



Forschung im Einsatz

---

Visual Computing Insights



## Auf ein Wort

---

### **Liebe Freunde und Partner,**

haben Sie ein Familienfoto parat? Steht es klassisch auf einem Sims? Hängt es an der Wand? Oder befindet es sich vielleicht auf Ihrem Schreibtisch? Die Platzierung eines »Familienfotos« für unser Institut fällt uns schwer – nicht, weil wir uns nicht in besonderer Weise verbunden fühlen würden. Wie sehr wir als Team zusammenstehen und uns unterstützen, hat ein weiteres von der Covidpandemie geprägtes Jahr gezeigt. Die Krux sind vielmehr die auf derartigen Fotos stets im Zentrum stehenden Sprösslinge: Das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

verzeichnet mittlerweile eine so erstaunliche Zahl an Ausgründungen, dass unser »Familienbild« ein beachtenswert breites Format einnehmen müsste.

Im Schnitt geht aus unserem Institut jedes Jahr ein neues Unternehmen hervor. Bezogen auf unsere Zahl an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gehören wir zu den erfolgreichsten Fraunhofer-Instituten, was den Transfer von technologischem Wissen in den Wirtschaftskreislauf betrifft. Und selbst bei der absoluten Anzahl der Ausgründungen seit 2015 belegt unser eher mittelgroßes Institut einen sehr guten vierten Platz.

## Exzellenz und Gründergeist

Natürlich ist jedes unserer Spin-offs anders, und doch findet sich viel Verbindendes. Nicht nur treibt eine inspirierende Mischung aus wissenschaftlicher Exzellenz und Gründergeist alle Ausgründungen an – dieser Esprit färbt zum Glück auf uns »alte Hasen« ab –, sondern die Kollegialität und oft auch Freundschaft der Mitforschenden aus gemeinsamen Institutszeiten prägt die neuen Unternehmen. Alle Teams nutzen als Basis ihrer Arbeit weiterhin umfangreiches Wissen über graphische Datenverarbeitung und Projekterfahrungen aus den einzelnen Forschungsabteilungen des Fraunhofer IGD.

Dabei sind Begeisterung und Interesse oft so stark, technische Innovationen zu entwickeln, dass die Spin-offs zunächst noch zu wenig beachten, wessen ein neu gegründetes Wirtschaftsunternehmen bedarf und was es erfordert. Wir bleiben deshalb mit den Jungunternehmen in Kontakt, bieten ihnen umfassende Coachings an und aktivieren unser starkes Netzwerk, um sie bei der Suche nach Investorinnen und Investoren zu unterstützen.

Verbunden bleiben wir vor allem durch den Austausch darüber, was uns alle auszeichnet: die gemeinsame Suche nach Erkenntnis und Know-how. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit »Made by Fraunhofer IGD« wachsen also nicht nur durch unsere Projekte, sondern sie verbreitern sich gleichfalls durch unsere Ausgründungen.

## Neue strategische Ausrichtung

Wie 2021 steht für uns 2022 vor allem im Zentrum, das Fraunhofer IGD weiterzuentwickeln. Neben zahlreichen Forschungsprojekten wird es wichtig werden, unsere neue Institutsstrategie umzusetzen: Wir wollen dem Risiko entgegensteuern, dass unsere Leistungen und Angebote außerhalb der Forschungslandschaft nicht konkret genug wahrgenommen werden.

Gesellschaft und Wirtschaft ändern sich immer schneller, und die Fraunhofer-Institute verfolgen die Aufgabe, diesen Wandel durch technische Innovationen zu begleiten. Das Fraunhofer IGD

will möglichst dicht am Puls gesellschaftlicher und industrieller Entwicklungen bleiben und diese voranbringen.

Wir wollen und werden unsere Forschung also nachdrücklicher als bisher auf diejenigen Branchen ausrichten, mit denen wir bereits in den vergangenen Jahren intensiv zusammengearbeitet haben. Dazu gehören die Automotive-Branche, der Gesundheits- und Pflegesektor, die Maritime Wirtschaft, das Ressort Software und IT, der Bereich Bioökonomie und Infrastruktur sowie die Kultur- und Kreativwirtschaft. Vor allem für Partnerschaften und die Kundschaft aus diesen Bereichen werden wir offensiv herausarbeiten, wo wir Mehrwert bieten können, und zwar welchen Mehrwert konkret, um uns so verstärkt darin einzubringen, industrielle Prozesse technisch zu entwickeln.

## Innovationstransfer

Das Fraunhofer IGD – das unterstreichen internationale Expertengremien immer wieder – bewegt sich mit seinen Projekten seit Jahren an der vordersten Linie technischer Innovation. Viel zu wenig bekannt ist jedoch unser Know-how, wenn es darum geht, Techniken zu integrieren, obwohl wir entlang der gesamten Wertschöpfungskette engagiert sind: von der Analyse über die Konzepterstellung, die Spezifikation und den Proof of Concept bis zur Implementierung auch komplexer Systeme.

Allein das zeigt, dass angewandte Forschung für das Fraunhofer IGD kein Selbstzweck ist. Wir wollen unser Wissen anwendbar machen und es zur Verfügung stellen. Das gilt bei Ausgründungen ebenso wie für unsere Zusammenarbeit mit Partnerinnen und Partnern aus der Industrie. Im Jahr 2022 werden wir dafür weitere Akzente setzen. Darauf freuen wir uns.



Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner



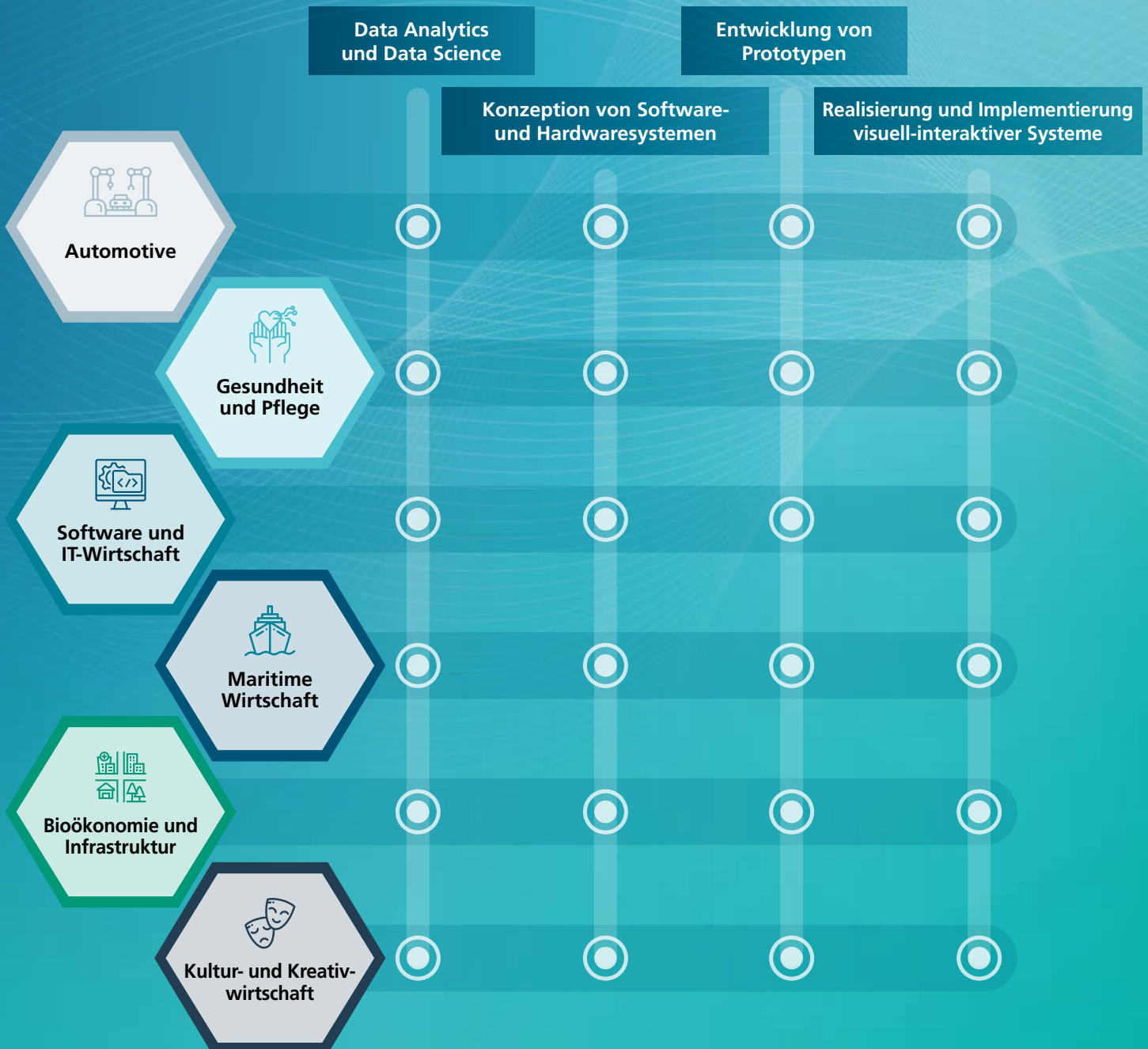
Dr.-Ing. Matthias Unbescheiden

# Inhalt

Auf ein Wort .....	2
Inhalt .....	4
<b>Automotive .....</b>	<b>6</b>
Synthetisch generierte Daten trainieren Künstliche Intelligenz .....	8
Mit Simulation, Topologieoptimierung und 3D-Druck die Digitalisierung vorantreiben .....	10
Personal mit Virtual Reality qualifizieren .....	12
Optimierte Endkontrolle in der Serienproduktion von Airbag-Generatoren .....	13
<b>Gesundheit und Pflege .....</b>	<b>14</b>
Digitales Patientenmodell als Grundlage für personalisierte Behandlung .....	16
Wenn Bett und Boden mitdenken und Algorithmen die Lunge begutachten .....	18
Erster Patient erhält vollständig digital gedruckte 3D-Augenprothese .....	20
Gesundheitstipps vom eigenen Computer .....	21
<b>Software und IT-Wirtschaft .....</b>	<b>22</b>
Im Netzwerk den Überblick behalten .....	24
Quantencomputing: Meilenstein der kommenden Revolution .....	26
Transparente User-Statistiken als Wettbewerbsvorteil für Social-Media-Anbieter .....	28
Wettbewerbsvorteil für Hersteller von CAD- und CAE-Software: RISTRA beschleunigt Simulationen .....	29
<b>Maritime Wirtschaft .....</b>	<b>30</b>
Unterwassertechnologie in realer Umgebung sowie virtuell testen .....	32
Leistungszentrum Sustainable Ocean Business .....	34
Augmented Reality und neue Sensoren sollen Taucheinsätze zur Munitionsbergung sicherer machen .....	35
Fraunhofer-Forschungsgruppe Smart Ocean Technologies .....	36
Marispace-X: Die Cloud der Meere .....	37
<b>Bioökonomie und Infrastruktur .....</b>	<b>38</b>
Wälder mit Visual Computing schützen .....	39
Künstliche Intelligenz beschleunigt Potenzialflächenanalyse .....	40
Hightech-Lösungen für eine nachhaltige Landwirtschaft .....	41
<b>Kultur- und Kreativwirtschaft .....</b>	<b>42</b>
Vom Bildschirm ins Sammlerregal: 3D-gedruckte Miniaturen .....	43
»Deep Fakes«: Können Kopien Kunst sein? .....	44
<b>Das Institut .....</b>	<b>46</b>
Fraunhofer IGD .....	49
Wissenschaftliche Exzellenz .....	50
Gründergeist für Spitzentechnologie .....	52
Eng vernetzt .....	54
Fraunhofer-Gesellschaft .....	57
Ihr Weg zu uns .....	58
Impressum .....	59

# Maßgeschneiderte Partnerschaft

Unsere einzigartige Breite an Kompetenzen und Technologien in den vier Leistungen des Visual Computings bietet Ihnen den entscheidenden Vorteil: Crossfunktionale Expertenteams arbeiten in sechs Fokusbranchen und übernehmen für Sie das Projektmanagement. Wir entwickeln, realisieren und optimieren Verfahren und Produkte mit Ihnen gemeinsam bis zur Einsatz- und Marktreife – maßgeschneidert auf Ihre Bedürfnisse und das in jedem Umfang.



# Automotive

Im gesamten Automotive-Sektor entwickeln wir visuell-interaktive Lösungen der nächsten Generation für alle Phasen des automobilen Produktlebenszyklus – vom Entwurfsprozess und Design Review über technische Simulationen bis hin zur Qualitätskontrolle beim Produzieren der einzelnen Bauteile. Auf diese Weise verändern wir mit Ihnen zusammen die Mobilität der Zukunft.





Darmstadt, Rostock, Graz, Klagenfurt



Teamgröße: 63 (FTE)

## Einige unserer Themenfelder

- Computer Vision für autonomes Fahren / Assistenzsysteme
- Datenanalyse und Visualisierung zur Unterstützung von Engineering-Aufgaben
- Simulation und Evaluation des Entertainments der Passagiere mithilfe von Augmented Reality
- AR-HUD, AR-Wartung, AR-Unterstützung für In-car-Systeme wie auch On-car-Systeme
- Ergonomiestudien, Design Reviews, moderne Visualisierungslösungen
- Soll-Ist-Abgleiche für die Qualitätssicherung (modellbasiert wie auch bildbasiert)
- Objekterkennung im Umfeld des Fahrzeugs
- Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge
- Entwicklung von Werkzeugen zur Produktionsplanung und Produktionsüberwachung
- Schulungs- und Wartungsunterstützung
- Fotorealistic 3D-Druck
- Systeme zur visuellen Analyse großer Datenmengen
- Effiziente Nutzung von moderner Hardware

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



## Autonomes Fahren: Maschinen lernen, zuverlässige Entscheidungen zu treffen

# Synthetisch generierte Daten trainieren Künstliche Intelligenz

**Dass Sensoren die Fahrzeugumgebung wahrnehmen, dient schon heute mehr und mehr dem sicheren Autofahren. Das oberste Ziel beim autonomen Fahren ist daher, die Fähigkeiten der Künstlichen Intelligenz derart zu optimieren, dass diese selbstständig richtige Entscheidungen treffen kann.**

Autofahren ist kognitiv eine Herausforderung – vor allem in der Stadt. Je mehr Informationen aufgenommen, verarbeitet und aktiv umgesetzt werden müssen, umso anstrengender empfinden wir die Fahrt. Sollen technische Systeme diese anspruchsvolle Aufgabe übernehmen, wie beispielsweise beim autonomen Fahren, dann müssen sie sich an menschlichen Fähigkeiten orientieren, also Dinge in der Umgebung wahrnehmen und daraufhin selbstständig Lösungen und Strategien entwickeln. Um dies zu erreichen, greifen technische kognitive Systeme auf bestimmte Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) zurück wie maschinelles Lernen, Neuronale Netze und Deep Learning. Vor allem, was die Sicherheit angeht, besteht die Mammutaufgabe darin, alle notwendigen Informationen aus der Umgebung in Echtzeit zu generieren, diese möglichst schnell zu verarbeiten, richtig einzuschätzen und darauf zu reagieren. Wir können daher davon ausgehen, dass wir teilweise selbstständig fahrende Autos zunächst in weniger komplizierten Verkehrssituationen sehen werden, beispielsweise auf Autobahnen.

### **Ereignisse wahrnehmen, verstehen und angepasst handeln**

Eine der grundlegenden Voraussetzungen für autonomes Fahren in der Zukunft ist die maschinelle Wahrnehmung der Fahrzeugumgebung. Diese Aufgabe übernehmen Kameras und Sensoren, indem sie die Umgebung in Echtzeit scannen. Die daraus generierten Daten nutzt die Künstliche Intelligenz, um beispielsweise ein Objekt am Fahrbahnrand als parkendes Auto, als Fahrradfahrerin oder Fußgänger zu identifizieren und darauf aufbauend eine Entscheidung für eine Fahrweisung zu treffen.

Um aus umfangreichen Datenmengen die nötigen Muster und Objekte ableiten zu können, arbeitet man mit Deep Learning – ein Verfahren, das künstliche Neuronale Netze mit zahlreichen Zwischenschichten inmitten von Eingabe- und Ausgabeschicht nutzt,

um umfangreiche innere Strukturen zu bilden bzw. zu verknüpfen. Je mehr Schichten entstehen, umso komplexere Sachverhalte lassen sich abbilden. Zudem erlauben Deep-Learning-Algorithmen Rückkopplungs- und Korrekturschleifen. Dadurch erhalten die Informationsverknüpfungen bestimmte Gewichtungen, welche das technische System in die Lage versetzen, seine Fähigkeiten selbstständig und ohne menschliche Unterstützung zu verbessern und Entscheidungen zu treffen.

### **Training im Vorfeld basiert auf modellbasierten Daten**

Dabei lernt der Algorithmus aus jeder richtigen oder falschen Entscheidung – er muss also im Vorfeld trainiert werden. Um für diese Abläufe eine möglichst effiziente Lösung zum Trainieren der Künstlichen Intelligenz zu erreichen, führt das Fraunhofer IGD zwei Ansätze zusammen: Auf der einen Seite nutzen die Forscherinnen und Forscher selbst entwickelte Modelle mit synthetisch generierten Trainingsdaten direkt aus dem CAD-System oder modellbasierte Daten eines Simulators.

Auf der anderen Seite erfasst das Team die »Objekte« in einem erweiterten Maß, was nicht nur die Wiedergabe der Bildposition ermöglicht, sondern auch die Verortung in der Umgebung, also die Entfernung und die Blickrichtung des Objekts. Dies erlaubt es, z. B. Trajektorien der anderen Verkehrsteilnehmer abzuschätzen. Solche Bahnkurven nutzbar machen zu können, ist notwendig, wenn man die Pfade des autonom fahrenden Autos planen möchte.

### **Kurze Trainingszeiten durch modellbasierte Daten**

Der Ansatz mit modellbasierten Daten als Input bietet dabei deutliche Vorteile im Vergleich zum Training mit realen Daten, die über Kameras beim Fahren auf Straßen generiert werden. Die für





**Aktuell werden die Entwicklungen des Fraunhofer IGD über neue Deep-Learning-Methoden basierend auf ereignisbasierten Bildverarbeitungssensoren im Rahmen des SECLearn-Projekts durchgeführt. Das Projekt bedient dabei das strategische Forschungsfeld »Next Generation Computing« (NGC) der Fraunhofer-Gesellschaft und will eine eigene neuromorphe Hardwareplattform etablieren. LIDAR-Sensoren oder konventionelle Radarsensoren lassen sich bei Bedarf zusätzlich einbinden, um den Erfassungsbereich noch zu erweitern.**

modellbasierte Daten benötigten Algorithmen lassen sich sehr viel schneller generieren, und die vielen unterschiedlichen zu trainierenden Szenen lassen sich ohne großen zeitlichen und finanziellen Aufwand verändern. Dieser Lösungsansatz befindet sich zwar derzeit noch in der Entwicklung, weist aber schon auf eine sehr effiziente Möglichkeit auf dem Weg zu einer autonomen Pfadplanung hin.

### **Einsatz neuartiger Sensorik**

Sämtliche Lösungen werden auf einer neuartigen Sensorik erprobt und ertüchtigt, ähnlich einer neuromorphen Hardwareplattform. Hier nutzen die Forscherinnen und Forscher des IGD Informationen aus ereignisbasierten Bildverarbeitungssensoren der Firma Prophesee Metavision For Machines. Die sogenannten »Event«-Kameras dienen als bioinspirierte Alternative zu den gängigen Videosensoren, welche gerade für ressourcenlimitierte und mobile Plattformen beträchtliche Herausforderungen mit sich bringen, was Energiebedarf, Latenz, Dynamik und Bildfrequenz angeht.

### **Vorteile von ereignisbasiertem Sehen**

Im Vergleich zu konventionellen bildbasierten Systemen arbeiten die Pixel bei ereignisbasierten Sensoren unabhängig voneinander.

Ein Pixel aktiviert sich nur dann, wenn es eine Veränderung der Szene erkennt, beispielsweise eine Bewegung oder ein »Event«. Dadurch erzeugen diese Sensoren trotz einer 3D-Abbildung der Umgebung in Echtzeit im Durchschnitt bis zu tausendmal weniger Daten als herkömmliche bildbasierte Sensoren.

Eventbasierte Sensoren verringern nicht nur die Anforderungen an die Datenverarbeitung, sondern verbessern zudem den sogenannten Dynamikbereich. Bei extremen Lichtverhältnissen werden also dank eines Intervalls größer 120 dB sowohl sehr helle als auch sehr dunkle »Objekte« erfasst – z. B. eine dunkel gekleidete Person im Gegenlicht von Scheinwerfern. Positiv sind darüber hinaus der niedrige Energiebedarf und die hohe Zeitauflösung der ereignisbasierten Sensoren. Aufgrund ihrer Pixelunabhängigkeit und Gesamtarchitektur wird mit nur 3 nW pro Ereignis und 26 mW auf Sensorebene ein neues Niveau der Energieeffizienz erreicht. Und die Zeitauflösung erreicht mehr als 10 000 Einzelbilder (Frames) pro Sekunde.



### **Unser Experte für Ihre Fragen**

Dipl.-Math.-Techn. Holger Graf M. Sc.  
[holger.graf@igd.fraunhofer.de](mailto:holger.graf@igd.fraunhofer.de)



## Neue Chancen für die Automotive-Branche

# Mit Simulation, Topologieoptimierung und 3D-Druck die Digitalisierung vorantreiben

**Elektromobilität, Individualverkehr, Personalisierung:** Die Automobilbranche ist im Wandel und sieht sich großen Herausforderungen gegenüber. Unterstützung bietet das Fraunhofer IGD und bringt seine über Jahre erworbene Expertise in zahlreichen Projekten mit Fokus auf Simulation und Modellierung ein.

Die Automobilindustrie muss den Anforderungen an Klimaneutralität gerecht werden. Um als Branche bestehen zu können, lautet das Gebot der Stunde Innovation. Schlanke und digitalisierte Prozesse bilden die Voraussetzung, um schnell auf sich verändernde Rahmenbedingungen reagieren zu können. Das Fraunhofer IGD bietet umfassende Unterstützung.

### Prozesse der Produktentwicklung beschleunigen

Seit vielen Jahren ist das Fraunhofer IGD in der Automotive-Branche aktiv. Davon zeugt auch die Entscheidung, diese Branche zu einem der sechs Kernbereiche des Instituts zu machen. Neu ist der Ansatz, auf die Automobilbranche zuzugehen: Wir setzen auf die Vermittlung der Stärken unserer Matrixorganisation, auf unsere Erfahrungen und breite Expertise in dieser Branche. Kunden sollen Mehrwerte erzielen, die weit über die Kombination einzelner Tools als die Summe von Einzelteilen hinausgehen und die das Computer Aided Engineering (CAE) unterstützen.

Bei der Entwicklung eines Fahrzeugs ist stets die Balance zwischen minimalem Material, geringem Gewicht und ausreichender Stabilität zu wahren – auch im Hinblick auf mögliche Crash-Situationen. Simulationen zeigen auf, wo Spannungsspitzen liegen und welche Verformungen auftreten können. Doch bei herkömmlichen Simulationslösungen nehmen die erforderlichen Berechnungen viel Zeit in Anspruch. Anders sieht es mit der neuen Entwicklung des Fraunhofer IGD aus: Mithilfe von RISTRA (Rapid interactive structural analysis) lassen sich Produktentwicklungsprozesse beschleunigen, indem Berechnungen auf die Graphics Processing Units (GPUs) verlagert werden (mehr Informationen zu RISTRA finden Sie auf Seite 29).

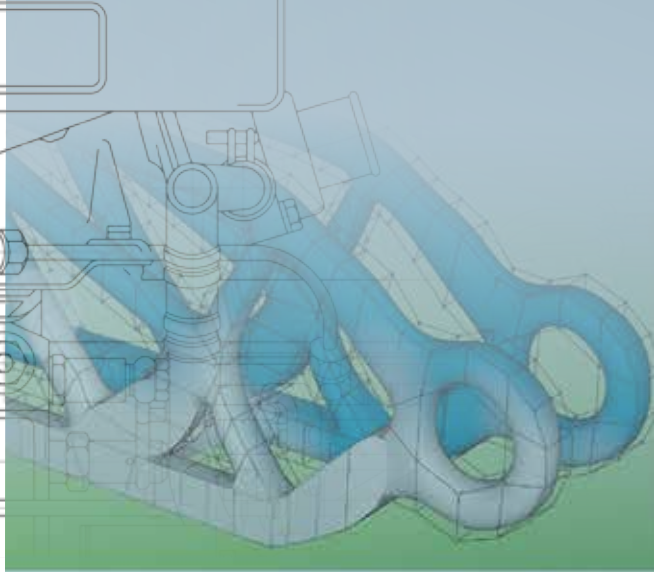
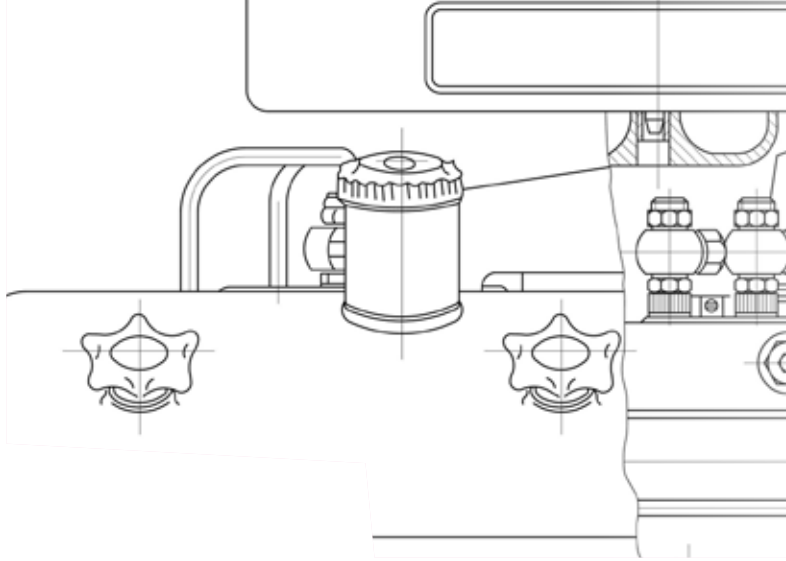
### Topologieoptimierung beschleunigt

Zur Evaluierung der Software RISTRA setzte das Fraunhofer IGD auf ein Projekt, bei dem eine bereits beim Kunden eingesetzte Topologieoptimierung mit RISTRA kombiniert wurde. Dies erzielte Geschwindigkeitsvorteile. Beim generativen Design geht der Konstrukteur oder die Konstrukteurin von einem würfelförmigen Gebiet aus, innerhalb dessen Grenzen beispielsweise ein Chassis gebildet werden muss. Zu Beginn ist der angenommene Raum vollständig mit Material gefüllt. Es folgen zahlreiche Simulationen, die für eine Reduzierung des Materials sorgen. Dann überprüft eine vorhandene Software, ob die Geometrie den Anforderungen der Lastfälle weiterhin standhält. Ist dies der Fall, folgt die nächste Simulation, bis die Form mit minimalem Materialverbrauch bei optimaler Stabilität gefunden ist. Bis zum Endergebnis braucht es zahlreiche Simulationen. Die Zeiteinsparung durch RISTRA, die sich im Bereich einer Größenordnung bewegt, tritt hier deutlich zutage.

### Der Additiven Fertigung digital gerecht werden

Je mehr additive Fertigungsmethoden in der Automobilbranche an Bedeutung gewinnen, desto größer ist der Bedarf an einer adäquaten digitalen Prozesskette. Das Fraunhofer IGD legt bei seinen Entwicklungen besonderes Augenmerk auf Prozesse, die lokal unterschiedliche Eigenschaften ausprägen können, wie z. B. der 3D-Multimaterialdruck. Mit Multiphasen-Topologieoptimierung können hierbei verschiedene Materialien bzw. Eigenschaften anforderungsgerecht positioniert werden. Anders als bei der herkömmlichen, oben beschriebenen Simulationsvariante bleibt hier die Geometrie unverändert. Für ein Bauteil nimmt die Konstrukteurin oder der Konstrukteur verschiedene Materialien an und verteilt diese über mehrere Simulationsschritte hinweg optimal, sodass beispielsweise Bauteile mit variierender Porosität für den 3D-Druck entstehen.

Auch der Multimaterialdruck erfordert neue Modellierungsverfahren, denn heute übliche CAD-Modelle definieren ein Objekt über dessen Oberfläche und verbieten es, sich ändernde Eigenschaften über das Volumen zu modellieren. So kann ein Bauteil bestenfalls in Bereiche unterteilt werden, um diesen »Scheiben« unterschiedliche



Materialeigenschaften zuweisen zu können – ein aufwendiger manueller Prozess, der glatte Gradierungen zudem nur annähernd erreichen kann. Mit 3D-Multimaterialdruck hingegen lassen sich glatte Übergänge schaffen, sodass ganze Baugruppen in einem Stück gedruckt werden können, während diese bislang aus Bauteilen mit unterschiedlichem Material zusammengebaut werden mussten. Da glatte Übergänge z. B. die Rissneigung durch materialtypische verschiedene Temperaturexpansionskoeffizienten zu vermeiden helfen, hat das Fraunhofer IGD GraMMaCAD entwickelt – eine Software, mit der Produktdesignerinnen und Produktdesigner optimale Materialverteilungen direkt am CAD-Modell vornehmen können, ohne das Objekt in »Scheiben« zerteilen zu müssen.

### Innovationen aus einer Hand

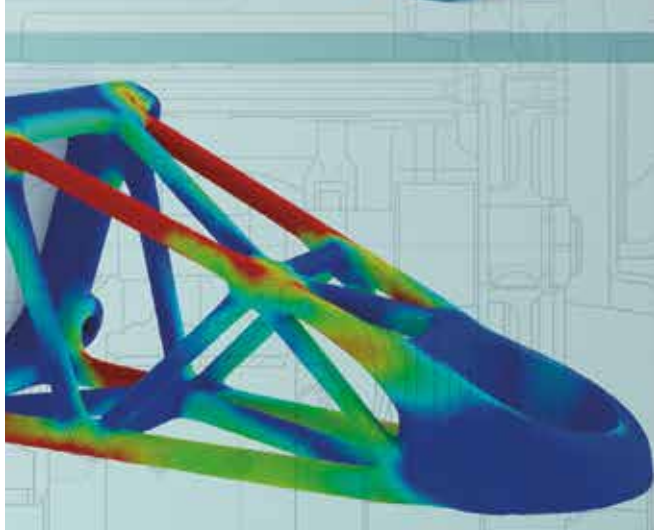
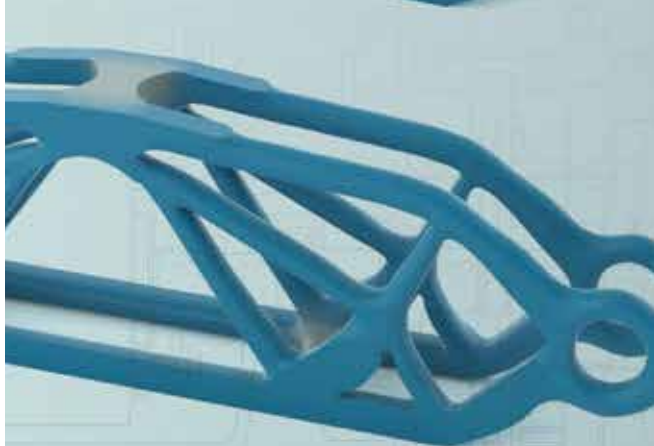
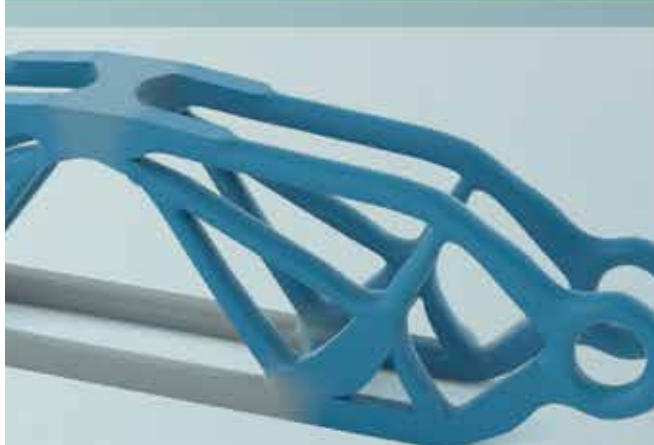
Über zukunftsweisende Simulation und Modellierung hinaus besitzt das Fraunhofer IGD auch Know-how in den Bereichen 3D-Druck und 3D-Scan. Eine 3D-Digitalisierung realer Objekte kommt beim manuellen Prototypenbau und dem Vergleich der zuvor festgelegten Geometrie und Beschaffenheit mit den manuellen Änderungen zum Einsatz. Mitarbeitenden der Qualitätskontrolle kommt die 3D-Digitalisierung bei der Prüfung extern bestellter Produktionsmittel oder bei der 3D-Vermessung zugute. Der universelle Druckertreiber Cuttlefish® ermöglicht einen akkuraten Druck farbig-transluzenter Objekte. Dabei unterstützt die Software unterschiedliche Drucktechnologien und Druckmaterialien. Ein denkbare zukünftige Forschungsfeld ist die Integration der 3D-Drucktechnologien direkt in Simulationslösungen.

Die Umbrüche in der Automobilindustrie erfordern neue Lösungen und Verfahren. Das Fraunhofer IGD bietet mit Sachkenntnis, seiner Expertise, umfassender Forschung sowie der Entwicklung innovativer Tools die für Hersteller notwendige Unterstützung.



#### Unser Experte für Ihre Fragen

Prof. Dr.-Ing. André Stork  
andre.stork@igd.fraunhofer.de





Treffen Sie uns:  
**LEARNTEC, 31. Mai – 2. Juni 2022, Karlsruhe**

## Personal mit Virtual Reality qualifizieren

Der Vormarsch alternativer Antriebe fordert die Qualifizierung von Mitarbeitenden in der Automobilbranche heraus: Neue Motorenteknik, andere Messsysteme, abweichende Verkabelung und vieles mehr bedeuten viele neue Handlungsabläufe, sowohl in der Produktion als auch bei Service und Wartung. Auch der zunehmende Einsatz unterstützender Robotik bedingt einen höheren Schulungsbedarf des Personals. VR-Trainingsszenarien unterstützen dabei, Mitarbeitende zeitgemäß zu qualifizieren und zeigen ihren Mehrwert insbesondere bei der Umstellung auf Elektromobilität.

Mit der Software Machine@Hand 2.0 des Fraunhofer IGD lässt sich ein komplexer Montageablauf verständlich vermitteln und zeigen, wie neue Bauteilvarianten zu bearbeiten sind. Mit dem integrierten Autorenwerkzeug können Ausbilderinnen und Ausbilder Bauteile und deren Komponenten ohne Umwege als 3D- oder CAD-Modell direkt in das System laden und als Vorlagen für die VR-Trainingselemente nutzen. Damit können sie individuell zugeschnittene Trainingsszenarien ohne jegliche Programmierkenntnisse einrichten. Die flexible und leistungsfähige virtuelle Trainingsumgebung bildet die Komplexität der Produktionslinien nach, und zwar im Hinblick auf die Anlagen, Materialbereitstellung, räumliche Produktionsumgebung und das Werkzeug. So kann jeder Arbeitsschritt in der Virtuellen Realität getestet und trainiert werden.

Die Erfahrungswerte aus der virtuellen Absicherung tragen dazu bei, Arbeitsplätze und Arbeitsschritte bei neuen Modellen und Bauteilvarianten zu optimieren und leisten bei gefährlichen Handlungsabläufen einen großen Beitrag zur Arbeitssicherheit. So sitzt jeder Handgriff, noch bevor das erste echte Fahrzeug vom Band läuft.

Kostenfreie Demoversion?  
[machineathand@igd-r.fraunhofer.de](mailto:machineathand@igd-r.fraunhofer.de)



### Unser Experte für Ihre Fragen

Dr.-Ing. Jörg Voskamp  
[joerg.voskamp@igd-r.fraunhofer.de](mailto:joerg.voskamp@igd-r.fraunhofer.de)



Folien

#### Navigation mit Maus

Navigation per Maus:↖ Bewegung: Z

#### Navigation Folien

Eberfalls möglich sind Sprünge zu ande

#### Interaktion mit Button

Klick auf blauen Button, um Karosserie

#### Interaktion mit Obj

Klick auf ein Rot

#### Navigation



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

#### Unser Experte für Ihre Fragen

Dipl.-Inf. Matthias Vahl  
[matthias.vahl@igd-r.fraunhofer.de](mailto:matthias.vahl@igd-r.fraunhofer.de)

## Intelligente Qualitätssicherung

# Optimierte Endkontrolle in der Serienproduktion von Airbag-Generatoren

Das Fraunhofer IGD hat die Software AEOLIA entwickelt, um Airbag-Generatoren optisch kontrollieren zu können, was bei der Qualitätssicherung Zeit und Kosten spart. Die ZF Airbag Germany GmbH wird diese Software in der Endkontrolle an weiteren Standorten weltweit einsetzen.

Mehr als 100 000 Airbag-Gasgeneratoren verlassen täglich das Werk der ZF Airbag Germany GmbH in Mecklenburg-Vorpommern und treten ihre weltweite Reise zu den Kunden an. Als sicherheitsrelevantes Bauteil unterliegen die Generatoren strengen Qualitätskontrollen. Deshalb muss auch die Qualitätsprüfung absolut zuverlässig sein. Der Automobilzulieferer hat das Fraunhofer IGD beauftragt, eine Software zu entwickeln, die durch manuelle Nachkontrollen bedingte Zeitverzögerungen im Ablauf minimiert, denn diese kosten Geld.

### Zuverlässige Qualitätsprüfung on time

Die Software AEOLIA (Automatic End of Line Image Audit) weist eine Pseudofehlerrate – also falsch positive Fehlermarkierungen der Bilder fertiger Bauteile – von unter 0,1 Prozent auf. Manuelle Nachkontrollen jedes mutmaßlich defekten Bauteils lassen sich so auf ein Minimum reduzieren. Außerdem ist die Software in der Lage, die Bilder in sehr hoher Geschwindigkeit zu prüfen. Sobald sie ein möglicherweise defektes Teil auf dem

Band identifiziert, kommuniziert sie mit der SPS-Einheit der Produktionsanlage, und das Teil wird direkt zur Nachkontrolle sortiert – ohne Verzögerungen im Produktionsablauf.

### Intelligente und flexible Software

AEOLIA basiert auf einer speziellen Variante eines Gaussian-Mixture-Modells, eines statistischen Modells zur Wahrscheinlichkeitsberechnung. Die Software lernt, welche Schwankungen in der Erscheinung eines Produkts normal sind, und spürt gezielt Abweichungen auf. Die dafür notwendigen Templates werden mit Bilddaten korrekter Bilder angelernt. Der Vorteil: Die Qualitätsbeauftragten im Werk können die Software unkompliziert selbst an neue Varianten anpassen.

Nach erfolgreicher Pilotierung validierten die Forschenden AEOLIA knapp zwei Jahre lang, um die hohen Anforderungen an die Performance sicherzustellen. Schritt für Schritt hat die Fraunhofer-Lösung die bis dato verwendete Software ergänzt und ist inzwischen auf vielen Fertigungslinien im Werk in Laage im produktiven Einsatz. Die ZF Airbag Germany GmbH bereitet derzeit die Anwendung in den Werken in Mesa (USA), Xi'an (China) und Aschau am Inn (Deutschland) vor. Das Fraunhofer IGD berät bei der Einführung, nimmt die notwendigen lokalen Anpassungen vor und unterstützt auch zukünftig bei Serviceanfragen.



# Gesundheit und Pflege

Wir widmen unsere Leistungen Unternehmen der industriellen Gesundheitswirtschaft und der medizinischen Versorgung. Mit unseren digitalen Lösungen für die individuelle Gesundheit werden wir die Medizin personalisieren, wobei wir beim Entwickeln und bei der Evaluation Patientenschutz, Datensicherheit, Diagnoseabsicherung und systematische Dokumentation berücksichtigen. Unsere Anwendungen unterstützen bei der Prävention zu Hause und am Arbeitsplatz, bei der Diagnostik und Therapie in der Arztpraxis und Klinik, aber auch bei der Rehabilitation und Pflege.

T1s 0.2  
T1B 0.2  
M1 0.8

13.12.2019  
13:07:31  
C1-6-D  
25Hz/16.3cm  
85°/1.2  
Abdomen/ABD  
HI L 6.40 - 3.50  
Gn -4  
C9/M4  
FF4/E3  
SRI II 3/CRI 3



Darmstadt, Rostock, Graz, Klagenfurt



Teamgröße: 45 (FTE)

## Einige unserer Themenfelder

- Bildbasierte Analysen in den Bereichen Kosmetik und Körperpflege
- Sensorik, Tracking und Bewegungserfassung für Patientinnen und Patienten in Pflege
- Visuelle Leitstände für medizinische Einrichtungen
- 3D-druckbare Augenprothesen
- Datenanalysen mittels Verfahren der KI

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



## Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN

# Digitales Patientenmodell als Grundlage für personalisierte Behandlung

**Künstliche Intelligenz verknüpft Gesundheitsdaten sinnvoll und gibt Medizinerinnen und Medizinern sowohl Diagnosehinweise als auch Therapieempfehlungen.**

Mit wenigen Klicks zur optimalen Prävention, Diagnose und Therapie – darauf zielt das Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN ab. Die Fraunhofer-Institute implementieren und evaluieren aktuell einen Prototyp im Bereich der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen (CED), und zwar am Universitätsklinikum Frankfurt am Main.

Patientendaten wie Anamnesegespräche, MRT-Aufnahmen, Laboruntersuchungen oder Therapieverläufe werden in den Krankenhäusern heutzutage immer besser digital erfasst und vorgehalten. Oft sind diese Daten aber nicht greifbar und liegen unstrukturiert vor. Sieben Fraunhofer-Institute arbeiten im Rahmen des Leitprojekts MED<sup>2</sup>ICIN an genau diesem Problem. »Mit dem Prototyp eines digitalen Patientenmodells betreten wir nun eine neue Ära bei der Behandlung der Patientinnen und Patienten«, sagt Dr. Stefan Wesarg, Koordinator von MED<sup>2</sup>ICIN und Leiter der Abteilung Visual Healthcare Technologies am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD.

Das Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN verbindet alle Gesundheitsinformationen einer Patientin oder eines Patienten miteinander und gleicht diese mit Parametern aus Populationsstudien und Daten spezifischer Krankheitsbilder wie Diagnostik, Krankheitsverlauf, Medikation oder Therapien anderer Betroffener ab. Klinische Leitlinien und gesundheitsökonomische Aspekte berücksichtigend, entsteht so ein ganzheitliches digitales Patientenmodell.

Das Universitätsklinikum Frankfurt am Main arbeitet bereits mit dem digitalen Abbild. Hier wird das Modell unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. med. Frank Behrens am Beispiel chronisch entzündlicher Darmerkrankungen (CED) evaluiert und implementiert. Dazu liegen in Frankfurt Daten von mehr als 600 Betroffenen mit 170 verschiedenen Gesundheitsparametern vor. »Die KI hilft uns, schneller die Patientin und den Patienten in ihrer beziehungsweise seiner Komplexität zu erfassen und so die beste Therapie für Menschen mit chronischen Erkrankungen zu finden«, erläutert





Treffen Sie uns:  
**DMEA, 26.–28. April 2022, Berlin**

Frank Behrens. Die ersten Praxistests seien vielversprechend. Das digitale Patientenmodell erspare den Ärztinnen und Ärzten enorm viel Zeit, da es nicht nur sämtliche medizinischen Daten von Patienten zentral erfasst, sondern auch auswertet und übersichtlich präsentiert. So ist beispielsweise angedacht, mithilfe Künstlicher Intelligenz im Lauf der Jahre angefertigte Aufnahmen des Darms miteinander zu vergleichen und aufzuzeigen, in welchen Punkten sich die Bilder unterscheiden.

Mit dem Universitätsklinikum Frankfurt am Main zusammenzuarbeiten, bietet den Fraunhofer-Instituten den großen Vorteil, direkt Feedback von Medizinerinnen und Medizinern zu erhalten. So kann die Software gezielt auf die Wünsche und Fragestellungen derjenigen eingehen, die das System später einsetzen werden. Vor allem bei chronischen Erkrankungen ist es sinnvoll, das digitale Patientenmodell zu verwenden, grundsätzlich lässt es sich aber für viele Bereiche adaptieren. Im späteren Verlauf sind auch niedergelassene Fachärztinnen und Fachärzte eingebunden, und die Patientinnen und Patienten sollen ebenfalls Zugang erhalten. Gleiches gilt für Forschungsinstitute oder Krankenkassen. Für diesen breiten Nutzen wollen die Fraunhofer-Forscher die Lösung gemeinsam mit Life-Science-Unternehmen und Technologieprovidern in der Health IT vermarkten.

»Mit dem digitalen Abbild einer Patientin oder eines Patienten lassen sich nicht nur enorme Verbesserungspotenziale für die Behandlung von Einzelpersonen erreichen«, sagt Stefan Wesarg. Auch gesamtgesellschaftliche Gesundheitsausgaben besser einzusetzen, werde möglich, wobei ein intelligenter Ressourceneinsatz von zentraler Bedeutung sei angesichts des herausfordernden demografischen Wandels. Technologiegetriebene Innovationen wie das Fraunhofer-Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN helfen, die stetig steigenden Kosten im Sinne einer bestmöglichen Behandlung der Betroffenen zu nutzen. Das Leitprojekt geht weit

über bestehende Digitalisierungsprojekte wie zum Beispiel das der elektronischen Patientenakte oder der Krankenhausinformationssysteme (KIS) hinaus, indem MED<sup>2</sup>ICIN auf einen Datenpool ähnlicher Fälle zurückgreift.

MED<sup>2</sup>ICIN bereitet die Daten auf und visualisiert sie in einem modularen Dashboard. Die Oberfläche haben die Entwickelnden derart gestaltet, dass sie intuitiv zu bedienen ist und alle Nutzenden sie individuell anpassen können. So ist zum Beispiel auch ein 3D-Modell des menschlichen Körpers mit dessen Organsystem integriert, wobei der Detaillierungsgrad der angezeigten Informationen beim Leitprojekt MED<sup>2</sup>ICIN noch viel höher ist, als 3D-Modelle es ermöglichen. Mit dem Dashboard erhält das medizinische Fachpersonal demnach eine umfangreiche datengestützte Entscheidungshilfe, um die beste Therapie einleiten zu können.

Die Entwicklung von MED<sup>2</sup>ICIN erfolgt unter strenger Einhaltung der europäischen Datenschutzgrundverordnung. Alle Daten werden pseudonymisiert und lassen keinerlei Rückschlüsse auf einzelne Personen zu. Nach den ersten erfolgreichen Tests steht nun die Weiterentwicklung des digitalen Patientenmodells und die Suche nach IT-Partnern an, welche die Lösung für Krankenhäuser implementieren können.

Sieben Fraunhofer-Institute bündeln ihre Expertise – wer mit dabei ist, lesen Sie hier:

[www.fh-igd.de/Med2icin](http://www.fh-igd.de/Med2icin)



**Unser Experte für Ihre Fragen**

Dr.-Ing. Stefan Wesarg  
 Stefan.Wesarg@igd.fraunhofer.de



## Smart Hospital

# Wenn Bett und Boden mitdenken und Algorithmen die Lunge begutachten

**Noch sind echte »Smart Hospitals« rar. Doch die Forschung des Fraunhofer IGD könnte schon bald den Klinikalltag bereichern – mit Künstlicher Intelligenz in Betten, Böden und bei der Bildauswertung.**

Am Fraunhofer IGD forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an konkreten Möglichkeiten, digitale Technologien in den Klinikalltag zu integrieren und die Häuser so zu zukunftsfähigen »Smart Hospitals« zu machen. Einer dieser Forscher ist Dr. Stefan Wesarg. Der Physiker ist davon überzeugt, dass Algorithmen und Künstliche Intelligenz (KI) schon bald Einzug halten in den Krankenhäusern. Sie könnten dort die Diagnostik beschleunigen, die Therapie unterstützen und die Nachsorge verbessern – zum Beispiel, wenn eine CT-Untersuchung zu beurteilen ist: »Nach einem Kopf- und Hals-Scan muss ein Radiologe an die hundert Schichtbilder durchscrollen und nach Auffälligkeiten suchen«, sagt Wesarg. KI kann die Bilddaten viel schneller analysieren und würde nur jene Abweichungen anzeigen, die sich die Ärztin oder der Arzt genauer anschauen sollte. Das System könnte die Bilddaten um Konturlinien an bestimmten Organen ergänzen oder »in der nächsten Ausbaustufe entscheiden, ob eine Veränderung gut- oder bösartig ist«, so Wesarg. Denkbar wäre gar, dass ein Algorithmus in Zukunft den Schweregrad einer Krebserkrankung einordnet und die passende Therapie vorschlägt.

### Ein Rollator, der sich auskennt

Dr. Mario Aehnelt, ein Kollege von Stefan Wesarg, arbeitet im 700 Kilometer entfernten Rostock an Lösungen, die Pflegekräfte und zu behandelnde Personen unterstützen sollen. Der Informatiker entwickelt mit seinem Team einen eigenständig fahrenden Roboterrollator: »Er kann sich im Krankenhaus autonom bewegen und Patientinnen und Patienten zu einer Behandlung oder zurück auf ihre Station begleiten, sodass sie sicher den Weg finden.« Vor allem für ältere Menschen ist das eine große Hilfe, die zudem das Personal entlastet.

### Ein Bett, das aufpasst

Stationen mit älteren oder an Demenz Erkrankten dürften auch von der Arbeit Florian Kirchbuchners profitieren. Sein Team hat sich auf vernetzte Sensorik spezialisiert und forscht unter anderem an intelligenten Betten. Diese melden dem Pflegepersonal, wenn jemand umgelagert werden muss, um Wundliegen vorzubeugen. Oder sie machen sich bemerkbar, wenn ein Demenzpatient nachts allein aufsteht. »Wir trainieren die Systeme so, dass die Sensoren unterscheiden können, ob sich jemand im Bett einfach nur umdrehen oder es verlassen will«, sagt Kirchbuchner.

### Ein Boden, der mitdenkt

Ein System, das Stürze erkennen kann, wäre im Krankenzimmer ebenfalls eine wertvolle Ergänzung. Es erkennt nämlich auffällige Gehmuster und schlägt beim Pflegepersonal Alarm, sollte ein Patient fallen. Die elektrische Feldsensorik liegt unter dem Parkett und besteht aus Drucksensoren, die eine Person im Raum lokalisieren können. »Messen sie einen plötzlichen Aufschlag und danach Inaktivität, dann ist wahrscheinlich ein Sturz passiert«, erklärt Kirchbuchner das Prinzip.

Ein kluger Roboterrollator, ein mitdenkendes Bett und ein wachsamer Fußboden werden ihren Preis haben, wenn sie dann marktreif sind – erst recht, wenn eine ganze Station damit ausgestattet wird. Doch laut Entwickler Florian Kirchbuchner lassen sich mit KI im Krankenhaus sogar Kosten sparen: »In der Summe sind die digitalen Lösungen günstiger als die entstehenden Schäden, wenn KI nicht eingesetzt würde.« Aktuell versucht



Kirchbuchners Team, den Mehrwert der Technologien für die Gesellschaft zu evaluieren, »um zu klären, inwieweit die Krankenkassen KI finanzieren könnten«.

### Krankenhäuser nicht überrumpeln

Angesichts der demografischen Entwicklung ist es allerdings wohl nur eine Frage der Zeit, bis KI in Krankenhäusern zum Einsatz kommt – vielleicht kommen muss. Die Einrichtungen damit zu überrumpeln, sei dennoch die falsche Strategie, findet Prof. Jörn Kohlhammer. Der Informatiker macht die aus KI gewonnenen Daten mit geeigneten Visualisierungen erklärbar, damit sie im Klinikalltag akzeptiert und genutzt werden. »Algorithmen und Machine-Learning-Verfahren sind nämlich selbst für Sachkundige nicht besonders verständlich«, gibt der Wissenschaftler zu. »In der Medizin ist Nachvollziehbarkeit aber entscheidend.« Schließlich haben Ärztinnen und Ärzte ihre Entscheidungen zu rechtfertigen, und zwar gegenüber den Patienten und dem Versicherer.

Ein paar Hürden gilt es allerdings noch zu überwinden, bevor die KI-Systeme der Forschenden am Fraunhofer IGD endgültig klinictauglich sind: etwa die Evaluation und die Zulassung als Medizinprodukt. Die Regeln für die Zulassung sind zu Recht streng und müssen für KI zunächst noch definiert werden. Rein rechtlich darf derzeit keine Technologie zum Einsatz kommen, die sich später noch verändert – KI-Systeme müssten also zu Ende gelernt haben, was keineswegs ihrem Naturell entspricht. Lange wird es trotzdem nicht mehr dauern, bis Algorithmen in Krankenhäusern selbstverständlich sind. Schon jetzt ist KI aus der Medizin nicht mehr wegzudenken.



So steht es um die Digitalisierung: Bei einer Umfrage Anfang 2021 schätzten deutsche Krankenhäuser und Arztpraxen ihre »digitale Reife« mit lediglich 6 von 10 Punkten als mittelmäßig ein (HIMSS Annual European Digital Health Survey 2021) und nur um 0,6 Punkte besser als noch 2017.



#### Unser Experte für Ihre Fragen

Dr.-Ing. Stefan Wesarg  
Stefan.Wesarg@igd.fraunhofer.de



Unser Experte für Ihre Fragen

Dr. Philipp Urban  
philipp.urban@igd.fraunhofer.de

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

## Weltneuheit im 3D-Druck – Cuttlefish:Eye®

# Erster Patient erhält vollständig digital gedruckte 3D-Augenprothese

Augenprothesen aus dem 3D-Drucker werden die bisherige, rein manuelle Herstellung individueller Prothesen ablösen und damit eine ganze Branche revolutionieren. Das disruptive Verfahren, bei dem modernste 3D-Drucktechnologien des Fraunhofer IGD zum Einsatz kommen, beschleunigt die Produktion von Prothesen erheblich und bietet eine schnellere, bessere und komfortablere Behandlung. Ende 2021 erhielten die ersten zu versorgenden Personen einen vollständig 3D-gedruckten Augapfel.

Rund 8 Millionen Menschen – etwa 0,1 Prozent der Weltbevölkerung – benötigen nach aktuellen Schätzungen ein künstliches Auge. Augenprothesen werden immer dann notwendig, wenn ein Auge aus gesundheitlichen Gründen operativ entfernt werden musste, z. B. infolge einer schweren Verletzung oder einer lebensbedrohlichen Krankheit wie Augenkrebs.

Das Fraunhofer IGD hat in enger Zusammenarbeit mit der britischen Firma Ocupeye Ltd und dem Londoner Moorfields Eye Hospital die Software Cuttlefish:Eye® entwickelt. Sie erstellt auf Basis eines 3D-Scans der Augenhöhle und einem farbkalibrierten Foto des gesunden Auges ein virtuelles Modell für den 3D-Druck, das in der Optik dem gesunden Auge in nichts nachsteht. Am 25. November 2021 erhielt der Brite Steve Verze als erster Patient ein solches 3D-gedrucktes Auge. Der behandelnde Facharzt,

Prof. Mandeep Sagoo, erläutert: »Wir sind begeistert von dem Potenzial dieses vollständig digitalen Auges. Dies ist der Höhepunkt von vier Jahren Forschungsarbeit an einer hochentwickelten Technologie. Sie hat eindeutig die Kraft, die Wartelisten bei der Prothesenherstellung zu verkürzen.«

### 3D-Druck ersetzt aufwendige Handarbeit

Der bisherige Prozess, wie Okularistinnen und Okularisten die Augenhöhle individuell vermessen und die Prothese herstellen, ist seit Jahrzehnten weitgehend unverändert geblieben. Die invasive Modellierung kann nicht nur unangenehm bis schmerzhaft sein und erfordert oft eine Vollnarkose, sondern ist vor allem für Kinder eine weitere belastende Erfahrung, nachdem ein Auge entfernt worden ist. Dass der künstliche Ersatz anschließend in Handarbeit zeitaufwendig herzustellen ist, führt bis dato dazu, dass Betroffene mehrere Monate warten müssen, ehe ihnen die Prothese eingesetzt werden kann. Eine 3D-gedruckte Prothese erfordert im Gegensatz zur Modellierung lediglich einen Scan der Augenhöhle von wenigen Sekunden Dauer, und auch die Herstellungszeit der Prothese verkürzt sich massiv. Eine Augenprothese aus dem 3D-Drucker ist nicht nur in einem Bruchteil der Zeit hergestellt, sie sieht auch deutlich realistischer aus. Möglich machen das die Algorithmen von Cuttlefish:Eye® und Cuttlefish®.



## CareCam

# Gesundheitstipps vom eigenen Computer

Sitzen, gucken, tippen, klicken – daraus besteht für viele Menschen der Arbeitsalltag. Und seit der Coronapandemie hat sich die Zeit vor dem Monitor noch intensiviert. Selbst Dimitri Kraft schmerzte daraufhin der Nacken und Rücken, dabei ist der Informatiker erst 31 Jahre alt. Also programmierte der Doktorand am Fraunhofer IGD eine Lösung für sich und alle anderen Computergeplagten: die CareCam.

### Software berät, wie wir gesünder arbeiten können

Über die Webcam registriert die Software jede noch so winzige Bewegung. »Unter anderem nimmt die Gesichtserkennung kleinste Änderungen in der Helligkeit wahr, die wir mit bloßem Auge gar nicht sehen können. Daraus errechnet sie den Puls«, erklärt Dimitri Kraft. Die Kamera misst die Blinzelfrequenz und warnt rechtzeitig, damit das Phänomen trockener Augen gar nicht erst auftritt. Sie erfasst die Körperhaltung und den Gesichtsausdruck und interpretiert dies, weil sie Emotionen wahrnehmen kann: »Wenn die Software merkt, dass man gestresst ist oder eine schlechte Körperhaltung hat, dann schlägt sie Abhilfe vor: Stretching oder eine kurze Meditation.« Dafür arbeitet der Forscher mit Fachpersonal aus den Bereichen der Physiotherapie und Psychologie zusammen.

### Daten bleiben auch im BGM privat

Die Daten der CareCam verbleiben ausschließlich bei den Nutzenden und werden nur gespeichert, damit eine Beobachtung über längere Zeit möglich ist. Vorhandene technische Lösungen erheben zwar ähnliche Messwerte, sind aber aufwendiger anzuwenden und müssen mitgenommen oder aufgeladen werden. Dimitri Krafts Lösung dagegen basiert auf dem Gerät, vor dem der Mensch ohnehin während des Arbeitens sitzt. Durch Einsatz Künstlicher Intelligenz lernt die Software ihre Nutzerin oder ihren Nutzer kennen und stimmt ihre Vorschläge auf sie oder ihn ab. In etwa zwei Jahren könnte das Programm nach verschiedenen Pilottests und Weiterentwicklungen für einen größeren Personenkreis anwendungsbereit sein. Dann sollen Arbeitgeber es als Möglichkeit des individuellen Betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM) anbieten können.



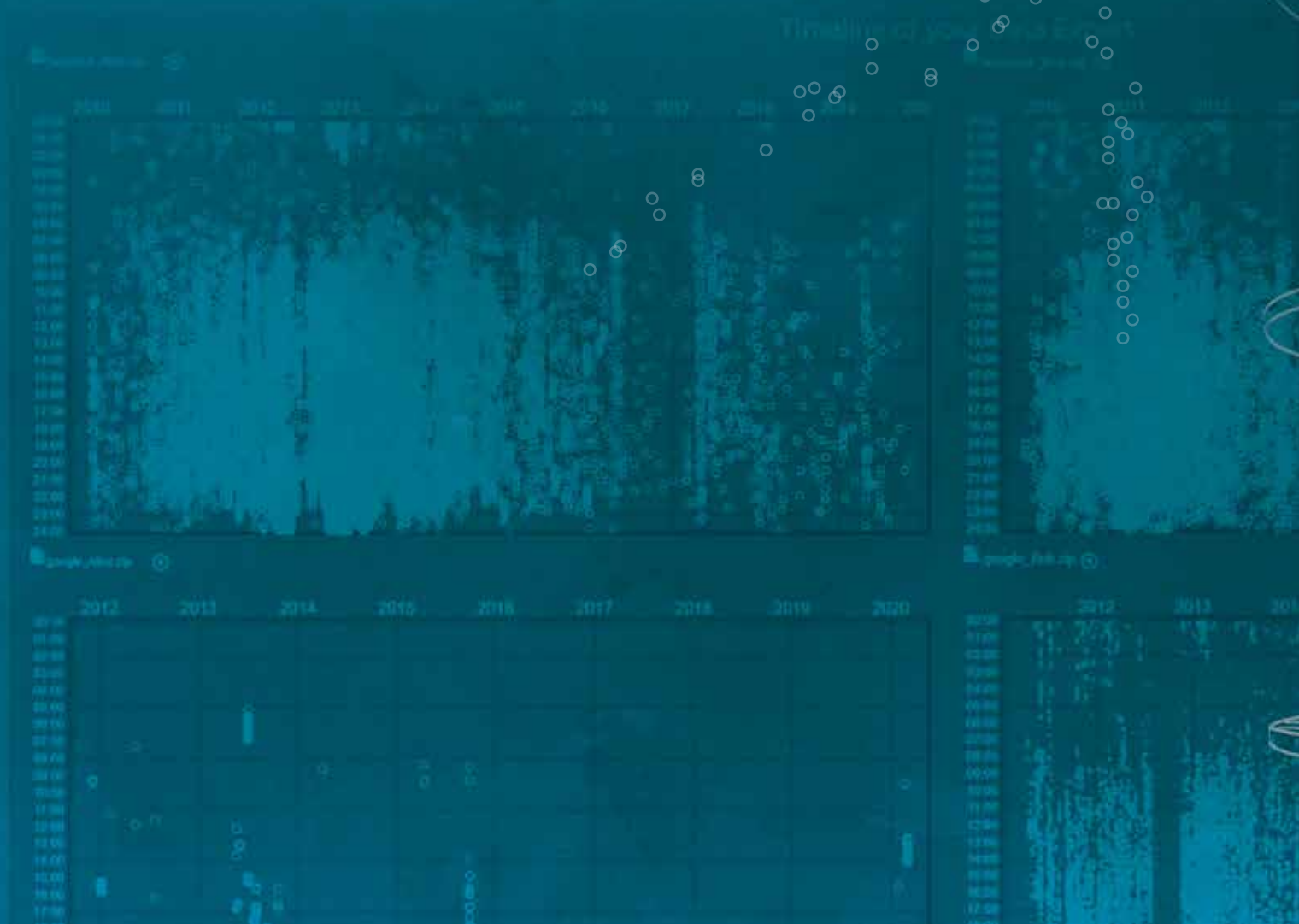
### Unser Experte für Ihre Fragen

Dimitri Kraft, M. Sc.  
[dimitri.kraft@igd-r.fraunhofer.de](mailto:dimitri.kraft@igd-r.fraunhofer.de)



# Software und IT-Wirtschaft

Im Bereich Software und IT-Wirtschaft fokussieren wir uns auf Unternehmen, die Software herstellen, integrieren oder verwenden. Wir möchten auch Sie in Ihren datenintensiven Anwendungen unterstützen, um vom Datenmanagement bis zur visuellen Nutzer-schnittstelle effiziente und interaktive Lösungen zu entwickeln.





Darmstadt, Rostock,  
Graz, Klagenfurt

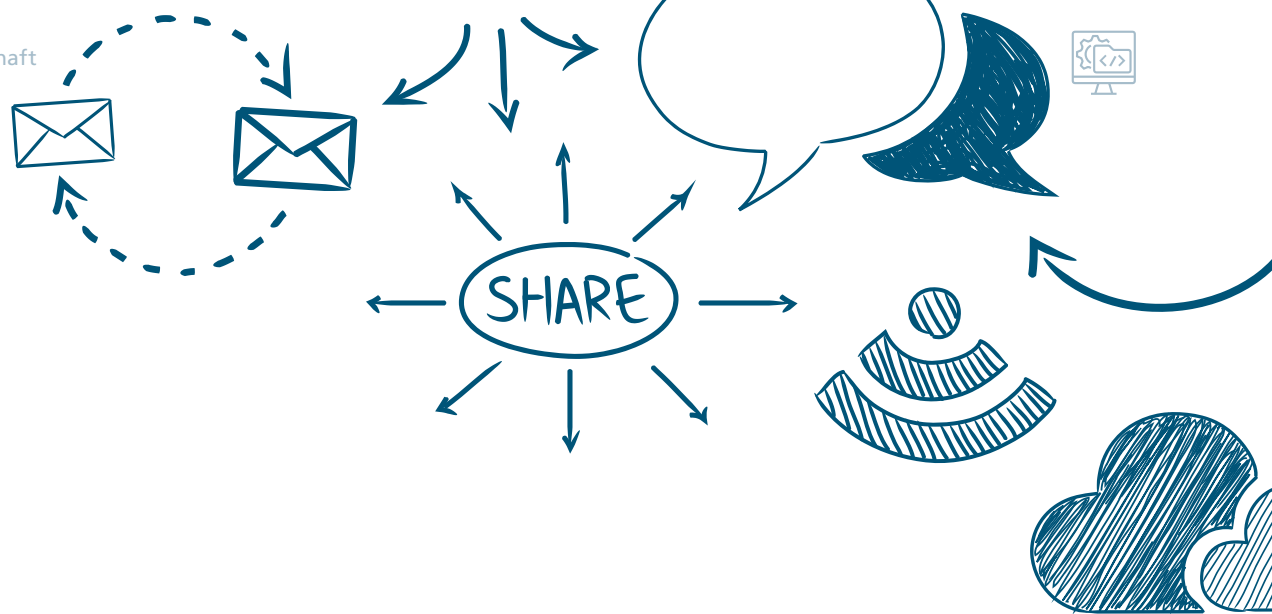


Teamgröße: 48 (FTE)

## Einige unserer Themenfelder

- Interaktive Computer-Graphik-Lösungen zur Informationsvermittlung
- Visuelle Entscheidungen unterstützen
- Datenanalysen und Datensynthesen mittels Verfahren der KI
- Modellbasierte / Bildbasierte Werkzeuge
- 3D-Visualisierungskompetenz, VR und AR
- Datenanalyseprozesskette
  - Analyse von Messdaten (Sensordatenanalyse, Datenbank/Metadaten, Big Data)
  - Fokussierung auf Datenmuster, Datenanomalien
  - Data Mining
  - Machine Learning
  - Effizientes Datenmanagement für 3D-Daten und Big Data
  - 3D-Echtzeitdatenverarbeitung
  - Aktive nutzerspezifische Echtzeitdatenanalyse am Arbeitsplatz

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



## Cybersicherheit

# Im Netzwerk den Überblick behalten

Sechs Stunden ohne Facebook, Instagram und Co. – für die US-amerikanische Facebook Inc. bedeutete dies einen massiven Einnahmeausfall. Wie kommt es zu solchen Problemen? Wie lässt sich die Ursache möglichst schnell finden und beheben? Das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE möchte Netzwerkdaten verständlicher machen und damit mehr Menschen befähigen, den Datenverkehr im eigenen Netzwerk einzuschätzen.

»Die Masse an angezeigten Warnungen, die für mehr Cybersicherheit sorgen sollen, ist in Unternehmensnetzwerken kaum überschaubar«, sagt Prof. Jörn Kohlhammer, ATHENE-Wissenschaftler am Fraunhofer IGD. Das Problem dabei sei, dass ein Großteil der Nachrichten aus Warnungen bestehe, welche sich auf ungefährliche Besonderheiten im Netzwerkverkehr zurückführen lassen. »In solchen False Positives können dann diejenigen Meldungen untergehen, bei denen tatsächlich Handlungsbedarf besteht! Die Unsicherheit darüber, welche Warnungen als Erstes zu behandeln sind, ist ein drängendes Problem.«

### Cybersicherheitsdaten erkennbar machen

Weil Datenmengen unübersichtlich sind, haben es kleinere Unternehmen oft schwer, einen Überblick über ihre Cybersicherheit zu gewährleisten. Die Lösung besteht nach Meinung des Fraunhofer IGD darin, sicherheitsrelevante Daten und

Informationen zielgerichtet zu visualisieren. Je einfacher Netzwerkdaten verständlich gemacht werden, desto mehr Menschen können einschätzen, was im eigenen Netzwerk passiert. Im Rahmen des Nationalen Forschungszentrums für angewandte Cybersicherheit ATHENE beschäftigt sich das Fraunhofer IGD mit Lösungen, um Cybersicherheitsdaten zu visualisieren. »Die Leitfrage unserer Forschung lautet: Wie kann man Benutzeroberflächen so vereinfachen und verbessern, dass immer weniger Vorwissen nötig ist, um die Sicherheit des eigenen Netzwerks zu überwachen?«, so Kohlhammer. Hersteller von Cybersicherheitssoftware können von dieser Expertise profitieren: Wenn die Visualisierung von bereits heute gut funktionierenden Softwarelösungen weiter verbessert wird, dann lassen sich Effektivität und Nutzerzufriedenheit steigern. Ziel ist es, Benutzeroberflächen zu schaffen, die bei der Verwendung sehr großer Datenmengen unterstützen und speziell auf die Aufgaben von Netzwerkadministratoren und Sicherheitsexperten ausgerichtet sind.





## Wenn nicht alles nach Protokoll verläuft

Ein Beispiel für unübersichtliche Datenmassen ist das Border Gateway Protocol (BGP). Dieses Routingprotokoll verbindet autonome Systeme und ermöglicht den grenzübergreifenden Datenverkehr des Internets. Wie wichtig es ist, zeigte der Ausfall von Facebook-Services im Oktober 2021. Aufgrund von Konfigurationsänderungen aufseiten von Facebook kam es zu einer Unterbrechung der Verbindungen der DNS-Server zum Rechenzentrum. Diese hielten daraufhin BGP-Ankündigungen zurück, da eine gestörte Netzverbindung vorzuliegen schien. Die Server waren länger nicht erreichbar, und die Facebook-Dienste schienen damit wie aus dem Internet verschwunden. Mit einer besseren Übersicht der BGP-Ankündigungen wäre das nicht passiert.

## Visual Analytics vereinfacht die Arbeit von Sicherheitsexperten

Das Fraunhofer IGD bietet im Verbund mit den weiteren ATHENE-Forschungseinrichtungen zahlreiche Lösungen im Bereich Visual

Analytics. Cybersicherheitsfachleute können damit visuell und interaktiv Warnungen zu verschiedenen Gruppen zuordnen, ohne lange Listen durchzugehen und jede Warnung einzeln beurteilen zu müssen. Das Werkzeug NetCapVis visualisiert Netzwerkdaten sortiert nach Kriterien wie IP-Adressen oder Datenformat. Auf einem Zeitstrahl ist ersichtlich, zu welchem Zeitpunkt welche Datenpakete in das Netzwerk gelangen oder es verlassen. Auf diese Weise erhalten Netzwerkadministratoren und Sicherheitsexperten einen schnellen Überblick, woraufhin sie auf unbekannte Datenbewegungen gezielt reagieren können. In Zeiten von Digitalisierung und zunehmenden Angriffen auf Unternehmen und öffentliche Einrichtungen ist das wichtiger denn je.



### Unser Experte für Ihre Fragen

Prof. Dr.-Ing. Jörn Kohlhammer  
[joern.kohlhammer@igd.fraunhofer.de](mailto:joern.kohlhammer@igd.fraunhofer.de)



## Angewandtes Quantencomputing

# Meilenstein der kommenden Revolution

**Mit Beginn 2022 hat das neue Zentrum für Angewandtes Quantencomputing (ZAQC) am Fraunhofer IGD seine Arbeit aufgenommen. Es eröffnet Forscherinnen und Forschern herausragende Möglichkeiten, das Potenzial von Quantencomputern für die Industrie nutzbar zu machen und den Einsatz dieser bahnbrechenden Technologie voranzutreiben.**

Quantencomputer werden den Nutzen der Computertechnik revolutionieren. Während herkömmliche Rechner nur zwischen Null und Eins zu unterscheiden vermögen, können Quantencomputer in ihre Berechnungen auch Zwischenzustände einfließen lassen und Rechenoperationen nicht nacheinander, sondern parallel durchführen. Damit stellen sie die Rechenleistung konventioneller Computer deutlich in den Schatten, was einzelne Problemstellungen anbelangt. Diese Technologie einzusetzen, eröffnet der Industrie und Wirtschaft unter Umständen weitreichende Anwendungsmöglichkeiten, denn sie hilft beispielsweise dabei, hochkomplexe Ereignisse zu simulieren – etwa für die chemische Industrie – oder Milliarden von Prozessen in Echtzeit zu steuern.

Doch bevor es in einigen Jahren so weit ist, müssen Quantencomputer leistungstärker und fehlertoleranter werden. Auch müssen sie – etwa durch eine entsprechende Programmierung – »fit« gemacht werden für ihren spezifischen Einsatz. »Wir müssen wissen, was mit Quantencomputern möglich ist, auf welche Weise dies möglich ist und was Problemstellungen in Wissenschaft und Industrie von einer Anwendung erwarten können«, sagt Prof. Dieter W. Fellner, Leiter des Fraunhofer IGD und Leiter des Zentrums für Angewandtes Quantencomputing. Aufgabe des ZAQC werde es sein, diese zentralen Fragen zu beantworten. Das Land Hessen unterstützt dabei mit einer Fördersumme von über drei Millionen Euro. Das Zentrum ist zudem Teil des nationalen Kompetenznetzwerks Quantencomputing der Fraunhofer-Gesellschaft.

Wir können heute weder in Deutschland noch auf internationaler Ebene konkrete Aussagen darüber treffen, wie wir Quantencomputer möglichst gewinnbringend einsetzen könnten. Wir brauchen qualifizierte Aussagen darüber, was möglich ist und wie wir dies erreichen können.

### »» **Genau hier setzt das neue Zentrum für Angewandtes Quantencomputing, kurz ZAQC, am Fraunhofer IGD an, richtig?**

Richtig. Wir wollen die Potenziale von Quantencomputern identifizieren, wenn es darum geht, industrielle Fragestellungen zu beantworten. Wir wollen der Wirtschaft diesen neuen Markt der Möglichkeiten zugänglich machen. Unser Fokus dabei liegt zunächst auf dem praktischen Nutzen für Industriebereiche – wie die Materialwissenschaften, die Chemie, die Logistik, das Finanzwesen oder den Bereich der Cybersicherheit. Wir überprüfen die Einsatzmöglichkeiten für konkrete Problemstellungen und machen unsere Ergebnisse für Unternehmen nutzbar. Denken Sie hier beispielsweise an weitreichende neuartige Einsätze beim Einschätzen von Prozessabläufen, an die Simulation von Reaktionsketten oder an die Auswertung, Sicherung und Verwaltung von Daten. Das dürfte signifikante Auswirkungen haben auf die Produktentwicklung, Qualitätskontrolle, Risikoabschätzung oder auch auf die Verkehrsplanung.

### »» **Guten Tag, Herr Prof. Fellner. Quantencomputer könnten zum Zentrum herausragender technischer Entwicklungen der Zukunft werden. Sehen Sie das auch so?**

Ja, denn Quantencomputer werden uns zahlreiche Erkenntnisse ermöglichen, die wir sonst kaum gewinnen könnten. Insofern teile ich die Euphorie. Allerdings stehen wir noch am Anfang:

### »» **Ähnliches gilt vermutlich für den Bereich der Entwicklung von Medikamenten?**

Ich hoffe, dass Quantencomputer auch dank unserer Forschung effizient analysieren können, wie Medikamente zusammengesetzt sein müssen und wie effektiv sie wirken, sodass nur noch die erfolgsträchtigsten Wirkstoffmischungen im Labor weiterentwickelt werden müssen. Das wäre ein signifikanter Durchbruch – auch in Bezug auf die Entwicklung von Impfstoffen.



**Wir erforschen und entwickeln neue technologische Lösungen auf dem Gebiet des Quantencomputings, damit Industrie und Gesellschaft möglichst umfassend und nutzbringend davon profitieren.**

**Prof. Dr. Dieter W. Fellner,**  
Institutsleiter

### » Am ZAQC wollen Sie unter anderem spezielle Middleware entwickeln, welche die Programmierung von Quantencomputern erleichtert.

Wir arbeiten an Algorithmen, die – ähnlich wie bei klassischen Systemen – nicht nur auf speziellen Quantencomputern laufen, sondern auch auf möglichst vielen der aktuell schon arbeitenden und der künftig zu erwartenden Computer im In- und Ausland. Erst dann wird es möglich werden, aus dem abstrakten, aber gigantischen Potenzial der Quantencomputer den konkreten Mehrwert für Gesellschaft und Wirtschaft abzuleiten.

### » Parallel zu den konkreten Anwendungsszenarien geht das Forschen an der Entwicklung des Quantencomputers an sich weiter ...

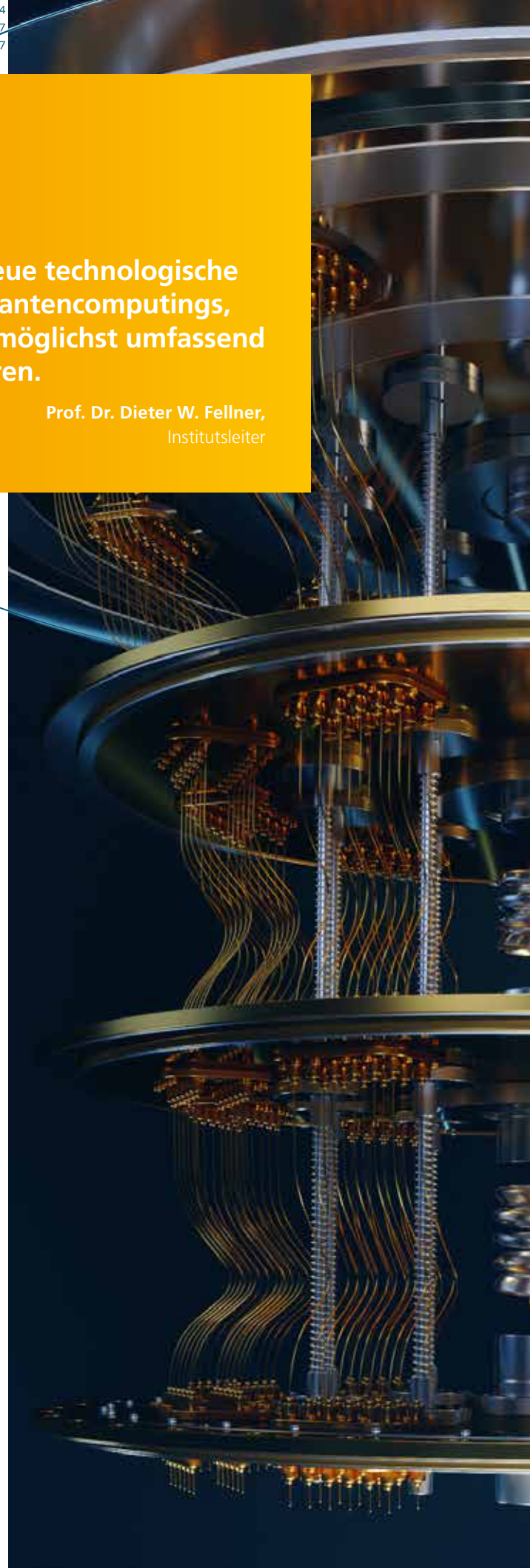
Beides geht Hand in Hand. Dank des nationalen Kompetenznetzwerks Quantencomputing der Fraunhofer-Gesellschaft können wir hervorragende Voraussetzungen nutzen, denn das Netzwerk besteht wiederum aus regionalen Kompetenzzentren in insgesamt sieben Bundesländern. Jeder Fraunhofer-Knoten hat einen eigenen Forschungsschwerpunkt, und wir haben ein gemeinsames Ziel: neue technologische Lösungen auf dem Gebiet des Quantencomputings erforschen und entwickeln, um möglichst umfassend und nutzbringend von dieser fantastischen Technik zu profitieren.

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



**Unser Experte für Ihre Fragen**

Prof. Dr. Dieter W. Fellner  
sekretariat@igd.fraunhofer.de



**Timeline of your Data Export**

**Unser Experte für Ihre Fragen**  
 Prof. Dr.-Ing. Jörn Kohlhammer  
 joern.kohlhammer@igd.fraunhofer.de

Selbst ausprobieren: [www.fh-igd.de/TransparencyVis](http://www.fh-igd.de/TransparencyVis)

## Visualisierungstool TransparencyVis

# Transparente User-Statistiken als Wettbewerbsvorteil für Social-Media-Anbieter

Die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO): Sie verpflichtet Anbieter wie Google oder Twitter, ihre Nutzerinnen und Nutzer über gespeicherte Daten zu informieren. Derlei Daten zu analysieren und aufzubereiten, ist eine komplexe Angelegenheit. Indem Serviceprovider auf das vom Fraunhofer IGD entwickelte TransparencyVis zurückgreifen, können sie die gespeicherten Kundendaten schnell und einfach visuell aufbereiten.

Transparenz und zugleich Sicherheit: Das wünschen sich viele Nutzer sozialer Netzwerke von ihren Serviceprovidern. Doch oftmals fällt es schwer, durch kritische Berichterstattung verbreitete Zweifel zu zerstreuen und Anwender davon zu überzeugen, wie vertrauenswürdig das soziale Netzwerk ist. TransparencyVis vom Fraunhofer IGD wird hier zum echten Wettbewerbsvorteil für interessierte Anbieter, denn das Tool erleichtert es, Datenexporte zu analysieren und zu implementieren. Der User erhält daraufhin einen transparenten Überblick der über ihn gespeicherten Daten.

### Visualisierung erleichtert Analyse

TransparencyVis vom Fraunhofer IGD ermöglicht den Nutzerinnen und Nutzern, einen Blick auf ihr persönliches Verhalten im Internet

zu gewinnen. Zwei Visualisierungsformen stehen dafür bereit: Die erste Visualisierung ist eine Treemap und zeigt anhand von farbigen Kästchen gespeicherte Daten und Aktivitäten. Je größer die Kästchen sind, desto größer sind auch die enthaltenen Datenmengen.

Die zweite Visualisierungsvariante bezieht sich auf eine zeitliche Darstellung, in der ein farbiger Punkt jede Aktivität symbolisiert. Dabei beschreibt die Querachse den zeitlichen Verlauf über Jahre hinweg, die Vertikalachse die jeweilige Tageszeit. Die Farben orientieren sich an verschiedenen Kategorien wie Nachrichten oder Kontakte und lassen sich gesondert betrachten. Nutzende können daraufhin Muster erkennen und diese selbst konkret reflektieren.

### Eine absolute Win-win-Situation

Gerade in Zeiten, in denen die Konkurrenz unter den Anbietern sozialer Netzwerke stetig zunimmt, ist es entscheidend, sich vom Wettbewerb abzuheben. Dies gelingt etwa dadurch, sich stark auf die Kundin oder den Kunden zu zentrieren. Das Angebot, die gespeicherten Daten aufbereitet und verständlich auszugeben, stellt die Bedürfnisse der Anwendenden in den Vordergrund und schafft Vertrauen. Somit profitieren von einer Implementierung von TransparencyVis Anwender und Anbieter gleichermaßen.



## Marktvorteil für Hersteller von CAD- und CAE-Software: RISTRA beschleunigt Simulationen

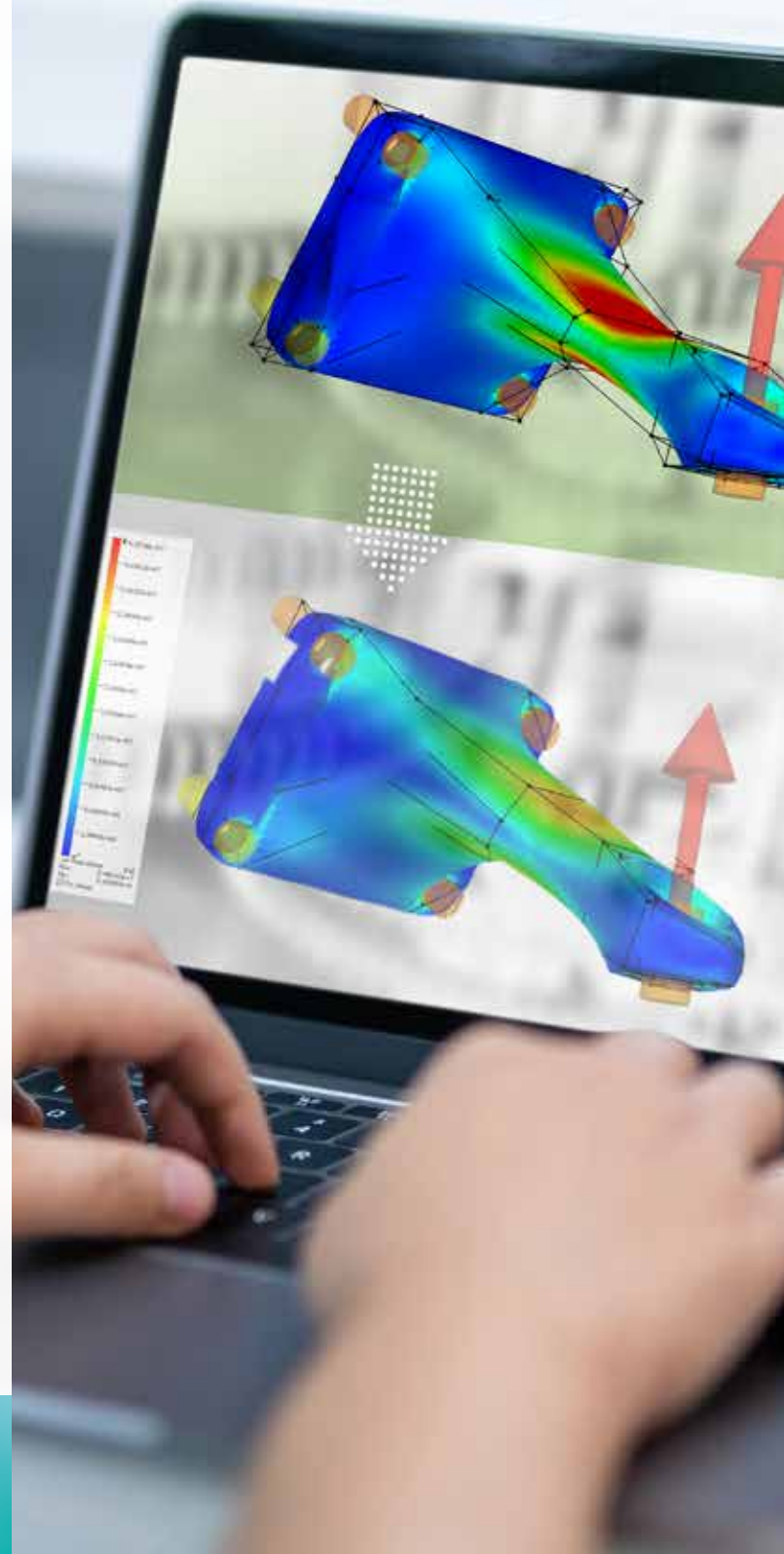
Zeit ist beim Computer Aided Engineering (CAE) ein wichtiger Faktor. Doch strukturmechanische Simulationen als integraler Bestandteil der Produktentwicklung sind zeitaufwendig. Das Fraunhofer IGD hat mit RISTRA eine interaktive Softwarelösung geschaffen, welche die Berechnung auf die Graphic Processing Units (GPU) verlagert und so beschleunigte Simulationen ermöglicht.

Simulationen geben Auskunft über die Stabilität und die durch die einwirkenden Kräfte induzierten Spannungen. Für numerische Simulationen werden hochaufgelöste Simulationsnetze erstellt, in denen für jede Position einer Geometrie ein Wert berechnet werden muss. Je feiner die Auflösung ist, desto anspruchsvoller ist die Lösung des entstehenden linearen Gleichungssystems.

Rapid Interactive Structural Analysis (RISTRA), die interaktive Simulationslösung des Fraunhofer IGD, basiert auf speziell entwickelten Algorithmen auf der Graphikkarte und dafür optimierten Datenstrukturen. Damit werden das Lösen linearer Gleichungssysteme und der Aufbau von Matrizen im Vergleich zu herkömmlichen CPU-basierten Simulationslösungen um bis zu zwei Größenordnungen beschleunigt, wobei der Energiebedarf gleichzeitig niedrig bleibt.

Eine weitere Zeitersparnis ergibt sich bei der graphischen Darstellung der Ergebnisse. Nach der Berechnung kann das Rückschlüsse auf sinnvolle Optimierungen erlaubende Simulationsergebnis nämlich ohne einen weiteren Datentransfer direkt durch die Graphikkarte visualisiert werden.

Die Mehrwerte von RISTRA entfalten sich für Endnutzer im Zusammenspiel mit einer leistungsfähigen CAD- oder CAE-Lösung. Hersteller von entsprechender Software, die RISTRA in ihre Lösung integrieren, profitieren von einem deutlichen Wettbewerbsvorteil, da deren Kunden Produktentwicklungsprozesse verkürzen können.



### Unser Experte für Ihre Fragen

Dr.-Ing. Daniel Weber  
[daniel.weber@igd.fraunhofer.de](mailto:daniel.weber@igd.fraunhofer.de)



# Maritime Wirtschaft

Wir unterstützen die Digitalisierung der maritimen Branche. Durch marktgerechte Produkte und neue Geschäftsmodelle sichern wir gemeinsam Ihre technologische Leistungsfähigkeit. Wenn es darum geht, die Meere als Wirtschaftsraum nachhaltig zu nutzen, können Sie auf unsere Innovationskraft und unser Wissen um die besonderen Anforderungen und Randbedingungen der maritimen Wirtschaft setzen. Wir unterstützen Sie mit bedarfsgerechten Lösungen im, am und auf dem Wasser.





Rostock, Kiel



Teamgröße: 25 (FTE)

## Einige unserer Themenfelder

- Digitale Zwillinge – etwa von Offshore-Windparks – ermöglichen Umweltmodellierungen, Simulationen und ein Echtzeit-Monitoring technischer Strukturen im ökologischen Kontext
- Smarte Assistenzsysteme für eine klimaneutrale Schifffahrt
- Technische Lösungen zur Detektion und Beräumung von Munition in der Nord- und Ostsee
- Verarbeitung und Verbesserung von (Unterwasser-)Bildern für die Zwecke Umweltmonitoring oder Qualitätsprüfung in Fischerei und Aquakultur
- Interaktive Visualisierung großvolumiger 3D-Modelle von Schiffen und Offshore-Plattformen
- Augmented Reality im und auf dem Wasser
- Kopplung von Computer Vision, Data Mining und Machine-Learning-Verfahren
- Hardwarenahe Sensor- und Systemintegration
- Entwicklung autonomer Systeme

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

**ROSTOCK OCEAN CONVENTION,  
16.–17. November 2022, Rostock**



## Digital Ocean Lab

# Unterwassertechnologie in realer Umgebung sowie virtuell testen

**Ein wichtiger Schritt für den Ocean Technology Campus Rostock: Das Digital Ocean Lab, ein Unterwassertestfeld für die Meerestechnik in der Ostsee, nahm 2021 seinen Betrieb auf.**

Das Fraunhofer IGD und seine Partner nutzen das Digital Ocean Lab für Unterwasserteststrecken verschiedener Art. Das In-situ-Labor befindet sich in der Zone des Fischereischutzgebiets rund um das künstliche Riff vor der Küste Nienhagens einschließlich der dazugehörigen Forschungsplattform. Es handelt sich um die erste Ausbaustufe des Unterwassertestfeldes, auf deren Basis künftig weitere Flächen ergänzt werden sollen. Ein digitales Abbild der Fläche ermöglicht vorgeschaltete Simulationen.

## Technik und Beratung aus einer Hand

Das Digital Ocean Lab bietet erstmals eine reale Umgebung in der Ostsee, um neueste meerestechnische Lösungen zu erproben, welche die Nutzung der Meere in Zukunft so effizient und gleichzeitig ökologisch verträglich wie irgend möglich gestalten sollen. »Was wir mit dem Digital Ocean Lab an Möglichkeiten bieten, ist ziemlich einmalig. Wer seine Forschung validieren oder seine Technik erproben möchte, findet hier einen geeigneten Ort dafür, seien es Unterwasserfahrzeuge, Messsysteme oder Kameras. Hier lassen sich neue Materialien und Systeme zum Korrosions- oder Bewuchsschutz unter echten Bedingungen ausprobieren. Außerdem begleiten wir solche Tests wissenschaftlich und beraten hinsichtlich dessen, welche Belastungstests, Sensorik oder Datenauswertungen am geeignetsten sind. Auch die Umweltverträglichkeit spielt eine große Rolle. Wir entwickeln je nach Bedarf individuelle Testsznarien und bringen damit die technologische Meeresforschung ein gutes Stück voran«, so der Leiter des Digital Ocean Labs, Dr. Peter Menzel. Besonders stolz ist er auf das hochauflösende Fächer-Echolot (Multibeam), das bei der mobilen





Seevermessung gute Dienste zu leisten vermag und beispielsweise zum Einsatz kommt, wenn Munitionsaltlasten zu kartieren sind.

## Reale Testumgebung mit Historie

Das künstliche Riff vor Nienhagen besteht bereits seit 18 Jahren, um verschiedene Fragestellungen der Fischerei- und Meeresforschung in situ – also in einer realen Umgebung – untersuchen zu können. Eine Kooperationsvereinbarung zwischen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA) als Betreiberin und dem Fraunhofer IGD in Rostock machte den Weg frei für meeres technologische Forschungen. »Die ohnehin vorhandenen Strukturen nun auch über die Fischerei- und Meeresbiologie hinaus für technische Erprobungen zu nutzen, lag auf der Hand. Synergien werden erschlossen und gemeinsam ganz neue Lösungsansätze für drängende Herausforderungen der Gesellschaft gefunden«, erläutert Gerd-Michael Arndt, Leiter des Instituts für Fischerei der LFA.

## Viele Testszenarien möglich – in situ und virtuell

Die technische Ausstattung der Forschungsplattform legt den Grundstein für verlässliche Messreihen. Dank Solarenergie und Windenergie ist die Plattform autark mit Strom versorgt, und auch die Internetverbindung ist gesichert – entscheidende Details, wenn es darum geht, Technologieanbieter und Forschungseinrichtungen vom Unterwasserlabor als Ort für ihre Testreihen zu überzeugen. Ein eigener Techniker kümmert sich um die Plattform und deren Anschlüsse, vorausgerüstet für alle gängigen Sensoren und Surveytechnik. Durch das Partnernetzwerk im Ocean Technology Campus Rostock kann das Fraunhofer IGD auch auf Boote unterschiedlicher Größe zugreifen, um die Technik für Tests und Messreihen aus- und einzubringen, und kann diese ebenfalls an Partner und Kunden vermitteln. Damit will sich das Digital Ocean Lab tatsächlich von anderen Testmöglichkeiten abheben: Stück für Stück erstellt das Team auf Basis der hochauflösenden Echolotdaten des Multibeam ein virtuelles Abbild des Unterwassertestfelds. Ergänzt um sensorische Angaben, Strömungsdaten etc. entsteht so ein Digitaler Zwilling des Reallabors, das sich damit den Zusatz »digital« überhaupt erst verdient. Unternehmen und Forschungseinrichtungen können neue Technik oder Sensorik zunächst vielen virtuellen Testschleifen und Simulationen unterziehen, bevor es an die aufwendigen Vor-Ort-Versuche geht. Die Simulationslösung RISTRA des Fraunhofer IGD ermöglicht extrem schnelle Simulationen, indem sie Rechenprozesse auf die Grafikkarte verlagert (mehr zu RISTRA lesen Sie auf S. 29).

## Erste Tests erfolgreich absolviert

Testreihen verschiedener Art werden im Digital Ocean Lab bereits durchgeführt. So unterzieht z. B. das Rostocker Start-up Framework Robotics GmbH seine 3D-gedruckten Rahmenbauteile für Unterwassersensorik wichtigen Tests in Realumgebung. Das Team des Digital Ocean Labs unterstützte das Projekt MiRo-Base bei Praxistests für ein neues modulares ROV-System. Auch die Fraunhofer-eigene Forschungsgruppe »Smart Ocean Technologies« nutzt das Testfeld. Ein Projekt will die Mikroplastikkonzentration in den Weltmeeren automatisch bestimmen und platziert Proben im Digital Ocean Lab, um später Hard- und Software zu entwickeln und zu testen, die Mikroplastik erkennen und analysieren können. In Zukunft arbeiten am Rostocker Fischereihafen bis zu 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler interdisziplinär an zukunftsweisender Meerestechnik. Zum Aufbau der personellen Strukturen für die Forschungsarbeiten im Digital Ocean Lab hat der Bund bereits 2018 acht Millionen Euro an Projektmitteln bewilligt, das Land Mecklenburg-Vorpommern weitere fünf Millionen Euro. Während der voraussichtlich zwei Jahre dauernden Kooperationsphase bleibt die LFA Betreiberin des Bereichs rund um das künstliche Riff, das Land Mecklenburg-Vorpommern Eigentümer. Im Anschluss ist geplant, die Strukturen und Nutzungsrechte an das Fraunhofer IGD zu übergeben.

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

**Das Fraunhofer IGD ist maßgeblich daran beteiligt, den Ocean Technology Campus Rostock (OTC) aufzubauen und konnte sich zuletzt zusammen mit der Universität Rostock und weiteren Partnern über die Auszeichnung als Zukunftscluster freuen – einschließlich einer Förderung durch das Bundesbildungsministerium in Millionenhöhe. Das Digital Ocean Lab wird vielen Partnern im OTC als In-situ-Reallabor dienen, um zukunftsweisende Meerestechnik zu entwickeln.**



**Unser Experte für Ihre Fragen**

Dr. Peter Menzel  
[peter.menzel@igd-r.fraunhofer.de](mailto:peter.menzel@igd-r.fraunhofer.de)



## Leistungszentrum Sustainable Ocean Business

# One Ocean – One Challenge – One Network



Ihre Schnittstelle zur  
Technologiekompetenz  
aller Fraunhofer Experten:

- Digital Ocean Lab
- Marine Biotechnologie
- Unterwassersensorik
- 3D-Vermessung und bildbasierte Qualitätskontrolle von Unterwasserstrukturen
- Zustandsüberwachung von Unterwasserstrukturen
- Robotik
- KI-gestützte, echtzeitfähige Bildverbesserung im Unterwasserbereich
- Analyse und Monitoring von Umwelt- und Festkörperparametern

Produkt:

- Prototypenentwicklung
- Prüfung & Zertifizierung
- Schulungen
- Labor & Feldversuche
- Auftragsforschung
- Beratung

»Wir verbinden Wissenschaft,  
Innovation und Wirtschaft für eine  
nachhaltige Nutzung der Meere.«



Unser Experte für Ihre Fragen

Dr. Steffen Knodt  
steffen.knodt@igd-r.fraunhofer.de



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

#### Unsere Expertin für Ihre Fragen

Dr.-Ing. Kristine Bauer  
[kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de](mailto:kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de)

## Arbeitsschutz beim Bergungstauchgang

# Augmented Reality und neue Sensoren sollen Taucheinsätze zur Munitionsbergung sicherer machen

Das Forschungsprojekt TOxAR entwickelt ein Arbeitsschutzsystem für nach alter Kriegsmunition suchende Bergungstaucher. Schadstoffsensoren ermitteln die akute Belastung durch TNT & Co., und ein Alarmsystem zeigt Gefahrenquellen über ein Augmented-Reality-Display direkt in der Taucherbrille in Echtzeit an.

Unmengen an Munitionsaltlasten aus den beiden Weltkriegen liegen am Grund der deutschen Nord- und Ostsee. Die Bergung ist aufwendig, teuer und gefährlich. Die schädlichen Substanzen gefährden die Umwelt wie auch die professionellen Taucherinnen und Taucher, welche eine tragende Rolle bei der Bergung spielen.

### Arbeitsschutz unter Wasser durch innovative Sensorik

Grundlage des Arbeitsschutzsystems für Unterwasserarbeiten TOxAR (Toxic Alarm with AR-Assistance under water) bildet eine Reihe neuer Sensoren. Diese messen sowohl die ins Wasser abgegebenen Bestandteile konventioneller Kampfstoffe – vorrangig TNT – als auch chemische Stoffe wie Senfgas oder Abbauprodukte von Arsen. Derlei Abbauprodukte können bei Kontakt die Haut verätzen und stehen im Verdacht, krebserregend zu sein.

### Messen und Kommunizieren in Echtzeit

Vor einer Bergung stecken Tauchende das Gebiet mit Sensorlanzen ab, welche sowohl Schadstoffsensoren tragen als auch Navigations- und Kommunikationsknotenpunkte bilden – damit können Tauchende und das Schiff bzw. die Tauchzentrale in Echtzeit miteinander kommunizieren. Das System TOxAR bestimmt die Position der Taucherin oder des Tauchers unter Wasser, analysiert eine eventuell austretende Schadstofffahne und erkennt damit eine mögliche Gefährdung sofort.

### AR in der Taucherbrille

Wenn beim Tauchgang Kampfstoffe geborgen werden sollen, werden geringe Sichtweiten schnell zur Bedrohung. Deshalb beinhaltet das Projekt TOxAR auch die Entwicklung eines Augmented-Reality-Systems für die Taucherbrille. Der Taucher oder die Taucherin erhält Orientierungshilfen und Warnungen bei ermittelten Schadstoffbelastungen direkt in der Taucherbrille oder auf einem Display am Handgelenk. Damit ist ein Rückzug bei entstehender Gefahr durch Schadstoffe schneller als bisher möglich. Das Display wird so entwickelt, dass es beim Tauchen nicht irritiert oder das Sichtfeld unnötig einschränkt.



## Interdisziplinäre Fraunhofer-Forschungsgruppe Smart Ocean Technologies

Unterwasserfahrzeuge sind immer häufiger und immer länger im Einsatz: Sie inspizieren Offshore-Anlagen, kartografieren die Fauna und Flora am Meeresgrund oder warten Unterwassergasleitungen. Lösungsansätze, um robotergestützte Unterwassereinsätze zu optimieren, erforscht die interdisziplinäre Fraunhofer-Forschungsgruppe Smart Ocean Technologies SOT in Rostock. Rund 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus vier verschiedenen Fraunhofer-Instituten sind involviert.

[www.smart-ocean.fraunhofer.de](http://www.smart-ocean.fraunhofer.de)

### Digitaler Zwilling

Die Forschungsgruppe entwickelt ein digitales Abbild des Unterwassertestfelds »Digital Ocean Lab« (s. S. 32), dessen Offshore-Plattform sowie der eingesetzten Technologien und Operationen. Wenn sowohl die Umgebung unter Wasser und die vorherrschenden Bedingungen wie die Strömung als auch das Unterwasserfahrzeug selbst digital abgebildet sind, lassen sich robotergestützte Operationen vorab simulieren



### Unser Experte für Ihre Fragen

Dr. Detlef Lemke  
[detlef.lemke@igd-r.fraunhofer.de](mailto:detlef.lemke@igd-r.fraunhofer.de)


und planen. Dafür kombinieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geeignete Unterwassersensorik, mit der sich Schwingungen, Vibrationen und Materialintegrität überwachen lassen. Um Offshore-Anlagen prädiktiv managen zu können, erarbeiten sie Modelle zur Lebensdauerprognose wie auch Verfahren, mit denen sich Schweißnähte inspizieren und verbessern lassen.

### ROV zur Offshore-Instandhaltung

Industrietauchern soll der Einsatz in gefährlicher Umgebung erspart bleiben. Zu diesem Zweck stattet die Forschungsgruppe das ferngesteuerte Unterwasserfahrzeug BlueROV 2 mit einem neuartigen Radantrieb (Crawling Skid) aus, damit es sich direkt auf der Oberfläche bewegen kann, wenn es Unterwasserstrukturen wie Offshore-Windkraftanlagen instand zu halten hilft. Das Team erforscht eine kostengünstige Alternative, mit der sich das BlueROV 2 navigieren lässt, nämlich auf Basis visueller Wegbestimmung, einem MEMS-Inertialsystem, Drucksensoren und den Drehlageinformationen des Radantriebs. Ein visuell und geometrisch die Umgebung erkennendes optronisches System am Unterwasserfahrzeug erfasst exakt den Istzustand von Unterwasserstrukturen in relativ kurzer Zeit und fährt zuvor angebrachte Sensoren an den Schweißnähten regelmäßig an und liest diese aus.

### Energieschub für Unterwasserroboter

Druck und Temperaturgefälle beanspruchen die Batterietechnik enorm, sodass immer eine Batteriereserve einkalkuliert wird, um teure Missionen nicht plötzlich abbrechen zu müssen. Die Forschungsgruppe möchte die inneren Alterungsprozesse und die Entladung der einzelnen Energiezellen präzise ermitteln und vorhersagen können. Dafür kleben auf jeder Batteriezelle kleine piezokeramische Sensoren, die mittels Schwingung erfassen, wie hart die Zelloberfläche ist, da der Entladevorgang den Härtegrad verändert. Die Forschenden testen die neue Sensortechnik im Hafenbecken des OTC unter Wasser in einem mobilen »Minilab« – ein weiteres Projekt der Forschungsgruppe Fraunhofer SOT. Die Erkenntnisse ermöglichen ein exaktes Batteriemangement mit dem Ziel, die Batteriereserve zukünftig verringern zu können. In Folge könnten die Roboter länger tauchen, und die Gesamtkosten für die aufwendigen Missionen würden deutlich sinken.



## Marispace-X: Die Cloud der Meere

Die europäische Cloud-Initiative GAIA-X soll Europa unabhängiger von amerikanischen und asiatischen Cloud-Anbietern machen, woraufhin das Bundeswirtschaftsministerium aus rund 130 GAIA-X-konformen Projektbewerbungen 16 Leuchtturmvorhaben ausgewählt hat. Das Fraunhofer IGD wirkt an einem dieser ersten konkreten Cloud-Projekte mit, nämlich an Marispace-X (Smart Maritime Sensor Data Space X), und profitiert ab Januar 2022 von der Förderung mit einem Volumen von rund 15 Millionen Euro für drei Jahre. Nach der Vision des Projektkonsortiums aus norddeutschen Firmen und Forschungseinrichtungen unter der Leitung der 1&1 IONOS SE soll ein maritimer Datenraum erstmals dafür sorgen, alle maritimen Daten zusammenzuführen und Open source zur Verfügung zu stellen. Dafür machen die Projektpartner maritime (Geo-)Daten nutzbar, sodass sich diese miteinander verknüpfen und über intelligent vernetzte Sensoren und Datenträger (Internet of Underwater Things) verarbeiten lassen. Daraus ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten im Kontext der Blue Economy, um beispielsweise Offshore-Windanlagen zu warten und zu betreiben, um Munitionsaltlasten zu kartieren, biologischen Klimaschutz zu betreiben und vieles mehr. Das Fraunhofer IGD in Kiel bringt seine Expertise im Edge Computing und Cloud Computing ein sowie bei der KI-basierten Datenanalyse, Datenaufbereitung und Datenhaltung, um einen Digitalen Zwilling der Meere zu schaffen. Die Projektpartner nutzen das Digital Ocean Lab des Fraunhofer IGD (s. S. 32) als Testumgebung und ersten Demonstrator eines GAIA-X-konformen technischen und architektonischen Datenraums im Meer, während das neu gegründete Leistungszentrum Sustainable Ocean Business (s. S. 34) als einer der Transferpartner fungiert.

[www.marispaceX.com](http://www.marispaceX.com)



**Unsere Expertin für Ihre Fragen**

Dr.-Ing. Kristine Bauer  
[kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de](mailto:kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de)

# Bioökonomie und Infrastruktur

Wir begleiten Wirtschaft und öffentliche Institutionen dabei, Infrastrukturen technologisch fortschrittlicher, sozial inklusiver und grüner zu gestalten. Unsere Lösungen zielen dabei auf alle Bereiche des urbanen Zusammenlebens. Mit unserer Kernkompetenz Visual Computing geben wir Ihnen technologische und methodische Werkzeuge an die Hand, damit wir alle uns den globalen Herausforderungen stellen können: dem Klimawandel, Gesundheitsrisiken, der Energieversorgung und der nachhaltigen Entwicklung von Raum und Flur.

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



## Forstwirtschaft

# Wälder mit Visual Computing schützen

Wälder tragen ganz wesentlich zum Klimaschutz bei und sind gleichzeitig von der Klimaveränderung besonders stark bedroht. Das Fraunhofer IGD unterstützt mit seinen Lösungen darin, Wälder nachhaltig zu schützen und bietet individuelle Entscheidungshilfen, um Wälder klimaangepasst umzubauen.

Der Klimawandel, häufiger auftretende klimatische Extremereignisse sowie Stürme, Waldbrände und Schädlingsbefall gefährden das Ökosystem Wald. Es bedarf dringend gegensteuernder Maßnahmen, um die vielfältigen Funktionen des Waldes aufrechtzuerhalten, sei es als Wasser-, Boden- und Immissionsschutz, und um seine wichtige Eigenschaft als Speicher von Kohlenstoffdioxid zu bewahren.

Wie kann man Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger aus Politik und Waldbewirtschaftung bei Fragen rund um eine nachhaltige und klimaangepasste Waldwirtschaft und bei der Pflege der Wälder unterstützen? Damit beschäftigen sich auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IGD und liefern Antworten mithilfe KI-gestützter Visual-Computing-Lösungen. Solche ermöglichen beispielsweise Waldbrandvorhersagen oder machen die Auswertung flächendeckender Geoinformationen deutlich schneller und präziser.

### Waldbrände weltweit vorhersagen

Die Möglichkeit ist neu, Waldbrände nicht nur regional begrenzt, sondern global vorherzusagen, und noch dazu mit hoher Genauigkeit. Gemeinsam mit dem Start-up Karuna Technology UG entwickelten Forschende am Fraunhofer IGD dazu eine Lösung, die auf multispektralen Daten des Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-2 aus dem europäischen Copernicus-Programm basiert. Die Lösung kombiniert die multispektralen Daten des Sentinel-2-Satelliten in einem künstlichen Neuronalen Netz mit Bestands- und Lagedaten sowie meteorologischen Daten – wie Temperatur, Windgeschwindigkeit, Windrichtung – und wertet sie aus. Der selbstlernende Algorithmus bestimmt die Wahrscheinlichkeit für Waldbrände rund um die Welt bis zu zwei Monate im Voraus. Damit unterstützt Fraunhofer auch Länder, die selbst keine ausreichende Datengrundlage und keine Infrastruktur haben, um diese Risikobewertungen durchzuführen.

### KI für den klimaangepassten Waldumbau

Eine weitere Lösung will klimaangepasstes Handeln in der Waldwirtschaft unterstützen und entsteht in einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer IGD und dem Fraunhofer Austria Center für Data Driven Design. Ausgangspunkt auch hier: Notwendige detaillierte Daten stehen häufig nur für begrenzte Regionen zur Verfügung. Eine flächendeckende Datenlage ist jedoch Voraussetzung dafür, Handlungsempfehlungen geben zu können, wenn man einen Waldumbau hin zum resilienten Wald anstrebt. Durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz lassen sich verschiedene Entscheidungsmuster für bekannte Teilgebiete einlernen und anschließend auf alle nichterfassten Bereiche übertragen. So entsteht ein flächendeckendes Umweltmonitoring auf Grundlage hochaufgelöster Erdbeobachtungsdaten, das anhand unterschiedlicher Tools vielfältige Fragestellungen beantwortet: Welches sind die relevantesten Baumarten? In welchem Zustand befinden sich die Bäume? Gibt es einen Schädlingsbefall? Welche Baumarten sind für einen Standort besonders geeignet, und wie hoch ist das CO<sub>2</sub>-Senkungspotenzial des Waldes? Zukünftig soll eine cloudbasierte, skalierbare Plattform die verschiedenen Werkzeuge bündeln und einen gemeinsamen Datenspeicher zur Verfügung stellen, auf dessen Grundlage sich interdisziplinär zusammenarbeiten lässt.



#### Unsere Expertin für Ihre Fragen

Dr. Eva Klien  
[eva.klien@igd.fraunhofer.de](mailto:eva.klien@igd.fraunhofer.de)

## Kommunale Flächen nachhaltiger nutzen

# Künstliche Intelligenz beschleunigt Potenzialflächenanalyse

Die kommunale Siedlungsentwicklung will bis zum Ende dieses Jahrzehnts deutlich weniger Flächen neu beanspruchen. Um vorhandene Potenzialflächen in Siedlungsgebieten besser und schneller erkennen zu können, entwickelt das Fraunhofer IGD hierfür einen selbstlernenden Algorithmus.

Auch wenn sich die Ressource »Fläche« nicht im eigentlichen Sinne verbrauchen lässt, so ist sie doch endlich. Ein einmal bebautes Grundstück bleibt in der Regel für einen langen Zeitraum in seiner Nutzung festgelegt. Dies stellt Kommunen vor große Herausforderungen, Siedlungen nachhaltig und zukunftsfähig zu entwickeln. Es gilt, wirtschaftliche, demografische und ökologische Aspekte zu berücksichtigen und möglichst flächensparsam umzusetzen.

### Aufwendige Vor-Ort-Prüfungen kosten Zeit und Geld

Potenzialflächen effizient zu analysieren, ist deshalb für Kommunen immer wichtiger, um Brachen, Flächen mit Nachverdichtungspotenzial, Baulücken und leer stehende Gebäude zu entdecken. Dies war auch Ausgangspunkt eines Projekts des Fraunhofer IGD zusammen mit dem sachsen-anhaltischen

Ministerium für Infrastruktur und Digitales (MID). Seit 2005 erfasst das MID Bauflächenpotenziale und erhält die notwendigen Flächeninformationen aus verschiedenen Geodateninformationssystemen und kommunalen Katastern. Luftbilder und Daten aus der satellitengestützten Fernerkundung ergänzen diese Flächeninformationen und müssen anhand vorher festgelegter Kriterien detailliert geprüft werden, während die möglichen Potenzialflächen vor Ort durch Sichtung zu verifizieren sind.

### Selbstlernender Algorithmus verfeinert Suche

Das Entwicklungsteam des Fraunhofer IGD will diesen zeitaufwendigen Prozess deutlich effizienter machen, indem es Geoinformationen, Computer Vision und ein künstliches Neuronales Netz miteinander verbindet. Ein Prototyp des selbstlernenden Algorithmus ist bereits erfolgreich im Einsatz und erkennt mittels semantischer Segmentierung selbstständig potenzielle Bauflächen. Der Algorithmus ordnet jedem Pixel eines Satellitenbilds eine bestimmte Klasse zu und vergleicht diese anschließend mit Plänen von Flurstücken. Die Geodaten stammen aus dem »Web Feature Service (WFS)« und dem »Web Map Service (WMS)«. Im Training verfeinert der selbstlernende Algorithmus auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse diese Parameter permanent – mit einer Genauigkeit von derzeit 86 Prozent, was die Ergebnisse betrifft – und reduziert notwendige Vor-Ort-Einsätze deutlich.

Potenzialflächen, die auf diese Weise gefunden werden, lassen sich anschließend nach weiteren für die Stadtentwicklung relevanten Informationen filtern: Welche Grundstücke liegen beispielsweise in der Nähe von Straßen, Autobahnen oder Bahnhöfen? »Es ist uns gelungen, ein neuartiges Verfahren zu entwickeln, mit dem sich automatisiert Baulücken auf Luftbildern erkennen lassen. Wir hoffen, dadurch in Zukunft das Land Sachsen-Anhalt dabei unterstützen zu können, ein landesweites Potenzialflächenkataster aufzubauen«, resümiert Matthias Vahl, Projektleiter am Fraunhofer IGD. Auch andere Kommunen könnten zukünftig von diesen Ergebnissen profitieren, und zwar mit einer an die jeweiligen Regularien individuell angepassten Lösung.



**Unser Experte für Ihre Fragen**

Dipl.-Inf. Matthias Vahl  
matthias.vahl@igd-r.fraunhofer.de





Unser Experte für Ihre Fragen

Dr. Philipp Wree  
[philipp.wree@igd-r.fraunhofer.de](mailto:philipp.wree@igd-r.fraunhofer.de)

»KI am Vieh«

# Hightech-Lösungen für eine nachhaltige Landwirtschaft

Das Fraunhofer-Zentrum für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming hat in Mecklenburg-Vorpommern und Bayern zum Jahresstart 2022 seine Arbeit aufgenommen. Indem verschiedene Fraunhofer-Institute über mehrere Standorte hinweg kooperieren, baut die Fraunhofer-Gesellschaft ihre anwendungsorientierte Forschung weiter aus: Sie unterstützt die Land- und Ernährungswirtschaft dabei, sich zu mehr Nachhaltigkeit zu transformieren. Datenbasierte intelligente Technologien tragen signifikant zur Versorgungssicherheit, zum Klimaschutz und zum Tierwohl bei. Um diese Technologien möglichst allumfassend zu entwickeln, arbeiten die Institute in Mecklenburg-Vorpommern – Fraunhofer IGD und Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP – eng mit weiteren regionalen Forschungspartnern, lokalen Unternehmen und den Universitäten zusammen.

Am Fraunhofer IGD haben zunächst drei Forschende ihre Arbeit aufgenommen – das interdisziplinäre Team soll auf

bis zu 25 Personen anwachsen. Expertinnen und Experten der Agrarökonomie, Biologie, Ingenieurwissenschaft sowie Datenverarbeitung und -visualisierung entwickeln interdisziplinär neue Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette – vom Saatgut bis zum veredelten Produkt. Dabei kann es sich sowohl um Technologien handeln, mit denen sich Grünlandflächen fürs Monitoring aus der Ferne erkunden lassen, als auch um einen Digitalen Zwilling des Kuhstalls, der das Tierwohl zu fördern vermag – oder um die kamerabasierte Biomassebestimmung bei Fischen in der Aquakultur. Alle Lösungen zielen darauf ab, vorhandene Ressourcen möglichst effizient zu nutzen, behalten die Nachhaltigkeit zugleich stets im Blick und unterstützen die Agrarwirtschaft Deutschlands bei der angestrebten Dekarbonisierung. Das soll langfristig den Agrarsektor stärken und die Lebensmittelversorgung sichern – für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft.



# Kultur- und Kreativwirtschaft

Je realistischer 3D-Darstellungen auf uns wirken, desto facettenreicher sind die Anwendungsgebiete. Unser breites Spektrum an 3D-Technologien verhilft Ihnen zu einzigartiger Genauigkeit bis ins kleinste Detail. Dank unserer etablierten 3D-Drucktechnologien und 3D-Scanningtechnologien bieten wir neben hochpräziser Einzelanfertigung ebenso wirtschaftliche und schnelle Verfahren für Großserien an. Von der Erfassung über die Visualisierung bis hin zur Reproduktion – wir kennen uns damit aus, Geometrien hochpräzise zu erfassen und wiederzugeben.

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



### 3D-Druckertreiber Cuttlefish®

## Vom Bildschirm ins Sammlerregal: 3D-gedruckte Miniaturen

Für Fantasyfans und Freundinnen und Freunde verschiedener Tabletop-Spiele gehören sie zu jeder gelungenen Wohneinrichtung einfach dazu: Miniaturfiguren der verschiedensten Fabelwesen, beispielsweise Dungeons & Dragons. Besonders begehrt sind Unikate und Seltenheiten, bei denen die Käuferschaft einige Elemente personalisieren oder sogar die komplette Gestaltung vorab individuell konfigurieren kann. 3D-Druckanbieter wie die niederländische Marketiger B.V. bieten solche individuellen Miniaturen an. Dass jede noch so kleine, vorab am Bildschirm simulierte Farb- oder Designänderung auch beim fertig gedruckten Figürchen wunschgemäß aussieht, dafür sorgt der universelle 3D-Druckertreiber Cuttlefish® des Fraunhofer IGD. Er setzt mittels Design- und Texturierungssoftware erzeugte 3D-Modelle oder 3D-Scandaten auf 3D-Druckern verschiedener Hersteller wie Mimaki oder Stratasys um, denn zwischen Druckern verschiedener Hersteller lässt sich unkompliziert wechseln. Vor allem bei der Kontinuität der Farbwerte, der Verarbeitung transluzenter Designs und der geometrischen Genauigkeit punktet der Druckertreiber. Cuttlefish® ermöglicht es außerdem, mit vielen Druckmaterialien gleichzeitig zu arbeiten sowie die Geometrie, die Farben sowie die feinen Farbübergänge des Originals exakt wiederzugeben.

Cuttlefish® unterstützt RGBA-Texturen, die sowohl Farb- als auch Transparenzinformationen beinhalten – von vollkommen opak bis hin zu vollkommen transparent. Damit lassen sich partiell oder komplett durchsichtige Materialien problemlos drucken und

kombinieren. Der Treiber ermöglicht Anwendern, mehrere sich überlappende Modelle zu drucken, jedes mit einer RGBA-Textur oder mehreren, und berücksichtigt noch dazu die Lichtstreuung eines Objekts und die Veränderung von Farbe und Oberflächenstrukturen je nach Lichteinfall. Dies eröffnet auch Nutzerinnen und Nutzern aus Industrie und Medizintechnik verschiedene Möglichkeiten: Transparente Teile eines Modells können durch simple Modifizierung der RGBA-Daten erzeugt werden. 3D-Modelle, die auf RGBA-Daten basieren, werden von Standard-3D-Dateiformaten und den meisten Design- und Texturierungstools unterstützt. Auch die gängigen Bildbearbeitungsprogramme wie Adobe Photoshop können mit RGBA-Texturen arbeiten. Das macht Cuttlefish® zu einem universell einsetzbaren Tool im professionellen 3D-Druck, das die Qualitätslücke zwischen dem virtuellen Design und seiner Wiedergabe als 3D-Druck schließt. Somit entsprechen die Lieblings-Fantasy-Heroes nicht nur am Bildschirm, sondern auch als gedruckte Miniaturen den Vorstellungen.

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



**Unser Experte für Ihre Fragen:**

Dr. Philipp Urban  
philipp.urban@igd.fraunhofer.de

## »Deep Fakes«: Können Kopien Kunst sein?

Kopien hatten in der Kunst schon einen zweifelhaften Ruf, bevor Deep Fakes auch in der Gesellschaft für Unruhe sorgten: Die Medienmanipulation hat durch die autonomen Techniken der Künstlichen Intelligenz neue Höhen erreicht. In den »EPFL Pavilions« in Lausanne treffen computergenerierte Deep Fakes auf Kunst – aber warum?

Die Ausstellung »Deep Fakes: Art and Its Double« beweist eindrucksvoll, dass realistisch wirkende, durch Techniken der Künstlichen Intelligenz abgeänderte oder verfälschte Medieninhalte – Deep Fakes – in der Kunst mehr sind als nur seelenlose Replikat. Unglücke wie der Brand in Notre-Dame haben aufgezeigt, wie fragil auch die mächtigsten Bauwerke sein können. Was sich als glücklicher Zufall für die Restauratorinnen und Restauratoren entpuppt, mutet schon beinahe ironisch an: Die beste digitale Kopie der Kirche liegt ausgerechnet den Entwicklern eines Videospiele vor – ein Genre, das selbst um seinen Platz in der Kunst kämpft.

Auch kleinere Exponate sind gefährdet, ob durch Krieg, Naturkatastrophen oder den Transport von Ausstellung zu Ausstellung. Der am Fraunhofer IGD entwickelte 3D-Scanner CultLab3D führt in Lausanne vor, wie einfach ein digitales Replikat erstellt werden kann – und wie effektiv dieser Scanner arbeitet. Der CultArm3D scannt die Samurai-Maske aus der Edo-Zeit live vor den Augen der Besucherinnen und Besucher, welche das daraus resultierende 3D-gedruckte Faksimile mit dem Original vergleichen können – ein täuschend echtes Ergebnis.

[www.fh-igd.de/CultLab3D](http://www.fh-igd.de/CultLab3D)



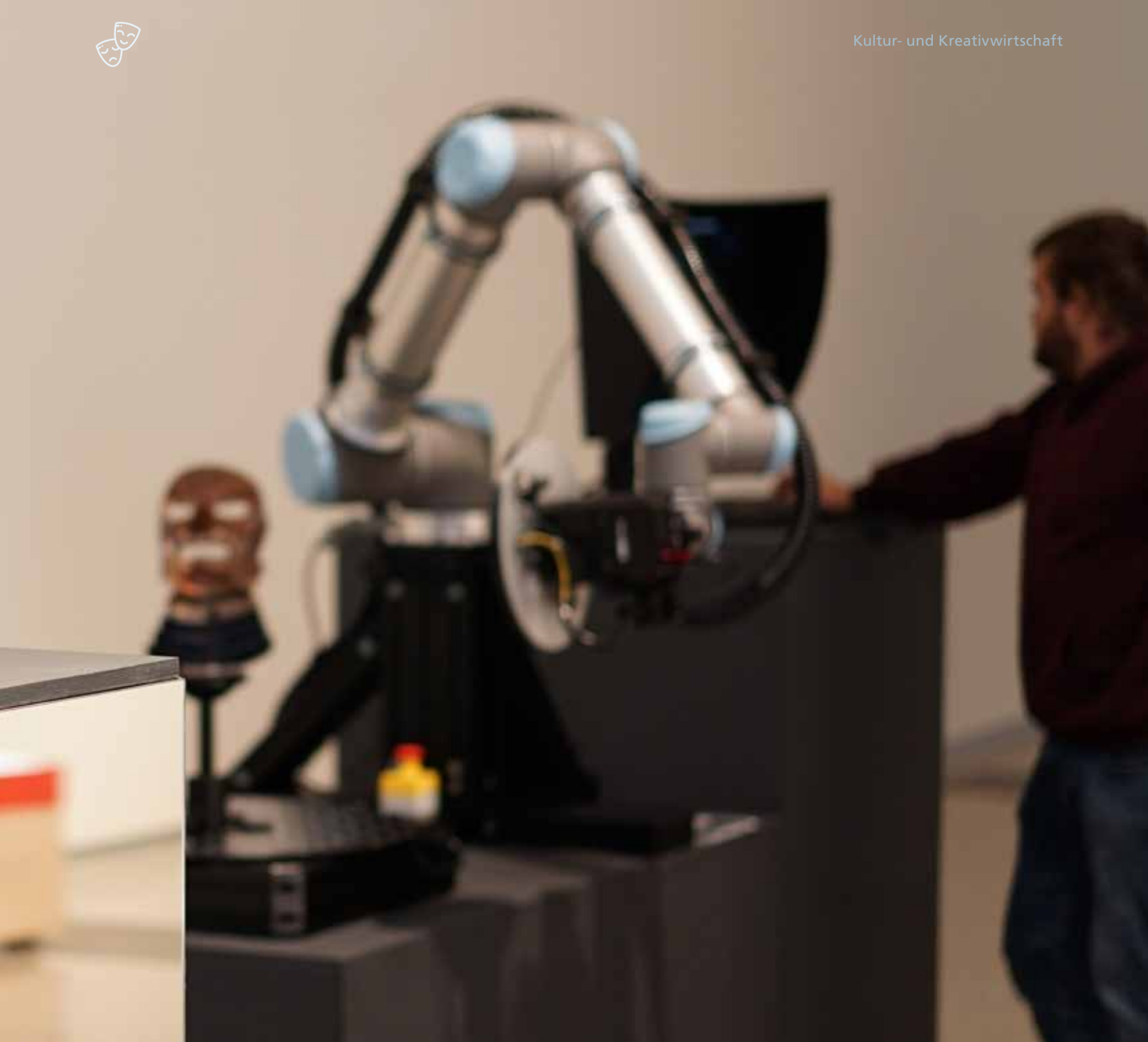
### Unser Experte für Ihre Fragen:

M. Sc. Pedro Santos  
[pedro.santos@igd.fraunhofer.de](mailto:pedro.santos@igd.fraunhofer.de)



Maske: Collection Samurai Art Museum, Berlin, Germany (c)

Objekte bis zu 50 cm Höhe und 30 cm im Durchmesser eignen sich für den vollautomatischen Scanprozess, der lediglich 5–15 Minuten dauert.



Der CultArm3D erfasst Geometrie und Textur von 3D-Artefakten auf einem Drehteller vollautomatisch. Durch Selbstkalibrierung ist er einfach und schnell in der Handhabe.

Die präzise Geometrieerfassung und farbkalibrierte Texturen liegen sofort vor. In 90 Prozent der Fälle ist beim Digitalen Zwilling des Objekts keine Nachbearbeitung nötig.

Das virtuelle Objekt kann nicht nur auf dem Bildschirm angeschaut werden, sondern farb- und formgetreu 3D-gedruckt werden.



Fraunhofer  
IGD





# Das Institut

---

Für Sie entwickeln und optimieren wir Technologien, Verfahren und Produkte bis hin zur Herstellung von Prototypen und von Kleinserien. Unsere Auftragsforschung und Innovationen decken alle anwendungsrelevanten Kompetenzfelder im Visual Computing ab. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung liefert das Fraunhofer IGD wichtiges innovatives Know-how rund um die Themen Visualisierung und Simulation.

# 2021 Fraunhofer IGD in Zahlen

3

Standorte



192

Mitarbeiterinnen  
und Mitarbeiter

136	Darmstadt
56	Rostock / Kiel

20

MIO €

Jährliches  
Forschungsvolumen

16

MIO €

Vertragsforschung

43 %

Bund und Länder

57 %

Industrie und öffent-  
lich finanzierte  
Forschungsprojekte







# Fraunhofer IGD

## Die Experten für 3D – wir leben und prägen Visual Computing

Seit 1987 setzt das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD internationale Standards für angewandte Forschung im Visual Computing, der bild- und modellbasierten Informatik. Wir verwandeln Informationen in Bilder und Bilder in Informationen und unterstützen Industrie und Wirtschaft dabei, sich strategisch zu entwickeln. Stichworte sind Mensch-Maschine-Interaktion, Virtual und Augmented Reality, Künstliche Intelligenz, interaktive Simulation, Modellbildung sowie 3D-Druck und 3D-Scanning. Rund 180 Forscherinnen und Forscher generieren an den drei Standorten Darmstadt, Rostock und Kiel neue technologische Anwendungslösungen und Prototypen für die Industrie 4.0, das digitale Gesundheitswesen und die »Smart City«. Internationale Relevanz entfalten unsere Produkte durch die Zusammenarbeit mit dem Schwesterinstitut in Graz. Mithilfe unserer Matrixorganisation bedienen wir unsere Kundschaft aus den unterschiedlichsten Branchen mit relevanten technischen und wettbewerbsorientierten Leistungen (s. Übersicht S. 5). Hierfür haben wir branchenerfahrene, crossfunktionale Teams aus Expertinnen und Experten, die auch Planung, Leitung und Evaluation für alle Projektgrößen übernehmen.

[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
Dipl.-Oz. Petra Mahnke	Gesellschaft für Maritime Technik e. V.	Hamburg
Ministerialrätin 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. rer. nat. Tobias Schreck	Technische Universität Graz	Graz
Prof. Dr.-Ing. habil. Heidrun Schumann	Universität Rostock	Rostock



**Dieser Verantwortung  
fühlen wir uns verpflichtet.**

### Unsere Vision

Wir verschieben die Grenzen des Machbaren im Visual Computing. Durch angewandte Spitzenforschung befähigen wir unsere Partnerinnen und Partner zu Technologieführerschaft und digitaler Souveränität.

### Unsere Mission

Wir helfen dem einzelnen Menschen, der Wirtschaft und der Gesellschaft, große Datenmengen und komplexe Systeme zu verstehen, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Wir digitalisieren, optimieren und automatisieren Prozesse.

Wir machen Visual Computing für die Wirtschaft verfügbar und stärken deren internationale Wettbewerbsfähigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Wir publizieren unsere wissenschaftlichen Erkenntnisse in der anwendungsorientierten Forschung auf höchstem Niveau und fördern mit großem Engagement den akademischen Nachwuchs.

Wir entwickeln nachhaltige Lösungen für eine lebenswerte Welt. Mit unserem tiefen technischen Verständnis sorgen wir dafür, Ressourcen verantwortungsvoll zu nutzen.



## Promotionen und Publikationen

# Wissenschaftliche Exzellenz

Die zahlreichen Publikationen, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IGD auch 2021 wieder veröffentlicht haben, beweisen die exzellente Forschungsleistung unseres Instituts. Jedes Jahr prämiert eine unabhängige Jury aus externen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die besten Veröffentlichungen auf der Computer Graphics Night. Einen kleinen Auszug haben wir Ihnen auf dieser Seite zusammengestellt.

### Promotion

---

**Mohammad Chegini** »Visual Data Analysis Supported by Eye-Tracking, Multi-Touch Displays and Machine Learning«

**Sebastian Frank** »Analysis of Capacitive Proximity Sensing as Basis for Human Vehicle Interfaces«

**Marian Haescher** »Adaptive Filtering and Transformation of Cardiac Motion-Induced Signals During Low-Amplitude Activities«

**Pavel Rojtbeg** »Automation for Camera-Only 6D Object Detection«

**Silvia Dorothea Faquiri (Rus)** »Extending the Design Space of E-Textile Assistive Smart Environment Applications«

**Ulrich Johannes Scherhag** »Face Morphing and Morphing Attack Detection«

**Lin Shao** »Interactive Visual Analysis and Guidance Methods for Discovering Patterns in High-Dimensional Data«

**Philipp Terhörst** »Mitigating Soft-Biometric Driven Bias and Privacy Concerns in Face Recognition Systems«

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

### Best Paper Award

---

Ehrung wissenschaftlicher Publikationen

### Winner Impact on Business

---

»Iris and Periocular Biometrics for Head Mounted Displays: Segmentation, Recognition, and Synthetic Data Generation«  
Fadi Boutros, Naser Damer, Kiran Raja, Raghavendra Ramachandra, Florian Kirchbuchner, Arjan Kuijper

### Winner Impact on Science

---

»Latent Normalizing Flows for Many-to-Many Cross-Domain Mappings«  
Shweta Mahajan, Iryna Gurevych, Stefan Roth

### Winner Impact on Society

---

»A Visualization Interface to Improve the Transparency of Collected Personal Data on the Internet«  
Marija Schufrin, Steven Lamarr Reynolds, Arjan Kuijper, Jörn Kohlhammer

### Best Thesis Award

---

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

### Marco Huber

»Explainable Face Image Quality Assessment«  
Betreuer: Prof. Dr. Arjan Kuijper, Dr.-Ing. Philipp Terhörst

### Henry John Krumb

»Learning to Track Permanent Magnets by Example«  
Betreuer: Prof. Dr. Arjan Kuijper, Dr. Anirban Mukhopadhyay

# 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





## Unsere Spin-offs

# Gründergeist für Spitzentechnologie

Technologische Innovationen in den Wirtschaftskreislauf und die Öffentlichkeit bringen – das ist die Mission der Fraunhofer-Gesellschaft. Ausgründungen bilden eine wichtige und vor allem effektive Brücke zwischen Forschung und Wirtschaft und sind ein direkter Katalysator für den Innovationstransfer. Ohne den funktionierenden Transport von Forschungserkenntnissen in die unternehmerische Anwendung sind viele Entwicklungen nicht denkbar. Der richtige Gründergeist und unternehmerisches Denken sind, gepaart mit wissenschaftlicher Exzellenz, die wichtigsten Bausteine für ein erfolgreiches Spin-off. Das Fraunhofer IGD ist seit Jahren eines der ausgründungsstärksten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft: echter Gründergeist für Spitzentechnologie.

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

## Mit 3D-Anwendungen schneller und günstiger zum fertigen Produkt

Industrielle 3D-Anwendungen beschleunigen und vereinfachen – dieses Ziel verfolgt die Threedy GmbH. Die Firma startete 2021 als Spin-off des Fraunhofer IGD und umfasst mittlerweile 25 Mitarbeitende. Johannes Behr, Co-Founder und CPO der Threedy GmbH, im Gespräch.

### In welchem Bereich ist Threedy aktiv?

Aktuell kommt die Kundschaft der Threedy in erster Linie aus dem produzierenden Gewerbe, insbesondere aus der Automotive-Branche, und nutzt unsere Technologie, um ihre digitale Transformation zu beschleunigen. Mit unserer Software können Tausende Teams kollaborativ an Entwürfen arbeiten, 3D-Werkzeuge selbst entwickeln und Endprodukte schneller auf den Markt bringen. Und nicht nur das: Mit einer einzigen Software können wir nicht nur die Qualität steigern, sondern auch die Kosten deutlich reduzieren.

### Wie haben Sie das geschafft?

Manuelle Prozesse und Prozessteile haben wir komplett automatisiert. Anstelle separater Einzelschritte bieten wir eine Gesamtlösung an. Die Kundinnen und Kunden müssen ihre Daten also weder konvertieren oder reduzieren noch sind sie gezwungen, neue Prozesse für spezifische Endgeräte aufzubauen. Stattdessen können sie ihre Originaldaten verwenden. Unsere Software liefert diese Anwendung automatisch für viele Anwendungsplattformen und Endgeräte aus – vom Browser bis zur HoloLens.

### Welche Kundschaft sprechen Sie an?

Die Automobilindustrie ist für uns immer noch der wichtigste Partner – schließlich sind wir vor fünf Jahren am Fraunhofer IGD mit BMW, Daimler und Porsche in die Entwicklung gestartet. Doch sind wir mittlerweile auch in anderen Bereichen aktiv, etwa im Anlagenbau.



**Im Schnitt geht aus unserem Institut jedes Jahr ein neues Unternehmen hervor – bezogen auf unsere Zahl an Mitarbeitenden gehören wir damit zu den erfolgreichsten Fraunhofer-Instituten beim Transfer von technologischem Wissen in den Wirtschaftskreislauf.**

**Dr. Matthias Unbescheiden,**  
Stellvertretender Institutsleiter

### Wie ist Threedy bislang durch die Pandemie gekommen?

Wenn verstärkt im Homeoffice gearbeitet wird, muss die Industrie die digitale Vernetzung vorantreiben. Davon haben wir profitiert, denn schließlich lässt sich unsere Plattform über unsere 3D Spaces auch für virtuelle Kollaborationen nutzen. Demgegenüber hatten es das Marketing und die Personalgewinnung deutlich schwerer, da vor allem zahlreiche anvisierte Events entfallen sind.

### Welche neuen Entwicklungen gibt es bei Threedy?

Wir arbeiten kontinuierlich daran, die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten unserer Technologie für Kundinnen und Kunden schneller nutzbar zu machen. Jüngstes Beispiel ist eine IOS-App: Sie ermöglicht es Kunden, ihre Daten und Anwendungen noch schneller verteilen zu können. Auch haben wir unsere Cloud-Strategie weiter vorangetrieben. Um die vielen neuen Kontakte bedienen zu können, wollen wir unsere Mitarbeiterzahl in den nächsten 18 Monaten fast verdoppeln. Zudem bereiten wir den Eintritt in weitere Zielmärkte vor.



#### Kontakt zur Threedy GmbH

Johannes Behr – Co-Founder und CPO  
contact@threedy.io

## Smart-Home-Manager »Clou«

Im Januar 2022 erwachte die uCORE Systems GmbH zum Leben. »Clou« heißt ihr Initialprodukt – ein Controller für Smart-Living-Umgebungen. Die Kombination aus Hardware und Software wertet Smart-Home-Systeme und Automatisierungssysteme auf, und zwar mit einer am Markt einmaligen Situationserkennung. Mitbegründer Saied Tazari hat am Fraunhofer IGD in den vergangenen 15 Jahren die Grundlagen der Technologie erarbeitet: »Clou« basiert auf universAAL-IoT, einer ausgereiften offenen Plattform, um verschiedene IoT-Systeme zu integrieren. »Clou« erkennt (Not-) Situationen, überprüft diese und führt erst dann die vorher definierten Aktionen aus – beispielsweise nach einem Sturz den Notruf anzuwählen. Die vier Gründer eint die Vision, den Smart-Home-Markt zu revolutionieren, indem sie die Herausforderungen der alternden Gesellschaft fokussieren. Das Team der uCORE Systems GmbH ist davon überzeugt, dass zuverlässige Betreuung abseits von Pflegeheimstrukturen nur mit technischer Assistenz leistbar ist. Richtig eingesetzt, ermöglicht technische Assistenz älteren Menschen, länger zu Hause zu verweilen und entlastet die Pflegefachkräfte in Einrichtungen. »Clou« ist als Prototyp fertig entwickelt und in etlichen Wohneinheiten bereits im Einsatz.

# Eng Vernetzt

Exzellente Forschung erfüllt dann ihre gesellschaftliche Aufgabe, wenn Ergebnisse und Erkenntnisse sowohl der Wirtschaft als auch der 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.

Fraunhofer-Allianz AAL:  
Assisted Healthy Living

Fraunhofer-Allianz  
Big Data und Künstliche  
Intelligenz BIG DATA AI

Fraunhofer-Netzwerk  
Simulation

Kompetenznetzwerk  
OceanTechnologies@  
Fraunhofer

Leitprojekt Med<sup>2</sup>icin

Fraunhofer-Verbund  
IUK-Technologie

Fraunhofer Cluster of  
Excellence Immune-Mediated  
Diseases CIMD

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.



## externe Netzwerke

### IT-Sicherheit

Competence Center for Applied Security  
Technology (CAST)  
Nationales Forschungszentrum für  
Angewandte Cybersicherheit ATHENE  
TeleTrusT – Bundesverband  
IT-Sicherheit

### Additive Manufacturing

ProSTEP AMI  
ZIM-Netzwerk MUPAM  
Kompetenzfeld Additive Fertigung  
VDMA

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

EIT-Digital  
EIT-Health

### Standardisierung

Khronos  
Web3D  
ProSTEP iViP

### Maritime Wirtschaft

Maritimes Cluster Norddeutschland  
Subsea Monitoring Network  
Gesellschaft für Maritime Technik  
Center of Maritime Technologies  
Ausschuss Maritime Wirtschaft der IHK  
Innovation Platform for Sustainable  
Subsea Solutions – ISSS  
Leistungszentrum Sustainable  
Ocean Business  
Forum 3D maritim  
E-Boot 4.0

### Simulation

NAFEMS

### Biometrie

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

### BITKOM

### Geoinformationen

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

### Mecklenburg- Vorpommern

IT-Initiative MV  
Logistik-Initiative MV

### TDWI e. V.

# 2021 Fraunhofer in Zahlen

76

Institute und Forschungseinrichtungen

Über  
30 000

Mitarbeiterinnen  
und Mitarbeiter

2,9  
MRD €

Jährliches  
Forschungsvolumen

2,5  
MRD €

Vertragsforschung

30 %

Bund und Länder

70 %

Industrie und öffent-  
lich finanzierte  
Forschungsprojekte





# Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

## Fraunhofer-Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer  
Prof. Dr. Alexander Kurz  
Dipl.-Kfm. Andreas Meuer

## Fraunhofer IGD

Institutsbetreuer Dr.-Ing. Johannes Nowak

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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

# Ihr Weg zu uns

## Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

### Standort Darmstadt

Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt

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

### Institutsleiter

Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. e. h.  
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  
info@igd-r.fraunhofer.de  
www.igd.fraunhofer.de/rostock

### Standortleiter

Prof. Dr.-Ing. Uwe Freiherr von Lukas  
Telefon +49 381 4024-100  
sekretariat@igd-r.fraunhofer.de

### Forschungsgruppe Smart Ocean Technologies im OTC-Basecamp

Am Alten Hafen Süd 6  
18069 Rostock

### Forschungsgruppenleiter

Dr. Detlef Lemke  
Telefon +49 381 4042-401  
sekretariat@igd-r.fraunhofer.de

### Standort Kiel

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

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



Qualitätsmanagement  
ISO 9001:2015

V01-22-01

Folgen Sie uns auf:





# Impressum

## Fraunhofer-Einheiten mit enger Kooperationsbeziehung zum Fraunhofer IGD

### Standort Graz

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

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

### Standort Klagenfurt

Fraunhofer Austria Research GmbH  
Innovationszentrum für Digitalisierung und Künstliche Intelligenz KI4LIFE  
Lakeside B13a  
9020 Klagenfurt am Wörthersee, ÖSTERREICH

Telefon +43 676 88861 801  
office.ki4life@fraunhofer.at  
www.fraunhofer.at

### Herausgeber

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

### Redaktion

Daniela Welling (Leitung), Kathrin Krüger, Svenja Prasche,  
Anahit Roth, Heidrun Bornemann

### Gestaltung

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)

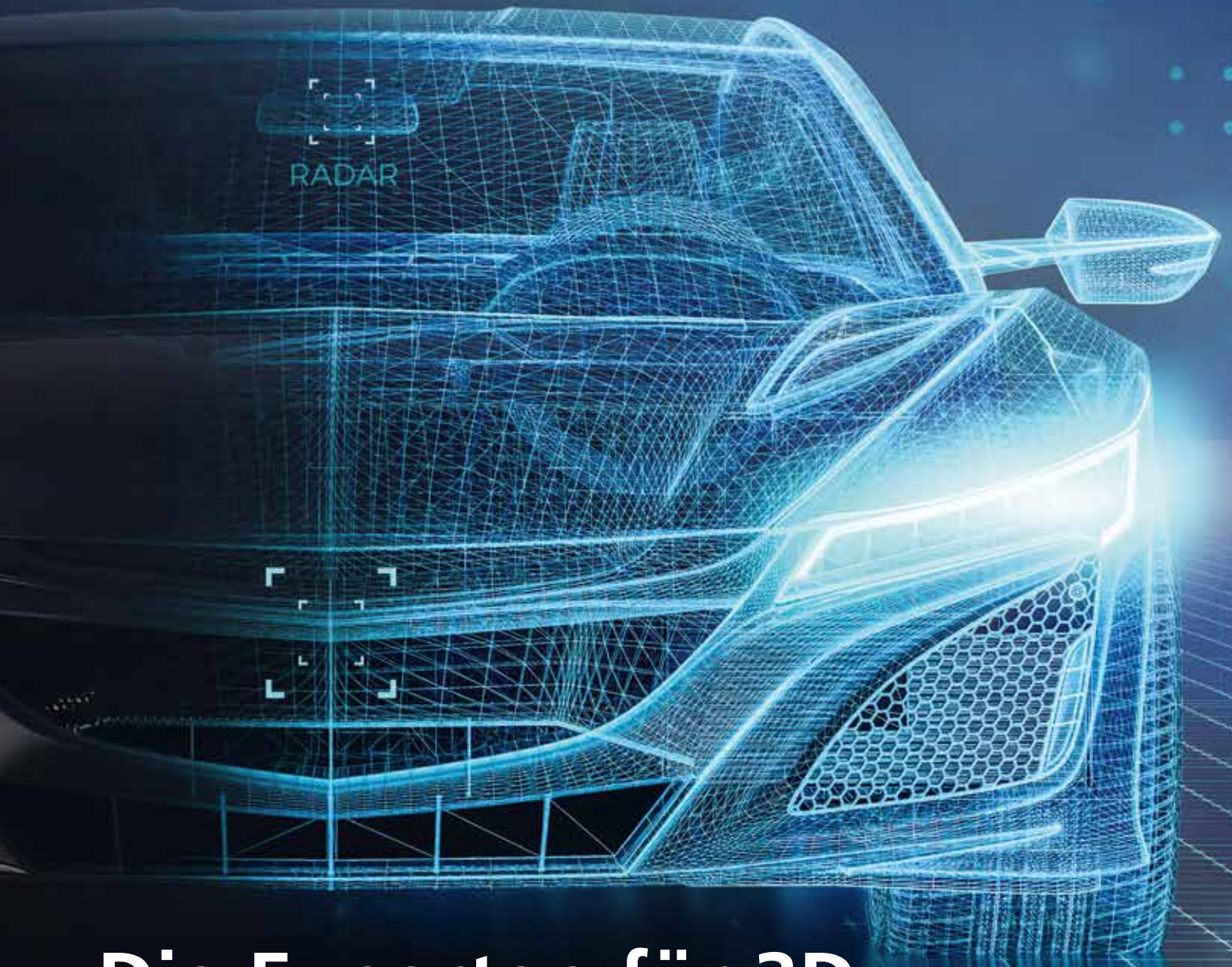
Allgemeine Anfragen bitte per E-Mail an: [info@igd.fraunhofer.de](mailto:info@igd.fraunhofer.de)  
Alle Rechte vorbehalten. © Fraunhofer IGD, 2022  
Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird an einigen Stellen die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Nomen 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. 9 kinwun, S. 19 LIGHTFIELD STUDIOS,  
S. 27 Bartek Wróblewski, S. 41 Klepo | S. 13 AEOLIA |  
S. 20 © Moorfields Eye Hospital NHS Foundation Trust |  
S. 35 © Taucherei- und Bergungsbetrieb Rostock GmbH |  
S. 43 marketiger | S. 51 Robert Hochstaedter

Alle anderen Bilder und Grafiken: © Fraunhofer IGD



**Die Experten für 3D**  
Wir leben und prägen  
Visual Computing

