht nur das Spielprinzip ist vergleichsweise simpel, auch die dahinterstehende Technologie: Die Ausrichtung und Bewegung der Kamera wird mithilfe einfacher Sensoren getrackt, dann wird ein Monster eingeblendet. Das mag zwar spaßig sein, auf die tatsächlichen und umfangreichen Anwendungen von Augmented Reality liefert das Spiel bestenfalls einen Vorgeschmack.

Wer hingegen industrielle Anwendungen entwickeln will, muss gerade in puncto Tracking hochgenau arbeiten können. Das durch die Kamera Gesehene exakt zu bestimmen und auszumessen, ist nämlich die Basis für alle industriellen AR-Entwicklungen. Schließlich ist es ein Unterschied, ob eine virtuelle Spielfigur »irgendwo dort vorne unter dem Baum« sitzt oder ob ein Maschinenteil exakt lokalisiert und bestimmt werden soll. Wenn Letzteres gelingt – und die Forscher am Fraunhofer IGD arbeiten seit Jahren erfolgreich an einer speziellen und hochgenauen Trackingtechnologie –, dann steckt allein in den Bereichen Schulung, Produktion und Qualitätssicherung ein »gigantisches Potenzial«. Unternehmen wie Daimler, Porsche, BMW oder Airbus haben das erkannt und arbeiten längst mit industriellen AR-Technologien made by Fraunhofer IGD. Dabei entstand die initiale Entwicklung in Darmstadt, das Measurement Tool, um Abstände genau zu berechnen, implementierte jedoch das Grazer Schwesterinstitut Fraunhofer Austria.

Trackingtechnik

Wie funktioniert die industrielle Trackingtechnik genau? Und wie kann die Industrie sie möglichst effizient nutzen? Die Definition an sich ist einfach: »Tracking erlaubt es, die Position von Objekten in einem Kamerabild exakt zu bestimmen.« Nur wenn diese Bestimmung ausreichend zuverlässig und stabil arbeitet, lässt sich ein als

Bauplan vorhandenes und in CAD-Daten überführtes Objekt mit der Realität vergleichen. »Dieser Soll-Ist-Vergleich ermöglicht es dann, Unterschiede zwischen beiden Welten zu erkennen – und das »auf den ersten Blick««, erklärt Dr.-Ing. Ulrich Bockholt, Leiter der Abteilung »Virtuelle und Erweiterte Realität«. Nutzer erkennen also sofort, was im Gegensatz zum CAD-Modell »fehlt« oder falsch montiert wurde. Zudem lassen sich so zusätzliche virtuelle Hinweise zu einem real vorhandenen Objekt, wie beispielsweise einem Motor, sehr leicht einblenden – unabhängig davon, um welche Modellreihe es sich handelt. Sie muss nur in Form entsprechender CAD-Daten hinterlegt sein. Dann können auf dem exakten Tracking aufbauende Programme schrittweise durch eine Inspektion oder Wartung führen. Wichtige Informationen würden automatisch über das reale Bild gelegt: schriftliche Beschreibungen etwa, akustische Hinweise oder Illustrationen für den nächsten Schritt. Das Suchen, Blättern und Nachlesen in Handbüchern ist nicht mehr nötig.

Industrielle Use Cases

Es gibt zwar vergleichbare Lösungen auf dem Markt, das Tracking à la Fraunhofer IGD zeichnet sich jedoch durch Besonderheiten aus, welche seine Anwendung in industriellen Use Cases besonders effizient machen. »Wir stellen »lediglich« die Basistechnologie und ein Developer Kit zur Verfügung. Das ist ein wesentlicher Unterschied. Je nach Anforderung können Anwender damit ihre »passenden« Augmented-Reality-Anwendungen selbst entwickeln. Sie sind also deutlich flexibler«, sagt Bockholt. Hinzu kommt, dass das System »mit Kante« arbeitet: Weil Kanten optisch leichter auszumachen sind, werden 3D-Objekte oder Maschinenteile auch bei veränderter Beleuchtung und in unterschiedlichen Umgebungen deutlich genauer erkannt. Anwender können deshalb nicht nur statische Umgebungen tracken, sondern verstärkt auch in dynamischen, also sich verändernden Umgebungen arbeiten – in Werkstätten etwa oder auch außerhalb der fixen Struktur einer Fabrikhalle.





VisionLib

Greifbares Ergebnis der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IGD an einem industriellen Trackingsystem ist vor allem die Software VisionLib. Sie ist in der Lage, Position und Orientierung der Kamera in Relation zu einem Objekt exakt zu erkennen und so die Kamerabilder gezielt auszuwerten. Ein Vorwissen über den zu trackenden Ort ist nicht notwendig. Das dazugehörige Software Development Kit (SDK) kann für die Betriebssysteme iOS, Android, Windows und zur Verwendung auf der HoloLens lizenziert werden. Ein Spin-off des Fraunhofer IGD, die Visometry GmbH (www.visionlib.com), bietet die VisionLib-Technologie seit dem vergangenen Jahr an – für den Markt weiterentwickelt und mittlerweile vielfach ausgezeichnet.

Doch auch am Institut arbeiten die Forscher weiter an der nächsten Entwicklungsstufe der Trackingtechnologie. »Dazu gehören Szenarien wie Baustellen von Häusern oder Straßen. Wir wollen sie mit unserem System auch exakt erfassen, obwohl dort in der Regel große homogene Flächen und vergleichsweise wenig Kanten vorherrschen«, sagt Bockholt. Zudem sei es noch ein Problem, wenn sich beispielsweise ein Fahrzeug in einzelnen, aber wichtigen Details von der CAD-Vorlage unterscheidet: »Es ist mitunter irritierend für das Tracking, wenn beispielsweise bei dem real vorhandenen Fahrzeug die Türen halb geöffnet sind, sie im Bauplan aber geschlossen oder zumindest komplett geöffnet sind.« Deshalb arbeiten die Forscher nun auch intensiv an Erkennungsleistungen von verschiedensten Bauzuständen.

instant3Dhub

Wenn Augmented-Reality-Anwendungen die Effizienz bei der Montage, Produktion oder Qualitätssicherung deutlich erhöhen sollen, ist nicht nur ein exaktes Tracking unabdingbar. Es muss auch eine andere Herausforderung angegangen werden: die der Fülle an CAD-Daten, die in einer AR-Anwendung zur Verfügung stehen, um Objekte erkennen zu können. »Weil im Zuge der Digitalisierung immer feinere Daten generiert werden, überfordern die so entstehenden Datenberge die Grafikkarten und Prozessoren in den mobilen Endgeräten«, erklärt Dr. Johannes Behr, Leiter der Abteilung »Visual Computing System Technologies« am Fraunhofer IGD. Dabei sind es gerade flexible Endgeräte wie Tablets, Smartphones oder Datenbrillen, über die der Einsatz von AR-Techniken erst sinnvoll wird. Denn nur mit einer mobilen Anwendungsmöglichkeit ist eine »Verschmelzung« von CAD-Modell und realem Objekt auch effizient.

In Kooperation mit dem Grazer Standort Fraunhofer Austria haben Behr und sein Team deshalb eine Plattform entwickelt, über die es erstmals gelingt, nur diejenigen Daten zu übertragen, die für eine Berechnung tatsächlich nötig sind. Die Idee dahinter ist vergleichbar mit einer digitalen Weltkarte wie beispielsweise Google Earth. »Hinter Google Earth verbirgt sich eine umfangreiche Menge an Daten, mit denen sich jeder Ort genau anzeigen und beschreiben lässt. Wer aber beispielsweise »Graz« eingibt, erhält nur diejenigen Daten auf sein Endgerät, die auch wirklich für die Darstellung der Kacheln rund um Graz nötig sind«, sagt Eva Eggeling, Leiterin des Geschäftsbereichs »Visual Computing« am Fraunhofer Austria in Graz. Ähnlich verfährt auch das am Fraunhofer IGD entwickelte »instant3Dhub«: Die Plattform skaliert die Daten. Auch bei sehr großen Datenmengen wird die Leistungsfähigkeit des Endgeräts damit nicht mehr beeinträchtigt. Die Intelligenz des Systems erlaubt es, Daten vollautomatisch analysieren und räumlich zerteilen zu lassen und nur diejenigen Elemente zu übertragen, die für eine bestimmte Darstellung notwendig sind.

»Für die Visualisierung kann die Plattform dann klassische Internet-technologien nutzen. Selbst 25-Gigabyte-3D-Modelle, wie sie etwa im Flugzeugbau vorkommen, lassen sich auf diese Weise auf einfachen Endgeräten flüssig visualisieren«, betont Eggeling. Und auch wenn umfassende Anwendungen individuell sind und ein Vergleich deshalb problematisch ist – das Potenzial der Plattform für ganze Abteilungen ist beträchtlich. Wo einst Anwendungen schon am Abend gestartet werden mussten, um alle nötigen Daten zu laden und zu berechnen, damit am nächsten Morgen die Arbeit weitergehen kann, reduziert sich nun der zeitliche Aufwand auf den Bruchteil einer Stunde.

Fast wie Plug-and-play

Hinzu kommt ein weiterer entscheidender Vorteil für Anwender: Die Plattform wird genau wie in der eigenen Software-Umgebung auch in Cloud-Umgebungen eingesetzt und weiß mit unterschiedlichsten CAD-Formaten »umzugehen«. Unabhängig davon, welche (oftmals verschiedenartigen) Daten- und Repräsentationsformate im jeweiligen Unternehmen genutzt werden – das System »versteht« diese Formate. Informationen müssen also nicht (wie bislang oft üblich) umständlich umgearbeitet werden. Auch der oftmals obligatorische Einsatz teurer Spezialsoftware entfällt. Das System kann Daten verschiedensten Ursprungs fast wie bei einem »Plug-and-play-System« übernehmen, um sie dann in skaliert Form den Endgeräten zur Verfügung zu stellen.

Die ausgereifte Technik von instant3Dhub lässt erahnen, welche Möglichkeiten sich für die Industrie ergeben beziehungsweise noch ergeben können, wenn sich CAD-Daten unterschiedlichster Formate aufnehmen und skalieren lassen. Trotzdem dürfte die Methodik mit

dem Grundgedanken, den Fokus auf AR-Endgeräte zu richten, noch kein Ende gefunden haben. Die Forscher am Fraunhofer IGD arbeiten derzeit beispielsweise an Möglichkeiten, um ein »Printing as a Service« zu entwickeln. Sie möchten damit industrielle 3D-Drucker ansteuern, denen ebenso wie Tablets oder Datenbrillen nur diejenigen Informationen zur Verfügung stehen, die diese auch wirklich für den jeweiligen Druck benötigen.

Ähnlich wie VisionLib wird auch »instant3Dhub« als Basisanwendung an Anwender lizenziert. Über ein Dutzend Kunden beispielsweise aus der Automobilindustrie, der Luftfahrtindustrie, dem Anlagen- oder auch Gebäudebau nutzen die Plattform bereits. instant3Dhub ist Teil der Fraunhofer-IGD-eigenen Plattformstrategie »Visual Computing as a Service«. Ziel ist es, Erfahrungen und Forschungen zu sehr umfangreichen Systemen zu nutzen, um überschaubare Plattformeinheiten zu entwickeln, die als Service zur Verfügung gestellt werden können. ■

»instant3Dhub sowie die Trackingtechnologien können auch direkt in Graz besichtigt und getestet werden. Gerne schauen wir auch auf einen Besuch bei Ihnen vorbei.«



MEHR MITGESTALTUNG

Viele Ideen und Initiativen von Bürgern scheitern am Aufwand und der städtischen Bürokratie. Im Projekt »smarticipate« entwickeln Forscher des Fraunhofer IGD eine Plattform, die das Gestalten des eigenen Viertels einfach macht.

Sie haben eine Idee für mehr Lärmschutz? Sie wollen eine Initiative für einen Kinderhort in der Umgebung starten? Sie wissen, wo das Anpflanzen von Bäumen den Wohnwert in Ihrer Umgebung und sogar das Mikroklima verbessern würde? Oder Sie haben eine Vorstellung, wie sich ein leerstehendes Gebäude in der Nähe gut nutzen lassen würde? Wenn Sie etwas verbessern wollen in Ihrer Nachbarschaft, in Ihrer Straße und in Ihrem Bezirk, dann sollten Sie diese erst einmal verlassen und in die U-Bahn steigen, in den Bus oder Ihr eigenes Fahrzeug, denn Sie müssen Behörden aufsuchen, Genehmigungen einholen und in Bürgerversammlungen vorsprechen: Der Weg zur Gestaltung des eigenen Viertels führt in der Regel als Erstes aus dem Viertel hinaus. Und der Weg ist lang. Für viele prinzipiell Engagierte vielleicht sogar zu lang.

Ideen gibt es genug

Kaum anders lässt es sich erklären: Einerseits engagiert sich fast die Hälfte aller Einwohner in Deutschland für Sportvereine, das Technische Hilfswerk, das Rote Kreuz oder die organisierte Nachbarschaftshilfe. Andererseits aber kaum verzeichnet sind Initiativen, um die eigene Straße zu verschönern, Straßenränder zu bepflanzen, ein leerstehendes Geschäft »passend« zu nutzen oder eine bestimmte Einfahrt zu sichern. Und das hat Konsequenzen: In der Regel bleibt bereits das Entwickeln derartiger Ideen den Stadtverwaltungen überlassen. Das ist nicht nur bedauerlich, sondern eigentlich auch widersinnig. Gerade vor der eigenen Haustür wäre ein Mehr an Mitgestaltung wünschenswert, denn wer sollte mehr Interesse an der Entwicklung des Viertels haben als die eigenen Bewohner?

Allerdings sind es selten die Bürger an sich, die zu träge oder einfalllos wären. Ganz im Gegenteil: Ein »Könnte man hier nicht ...?« oder ein »Es wäre toll, wenn ...« kennt jeder, der sich mit Anwohnern unterhält. »Es mangelt meist nicht an Ideen. Bürgerbeteiligung scheitert vor allem am komplizierten und aufwendigen Prozedere der Mitgestaltung«, sagt Veneta Ivanova

vom Fraunhofer IGD. Zudem, so die Forscherin, seien Bürger, wenn sie sich denn einmal engagieren, immer wieder enttäuscht, dass sie zu wenig in einen von ihnen initiierten Vorschlags- und Entscheidungsprozess einbezogen werden. Zudem scheuen sich auch viele Rathäuser, Beteiligungsprozesse zu initiieren. Zu irritierend seien die vielen Vorschläge, zu groß der Aufwand, Ideen zu bewerten und Entscheidungen den Bürgern gegenüber zu vertreten.

Mitbestimmung erleichtern

Mit dem Projekt »smarticipate – smart open data services and impact assessment for open governance« könnte es erstmals gelingen, Hemmschwellen wie diese deutlich zu verkleinern. Das Fraunhofer IGD hat das Projekt gemeinsam mit neun europäischen Partnern aus fünf Ländern ins Leben gerufen und koordiniert es von Darmstadt aus. »smarticipate« ist Teil des wissenschaftlichen Zukunftsprogramms H2020 der EU und hat ein klar definiertes Ziel: »Die Bürger sollen ein Instrumentarium an die Hand bekommen, mit dem sie auf einfache Weise nicht nur Vorschläge zur Gestaltung ihres Viertels machen können, sondern auch schnell und begründet über die Umsetzbarkeit ihrer Idee informiert werden.« »Deshalb verbinden wir Initiatoren und Experten beziehungsweise die Umsetzer stadtplanerischer Ideen direkt miteinander. Hier im Fraunhofer IGD entwickeln wir deshalb unter anderem auch das Frontend mit leicht verständlichen Interaktionsmechanismen für die 3D-Darstellung.«

Gleichzeitig wird im österreichischen Forschungsprojekt »VR-Planning« die Verwendung von Virtual und Augmented Reality in partizipativen Planungsprozessen untersucht. Unter der Leitung des Austrian Institute of Technology arbeitet Fraunhofer Austria an der Informationsübermittlung per VR mit neuen Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung direkt in der virtuellen Welt.



Es sollen aber auch die Planungswerkzeuge für Fachplaner untersucht werden, um den Experten zu helfen. »Mehrere Workshops mit Fachplanern und Bürgern haben gezeigt, wo die virtuellen Welten Verwendung finden können und wo noch Entwicklungsbedarf besteht«, so Eva Eggeling, Leiterin des Geschäftsbereichs »Visual Computing« bei Fraunhofer Austria in Graz.

Einfaches Grundprinzip

Das Grundprinzip ist einfach und schnell erklärt: Daten aus der Stadtplanung, die im Regelfall im Zuge von Open-Data-Initiativen frei zugänglich sind, sowie weitere Daten von anderen lokalen Stakeholdern werden zusammengebracht, um die aktuelle Situation »vor Ort« zu erfassen und um – so automatisiert wie möglich – etwaige Auswirkungen gestalterischer Ideen zu errechnen. Über ein Webportal, auf das die Bürger mit PC ebenso wie mit Smartphone und Tablet zugreifen, können Initiatoren nun ihren Gestaltungsvorschlag in den Stadtplan regelrecht »einbauen«. Die Plattform beziehungsweise App ist so gestaltet, dass betroffene Bürger sofort und in 3D sehen, wie sich beispielsweise eine Idee zum Aufstocken eines Wohnhauses oder das Anlegen einer Grünfläche oder auch nur eines einzelnen Baums auf das Straßenbild optisch auswirken.

»Hat sich das System erst einmal etabliert, erhalten Sie meist auch sofort ein Feedback«, erklärt Projektleiter Joachim Rix vom Fraunhofer IGD. Unter Umständen nimmt die Erhöhung eines Hauses also anderen Gebäuden das Licht, ist aus architektonischen Gründen nicht möglich oder laut Stadtteilverordnung schlicht nicht erlaubt. Oder das Anpflanzen bestimmter Baumarten ist wegen der Bodenbeschaffenheit ungünstig oder würde



die freie Sicht des Straßenverkehrs behindern. Dafür aber gibt es in der Nähe ein leerstehendes Gebäude, das genutzt werden könnte. Und es ist zumindest eine Bepflanzung mit Sträuchern möglich. Erklärungen und Alternativvorschläge, so Rix, haben nicht nur eine motivierende Funktion. Sie entlasten auch die Verwaltung, denn diese beschäftigt sich nun nur noch mit denjenigen Anfragen, die nicht sofort und automatisiert entschieden werden können.

Plattform für mehr Bürgerbeteiligung

Dafür allerdings ist es notwendig, dass »smarticipate« nicht nur Daten zur Stadtinfrastruktur verarbeitet hat. Das System muss »verstehen« und interpretieren, was eine Bürgerin oder ein Bürger nun konkret vorschlägt. »Die semantische Integration ist entscheidend für die Akzeptanz und Funktionstüchtigkeit unseres Systems«, erklärt Rix. Der Vorschlag beispielsweise, einen Baum in zwei Metern Entfernung von einer Ampel zu pflanzen, müsse automatisch abgelehnt werden, weil das der Straßenverkehrsordnung widerspricht. Was aber, wenn der Vorschlag eingereicht wird, in fünf Metern Entfernung (das ist der minimal zugelassene Abstand) einen Baum zu pflanzen? »Dann ist es immer noch entscheidend, wo der Baum und welcher Baum gepflanzt werden soll!«, kommentiert Rix. Natürlich sei es ein immenser Unterschied, ob der Baum hinter der Ampel (also mitten in der Kreuzung) oder rechts neben der Ampel gepflanzt werden soll. Ein weiterer Teil der Aufgaben, die das

Fraunhofer IGD übernommen hat, ist deshalb das Erstellen eines Regelwerks. Darin ist nicht nur hinterlegt, ob ein Vorhaben überhaupt erlaubt oder technisch möglich ist, sondern das System muss eine Anfrage in ihren Feinheiten verstehen. Nur so lässt sich das Ablehnen eines Vorschlags wegen einer zu restriktiven Auslegung der Regeln verhindern. Auch muss das System »wissen«, was es nicht entscheiden kann und diese Vorschläge dann an die richtigen Kontakte in der Verwaltung weiterleiten. Doch bis dahin – so Rix – seien noch intensive Forschung und umfangreiche Tests nötig.

Pilotprojekte

Das Projekt VR-Planning umfasst zwei große Pilotprojekte in Österreich: die Neugestaltung eines Bahnhofsvorplatzes und die Entwicklung eines neuen Stadtteils Seestadt-Aspern mit innovativen Mobilitätskonzepten. ■



VR-PLANNING

Virtual Reality für eine partizipative Planung und Evaluierung bedarfsgerechter und aktiver Mobilitätsumgebungen

Planungsprozesse für zukunftsweisende Straßenräume erfordern die Auslotung von Interessen verschiedenster Nutzergruppen. Zufußgehen und Radfahren als aktive und ökologische Mobilitätsformen können durch innovative Gestaltung öffentlicher Verkehrsräume gefördert werden. Planungen für Verkehrsräume, die den motorisierten Individualverkehr nicht mehr prioritär behandeln, sind aber oft konfliktbehaftet. Die Vermittlung zwischen Anfragen und Bedürfnissen unterschiedlicher Benutzerinnen und Benutzer ist oftmals schwer möglich und führt zu lange andauernden Planungs- und Umsetzungsperioden von Infrastrukturprojekten.

Das Ziel von VR-Planning ist es, durch den Einsatz von Virtual und Augmented Reality (VR und AR) und der Entwicklung innovativer Interaktionsmöglichkeiten die partizipative Planung öffentlicher Verkehrsräume inklusiver, effizienter und nachhaltiger zu gestalten, indem innovative Straßengestaltungen erlebbar gemacht werden. Dabei werden vier mögliche Formen der Partizipation im Planungsprozess betrachtet (Information, Konsultation und Kooperation sowie Interaktion der Fachplanenden) und der Einsatz von VR und AR entsprechend der jeweiligen Formen der Partizipation erforscht. Die größte Herausforderung für partizipative Planungsprozesse ist typischerweise die Einbeziehung von unterschiedlichen Fähigkeiten sowie unterschiedlich ausgeprägtem Wissen und Kompetenzen der Beteiligten. Dementsprechend untersucht VR-Planning, wie VR und AR abgestimmt auf verschiedene Stakeholder und deren Kompetenzen eingesetzt werden können, um effizient und zielgerichtet zu den wichtigen Ergebnissen für den jeweiligen Partizipationsprozess zu kommen.

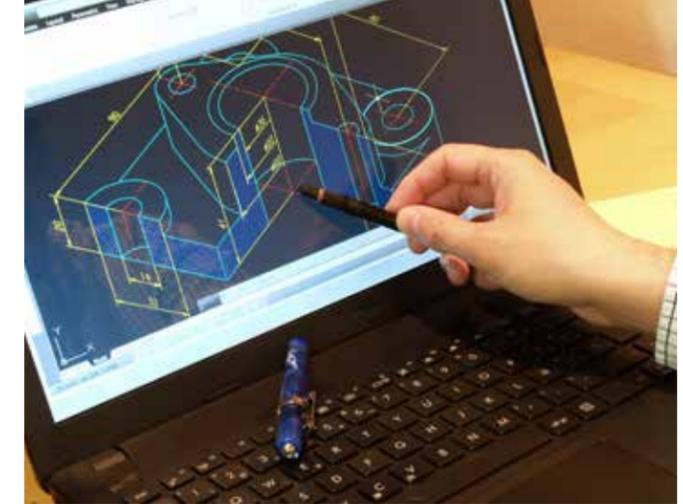
Anhand von konkreten Planungsaufgaben in »Aspern – Die Seestadt Wiens« und am Beispiel »Stadt- und Infrastrukturentwicklung Kapfenberg« wird der Einsatz von VR und AR in einem partizipativen Planungsprozess mit Bürgerinnen und Bürgern, Planenden verschiedener Disziplinen und Vertreterinnen und Vertretern der Gemeinde exemplarisch durchgeführt. Dabei wird evaluiert, wie durch den Einsatz von immersiver VR und AR besseres Verständnis und höheres Vertrauen in die angestrebte Planungslösung geschaffen werden kann.

Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist die Erstellung eines Leitfadens für die Integration von VR und AR in die Kommunikation von Stadtentwicklung, partizipativer Planung und interdisziplinäre Fachplanungen. Die angestrebten Projektergebnisse eröffnen Planenden und Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern zukünftig innovative Möglichkeiten für die partizipative Planung. Der Leitfaden unterstützt die Partizipation in verschiedenen Phasen eines Planungsprozesses: vom Ideensammeln im Vorfeld einer konkreten Planung, der Ideenfindung/Visionen-Entwicklung für urbane Räume über Verdichtung durch »User-Generated-Design« bis hin zur realitätsnahen Erprobung von Designs mit VR und AR durch die späteren Nutzerinnen und Nutzer bereits in der Planungsphase. VR-Planning legt den Grundstein für inklusives, effizientes, nachhaltiges und innovatives Smart Street Design. ■



<https://www.youtube.com/watch?v=n8P7JUoet3c>

Sehen Sie in unserem Videopodcast, wie die Städte London, Rom und Hamburg »smarticipate« auf ganz unterschiedliche Weise einsetzen.



KLARE SICHT UND FRISCHER WIND

Österreichische Forscher entlasten mit neuen Visualisierungskonzepten Fluglotsen und Fluglotsinnen und gestalten deren Arbeitsplatz angenehmer

Fluglotsen und Fluglotsinnen arbeiten seit Jahrzehnten mit derselben Technologie, die sich seit dem ersten erfolgreichen Einsatz eines Radargeräts 1935 kaum verändert hat: Sie sitzen vor Bildschirmen, auf denen der Flugraum zweidimensional dargestellt wird. Die Flughöhe der Flugzeuge erscheint jeweils als Text daneben. Um wirklich einen Überblick über die Situation in der Luft zu bekommen, konstruieren die Lotsen ein dreidimensionales Bild in ihren Köpfen.

Die Art und Weise, wie die Flugverkehrskontrolle ihre Daten visualisiert, scheint heute nicht mehr effizient genug zu sein. Bisher wurde der Flugraum in Sektoren unterteilt, in denen sich zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur ein Flugzeug auf einer bestimmten Flughöhe (»Flightlevel«) befinden durfte. In Zukunft sollen nun Flugzeuge punktgenau entlang einer zuvor berechneten Ideallinie, einer sogenannten Trajektorie, navigiert werden, so der Plan. Flugzeuge befinden sich so stetig in einer Aufwärts- oder Abwärtsbewegung. Das spart Treibstoff und bringt noch eine Reihe weiterer Vorteile: Die Europäische Union hofft, dass diese Modernisierung des Air-Traffic-Managements die Flugkosten halbieren und den Ausstoß an Kohlenstoffdioxid um zehn Prozent reduzieren könnte. Der verringerte Ausstoß könnte aber relativiert werden: Durch die neue Flugführung sollen nämlich dreimal mehr Flugzeuge zeitgleich in der Luft sein können, als es heute möglich ist – bei gleichzeitiger Erhöhung der Flugsicherheit um den Faktor zehn. Aber wie können Lotsinnen und Lotsen bei so vielen Flugzeugen den Überblick behalten?

An diesem Punkt kommt das Projekt »Virtual Airspace and Tower« (VAST) ins Spiel. Um die Flugverkehrskontrolle noch effizienter und sicherer zu machen, suchen Fraunhofer Austria in Graz, das Unter-

nehmen FREQUENTIS, ein führender Kommunikationsausstatter von Flughäfen mit Hauptsitz in Wien, und die St. Pölten University of Applied Sciences, Niederösterreich, nach neuen Möglichkeiten, wie Flugzeuge im Luftraum dreidimensional visualisiert werden können. »Fluglotsen sollen durch Visual-Computing-Technologie die Situationsübersicht einfacher und schneller erfassen können«, sagt Eva Eggeling, die das Projekt bei Fraunhofer Austria leitet. Das dabei zu lösende Problem: Man braucht eine Darstellung, die den Lotsinnen und Lotsen einfach und schnell erfassbar anzeigt, an welchem Punkt sich ein Flugzeug in diesem Moment und zu einem bestimmten späteren Zeitpunkt entlang seiner Fluglinie befinden wird. Es gibt heute prinzipiell schon genug Möglichkeiten der Visualisierung. Neue Darstellungsformen erkundet das VAST-Projekt, das seit September 2016 und planmäßig noch bis Anfang 2019 läuft.

Bei der Auswahl neuer Technologien wird im VAST-Projekt besonderer Wert auf die Usability und die Einbindung der zukünftigen Nutzer gelegt. »Es nützt nichts, wenn wir der Meinung sind, dass diese oder jene Technologie die beste ist, wenn die Lotsinnen und Lotsen sie nicht annehmen«, sagt Eggeling. Daher sind von Beginn an Fluglotsinnen und Fluglotsen ins Projekt eingebunden. In jedem Schritt der Konzeption wird eng mit der AustroControl und auch der deutschen Flugsicherung zusammengearbeitet. Nach der Technologierecherche wurde bereits ein erster Prototyp gebaut und von Lotsen getestet. Nach einem Feedbackprozess und dem Einbau von Verbesserungen wird ein Demonstrator entwickelt, der auf Fachmessen vorgestellt werden soll. Überzeugt das Projekt, könnte es in Zukunft weltweit zum Einsatz kommen. ■

DIE HANDHABUNG GROSSER CAD-MODELLE IN PHYSIKALISCHEN SIMULATIONEN

Eine neue Methode zur Reduktion von Volumendaten auf Schalenelemente

Die Reduktion von Volumendaten auf Schalenelemente (Mittelflächen) erfolgt im Kontext der Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Reduktion des Simulationsaufwands. Die Finite-Elemente-Methode ist eine Simulationsmethode, bei der kleine Bereiche eines Bauteils oder eines Berechnungsgebiets – die sogenannten finiten Elemente – zugrunde gelegt werden, um das physikalische Verhalten des Bauteils abzubilden. Die Unterteilung in einzelne kleine Elemente ist die Diskretisierung der Simulationsaufgabe; jedes Element bildet lokal das physikalische Verhalten angemessen ab. Da die Anzahl der finiten Elemente den Rechenaufwand der Simulationsrechnung maßgeblich beeinflusst, die Reduktion des Volumenmodells auf Schalenelemente (bei dünnwandigen Modellen) die Qualität des Simulationsergebnisses jedoch nicht verschlechtert, ist dieser Reduktionsansatz ein wichtiger Bestandteil vieler Simulationsrechnungen. Aber was ist bei einem dreidimensionalen Bauteil als Ober- und Unterseite anzusehen? Bei einem flachen, dünnen, großflächigen Bauteil (zum Beispiel einem Blatt Papier) ist das einfach: Die Dicke ist gegenüber den Abmessungen in der Fläche sehr gering. Bei anderen Kantenlängen ist es die Entscheidung des Anwenders bei der Idealisierung. Dieser Interpretationsspielraum ist die Herausforderung in der Automatisierung der Mittelflächengenerierung.

Diese Fragestellung wurde im Rahmen des »Advanced Engineering Design Automation (AEDA)«-Projekts grundlegend neu angegangen und gelöst; das COMET-Projekt AEDA zielt auf eine deutliche Reduktion der Entwicklungs- und Konstruktionszeit sowie der Produktionskosten durch eine Automatisierung wiederkehrender Konstruktionsaufgaben. Das AEDA-Konsortium wird von der V-Research GmbH geleitet und besteht aus namhaften wissenschaftlichen Einrichtungen und zahlreichen Industriepartnern. Die Mittelflächen-

generierung ist ein Teilprojekt im AEDA-Kontext, das von Fraunhofer Austria und V-Research mit dem Industriepartner Liebherr-Werk Nenzing GmbH gelöst wurde.

Der neuartige Lösungsansatz überträgt Methoden und Verfahren, die in der bildgebenden Medizin eingesetzt werden, auf das Konstruktionsdesign des Computer Aided Design (CAD). Gemäß der Grundidee wird das CAD-Modell, dessen Mittelfläche bestimmt werden soll, in eine volumetrische Darstellung überführt; ein sogenanntes Voxel-Grid. Voxel ist ein Kunstwort, das sich aus dem englischen Wort »Volumetric« und dem Begriff »Pixel« zusammensetzt; es bezeichnet in der Computergraphik einen Gitterpunkt in einem dreidimensionalen Gitter. Dies entspricht einem Pixel in einem 2D-Bild. In der bildgebenden Medizin sind diese Datenstrukturen omnipräsent. Mit jeder Computertomographie, jeder Magnetresonanztomographie und bei vielen anderen Verfahren entsteht ein Volumendatensatz. Für diese Datenstrukturen wurden in den letzten Jahrzehnten Algorithmen der 3D-Bildverarbeitung entwickelt: Segmentierung, Filterung etc. Dieses sogenannte bildbasierte Meshing bezeichnet den automatisierten Prozess, vereinfachte Oberflächenbeschreibungen aus dreidimensionalen Bilddateien zu erstellen, ohne eine vorherige Rekonstruktion der Oberfläche durchzuführen. Dadurch können diese 3D-Volumen in ein Computermodell überführt werden, das beispielsweise in der numerischen Strömungsmechanik oder Finite-Elemente-Analyse weiterverarbeitet werden kann. Diese Verfahren haben wir als Grundlage für die Entwicklung neuer Volumenverfahren im Kontext der Mittelflächenrekonstruktion verwendet. Die Weiterentwicklung stellt die neuartige Lösung für das Mittelflächenproblem dar. ■



MIT SIMULIERTEN SITUATIONEN ZU MEHR SICHERHEIT IM STRASSENVERKEHR

Aufgrund der aktuellen Zahlen in der Unfallstatistik bezüglich der aktiven und passiven Fahrzeugsicherheit bekommt der Schutz von schwächeren Verkehrsteilnehmern zunehmende Bedeutung. Speziell einspurige Kraftfahrzeuge waren 2014 an 20,69 Prozent aller Unfälle mit tödlichen Verletzungen beteiligt.

Motorradunfälle passieren im Wesentlichen aufgrund von zwei Problemen: Der Fahrer stürzt aufgrund einer nicht mehr beherrschten Fahrsituation, wie zum Beispiel unangepasste Geschwindigkeit in der Kurve und Abkommen vom Fahrstreifen. Im zweiten Fall kollidiert das Motorrad mit einem anderen Fahrzeug. Eine genauere Analyse zeigt, dass diese Unfälle etwa zur Hälfte vom Unfallgegner, meist ein Pkw, verursacht werden.

Eingeschränkte Sichtbarkeit durch nicht ausreichenden Kontrast, Sichtverdeckungen u. Ä. hat dabei mit etwa 40 Prozent einen entscheidenden Einfluss. Verschiedene Strategien zur Verbesserung der Sichtbarkeit sollen im Forschungsprojekt »Improved Perception of Motorcycle by Driving Simulator based Driving Education (IMPMOD)« untersucht werden.

Im gemeinsam mit der TU Graz entwickelten Fahrsimulator wird dabei untersucht, ob die Sensibilität im Zuge der Fahrausbildung des Pkw-Lenkers/der Pkw-Lenkerin auf die eingeschränkte Wahrnehmbarkeit des Zweirads gesteigert werden kann. Es wird außerdem geprüft, ob durch geeignete multimodale Warnstrategien im Pkw eine verbesserte Wahrnehmung des Zweirads möglich ist. Die Wahrnehmung des Zweirads wird dann per Kommunikation zwischen den beteiligten Fahrzeugen realisiert und unterstützt somit die/den Lenkenden.

Fraunhofer Austria erstellt die virtuellen Fahrsituationen, die als Basis für die Untersuchungen dienen. Die Entwicklung des Fahrsimulators selbst erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Fahrzeugtechnik an der TU Graz und wird kontinuierlich mit VR-Know-how von Fraunhofer Austria fortgeführt.

Der Fahrsimulator als virtuelle Testumgebung hat entscheidende Vorteile gegenüber Fahrversuchen in der Realität. Die virtuelle Konfrontation mit der Gefahrensituation kann genau gesteuert werden – dadurch lässt sich die psychologische Belastung der Lenkerin oder des Lenkers kontrollieren. Außerdem besteht die Möglichkeit der exakten Wiederholung bei vielen Testdurchläufen, die in realen Situationen schwer sichergestellt werden kann. Aber der wichtigste Vorteil: Es kommt nichts und niemand zu Schaden. ■

TAGUNGSBERICHT EG WORKSHOP ON GRAPHICS AND CULTURAL HERITAGE 2017 IN GRAZ

Neueste Visual-Computing-Methoden für den Kulturgutbereich



Abbildung 1: Erkennung von Verwitterungen auf einem 3D-Scan.
Towards Semi-Automatic Scaling Detection on Flat Stones. Imanol
Muñoz-Pandiella, Kiraz Akoglu, Carles Bosch, and Holly Rushmeier (c)
2017

VON TOBIAS SCHRECK, INSTITUT FÜR COMPUTER-
GRAPHIK UND WISSENSVISUALISIERUNG, TU GRAZ

Visual-Computing-Methoden leisten auch im Kulturgutbereich wichtige Beiträge zur Dokumentation, Analyse, Präsentation und Erhaltung von Kulturgütern. Wertvolle und einzigartige Objekte von Gemälden über historische Schriftstücke bis zu Kulturgegenständen, Architekturen oder ganzen Landschaften können geeignet digitalisiert, analysiert und visualisiert werden. Die TU Graz hat zusammen mit Fraunhofer Austria und der Museumsakademie des Universalmuseums Joanneum vom 27. bis 29. September 2017 in Graz den 15th EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage ausgerichtet. Das Ziel dieser Veranstaltungsreihe ist es, eine Schnittstelle für Anwenderinnen und Anwender sowie Forscher und Forscherinnen im Bereich Kulturguteinrichtungen und Visual Computing zu schaffen, um einerseits neue Technologien vorzustellen und andererseits aktuelle Fragestellungen aus der Anwendung in die Forschung zu tragen.

Das Tagungsprogramm umfasste ein wissenschaftliches Programm mit Full Paper und Short Paper Track, welches per Peer-Review-Prozess ausgewählt wurde. Forschende präsentierten darin Beiträge in den Schwerpunktbereichen Digitalisierung von 2D- und 3D-Kulturgutdaten, Analyse von Form- und Reflexionseigenschaften von Kulturgutobjekten, Visualisierung und Präsentation von digitalen Kollektionen einschließlich Verwendung von Virtual-Reality- und Storytelling-Methoden. Impulse aus der aktuellen Forschung erhielten die Teilnehmenden durch Beiträge der im Feld ausgewiesenen Keynoter Prof. Dr. Michael Goesele von der TU Darmstadt zu Aspekten der interdisziplinären Kooperation im Bereich Digitales Kulturerbe sowie Frau Dr. Sabine Ladstädter vom österreichischen Archäologischen Institut zum Spannungsfeld zwischen Wahrnehmung und Realität am Beispiel der Ausgrabungsstätte Ephesos. In einem vorgelagerten Tutorialprogramm konnten sich die Teilnehmenden einen Überblick über den Stand der Technik verschaffen, und zwar im Bereich 3D Digitalisierung auf verschiedenen Granularitäten

(C. Mostegel), 3D-Massendigitalisierung (P. Santos und C. Fuhrmann), Ähnlichkeitssuche für die Untersuchung von fragmentierten Artefakten (M. Spagnuolo) sowie die digitale Präsentation für erweitertes Ausstellen und Verstehen (M. Siedl). Die Ergebnisse des Workshops sind dokumentiert in den Tagungsbeiträgen in der EG Digital Library sowie auf der Projektwebseite, auf der auch alle Veranstalter und das internationale Programmkomitee aufgeführt sind. ■



Tagungsbeiträge

<https://diglib.eg.org/handle/10.2312/2631771>



Webseite der Veranstaltung

<https://gch17.tugraz.at/>

VON STAR-WARS-MONSTERN UMGEBEN

Dem Landesschulrat für Steiermark ist es ein großes Anliegen, Schülerinnen und Schüler all ihren Begabungen entsprechend zu fördern und ihr Interesse durch verschiedene außerschulische Aktivitäten zu wecken. Die Beachtung von Begabungen fördert einerseits die positive Entwicklung von Persönlichkeitsfaktoren wie Selbstsicherheit, Anstrengungsbereitschaft und Leistungsmotivation. Andererseits wird aber auch die Freude an der Arbeit deutlich erhöht.



tergraphik und Wissensvisualisierung der TU Graz statt, um zu erfahren, wie die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes 3D-Modell mithilfe der Software »Unity«, einer Spiele Engine, in der virtuellen Welt zum Leben erwecken können. Diese Welt konnte einerseits durch die Brille HTC Vive oder auch in der virtuellen Umgebung DAVE (Definitely Affordable Virtual Environment) erlebt werden.

Projektverlauf

Die Schüler haben nach einer kurzen Einführung und dem Kennenlernen der technischen Möglichkeiten intensiv an ihren eigenen Ideen gearbeitet. Begleitet wurden die Schüler durch Wolfgang Scheicher und sein Team, alle von der Fraunhofer Austria Research GmbH. Durch diese intensive Betreuung war es bereits nach zwei Arbeitstagen möglich, bei einer Präsentation einem geladenen Publikum Einblicke in die VR (Virtual Reality) zu geben. Die Gäste konnten zum Beispiel ein Star-Wars-Monster oder einen Menschen beim Gehen beobachten, ein Flugzeug starten lassen, sich beim Pingpong oder an einem Steckwürfel versuchen oder Schwerter und Sensen virtuell betrachten.

Ermöglicht wurde dieser Workshop durch den Landesschulrat für Steiermark und das Regionale Fachdidaktikzentrum für Mathematik und Geometrie Graz. Dank gebührt dem Sponsoring durch den Fachverband der Geometrie. Die Organisatoren waren Dagmar Hochhauser und Wolfgang Scheicher. ■

In diesem Sinne wurde ein Konzept entwickelt, wie Schülerinnen und Schüler im Bereich der Geometrie Neuerungen erfahren und ihr Vermögen einbringen können. Der DAVE-Workshop war die zweite Veranstaltung in dieser Reihe. Die Veranstaltungen werden durch das Regionale Fachdidaktikzentrum für Mathematik und Geometrie Graz, den Fachverband der Geometrie und private Sponsoren finanziell unterstützt.

DAVE-Workshop

Vom 27.2.2017 bis 1.3.2017 fand ein Workshop im Rahmen der Begabtenförderung aus sechs allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) aus der Steiermark beim Institut für Compu-



MUSTER UND ZUSAMMENHÄNGE IN KOMPLEXEN DATENMENGEN ENTDECKEN

MIT NEUEN WERKZEUGEN FÜR VISUELLE DATENANALYSE

HEART MONITOR BIOPSY

NAME SCAN

RECORDING ●
25h34m10s

Arterial

26 PSI

Systolic

17 mmHg

Diastolic

58 mmHg

Aorta

86 mmHg

VON TOBIAS SCHRECK, INSTITUT FÜR COMPUTERGRAPHIK UND WISSENSVISUALISIERUNG, TU GRAZ

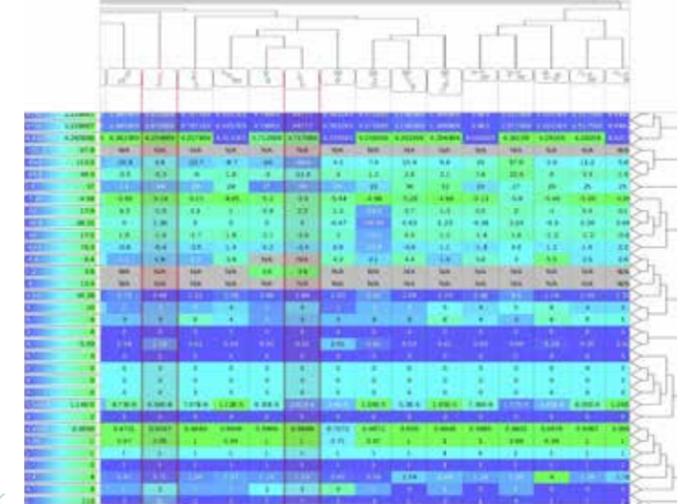


Abbildung 1: Visueller hierarchischer Vergleich von chemischen Verbindungen. W. Sturm, T. Schäfer, T. Schreck, A. Holzinger, and T. Ullrich. Extending the scaffold hunter visualization toolkit with interactive heatmaps. In Proc. EG UK Conference on Computer Graphics and Visual Computing. Eurographics, 2015.

In vielen Anwendungen entstehen heutzutage große Datenmengen, welche bei geeigneter Aufbereitung und Analyse wertvolle Informationen über unbekannte Zusammenhänge liefern können. So kann man aus Social-Media-Kanälen zum Beispiel Informationen über neue Konsumententrends gewinnen oder in der medizinischen Forschung unterschiedliche Therapieverläufe gruppieren, was wiederum für Entscheidungen über Geschäftsprozesse hochgradig relevant ist. Neue Werkzeuge für die visuelle Datenanalyse unterstützen das Auffinden, Interpretieren und Verstehen von Zusammenhängen in großen Datenmengen und ergänzen bzw. erweitern die Anwendung von rein automatischen Methoden der Datenanalyse. Wir geben einen Überblick und zeigen ausgewählte Beispiele aus unserer Arbeit an der TU Graz in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Austria Research GmbH.

Datenanalyse: Automatisch oder visuell-interaktiv?

Mit der Analyse von Daten sollen oftmals Erkenntnisse über zuvor unbekannte Zusammenhänge, Regelmäßigkeiten, Besonderheiten oder Auffälligkeiten gefunden werden. Statistik und maschinelles Lernen stellen bereits viele Verfahren hierzu zur Verfügung, etwa die Clusteranalyse, mit der Daten automatisch gruppiert und verglichen werden können, oder die Klassifikationsanalyse, mit der unbekannte Daten einer bekannten Klasse zugeordnet werden können. Solche automatischen Methoden sind dann besonders gut anwendbar, wenn das zugrundeliegende Analyseproblem spezifisch beschrieben werden kann, zum Beispiel, welche Datenmerkmale der Ähnlichkeit von Dateninstanzen für die Clusteranalyse zugrunde gelegt werden sollen oder wie viele unterschiedliche Cluster gefunden werden sollen. Liegt eine solche spezifische Beschreibung des Problems nicht vor, so bieten sich Methoden der visuellen interaktiven Datenanalyse an. Diese erlauben ihren

Nutzern und Nutzerinnen einen explorativen Zugang zu den Daten, bei denen Daten geeignet visuell repräsentiert werden und mit denen durch Interaktion ein dynamischer, oft ergebnisoffener Analyseprozess erfolgen kann. Visuelle Analyseverfahren erlauben es, wichtige Parameter der Analyse vorzunehmen – zum Beispiel die Auswahl von Daten und Datenmerkmalen, die Bestimmung der visuellen Abbildung, die Einschränkung eines zugrundeliegenden Datenmodells etc. –, und zwar in einer graphisch-interaktiven Softwareanwendung und das Ergebnis unmittelbar visuell beobachten zu können. Hierdurch werden Nutzer und Nutzerinnen in die Lage versetzt, interaktiv nach Mustern zu suchen und während der Analyse Hypothesen über die Daten, die während der Analyse entstehen, unmittelbar zu überprüfen. Gleichzeitig ist es möglich, die Ergebnisse visuell zu dokumentieren, etwa um sie Kolleginnen und Kollegen zu präsentieren und mit ihnen diskutieren zu können. Ein Hauptziel des interaktiven visuellen Analyseprozesses ist es nach Jim Thomas [1], in Daten erwartete Muster zu erkennen und unerwartete Muster zu entdecken («Detect the expected and discover the unexpected»).

Visuelle Analyse von Patientengruppen

Ein wichtiges Anwendungsbeispiel für die Datenanalyse ist der Medizinbereich. Ärzte und Pharmazeuten gruppieren zur Analyse der Wirksamkeit von Therapien und Medikamenten beobachtete Patienten in unterschiedliche Gruppen anhand von persönlichen und medizinischen Merkmalen. Die Anzahl der möglichen relevanten Merkmale wie zum Beispiel Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen, Blutdruck und Blutwerte, Allergien usw. und deren Kombinationen ist jedoch typischerweise sehr hoch. Die Auswahl von relevanten Merkmalen und die Bildung von Gruppen durch diese ist daher ein schwieriges Problem. Das von uns mitentwickelte Sub-VIS-System [2]



Abbildung 2: Das Sub-VIS-System [2] ermöglicht den explorativen visuellen Vergleich von Patientengruppen anhand verschiedener medizinischer Merkmale. Das System visualisiert unterschiedliche mögliche Patientengruppierungen (mittlere Zeile), aus welchen durch Nutzerinteraktion geeignete Gruppierungen ausgewählt werden können. Diese wiederum können anhand von Detailvisualisierungen (oben, unten) auf potenziell interessante Zusammenhänge mit Zielmerkmalen, zum Beispiel Immunisierungsreaktionen, betrachtet werden. Das System erlaubt in einem dynamischen Prozess, Hintergrundwissen der Analysierenden einzubeziehen und neues Wissen zu erzeugen.

(vgl. Abb. 2) ist ein Werkzeug für die visuelle Bildung und Analyse von Patientengruppen in hochdimensionalen Merkmalsräumen. Das System kombiniert ein automatisches Verfahren (Subspace Clustering) für die Suche nach Gruppen von ähnlichen Patienten in jeweils unterschiedlich relevanten Merkmalsteilräumen mit geeigneten Visualisierungen für den Vergleich von Patientengruppen über diese Räume hinweg. So wird es möglich, aus einem Überblick von verschiedenen Gruppierungen mittels visuellem Vergleich jeweils für die medizinische Fragestellung relevante Gruppierungen herauszufiltern. Die visuelle Suche nach relevanten Gruppen schließt hierbei auch das Verhalten der Gruppen hinsichtlich einer gegebenen Therapie, in unserem Fall die Immunisierungsreaktionen bei Grippeimpfungen, mit ein. Das Sub-VIS-System ermöglicht einen iterativen Analyseprozess, in dessen Verlauf eine immer feinere Unterteilung der gefundenen Patientengruppen ermöglicht wird, über die sodann Hypothesen bezüglich der erwarteten Immunisierungsreaktion durch die Analysten gebildet werden können.

Visueller Vergleich von chemischen Verbindungen

In einem verwandten Beispiel geht es um den visuellen Vergleich von Gruppierungen chemischer Verbindungen. Basierend zum Beispiel auf physikalisch-chemischen Eigenschaften können mit sogenannten hierarchischen Clusterverfahren ähnliche Verbindungen automatisch gesucht werden. Ein Problem hierbei ist jedoch, dass diese Verfahren typischerweise keine genaue Angabe darüber machen können, wie unterschiedlich die Gruppen sind bzw. wie viele Gruppen überhaupt unterschieden werden sollten. Visuelle Analysewerkzeuge können die Nutzenden hierbei effektiv unterstützen, wie z. B. Scaffold Hunter, ein Open-Source-Framework für die visuelle Analyse von Daten in den Lebenswissenschaften.

Wir haben dieses System um eine Komponente für den visuellen Vergleich von chemischen Verbindungen erweitert [3] (vgl. Abb. 1). Nutzende können dabei Gruppen von ähnlichen Verbindungen in einer tabellarischen Ansicht identifizieren und mit Anmerkungen annotieren. Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden hierbei anhand komplementärer visueller Strukturen dargestellt, einschließlich einer Baumdarstellung (Dendrogramm) mit numerischen Unähnlichkeitsmaßen sowie einer Strukturdarstellung. Diese Gesamtsicht erlaubt einen Detailvergleich und die Abgrenzung von für die jeweils vorliegende analytische Aufgabe zu unterscheidenden Gruppen.

Ausblick

Wir werden es weiterhin mit stark wachsenden Datenmengen in vielen Bereichen zu tun haben, wobei neue Daten- und Aufgabenarten hinzukommen werden. Wir haben hier Beispiele aus dem Bereich Medizin und Chemie behandelt, vielfältigste weitere Anwendungen bestehen unter anderem im Bereich industrielle Produktion (Analyse von Prozessparametern und Qualitätsmerkmalen) oder Analyse von Bewegungsdaten (etwa im Bereich Mannschaftssport), um nur wenige weitere Beispiele zu nennen. Es wird essentiell sein, dass Nutzer und Nutzerinnen ihre Daten aus Anwendungs- und Geschäftsperspektive sinnvoll und entscheidungsorientiert interpretieren können, insbesondere in Fällen, in denen eine explorative Analyse benötigt wird bzw. in denen vollautomatische Datenanalysemethoden mangels Trainingsdaten und Spezifikationen nicht zum Einsatz kommen können. Methoden der visuellen interaktiven Datenanalyse sind eine effektive Schnittstelle zwischen Daten, automatischer Analyse und Menschen mit ihren Fragen an die Daten. ■

Weiterführende Information:

[1] J. Thomas, and K. Cook. Illuminating the Path – The Research and Development Agenda für Visual Analytics. IEEE, 2005.

[2] M. Hund, D. Böhm, W. Sturm, M. Sedlmair, T. Schreck, T. Ullrich, D. Keim, L. Majnaric, and A. Holzinger. Visual analytics for concept exploration in subspaces of patient groups. *Brain Informatics*, 3(4):233–247, 2016.

[3] W. Sturm, T. Schäfer, T. Schreck, A. Holzinger, and T. Ullrich. Extending the scaffold hunter visualization toolkit with interactive heatmaps. *Proc. EG UK Conference on Computer Graphics and Visual Computing. Eurographics*, 2015.

MESSEN UND VERANSTALTUNGSHÖHEPUNKTE 2017

Wann ist eine Messe oder Veranstaltung ein Erfolg? Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, auch wenn wir sie uns immer wieder stellen. Die Wahrnehmung kann recht unterschiedlich sein – sie hängt davon ab, welche Ziele man mit der Aktivität erreichen will und welche Schwerpunkte diese setzt. Aber wenn wir Sie mit unseren Themen ansprechen, dann sind wir sicherlich auf dem richtigen Weg.



Tiroler Innovationstag 2017

Am 15. November 2017 fand in Innsbruck der Tiroler Innovationstag 2017 statt. Auch zur 15. Auflage fanden wieder zahlreiche Gäste den Weg zum Congress Innsbruck. Neben einer Podiumsdiskussion zum Thema »Digitalisierung in Tirol«, in der Experten und Unternehmensvertreter gemeinsam diskutierten, wurde auch eine Reihe beeindruckender Best Practices zur Digitalisierung in Tirol gezeigt. René Berndt von Fraunhofer Austria zeigte dort gemeinsam mit Patrick Winkler von der MRT Information Management GmbH und Lukas Dür vom CTM Campus Tirol Motorsport, wie bereits heute moderne Visualisierungstechnologien, wie zum Beispiel der Einsatz von AT/VR, den Konstruktionsprozess vereinfachen und so helfen, die Effektivität zu steigern.



Kulturerbe-Experten im Dialog

Zum 15. Mal trafen Archäologen, Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftler sowie Informations- und Kommunikationswissenschaftler zusammen und trieben das Verständnis kritischer Anforderungen für die Verarbeitung, Verwaltung und Bereitstellung von kulturellen Informationen für ein breites Publikum beim EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (GCH) voran.

Den ersten Tag eröffnete Pedro Santos, Leiter der Abteilung »Cultural Heritage Digitization« vom Fraunhofer IGD, mit einem Tutorial zum Thema Massendigitalisierung von Museumsgut. Drei Tage lang wurde intensiv diskutiert, um die Herausforderungen und Chancen der Zukunft identifizieren zu können.

Organisiert wurde die GCH 2017 vom Institut für Computergraphik und Wissensvisualisierung CGV, der TU Graz und Fraunhofer Austria.



5. Tiroler IT-Day

Unter dem Motto »Tatort Digitalisierung« fand am 5. Mai 2017 der 5. Tiroler IT-Day statt. Rund 350 Tiroler Unternehmer und IT-Verantwortliche sowie mehr als 300 Schüler konnten sich bei der 5. Auflage des Tiroler IT-Day in der Innsbrucker Messe über das Internet of Things, Smart Production und Digitalisierung informieren. Gemeinsam mit Patrick Winkler von der MRT Information Management GmbH und Lukas Dür vom CTM Campus Tirol Motorsport zeigten Christoph Schinko und René Berndt von Fraunhofer Austria, wie modernste VR/AR auch heute schon für KMU nutzbar gemacht werden können.

Kaminabend zum Thema »Data Driven Design«

Über ein volles Haus durften sich Michael Stockinger, Projektleiter des Fraunhofer Austria Innovationszentrums »Digitale Transformation der Industrie«, und Eva Eggeling, Leiterin des Geschäftsbereichs »Visual Computing« von Fraunhofer Austria in Graz, am Abend des 19. Juni freuen: Rund 50 Gäste wollten den zweiten Kaminabend mit dem Thema »Data Driven Design – Blickpunkt Digitale Transformation« nicht verpassen. Unter den zahlreichen Gästen befanden sich auch Michael Mairhofer, Leiter des Fachbereichs Breitbandausbau

und Technologieförderung (Amt der Tiroler Landesregierung), die Wattener Gemeinderatsmitglieder Thomas Kilzer und Lukas Schmied sowie Werner Ritter, Sprecher der F&E-Plattform der IV-Tirol. Ebenso folgten der Einladung zahlreiche Unternehmensvertreter des Swarovski Konzerns sowie von Siemens, Cisco, hollu Systemhygiene und viele mehr. Neben interessanten Expertenvorträgen hatten die Gäste auch die Gelegenheit, mithilfe von VR-Brillen selbst in die virtuelle Welt einzutauchen. Ausklang fand die Veranstaltung bei einem gemütlichen Beisammensein, wo die Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Gehörte in ausgiebigen Gesprächen und Diskussionen Revue passieren ließen.

World Usability Congress

Parallel zur 17. I-Know, der Fachmesse für Digitalisierung und Datenmanagement, fand auch 2017 die Fachmesse für Usability, [Interface-Design] und neue Entwicklung im Bereich der Interaktion statt, der World Usability Congress. Fraunhofer Austria demonstrierte hier, wie sich die Parameter extrem komplexer 3D-Modelle intuitiv und spielerisch beherrschen lassen. Durch AR-Technologien wie der HoloLens lassen sich so zum Beispiel die selbstgestalteten Felgen bereits vor ihrer Fertigung am eigenen Fahrzeug erleben. ■



DAS FRAUNHOFER VISUAL-COMPUTING-NETZWERK

Der Grazer Standort von Fraunhofer Austria ist durch die Anbindung an das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD ein Mitglied des Visual-Computing-Netzwerks der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Fraunhofer IGD bildet mit seinen vier Standorten in Darmstadt (Hauptsitz), Rostock, Graz und Singapur die international führende Einrichtung für angewandte Forschung im Visual Computing.

Visual Computing ist bild- und modellbasierte Informatik und umfasst unter anderem graphische Datenverarbeitung, Computer Vision sowie Virtuelle und Erweiterte Realität. Vereinfacht ausgedrückt machen die Fraunhofer-Forscherinnen und Fraunhofer-Forscher in Darmstadt, Rostock, Graz und Singapur aus Informationen Bilder und holen aus Bildern Informationen. Prototypen und Komplettlösungen werden nach kundenspezifischen Anforderungen entwickelt.

Gemeinsam mit den vier assoziierten Universitäten, der TU Darmstadt, der TU Graz, der Nanyang Universität in Singapur und der Universität Rostock, entwickeln die Fraunhofer-Forscher innovative und praxisorientierte Lösungen für Unternehmen, Behörden und Forschungspartner. Die Forschungs- und Entwicklungsprojekte haben direkten Bezug zu aktuellen Problemstellungen in der Wirtschaft.

Im **Geschäftsbereich »Visual Computing«** heben die Wissenschaftlerinnen die Interaktion zwischen Mensch und Maschine auf eine neue Ebene – sie erstellen aus Informationen Bilder und holen aus Bildern Informationen. Ergebnisorientiertes, schnelles und effektiveres Arbeiten wird somit zur Realität.

Design-Entscheidungen sind in der Regel komplex und haben langfristige Auswirkungen sowie eine hohe Relevanz für Ihr Unternehmen. Die Sicherheit sollte maximiert werden, indem Risiken einer Fehlentscheidung minimiert werden und der Faktor »Bauchentscheidung« bestmöglich abgesichert ist. »Data Driven Design« führt Sie genau zu dieser Sicherheit, indem durch datenbasierte analytische Verfahren Design-Alternativen visualisiert werden.

Enge Zusammenarbeit mit der Technischen Universität in Graz

Der besondere Erfolg von Fraunhofer Austria begründet sich auch auf der engen Kooperation mit der Technischen Universität in Graz. Denn beide Partner besetzen unterschiedliche Schwerpunkte, die sich jedoch ausreichend überlappen. Damit deckt Fraunhofer Austria die gesamte Bandbreite unterschiedlicher Aufgabenfelder ab – von der Lehre und der akademischen Ausbildung über erkenntnisorientierte Forschung hin zu Transfer und Auftragsforschung. Das Personal arbeitet eng verzahnt und nutzt Infrastrukturen gemeinsam – eine ideale Basis für diese erfolgreiche Symbiose, die regionale Exzellenz und Innovation fördert. Und auch die Studierenden profitieren: Ihre Ausbildung wird durch Fraunhofer Austria praxisnäher und anwendungsbezogener. Indem die Studierenden in Forschungsarbeiten und Industrienaufträge eingebunden werden, erhalten sie einen wertvollen Einblick, den Wirtschaft und zukünftige Arbeitgeber zu schätzen wissen. ■

Die international führende Einrichtung für angewandtes Visual Computing



Rostock



Darmstadt



Graz



Singapur



FRAUNHOFER AUSTRIA IN ZAHLEN

Als Organisation für angewandte Forschung arbeiten wir an zukunftsorientierten Lösungen in den Bereichen Produktions- und Logistikmanagement sowie Visual Computing. Fraunhofer Austria blickt auf ein erfolgreiches Jahr 2017 zurück. Die wichtigsten Zahlen im Überblick:

FRAUNHOFER AUSTRIA RESEARCH GMBH

Geschäftsführung: Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner,
Prof. Dr. Wilfried Sihn

Mitarbeitende: 66

Betriebshaushalt: 4 366 T€

Industrielle Forschung: 2 288 T€

Öffentliche Forschung: 880 T€

WIEN

Geschäftsbereich »Produktions- und Logistikmanagement«

Der Geschäftsbereich »Produktions- und Logistikmanagement« beschäftigt sich mit der Planung und Optimierung von Struktur, Organisation und Prozessen in Industrieunternehmen sowie deren Auftragsabwicklung, Produktion und Logistiknetzwerk.

Schwerpunkte: Excellence in Operations Management, Industrie 4.0 – Smart Manufacturing and Logistics, Wertschöpfungssysteme der Zukunft

Leitung: Dipl.-Ing. Peter Schieder

Mitarbeitende: 53

WATTENS

Fraunhofer Innovationszentrum

»Digitale Transformation der Industrie« in Tirol

Das Fraunhofer Innovationszentrum »Digitale Transformation der Industrie« befasst sich mit der Entwicklung neuer Konzepte, Methoden und Werkzeuge im Bereich »Industrial Data Service« und ist damit erster Ansprechpartner für Industrieunternehmen für angewandte Forschung in diesem Umfeld.

Schwerpunkte: Digitalisierung in Wertschöpfungssystemen, Industrial Data Engineering, Smart Data Analytics

Mitarbeitende: 4

GRAZ

Geschäftsbereich »Visual Computing«

Der Geschäftsbereich »Visual Computing« erstellt praxisnahe Visualisierungslösungen für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche.

Schwerpunkte: »Data Driven Design«

Leitung: Dr. Eva Eggeling

Mitarbeitende: 9

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 25 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik

und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen. ■

www.fraunhofer.de

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

PUBLIKATIONEN



Angewandte Forschung kann ohne fundierte Grundlagen nicht bestehen. Unsere Veröffentlichungen sind jedes Jahr ein guter Beleg dafür, dass wir unserem eigenen Anspruch genügen wollen: die Brücke zwischen Universität und Unternehmen zu bilden. Hier ein Auszug aus unseren wissenschaftlichen Arbeiten:

Krispel, U., Evers, H. L., Tamke, M. & Ullrich, T.:

Data completion in building information management: electrical lines from range scans and photographs. Visualization in Engineering, 2017

Krispel, U., Ullrich, T. & Tamke, M.:

Coloured Point Clouds from In-built Cameras: Automated Colouring of Walls, Ceilings and Floors. GIM international, 2017

Rottermann, G., Wagner, M., Settgest, V., Grantz, V., Iber, M., Kriegshaber, U., Aigner, W., Judmaier, P. & Eggeling, E.:

Requirements Analysis & Concepts for Future European Air Traffic Control Systems. Workshop Vis in Practice IEEE VIS 2017.

Schinko, C., Krispel, U., Eggeling, E. & Ullrich, T.:

3D Model Representations and Transformations in the Context of Computer-Aided Design: a State-of-the-Art Overview. Proceedings of the International Conference on Advances in Multimedia, 2017

Schinko, C., Riffnaller-Schiefer, A., Krispel, U., Eggeling, E. & Ullrich, T.:

State-of-the-art Overview on 3D Model Representations and Transformations in the Context of Computer-Aided Design. International Journal on Advances in Software, 2017

Schinko, C., Vosgien, T., Prante, T., Schreck, T. & Ullrich, T.:

Search And Retrieval In Cad Databases – A User-centric State-of-the-art Overview. Proceedings of the International Joint Conference on Computer Vision and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP), 2017, 12:306–313.

Bardsley, P., Barmak, K., Eggeling, E., Epshteyn, Y., Kinderlehrer, D. & Taasan, S.:

Towards a gradient flow for microstructure. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, Rendiconti Lincei Matematica E Applicazioni, 2017

Santos, P., Ritz, M., Fuhrmann, C. & Fellner, D.:

3D Mass Digitization: A Milestone for Archeological Documentation. Virtual Archaeology Review

Getto, R., Merz, J., Kuijper, A. & Fellner, D.:

3D Meta Model Generation with Application in 3D Object Retrieval. In CGI 2017, Proceedings of the Computer Graphics International Conference

Santos, P., Ritz, M., Fuhrmann, C., Monroy Rodriguez, R., Schmedt, H., Tausch, R. & Fellner, D.:

Acceleration of 3D Mass Digitization Processes: Recent Advances and Challenges. In Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage

Bernard, J., Vögele, A., Klein, R. & Fellner, D.:

Approaches and Challenges in the Visual-interactive Comparison of Human Motion Data. In Proceedings of the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications

Bernard, J., Dobermann, E., Sedlmair, M. & Fellner, D.:

Combining Cluster and Outlier Analysis with Visual Analytics. In EuroVA 2017

Altenhofen, C., Schuwirth, F. S., Rattinger, A. & Fellner, D.:

Implicit Mesh Generation using Volumetric Subdivision. In F. Jaillet, & F. Zara (Eds.), EG Workshop on Virtual Reality Interaction and Physical Simulation – VriPhys 2017

Riffnaller-Schiefer, A., Augsdörfer, U. & Fellner, D.:

Interactive Physics-Based Deformation for Virtual Worlds. In 2017 International Conference on Cyberworlds

Edelsbrunner, J., Havemann, S., Sourin, A. & Fellner, D.:

Procedural modeling of architecture with round geometry. Computers & graphics 64

Altenhofen, C., Dietrich, A., Stork, A. & Fellner, D.:

Rixels: Towards Secure Interactive 3D Graphics in Engineering Clouds. In Go-3D 2017: Mit 3D Richtung Maritim 4.0

Getto, R., Kuijper, A. & Fellner, D.:

Unsupervised 3D Object Retrieval with Parameter-Free Hierarchical Clustering. In CGI 2017. Proceedings of the Computer Graphics International Conference

Bernard, J., Dobermann, E., Vögele, A., Krüger, B., Kohlhammer, J. & Fellner, D.:

Visual-Interactive Semi-Supervised Labeling of Human Motion Capture Data. In Visualization and Data Analysis

Bernard, J., Ritter, C., Sessler, D., Zeppelzauer, M., Kohlhammer, J. & Fellner, D.:

Visual-Interactive Similarity Search for Complex Objects by Example of Soccer Player Analysis. In IVAPP 2017

Altenhofen, C., Schuwirth, F., Stork, A. & Fellner, D.:

Volumetric subdivision for consistent implicit mesh generation. Computers and Graphics (Pergamon)

AUSZEICHNUNGEN

Best Paper Award – Honorable Mention

Krispel, U., Edelsbrunner, J., Havemann, S.; Sourin, A., Fellner, D.: **Constructive Roofs from Solid Building Primitives.** Lecture Notes in Computer Science

Best Paper Award

Fellner, D., Altenhofen, C., Schuwirth, F., Stork, A.: **Implicit Mesh Generation using Volumetric Subdivision.** 13th Workshop on Virtual Reality Interaction and Physical Simulation ■

UNSERE LEISTUNGEN FÜR SIE IM ÜBERBLICK

Visualisierungen, Virtualisierung und Digitalisierung komplexer Sachverhalte sind Ausgangspunkt für unsere Forschungs- und Entwicklungsthemen. Die Zusammenarbeit mit Fraunhofer Austria basiert dabei auf zwei Säulen, die oft Hand in Hand gehen: einerseits in Form von kooperativen, geförderten Forschungsprojekten und andererseits die direkte anwendungsorientierte Auftragsforschung für Unternehmen.

Unsere Leistungen im Geschäftsbereich »Visual Computing« sind unter anderem:

- **Studien** – prüfen, auf welche Trends Sie zukünftig setzen sollten
- **Analysen** - beschreiben Ihre Arbeitsabläufe und zeigen Innovationspotenziale auf
- **Konzeptentwicklungen** – enthalten maßgeschneiderte Lösungsideen für Ihr Unternehmen
- **Softwareentwicklungen** – versorgen Ihre Infrastruktur mit den neuesten Technologien
- **Support** – gewährleistet die erfolgreiche Integration neuer Technologien in Ihr Unternehmen durch Schulungen und Workshops
- **Wartung** – hält Sie immer auf dem neuesten Stand von Forschung und Entwicklung und erhält Ihre Wettbewerbsfähigkeit

Wir bieten Ihnen außerdem konkrete Unterstützung:

- entscheidungsunterstützende Informationsvisualisierung
- Entwicklung virtueller und cyberphysikalischer Systeme
- Analyse, Verarbeitung und Darstellung großer Datenmengen
- Integration moderner Webtechnologien
- etc.

GESCHÄFTSBEREICH »VISUAL COMPUTING«



Dr. Eva Eggeling
+43 316 873 5410
eva.eggeling@fraunhofer.at

Managing Director Visual Computing Technologies

Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird durch die Innovationen des Visual Computings auf eine neue Ebene gehoben. Das menschliche Potenzial, komplexe Sachverhalte schnell visuell zu erfassen, nutzt das Team um Leiterin Dr. Eva Eggeling und erarbeitet neue Methoden zur Informationsdarstellung und -verarbeitung.



Dr. Torsten Ullrich
+43 316 873 5404
torsten.ullrich@fraunhofer.at

Stellvertretende Leitung Forschungskoordination

Komplexe Sachverhalte über Modelle und Simulationen können mit der passenden Visualisierung leichter verständlich dargestellt und schneller analysiert werden. Selbst multidimensionale Daten sind mit den richtigen Tools anschaulich darzustellen. Um mathematische Modelle und Simulation kümmert sich Dr. Torsten Ullrich.



Dr. Volker Settgast
+43 316 873 5406
volker.settgast@fraunhofer.at

Virtuelle Realität und Interaktivität

Virtuelle Realität und Interaktivität sind das Thema von Dr. Volker Settgast. In virtuellen Welten werden Zusammenhänge oft einfacher deutlich, und Entscheidungen sind leichter zu fällen. Neu- und Weiterentwicklungen können mit moderner 3D-Technik realitätsnah konstruiert und erprobt werden. Durch das Eintauchen in den virtuellen Raum können Anwender Zeit und Kosten sparen.



Dipl.-Inform. René Berndt
+43 316 873 5412
rene.berndt@fraunhofer.at

Digitale Informationen und Webtechnologien

Wissen erlangen, ausbauen, speichern und in der Zukunft verwendbar machen, sind Ziele der Arbeitsgruppe »Digitale Informationen und Webtechnologien«. Informationen über Architektur, Kulturgüter oder über das Wissen an sich werden in digitalen Bibliotheken miteinander verknüpft, um neues Wissen zu schöpfen oder neue Verbindungen zu finden.

IHRE ANSPRECHPARTNER FRAUNHOFER AUSTRIA

Mehr Informationen zum Geschäftsbereich und dessen Projekten erhalten Sie auf unserer Webseite:

www.fraunhofer.at

Sie haben Fragen zu Kooperationsmöglichkeiten und wünschen weitere Informationen? Unsere Ansprechpartner helfen Ihnen gerne weiter.

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer Austria Research GmbH
Geschäftsbereich »Visual Computing«
Inffeldgasse 16c
8010 Graz

Geschäftsführer

Univ.-Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner
Univ. Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Dr. h. c. Wilfried Sihm

Redaktion

Dr. Janine van Ackeren, Dr. Eva Eggeling,
Dipl.-Inform. Andreas Halm, Dipl.-Betriebsw. Daniela Welling

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer Austria Research GmbH
Inffeldgasse 16c | 8010 Graz
Telefon +43 316 873 5410 | office.graz@fraunhofer.at

Gestaltung

Anja Gollnast

Weitere Informationen zu Projekten, Technologien und Kompetenzen
sowie Kontaktadressen finden Sie in deutscher und in englischer
Sprache unter: www.fraunhofer.at

Allgemeine Anfragen bitte per E-Mail an: office.graz@fraunhofer.at
Alle Rechte vorbehalten. © Fraunhofer Austria, 2017/2018
Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Bildquellen:

Adobe Stock: S. 27 – FERNANDO, S. 33 – Luca Oleastri,
S. 24 – violetkaipa, S. 41 – Sergey Nivens, S. 46 – 2mmedia |
Stadt Graz/Harry Schiffer: Titel, S. 1, 2, 8–11, 49 |
World Usability Congress: S. 38, 39 |
Alle anderen Bilder und Graphiken: © Fraunhofer Austria



