



# Fraunhofer

IGD

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GRAPHISCHE DATENVERARBEITUNG IGD



**Neue Perspektiven  
im virtuellen Raum**

**UNSER JAHR 2019**  
**FORSCHUNG IM EINSATZ**



*Liebe Freunde und Partner,*

auch im Jahr 2019 lag uns am Herzen, mit der Wirtschaft und Politik zu kooperieren und unsere Projekte in die Gesellschaft einzubinden – und umgekehrt: Aus praktischen Anforderungen wachsen die Fragestellungen, für die wir Lösungen entwickeln. Im Zuge der Klimaveränderungen müssen beispielsweise zügig neue Orts- und Infrastrukturkonzepte umgesetzt werden. Längst ist es gängige Praxis, als Bürgerin und Bürger in einem Internetforum Stellung zu beziehen. Die Behörden stehen aber vor dem Problem, eine Flut von Postings und Mails bearbeiten zu müssen, darunter Kritik und Anregungen, die von vornherein ausscheiden, weil die Ratschläge nicht gesetzeskonform sind. Das verzögert den Umsetzungsprozess von Projekten. Weiterhin geht die Planung nicht voran, weil es schwierig ist, alle Partner und Experten an einen Tisch zu bekommen, Abstimmungen ziehen sich in die Länge, wichtige Entscheidungen können nicht getroffen werden.

### **Zukunft realistisch denken**

Unser Beitrag zur Problemlösung greift im Kern: Dank Visual Computing wird vieles leichter vorstellbar. Außerdem beziehen unsere Konzepte alle Beteiligten digital und unkompliziert mit ein. Unsere Visual-Computing-Anwendungen setzen auf eine realitätsgetreue

## EDITORIAL

Visualisierung und verbinden diese mit wichtigem Spezialwissen, um komplexe Sachverhalte bereits in der Planungsphase zu vermitteln. Wir bieten sowohl Fachleuten als auch Bürgerinnen und Bürgern eine interaktive 3D-Webanwendung an, welche die Projektentwicklung in einen nachvollziehbaren, realistischen Kontext stellt – dies führt zu deutlich mehr Akzeptanz der Ergebnisse.

Die Stadt Hamburg setzt ein solches Szenario bereits um. Bürger können neue Pflanzorte für Bäume vorschlagen und erhalten eine direkte Rückmeldung, ob alle Richtlinien eingehalten werden – zugleich informiert die städtische Planungssoftware über mögliche Ausweichorte. Transparenz und ein schnelles Feedback lassen die Bürgerinnen und Bürger aktiv und produktiv an urbanen Planungsprozessen mitwirken.

Das Prinzip ist übertragbar. Ob es um Infrastruktur für den Breitbandausbau geht, um Verkehr oder erneuerbare Energien: Alle Beteiligten treffen sich zeit- und ortsunabhängig, allen liegen die gleichen umfassenden Informationen vor – diskutiert wird auf virtueller Ebene.

### Lernen im virtuellen Raum

Auch im Bildungsbereich hat das Fraunhofer IGD neue Möglichkeiten geschaffen: ökonomisch, ökologisch, effizient. Wer über mehrere Sinneskanäle lernt, etwa über Sprache und

Bilder, kann Wissen besser abspeichern. So üben seit 2019 ehrenamtliche Helfer beim Deutschen Roten Kreuz in virtuellen Trainingswelten, wie sich ein Einsatz im Rettungswagen genau gestaltet – manchmal ist eben kein Rettungswagen zum Üben verfügbar. Oder: Was passiert, wenn Auszubildende bei der Heidelberger Druckmaschinen AG komplexes Gerät verstehen, warten und reparieren sollen? Die Produktion stoppen und die Maschine auseinanderbauen und wieder zusammensetzen? Dank virtueller Lernräume können die Auszubildenden die Abläufe im Inneren der Maschine »sehen«, erkennen und verstehen. Visual Computing mit Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) ist und bleibt spannend, nicht nur für die Wissenschaft: Laut einer Studie von PricewaterhouseCoopers haben VR und AR großes Potenzial. 2030 werden allein in Deutschland 400 000 Menschen am Arbeitsplatz damit zu tun haben, derzeit sind es 15 000. Und, so die Prognose, die Technologien sollen die menschliche Zusammenarbeit verbessern. Darauf zielt unsere Forschung ab, die wir als einen gemeinsamen, kommunikativen Prozess verstehen. Mit unserem Jahresbericht informieren wir Sie über unsere aktuellen Projekte und freuen uns auf ein anregendes Miteinander,



Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner



Dr.-Ing. Matthias Unbescheiden

---

02	EDITORIAL
04	INHALT
06	UNSERE KOMPETENZ: VISUAL COMPUTING



---

## 08 DIGITALISIERTE ARBEIT

10	AUSBILDUNG MIT VIRTUAL REALITY
12	ALLES OKAY? QUALITÄTSPRÜFUNG MIT VISUAL COMPUTING
13	WIE MASCHINEN LERNEN, SICH SELBST ZU KONTROLLIEREN
14	MEHR ALS NUR CO-WORKING – SOFTWAREPLATTFORM FÜR DIE »KOLLEGEN AUF ZEIT« IN DER BAUBRANCHE
15	3D-SCANNING IN DER INDUSTRIE



---

## 16 INDIVIDUELLE GESUNDHEIT

18	CHRONISCH ENTZÜNDLICHE DARMERKRANKUNGEN: INDIVIDUELL BEHANDELT
20	DER VIRTUELLE PATIENT
21	DER GELADENE MENSCH: INTELLIGENTE MÖBEL NUTZEN DIE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT UNSERES KÖRPERS
22	MEDICAL IMAGING
23	INTELLIGENTER ROLLATOR FÜR DIE OP-NACHSORGE



---

## 24 INTELLIGENTE STADT

26	AM NETZ DER ZUKUNFT: BESCHLEUNIGTER GLASFASERAUSBAU IN DEUTSCHLAND
28	MEHR DATEN – BESSERE ERNTE
29	WAS WÄRE, WENN ... VISUALISIERUNGEN UNTERSTÜTZEN EINE EFFIZIENTE STADTPLANUNG
30	SMART HOMES: TEURER SCHNICKSCHNACK OHNE MEHRWERT?
31	NEUE FORM DES ZUSAMMENLEBENS

---

**32 CYBERSICHERHEIT**



---

**34 UNTERWASSERTECHNOLOGIE**



---

**38 DAS INSTITUT**

- 40 FRAUNHOFER IGD
- 42 WISSENSCHAFTLICHE EXZELLENZ
- 44 GELUNGENER WISSENSTRANSFER
- 46 VERNETZUNG
- 48 FRAUNHOFER GESELLSCHAFT
- 50 UNSERE LEISTUNGEN
- 51 ANSPRECHPARTNER
- 54 IHR WEG ZU UNS
- 55 IMPRESSUM

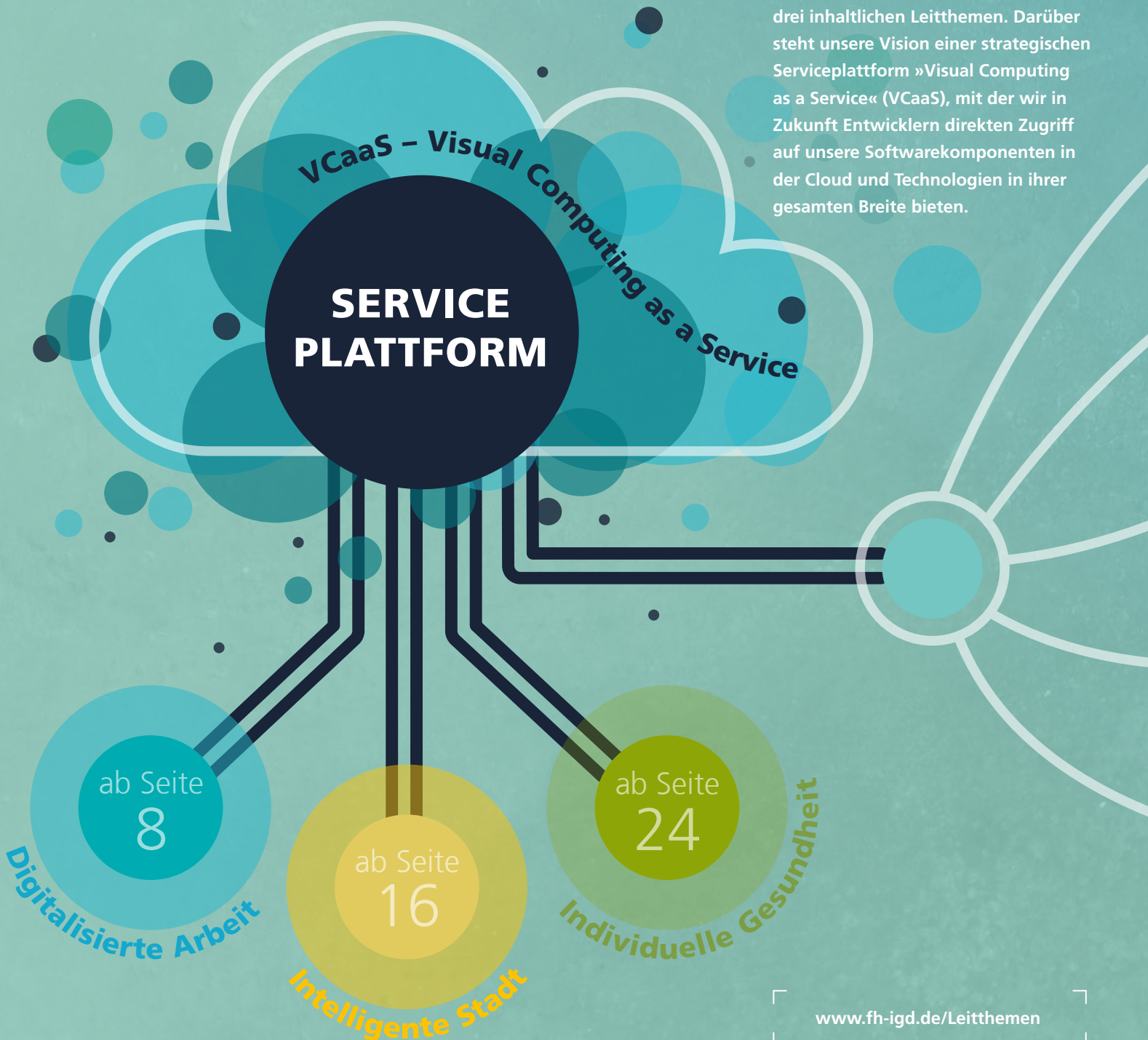




## UNSERE KOMPETENZ: VISUAL COMPUTING

Mit unserer angewandten Forschung im Visual Computing setzen wir nachhaltige Impulse. Wir rücken den Menschen ins Zentrum und helfen ihm mit interaktiver Visualisierung, komplexe Vorgänge leichter zu erfassen und bessere Entscheidungen zu treffen.

Unsere Forschung orientiert sich an drei inhaltlichen Leitthemen. Darüber steht unsere Vision einer strategischen Serviceplattform »Visual Computing as a Service« (VCaaS), mit der wir in Zukunft Entwicklern direkten Zugriff auf unsere Softwarekomponenten in der Cloud und Technologien in ihrer gesamten Breite bieten.



DIE FORSCHUNG AM FRAUNHOFER IGD KONZENTRIERT SICH AUF FÜNF STRATEGISCHE FORSCHUNGSLINIEN:



CG

## COMPUTERGRAPHIK

Technologien und Verfahren der »Bildsynthese« veranschaulichen virtuell Informationen in Form von Bildern. Wir erschaffen virtuelle Welten für unterschiedlichste Anwendungsszenarien. Unsere effizienten und flexiblen Verfahren und Methoden werden aktuellen Trends gerecht: gemeinsame Nutzung von Ressourcen, Echtzeit, Mobilität.

CV

## COMPUTER VISION

Die virtuelle Darstellung realer Objekte ist die Grundlage moderner Automatisierungs- und Engineeringprozesse. Eine Vielzahl von Sensoren gewährleistet eine hohe Stabilität von Augmented Reality, Materialakquise und 3D-Rekonstruktion. Unsere Technologien erfassen, verfolgen und reproduzieren Objekte sowie deren Position und Textur schnell und originalgetreu.

HCI

## MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION

Wir entwickeln Technologien, die Mensch und Maschine angesichts immer größerer Datenmengen effektiver zusammenarbeiten lassen. Neue Interaktionsmodalitäten, intelligente Umgebungen und Visualisierungsmethoden verbessern die Mensch-Maschine-Interaktion in komplexen, sicherheitskritischen und datenintensiven Anwendungen.

SIM

## (INTERAKTIVE) SIMULATION

Die Computergraphik unterstützt und beschleunigt das virtuelle Nachbilden des Verhaltens von physischen Objekten und physikalischen Phänomenen. Wir entwickeln Simulationsprozesse mit integrierter Modellierung und Visualisierung, um den Entwurfsprozess zu verkürzen und Benutzern die direkte Beeinflussung der Simulation zu ermöglichen.

MOD

## MODELLBILDUNG

Modelle bieten eine abstrakte Sicht auf ausgewählte Aspekte der Realität. Erst ein Modell ermöglicht die Abbildung in ein informationsverarbeitendes System. Wir erforschen Modelltypen in 2D oder 3D sowie komplexere und höherdimensionale Modelle für den Einsatz in der Praxis. Ergänzende Informationen schaffen neuartige Anwendungen und vernetzte Lösungen.











## AUSBILDUNG MIT VIRTUAL REALITY

Virtuelle Trainingswelten des Fraunhofer IGD kommen in Kürze auch bei der Ausbildung von Rettungssanitätern zum Einsatz. Das Assistenzsystem Machine@Hand wurde an einen DRK-Kreisverband lizenziert und zeigt, welche neuen Methoden der Wissensvermittlung der digitale Wandel hervorbringt.

An die 800 Stunden dauert die Ausbildung zum Rettungssanitäter. Ganz wichtig: den Rettungswagen bis ins kleinste Detail kennenlernen, um im Notfall sofort alles zu finden. Da hilft nur üben, üben, üben, bis alle Handgriffe sitzen. Das braucht Zeit und vor allem einen immer zur Verfügung stehenden Rettungswagen. Das wird schwierig, denn die hochmodern ausgestatteten Fahrzeuge sind für Einsätze notwendig, Notfälle gehen immer vor Trainingsmaßnahmen. Der DRK-Kreisverband Herford-Stadt e.V. setzt deshalb auf Virtual Reality in der Ausbildung und hat bereits mit virtuellen Unfallszenarien und 360°-Aufnahmen verschiedener Übungsfälle positive Erfahrungen gemacht. Ganz neu ist nun ein Lizenzvertrag mit dem Fraunhofer IGD, das sein virtuelles Trainingstool Machine@Hand zur Verfügung stellt, wenn ehrenamtliche Rettungssanitäter ausgebildet werden sollen. Ähnlich wie bei der Pilotenausbildung im Flugsimulator soll künftig jeder/jede Auszubildende im DRK-Kreisverband eine bestimmte Stundenanzahl im Rettungswagen-Simulator geübt haben, bis er oder sie blind weiß, welche Schublade in welchem Fall zu öffnen ist. Das soll nicht nur für Handlungssicherheit im Einsatz sorgen, sondern die Ausbildung weniger zeitintensiv gestalten, vor allem durch wegfallende Wege zu einem zentralen Ausbildungsort.

### Ausbildung mit VR heißt »Learning by doing«

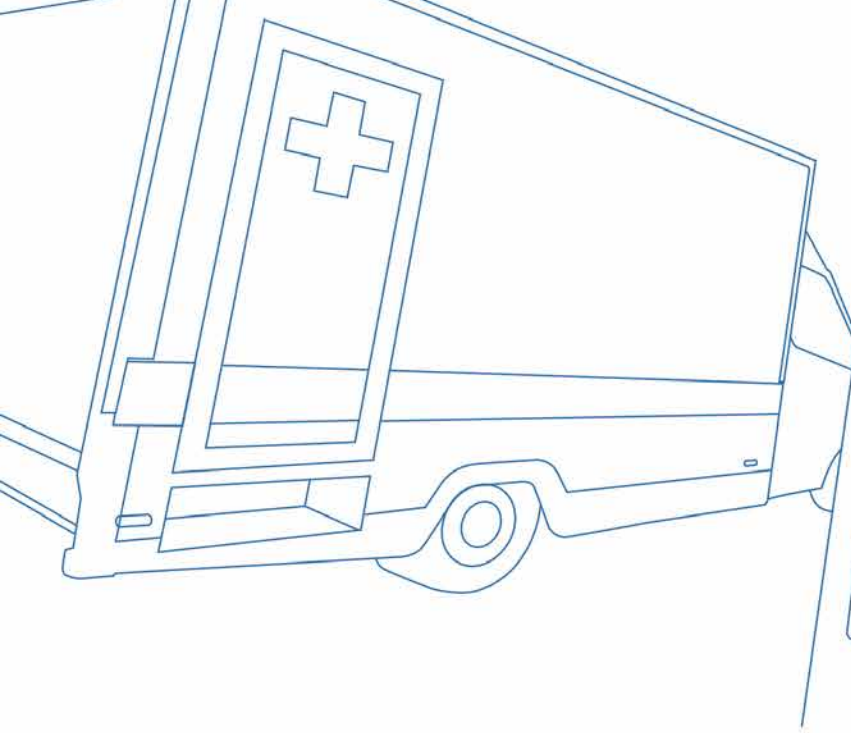
Machine@Hand wurde als visuelles Assistenzsystem für die produzierende Industrie entwickelt, wo Handlungs- und Wartungsabläufe immer anspruchsvoller und komplexer werden. Die virtuelle Trainingswelt lässt sich über eine VR-Brille, ein Tablet oder ein Smartphone bedienen und visualisiert dreidimensionale Arbeitsanweisungen situativ und positionsgenau, was einen authentischen Lerneindruck ermöglicht. Neue Arbeitsabläufe

können »im Tun« deutlich schneller verinnerlicht werden als nur theoretisch, und man kann sie in der virtuellen Welt öfter wiederholen als in der realen Welt. Große Maschinen beispielsweise zu reinen Übungszwecken zu zerlegen und wieder zu montieren, das ist nicht nur sehr zeit- und kostenaufwendig, sondern häufig logistisch fast unmöglich. Die Heidelberger Druckmaschinen AG verwendet deshalb Machine@Hand, um Serviceingenieure auszubilden. Derzeit arbeiten die Fraunhofer-Forscher daran, die Software weiterzuentwickeln. Die neue Version soll noch flexibler in verschiedenen Branchen zum Einsatz kommen, unterschiedliche Hintergrundscenarien zur Auswahl anbieten und mehrere Maschinen gleichzeitig in den Fokus stellen können. Außerdem wird sie auf einer breiteren Auswahl an Endgeräten laufen. Ziel ist die Produktentwicklung bis zur Lizenzfähigkeit.

### Neue Möglichkeiten auch im Gesundheitssektor

Während im Maschinenbau Konstruktionsdaten als Grundlage für 3D-Modelle vorhanden sind, ist dies in anderen Branchen nicht der Fall. Der DRK-Rettungswagen muss als Grundlage für die Visualisierung zunächst einmal detailgetreu virtuell abgebildet werden, und zwar mittels 3D-Kameras mit Tiefenscannern. Von dieser Hürde wollte sich der selbsternannte »VR-Nerd« Thomas Pilz aber nicht aufhalten lassen. Der Digitalisierungsbeauftragte im Ehrenamt beim DRK-Kreisverband Herford-Stadt e.V. sagt: »Was uns antreibt, ist die Vision, Menschen so auszubilden, dass es in das heutige Lebensbild passt. Durch das Einbinden moderner Techniken möchten wir nicht nur die ehrenamtliche Ausbildung flexibler gestalten, sondern auch freiwillige Arbeit generell attraktiver machen.« Seine Vision ist die Übertragung des Pilotprojekts auf die Landes- und Bundesstrukturen des Deutschen Roten Kreuzes.





Dr.-Ing. Mario Aehnelt, Leiter der Abteilung »Visual Assistance Technologies« (VAT), sieht in den virtuellen Trainingsanwendungen seines Teams ganz klar Transfermöglichkeiten und Potenzial für andere Bereiche: »Machine@Hand lässt sich im Grunde auf jede Art Maschine oder technische Einheit übertragen. So könnte damit beispielsweise medizinisches Personal geschult werden, mit neuen Dialysesystemen umzugehen. Wenn die 3D-Modelle nicht bereits vorliegen, beraten und unterstützen wir auf dem Weg dahin und nutzen unser breites Netzwerk an Partnern. Deshalb sollte sich also niemand abschrecken lassen, der den ersten Schritt auf dem Weg der virtuellen Ausbildung gehen möchte.«

### Leichte Bedienung und aktives Mitgestalten

Sind die Daten erst einmal da, erfolgt die eigentliche Einrichtung der Trainingsanwendung intuitiv, und verschiedene Szenarien können am PC, Tablet oder direkt in der virtuellen Welt erstellt und später bearbeitet werden. Auf Basis modularer 3D-Modelle werden die einzublendenden Informationen sehr einfach festgelegt, nämlich durch Ein- und Ausblenden, farbiges Hervorheben, Animieren von Objekten sowie Einbinden von Texten, Bildern und Videos. Die Auszubildenden sind dann nicht nur Konsumenten von Information, sondern sie können die Übungsszenarien mit ihren eigenen Kommentaren ergänzen. Wenn sie eigene Notizen, Videos oder Markierungen anheften und Ideen mit anderen teilen, entstehen dynamische und interaktive Handlungsanleitungen – egal ob im Rettungswagen oder an der Druckwalzenmaschine. Dieser kollaborative Aspekt schult ganz nebenbei gelungenes Teamwork. – Was wollen wir mehr. ■

[www.fh-igd.de/VirtuelleLernwelt](http://www.fh-igd.de/VirtuelleLernwelt)

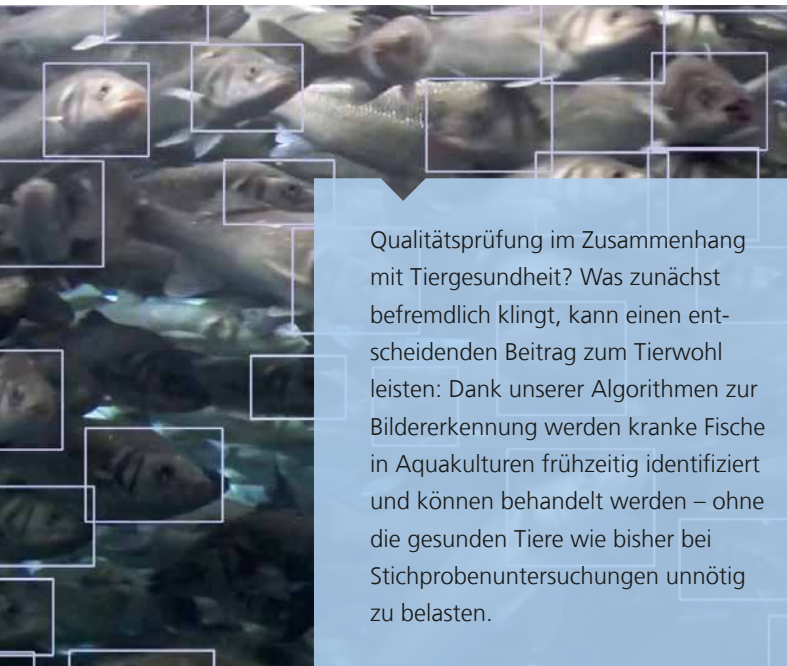




# ALLES OKAY? QUALITÄTSPRÜFUNG MIT VISUAL COMPUTING

Visual Computing und seine Unterdisziplinen tragen in den verschiedensten Branchen dazu bei, Mindestanforderungen zu prüfen und die Qualität sicherzustellen. Eine Auswahl unserer Forschungen.

[www.fh-igd.de/Qualitaetssicherung](http://www.fh-igd.de/Qualitaetssicherung)



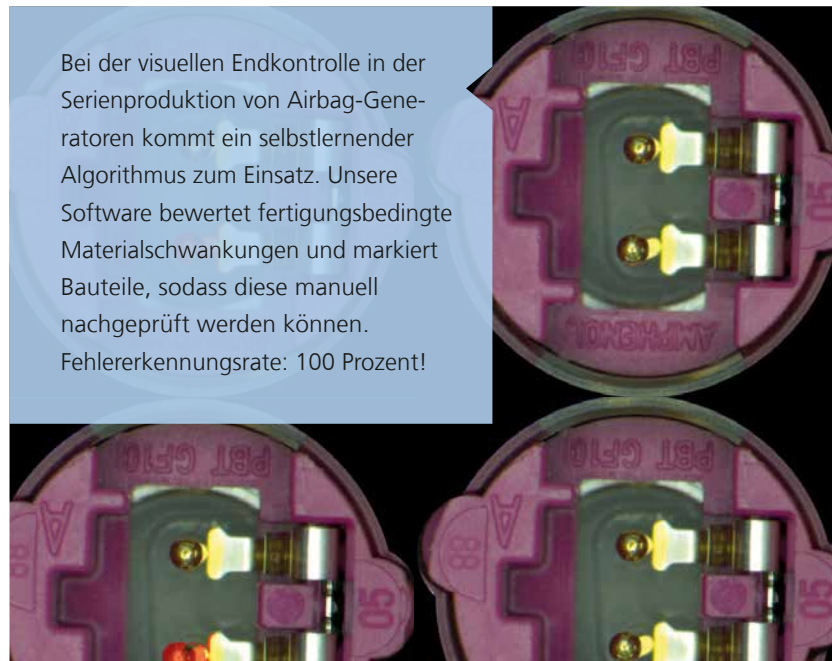
Qualitätsprüfung im Zusammenhang mit Tiergesundheit? Was zunächst befremdlich klingt, kann einen entscheidenden Beitrag zum Tierwohl leisten: Dank unserer Algorithmen zur Bilderkennung werden kranke Fische in Aquakulturen frühzeitig identifiziert und können behandelt werden – ohne die gesunden Tiere wie bisher bei Stichprobenuntersuchungen unnötig zu belasten.



Warnkleidung schützt ihre Träger und ist in vielen Berufen elementar. Unsere Algorithmen prüfen in Sekundenschnelle, ob die gereinigte Kleidung ihren Zweck noch einwandfrei erfüllt, denn Sicherheit geht vor.



Unsere AR-Technologien ermöglichen eine automatisierte Prüfung für zusammengesetzte Bauteile im Automobilbau. Der Live-Abgleich mit den CAD-Daten funktioniert als fest verbaute Prüfstrecke in der Produktion oder als mobiler Service-Check via Tablet für Wartungsingenieurinnen und Wartungsingenieure.



Bei der visuellen Endkontrolle in der Serienproduktion von Airbag-Generatoren kommt ein selbstlernender Algorithmus zum Einsatz. Unsere Software bewertet fertigungsbedingte Materialschwankungen und markiert Bauteile, sodass diese manuell nachgeprüft werden können. Fehlererkennungsrate: 100 Prozent!



## WIE MASCHINEN LERNEN, SICH SELBST ZU KONTROLLIEREN

Selbstkontrolle ist ein entscheidendes Stichwort im pädagogischen Kontext und meint recht simpel: Kinder lernen von Anfang an, ihre Arbeiten zu kontrollieren und ihre eben gelösten Aufgaben selbstständig auf Fehler zu überprüfen. Wie wäre es, wenn auch Maschinen der Selbstkontrolle mächtig wären?

So könnte die Zukunft aussehen: Eine Firma verbaut direkt in jeder von ihr produzierten Anlage eine Sensoreinheit, die Daten analysiert und Anomalien erkennt. Die Anlagen werden weltweit verkauft – und sobald sie in Betrieb sind, übertragen sie ihre Daten in eine gemeinsame Cloud. So können weltweit alle Anlagen voneinander lernen, wie der Normalbetrieb verläuft. Gibt es eine Abweichung, wird diese erkannt, ohne dass bei der einzelnen Anlage jemals dieses unbekannte Muster aufgetreten ist. Data@Hand, eine neue Technologie des Fraunhofer IGD, ist darauf spezialisiert, Anomalien zu erkennen. So lernen Maschinen, sich selbst zu kontrollieren.

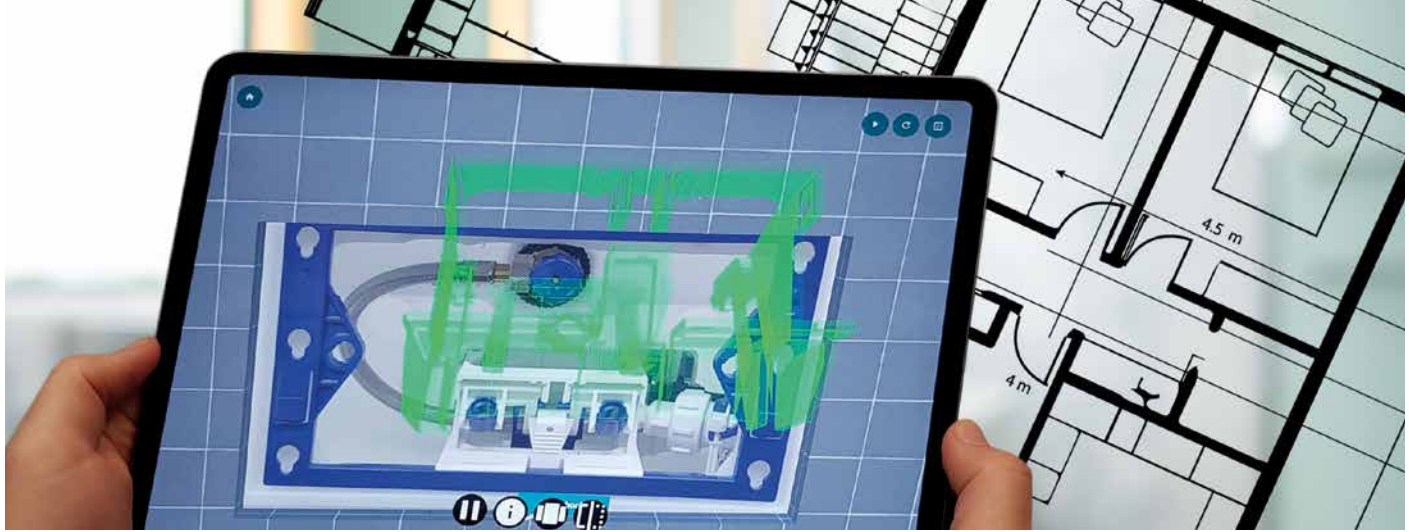
### Anomalie-Erkennung dank selbstlernender Algorithmen

Auf Basis künstlicher Intelligenz erkennen die Algorithmen von Data@Hand Abweichungen vom Normalzustand. »Das Besondere dabei ist, dass wir mit vorher noch nicht da gewesenen Betriebszuständen agieren können und ein System haben, das sich stetig weiterentwickelt. Es erkennt selbstlernend normale Betriebszustände und Abweichungen«, erläutert Dr.-Ing. Mario Aehnelt, Leiter der Abteilung »Visual Assistance Technologies« am Fraunhofer IGD in Rostock. Gemeinsam mit seinem Team hat er Data@Hand als Informations- und Datenwerkzeug für den Menschen im Arbeitsprozess entwickelt.

Das Ziel: Prozesse zu optimieren und den Menschen dabei zu unterstützen, komplexe Datenmengen zu analysieren. Ganz wichtig: Die konkrete Entscheidung, wie auf Anomalien zu reagieren ist, verbleibt bei der Fachexpertin oder dem Fachexperten. Verändert sich an einer Maschineneinheit ein Parameter, beispielsweise die Temperatur eines Kompressors, dann erkennt die direkt angeschlossene Sensoreinheit in Echtzeit die Abweichung und signalisiert dem Werker, dass er eingreifen muss.

Data@Hand arbeitet dabei in der Cloud komplett im Hintergrund und vorgelagert zu vorhandenen Schnittstellen oder visuellen Systemen wie den Fraunhofer-IGD-eigenen Leitstandlösungen Health@Hand oder Plant@Hand. Kunden können so in ihnen bereits vertrauten Systemen arbeiten. Die neue Technologie Data@Hand kann ebenso bei der Analyse von Gesundheitsdaten einen entscheidenden Mehrwert liefern, indem sie Ärztinnen und Ärzte in Echtzeit auf besonders auffällige Werte ihrer Patienten hinweist. Dafür werden Machine-Learning-Modelle darauf trainiert, den gesunden Zustand eines Menschen und die Abweichungen davon zu erfassen. ■





## MEHR ALS NUR CO-WORKING – SOFTWAREPLATTFORM FÜR DIE »KOLLEGEN AUF ZEIT« IN DER BAUBRANCHE

Co-Working ist einer der aktuellsten Trends der Arbeitswelt – Menschen, die mit unterschiedlichen Projekten beschäftigt sind, arbeiten am gleichen Ort und profitieren vom kreativen Austausch. Bei Bauprojekten geht der Zusammenschluss über das Networking beim Pausenkaffee hinaus. Um Bauwerke bestmöglich zu planen und zu errichten, bilden Selbstständige und Mitarbeiter verschiedener Firmen als wechselnde Projektgemeinschaften ein Kollegium auf Zeit. Jedenfalls sollte das der Idealzustand sein. In der Realität erschweren voneinander abweichende Softwarestandards die Zusammenarbeit, und die Grundlage der Projektarbeit sind am Ende doch Pläne auf Papier und mündliche Absprachen – alles andere als zeitgemäß.

### BIM – gute Idee mit Mängeln in der Umsetzung

BIM (Building Information Modeling) soll Abläufe in der Baubranche digitalisieren, damit die Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden softwarebasiert erfolgt. Status quo ist, dass einzelne Dienste speziell für bestimmte Aufgaben entwickelt werden. Digital zu verketten und softwareübergreifend auszutauschen, ist schwierig, da es nur wenige standardisierte Schnittstellen und offene Plattformen gibt. Gleichzeitig existiert eine Fülle an IT-Lösungen. Bauherren stehen vor der Herausforderung, sich für die besten Anwendungen zu entscheiden. Ausgangspunkt einer durchgängig digitalen Projektbearbeitung bei der Planung und beim Betrieb von Bauwerken ist das Gebäude als virtuelles Modell – hier liegt der Knackpunkt. Die CAD-Daten eines Gebäudes sind extrem umfangreich und von gängiger Software nutzerfreundlich nicht zu handeln. Auf diese Weise geht aber die gemeinsame Datenbasis der Anwendungen verloren.

### Einfacher Zugriff auf das Planungsmodell

Das Fraunhofer IGD bindet seine Komprimierungs- und Visualisierungsleistungen bei der Softwareplattform BIMSWARM ein, und zwar als Basisdienst im Hintergrund. Damit lassen sich große Datenmodelle aufbereiten und auf Tablets oder Smartphones verarbeiten – dies ermöglicht einen unkomplizierten Live-Abgleich der Realität mit dem CAD-Modell des Gebäudes für alle Gewerke. Aus dieser Technologie lassen sich verschiedene Anwendungen auf Basis modernster sensorischer Rekonstruktionen ableiten: Bauherren können Baufortschrittsdokumentationen als Soll-Ist-Abgleich ad hoc erstellen und bewerten, und Servicemitarbeiter sind in der Lage, Wartungsanweisungen mittels Augmented Reality (AR) zu empfangen.

### Digitale Projektbearbeitung ohne Datenbrüche

Mit BIMSWARM wird eine Plattform entwickelt, mit der sich unterschiedliche Anwendungen, Dienste und Inhalte einfach auswählen und vernetzen lassen. Alle eingebundenen Softwaretools sind zertifiziert, miteinander kombinierbar und erfüllen die aktuellsten fachlichen und gesetzlichen Auflagen. Durch offene und webbasierte Schnittstellen wird sichergestellt, dass einzelne Komponenten in bestehende Systeme bzw. Cloudlösungen verschiedener Hersteller übernommen werden können. Davon profitieren insbesondere mittelständische Unternehmen, die bestehende IT-Lösungen leicht mit neuen Produkten kombinieren können. Das Förderprojekt BIMSWARM gehört zum Technologieprogramm »Smart Service Welt II«, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird. ■



# 3D-SCANNING IN DER INDUSTRIE

Ob zur Qualitätssicherung, zum Reverse Engineering oder für den Onlinekatalog – 3D-Scans sind aus den unterschiedlichsten Prozessketten der fertigen Industrie nicht mehr wegzudenken. Seit vielen Jahren widmet sich das am Fraunhofer IGD ansässige Technologie-Labor CultLab3D einer vollautomatischen Scan-Technologie, die vor allem in Farbechtheit, Licht-Oberflächen-Interaktion und in der detailgetreuen Auflösung von bis zu 20 µm brilliert – und das in hoher Scan-Geschwindigkeit. Höchstgeschwindigkeit erreicht das CultLab3D vor allem, wenn es komplett aufgebaut ist: In Form einer Scanstraße digitalisiert es dann in durchschnittlich unter 10 min einzelne Objekte bis zu 50 kg. Durch den hohen Durchsatz und die detailgetreue Erfassung von allen Seiten ist das Verfahren vor allem für Produktportfolios oder Onlineshops äußerst interessant.

Parallel wurde aus der Scanstraße CultLab3D der autonom arbeitende CultArm3D-P entwickelt – ein mobiler, photogrammetriebasierter 3D-Scanroboter mit kleinem Formfaktor. Er deckt einen großen Bereich von Objekten unterschiedlicher Größen, Geometriekomplexitäten und Oberflächenmaterialien ab und digitalisiert sie farbecht in wiederholbar hoher Qualität. ■

[www.fh-igd.de/3Dscan](http://www.fh-igd.de/3Dscan)





# INDIVIDUELLE GESUNDHEIT

## DIGITALE LÖSUNGEN FÜR DAS GESUNDHEITSWESEN

Unsere Visual-Computing-Technologien ebnen den Weg zum digitalen Patienten als Grundlage einer personalisierten Medizin. Künstliche Intelligenz unterstützt Medizinerinnen und Mediziner mit smarten Big-Data-Analysen, vernetzten Datensystemen, AR-Lösungen für den OP und der Auswertung medizinischer Bilddaten.



DENSITY VIEW

0

250

DENSITY VIEW

0

200

220

240

260

280



Low Phases (Group)

Medium

High Phases (Group)

High

Critical

Primary (Group)

Diagnosis

OP

Positive Outcome

Therapy (Group)

Radiation

HQ-Therapy

CP-Therapy





## CHRONISCH ENTZÜNDLICHE DARMERKRANKUNGEN: INDIVIDUELL BEHANDELT

300 000 Menschen in Deutschland leiden an chronisch entzündlichen Darmerkrankungen. Doch vielfach ist es schwer, auf Anhieb die passende Medikation zu finden. Ein Softwaretool soll zukünftig automatisch die Krankheitsverläufe großer Patientengruppen vergleichen und ärztlichem Personal somit wichtige Informationen zur individuellen, zielführenden Behandlung liefern.

Werfen wir einen Blick in die Zukunft – sagen wir um zwei bis drei Jahre: Ein 23-jähriger Patient sucht seinen Hausarzt auf. Durchfall und starke Unterleibsschmerzen machen ihm zu schaffen. Nach einer Voruntersuchung überweist ihn der Arzt an ein Zentrum für chronische Darmerkrankungen. Hier stehen verschiedene Untersuchungen an: Stuhlprobe, Endoskopie, Blutanalyse, Ultraschall. Ein Softwaretool fasst alle Daten zusammen und vergleicht sie mit denen anderer Patienten. Was ist ähnlich und welche Rückschlüsse lassen sich daraus ziehen, um diesen Patienten zu behandeln? Die hier zuständige Ärztin sieht – visuell aufbereitet – mögliche Behandlungspfade samt einer Einschätzung, wie vielversprechend diese sind und welche Behandlungskosten entstünden. Anhand dieser Informationen trifft sie ihre Entscheidung.

Nach der ersten Untersuchung kommt der 23-Jährige in regelmäßigen Abständen zu Kontrolluntersuchungen in das Zentrum, genauer gesagt zu Ultraschalluntersuchungen, denn diese sind schonend für den Patienten, kostengünstig und hilfreich, um Veränderungen zu beurteilen. Auch hier unterstützt die Software das Arztpersonal auf wertvolle Art und Weise. Sie vergleicht die aktuellen Ultraschallbilder mit den bis dato aufgenommenen. Wie hat sich der Darm des Patienten verändert – etwa hinsichtlich der Dicke der Darmwand, der Entzündungsherde oder der Peristaltik? Die Software klassifiziert die Bilder automatisch und setzt sie in den zeitlichen Therapieverlauf. Auch hier steht der Vergleich mit der Patientenkohorte an. Ist es sinnvoll, weiter auf das verschriebene Medikament zu setzen oder ist ein anderes Präparat vielversprechender? Die Ärztin kann die Therapie somit individuell auf ihren Patienten und dessen Krankheitsverlauf zuschneiden. Die Vorteile: Der Patient braucht keine Medikamente zu nehmen, die

bei seinem Krankheitsverlauf kaum Besserung bringen, wird nicht unnötig mit den Nebenwirkungen belastet und erhält schneller eine Therapie, die ihm hilft. Auch die Kosten, die für unnötige Therapien entstehen, sinken drastisch.

### Gemeinsam zum Ziel: Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN

Forschungen von sieben Fraunhofer-Instituten im Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN ermöglichen solche ganzheitlichen Betrachtungen des Patienten – unter der Leitung des Fraunhofer IGD. Im Fokus des Leitprojekts stehen entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn. Diese sind weit verbreitet: In Deutschland leiden mehr als 300 000 Menschen daran. Das Fraunhofer IGD bringt unter anderem seine Kompetenzen im Bereich der automatischen Analyse medizinischer Bilddaten ins Leitprojekt ein: Das Institut hat eine lange Tradition in diesem Bereich und erweitert die bisherige Infrastruktur demnächst, um die beschriebene Entwicklung zu beschleunigen und die bestehende Expertise im Bereich Ultraschall noch weiter auszubauen.

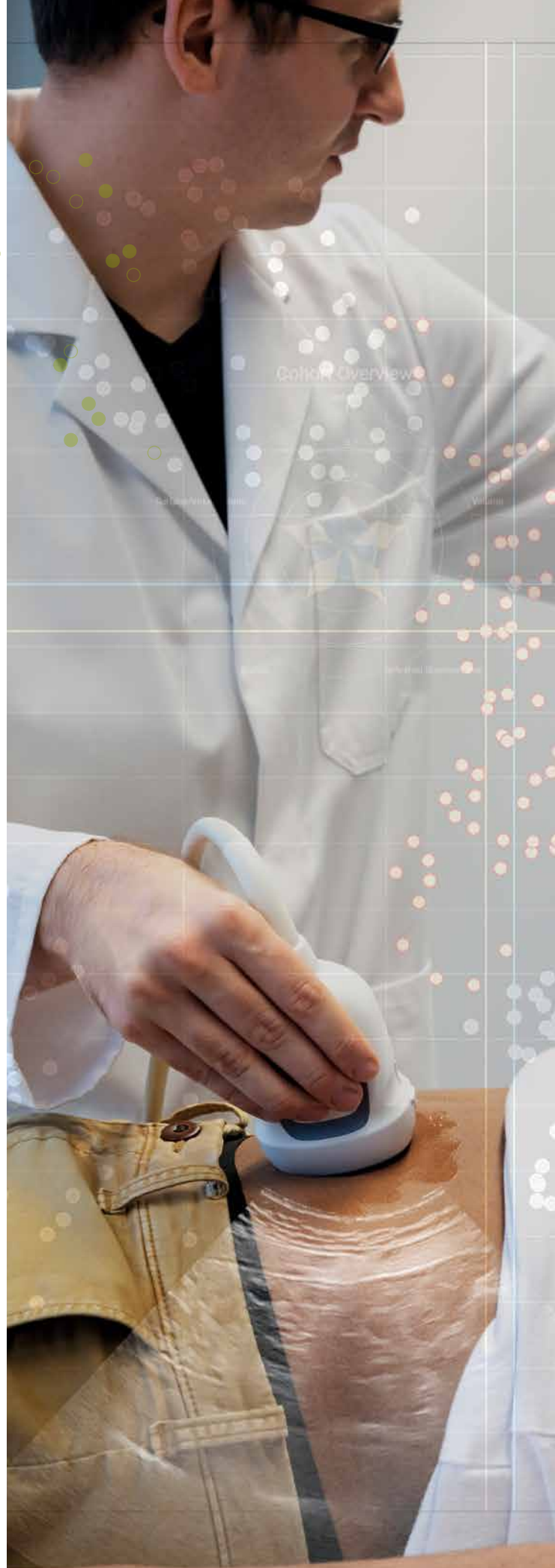
### Automatisierter Vergleich von Krankheitsverläufen

Bei der Erstbehandlung entzündlicher Darmerkrankungen ist zunächst zu fragen: Welche Behandlung schlägt bei dem Patienten am besten an? Während der eine Patient sehr gut auf eine Behandlung anspricht, läuft sie beim anderen nämlich ins Leere. »Für diese Vorhersage erstellen wir einen digitalen Zwilling des Patienten, bei dem wir alle den Patienten betreffenden Daten zusammenführen – sei es zu Untersuchungen, Vorerkrankungen oder zum Lebenswandel des Patienten«, erläutert Prof. Dr. Jörn Kohlhammer, Abteilungsleiter am

Fraunhofer IGD. Als Vergleichsbasis dienen Kohorten, in denen die Daten von Personen mit ähnlichen Krankheitsbildern und -verläufen zusammengefasst werden. Da es extrem zeitaufwendig ist, diese Kohorten auf signifikante Gemeinsamkeiten zu durchsuchen, lassen die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IGD die Technik diese monotone Arbeit tun. Das Ergebnis: graphisch aufbereitete Zusammenhänge, die den Arzt bei seinen Entscheidungen unterstützen.

### **Zeitlicher Krankheitsverlauf**

Auch der zeitliche Verlauf der Krankheit ist für die Therapieentscheidung wichtig. Die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IGD führen daher gemeinsam mit klinischen Partnern – unter anderem der Universitätsklinik Frankfurt a. M. – »Longitudinal-Analysen« durch, welche eben diese zeitliche Abfolge fokussieren. Wo unterscheiden sich die zu verschiedenen Zeitpunkten gemachten Bilder? »Unser Softwaretool wird anatomische Strukturen in den Ultraschall-Aufnahmen erkennen, die Bilder automatisiert übereinander legen und vergleichen«, erklärt Dr. Stefan Wesarg vom Fraunhofer IGD. Wichtig bei solchen medizintechnischen Entwicklungen ist das Feedback der späteren Anwender, der Klinikärztinnen und -ärzte und des niedergelassenen Fachpersonals. Die Forscher bauen daher ein Konsilium von Medizinern auf, deren Feedback in die Forschungen einfließt. In einem ersten Schritt besteht dieses Konsilium aus Ärzten an Universitätskliniken, in einem zweiten Schritt sollen dann auch niedergelassene Ärzte hinzugezogen werden. ■





## DER VIRTUELLE PATIENT: DIGITALER ZWILLING IN DER INDUSTRIE? JA. ABER AUCH IM GESUNDHEITSWESEN?

### WARUM BRAUCHT ES IM GESUNDHEITSWESEN EINEN DIGITALEN ZWILLING?

Heutzutage gilt noch allzu häufig die Prämisse: »One size fits all«. Viele Behandlungen und Medikamente werden verschrieben, ohne zu betrachten, wie sie individuell wirken. Ein digitaler Zwilling dagegen stellt ein detailliertes Bild des Gesundheitszustands jedes einzelnen Menschen in den Interessensfokus. Den digitalen Doppelgänger braucht es als Grundlage einer individualisierten und bezahlbaren Medizin.

### WARUM IST EINE PERSONALISIERTE ODER INDIVIDUALISIERTE MEDIZIN SO WICHTIG?

Die personalisierte Medizin will genauere Diagnosen stellen. Sie betrachtet die individuelle Patientin im Kontext der Gesamtheit aller an dieser Krankheit leidenden Patientinnen.

Ärzte können die Ergebnisse einer Behandlung im Vorfeld simulieren und somit optimieren – und dabei sowohl das Geschlecht, den Lebensstil als auch soziale Faktoren und Umwelteinflüsse berücksichtigen.

### WELCHE VORTEILE BRINGT MIR ALS PATIENT EIN DIGITALER ZWILLING UND DIE PERSONALISIERTE MEDIZIN?

Unnötige Belastungen beim Patienten lassen sich vermeiden. Durch eine individuellere Diagnose und Behandlungsentscheidung verringert sich zum Beispiel die Gabe von solchen Medikamenten, die nur bei bestimmten Patienten tatsächlich wirken. Auch viele Operationen ließen sich bei besserer Datenlage und nach Simulation an einem digitalen Zwilling vermeiden.

### UND WAS BEDEUTET DIES FÜR DIE ÄRZTINNEN UND ÄRZTE, KRANKENKASSEN UND CO.?

Krankheiten und Veranlagungen können früher erkannt werden: Krankheiten lassen sich somit via Prävention vermeiden oder sie verlaufen abgemildert. Für Leistungsbrieger, Krankenkassen und Krankenhäuser geht das mit hohen Einsparpotenzialen einher. Die verschiedenen medizinischen Daten miteinander zu verbinden, ist dafür unerlässlich. Hierfür müssen alle Interessengruppen Hand in Hand arbeiten.



## DER GELADENE MENSCH: INTELLIGENTE MÖBEL NUTZEN DIE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT UNSERES KÖRPERS

Stellen Sie sich vor, dass Ihr Bürostuhl merkt, wenn Sie in einer ungünstigen Position sitzen oder Sie per App darauf aufmerksam macht, dass es mal wieder Zeit ist, für einen Moment aufzustehen ... Klingt futuristisch? Dank der Sensortechnologien des Fraunhofer IGD ist dies vielleicht bald schon Gegenwart.

Ihr Bürostuhl erkennt vielleicht bald Sitzpositionen und Bewegungen und kann so helfen, die Gesundheit am Arbeitsplatz zu verbessern. Möglich machen das kapazitive Sensoren. Sie nutzen die allgegenwärtige Präsenz elektrischer Ladung und die Leitfähigkeit des menschlichen Körpers, der zum Großteil aus Wasser besteht. Dieses Wasser ist ionisiert, also leicht elektrisch geladen. Dadurch entstehen überall um uns herum kleine elektrische Felder, in denen unser Körper als eine Seite eines Kondensators wirkt und unsere direkte Umgebung, etwa die Stuhllehne, als andere Seite. Wenn sich der Rücken an die Stuhllehne annähert, ändert sich die Ladungsverteilung und dadurch das elektrische Feld zwischen Mensch und Stuhllehne. Eben diese Änderung der schwachen und für uns nicht spürbaren elektrischen Ladung messen die kapazitiven Sensoren. Die Algorithmen des Fraunhofer IGD können so erkennen, wenn sich die Sitzposition verändert, bereiten dies graphisch auf und übermitteln Ergebnis und Handlungsempfehlungen an eine Smartwatch, ans Handy oder den PC. Der Clou: Die Sensoren funktionieren auch berührungslos. Selbst wenn der Rücken die Lehne gar nicht streift, wird seine Position erkannt – die optimale Technik also, um die Sitzhaltung zu ermitteln, und deutlich besser geeignet als die sonst üblichen Drucksensoren, die auf direkte Berührung angewiesen sind.

### Intelligenter Stuhl überwacht Gesundheitsübungen

Eine Positionserkennung am Arbeitsplatz ist nicht nur wichtig für die Prävention, um Rückenschmerzen durch langes oder falsches

Sitzen vorzubeugen. Nach einer Operation, vor allem im orthopädischen Bereich, bekommen Patientinnen und Patienten nicht selten gezielte Übungen zur Nachsorge verordnet. Eine mit den Sensoren verbundene App erinnert daran, Übungen einzuhalten und gibt Rückmeldung, ob die Übungen korrekt ausgeführt wurden. Für dieses Übungstracking werden durch maschinelles Lernen zahlreiche mögliche Bewegungsabläufe im Vorfeld angelernt, und der Nutzer wählt die ihm verordneten Übungen sowie die Dauer und Häufigkeit aus. Bürostuhl und App werden zu persönlichen Gesundheitsassistenten und verhelfen Medizinern zu wertvollen Daten, um die Nachsorge überwachen zu können.

### Potenzial für Smart-Living-Konzepte

Da bei der kapazitiven Messung der eigentliche Sensor und die Elektrode als Messeinheit voneinander getrennt werden können, ist die Sensorik leicht zu verbauen und zudem günstig zu erwerben. Die kapazitiven Sensoren lassen sich unauffällig in Alltagsumgebungen integrieren, können mit Stoff kaschiert oder in Möbel bereits bei der Produktion oder nachträglich integriert werden. Das macht sie zu einem wichtigen Bestandteil aktueller Smart-Living-Konzepte. Die Anwendungsfelder sind vielfältig – der intelligente Bürostuhl ist nur ein Szenario, das beispielhaft veranschaulicht, was kapazitive Sensorik im Smart-Home- und Gesundheitsbereich ermöglichen kann. Das Fraunhofer IGD sucht für weitere angewandte Forschung nach interessierten Industriepartnern, zum Beispiel aus dem Möbelbau, um den Einsatz kapazitiver Sensorik weiter voranzubringen. ■



# MEDICAL IMAGING

## WAS BILDER IN DER MEDIZIN LEISTEN

»Medical Imaging«, zu Deutsch »Medizinische Bildgebung«, beschreibt die Technik und den Prozess, das Körperinnere für klinische Analysen und medizinische Eingriffe visuell darzustellen. Obwohl hinter Haut und Knochen verborgen, werden anatomische Strukturen und die Funktion von Organen oder Gewebe sichtbar gemacht. Krankheiten können somit schneller diagnostiziert und behandelt werden, und Schnelligkeit – insbesondere die frühzeitige Erkennung von Anomalien – ist in der Medizin oftmals lebensrettend. Doch auch über den Einsatz im Bereich der Diagnostik hinaus kommen medizinische Bilddaten entlang der gesamten Behandlungskette zum Einsatz. Von der Prävention bis hin zur Therapie, einige Beispiele aus der Forschung des Fraunhofer IGD wollen wir hier vorstellen.

[www.fh-igd.de/MedizinischeBildgebung](http://www.fh-igd.de/MedizinischeBildgebung)

### Kosmetische Hautanalyse

- Fotografien von Gesichtern werden analysiert
- Gezielt werden Merkmale (Falten, Hautflecken etc.) detektiert und »bewertet«

Eingesetzte Technologien: Deep Learning // klassische Methoden der Bildverarbeitung // Methoden der Statistik



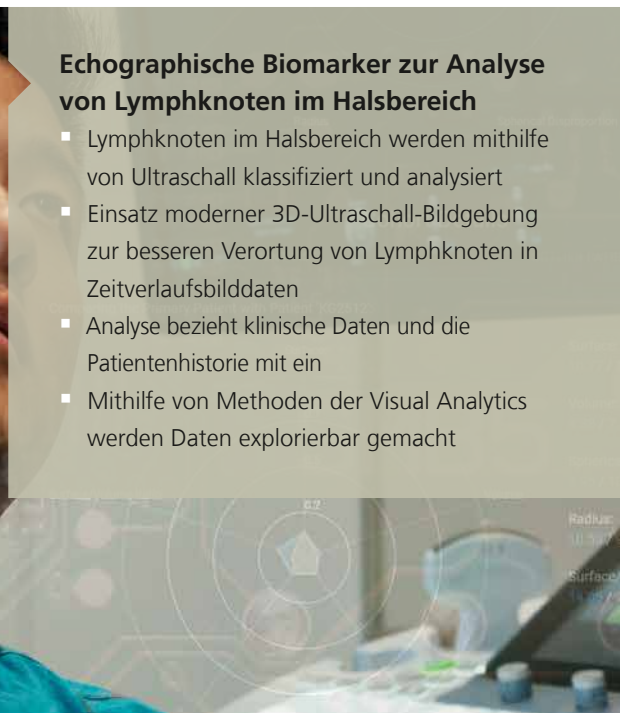
### Umfassende Dentalbildanalyse

- Bilddaten stellen initiale Informationsquelle für eine Einschätzung des Gesundheitsstands dar
- Bilddaten werden automatisch analysiert
- Konturen der Zähne werden unter Verwendung von Deep Learning vollautomatisch in den Aufnahmen gefunden



### Echographische Biomarker zur Analyse von Lymphknoten im Halsbereich

- Lymphknoten im Halsbereich werden mithilfe von Ultraschall klassifiziert und analysiert
- Einsatz moderner 3D-Ultraschall-Bildgebung zur besseren Verortung von Lymphknoten in Zeitverlaufsbilddaten
- Analyse bezieht klinische Daten und die Patientenhistorie mit ein
- Mithilfe von Methoden der Visual Analytics werden Daten explorierbar gemacht





A person in blue scrubs is operating a pink and blue robotic walker in a hospital hallway. The walker has four large wheels and a seat. The person is holding the handlebars. The hallway is brightly lit with a warm glow.

## INTELLIGENTER ROLLATOR FÜR DIE OP-NACHSORGE

Nach Hüft- oder Knieoperationen leiden Patientinnen und Patienten oft an Schmerzen und den Nachfolgen des Eingriffs. Die Mobilität schnell wiederherzustellen, ist daher besonders wichtig. Der autonome Roboter-Rollator RoRo dient in Krankenhäusern und Pflegeheimen dazu, das individuelle Gangbild der Betroffenen zu analysieren, um den aktuellen Genesungszustand zu bestimmen und ein individuelles Bewegungstraining anzubieten. Auf Grundlage der Bewegungseinheiten, die sich durch die Rollatornutzung ergeben, lässt sich der Muskelaufbau verbessern und Fehlhaltungen entgegenwirken. Ferner entlastet der Rollator den Pflegedienst, indem der elektrisch angetriebene RoRo selbstständig zu den Patienten fährt und diese zu Terminen wie zum Röntgen oder zur Physiotherapie »abholt«. Der rollende Pflegehelfer findet seine Wege anhand einer kamerabasierten Indoor-Navigation. Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi fördert das Projekt, welches noch bis Mai 2021 läuft. ■





# INTELLIGENTE STADT

## **INNOVATIV, DIGITAL UNTERSTÜTZT UND NACHHALTIG LEBEN**

Gesamtheitliche Entwicklungskonzepte sollen die Städte der Zukunft effizienter, technologisch fortschrittlicher, grüner und sozial inklusiver werden lassen. Diese Konzepte fasst man unter dem Begriff »Smart City« zusammen. Die Lösungsansätze zielen dabei auf alle Formen des Zusammenlebens ab.









## AM NETZ DER ZUKUNFT: BESCHLEUNIGTER GLASFASERAUSBAU IN DEUTSCHLAND

Der Breitbandausbau ist eine Mammutaufgabe und insbesondere außerhalb der Ballungszentren mit besonderen Herausforderungen versehen. Viele Haushalte warten hier ungeduldig auf den Anschluss an das Netz der Zukunft. Sowohl Planungsphasen als auch wirtschaftliche Themen sind hier mögliche Hindernisse.

Das Verlegen von Glasfasern ist nichts, was man soeben im Vorbeigehen erledigen könnte. Der Wunsch nach höheren Bandbreiten ist in der Bevölkerung jedoch existent und verständlich: Ein langsamer Internetanschluss verwehrt Möglichkeiten für Home-Office, schränkt die Realisierung moderner Smart-Home-Lösungen ein, verhindert das Ansiedeln neuer Betriebe oder zwingt stark digitalisierte Arbeitsplätze sogar zum Abwandern aus der Region. Die Bauarbeiten für eine Glasfaser-Infrastruktur selbst sind die offensichtliche Herausforderung bei dem Ausbau. Was allerdings dem Baustellenbeobachter entgeht: Die lange Zeit, die vergehen kann, bis überhaupt verlegt werden darf.

Die Deutsche Telekom forscht gemeinsam mit dem Fraunhofer IGD an einer Lösung, aufwendige Ortsbegehungen im Vorfeld der Trassenplanung überflüssig zu machen. Der Clou: Durch die Technologie Fibre3D verläuft die Planung künftig im virtuellen Raum. Das spart Anfahrtszeit und -kosten und verursacht darüber hinaus keinen Mehraufwand bei der Deutschen Telekom, da Fibre3D mit bereits entstandenen Bildaufnahmen arbeitet. Diese sind selbstverständlich anonymisiert, sodass Personen und Fahrzeuge nicht zu identifizieren sind. Sogenannte Mobile-Mapping-Fahrzeuge, ausgestattet mit Kameras und Laserscanner, nehmen die zur Glasfaserverlegung geplanten Straßenzüge in 2D und 3D auf, sodass sich der Planer – oder besser gesagt sein virtueller Avatar – frei in der Umgebung bewegen und umschaun kann.

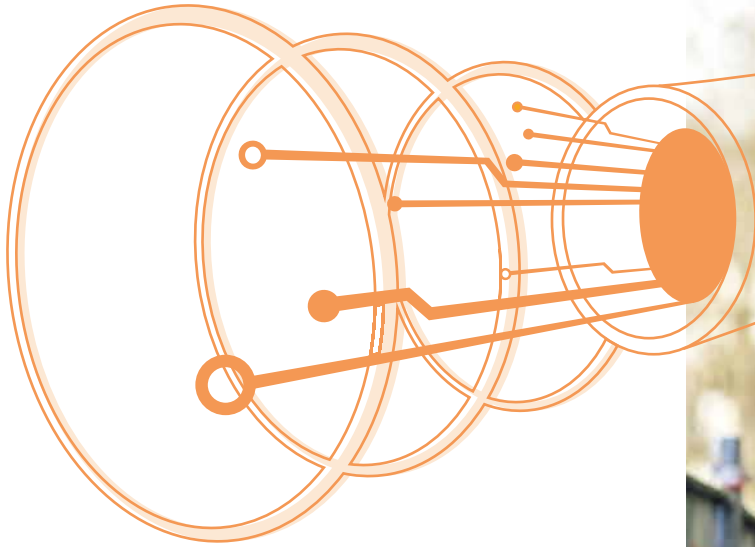
### Glasfaserausbau – in Zukunft einfacher

Als erster Schritt für ein neues Glasfasernetz muss die Planung des Netzdesigns erfolgen. Hierfür setzt die Deutsche Telekom auf einen neuartigen Produktionsprozess, der auf einem Technologiemix von

Machine-Learning-Algorithmen, Open-Source GIS-Komponenten und skalierbarer Cloud-Infrastruktur basiert. Entstehen soll ein Netz von Glasfasertrassen und Netzverteilern am Straßenrand. Diese verteilen die Anschlüsse an die Haushalte des Viertels. Und auch wenn die grauen Schaltkästen ein eher unauffälliges Dasein an den Bürgersteigrändern fristen, ist die genaue Ermittlung eines geeigneten Standortes nicht ohne: Die Trassen müssen wirtschaftlichen und kommunalen Ansprüchen genügen. Jeder Straßenzug muss dabei sorgfältig unter die Lupe genommen werden, sodass keine unvorhergesehenen Ereignisse die Bauarbeiten blockieren und das Unterfangen unnötig in die Länge ziehen. Denn für die Erstverlegung der Glasfasern muss je nach Verlegetechnik die Straße aufgerissen oder aufgefräst werden, um Kunststoffröhrchen unter die Straßen zu bringen. Das erleichtert aber die künftige Wartung: Die Glasfaserkabel werden im Anschluss mit Luftdruck vom Netzteil bis in die Häuser eingepulst und dies über mehrere hundert Meter.

Doch zurück zum Netzverteiler: Bevor der Planer eintrifft, wird selbstverständlich ein geeigneter Standort für einen solchen Kasten auf einer 2D-Karte markiert. Im Zweidimensionalen gehen aber oft essenzielle Informationen wie Fenster oder Einfahrten verloren. Spätestens beim Aufstellen des Gehäuses kann auffallen, dass der geplante Standort nicht geeignet ist. Hier setzt Fibre3D an und nutzt visuelle Informationen, die theoretisch sowieso schon vorliegen – die Straßen sind bereits in 360°-Fotografien festgehalten, maschinelles Lernen erkennt mittlerweile vollautomatisch u. a. Bäume, Straßenlaternen und verschiedene Oberflächenbeläge und durch die auf den Fahrzeugen montierten Laserscanner, welche die Umgebung zusätzlich als Punktwolken deuten, sind die Abstände genauestens messbar. Auftrag des Fraunhofer IGD





ist die Entwicklung eines Tools, das diese Unmengen an Daten zusammenführt und für den Planer einfach und intuitiv nutzbar ist. Pro Tag kommen rund 500 Gigabyte Daten zusammen, die verarbeitet werden wollen. Dafür wird die Rechenkapazität der Open Telekom Cloud genutzt, um die Datenmengen zu verkleinern und die für die dreidimensionale Darstellung wichtigen Informationen herauszufiltern. Die Datenaufbereitung bildet die Grundlage, damit Fibre3D eine in Echtzeit aufbereitete Visualisierung im Web gewährleisten kann.

### **Virtuelle Ortsbegehungen sparen Zeit und Kosten**

In Fibre3D wird ein transparentes 3D-Modell des Netzverteilers in die Panoramabilder eingebildet, um darzustellen, wo der Verteiler aufgestellt werden soll. Das Modell kann beliebig verschoben werden, bis der Planer den optimalen Standort definiert hat und hieraus automatisiert die Genehmigungsunterlagen mit einem Vorher/Nachher-Vergleich der Straßensituation generiert. Nicht nur die Planer, auch die zuständigen Behörden können sich das Vorgehen durch diese Visualisierung besser vorstellen. Dies führt zu weniger Nachfragen, einer zügigen Genehmigung und letztendlich zu einem schnelleren Glasfaserausbau in Deutschland. Künftig sind weitere Anwendungsfälle im Rahmen der Glasfaserplanung mit Fibre3D vorstellbar, zum Beispiel virtuelle Trassenbegehungen. ■





# MEHR DATEN – BESSERE ERNTE

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ HILFT DER LANDWIRTSCHAFT

Riesige Felder und alle paar Tage neue Satellitenbilder – das bedeutet Unmengen von Daten. Landwirte brauchen Systeme, mit denen sie diese schnell auswerten können. Darum ging es im EU-Projekt DataBio, das im Dezember 2019 nach drei Jahren zu Ende gegangen ist. Künstliche Intelligenz soll Erträge und die Nachhaltigkeit in der Agrar-, Fisch- und Forstwirtschaft steigern. Am Fraunhofer IGD in Darmstadt lag der Fokus auf der Landwirtschaft. »Alle drei Säulen des Projekts haben gemeinsam, dass zahlreiche Datenquellen kombiniert werden«, sagt Ivo Senner von der Abteilung »Geoinformationsmanagement«. So lassen sich Korrelationen zwischen den Daten erkennen und nutzen.

»Gerade bei großen Flächen ist es schwer, Fremdpflanzen oder Umweltschäden zu erkennen«, erläutert der Informatiker. »Das macht es zum Beispiel kompliziert, Ernteverluste zu beziffern, um Entschädigungen zu beantragen.« Im Idealfall könnten mit den neuen Systemen sehr kleine Bereiche bewertet werden. Außerdem sollen in der gemeinsamen Agrarpolitik der EU diejenigen Verfahren unterstützt werden, mit denen sich Anträge prüfen lassen. So werden beispielsweise – statt der bisher stichprobenartigen Prüfung – flächendeckende Plausibilitätsprüfungen möglich.

Die Lösung: Integration effizienter Verfahren aus dem Bereich der künstlichen neuronalen Netze. »Künstliche neuronale Netze sind Computersysteme, die den Aufbau des Gehirns aus Neuronen nachbilden. Und genau wie das Gehirn können diese Computersysteme lernen: Je öfter sie bestimmte Signale erhalten, desto genauer können sie Bilder oder Muster erkennen.« Alle ein bis zwei Wochen liefern Satelliten neue Messwerte oder Bilder – riesige Datenmengen, welche die künstliche Intelligenz zügig auszuwerten vermag.

Im Projekt DataBio kooperierten 48 Partner aus 17 Ländern, darunter Forschungseinrichtungen, Landwirtschaftsbetriebe und IT-Unternehmen. Zum Teil werden die Ergebnisse bereits angewendet bzw. auf Praxistauglichkeit überprüft, etwa in einem Pilotprojekt in Griechenland. Es laufen bereits Gespräche zu potenziellen Folgeprojekten, in denen auch die Forstwirtschaft genauer betrachtet werden soll. Hier könnten die entwickelten Methoden beispielsweise dabei unterstützen, die Waldgesundheit zu überwachen.





[www.fh-igd.de/DigitaleStadt](http://www.fh-igd.de/DigitaleStadt)

## WAS WÄRE, WENN ... VISUALISIERUNGEN UNTERSTÜTZEN EINE EFFIZIENTE STADTPLANUNG

Planungsprozesse beschleunigen, Sachverhalte digital und visuell aufbereiten, alle Beteiligten unkompliziert an einen Tisch holen – das ist Stadtplanung in Zeiten der »Smart City«. Partizipative Planung ist das alles entscheidende Stichwort. Grundlage ist eine einheitliche Datenbasis und ein gemeinsames Verständnis dessen, was entstehen soll. Das Fraunhofer IGD entwickelt Systeme zur digitalen Stadtplanung. Zwei davon können nun nach Pilotphasen und Praxistests in Kommunen eingesetzt werden.

Bei zeitgemäßer Stadtplanung gehören »alle an einen Tisch«: Planer, Architekten, Politiker, Anwohner – alle stellen sich den Bau einer neuen Straße oder eines neuen Stadtteils unterschiedlich vor. Ist ein Entwurf fertig, gilt es, diesen zu prüfen und transparent zu kommunizieren. Dafür ist es wichtig, alle zur Verfügung stehenden Geoinformationen einzubeziehen und die Hürde der Datenheterogenität zu überwinden.

### Neues Leben für historische Innenstädte

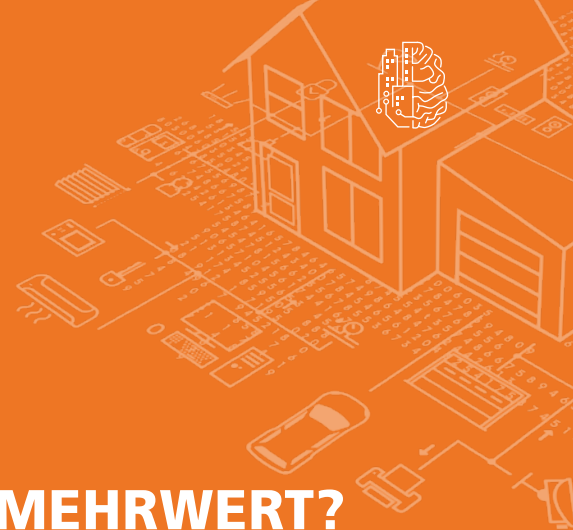
Gerade in ländlicheren Gebieten sind alte Ortskerne vom Zerfall bedroht – durch sinkende Einwohnerzahlen, den demografischen Wandel und die Erschließung neuer Wohn- und Industrieflächen am Stadtrand. Um ländliche Ortskerne wirksam zu reaktivieren, Altstädte zu erhalten und strukturell aufzuwerten, müssen Stadtplaner nachhaltige Ideen entwickeln. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts »AktVis« hat das Fraunhofer IGD eine interaktive 3D-Webanwendung entwickelt, die Architekten, Politik, Immobilieneigentümer und Anwohner einlädt, Ideen zur Zukunftsgestaltung auszutauschen. Die WebGIS-Anwendung bereitet die vielfältigen Geodaten einheitlich auf und überwindet die Problematik heterogener Daten und aufwendiger Konvertierungen, der herkömmliche Systeme häufig unterliegen. Durch die homogene Datenbasis entsteht eine realitätsgetreue Ansicht von Gebäuden und Straßenzügen, sodass alle Beteiligten über ein einheitliches Bild

der Planungen verfügen. Die integrierte Wirtschaftlichkeits- und Baurechtsprüfung ermöglicht es, Ideen in Planungsworkshops und Beteiligungsverfahren direkt auf ihre Machbarkeit zu prüfen.

### Berührungängste mit neuen Technologien überwinden

Virtual Reality und Augmented Reality lassen sich gewinnbringend einsetzen, um bestehende Methoden der Beteiligung zu erweitern. Um Berührungängste mit den neuen Technologien abzubauen, hat eine Forschergruppe in Österreich unter Beteiligung von Fraunhofer Austria einen Leitfaden für Kommunen entwickelt. Er klärt praxisorientiert über die notwendigen Voraussetzungen auf, wenn VR- oder AR-Anwendungen integriert werden sollen, und unterstützt durch realistische Aufwandschätzungen aktiv bei deren Einführung. Entstanden ist der Leitfaden im Zuge des Projekts »VR-Planning – we're planning«, gefördert vom österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Programm »Mobilität der Zukunft«. VR-Planning hat eine Simulationssoftware für Planungsprojekte entwickelt. Die funktionstüchtigen Prototypen der VR- und AR-Anwendungen machen Straßen- und Gebäudegestaltungen mithilfe einer VR-Brille oder eines Tablets intuitiv erlebbar und schaffen damit ein besseres räumliches Verständnis – die Grundlage für gelungene partizipative Planung. Bereits in der Anwendung können die Nutzerinnen und Nutzer an Befragungen teilnehmen und Feedback zu den virtuellen Plänen abgeben. ■





## SMART HOMES: TEURER SCHNICKSCHNACK OHNE MEHRWERT?

### IST MEIN SMART HOME NOCH NUTZBAR, WENN DAS INTERNET AUSFÄLLT?

Tatsächlich funktionieren viele smarte Systeme und Assistenten nur bei bestehender Internetverbindung. So kann es mit den auf dem Markt erhältlichen Systemen passieren, dass Sie Ihre eigene Wohnung nicht mehr betreten können, wenn die Internetverbindung zu Ihrem Türschloss unterbrochen ist. Die Systeme brauchen oft die Rechenleistung der Server im Netz, aber auch die Hersteller sind an den Daten interessiert. Wir am Fraunhofer IGD entwickeln jedoch Systeme, welche autark funktionieren, den Datenschutz beachten und eine lokale Verarbeitung und Speicherung der Daten anbieten.

### KANN MAN DURCH SMART-HOME-TECHNOLOGIEN AUSSPIONIERT WERDEN?

Die Gefahr ist grundsätzlich immer präsent, und Nutzer sollten sich über ihre Geräte informieren. Brauche ich den Staubsaugroboter, der Bilder meiner Wohnung aufnimmt? Oder reicht mir einer, der seine Wege randomisiert zurücklegt? Muss so ein Staubsauger überhaupt online sein? Am Nationalen Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE in Darmstadt wird seit 2020 aktiv an einem smarten, aber sicheren Zuhause geforscht. Bis dahin hilft vor allem: das Heimnetzwerk sicher halten und vertrauliche Daten im Vertraulichen belassen.

### FRESSEN SMART-HOME-GADGETS NICHT RUND UM DIE UHR STROM, AUCH BEI NICHTNUTZUNG?

Auch wenn Stand-by-Technologien wie am Fernseher heute wesentlich effizienter arbeiten als früher, lohnt sich bei den Geräten weiterhin ein Blick auf den Verbrauch. Auch wenn die einzelnen Geräte sparsamer sind, haben wir immer mehr davon in unserem Zuhause. Die größten Stromfresser sind oft smarte Lautsprecher mit Bildschirmen oder gar Zwischenstecker. Eine über Funk schaltbare Steckdose kann im Jahr schnell Stromkosten von bis zu 7 Euro verursachen. Bei unseren Entwicklungen liegt uns der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen am Herzen: Elektrische Feldsensoren misst völlig passiv, inwiefern der Mensch eine Änderung des elektrischen Felds seiner Umwelt verursacht.

### NIMMT MAN ÄLTEREN PERSONEN DAS RECHT, SELBSTBESTIMMT ZU LEBEN?

Die von uns entwickelten Assistenzsysteme sollen ältere Personen unterstützen, aber sie niemals bevormunden. Smart-Home-Bewohner haben Zugang zu einem Schalter, über den sie unsere Systeme jederzeit abstellen oder vom Internet trennen können. Dieses Wissen beruhigt viele Nutzerinnen und Nutzer, aber natürlich soll im Alarmfall schnell Hilfe geholt werden. Dazu ist es unvermeidlich, Informationen nach außen zu geben. Eine Person, die nach einer Herzattacke am Boden liegt, denkt in diesem Moment nicht über ein selbstbestimmtes Leben nach, sondern hofft auf Hilfe. Eine intelligente Alarmpalette erfolgt zunächst in der eigenen Wohnung, und der Nutzer / die Nutzerin kann eine Weitergabe von Alarmmeldungen aktiv unterbrechen.



# NEUE FORM DES ZUSAMMENLEBENS

In Halle-Neustadt entsteht derzeit mit dem Projekt »Zusammenleben 4.0« ein ganzes Wohnviertel, das Smart Living konsequent umsetzt.

Günstig, attraktiv und sozial – so wünschen sich die meisten Menschen ihre Wohnumgebung. Gerade in Städten spitzen sich jedoch die Verhältnisse zu, oft sind Abstriche zu machen: Gute Lage und öffentliche Anbindung schlagen sich spätestens im Geldbeutel nieder. In Halle vertraut man nun modernsten Smart-Living-Konzepten, die mit wenig Aufwand die Wohnqualität eines ganzen Quartiers erhöhen können.

Dass das Projekt in Halle-Neustadt entsteht, ist kein Zufall: Die Bevölkerung Sachsen-Anhalts war im Jahr 2016 mit durchschnittlich 47,5 Jahren die älteste im Vergleich der Bundesländer. Nachdem zunächst als Future Lab eine Modellwohnung mit smarten Technologien ausgestattet wurde, soll nun die Fraunhofer-Allianz »Ambient Assisted Living« federführend mit dem halleischen Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS ein ganzes Quartier entwickeln – »Zusammenleben 4.0« kommt insbesondere den Bedürfnissen älterer Personen entgegen, ermöglicht aber auch Menschen mit körperlichen Einschränkungen, selbstbestimmt zu leben. So erkennen die dortigen Wohnungen gefährliche Situationen wie Stürze oder Anomalien in den Vitaldaten ihrer Bewohnerinnen und Bewohner. Je nach Bedarf lassen sich die telemedizinischen Features jederzeit an- oder ausschalten. Darüber hinaus unterstützen die Smart Homes den Alltag unaufdringlich durch automatische Licht- oder Rollladenschaltung.

Das neue Quartier richtet sich aber nicht nur an Seniorinnen, Senioren und Pflegebedürftige. Die rund 4000 umgebauten Wohnungen im neuen Quartier richten sich auch an Familien und junge Singles, die ebenfalls von den Komfortfunktionen einer smarten Umgebung profitieren. Als Begegnungsstätte ist im Zentrum der Siedlung bereits eine Sportanlage geplant, denn die große Vision ist ein smartes Zusammenleben: Fahrtrouen werden zusammengelegt, die Pflegelogistik wird optimiert, und Angebote wie Urban Gardening bringen Jung und Alt zusammen. ■

[www.fh-igd.de/SmartLiving](http://www.fh-igd.de/SmartLiving)





# CYBERSICHERHEIT

## NEUE ÄRA DER CYBERSICHERHEIT

**Aus CRISP wird ATHENE: das »Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit« benannt nach der Schutzherrin der Wissenschaft.**

Das Fraunhofer IGD als Mitwirkender von ATHENE beschäftigt sich mit Cybersicherheit und Privatsphärenschutz – methodisch aufgesetzt auf Kompetenzen und Ansätzen der Computer Vision und Visual Analytics, also etwa Biometrie oder der visuellen Analyse von Daten mit Cybersicherheitsbezug. Das Institut ist auf diesem Themenfeld ausgewiesen wie keine andere Forschungseinrichtung in Deutschland und Europa.

In einem bisher einzigartigen und innovativen Kooperationsmodell von universitärer und außeruniversitärer Forschung agiert ATHENE zum Wohl von Wirtschaft, Gesellschaft und Staat und setzt Impulse in der Wissenschaft. Das Forschungszentrum arbeitet agil und effizient und kann so auch kurzfristig auf neue Herausforderungen und veränderte Bedrohungslagen reagieren.



# DATENSCHUTZPROBLEME BEI BIG DATA UND SCHWACHSTELLEN IN DER BIOMETRIE

Chancen und Risiken liegen in der digitalen Welt eng beieinander. Wer online ist, ist angreifbar. Je komplexer die Strukturen sind, desto verletzlicher zeigen sie sich auch. Es ist Aufgabe der Cybersicherheitsforschung, Risiken zu minimieren, um die Chancen besser nutzen zu können. Zwei Forschungsprojekte dazu stellen wir Ihnen hier vor.

## In Zeiten von Big Data: Datenschutzprobleme sichtbar machen

Sinnvoll genutzte Daten können einen hohen Wert für Wirtschaft und Gesellschaft haben. Während Onlinediensteanbieter wie Facebook, Microsoft und Google bereits Milliarden mit ihren Diensten verdienen, steigen immer mehr Unternehmen in dieses vielversprechende Geschäft ein: Sie sammeln, verarbeiten und verkaufen Daten. Neben dem hohen wirtschaftlichen Wert von Daten für heutige Unternehmen lassen sich auch hohe gesellschaftliche Vorteile erzielen, wenn verschiedene Datenstichproben miteinander kombiniert sowie analysiert werden. Diese potenziellen Vorteile für die Wirtschaft und Gesellschaft bergen jedoch ein Risiko: Der Datenschutz des Einzelnen ist erheblich gefährdet. Der jüngste Skandal stellt ein passendes Beispiel dar. Eine Facebook-App hat Millionen von Benutzerdaten mit dem britischen Unternehmen Cambridge Analytica geteilt und auf diese Weise die Privatsphäre von Millionen von Benutzern gefährdet.

Die ATHENE-Forscherinnen und -Forscher zielen darauf ab, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen datengestützter Wertschöpfung und dem Schutz der Nutzerdaten zu erreichen. Hierzu setzen sie auf Techniken, die den Datenschutz in Informations- und Kommunikationssystemen so weit wie möglich fördern und durchsetzen, zumindest aber unterstützen.

In diesem Zusammenhang arbeiten ATHENE-Forscher des Fraunhofer IGD daran, kritische Aspekte der Datenanalyse und des Datenschutzes zu visualisieren. Sie verdeutlichen Entwicklern und Analysten von Datenanalyse-Software, wo Schwachstellen im Datenanalyseprozess stecken und zeigen auf, welche Risiken

mit der kombinierten Nutzung unterschiedlicher Datenquellen verbunden sind. Und der Endnutzer profitiert von dieser Visualisierung, weil er Auswirkungen auf seine Privatsphäre zu erkennen vermag – einschließlich möglicher Gegenmaßnahmen.

## Biometrische Passbilder zukünftig sicherer

Das biometrische Passbild ist seit dem 1. November 2010 in Deutschland Pflicht und wird für den Personalausweis, Führerschein und elektronischen Reisepass benötigt und soll eine individuelle Gesichtserkennung gewährleisten.

Doch nicht alle biometrischen Proben eignen sich gleichermaßen dafür, Personen automatisiert zu erkennen. Fotos mit geringer Qualität führen noch zu häufig zu Erkennungsfehlern – eine Schwachstelle, die auch Kriminelle fürs Gesichtsmorphing nutzen, wenn zwei Gesichter zu einem verschmelzen. ATHENE-Forscher am Fraunhofer IGD befassen sich daher mit Methoden, um die Qualität vorgelegter Gesichtsbilder zu bewerten.

Bislang gelten für biometrische Passfotos lediglich Anforderungen an den Aufnahmeprozess – es geht um den Bildhintergrund, Gesichtsausdruck, die Pose und um erlaubte Accessoires. Zukünftig soll anhand von Metriken vorhergesagt werden, ob sich die vorgelegten Bilder für die automatisierte Gesichtserkennung eignen, um Bilder mit geringer Qualität ausfindig zu machen. Viele Sicherheitsanwendungen können davon profitieren, wenn Methoden zur Qualitätsbewertung von Gesichtsbildern entwickelt werden, zum Beispiel automatisierte Grenzkontrollsysteme und das europäische Einreise-/Ausreisensystem. ■



# UNTERWASSERTECHNOLOGIE



## SUBSEA@FRAUNHOFER

Bei der Entwicklung zukunftsweisender Meerestechnik stößt eine Forschungsdisziplin allein schnell an ihre Grenzen. Deshalb haben sich 13 Fraunhofer-Institute und Fraunhofer-Einrichtungen 2016 zum Kompetenznetzwerk »Subsea@Fraunhofer« zusammengeschlossen. Gemeinsam arbeiten Experten aus IT, Materialwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Elektronik, Sensortechnik, Energietechnik, Robotik, Aquakultur sowie Automatisierungs- und Systemtechnik an neuen Lösungen für eine verträglichere Nutzung der Meere – ein europaweit einzigartiger Forschungsverbund der Unterwassertechnik. Auf der »Digital Ocean Convention Rostock« 2019 überreichte das Netzwerk der Politik das Positionspapier »Smart Ocean Technologies – Lösungen für eine verantwortungsvolle Nutzung der Meere«. Darin werden die Potenziale der interdisziplinären Subsea-Forschung für Industrie- und Forschungsprojekte aufgeführt, aber auch eindeutige Handlungsempfehlungen zur Forschungsförderung und zur Einführung internationaler Standards formuliert.

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





# DIGITALE TECHNOLOGIEN ERSETZEN AUGEN UND OHREN UNTER WASSER

Das Fraunhofer IGD entwickelt am Standort Rostock seit Jahren zukunftsweisende digitale Unterwassertechnologien, die eine verträgliche und nachhaltige Nutzung der Meere ein gutes Stück voranbringen. Zwei Beispiele.

Möchte man unbekannte Welten erkunden, spielen die Augen eine wichtige Rolle. Herkömmliche Kameras als »künstliche Augen« sind unter Wasser wenig hilfreich, denn durch aufgewirbelte Sedimente und die Streuung des Lichts ist rein optisch wenig zu erkennen. Eine intelligente Kamera hilft: Sie verbessert die Unterwasseraufnahmen in Echtzeit, indem sie Trübe, Unschärfe und Dämpfung des Lichts herausrechnet. Auf Tauchgängen von Unterwasserfahrzeugen sorgt sie so für klarere Sicht. Spezielle Algorithmen detektieren dank künstlicher Intelligenz eigenständig Objekte und senden die bereits optimierte Ansicht sowie weitere Informationen live an den Operator des Unterwasserroboters. Die Aufnahmen dienen also nicht nur dazu, den Tauchgang im Nachgang zu analysieren, sondern helfen auch dabei, während des Tauchgangs über die nächsten Schritte zuverlässiger entscheiden zu können.

Um sich in neuen Welten zurechtzufinden, kann auch ein Blick auf deren Bewohner hilfreich sein: Wie schaffen diese es, sich zu orientieren? Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IGD folgen im Projekt »Akustisches Auge« dem Beispiel der Delfine und übertragen deren Art der Signalverarbeitung auf ein System zur akustischen 3D-Bildgebung und 3D-Vermessung. Für Wissenschaftler oder auch Mitarbeiter verschiedener Firmen heißt das: Wenn sie ein Unterwasserfahrzeug über den Meeresboden steuern, dann können sie über eine Datenbrille sehen, wie der Meeresboden beschaffen ist – teilweise sogar unterhalb der sichtbaren Oberfläche. Auf diese Weise können sie Schiffswracks schnell detektieren, verlegte Kabel oder Pipelines inspizieren oder natürliche Manganvorkommen sondieren, und das mit minimalstem Eingriff in die Natur. ■



# UNTERWASSERTECHNOLOGIE

## WOFÜR BRAUCHEN WIR DAS EIGENTLICH?

Fische, Korallen und Co. müssen vor dem Eingreifen des Menschen geschützt werden. Dessen Eingriff und die Nutzung der Ozeane ist aber in vielerlei Hinsicht notwendig und wird auch zukünftig zunehmen. Dieser Spagat zwischen Nutzung und Schutz lässt sich nur mit Forschung und Entwicklung neuer Technologien meistern.

Über die Tiefe der Ozeane ist weniger bekannt als über die Rückseite des Mondes und des Mars. Und doch nutzen wir die Meere bereits vielseitig: Sie dienen als Transportweg, ermöglichen über am Meeresboden verlegte Glasfaserkabel das schnelle Internet, liefern über Aquakulturen Nahrungsmittel und werden in Offshore-Windparks und durch Öl- und Gasplattformen zunehmend auch industriell genutzt. Das Ausmaß dieser Nutzung wird künftig stark steigen. Schließlich stößt das Wachstum an Land zunehmend an seine Grenzen, und zukunftsfähige Lösungen in Sachen Nahrung und Energie für die Weltbevölkerung sind notwendig. Was in diesem Zusammenhang zu fragen ist: Wie kann man die Meeresressourcen verantwortungsvoll wirtschaftlich nutzen und die Meeresumwelt dennoch schützen? Die Antwort: Das ist nur mit fundiertem Wissen möglich und wenn man neueste Technologien einsetzt. Gesellschaft, Politik und Wirtschaft sind gleichermaßen auf die Erkenntnisse der meerestechnischen Forschung angewiesen.

### Herausforderungen unter Wasser

Auf und in den Meeren herrschen raue Bedingungen: Winde und Stürme peitschen über das Wasser, das Salzwasser greift Materialien an, mit zunehmender Tiefe steigt der Druck und vieles mehr. Ozeane fordern den Menschen und dessen

Technik besonders heraus. Soll Technik unter Wasser eingesetzt werden? Dann sind die Herausforderungen noch ungleich höher. So ist beispielsweise die drahtlose Kommunikation unter Wasser nur sehr eingeschränkt möglich. Solcherlei schwierige Bedingungen im Meerwasser machen Praxistests für neue Entwicklungen zwingend notwendig: Lässt sich der Roboter auf dem Meeresboden zuverlässig steuern? Liefern Kameras und andere Sensoren brauchbare Ergebnisse?

Bisher gibt es kaum Möglichkeiten, komplexe Systeme der Unterwassertechnik und deren Zusammenspiel in realen Szenarien zu testen. Strömung, Salzgehalt, Sichtbedingungen und alle weiteren natürlichen Einflüsse im offenen Meer lassen sich in Forschungsbecken und Drucktanks nur bis zu einem bestimmten Grad künstlich herstellen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen sich für Tests unter Realbedingungen daher vielfach auf Forschungsfahrten einmieten – eine aufwendige, teure und zeitintensive Angelegenheit. Kurzum: Um neue Technologien unter realen Bedingungen zu testen und ihre Zuverlässigkeit zu überprüfen, ist ein Unterwassertestfeld unabdingbar – um neue Steuerungseinheiten oder Sensorsysteme für Fahrzeuge zu entwickeln, Bildverbesserungsalgorithmen zu testen oder bewuchsresistente Beschichtungen für Offshore-Anlagen zu erproben. ■





## UNTERWASSERTESTFELD FÜR DIE MEERESTECHNIK

Das Unterwassertestfeld in der Ostsee – »Digital Ocean Lab« (DOL) – will die Lücke in puncto realistischer Testmöglichkeiten neuer Unterwassertechnologien ab 2020 schließen. Ausgehend vom künstlichen Riff vor Nienhagen, das vor 16 Jahren für die Fischereiforschung angelegt wurde, entstehen mehrere Testbereiche für unterschiedliche Szenarien. Dort können Wissenschaftler und Industriekunden unter der Leitung des Fraunhofer IGD künftig verschiedenste Unterwassertechnologien unter realen Bedingungen ausprobieren – seien es Sensoren, um Kabel zu orten, Unterwasserfahrzeuge, um Offshore-Bauwerke zu warten oder Erkennungs- und Bergungssysteme für Munitionsaltlasten. Doch damit nicht genug: Rund um die landseitige Schaltzentrale des neuen Unterwassertestfelds entsteht der »Ocean Technology Campus« (OTC). Auf dem Gelände des Rostocker Fracht- und Fischereihafens schafft er ein produktives Umfeld, auf dem sich Hochtechnologie mit Meerestauglichkeit entwickeln und erproben lässt, und zwar im engen Schulterschluss zwischen Forschung unterschiedlicher Disziplinen und Industrie. Erfolgreicher Technologietransfer soll durch die räumliche Nähe noch besser gelingen und so schneller und erfolgreicher zu Innovationen führen.

Der Startschuss für das einzigartige Großprojekt an der Ostseeküste fiel am 9. August 2019 auf der internationalen Fachveranstaltung »Digital Ocean Convention Rostock«. Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, betonte: »Der Startschuss zum »Ocean Technology Campus« ist ein Meilenstein auf dem Weg zur verantwortungsvollen, nachhaltigen Nutzung der Meere zum Wohle aller.« Das Fraunhofer IGD treibt das Projekt seit sechs Jahren voran und hat sich dazu mit weiteren Fraunhofer-Instituten im Kompetenznetz-

werk »Subsea@Fraunhofer« zusammengetan. In der ersten Jahreshälfte 2020 nimmt bereits eine neue interdisziplinäre Forschungsgruppe ihre Arbeit im Fischereihafen auf, die auf bis zu 25 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wachsen soll. ■

[www.igd-r.de/dol](http://www.igd-r.de/dol)

### 2. DIGITAL OCEAN CONVENTION ROSTOCK

4.–5. November 2020 · HanseMesse Rostock

Zukunftsfeld »digitale Unterwassertechnologie«:  
Was sie braucht, was sie leistet und wo sie zum Einsatz kommt

- Keynotes und Podiumsdiskussionen
- Begleitende Ausstellung mit aktuellen Produkten und Entwicklungen
- Präsentation von Start-ups und Innovationen
- Abendempfang mit Möglichkeit zum Netzwerken

Informationen und Anmeldung: [www.igd-r.de/doc](http://www.igd-r.de/doc)



# DAS INSTITUT

## VISUAL COMPUTING IN DER ANWENDUNG

Das Fraunhofer IGD ist die international führende Einrichtung für angewandte Forschung im Visual Computing. Visual Computing bezeichnet das Zusammenwirken von Computergraphik und Bildverarbeitung. Dabei werden einerseits aus Bildern und Videosequenzen Informationen über den Bildinhalt extrahiert und andererseits aus rechnerinternen Modellen Bilder generiert.







221

Mitarbeiterinnen  
und Mitarbeiter



144	Darmstadt
42	Rostock / Kiel
9	Graz
26	Singapore

5

Standorte



Darmstadt  
Rostock  
Kiel  
Graz  
Singapore

21  
MIO €

Jährliches  
Forschungsvolumen

15  
MIO €

Vertragsforschung

43%

Bund und Länder

57%

Industrie und öffent-  
lich finanzierte  
Forschungsprojekte







## FRAUNHOFER IGD

Mit einer von der Fraunhofer-Gesellschaft in Darmstadt eingerichteten Arbeitsgruppe begann 1987 die Geschichte des Fraunhofer IGD. 1992 folgte mit dem Standort in Rostock eine der ersten Fraunhofer-Einrichtungen in den östlichen Bundesländern. Der 2008 eingerichtete Geschäftsbereich Visual Computing der Fraunhofer Austria in Graz und das 2017 gegründete Fraunhofer Singapore sind direkte Schwestern des Fraunhofer IGD.

Unsere Mission ist es, Menschen im Zeitalter der Digitalisierung kontinuierlich darin zu befähigen, immer komplexere Computersysteme und steigende Datenmengen zu beherrschen.

Hierfür bauen wir unseren Technologievorsprung im Visual Computing zum Nutzen von Mensch, Gesellschaft und Wirtschaft stetig aus. Die Anwendungsmöglichkeiten erstrecken sich von der digitalisierten Arbeitswelt über die individualisierte Gesundheit bis hin zur intelligenten Stadt – den drei anwendungsbezogenen Leitthemen unseres Instituts.

In der Zukunft stellen wir unseren Kunden die von uns entwickelten Basistechnologien auch über unsere cloudfähige Plattform »Visual Computing as a Service« (VCaaS) zur Verfügung. ■

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

## KURATORIUM

Das Kuratorium eines Fraunhofer-Instituts ist Beratungs- und zugleich Kontrollgremium. Es setzt sich aus einer Reihe namhafter Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen.

### Vorsitzender

Dr. Kai Beckmann	Merck KGaA	Darmstadt
------------------	------------	-----------

### Mitglieder

Michael Astor	Prognos AG	Basel
---------------	------------	-------

Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam	TU Darmstadt	Darmstadt
-----------------------------	--------------	-----------

Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Klein	Universität Bonn	Bonn
------------------------------------	------------------	------

Prof. Dr. Stefanie Lindstaedt	Know-Center GmbH	Graz
-------------------------------	------------------	------

Dipl.-Oz. Petra Mahnke	Gesellschaft für Maritime Technik e.V.	Hamburg
------------------------	--	---------

MinR'in Dr. Ulrike Mattig	Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst	Wiesbaden
---------------------------	---	-----------

Dr. Torsten Niederdränk	Siemens AG	Erlangen
-------------------------	------------	----------

Prof. Dr. Albert Remke	52° North GmbH	Münster
------------------------	----------------	---------

Prof. Dr. Bernt Schiele	Max-Planck-Institut für Informatik	Saarbrücken
-------------------------	------------------------------------	-------------

Prof. Dr.-Ing. habil. Heidrun Schumann	Universität Rostock	Rostock
--	---------------------	---------



## WISSENSCHAFTLICHE EXZELLENZ

Die zahlreichen Publikationen, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IGD auch 2019 wieder veröffentlicht haben, beweisen die exzellente Forschung unseres Instituts. Jedes Jahr prämiert eine unabhängige Jury aus externen Wissenschaftlern die besten Veröffentlichungen auf dem Computer Graphik Abend. Einen kleinen Auszug haben wir Ihnen auf dieser Seite zusammengestellt.

---

### Promotionen

---

#### Jian Cui

»Mid-Air Hand Interaction with Optical Tracking for 3D Modelling«

#### Johannes Edelsbrunner

»Domain Specific Methods for Procedural Modeling of Historical Architecture«

#### Roman Getto

»Parametric Procedural Models for 3D Object Retrieval, Classification and Parameterization«

#### Ngoc Anh Huynh

»Frequency Analysis and Online Learning in Malware Detection«

#### Ma Jingting

»Self-Learning Shape Recognition in Medical Images«

#### Andreas Riffnaller-Schiefer

»A Subdivision Approach to Isogeometric Analysis – Analysis, Design and Simulation«

#### Ahmed Rabee Ahmed Sadik

»Worker-Robot Cooperation and Integration into the Manufacturing Workcell via the Holonic Control Architecture«

#### Martin Radolko

»Change Detection in Combination with Spatial Models and its Effectiveness on Underwater Scenarios«

#### Folker Wientapper

»Optimal Spatial Registration of SLAM for Augmented Reality«

---

### Best Paper

---

#### Alan Brunton, Can Ates Arikan, Tejas Madan Tanksale, Philipp Urban

»3D Printing Spatially Varying Color and Translucency«

#### Simon Meister, Junhwa Hur, Stefan Roth

»UnFlow: Unsupervised Learning of Optical Flow with a Bidirectional Census Loss«

#### Naser Damer, Yaza Wainakh, Viola Boller, Sven von den Berken, Philipp Terhörst, Andreas Braun, Arjan Kuijper

»CrazyFaces: Unassisted Circumvention of Watchlist Face Identification«

---

### Best Thesis

---

Auszeichnung für Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten aus dem Visual-Computing-Cluster

#### Daniel Ströter

»Tetrahedral Mesh Processing and Data Structures for Adaptive Volumetric Mesh Booleans on GPUs«

#### Yousif Hashisho

»Underwater Image Enhancement using Autoencoders«

#### Fadi Boutros

»Reducing Ethnic Bias of Face Recognition by Ethnic Augmentation«



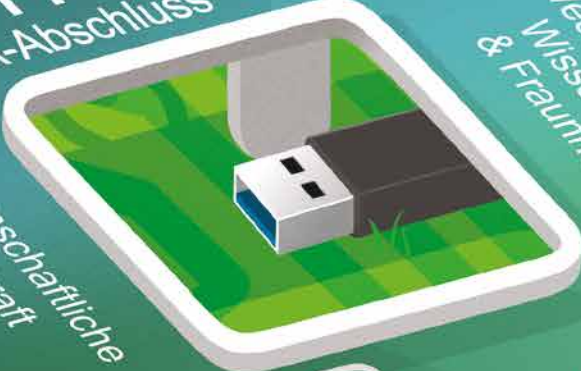
# KARRIEREWEGE

## HOCHSCHULEN

BA-Abschluss

MA-Abschluss

Wissenschaftliche  
Hilfskraft



Wechsel zwischen  
Wissenschaft  
& Fraunhofer

Promotion

Professur



Ausgründung

## FRAUNHOFER

Masterarbeit

Dissertation

Leitungsfunktion

Wechsel in  
die Wirtschaft



## WIRTSCHAFT

Unternehmen

Start-ups





*»Wir wollten die Lücken in unserer eigenen Technologie mit Schnittstellen schließen. Die Verzahnung mit Fraunhofer ist sehr eng und marktorientiert und bringt beiden Seiten nur Vorteile.«  
Dominik Ewald (M.) mit seinem Mitgründer und CEO Chaitanya Dhumasker (r.) und CTO Jan Apel (l.)*

## GELUNGENER WISSENSTRANSFER TECHNOLOGIEAUSGRÜNDUNG DES FRAUNHOFER IGD

Eine der Hauptaufgaben der Fraunhofer-Gesellschaft ist es laut ihrer eigenen Satzung, »für die praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu sorgen und Kräfte der angewandten Forschung und der Praxis zusammenzuführen«. Um das zu erreichen, gibt es zahlreiche Unterstützungsmaßnahmen für Unternehmen und Start-ups, die Fraunhofer-Technologien an den Markt bringen. Eine Möglichkeit ist ein sogenannter Tandem – Forschungsabteilung und Firma schließen sich zusammen und bringen gemeinsam ein Thema voran.

Im Fall der Monitorfish GmbH und der Abteilung »Maritime Graphics« am Rostocker Standort des Fraunhofer IGD lag das gemeinsame Thema auf der Hand, besser gesagt im Wasser: Fische. Anfang 2017 als Start-up selbst erst an den Markt gegangen, suchten die Gründer aus Berlin bei »Startup meets Fraunhofer« Ende 2017 nach Verbündeten bei ihrer Mission für mehr Fischgesundheit in Aquakulturen. Was läge da näher als ein Fraunhofer-Standort an der Küste? In Rostock beschäftigen sich die Forschenden seit Langem mit der Verarbeitung und Verbesserung von Unterwasserbildern – ein entscheidender Punkt beim effektiven Umweltmonitoring, wie Dominik Ewald weiß, CTO bei Monitorfish GmbH: »Ich habe mich in meiner Karriere viel mit Lebensmittelkreisläufen und Aquakulturen beschäftigt. Ein wirksames Monitoringsystem ist das, was im Bereich der Aquakulturen noch fehlt.« Gesagt – getan. Im April 2018 konnte das Tandem beim gemeinsamen Pitch überzeugen und wurde als Sieger der Fraunhofer Demo-Days mit 70 000 Euro Projektbudget belohnt. Das gemeinsame Projekt »Optofish« war geboren: Es erfasst und analysiert den Bestand, die Gesundheit

und Lebensumgebung von Fischen in Echtzeit. Möglich machen das Algorithmen der künstlichen Intelligenz, die Unterwasser-aufnahmen semantisch Tierwohl-daten zuordnen, sodass Fisch-züchter mithilfe einer Software die Gesundheit ihrer Bestände überwachen können und rechtzeitig gegenzusteuern vermögen. Das führt zu mehr Tiergesundheit und letztlich einer wirtschaftlicheren Betreuung. Der Fraunhofer Technologie-Transfer Fonds (FTTF) unterstützte die Idee ebenfalls und sorgte dafür, dass die Zusammenarbeit bereits in die zweite Runde geht.

Im Sommer 2019 startete das gemeinsame Folgeprojekt »Internet of Aquaculture«, das die Marktentwicklung der Tracking- und Bildanalysetechnologie einen weiteren Schritt nach vorne bringen und die Vision der Rettung von Aquakulturen Wirklichkeit werden lassen soll. »Wir haben bereits erste Ideen, unsere Plattformlösung auf andere Livestock-Systeme zu übertragen. Auch im internationalen Markt laufen erste Kooperationen an«, freut sich Ewald. ■





»Von Fraunhofer gefördert und unterstützt zu werden, war für unseren heutigen Erfolg essenziell.«  
Friedrich Lämmel

WAS WURDE EIGENTLICH AUS ...?

## MHEALTH PIONEERS GMBH

2017 ging aus einer Forschergruppe am Rostocker Standort des Fraunhofer IGD ein Berliner Spezialist für digitale Gesundheitsdaten hervor: Die mHealth Pioneers GmbH verfügt inzwischen über zehn Mitarbeiter – Tendenz stark steigend. Ihre Mission: Gesundheit zu Hause mit simplen technischen Geräten wie Smartphones, Wearables und vernetzten Medizinprodukten einfach messbar machen. Die Daten-Engine »Thryve« bildet dabei die Grundlage. »Auch wenn sich unser ursprünglicher Use Case inzwischen deutlich weiterentwickelt hat, war gerade auf dem sehr regulierten und anspruchsvollen Gesundheitsmarkt der große Name »Fraunhofer« in unserem Rücken entscheidend dafür, dass der Spin-off erfolgreich gestartet ist«, so CEO und ehemaliger Fraunhofer-Mitarbeiter Friedrich Lämmel. Die mHealth Pioneers GmbH plant 2020, das bisherige Wachstum fortzusetzen, indem sie ihren europaweiten Kundenstamm ausdehnt, klinische Studien in sechs verschiedenen Krankheitsbereichen aufstellt und gemeinsam mit Pharmaunternehmen die Entwicklung von Medikamenten unterstützt. ■

[www.fh-igd.de/SpinOffs](http://www.fh-igd.de/SpinOffs)



# VERNETZUNG

Ambient Assisted Living

Big Data und  
künstliche Intelligenz

Generative  
Fertigung

Numerische Simulation von  
Produkten und Prozessen

## FRAUNHOFER-ALLIANZEN

Institute mit unterschiedlichen Kompetenzen kooperieren in Fraunhofer-Allianzen, um ein Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten.

## Fraunhofer-Verbund

Im Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie treten fachlich verwandte Institute aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien gemeinsam am Forschungs- und Entwicklungsmarkt auf.

## Fraunhofer-Kompetenznetzwerk

Experten aus IT, Material- und Ingenieurwissenschaften, Elektronik, Sensor- und Energietechnik, Robotik, Aquakultur sowie Automatisierungs- und Systemtechnik arbeiten bei »Subsea@Fraunhofer« an neuen Lösungen für eine verträglichere Nutzung der Meere.



# ENG VERNETZT

Exzellente Forschung erfüllt dann ihre gesellschaftliche Aufgabe, wenn Ergebnisse und Erkenntnisse Wirtschaft und Politik zugänglich gemacht werden. Das Fraunhofer IGD engagiert sich in Netzwerken und Verbänden der unterschiedlichsten Themen, berät, gibt Input, streckt aber auch selbst die Fühler nach immer neuen Anregungen und Anforderungen aus. Auch innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft werden bestimmte Themen und Technologiefelder interdisziplinär über mehrere Institute und Einrichtungen hinweg bearbeitet, um einen noch passgenaueren Output zu generieren.

[www.fh-igd.de/Netzwerke](http://www.fh-igd.de/Netzwerke)

## NETZWERKE

### Standardisierung

Khronos  
Web3D  
ProSTEP iVIP

### Mecklenburg-Vorpommern

IT-Initiative MV  
Logistik-Initiative MV

### Maritime Wirtschaft

Maritimes Cluster Norddeutschland  
Subsea Monitoring Network  
Gesellschaft für Maritime Technik  
Center of Maritime Technologies  
Ausschuss Maritime Wirtschaft der IHK  
Forum 3D maritim  
E-Boot 4.0

### IT-Sicherheit

Competence Center for Applied Security Technology (CAST)  
TeleTrusT – Bundesverband IT-Sicherheit

### European Institute of Innovation and Technology (EIT)

EIT-Digital  
EIT-Health

### Biometrie

DIN-Arbeitsausschuss »Biometrie«  
European Association for Biometrics (EAB)

### BITKOM

### TDWI e.V.

### Geoinformationen

Open Geospatial Consortium (OGC)  
Deutscher Dachverband für Geoinformation (DDGI)  
AK 3D-Stadtmodelle  
InGeoForum

### Additive Manufacturing

ProSTEP AMI  
ZIM-Netzwerk MUPAM

# 2019 FRAUNHOFER IN ZAHLEN

Über  
**28 000**

Mitarbeiterinnen  
und Mitarbeiter



**74**

Institute und Forschungseinrichtungen



**2,8**  
MRD €

Jährliches  
Forschungsvolumen

**2,3**  
MRD €

Vertragsforschung



**30 %**

Bund und Länder



**70 %**

Industrie und öffent-  
lich finanzierte  
Forschungsprojekte







## 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 ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 74 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 2,3 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. 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 Deutschlands und 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.

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. ■

### FRAUNHOFER-VORSTAND

Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer

Prof. Dr. Ralf Boris Wehrspohn

Prof. Dr. Alexander Kurz

Dipl.-Kfm. Andreas Meuer

### FRAUNHOFER IGD

Institutsbetreuer Dr.-Ing. Johannes Nowak

# WAS WIR FÜR SIE LEISTEN

Mit unseren Kompetenzen im angewandten Visual Computing unterstützen wir Kunden aus Industrie, Wirtschaft und Behörden. Visual Computing bietet Visualisierungs- und Simulationstechnologien für ein sehr breites Feld von Anwendungen.

Überall, wo Sie moderne Computertechnologien einsetzen, finden sich Einsatzgebiete des Visual Computings und somit unterstützende Lösungen, um dem stark visuell orientierten Menschen die Arbeit zu erleichtern. Insbesondere wenn es darum geht, schnelle ingenieurtechnische oder ästhetische Entscheidungen zu treffen, können Sie Ihre Arbeit mit angepassten Visual-Computing-Lösungen qualitativ und quantitativ weiter verbessern. Das Fraunhofer IGD und seine Partner bieten ihren Kunden zahlreiche Serviceleistungen rund um die Auftragsforschung und setzen diese qualitativ hochwertig für Sie und mit Ihnen um.

## Unsere Angebote und Serviceleistungen im Überblick

---

- Auftragsforschung für Industrie, Wirtschaft und Behörden

---

- Erstellen von Konzepten, Modellen und Praxislösungen

---

- Evaluierung von Software und Hardware

---

- Supportdienstleistung am Standort des Kunden

---

- Visualisierungen von Informationen

---

- 2D-Modellierung und 3D-Modellierung

---

- Entwicklung neuer Technologien, Prototypen und Komplettsysteme

---

- Simulationen von Modellen

---

- Lizenzierungen

---

- Schulungen

---

- Studien und Beratung

---



**Dr. Mario Aehnelt**

Standort Rostock | +49 381 4024-100  
mario.aehnelt@igd-r.fraunhofer.de

**VISUAL ASSISTANCE TECHNOLOGIES**

Die Abteilung VAT entwickelt Lösungen zur Visualisierung existenzieller Daten, insbesondere für die Branchen Maschinen- und Anlagenbau sowie Healthcare. Unter der Leitung von Mario Aehnelt arbeiten die Forscherinnen und Forscher an Technologien, die den Menschen in vielen Bereichen seiner Arbeits-, Lern- und Lebenswelt unterstützen, Informationen und Dokumente bedarfs- und kontextbezogen bereitstellen und intuitive Interaktionsmöglichkeiten bieten.

**Dr.-Ing. Johannes Behr**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-510  
johannes.behr@igd.fraunhofer.de

**VISUAL COMPUTING SYSTEM TECHNOLOGIES**

Unter Visual Computing versteht man bild- und modellbasierte Informatik. Hierzu zählen Virtuelle und Erweiterte Realität, Graphische Datenverarbeitung und Computer Vision. Die Abteilung »Visual Computing System Technologies« unter der Leitung von Johannes Behr hat die Aufgabe, diese Basistechnologien des Fraunhofer IGD für andere Forschungsgruppen und die deutsche Industrie verfügbar zu machen.

## SERVICE UND ANSPRECHPARTNER

Technologien und Anwendungen tragen unsere Kernkompetenzen. Bei der Forschungsarbeit setzen wir ein breites Methodenspektrum ein, das wir kontinuierlich weiterentwickeln. Durch unseren umfassenden und interdisziplinären Blick verfügen wir über ein vielfältiges Leistungsangebot, das wir in 13 Forschungsabteilungen bündeln.

**Dipl. Math.-Techn., M. Sc. Holger Graf**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-471  
holger.graf@igd.fraunhofer.de

**VIRTUELLE UND ERWEITERTE REALITÄT**

»Virtuelle und Erweiterte Realität« – so heißt die Abteilung, die unter Leitung von Holger Graf in den Bereichen Virtual Reality und Augmented Reality arbeitet. Die Abteilung erforscht Technologien zur Objekterkennung und Objektverfolgung mithilfe von Videokamerabildern. Die Technologien werden auf Smartphone- und Tabletsystemen in der industriellen Wartung, 3D-Interaktion und Fahrassistenz eingesetzt.

**Dr. rer. nat. Eva Eggeling**

Standort Graz | +43 316 873-5410  
eva.eggeling@fraunhofer.at

**VISUAL COMPUTING**

Damit hochwertige Visualisierungen überhaupt möglich sind, müssen Modellbildung und Simulation ineinandergreifen. Das Team um Eva Eggeling kombiniert diese beiden anspruchsvollen Disziplinen miteinander und belebt auf diese Weise immersive Umgebungen. In den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten schafft Fraunhofer Austria in Graz damit Visualisierungen für die Praxis, um die Interaktion zwischen Mensch und Maschine stetig zu verbessern.



**M. Sc. Florian Kirchbuchner**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-425  
florian.kirchbuchner@igd.fraunhofer.de

#### SMART LIVING & BIOMETRIC TECHNOLOGIES

Die Abteilung »Smart Living & Biometric Technologies« unter der Leitung von Florian Kirchbuchner entwickelt zukunftsorientierte Lösungen für smarte Umgebungen. Dynamische Sensorysysteme, intelligente Plattformen und innovative Interaktionsmöglichkeiten sowie biometrische Systeme werden unauffällig in Wohn- und Arbeitsumgebungen integriert und assistieren intelligent bei unseren täglichen Aktivitäten.



**Dr. Eva Klien**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-412  
eva.klien@igd.fraunhofer.de

#### GEOINFORMATIONSMANAGEMENT

Eva Klien leitet die Abteilung »Geoinformationsmanagement«. Erfolgreiche Kommunikation und effiziente Kooperation ermöglichen die Forscherinnen und Forscher mithilfe neuer Technologien der digitalen Geoinformationen. Die Abteilung beschreitet dabei neue Wege zur umfassenden Integration, Verwaltung und Visualisierung durch 3D-Geoinformationssysteme.



**Prof. Dr.-Ing. Jörn Kohlhammer**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-646  
joern.kohlhammer@igd.fraunhofer.de

#### INFORMATIONSVISUALISIERUNG UND VISUAL ANALYTICS

Visual Analytics, Semantik-Visualisierung und Echtzeit – das sind die Themen der Abteilung »Informationsvisualisierung und Visual Analytics« (IVA). Das Team um Jörn Kohlhammer schafft Lösungen für die interaktive Visualisierung großer Datenmengen, sogenannte Visual-Analytics-Technologien.



**Prof. Dr.-Ing. Uwe Freiherr von Lukas**

Standort Rostock | +49 381 4024-100  
uwe.von.lukas@igd-r.fraunhofer.de

#### MARITIME GRAPHICS

Die Abteilung »Maritime Graphics« erarbeitet Lösungen für die maritime Wirtschaft. Schiffsbau, Schiffsbetrieb und Meerestechnik/Meeresforschung profitieren von den zukunftsweisenden Entwicklungen. Unter der Leitung von Uwe Freiherr von Lukas verbinden die Forscher des Fraunhofer IGD fachliche Kompetenz in (Unterwasser-)Bildverarbeitung und Visualisierung mit der Kenntnis der besonderen Anforderungen und Randbedingungen der maritimen Branche.



**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Müller-Wittig**

Standort Singapur | +65 6790 6988  
wolfgang.mueller-wittig@fraunhofer.sg

#### INTERACTIVE DIGITAL MEDIA

Geleitet von Wolfgang Müller-Wittig stärkt Fraunhofer Singapore, das aus dem Fraunhofer-Projektzentrum »IDM@NTU« hervorgegangen ist, mit seiner Expertise unter anderem in Echtzeit-Rendering, Virtueller und Erweiterter Realität und Mensch-Maschine-Interaktion nicht nur den Markt »Interactive Digital Media«, sondern liefert darüber hinaus auch Lösungen für die anderen Sektoren wie Transport, Marketing und Bildung. Durch die Präsenz in Singapur werden wertvolle Kenntnisse über die regionalen Besonderheiten des asiatischen Markts gewonnen.



**M. Sc. Inform. Pedro Santos**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-472  
pedro.santos@igd.fraunhofer.de

**DIGITALISIERUNG VON KULTURERBE**

Pedro Santos entwickelt mit seiner Abteilung »Digitalisierung von Kulturerbe« schnelle wirtschaftliche Digitalisierungsverfahren für die originalgetreue virtuelle Reproduktion realer Objekte. Dabei sollen sowohl die Geometrie und Textur als auch die physikalisch-optischen Materialeigenschaften automatisiert vermessen und erfasst werden. Die eingesetzten Rekonstruktionsverfahren scannen Objekte mit verschiedensten optischen Sensoren und Lichtquellen unter möglichst gleichen Umgebungsbedingungen für vergleichbar hohe Qualität.

**Prof. Dr.-Ing. André Stork**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-469  
andre.stork@igd.fraunhofer.de

**INTERAKTIVE ENGINEERING TECHNOLOGIEN**

Unter Leitung von André Stork entstehen in der Abteilung »Interaktive Engineering Technologien« Lösungen, um Entscheidungsprozesse von Ingenieuren zu vereinfachen. Dies erfolgt mittels Technologien der Computergraphik: interaktive Graphik und Simulation sowie Modeling Reality. Anspruchsvolle Simulationsmethoden unterstützen durch interaktive Darstellungsformen und ermöglichen einen Erkenntnisgewinn bei komplexen Fragestellungen.

**Prof. Dr. Philipp Urban**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-250  
philipp.urban@igd.fraunhofer.de

**3D-DRUCK-TECHNOLOGIE**

Die von Philipp Urban geführte Abteilung »3D-Druck-Technologie« entwickelt Modelle, Algorithmen und Software, um gedruckte 3D-Objekte der Vorlage zum Verwechseln ähnlich zu machen. Das Ziel ist ein 3D-Kopierer, der Original und Vorlage kaum noch unterscheidbar macht. Die Entwicklungen gehen dabei in Richtung 3D-Druck mit mehreren Materialien.

**Dr.-Ing. Stefan Wesarg**

Standort Darmstadt | +49 6151 155-511  
stefan.wesarg@igd.fraunhofer.de

**VISUAL HEALTHCARE TECHNOLOGIES**

Neue Softwarelösungen verändern die Medizin und Medizintechnik. Bildgebende Verfahren unterstützen die tägliche Arbeit von Ärzten und haben einen festen Platz im Klinikalltag. Sie helfen dem Klinikpersonal in Planung, Simulation und Navigation operativer Eingriffe. Die Abteilung »Visual Healthcare Technologies« unter der Leitung von Stefan Wesarg entwickelt Lösungen, damit Mediziner Bilddaten bei der Diagnose, in der Therapieplanung und der intraoperativen Navigation effektiv nutzen können.

**Sie haben Fragen zu Kooperationsmöglichkeiten und wünschen weitere Informationen?**

**Unsere Ansprechpartner in Deutschland, Österreich und Singapur helfen Ihnen gerne weiter.**



## IHR WEG ZU UNS

### FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GRAPHISCHE DATENVERARBEITUNG IGD

#### STANDORT DARMSTADT

Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt

Telefon +49 6151 155-0  
Fax +49 6151 155-199  
info@igd.fraunhofer.de  
www.igd.fraunhofer.de

#### Institutsleiter

Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. eh.  
Dieter W. Fellner  
Telefon +49 6151 155-100  
institutsleitung@igd.fraunhofer.de

#### Stellvertretender Institutsleiter

Dr.-Ing. Matthias Unbescheiden  
Telefon +49 6151 155-155  
matthias.unbescheiden@igd.fraunhofer.de

#### Direktionsbüro

Elke Emich  
Telefon +49 6151 155-101  
elke.emich@igd.fraunhofer.de

#### STANDORT ROSTOCK

Joachim-Jungius-Straße 11  
18059 Rostock

Telefon +49 381 4024-100  
Fax +49 381 4024-199  
info@igd-r.fraunhofer.de  
www.igd.fraunhofer.de/rostock

#### STANDORT KIEL

Kieler Innovations- und  
Technologiezentrum (KITZ)  
Schauenburgerstraße 116  
24118 Kiel

Telefon +49 381 4024-408  
Fax +49 381 4024-199  
info@igd-r.fraunhofer.de  
www.igd.fraunhofer.de/kiel

#### STANDORT GRAZ

Fraunhofer Austria Research GmbH  
Geschäftsbereich Visual Computing  
Inffeldgasse 16c/II  
8010 Graz, Österreich

Telefon +43 316 873-5410  
Fax +43 316 873-105410  
office.graz@fraunhofer.at  
www.fraunhofer.at





## STANDORT SINGAPORE

Fraunhofer Singapore  
50 Nanyang Avenue  
Singapur 639798, Singapur

Telefon +65 6790 6989

Fax +65 6792 8123

info@fraunhofer.sg

www.fraunhofer.sg

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. eh. Dieter W. Fellner

## Redaktion

Daniela Welling (Leitung), Janine van Ackeren, Bettina Bergstedt,  
Heidrun Bornemann, Kathrin Krüger, Svenja Prasche, Anahit Roth

## Gestaltung

Sabine Achsnig, Carina Baier

## Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Unternehmenskommunikation  
Fraunhoferstraße 5, 64283 Darmstadt  
Telefon +49 6151 155-146 | presse@igd.fraunhofer.de

Weitere Informationen zu Projekten, Technologien und Kompetenzen sowie Kontaktadressen unseres Instituts finden Sie in deutscher und in englischer Sprache im Internet unter: [www.igd.fraunhofer.de](http://www.igd.fraunhofer.de)

Allgemeine Anfragen bitte per E-Mail an: [info@igd.fraunhofer.de](mailto:info@igd.fraunhofer.de)

Alle Rechte vorbehalten. © Fraunhofer IGD, 2020

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird an einigen Stellen die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

## Bildquellen:

Adobe Stock: S. 8 unter Verwendung zapp2photo, S. 13 xiaoliangge, S. 22 lado2016, S. 23 romaset, S. 27 RAM, S. 28 Klepo, S. 31 fovivafoto | S. 34, 37 alpha3 | S. 42 Robert Hochstaedter | S. 44 Monitorfish Rentenbank | Alle anderen Bilder und Grafiken: © Fraunhofer IGD

Folgen Sie uns auf:





Qualitätsmanagement  
zertifiziert nach DIN ISO 9001:2015

V01-20-01