

# #ENGINEERING THEDIGITALFUTURE

since 96

Jahresbericht 2020/2021

---

Seit 25 Jahren die digitale Zukunft gestalten – mit Software-, Systems- und Innovation-Engineering







*Prof. Peter Liggesmeyer  
treibt seit 2015 als  
Institutsleiter des IESE  
digitale Innovationen voran.*



# Liebe Leserinnen und Leser,

---

25 Jahre Software-, Systems- und Innovation-Engineering – mit dieser Jubiläumsausgabe unseres Jahresberichts laden wir Sie herzlich ein, gemeinsam mit uns zurückzublicken und die spannende Entwicklung des IESE Revue passieren zu lassen. Doch lassen Sie uns vor allem nach vorne schauen, denn wir haben mit unserer angewandten Forschung stets die Zukunft im Gepäck! Deshalb nehmen wir Sie auch gerne wieder in unserer Titelstory oder im Kapitel »IESE im Trend« mit in die digitale Zukunft!

Als das IESE in den 1990er Jahren gegründet wurde, lag der Fokus auf dem Software Engineering und auch am Institut auf dem Thema Softwareprozesse. Danach verschoben sich die Anforderungen sukzessive, denn man kehrte wieder mehr zu technologieorientierten Fragestellungen zurück. Heute beschäftigen wir uns vor allem mit sehr großen, vernetzten Systemen, die man nicht mehr eindeutig einer Disziplin zuordnen kann. Und die Vernetzung ist ein zentraler Bestandteil der digitalen Transformation.

Außerdem kommt dem Innovation Engineering eine ganz neue Bedeutung zu, denn auch die Anforderungen unserer Kunden werden immer komplexer, sodass wir in Kreativworkshops gemeinsam mit den Unternehmen erst einmal erarbeiten, wo der Schuh drückt und welche Herausforderungen bestehen. Immer mit dem Ziel vor Augen, ein optimales Leistungspaket zu schnüren und den Kunden fit für seine digitale Zukunft zu machen!

Natürlich kann man diesen großen Themenkomplex »Systems Engineering« mit neuartigen Technologien und neuartigen Geschäftsprozessen – querschnittend durch eine Vielzahl von Disziplinen – als einzelnes Institut nicht zufriedenstellend bearbeiten. Deshalb muss man Schwerpunkte setzen und es macht Sinn, diese Schwerpunkte auf bereits vorhandene Kompetenzen abzustützen.

Wir haben uns die vier Fokusthemen »Digitale Ökosysteme«, »Dependable AI«, also verlässliche Künstliche Intelligenz, »Virtual Engineering«, das heißt die Virtualisierung in der Entwicklung von Systemen, sowie »Systemmodernisierung« ausgewählt. Damit adressieren wir ein jeweils relevantes Thema, in dem unseres Erachtens sowohl wissenschaftliche Herausforderungen stecken, als auch Märkte, die darauf warten, dass entsprechende Lösungen zur Verfügung gestellt werden. Mit anderen Worten, diese Systems-Engineering-Themen passen zu uns, weil sie unsere Expertise aufnehmen; sie passen aber auch zu den Herausforderungen dessen, was im Systems Engineering in der Zukunft passieren wird!

Mehr dazu erfahren Sie in unserer Titelstory oder in unserer Podcast-Reihe »MORGEN DENKER«.

Herzliche Grüße



Peter Liggesmeyer

# Inhalt

---

**Editorial** ..... 4

## Titelstory

Engineering-Disziplinen ganzheitlich betrachten ..... 10

Innovation Engineering  
Wie aus kreativen Ideen Innovationen werden ..... 12

Digitale Ökosysteme  
Mehrwert für Unternehmen durch die Vernetzung von Organisationen,  
Menschen und IT-Systemen ..... 16

Dependable AI  
Wie das Fehlverhalten von KI beherrscht werden kann ..... 22

Virtual Engineering  
Digitaler Zwilling optimiert reale Systeme durch Simulationen ..... 26

Systemmodernisierung  
Software erfolgreich in die digitale Zukunft bringen ..... 30

## IESE im Trend

BaSys überProd – von der Wissenschaft in die Praxis ..... 36

Digitales Ökosystem revolutioniert die Baustelle ..... 38

Plattform zur Massentestung soll Pandemiebekämpfung verbessern ..... 41

Forschungsprojekt SPELL – Krisen bewältigen mit KI ..... 42

Agil statt fragil  
Wie digital und agil sind öffentliche Verwaltungen? ..... 44

Smart Farming als Chance begreifen ..... 46



Smart Farming  
 3 Fragen an August Altherr, Retired Director – John Deere European  
 Technology Information Centre ..... 48

Ein Emoji sagt mehr als tausend Worte ..... 49

**Highlights**

25 Jahre Fraunhofer IESE ..... 52

Unser Weg in die digitale Zukunft ..... 58

Gesammelte IESE-Highlights ..... 60

**Projekte** ..... 66

**IESE im Überblick**

Über das Fraunhofer IESE ..... 72

Das Fraunhofer IESE macht Unternehmen fit für die digitale Zukunft! ..... 74

Das Institut in Zahlen ..... 76

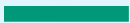
Wir denken New Work ganzheitlich ..... 78

Fraunhofer-Power bündeln ..... 81

Die Fraunhofer-Gesellschaft ..... 84

**Impressum** ..... 85

# Titelstory









# Engineering-Disziplinen ganzheitlich betrachten

---

## Software-, Systems- und Innovation-Engineering sichert hohe Softwarequalität

Innovationen basieren zunehmend auf Software. Software steuert heutzutage komplexe Prozesse und ist hochvernetzt. Aber wenn man sich auf sie verlassen soll, muss sie hohen Qualitätsansprüchen genügen. Ihre Qualität ist jedoch schwer greifbar und gleichzeitig ist Software, deren Qualität unzureichend ist, sehr problematisch. Je kritischer der Einsatzzweck wird, desto höher werden die Ansprüche an die Qualität und deren Nachweisbarkeit. Letztlich ist Qualität ein Mix aus zahlreichen, unterschiedlich gewichteten Qualitätsattributen und deren konkreter Erreichung.

Deshalb ist Qualität im Software-, Systems- und Innovation-Engineering ein Ziel mit vielen Facetten, das ingenieurmäßig in allen Engineering-Disziplinen berücksichtigt werden muss. Verlässliche Qualitätsaussagen erfordern moderne Methoden und systematisches Vorgehen.

Das Fraunhofer IESE unterstützt seine Kunden ganzheitlich. Das umfasst das ganze Spektrum von strategischen Entscheidungen im Management bis hin zu technischen Fragestellungen im Bereich Architektur, Implementierung oder Testen. Die Expert\*innen des IESE begleiten ihre Kunden je nach Bedarf und Wunsch entweder umfassend von den ersten Schritten über den gesamten Lebenszyklus eines Vorhabens – oder auch nur bei ausgewählten Fragestellungen.

### Auf das Zusammenspiel kommt es an!

Viele Problemstellungen von Unternehmen sind systemisch und ganzheitlich zu betrachten. Das prägt die Herangehensweise des Fraunhofer IESE: Ausgangspunkt ist immer die jeweils individuelle Situation, für die gemeinsam mit dem Kunden wirksame Lösungen erarbeitet werden. Der große Vorteil: Als unabhängige Einrichtung bewertet das Fraunhofer IESE neutral und objektiv. Die IESE-Wissenschaftler\*innen bringen in das Engineering innovativer softwarebasierter Systeme Expertise und Leidenschaft ein. Sie kennen sich mit allen notwendigen Engineering-Disziplinen und ihrem Zusammenspiel bestens aus.

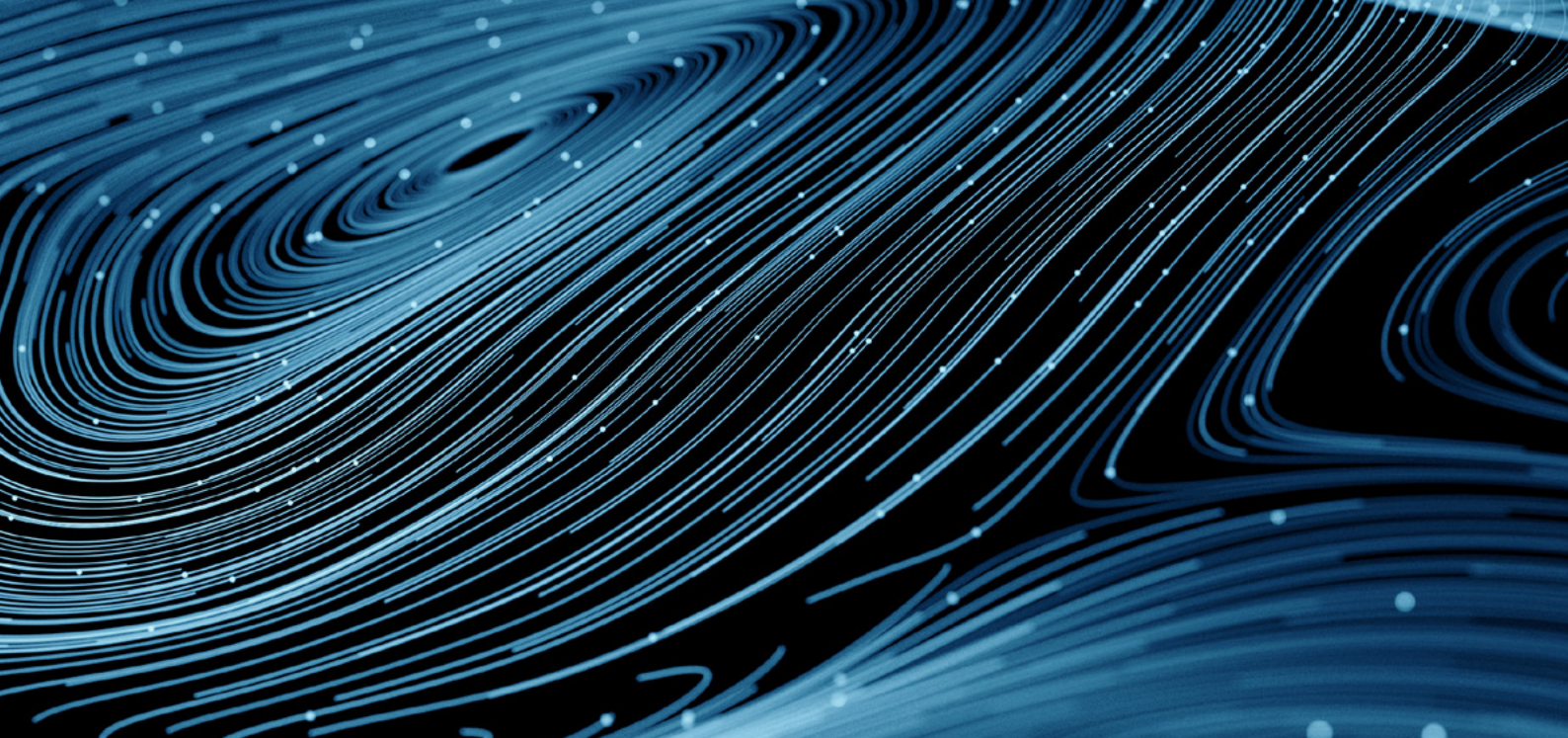
### Besondere Schwerpunkte:

- Creativity- und Requirements-Engineering
- System- und Softwarearchitektur
- Data Science, Data Analytics und Data Engineering
- Entwicklungsprozesse

### Mit Fokus auf folgende Qualitätseigenschaften:

- User Experience
- Datensicherheit (Security) und Datensouveränität
- Funktionale Sicherheit (Safety)





## Leistungen anforderungsgerecht bündeln

Das Fraunhofer IESE setzt den Fokus auf derzeit besonders aktuelle, dringende und komplexe Herausforderungen rund um das Thema Software und bündelt entsprechende Leistungen:



### Digitale Ökosysteme

Das IESE unterstützt Kunden bei der Positionierung zu Digitalen Ökosystemen und zur Plattformökonomie sowie bei der Etablierung erfolgreicher Digitaler Ökosysteme.



### Dependable AI

Den Einsatz von KI-Technologien auch in kritischen Anwendungen ermöglichen – das IESE kümmert sich gemeinsam mit seinen Kunden darum, die richtigen Use Cases zu finden und verlässliche KI-Systeme zu entwickeln.



### Digitaler Zwilling (VE)

Mit Virtual Engineering (VE) und Digitalen Zwillingen hilft das IESE Unternehmen, virtuelle Testumgebungen zu schaffen, die flexibler und kostengünstiger der zunehmenden Komplexität von Systemen begegnen.



### Systemmodernisierung

Das IESE unterstützt Unternehmen dabei, ihre Systeme für die Zukunft fit zu machen. Von der unabhängigen Analyse über die Einführung neuer Technologien bis hin zu einer strategischen Neuausrichtung.





# Software ist der Innovationstreiber Nummer 1!«

**Dr. Marcus Trapp,**  
Department Head  
Digital Innovation Design



# Innovation Engineering

## Wie aus kreativen Ideen Innovationen werden

Dr. Marcus Trapp, Department Head Digital Innovation Design am Fraunhofer IESE, hat mit über 100 durchgeführten Projekten bereits viel Erfahrung im Bereich Innovation Engineering gesammelt. Außerdem ist er der IESE-Experte, wenn es darum geht, Kreativworkshops durchzuführen. Im Interview liefert er einen Einblick, was eine Innovation ausmacht und wie der Engineering-Prozess zur Umsetzung einer Idee eingesetzt werden kann.

### Was ist eine Innovation und welche Arten von Innovationen gibt es überhaupt?

Vorweg ist es erst einmal wichtig zu sagen, was »Innovation« überhaupt bedeutet. Der Begriff wird häufig verwechselt mit dem englischen Wort »invention«, was im Deutschen »Erfindung« heißt. Doch eine tolle Idee für eine Erfindung ist nicht automatisch eine Innovation! Bei einer wahren Innovation hat eine große Gruppe von Personen einen Nutzen in der Erfindung erkannt, akzeptiert diese und verwendet sie auch. Erst dann wird die Erfindung zur Innovation.

Welche Arten von Innovationen gibt es? Auf der einen Seite können existierende Produkte oder Services eine Dimension besser gemacht werden. Auf der anderen Seite gibt es noch die »radikale Innovation«. Darunter fallen Innovationen, die eine ganze Branche revolutionieren können und sich oft durch neue Geschäftsmodelle auszeichnen. Wir vom Fraunhofer IESE begleiten in beiden Innovationsarten Firmen dabei, ihre Idee zur Innovation umzusetzen. Natürlich ist das bei einer radikalen Innovation um einiges komplexer.

### Was versteht man unter Innovation Engineering?

Was man mithilfe des Innovation Engineerings macht, ist, ingenieurmäßig an den Prozess heranzugehen. Mit verschiedenen professionellen Prinzipien, Techniken, Methoden und Werkzeugen wird das Finden und Auswählen von geeigneten Ideen sowie das Umsetzen der Innovation unterstützt. Das Ziel ist es, dass tatsächlich aus einer Idee eine Innovation wird und der Prozess dorthin durch das Innovation Engineering beschleunigt wird.

In der digitalen Welt ist der Innovationszyklus – also die Geschwindigkeit, in der neue Innovationen von der Gesellschaft erwartet werden – viel schneller geworden. Daher befinden sich auch die Unternehmen in Zugzwang, immer häufiger neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt zu bringen.

### Wieso zählt Innovation Engineering – gemeinsam mit Software- und Systems-Engineering – zu den Kernleistungen des IESE?

Diese Frage lässt sich ganz klar beantworten, denn in fast jedem unserer Projekte spielt Innovation Engineering eine Rolle, auch wenn es nicht immer explizit so genannt wird. Seit über zehn Jahren beschäftigen wir uns schon systematisch mit dem Themenfeld, weil es die Basis für viele Softwareprojekte bildet. Damit spielt Innovation Engineering eine ebenso wichtige Rolle wie die reine Softwareentwicklung.

Es gibt aber viele Kunden, die diese Ideenentwicklung nicht dem klassischen Software- und Systems-Engineering zuordnen. Da wir diesen Kunden verdeutlichen möchten, dass wir vom Fraunhofer IESE sie auch schon in der frühen Phase des Engineering-Prozesses unterstützen können, haben wir den Begriff »Innovation Engineering« explizit in unser übergreifendes Leistungsportfolio aufgenommen.

### Für welche Branchen eignet sich das Innovation Engineering besonders?

Innovation Engineering ist komplett branchenunabhängig. Wir haben Projekte dazu schon in sehr vielen verschiedenen Branchen durchgeführt, z.B. in der Finanz- oder Automobilbranche, aber auch in den Bereichen Kühlttechnik, Landwirtschaft, Luftfahrt, Chemie oder Retail waren wir schon unterwegs.

In diesen frühen Phasen der Ideenentwicklung ist man nicht nur unabhängig von der Branche, sondern auch softwareunabhängig. Aber in der heutigen Zeit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass wir zu einer Innovation kommen, die zumindest einen gewissen Softwareanteil besitzt, bei nahezu 100 Prozent. Software ist der Innovationstreiber Nummer 1 überhaupt!



Der »Innovation Space« am IESE ist der perfekte Ort, um kreative Ideen zu entwickeln.

### Was ist die größte Herausforderung beim Innovation Engineering?

Häufig ist es bereits die erste große Hürde für Unternehmen, überhaupt passende Ideen zu entwickeln. Wichtig ist, mit der Innovation einen Mehrwert für deren Kunden zu schaffen. Das klingt selbstverständlich, ist es jedoch leider nicht.

Wenn z.B. ein Produkt günstiger hergestellt wird, diese Preissenkung aber nicht an den Kunden weitergegeben wird, liegt der Nutzen erst einmal nur beim Unternehmen.

Um sich bewusst zu machen, was der Nutzen für die Kundschaft ist, versucht man im Innovation Engineering, über konkrete Szenarien nachzuempfinden, wie ein Produkt oder Service dem Kunden tatsächlich hilft oder auch, welche Risiken bestehen. Solche Szenarien besprechen wir u.a. in den Kundenworkshops mit den Unternehmen.

### Welche Methoden kommen in den Kundenworkshops des IESE zum Einsatz?

Wir verwenden ganz viele verschiedene Methoden und Techniken in unseren

Kundenworkshops. Diese Workshops dauern in der Regel zwischen einem und zweieinhalb Tagen und werden individuell an die Anforderungen der Kunden angepasst.

Eine konkrete Methode ist dabei beispielsweise die »6-5-3 Brainwriting«-Methode, die wir vielfältig weiterentwickelt haben und die in unterschiedlichsten Varianten zum Einsatz kommt. Weiterhin setzen wir gerne szenarienbasierte Methoden oder »Forced Fit«-Ansätze sowie bewertende Methoden wie »Buy-a-Feature« ein. Wir orientieren uns beim Workshop-Design meist am Arbeitsprozess von Designer\*innen. Dabei kann es auch sein, dass wir konkrete »Design Thinking«-Workshops durchführen.

### Gibt es weitere Methoden?

Klar gibt es noch viele weitere Kreativitätstechniken, wie die »Design Sprint«-Methode oder die »Hackathon«-Methode, die dabei unterstützen, neue Lösungen in kurzer Zeit zu erarbeiten. Meistens werden die Workshops jedoch komplett individuell für unsere Kunden zusammengestellt.

Natürlich setzen wir auch unsere von uns selbst entwickelte Kreativitätsmethode ein,

#### Ihr Ansprechpartner

Dr. Marcus Trapp  
Department Head  
Digital Innovation Design  
Tel. +49 631 6800-2186  
marcus.trapp@  
iese.fraunhofer.de

die »Tangible Ecosystem Design«-Methode. Damit wird die Gestaltung von Digitalen Ökosystemen mithilfe von Playmobil®-Spielfiguren für unsere Kunden greifbar – auf Englisch: »tangible«.

### Was ist das Ergebnis des Workshops und wie geht es für die Unternehmen weiter?

Ziel ist es, im Projektteam geeignete Lösungsideen zu der Problemstellung des Kunden auszuarbeiten. Aber ich möchte noch betonen: Beim Innovation Engineering geht es um mehr als nur den reinen Workshop, denn es geht vielmehr darum, die Kunden tatsächlich zu begleiten – von der Entwicklung einer Idee bis zur Markteinführung der Innovation.

Nach dem Workshop ist die Arbeit nicht zu Ende, denn nun müssen die ausgearbeiteten Ideen im Unternehmen vorangetrieben werden. Je nachdem, um welches Produkt es sich handelt, kann sich der Innovation-Engineering-Prozess über Monate oder gar Jahre hinziehen – vor allem, wenn ein komplett neues Geschäftsmodell aufgebaut wird.

Aber der Vorteil für die Kunden liegt auf der Hand: Durch die Umsetzung innovativer Lösungen bleiben sie langfristig wettbewerbs- und zukunftsfähig.

### Wie bringt sich das IESE im Nachgang zu den Workshops ein?

Je mehr die Umsetzungsidee etwas mit Software zu tun hat, desto intensiver können wir Expert\*innen des Fraunhofer IESE die Unternehmen bis zu ihrer finalen Lösung unterstützen.

Beispielsweise könnte das bedeuten, dass wir einen Digitalen Zwilling aufsetzen oder einen KI-Algorithmus entwickeln, der überprüft, ob die entworfene Lösung auch das tut, was sich der Kunde wirklich wünscht, oder ob die richtigen Daten zur Verfügung stehen. Wir helfen Unternehmen aber auch bei der Gestaltung einer Benutzerschnittstelle oder beim Aufbau einer neuen Plattform für ein Digitales Ökosystem. Wir decken den ganzen Lebenszyklus im Software Engineering ab!



### Wie gestaltet man spielerisch ein Digitales Ökosystem? Mit der TED-Methode des Fraunhofer IESE!

Digitale Ökosysteme sind komplexe Konstrukte, die für viele Unternehmen schwer zu fassen sind. Mit der »Tangible Ecosystem Design« (TED)-Methode wird die Gestaltung von Digitalen Ökosystemen greifbar (Englisch: »tangible«).

In einem interaktiven Workshop mit verschiedenen Plattform-Playern (Stakeholdern) unterstützt das Fraunhofer IESE die Modellierung eines Ökosystems mithilfe von Playmobil®-Spielfiguren – einschließlich der Plattform, ihrer Dienste und ihrer Akteure. Das ist ein erster wichtiger Schritt, um neue digitale Dienste ganzheitlich zu denken.

Wie ein solcher Workshop zur Konzeption eines Digitalen Ökosystems im Detail abläuft? Das erfahren Sie in Folge 7 des MORGEN DENKER-Podcasts!

MORGEN  
DENKER



Anhören auf  
Apple Podcasts



Anhören auf  
Spotify





Digitale Ökosysteme sind das  
Steckenpferd von Dr. Matthias Naab.



# Digitale Ökosysteme

## Mehrwert für Unternehmen durch die Vernetzung von Organisationen, Menschen und IT-Systemen

Dazu im Interview: Dr. Matthias Naab,  
Division Manager Digital Ecosystem Engineering am Fraunhofer IESE

Digitale Plattformen wie Netflix, Booking.com oder Amazon Marketplace haben ihre jeweilige Branche auf den Kopf gestellt. Aktuell kommt die Großzahl der erfolgreichsten Digitalen Ökosysteme allerdings aus dem Silicon Valley und zunehmend auch aus China. Zudem richten sie sich meist direkt an die Endkunden (B2C). Aber es besteht viel Potenzial für weitere Digitale Ökosysteme – insbesondere im Geschäft zwischen Unternehmen (B2B). Gerade hier liegt traditionell die Stärke der deutschen Wirtschaft. Das Fraunhofer IESE unterstützt Unternehmen ganzheitlich, sich auch in Deutschland als Player in dieser Sparte zu etablieren.

### Was ist ein Digitales Ökosystem und aus welchen Elementen besteht es?

Digitale Ökosysteme sind soziotechnische Systeme. Das bedeutet, ein Digitales Ökosystem ist mehr als ein reines IT-System. Es ist die Vernetzung zwischen IT-Systemen, Organisationen, Menschen und Daten, die im Fokus und in der Natur von Digitalen Ökosystemen liegt.

Den Kern eines Digitalen Ökosystems bildet ein Service, der – im Optimalfall – einen Mehrwert für viele Menschen liefert. Dieser Ökosystem-Service wird auf einer digitalen Plattform angeboten, über die Unternehmen und Menschen interagieren können. In diesem Zusammenhang verwendet man auch häufig den Begriff »Plattformökonomie«. Wichtig ist, dass die Teilnehmer einen leichten Zugang zu dieser Plattform haben und einen persönlichen Nutzen aus dem Digitalen Ökosystem ziehen können. Nur so wird es erfolgreich.

### Was wäre ein konkretes Beispiel für ein Digitales Ökosystem?

Airbnb ist ein gutes Beispiel – die Plattform von Airbnb fungiert als eine Art Marktplatz, um die herum sich ein großes Ökosystem von Anbietern und Konsumenten gebildet hat. Airbnb vermittelt Unterkünfte zwischen privaten Anbietern und Reisenden. Dieser zentrale Service wird ausschließlich über die digitale Plattform erbracht.

### Sind Digitale Ökosysteme in allen Branchen sinnvoll?

Grundsätzlich lautet die Antwort darauf: Ja! Es können in jeder Branche Digitale Ökosysteme initiiert werden und es können sogar mehrere als Konkurrenten in einer Branche koexistieren. Wie bei Apple und Google, die mit iOS und Android zwei konkurrierende Digitale Ökosysteme aufgebaut haben.

Innerhalb einer Branche können viele verschiedene Arten von Digitalen Ökosystemen entstehen. Im Bereich Mobilität bietet das Digitale Ökosystem Uber einen Fahrdienst an, während Datenökosysteme – wie die von Caruso oder Otonomo – sich darum kümmern, Telematikdaten über das Digitale Ökosystem an Datenabnehmer zu liefern.

### Welche Chancen ergeben sich dadurch für Unternehmen?

Zum einen gibt es die Unternehmen, die Digitale Ökosysteme aufbauen und ihren Service anbieten. Zum anderen gibt es die Unternehmen, die sich als Teilnehmer an einem Digitalen Ökosystem beteiligen.



Wir geben nicht nur gute Ratschläge, sondern krepeln auch die Ärmel mit hoch, um unseren Kunden einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.«

### Ihr Ansprechpartner

Dr. Matthias Naab  
Division Manager  
Digital Ecosystem Engineering  
Tel. +49 631 6800-2249  
matthias.naab@iese.fraunhofer.de

Die erste Kategorie von Unternehmen hat einen riesigen Gestaltungsspielraum und zudem die Möglichkeit, sich mit einem disruptiven Geschäftsmodell komplett neu zu positionieren. Das heißt, sie können ganze Märkte umgestalten. Das beweist Spotify, denn die wenigsten kaufen heutzutage noch eine CD, um Musik zu hören.

Die zweite Kategorie, also Unternehmen, die an Digitalen Ökosystemen teilnehmen, profitieren von einem sehr einfachen Zugang zu einer großen Menge von Anbietern oder Konsumenten, mit denen sie ins Geschäft kommen können. Der digitale Marktplatz ermöglicht sogenannte Netzwerkeffekte und lässt damit die Teilnahme immer attraktiver werden.

### Vor welchen Herausforderungen stehen die Unternehmen?

Um ehrlich zu sein, ist es schon aufwendig, ein Digitales Ökosystem umzusetzen. Es ist nicht nur das IT-System, das entwickelt werden muss; es müssen zudem viele organisatorische, geschäftliche und rechtliche Aspekte beachtet werden, um die gewünschten Netzwerkeffekte zu erreichen. Denn ohne Teilnehmer ist das Digitale Ökosystem nicht erfolgreich.

Abgesehen davon ist es eine weitere Hürde, dass es keine vorgegebene Anleitung zur Entwicklung dieser Innovation gibt, sondern nur Hinweise und Methoden, an denen sich Unternehmen orientieren können.

### Welche Unterstützung bietet das Fraunhofer IESE?

Das Fraunhofer IESE unterstützt Unternehmen von der strategischen Planung bis hin zur technischen Umsetzung. Über die gesamte Lebenszeit eines Digitalen Ökosystems, insbesondere zu Beginn der Initiierung bis zur Etablierung, stehen wir den Unternehmen als Partner zur Seite.

Gerade die strategische Positionierung sowie die Anpassung des Geschäftsmodells sind für viele Unternehmen echte Herausforderungen. Wir haben als Expert\*innen in den unterschiedlichsten Domänen bereits Erfahrungen gesammelt, die wir bei unseren Kunden einbringen können. Wir geben nicht nur gute Ratschläge, sondern krepeln auch die Ärmel mit hoch, um unseren Kunden einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.

### Mehr zum Thema Digitale Ökosysteme

Informieren Sie sich auf unserer Webseite!



MORGEN DENKER



Anhören auf Apple Podcasts



Anhören auf Spotify

## Das sagt die Wirtschaft!

### Projekt Caruso GmbH – Digitales Ökosystem und Plattformökonomie im Automotive Aftermarket

Die Caruso GmbH entwickelte mit Unterstützung des Fraunhofer IESE ihren offenen und neutralen Daten- und Service-Marktplatz für den Automotive Aftermarket.

»Das Fraunhofer IESE ist dank seiner Erfahrung beim Thema Digitale Ökosysteme, der pragmatischen Herangehensweise und vor allem wegen seiner Neutralität ein sehr wichtiger Technologiepartner.«



Alexander Haid,  
Managing Director,  
Caruso GmbH (bis 2020)

# Übrigens...

---

## Was haben Digitale Ökosysteme mit der Natur zu tun?

Digitale Ökosysteme sind in vielerlei Hinsicht von der Natur inspiriert.

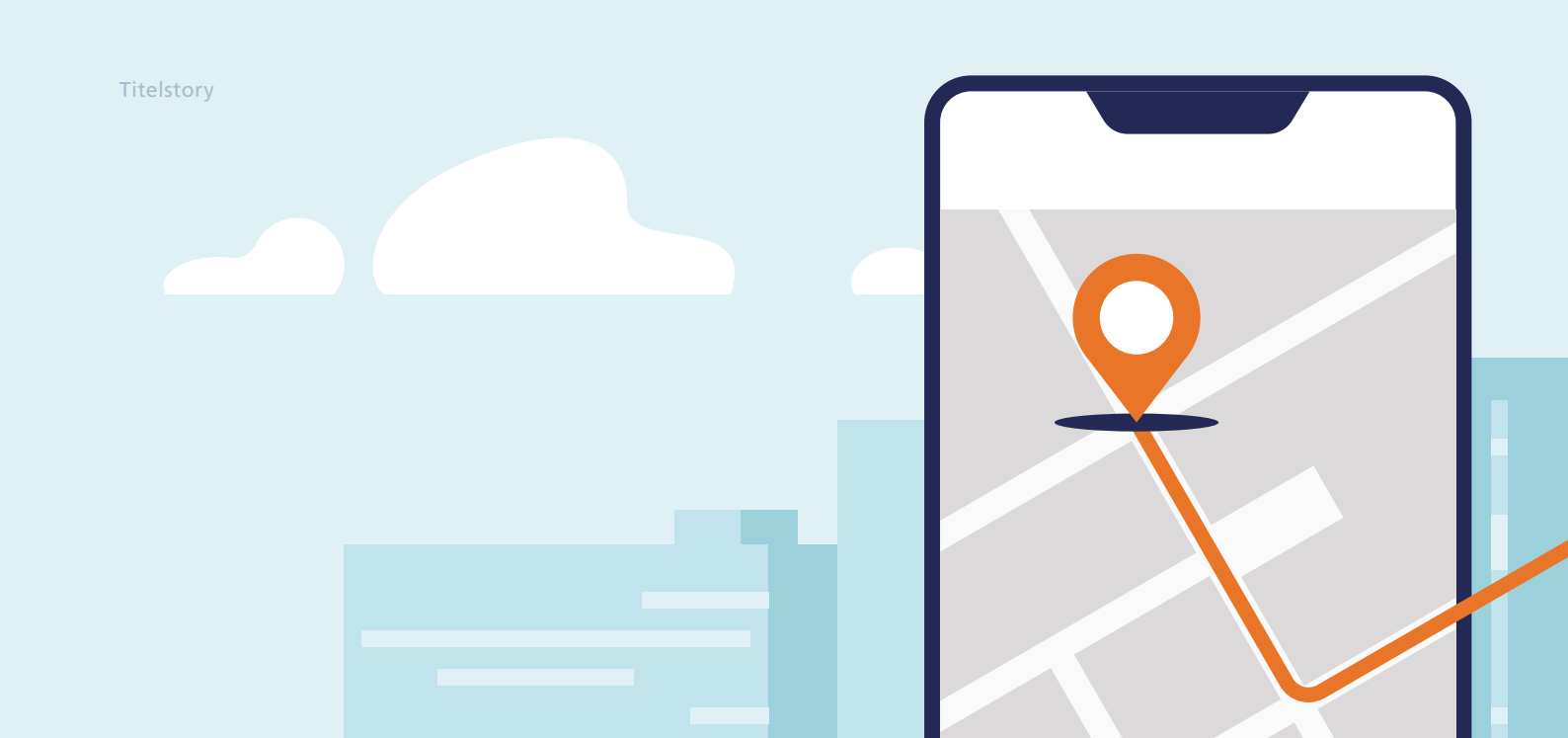
Der Begriff »Ökosystem« stammt aus der »Ökologie« und bezeichnet die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer natürlichen Umwelt. Dieser Begriff wurde bewusst für die digitale Welt übernommen. Denn: Auch in Digitalen Ökosystemen agieren Teilnehmer in einem bestimmten Umfeld miteinander und tauschen sich in Geschäftsbeziehungen aus.

Sowohl in der natürlichen als auch in der digitalen Variante besteht ein Ökosystem nicht aus einem einzigen Individuum, sondern erst mit einer gewissen Masse an Teilnehmern kann das Ökosystem existieren – und in Balance bleiben. In der Natur handelt es sich überwiegend um Pflanzen und Tiere, in einem Digitalen Ökosystem können das z.B. Menschen, Unternehmen, Dienstleistungen, Produkte oder Daten sein.

Ein Beispiel für ein menschengemachtes, natürliches Ökosystem im Vergleich zum Digitalen Ökosystem: Ein angelegter Tümpel mit seinen Pflanzen zieht zunächst Fliegen an, dann kommen weitere Insekten hinzu. So entsteht eine Nahrungsgrundlage, die Frösche anlockt. Entsprechend sammeln sich immer mehr Tiere an, die am Tümpel gemeinsam leben. Bei einem Digitalen Ökosystem bildet eine Plattform mit einem Ökosystemdienst die technische Basis, über die sich nach und nach Nutzer an dem Ökosystem beteiligen können. Je größer und bekannter ein Digitales Ökosystem wird, desto attraktiver wird es und desto mehr Teilnehmer kommen hinzu. Ein Digitales Ökosystem braucht aber typischerweise aktiven Anschlag: Man muss sich sehr explizit um die ersten Teilnehmer kümmern, sonst wird es nichts.

Ebenso wie in der Natur wird auch in der Informatik der Begriff der Evolution verwendet. So ist ein Ökosystem, auch ein digitales, von vielen äußeren Einflussfaktoren abhängig. Wenn das Gleichgewicht eines Ökosystems gestört ist, kann es nicht länger existieren und stirbt aus. Im natürlichen Ökosystem hängt das häufig mit dem Nahrungsangebot zusammen. Aber auch im Digitalen Ökosystem bildet ein ausreichendes Angebot an Produkten und Services und die Nachfrage danach ein zentrales Element für den Fortbestand des Ökosystems. Oder es kann passieren, dass ein Ökosystem seine Attraktivität verliert und folglich auch seine Nutzer abwandern. Soziale Netzwerke, die ihre Follower verlieren, sind Beispiele für Digitale Ökosysteme, die aus dem Gleichgewicht geraten sind und allmählich verschwinden.





# Vom Lab in die Anwendung

## Smart MaaS: Digitales Ökosystem als B2B-Mobility-Serviceplattform

Das Fraunhofer IESE entwickelte gemeinsam mit Partnern eine B2B-Serviceplattform für Mobility as a Service und setzte diese beispielhaft in den Städten Aachen und Kiel um.

### Smart MaaS verbessert die Zusammenarbeit im B2B-Mobilitätsbereich

Bereits heute bieten in Deutschland einige Großstädte und Regionen ihren Fahrgästen die Möglichkeit, per App zwischen verschiedenen Transportmitteln zu wechseln. Teilweise sind Angebote wie Carsharing, E-Scooter oder Leih-Fahrräder auch schon mit dem jeweiligen öffentlichen Nahverkehr vernetzt, aber die Integration in ein verkehrsverbundübergreifendes System fehlt.

Um Mobilitätsangebote im Sinne eines Digitalen Ökosystems zu bündeln, entwickelte das Fraunhofer IESE gemeinsam mit Partnern in dem Forschungsprojekt Smart MaaS (Mobility as a Service) eine offene, modulare und dienstorientierte B2B-Plattform, über die Mobilität als smarter Service angeboten wird. Dies ermöglicht sowohl etablierten als auch aufstrebenden Unternehmen aus der Mobilitätsbranche, ihre Angebote zu kombinieren. Das Ziel: Die Fahrgäste sollen mit der bestmöglichen und schnellsten Verbindung von Tür zu Tür kommen.

Die Serviceplattform wurde zum Testen exemplarisch in Städten wie Aachen und Kiel implementiert. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie förderte das Projekt im Technologieprogramm »Smart Service Welt II«.

### Fraunhofer IESE gestaltete ein Digitales Ökosystem für Mobility as a Service

Das Fraunhofer IESE brachte in Smart MaaS insbesondere seine Kompetenz zur Konzeption und Gestaltung Digitaler Ökosysteme ein. Dazu folgte das Projektteam einer umfassenden Modellierungsmethodik, welche einerseits flexibel auf die Anforderungen und Rahmenbedingungen der Mobilitätsbranche eingeht, andererseits aber die verschiedenen Aspekte eines Ökosystems beachtet. Relevante Entscheidungen und Kernaktivitäten gaben den Rahmen für die Gestaltung vor, z.B. die Festlegung der Ökosystemakteure, die Geschäftsstrategie, die erforderliche technische Infrastruktur, die Offenheitsstrategie sowie die Umsetzung der Geschäftsstrategie in Services.

In einer Geschäftsstrategie werden Wertflüsse, Abhängigkeiten zwischen Diensten, Vertragsbeziehungen und Geldflüsse berücksichtigt, während eine Offenheitsstrategie den Austausch von Informationen zwischen den Partnern und die Offenheit des Ökosystems für neue Partner bestimmt.





*Im Projekt »Smart MaaS« wurde ein Digitales Ökosystem für Mobilitätsangebote entwickelt.*

Nachdem die Beiträge der einzelnen Partner definiert und aufeinander abgestimmt worden waren, bewertete das Fraunhofer IESE das Gesamtkonzept. Dabei prüften die Expert\*innen sowohl den Wert des Ökosystems für alle beteiligten Akteure als auch die Konsistenz der getroffenen Entscheidungen.

### Neues Digitales Ökosystem erleichtert die Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle

Das Konzept eines Digitalen Ökosystems für Mobility as a Service auf Basis der B2B-Plattform ermöglicht es Unternehmen aus dem Mobilitätsbereich nun, auf den Anwendungen der jeweils anderen Plattformteilnehmer aufzubauen. Dadurch können kontinuierlich neue Geschäftsmodelle geschaffen werden. Außerdem können bisher isolierte Daten über die Plattform als standardkonforme Web-Services sicher miteinander vernetzt und vermarktet werden.

Alle wichtigen Informationen sind in dem entwickelten Konzept enthalten und können von Softwarearchitekten, Vertragsabteilungen oder dem Produktmanagement weiterbearbeitet und umgesetzt werden.

### Über Smart MaaS

**Fördergeber:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

**Fördersumme:**

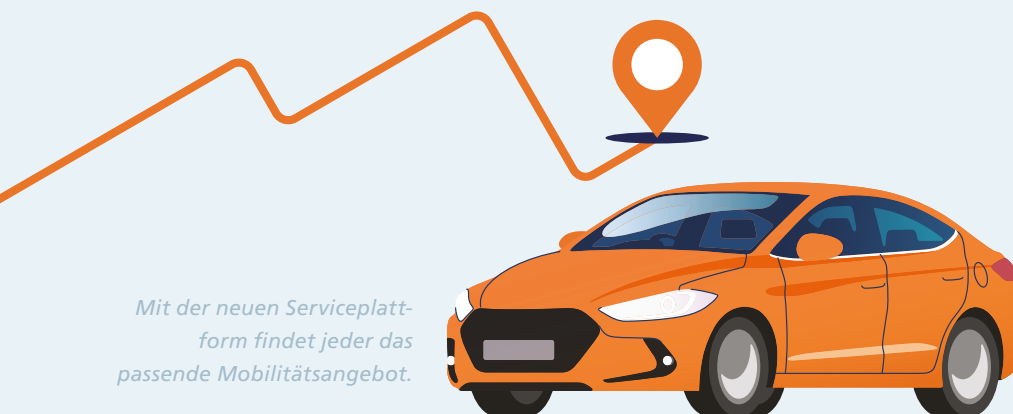
ca. 3,8 Mio. €

**Laufzeit:**

04/2018 – 03/2021

**Projektpartner:**

Fraunhofer IESE, FIWARE, Cleopa, Better Mobility, DFKI



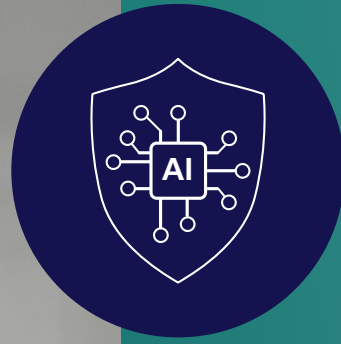
*Mit der neuen Serviceplattform findet jeder das passende Mobilitätsangebot.*



**SIE HABEN EINE HERAUSFORDERUNG FÜR UNS?**

Sprechen Sie uns an!

Dr. Karina Barreto Villela  
Project Manager  
karina.villela@iese.fraunhofer.de



Für Dr. Jens Heidrich steht die  
Verlässlichkeit von KI im Fokus seiner Arbeit.

# Dependable AI

## Wie das Fehlverhalten von KI beherrscht werden kann

Dazu im Interview: Dr. Jens Heidrich,  
Division Manager Smart Digital Solutions am Fraunhofer IESE

Künstliche Intelligenz (KI) wird uns in Zukunft noch viel häufiger begegnen, und das insbesondere in kritischen Anwendungsfeldern wie autonomen Systemen, Industrie 4.0 oder Medizintechnik. Hier spielt Dependable AI – also die Beherrschung des Risikos von Fehlverhalten – eine wichtige Rolle. Das Fraunhofer IESE unterstützt Unternehmen beim Engineering verlässlicher KI-Systeme und begleitet sie über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

### Was bedeutet der Zusatz »Dependable« in Bezug auf KI?

Die »Dependability«, auf Deutsch »Verlässlichkeit«, eines KI-Systems ist die Fähigkeit, nicht-akzeptable Fehler zu vermeiden. Betrachten wir beispielsweise ein autonomes Fahrzeug: Man würde natürlich auf jeden Fall vermeiden wollen, dass das Fahrzeug ein Kind, das plötzlich im Straßenverkehr auftaucht, nicht richtig erkennt und es zu fatalen Folgen kommt. Wir möchten also eine sichere KI, die in einer solchen Situation richtig reagiert. Das heißt, unter Dependability verstehen wir alle Eigenschaften, die die Verlässlichkeit des KI-Systems betreffen. Mit Dependable AI sind somit alle KI-Systeme gemeint, die so konstruiert sind, dass sie tatsächlich im Sinne dieser Definition verlässlich sind.

### Welchen Schwerpunkt setzt das IESE im Themenfeld Dependable AI?

Am Fraunhofer IESE legen wir einen besonderen Fokus auf die Absicherung der Künstlichen Intelligenz bzw. die funktionale Sicherheit, also die Safety des KI-Systems. Ziel ist es, Fehler zu vermeiden, die eine Gefahr für Leib und Leben darstellen.

### Welche Einsatzmöglichkeiten gibt es für verlässliche KI-Systeme?

Es gibt sehr viele Chancen und Möglichkeiten in diesem Bereich. Beispielsweise ist KI ein Enabler für neue Produkte, die ohne Künstliche Intelligenz gar nicht umgesetzt werden könnten. Ohne KI gäbe es weder autonomes Fahren noch Industrie 4.0. Viele KI-Systeme basieren auf Maschinellem Lernen. Diese Methode bietet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten: In der Medizin können mithilfe von KI zum Beispiel Bilddaten analysiert werden, um eine gewisse Vordiagnostik durchzuführen.

Die Möglichkeiten des Einsatzes von KI-Systemen sind fast unbegrenzt – im Prinzip zählen wir dazu alles, was Smart X ist. So bezeichnen wir das beim IESE, wobei das X dabei beliebig ersetzt werden kann: Smart Mobility, Smart Health, Smart City, Smart Farming oder vieles mehr. All diese Systeme aus unterschiedlichen Themenfeldern können mit einer gewissen Intelligenz ausgestattet werden.

### Abgesehen von neuen Produkten für smarte Anwendungsfelder – wie sind KI-Systeme noch einsetzbar?

Es gibt auch KI, die existierende Prozesse optimiert, wie es beispielsweise bei Predictive Maintenance der Fall ist, das heißt bei vorausschauender Wartung. Durch die intelligente Vorhersage, wann eine Maschine ausfällt, läuft der gesamte Produktionsprozess viel effizienter. Das zeigt, dass verlässliche KI-Systeme auch viele Chancen für Industrieunternehmen mit sich bringen.



Verlässliche KI erfordert multidisziplinäre Expertise. Und die bringen wir vom IESE mit!«

#### Ihr Ansprechpartner

Dr. Jens Heidrich  
Division Manager  
Smart Digital Solutions  
Tel. +49 631 6800-2193  
jens.heidrich@iese.fraunhofer.de

## Was genau sind die Vorteile für die Industrie?

Die Unternehmen sparen bares Geld. Natürlich gerade dadurch, dass Prozesse effizienter gestaltet werden. Wenn beispielsweise eine Produktionsmaschine ausfällt, entsteht ein riesiger Verlust für das Unternehmen. Wird jedoch in Nicht-Lastzeiten der Maschine – sei es am Wochenende oder in den Abendstunden – ein defektes Teil rechtzeitig gewechselt, bevor es überhaupt zu dem Ausfall kommt, spart das Unternehmen natürlich Geld. Außerdem bieten KI-Systeme den Vorteil, dass Unternehmen sich Wettbewerbsvorteile verschaffen können, wenn sie neue Produkte entwickeln, die es ohne verlässliche KI nicht gegeben hätte.

## Wie kann das Fraunhofer IESE Unternehmen dabei unterstützen?

Wir gehen zunächst einmal ganzheitlich an die Problemstellungen heran. Auf der einen Seite sind wir als angewandtes Forschungsinstitut immer über den neuesten Stand der aktuellen Entwicklungen in dem Themengebiet informiert. Auf der anderen Seite haben wir in zahlreichen Industrieprojekten solche KI-Systeme in die Praxis umgesetzt.

## Welche Expert\*innen sind notwendig, um ein verlässliches KI-System zu realisieren?

Die Thematik ist sehr multidisziplinär, was Expertise in verschiedenen Feldern erfordert, die wir mitbringen. Zum einen im Bereich Innovation Engineering, um die Möglichkeiten, die eine KI bietet, auch klar herauszuarbeiten. Beispielsweise, wie sich ein Produkt oder eine Dienstleistung durch Künstliche

Intelligenz verändern kann. Zum anderen werden Kompetenzen aus dem klassischen Software- und Systems-Engineering benötigt, um das KI-System wirklich zu »bauen«. Das beginnt mit dem Entwurf des Systems und der Überlegung, welche Risiken für die Verlässlichkeit des Systems bestehen. Dann folgt die Architektur eines solchen Systems, sodass die KI auch sicher funktionieren wird. Und während des Betriebs einer KI sollte permanent ihre Zuverlässigkeit überwacht werden, damit sie keine falsche Entscheidung trifft. Abgesehen davon sind noch weitere Fachleute sehr relevant: die sogenannten Data Scientists. Diese Expert\*innen können sehr gut mit großen Datenmengen umgehen und daraus KI-Modelle entwickeln.

Dieser Dreiklang ist im Endeffekt entscheidend dafür, ob ein Unternehmen ein verlässliches KI-System umsetzen kann und sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil verschafft. Wir bieten den Unternehmen genau das!

## Mehr zum Thema Dependable AI

Informieren Sie sich auf unserer Webseite!



MORGEN DENKER



Anhören auf Apple Podcasts



Anhören auf Spotify

# Das sagt die Wirtschaft!

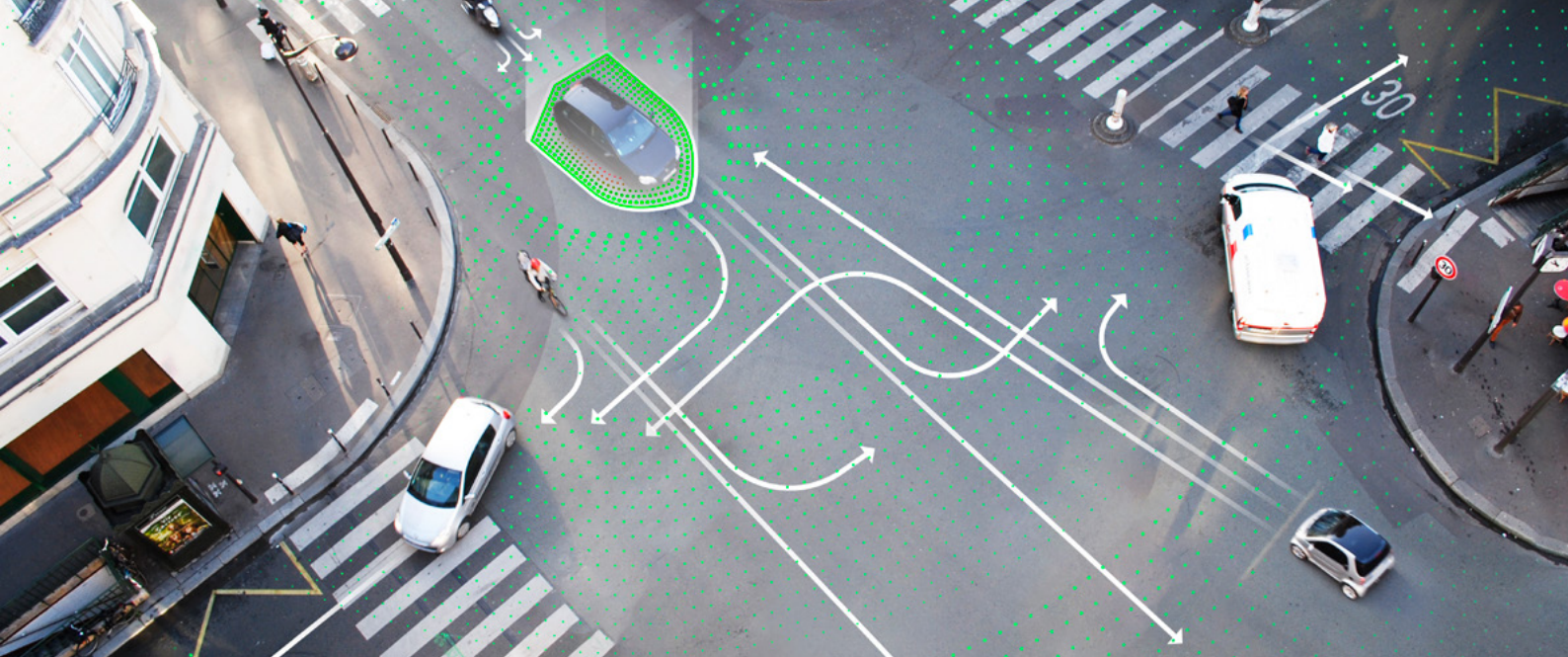
## Projekt Hitachi Ltd. – Safety Engineering für autonome Fahrsysteme

»Die Kooperation mit dem Fraunhofer IESE bezüglich einer multiaspektuellen Safety-Engineering-Methode mit safeTbox hat zu erheblichem Erfolg für Hitachis F&E geführt. Wir haben die Entwurfsmethode der funktionalen Architektur für autonom fahrende Systeme umgesetzt und gleichzeitig den Sicherheitsaspekt analysiert. Vielen Dank für die Arbeit.«



Dr. Shiro Yamaoka,  
Department Manager,  
Hitachi Ltd.





Das IESE wandte im IAV-Projekt die Uncertainty-Wrapper-Architektur auf KI-Komponenten an.

## Projekt IAV GmbH – KI-Modell mit verlässlichen Unsicherheitsabschätzungen

In dem bilateralen Technologietransferprojekt mit der IAV GmbH kam der »Uncertainty Wrapper« des Fraunhofer IESE zum Einsatz, um den situationspezifischen Grad an Unsicherheit zuverlässig abzuschätzen.

### Umgang mit unvermeidlicher Restunsicherheit bei KI-Modellen

Zur effektiveren Bewältigung regelungstechnischer Aufgaben beinhalten IAV-Produktlösungen aus dem Bereich des Automotive Engineerings zunehmend Komponenten, die auf maschinellen Lernverfahren und Künstlicher Intelligenz (KI) beruhen. Solche Verfahren kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn Zusammenhänge im Voraus nicht vollständig spezifiziert werden können, sondern anhand von Daten erlernt werden müssen. Daher verbleibt auch nach intensiver Prüfung solcher Komponenten eine Restunsicherheit bezüglich des Auftretens fehlerhafter Ergebnisse in bestimmten Situationen.

### Einsatz des »Uncertainty Wrappers« des Fraunhofer IESE zur verlässlichen Unsicherheitsabschätzung

Die am Fraunhofer IESE entwickelte »Uncertainty-Wrapper«-Architektur und -Analysemethodik erlaubt es, diesen situationspezifischen Grad an Unsicherheit zuverlässig abzuschätzen und legt damit eine verlässliche Grundlage für Entscheidungen zur Entwicklungszeit wie auch zur Laufzeit.

So lassen sich beispielsweise schon während der Entwicklung bestimmte Arten von Situationen mit erhöhter Unsicherheit identifizieren und durch konkrete Designentscheidungen mitigieren. Zur Laufzeit können verlässliche und zugleich situationspezifische Unsicherheitsinformationen beispielsweise im Rahmen eines dynamischen Risikomanagements genutzt werden. So lässt sich unter anderem eine höhere Performanz oder Verfügbarkeit der Normalfunktion erzielen, da bei ihrer Absicherung nicht durchgängig auf Worst-Case-Abschätzungen zurückgegriffen werden muss.

Die »Uncertainty-Wrapper«-Architektur adressiert hierbei alle drei Arten von Unsicherheitsquellen im entsprechenden Schalenmodell, d.h. Unsicherheitsfaktoren in Bezug auf das Modell, die Eingabe und den Anwendungskontext.

### Transfer des Know-hows in die industrielle Praxis

Im Rahmen eines bilateralen Technologietransferprojekts wandte das Projektteam die IESE-Methodik gemeinsam mit der IAV GmbH auf eine bestehende KI-Komponente an. In einer Reihe von Workshops gaben die IESE-Expert\*innen ihr Know-how anhand kundenspezifischer Fragestellungen und vieler Hands-on-Trainingsmöglichkeiten an die Teilnehmenden weiter.

### Über die IAV GmbH

**Sitz:** Berlin

**Anzahl Mitarbeiter:**  
ca. 8.000 (2019)

**Branche:**  
Engineering-Dienstleister der  
Automobilindustrie



**SIE HABEN EINE  
HERAUSFORDERUNG  
FÜR UNS?**

**Sprechen Sie uns an!**

**Dr. Michael Kläs**  
Data Scientist  
michael.klaes@  
iese.fraunhofer.de



Dr. Thomas Kuhn beschäftigt  
sich am Fraunhofer IESE mit  
Digitalen Zwillingen.



# Virtual Engineering

## Digitaler Zwilling optimiert reale Systeme durch Simulationen

Dazu im Interview: Dr. Thomas Kuhn,  
Division Manager Embedded Systems am Fraunhofer IESE

In der Welt der eingebetteten Systeme, die z.B. die Notbremsfunktion eines Fahrzeugs steuern, spielt das Testen von neuen Softwarearchitekturkonzepten eine grundlegende Rolle. Dieses Testen würde normalerweise mithilfe von teuren Prototypen erfolgen. Mit Virtual Engineering werden diese durch Digitale Zwillinge ersetzt – wodurch Unternehmen bares Geld sparen können.

### Was versteht man unter Virtual Engineering?

Beim Virtual Engineering werden digitale Abbilder von Systemen erstellt. Das schließt alle Geräte mit ein, auch die Softwarefunktionen, die Umgebung oder die Nutzer. Ich kann das mal am Beispiel eines bremsenden Autos erläutern: Beim Bremsen greifen mittlerweile viele verschiedene Systeme ineinander. Eines davon ist das Antiblockiersystem, das dafür sorgt, dass die Reifen beim Bremsen nicht blockieren. Aber wenn man beim Auto auf die Bremse tritt, muss sichergestellt werden, dass das Auto auch tatsächlich bremst und nicht aufgrund eines Softwarefehlers weiterfährt. All diese Systeme und Szenarien werden mithilfe des Virtual Engineerings digital abgebildet.

### Wie werden solche digitalen Abbilder erstellt?

Wir nutzen hierfür Digitale Zwillinge! Dadurch können die Systeme virtuell getestet werden. Daten werden aus der Realität gesammelt und anschließend in die virtuelle Welt zurückgeführt. Damit können komplexe Systeme frühzeitig untersucht und evaluiert werden.

Gerade bei kritischen Funktionen, wie bei hochautomatisierten oder autonomen Fahrfunktionen, ist das sehr wichtig. Diese Funktionen müssen mit einer hohen Anzahl von gefahrenen Kilometern getestet werden – man geht hier von ca. 10 Millionen Kilometern pro Softwareänderung aus. Das schafft man natürlich nicht mit realen Fahrzeugen. Die Lösung sind Digitale Zwillinge mit simulierten Umgebungen.

### In welcher Branche kommt der Digitale Zwilling verstärkt zum Einsatz?

Im Moment ist der Digitale Zwilling ganz stark im Bereich der Produktion präsent. Dort werden digitale Abbilder von Produktionsprozessen erstellt, um diese zu optimieren. Beispielsweise kann auf diese Weise frühzeitig erkannt werden, wann ein System gewartet werden muss.

Auch bei der Dokumentationspflicht in der Produktion können Digitale Zwillinge unterstützen. Aufgetretene Fehler sind punktgenau zurückzuverfolgen, wenn die Fertigungsschritte inklusive aller Geräte und Prozesse in einem digitalen Abbild erfasst wurden. Damit kann sichergestellt werden, dass z.B. eine Schraube am Fahrersitz richtig befestigt wurde und dieser sich nicht bei einem Unfall löst.

### Abgesehen von der Produktion – was wären weitere Einsatzmöglichkeiten?

Es gibt mittlerweile sehr viele Einsatzmöglichkeiten, z.B. im Bereich der Gebäudewirtschaft oder Infrastruktur. Dabei werden Digitale Zwillinge genutzt, um den Zustand von Brücken oder Bauwerken zu überwachen.



Mit unseren virtuellen Prüfständen sparen Unternehmen bares Geld.«

### Ihr Ansprechpartner

Dr. Thomas Kuhn  
Division Manager  
Embedded Systems  
Tel. +49 631 6800-2177  
thomas.kuhn@  
iese.fraunhofer.de

## Auf einen Blick

Das erreichen unsere Kunden mit Virtual Engineering:

- Digitale Abbilder von realen Systemen mit Hilfe von Digitalen Zwillingen realisieren
- Optimierungspotenziale identifizieren
- Standzeiten von Produktionsanlagen reduzieren
- Virtuelle Testumgebungen erstellen
- Qualität von Systemen verbessern
- Prozesse steuern und optimieren
- Virtuelle Testverfahren für neue Funktionen einsetzen
- Passende Sicherheitskonzepte erarbeiten
- Zeit und Geld sparen!

In der KFZ-Industrie werden Digitale Zwillinge eingesetzt, um Softwarestände zu erfassen. Dadurch weiß man genau, mit welcher Konfiguration ein Auto unterwegs ist, ob das Fahrzeug ein bestimmtes Softwareupdate benötigt oder für einen Angriff anfällig wäre.

Natürlich werden Digitale Zwillinge auch verwendet, um neue Systeme zu entwickeln – besonders die Automobilhersteller sind hierbei führend. Sie testen schon heute ihre neuen Fahrzeuge und Fahrfunktionen virtuell auf potenzielle Fehler.

### Wie wird ein Digitaler Zwilling eigentlich technisch umgesetzt?

Dafür haben wir verschiedene Werkzeuge parat. Wir nutzen u.a. die maßgeblich von uns entwickelte Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSys, die die Industrie-4.0-Verwaltungsschale implementiert. Die Verwaltungsschale wiederum bildet die technische Basis, um den Digitalen Zwilling sehr effizient zu erstellen.

Wir haben noch ein weiteres Werkzeug entwickelt: FERAL. Damit können wir Digitale Zwillinge von komplexen Systemen umsetzen, um z.B. virtuelle Prüfstände aufzubauen.

Ein weiteres Tool des IESE ist DRAMSys. DRAMSys ist ein Werkzeug, das Zugriffe auf DRAM-Speicher simuliert und gleichzeitig erlaubt, diese zu optimieren. Das ist sehr wichtig, weil im Bereich der eingebetteten Systeme DRAM noch nicht so oft eingesetzt wird; wir können das mit unserem Werkzeug ändern!

### Unabhängig von den Werkzeugen – wie genau unterstützt das IESE die Unternehmen?

Wir beraten umfassend bei der Digitalisierung von Systemen und Testumgebungen. In der Produktion unterstützen wir z.B. dabei, einen Produktionsprozess mithilfe des Digitalen Zwillinges zu digitalisieren oder entwickeln Verwaltungsschalen für Produktion und Produkte.

Im Bereich des autonomen Fahrens realisieren wir auch virtuelle Prüfstände und Setups, sodass hochautomatisierte und autonome Fahrfunktionen besser getestet werden können.

Ebenfalls unterstützen wir unsere Kunden dabei, eigene Simulationslösungen für unternehmensspezifische Herausforderungen zu erstellen.

### Welche Vorteile haben die Unternehmen von diesen Lösungen?

Unternehmen können durch die virtuellen Prüfstände bares Geld sparen. Sie sind wesentlich günstiger als reale Prüfstände, da die teure Hardware wegfällt.

Zudem können virtuelle Prüfstände auch viel leichter instanziiert werden, sodass sie den Entwicklern deutlich schneller zur Verfügung stehen. Es wird früher getestet und die Time-to-Market – d.h. die Zeit, bis ein Produkt marktreif ist – verringert sich enorm.

Auch im Bereich der Produktion kann eine virtuelle Inbetriebnahme wichtige Zeit sparen. Heutzutage wird die Umstellung einer Produktionslinie auf ein neues Produkt in der Regel noch an einer realen Fertigung getestet. Das führt zu Standzeiten und ist damit teuer. Durch eine virtuelle Inbetriebnahme können wir diese Zeiten verkürzen und ebenso Geld sparen.

## Mehr zum Thema Virtual Engineering

Informieren Sie sich auf unserer Webseite!



MORGEN DENKER

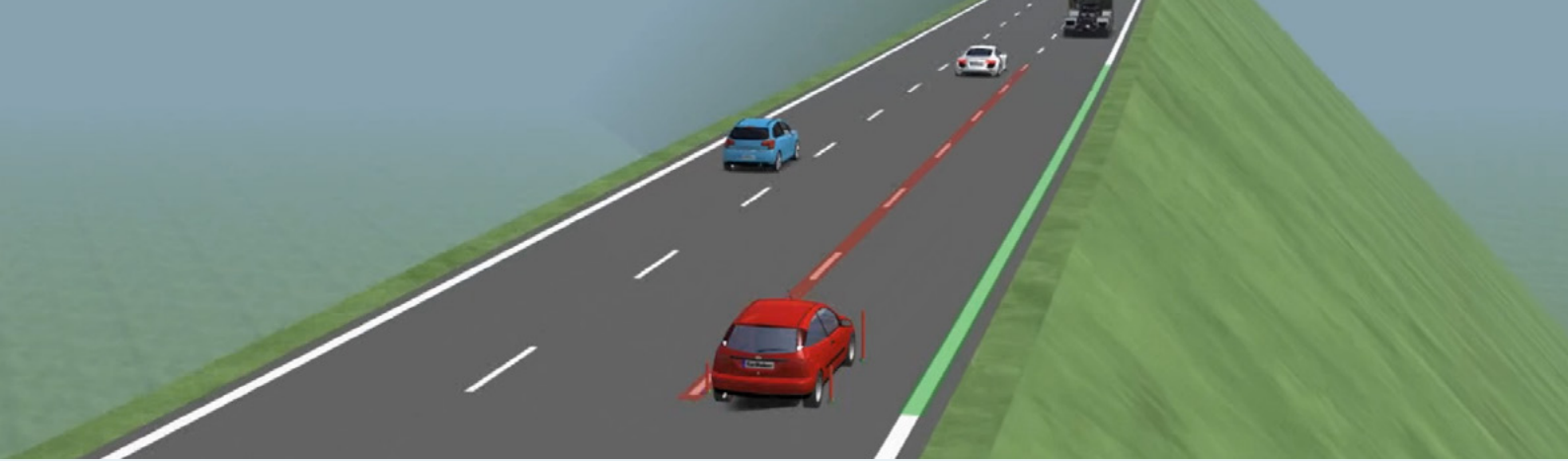


Anhören auf Apple Podcasts



Anhören auf Spotify





Mit FERAL können Fahrfunktionen simuliert werden.

## Das sagt die Wirtschaft!

### Projekt Robert Bosch GmbH: Virtuelle Validierung von Steuergeräte-Netzwerken

Gemeinsam mit der Robert Bosch GmbH realisierte das Fraunhofer IESE die virtuelle Integration und Validierung von Steuergeräten. Dazu wurde die IESE-Technologie FERAL eingesetzt.

#### Das Potenzial virtueller Validierung von elektronischen Steuergeräten

FERAL (FramEwork for Simulator Coupling on Requirements and Architecture Level) ist eine Co-Simulationsplattform für den virtuellen Test von Steuergeräten. Neben den Funktionen des Steuergeräts können auch die Einflüsse der Buskommunikation und der Zielplattform getestet werden. Dafür werden verschiedene Busse, Prozessoren und Gateways unterstützt. Bosch beauftragte beim Fraunhofer IESE eine Schnittstelle zu FERAL, um diese Plattform zukünftig für Tests während der Steuergeräteentwicklung einzusetzen.

Die Herausforderungen lagen insbesondere in der Integration der einzelnen Systemkomponenten in ein einziges Simulationsmodell. Neben Simulationsmodellen für die Fahrzeugdynamik und den Kommunikationsbussen wurden realer Steuergerätecode mit einem angepassten AUTOSAR-Treiber sowie Mockups von weiteren Steuergeräten genutzt. Gemeinsam erstellte das Projektteam ein Simulationsmodell, das wertvolle Aussagen zu Qualitätsaspekten wie Auslastung der Fahrzeugbusse und Antwortzeiten liefern kann.

#### Bosch sichert elektronische Steuergeräte mit FERAL

Um das System in ein Gesamtmodell zu integrieren, versah Bosch die virtuellen ECUs zunächst mit einer Schnittstelle. Bei den AUTOSAR-Komponenten wurden diese im MCAL Layer implementiert, sodass der Applikationscode nicht verändert werden musste. Simulatoren für die Fahrzeugdynamik wurden mittels bestehender Simulink- und FMI-Schnittstellen geladen. Simulationsmodelle für Fahrzeugbusse (hier wurden CAN und Flexray genutzt) sind in FERAL bereits enthalten und konnten direkt verwendet werden.

Das so entstandene Simulationssystem kann entsprechend ausgeführt werden und wird von der Simulations-Laufzeitumgebung mit Eingangsdaten stimuliert. Das integrierte Simulationssystem realisiert wiederum eine Co-Simulation, die die Fahrdynamik simuliert, während die Fahrfunktionen in der simulierten Umgebung ausgeführt werden. Ein solches Setup hat den Vorteil, dass mittels »virtueller Klemmen« das Systemverhalten an jeder Stelle beobachtet werden kann. Diese Daten können exportiert und analysiert werden.

Durch den virtuellen Aufbau können auch kritische oder im realen Umfeld nur schwer erzeugbare Systemzustände leicht nachgestellt und ausgewertet werden. Bosch hat FERAL lizenziert, um weitere Aufgaben des Virtual Engineerings damit umzusetzen.



FERAL zeichnet sich durch seine hohe Flexibilität aus. Damit können wir zahlreiche Aufgaben bewältigen.«



Dr. Roland Samlaus,  
Teilprojektleiter für die Platt-  
formentwicklung Simulations-  
framework,  
Robert Bosch GmbH



**SIE HABEN EINE  
HERAUSFORDERUNG  
FÜR UNS?**

**Sprechen Sie uns an!**

**Dr. Thomas Kuhn**  
thomas.kuhn@  
iese.fraunhofer.de



Bild unten: Dr. Pablo Oliveira Antonino (links) und Dr. Dominik Rost (rechts) machen alte Systeme fit für die Zukunft.

# Systemmodernisierung

## Software erfolgreich in die digitale Zukunft bringen

Dazu im Interview: Dr. Dominik Rost und Dr. Pablo Oliveira Antonino, Department Head Architecture-Centric Engineering und Department Head Virtual Engineering am Fraunhofer IESE

Erfolgreiche Software lebt häufig länger als ursprünglich gedacht. Trotz kontinuierlicher Wartung wird oft ein Zustand erreicht, den Praktiker als »historisch gewachsen« bezeichnen. Das äußert sich auch in steigenden Wartungskosten und mangelnder Innovationsfähigkeit. Dann sollten Systeme modernisiert werden. Aber wie geht das? Hierbei unterstützen die IESE-Expert\*innen Unternehmen.

### Was versteht man unter Systemmodernisierung?

**Rost:** Bei Systemmodernisierungen stehen häufig mehr und andere Aspekte als nur die funktionale Weiterentwicklung eines Systems im Vordergrund: Wenn beispielsweise eine verwendete Technologie nicht mehr gepflegt wird, muss sie ausgetauscht werden, oder wenn das System Erwartungen nicht mehr gerecht wird, muss es intern und nach außen überarbeitet werden, oder man verändert sogar grundlegende Paradigmen. Wenn also die Benutzeroberfläche neu gestaltet wird, Produktionsanlagen mit Möglichkeiten zur Datensammlung ausgestattet werden oder sogar das Geschäftsmodell zu Software as a Service verändert werden soll, handelt es sich immer um eine Systemmodernisierung. Es gibt ganz viele unterschiedliche Gründe, warum man ein System modernisiert, aber es ist immer so, dass das System dadurch fit für die Zukunft gemacht wird.

### Für welche Unternehmen sind Systemmodernisierungen relevant?

**Antonino:** Im Prinzip sind nahezu alle Unternehmen hochgradig von Software abhängig

– entweder bieten sie als Hauptgeschäft softwarebasierte Dienste an oder sie betreiben ein anderes Geschäft, aber die Systeme sind im Kern ihres Unternehmens verankert und sie verlassen sich auf die Software. Entsprechend müssen sich auch alle Unternehmen aus jeglichen Branchen früher oder später mit dem Thema Systemmodernisierung auseinandersetzen.

### Was sind die Herausforderungen bei der Systemmodernisierung?

**Antonino:** Ich würde es zunächst so zusammenfassen: Systemmodernisierung ist auf jeden Fall schwieriger, als Systeme neu zu bauen. Häufig ist es für Unternehmen eine Herausforderung, sich von Dingen zu lösen, an die sie sich gewöhnt haben – auch wenn sie nicht optimal funktionieren. Eine große Hürde liegt auch in der klaren Festlegung eines strategischen Ziels. Möchte ein Unternehmen nur technologisch etwas verändern oder die User Experience verbessern oder sogar sein Geschäftsmodell optimieren? Über diese grundsätzliche Zielstellung müssen sich die Unternehmen vorab Gedanken machen.

Auch die Umsetzung der Systemmodernisierung ist häufig kompliziert, weil parallel etwas Neues entwickelt und integriert werden muss, während gleichzeitig bereits vorhandene Komponenten weitergeführt werden. Im Sinne des Software Engineerings ist das schwieriger, als eine Software ganz neu zu entwickeln.

### Was sind die verschiedenen Aktivitäten der Systemmodernisierung?

**Rost:** Nach Festlegung des Modernisierungsziels sollte zu Beginn der Modernisierung



Verbesserung versus Neuentwicklung – im Rahmen der Systemmodernisierung helfen wir, mit fundierten Analysen die richtige Entscheidung zu treffen.«

### Ihre Ansprechpartner

Dr. Dominik Rost  
Department Head  
Architecture-Centric  
Engineering  
Tel. +49 631 6800-2243  
dominik.rost@  
iese.fraunhofer.de

Dr. Pablo Oliveira Antonino  
Department Head  
Virtual Engineering  
Tel. +49 631 6800-2213  
pablo.antonino@  
iese.fraunhofer.de



### 3 Methoden zur Systemmodernisierung

1. **Refactoring:** Durch kontinuierliches Umbauen des Codes wird dieser verständlicher und der Wartungsaufwand minimiert sich. Diese »kleine« Verbesserung ist wichtig und nützlich, jedoch nicht ausreichend für umfassende Systemmodernisierungen.
2. **Rearchitecting:** Damit wird die Grundstruktur eines Systems neu gestaltet. So können auch riskante Veränderungen oder neue Ideen realisiert und tiefgreifende Systemmodernisierungen umgesetzt werden.
3. **Renew:** In diesem Fall wird das alte System durch eine komplett neu entwickelte Software ersetzt.

eine Ist-Analyse durchgeführt werden, um sich den aktuellen Zustand des Systems bewusst zu machen und herauszufinden, woher eigentlich etwaige Probleme kommen. Dafür bieten sich immer Interviews mit den unterschiedlichen Stakeholdern an. Um noch weiter in die Tiefe zu gehen, können beispielsweise Architekturreviews, Qualitätsanalysen technischer Artefakte (Code, Hardware, elektronische Teile) oder gar Software Analytics, also datengetriebene Codeanalysen, eingesetzt werden.

Hat man sich einen guten Überblick über den aktuellen Zustand verschafft, sollte man eine zielgerichtete Modernisierungsstrategie entwerfen. Dafür kann dann die gesamte Menge der Software-Engineering-Disziplinen relevant sein, von Requirements Engineering über Softwarearchitektur bis hin zur Qualitätssicherung.

Nachdem man die Strategie ausgeführt hat – also die Systemmodernisierung umgesetzt wurde – muss typischerweise noch eine Migration vom Alt-System zum neuen System durchgeführt werden.

#### Lohnt es sich für Unternehmen, ein System zu modernisieren anstatt ein neues einzuführen?

**Rost:** Auf diese Fragestellung trifft man sehr häufig. Unternehmen müssen sich schon bewusst machen, dass hohe Kosten entstehen können. Teilweise dauert es Jahre, um eine Modernisierung abzuschließen. Ob es sich dennoch lohnt, ein System zu modernisieren oder besser einen Schlussstrich zu ziehen, muss jedes Unternehmen für sich abwägen. Hier gibt es kein richtig oder falsch. Eine fundierte Analyse vorab schafft eine angemessene Grundlage, um die richtige Entscheidung zu treffen. Auch hier können wir als Fraunhofer IESE unterstützen.

#### Worauf sollte man bei der Systemmodernisierung vor allem achten?

**Rost:** Viele Unternehmen denken bei einer Systemmodernisierung zunächst nur an die Technik, aber es ist eine gute Gelegenheit, auch Aspekte wie User Experience oder Feature-Nutzung zu betrachten. Die Ansprüche der Kunden entwickeln sich im Laufe der Zeit weiter; es werden vielleicht nicht mehr alle Features in einem System benötigt. Mit einer Verschlan- kung des Systems können langfristig Kosten gespart werden. Grundsätzlich sollte eine Software auch keinem Selbstzweck dienen, sondern auf das Geschäftsziel einzahlen. Darum ist es sehr wichtig, auch das Geschäftsmodell als Ganzes zu überdenken.

#### Wobei unterstützt das Fraunhofer IESE?

**Antonino:** Wir können bei vielen Aktivitäten unterstützen, weil wir ein Institut sind, das sich ganzheitlich um Software-, Systems- und Innovation-Engineering kümmert. Wir analysieren zuerst gemeinsam mit den Unternehmen, was das System in Zukunft leisten soll. Dabei möchte ich besonders betonen, dass wir als Fraunhofer IESE komplett neutral agieren und in keiner Verpflichtung zu Produkten oder Serviceanbietern stehen. Im nächsten Schritt finden wir passende Lösungen für die Anforderungen unserer Kunden – auch wenn diese sehr speziell sind. Dabei haben wir neben den technischen auch immer die strategischen Fragestellungen im Blick.



#### Mehr zum Thema Systemmodernisierung

Hören Sie sich unsere Podcast-Folge mit zwei Unternehmensbeispielen an:



Anhören auf **Apple Podcasts**



Anhören auf **Spotify**

Oder schauen Sie auf unsere Webseite!



# Das sagt die Wirtschaft!

## Projekt FibuNet GmbH: Systemmodernisierung zur Web-Applikation durch User-Experience-Konzept, Architekturdesign und Technologieauswahl

FibuNet bietet eine Software für die Finanzbuchhaltung an, die über viele Jahre hinweg erfolgreich entwickelt wurde und bei mehr als 1.000 Kunden im Einsatz ist. Während die Software sich durch eine hohe Nutzerzufriedenheit auszeichnet, ist der optische Auftritt eher konventionell und funktional gehalten. Aus diesen Gründen hat sich FibuNet dazu entschieden, gemeinsam mit dem Fraunhofer IESE ihre Software durch die Entwicklung eines Web-Clients zu modernisieren.

### Fraunhofer IESE optimierte technische und visuelle Komponenten der FibuNet-Software

Um eine Grundlage für die Migration zu einem Web-Client zu schaffen, unterstützte das Fraunhofer IESE FibuNet sowohl aus gestalterischer als auch technischer Perspektive. Die Basis für die Erarbeitung entsprechender Konzepte war ein Walkthrough mit den realen Anwendern der Software. Darauf aufbauend entwickelte das Expertenteam des IESE ein User-Experience (UX)-Konzept mit Interaktionsdesign und Visual Design für den neuen Web-Client.



Ralf Graap,  
Geschäftsführung,  
FibuNet GmbH

»Wir können uns nicht vorstellen, wer uns mit vergleichbar fundiertem Technologieverständnis, so vielschichtigen Anwendungserfahrungen und gleichzeitig mit neutraler Sicht ähnlich gut hätte unterstützen können wie das Fraunhofer IESE.«

Darüber hinaus bereitete das Fraunhofer IESE die Migration zu einem Web-Client aus technischer Sicht vor. Durch die Ableitung von geeigneten Kriterien, das Sammeln von Hintergrundinformationen sowie die Prototypisierung und Beurteilung der in Frage kommenden Technologien schufen die IESE-Expert\*innen die Grundlage für eine verlässliche Auswahl einer geeigneten Webtechnologie.

Weiterhin betrachteten sie die Auswirkungen der Migration auf die Architekturkonzepte des Clients, um sicherzustellen, dass die wichtigsten Qualitätsanforderungen nachhaltig erfüllt werden.

### Sichere Basis für die Umsetzung eines Web-Clients geschaffen

FibuNet führte die Bewertung der Kandidaten für das technische Framework selbst zu Ende und wählte damit eine Technologie aus. Basierend darauf und auf dem entwickelten UX-Konzept haben FibuNet und das Fraunhofer IESE gemeinsam mit der Modernisierung der Erfolgssoftware begonnen.



### Über die FibuNet GmbH

**Sitz:** Kaltenkirchen

**Anzahl Mitarbeiter:** 36

**Branche:** Finanzsoftware

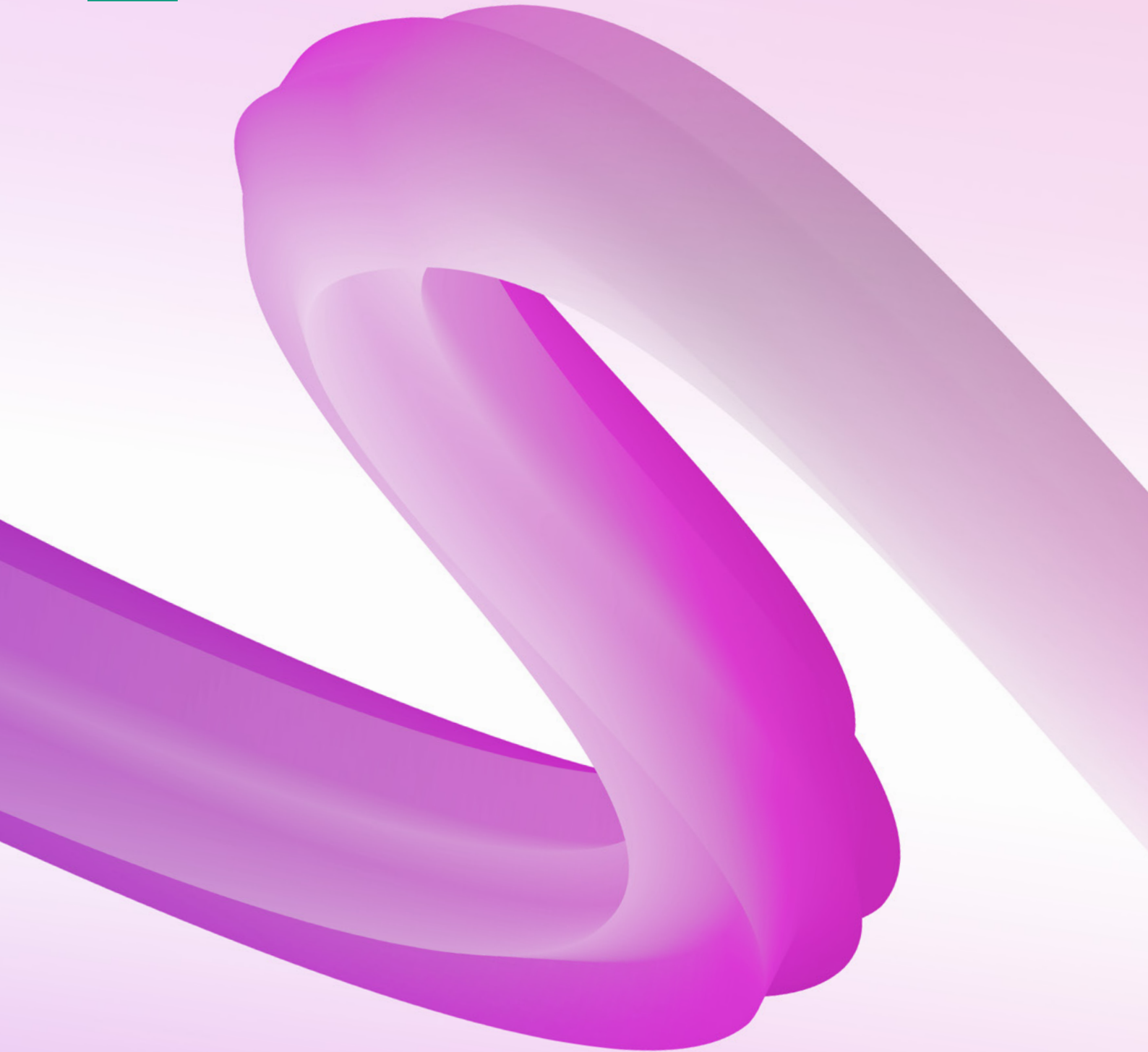


SIE HABEN EINE  
HERAUSFORDERUNG  
FÜR UNS?

Sprechen Sie uns an!

Dr. Dominik Rost  
dominik.rost@  
iese.fraunhofer.de

# IESE im Trend







# BaSys überProd – von der Wissenschaft in die Praxis

Mit der Industrie-4.0-Middleware  
sparen Unternehmen bares Geld

Industrie-4.0-Anwendungen flächendeckend in der Wirtschaft zu etablieren – daran arbeiten 21 Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft im Forschungsprojekt »Basissystem für die unternehmensübergreifende Produktionsunterstützung« (kurz: BaSys überProd). Mit der Förderung von BaSys überProd setzt sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit Beginn 2021 gezielt dafür ein, wiederverwendbare Lösungen für den Wandel hin zur digitalisierten, flexiblen Industrie-4.0-Produktion zu schaffen.

Das Forschungsprojekt unter Leitung des Fraunhofer IESE ist auf eine Laufzeit von zwei Jahren ausgelegt und knüpft an die erfolgreichen Ergebnisse der beiden vorangegangenen Förderprojekte BaSys 4.0 und BaSys 4.2 an – und entwickelt diese weiter. Durch den Einsatz der dort entwickelten Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSyx in konkreten wirtschaftlichen Anwendungsbereichen sollen neue Lösungen für die unternehmensübergreifende Produktion entstehen, die allen interessierten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden.

## Industrie-4.0-Anwender im Fokus von BaSys überProd

Mit BaSys überProd wird die Projektreihe fortgesetzt. Um einen möglichst umfangreichen Einblick in die verschiedensten Industriedomänen zu geben, wurden bei den kooperierenden Unternehmen gezielt solche aus wirtschaftsrelevanten Branchen ausgewählt. Diese reichen von Firmen aus der Automotive-Branche über die Pharmaindustrie bis hin zu Softwareunternehmen.

## Ein Kundenbeispiel: Wie die ZF mit BaSyx 30 Prozent Zeit spart

Die ZF Friedrichshafen AG ist schon seit Beginn der BaSys-Forschungsprojekte an diesen beteiligt. Bereits jetzt testet der Automobilzulieferer die Eclipse BaSyx Middleware an einem industriellen Anlagenprototypen in der Produktionshalle vor Ort am Standort Saarbrücken. Der Technologieträger ist einer typischen Arbeitsstation einer Vormontagelinie vollständig nachempfunden – es handelt sich also um einen »harten Industrieinsatz«. Bei der Industrialisierung eines nächsten Produkts plant die ZF auch, eine echte Vormontagelinie mit der Middleware auszustatten.

So liefert die ZF in dem Projekt »BaSys überProd« wertvolle Informationen hinsichtlich Industrieanforderungen und Praxisausganglichkeit von Industrie-4.0-Anwendungen.



**Gerhard Schaller, Director Digitalization Operations bei der ZF Division Electrified Powertrain, schildert seine Erfahrungen mit BaSys als Enabler der wandelbaren Produktion:**

### Was ist das übergeordnete Ziel beim Einsatz von BaSys?

Das Wichtigste ist die Wandelbarkeit der Produktion. Wer letztlich auf Wandelbarkeit vorbereitet ist, der schafft auch schneller die Umstrukturierung von einem klassischen Produkt zu einem neuen Produkt.

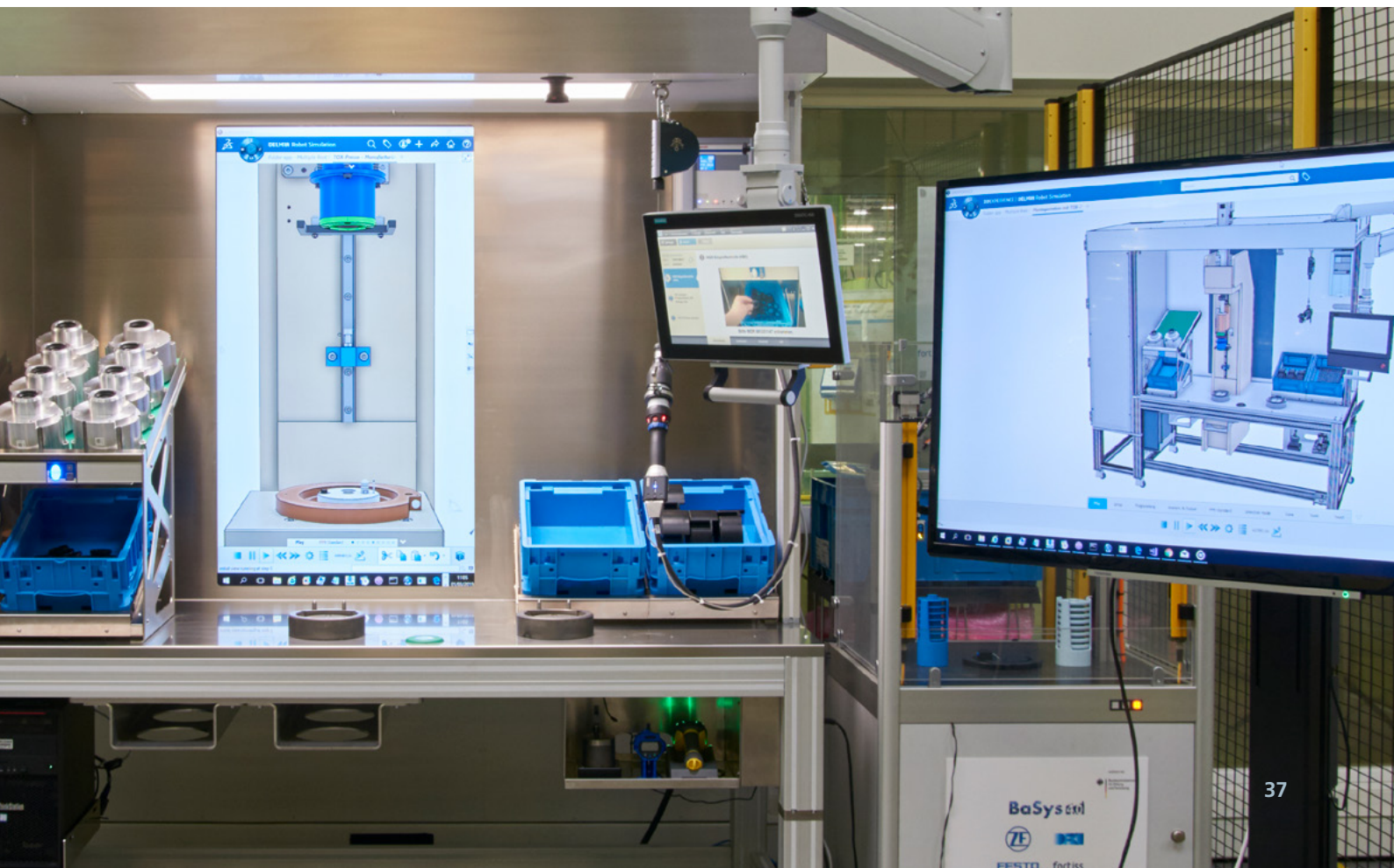
Das Projekt »BaSys überProd« macht ab sofort das »Plug & Produce«-Verfahren möglich. Das heißt: Fertigungsanlagen, die zuvor für eine neue Produktherstellung aufwendig in Betrieb genommen werden mussten, lassen sich mithilfe der Verwaltungsschale in kürzester Zeit umstellen. Die Verwaltungsschale liefert dabei sämtliche Geräteinformationen per Knopfdruck, sodass das Gerät zuerst im Digitalen Zwilling simuliert und anschließend unmittelbar aktiviert werden kann.

### Wie wirkt sich das konkret auf die Produktion aus?

Die Middleware ermöglicht es uns, die gesamte Produktion zu digitalisieren – von der Produktänderung über eine virtuelle Inbetriebnahme bis hin zur Produktionsausführung. Der Vorteil ist, dass dadurch die Inbetriebnahme einer neuen Produktionslinie um etwa 30 Prozent schneller wird. Und Zeit ist Geld!

Ein Beispiel für die Zeitersparnis: Unser Anlagenprototyp, der im Werk in Saarbrücken steht, verdeutlicht diese Entwicklung. Für eine solche Anlage, die wir früher mit konventioneller Technologie in Betrieb genommen haben, benötigten wir normalerweise 14 Tage, weil wir SPS-Programmierer brauchten und die Anlage integrieren mussten. Neulich haben wir dafür zehn Minuten gebraucht – dann ist die Anlage gelaufen. Das ist eine Umstellung wie vom klassischen Nokia-Handy zum iPhone.

*Mit dem »Plug & Produce«-Verfahren stellt die ZF im Demonstrator ihre Fertigungsanlage in kürzester Zeit um.*







Mit BaSyx wird die Inbetriebnahme einer neuen Produktionslinie um etwa 30 Prozent schneller.«



Gerhard Schaller, Director Digitalization Operations für die ZF Division Electrified Powertrain

### Wie kann BaSyx zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen?

Auch die Kunden fordern immer schneller neue Produktvarianten. Der Zyklus, innerhalb dessen diese gefertigt werden sollen, wird dabei immer kürzer. Statt der standardisierten Produktion geht der Trend hin zur kundenindividualisierten Massenfertigung. Ohne wandelbare Produktion und innovative Technologien kann man heutzutage im internationalen Wettbewerb nicht mehr bestehen.

### Was wird durch BaSyx künftig einfacher bzw. überhaupt möglich?

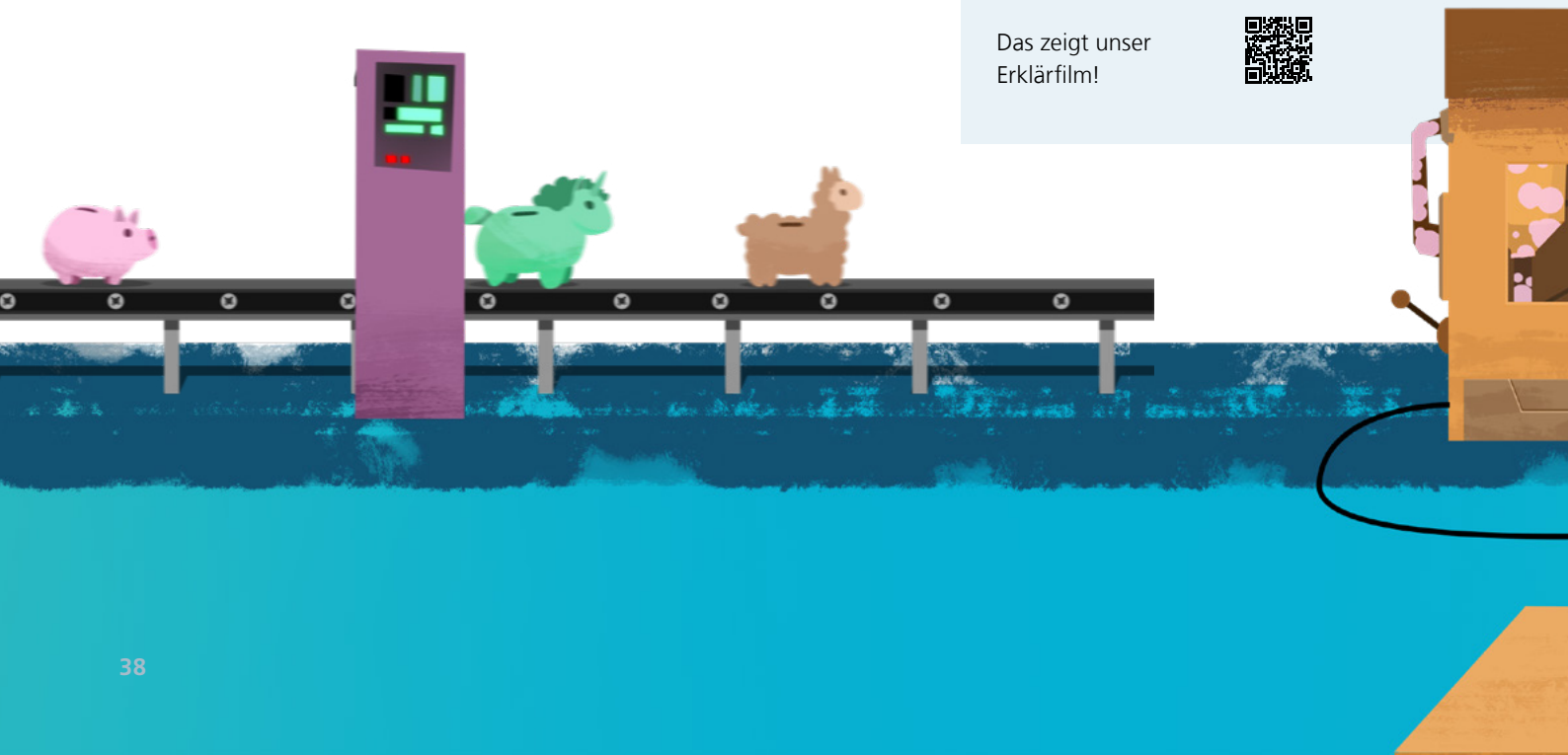
Dazu ein Beispiel aus der Getriebefertigung: Kommt ein Kunde mit einer Modifikation und fragt nach den Kosten, müssten viele Dokumente gesichtet werden, um herauszufinden, ob die Modifikation von der Anlage überhaupt umgesetzt werden kann. Angenommen, es

soll ein neues Bauteil hinzukommen, das mit einem Schrauber mit 40 Newtonmeter angezogen werden muss, so muss die Anlagen-Engineering-Abteilung in die Spezifikationen der Anlage schauen und nachlesen, wo die technische Grenze des genannten Schraubers liegt.

Doch in BaSyx sind die technischen Beschreibungen hinterlegt und ich kann die Anlage per Knopfdruck abfragen, ob etwas möglich ist oder nicht. Ohne in Handbücher zu schauen oder viele Telefonate zu führen. Das ist neu! Es gibt nämlich derzeit keine Anlagen, bei denen man per Knopfdruck durch »das Betriebssystem der Anlage« erfährt, was sie kann.

#### WIE BASYX FUNKTIONIERT?

Das zeigt unser Erklärfilm!





## Zum Hintergrund der BaSys-Forschungsreihe

Dem aktuellen Forschungsvorhaben BaSys überProd gingen mehrere – zum Teil abgeschlossene – Projekte voran, darunter die Kernprojekte BaSys 4.0 und BaSys 4.2. Erstgenanntes war im Juli 2016 gestartet und nach drei Jahren Laufzeit abgeschlossen; letzteres befindet sich derzeit noch in der Anwendung. Dazu kommen zahlreiche Satelliten, die sich auf spezifische Anwendungskontexte fokussieren.

### Was es mit den beiden Projekten auf sich hat

Während in der physischen Maschinenwelt einheitliche Standards und Normen längst zum Alltag gehören, ist die digitale Welt noch weit von solchen Grundsätzen entfernt. Produktionsdaten werden von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich strukturiert und sind somit nicht miteinander kompatibel.

Dieser Problematik nahm sich das Fraunhofer IESE gemeinsam mit 14 anderen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft an und entwickelte im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts BaSys 4.0 die Open-Source-Middleware Eclipse BaSysx. Die Basistechnologie ermöglicht es Firmen, mithilfe des Einsatzes der Verwaltungsschale alle erforderlichen Dienste der Fertigung bereitzustellen und miteinander zu verknüpfen. Auf diese Weise können Produktionsschritte noch vor ihrer Durchführung virtuell erprobt werden, um so mögliche Fehlerquellen frühzeitig auszumerzen. Daneben lässt sich die Produktion gezielt optimieren, genauere Prognosemöglichkeiten können abgegeben werden und die Fertigung kann permanent überwacht und kontrolliert werden.

Aufbauend auf diesem Erfolg schloss das Bundesministerium für Bildung und Forschung unmittelbar nach Abschluss des Projekts BaSys 4.0 im Sommer 2019 das Vorhaben BaSys 4.2 an. Dieses umfasst die übergreifende Modellierung und Optimierung der Fertigung – von Prozessen über Geräte bis hin zu Produkten. Ein Fokus liegt dabei auf der Entwicklung von Teilmodellen, die als digitale Modelle die Produktion definieren.



ZUR BASYS-WEBSEITE:





# Digitales Ökosystem revolutioniert die Baustelle

Intelligent, vernetzt und immer auf dem neuesten Stand – was in Bereichen wie Industrie 4.0 längst Alltag ist, soll auch bei Infrastrukturbauprojekten Realität werden. Wie genau das gelingen kann? Im Rahmen des Forschungskonsortiums »Infra-Bau 4.0« war das Fraunhofer IESE hierfür an der Entwicklung einer digitalen Integrationsplattform beteiligt.



Die umfassende Vernetzung von Systemen und die Automatisierung von Bauprozessen – analog zu Industrie 4.0 – das war unser Projektziel.«



Denis Feth vom Fraunhofer IESE ist technisch-wissenschaftlicher Leiter des Projekts Infra-Bau 4.0.

## Effizienzsteigerung von Bauvorhaben mithilfe der Digitalisierung

Kurzfristige Prozessänderungen, sich verzögernde Termine, explodierende Kosten: Infrastrukturprojekte wie Straßen- und Brückenbau sind komplexe und teure Bauvorhaben. Dabei gilt: Je komplexer das Projekt, desto anspruchsvoller wird es, die vereinbarten Termin-, Qualitäts- und Kostenziele einzuhalten. Es ist daher unbestritten, dass die Digitalisierung ein essenzieller Faktor für Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen im Bauwesen ist. Ziel von »Infra-Bau 4.0« war es, eine Plattform zu entwickeln, auf der alle am Bauprojekt beteiligten Partner mit ihren Ressourcen und Prozessen digital abgebildet und in einem Digitalen Ökosystem miteinander vernetzt werden. So wird eine effektive und effiziente Planung sowie Umplanung am Bau möglich.

## Digitales Ökosystem für Infrastrukturbauprojekte

Die im Forschungsprojekt entwickelte offene und intelligente Integrationsplattform verbindet alle am Bau beteiligten Organisationen, Systeme und Menschen miteinander, ermöglicht einen durchgängigen Datenaustausch und liefert jederzeit schnelle und fundierte Entscheidungshilfen für Probleme am Bau. Dadurch wird die Transparenz für alle Beteiligten verbessert, die zugrundeliegenden

Prozesse bei Infrastrukturbauprojekten werden optimiert und die Abläufe auf der Baustelle beschleunigt.

Ein Beispiel: Erbringt ein Bagger unvorhergesehen weniger Leistung, so kann diese Information in Echtzeit über die Plattform an die Prozessbeteiligten übermittelt werden. Auch Planungsänderungen können auf diesem Weg ohne Zeitverzug und Medienbruch mitgeteilt werden. Das verhindert Planungstau und ermöglicht einen durchgängig sinnvollen Ressourceneinsatz. Um zu prüfen, ob der aktuelle Baustellenstatus dem ursprünglichen Plan entspricht, werden auch »Digitale Zwillinge« eingesetzt. Mit deren Hilfe lassen sich Probleme frühzeitig erkennen und Bauprozesse digital besser umplanen.

Als technisch-wissenschaftlicher Projektleiter kümmerte sich das Fraunhofer IESE insbesondere um die Ökosystemmodellierung und die Plattformkonzeption – aber auch um die Integration Digitaler Zwillinge und um eine durchgängige Datensicherheit.

## Abbildung einer real-digitalen Baustelle in einer zentralen Plattform

Eine umfassende Verknüpfung von Daten bietet – ebenso wie ein kontinuierlicher Abgleich der Planung mit der Ist-Situation – eine große Chance für Infrastrukturprojekte. Planungsdaten wurden in Infra-Bau 4.0 verknüpft und durch umfangreiche »Bauprozessdaten« ergänzt, welche die aktuelle Bausituation widerspiegeln. Somit bildet die Plattform eine real-digitale Baustelle ab und der Baufortschritt kann zeitnah erfasst, analysiert und optimiert werden.

Eine gute Nachricht für Straßen- und Tiefbauer: Schließlich kann eine effizientere Bauplanung und -umsetzung ihnen langfristig mehr Zeit – und somit mehr Aufträge – verschaffen.



# Plattform zur Massentestung soll Pandemiebekämpfung verbessern



*Mithilfe eines Testökosystems zum Nachweis des Coronavirus soll die Pandemiebekämpfung unterstützt werden.*

Im Projekt OPEN-POCT entwickeln das Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM aus Mainz und das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE aus Kaiserslautern gemeinsam ein optimiertes Testökosystem zum Nachweis des Coronavirus. Ziel ist es, vor Ort Testungen (point-of-care, POC) auf PCR-Niveau zu ermöglichen und für die Massenanzwendung praktikabel zu machen. Das Forschungsvorhaben wird vom Land Rheinland-Pfalz im Rahmen des europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE REACT-EU) gefördert.

Bereits im März 2021 startete das Projekt OPEN-POCT »Aufbau eines administrativen und regulatorischen Ökosystems für eine skalierbare, intelligente und digitalisierte Open-Access-Schnelltestplattform zum Nachweis pandemischer Infektionserreger«. Im Fokus der Arbeiten steht perspektivisch die Entwicklung einer breit einsetzbaren, kostengünstigen und sensitiven Testmöglichkeit für jeden. Im Gegensatz zu Antigen-schnelltests besitzen PCR-Tests eine höhere Sensitivität und

liefern damit genauere Testergebnisse. Zusammen mit einem sicheren und schnellen Datentransfer positiver Testergebnisse an zuständige Behörden bietet diese neue Plattform die Möglichkeit zur Massentestung und ist ein wichtiger Schritt in der Pandemiebekämpfung.

Die beiden Fraunhofer-Institute bringen ihre Fachexpertise aus unterschiedlichen Forschungsbereichen in das Projekt mit ein: Das Fraunhofer IMM konzentriert sich auf die Aspekte im Bereich der Analysensysteme und Sensorik. Dies beinhaltet die technische Umsetzung einer vereinfachten und sicheren Probenvorbereitung in Kombination mit vollautomatisierten Prozessabläufen auf dem POC-PCR-Testsystem sowie die Implementierung alternativer Untersuchungsmaterialien, wie Speichel und Rachenspülwasser. Die Bereiche Software- und Systementwicklungsmethoden des Projekts liegen in der Hand des Fraunhofer IESE. Die Expert\*innen aus Kaiserslautern sollen den automatisierten und datenschutzkonformen Datentransfer sicherstellen.



*Im Katastrophenfall ist die Arbeit der Leitstellenteams durch Komplexität gekennzeichnet. Diese entsteht durch unübersichtliche Situationen, die unter Zeitdruck in einer technisch anspruchsvollen Umgebung bewältigt werden müssen.*

Künstliche Intelligenz für Leitstellen und Lagezentren als neue Chance im Katastrophenmanagement

# Forschungsprojekt SPELL – Krisen bewältigen mit KI

Ziel von SPELL ist es, in Krisensituationen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, Not-  
hilfe und Versorgung für die Bevölkerung schneller und situationsgerecht einleiten  
zu können. Dies soll mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) erreicht werden.

Im Juni 2021 ging das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte For-  
schungsprojekt »SPELL« mit einer Laufzeit von drei Jahren und zwölf Partnern an den Start.  
Einer der Projektpartner ist das Fraunhofer IESE aus Kaiserslautern, das sich unter anderem um  
die Themen »KI-gestützte Mehrwertdienste«, »Evaluation der Plattform« und »Datennutzungs-  
kontrolle im Ökosystem« kümmert.

»SPELL« – das steht für »Semantische Plattform zur intelligenten Entscheidungs- und Einsatz-  
unterstützung in Leitstellen und Lagezentren«. In Krisensituationen wie bei Großschadens-  
ereignissen, Pandemien, Naturkatastrophen oder flächendeckenden Stromausfällen müssen  
Ressourcen richtig verteilt werden und es müssen die besten Entscheidungen auf Basis der  
vorhandenen Informationen getroffen werden. Eine Voraussetzung dafür ist eine datenbasierte  
Übersicht aller relevanten Informationen als Gesamtlagebild und die Vernetzung aller Beteilig-  
ten. Das zeigt auch die gerade herrschende Covid-19-Pandemie. Künstliche Intelligenz kann  
diese Basis schaffen und die Entscheidungsfindung und Realisierung maßgeblich unterstützen,  
um Fehlentscheidungen zu minimieren.

## Ein Ökosystem für KI-gestütztes Krisenmanagement

Im Projekt SPELL ist das Fraunhofer IESE verantwortlich für die verlässliche Absicherung der  
geplanten KI-gestützten Mehrwertdienste und die Evaluation der Plattform. KI-gestützte  
Dienste verarbeiten eingehende Sensordaten, um beispielsweise die Ausbreitung von Schad-  
stoffwolken vorherzusagen. Die dabei zur Anwendung kommenden Methoden des Maschinel-  
len Lernens müssen – aufgrund der daraus resultierenden Konsequenzen – stets zuverlässige  
Ergebnisse liefern. Hier setzt das Fraunhofer IESE mit seiner Methodik an und trifft Aussagen im  
Hinblick auf die Verlässlichkeit der zu erwartenden Resultate der Algorithmen.

Im Rahmen der Evaluation, die als eigenständiges Arbeitspaket im Projekt abgebildet wird,  
werden zunächst Anforderungen an das Projekt selbst sowie an die Evaluation erhoben und  
Informationen über die (potenziellen) Anwender von SPELL zusammengetragen. Im weiteren  
Verlauf findet eine Bewertung der technischen Umsetzungen aus Sicht der Anwender statt.  
Darüber hinaus wird ein didaktisches Design erarbeitet, das gezielte Trainingsmaßnahmen und  
Unterweisungen für die Anwender\*innen ermöglicht.

Die in die Plattform eingespeisten Daten sind teilweise sicherheitsrelevant, wertvoll, daten-  
schutzrechtlich relevant und gehören letztendlich dem Datenspendler. Aus diesem Grund  
wird die vom Fraunhofer IESE entwickelte Methode »MY DATA Control Technologies« in das  
Forschungsvorhaben eingebracht. Die entwickelte Software dient in erster Linie der Bewertung,  
Durchsetzung und Verwaltung von Sicherheits- und Datenschutzbestimmungen. So kann bei-  
spielsweise der Besitzer der Daten genau spezifizieren, welcher Platfformdienst seine Daten zu  
welchem Zweck und wie lange nutzen darf.





# Agil statt fragil

## Wie digital und agil sind öffentliche Verwaltungen?

Angesichts der Studienergebnisse einer Online-Umfrage aus dem Forschungsprojekt »Smarte.Land. Regionen« ist Steffen Hess, Department Head Digital Society Ecosystems am Fraunhofer IESE, zwar überzeugt, dass agiles Arbeiten in Zukunft Bestandteil der Arbeitskultur in deutschen Verwaltungen sein muss. Zugleich schränkt er aber auch ein: »Eine Landkreisverwaltung ist nun mal kein hyper-agiles Start-up« – spricht: Agilität und Digitalisierung machen nur bis zu dem Punkt Sinn, wo sie einen echten Nutzen erbringen. Mehr dazu erklärt Steffen Hess im Interview.

**Verwaltungen sind ja nicht bekannt dafür, dass sie agil sind. Ist das ein Vorurteil?**

Hinter diesem Image steckt auf jeden Fall ein ganzes Stück Wahrheit. Von einer flächendeckenden agilen Verwaltung

kann man in Deutschland noch nicht sprechen – meist scheint Agilität in Administrationen sogar eher ein Fremdwort zu sein. Das bestätigt auch das Ergebnis unserer aktuellen Online-Umfrage unter den Verwaltungsmitarbeitenden der sieben Modellregionen des Projekts »Smarte.Land.Regionen«. 45 Prozent der Befragten gaben an, bislang noch gar nichts von agilen Arbeitsmethoden gehört zu haben.

Zugleich muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass wir in Gesprächen mit Verwaltungsmitarbeitenden immer wieder feststellen, wie groß der Wunsch nach der Nutzung neuer digitaler Lösungen ist.

**... also weniger eine Frage des Wollens?**

Absolut – eine offene Einstellung wird auf jeden Fall deutlich. Zugleich stehen wir jedoch vor großen Herausforderungen,



denn starke Hierarchien, explizit vordefinierte Prozesse und ein hohes Maß an Bürokratie machen unsere öffentlichen Verwaltungen häufig noch träge und unflexibel. Agilität erfordert hingegen flache Hierarchien, kollektive Entscheidungsprozesse und eine Entbürokratisierung.

Aber eine Umstrukturierung des gesamten Verwaltungsapparates braucht Zeit. Fairerweise muss man aber auch erwähnen, dass sich über das vergangene Corona-Jahr hinweg einiges getan hat – zumindest, was den Faktor Digitalisierung angeht. Wir bewegen uns hier auf jeden Fall in die richtige Richtung.

### Was wünschen sich Verwaltungen von digitalen Lösungen?

Im Vordergrund steht für Verwaltungen dabei stets die Zugänglichkeit und möglichst leichte Bedienbarkeit für ihre Mitarbeitenden. Smarte Lösungen, die Prozesse vereinfachen, entlasten und beschleunigen, sind sowohl für die Bürger\*innen als auch für Verwaltungsmitarbeitende eine echte Bereicherung. Die Anliegen der Menschen können auf diese Weise deutlich schneller bearbeitet werden.

### Wo gibt es die größten Hürden?

Häufig scheitert die digitale Transformation an internen Prozessen, die eine technische wie auch eine mentale Transformation erfordern. Es braucht eine ausgefeilte Strategie, auf deren Basis alle an einem Strang ziehen und die Veränderung begrüßen, anstatt sie zu fürchten.

Häufig kommt es zudem zu finanziellen und personellen Engpässen. Um diese zu vermeiden, müssen die vorhandenen und benötigten Ressourcen realistisch kalkuliert werden. Auch praktikable bundesweite Lösungsstandards wären für die Digitalisierung der Verwaltungen von großem Vorteil.

### Konkret an einem Beispiel: Wie bekommen Bürgermeister\*innen die Verwaltung dazu, agiler zu werden?

Als Grundlage für eine agile Entwicklung könnte man beispielsweise das Agile Manifest zu Rate ziehen. Darin werden die vier

Grundwerte der Agilität vermittelt, die jede Verwaltung beherzigen sollte: Individuen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen, funktionierende Software steht über umfassender Dokumentation, die Zusammenarbeit mit den Kund\*innen – bzw. den Bürger\*innen – steht über der Vertragsverhandlung und das Eingehen auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans.

Bürgermeister\*innen sollten dahingehend den Status quo hinterfragen: Werden die vier Grundprinzipien befolgt? Wo gibt es eventuell noch Nachholbedarf? Sie sollten Denkanstöße und Hilfestellungen bieten, wo sie benötigt werden. Wandel ist immer Teamwork.

### Und welche Vorteile bringt das?

Die Vorteile einer agilen Verwaltung liegen auf der Hand: Sie ist flexibel und reaktionsfähig und das auch in Krisenzeiten. Dass das dringend notwendig ist, hat uns die Coronapandemie eindrücklich gezeigt.

Wie wurde mit dieser komplexen Situation umgegangen? Wurden die Entwicklungen transparent und für alle zugänglich kommuniziert? Das sind die Fragen, an denen man festmachen kann, ob die Verwaltung agil und flexibel auf die Krise reagiert hat. Zu viele der deutschen Verwaltungen setzen in ihren Strukturen auf Stabilität und verlieren damit das Potenzial, in komplexen Situationen handlungsfähig zu bleiben.

### Wie unterstützt das Fraunhofer IESE?

Mit unserer Expertise treiben wir die digitale Transformation voran und begleiten die Kommunen individuell auf ihrem Weg zur agilen, digitalen Verwaltung.



Agile Verwaltungen sind auch in Krisenzeiten reaktionsfähig!«



Steffen Hess, Department Head Digital Society Ecosystems am Fraunhofer IESE



# Smart Farming als Chance begreifen

## Auch kleinere Höfe können profitieren!

*Das Potenzial von Landwirtschaft 4.0 ist noch lange nicht ausgeschöpft!*

Wachsende Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltschutz bei begrenzten Landflächen: Soll die Agrarbranche den steigenden Ansprüchen und Regularien gerecht werden, kann die Digitalisierung ein wichtiges Hilfsmittel sein. Bis »Smart Farming« jedoch sein volles Potenzial entfaltet, bedarf es noch weiterer angewandter Forschung.

»Durch Digitalisierung können Pflanzen passgenauer geschützt und das Tierwohl kann verbessert werden – auf der Grundlage von Daten, Fakten und Wissenschaft« – das, wovon Bundeslandwirtschaftsministerin Julia Klöckner (CDU) spricht, ist für die allermeisten Landwirt\*innen sicherlich nichts Neues. Aber warum ist eine Vielzahl von Landwirtschaftsbetrieben noch immer weit davon entfernt, die Potenziale des »Smart Farming« voll auszuschöpfen?

Die Rede ist insbesondere von den kleineren und mittleren Höfen. Im Gegensatz zu Großbetrieben verfügen sie oftmals nicht über die notwendigen finanziellen Ressourcen, um die Digitalisierung in allen Einsatzbereichen voranzutreiben. Beispielsweise sind in Abhängigkeit ihrer zu bestellenden Flächen die Investitionshürden für autonome Landmaschinen für sie häufig zu hoch.

Daneben können eine mitunter vorherrschende mangelnde Nutzungsakzeptanz sowie auf technologischer Seite eine fehlende Kompatibilität der Anwendungen mit den individuellen Anforderungen vor Ort als Gründe herangezogen werden. Nichtsdestotrotz kann Smart Farming auch gerade für kleine und mittelgroße Höfe einen wertvollen Beitrag leisten. Denn Digitalisierung heißt nicht immer teuer.

### Digitalisierung ist kein Selbstzweck

Doch wie lassen sich die Herausforderungen bei der Digitalisierung der Landwirtschaft erfolgreich meistern? Bevor mögliche Lösungsansätze näher dargestellt werden, gilt es, vorweg noch eines festzuhalten: Digitalisierung ist niemals ein Selbstzweck! Nur, wenn das damit verfolgte Ziel bzw. die Lösung eines Problems genau beschrieben werden kann, wird Smart Farming langfristig auch den gewünschten Nutzen erbringen.





Im Gegensatz zur digitalen Transformation der Industrie zeichnet sich der Landwirtschaftssektor durch enorme Heterogenität aus. Von den verwendeten Betriebsmitteln und Geräten auf den Höfen über die unterschiedlichen Bodenarten bis hin zu den Wetterbedingungen: Aufgrund der starken Unterscheidungen der lokalen Gegebenheiten ist es mit nur einer Smart-Farming-Lösung längst nicht getan. Vielmehr müssen die Softwarelösungen so entwickelt werden, dass sie flexibel an die unterschiedlichsten Bedingungen angepasst werden können – ein in der Forschung extrem wichtiges Thema, beispielsweise das Variantenmanagement konfigurierbarer Systeme.

### Interoperabilität der Daten notwendig

Damit ein flüssiger Austausch zwischen Daten im Agrarbereich Wirklichkeit werden kann, ist die Herstellung der Interoperabilität der Daten – also die Einigung auf beispielsweise gemeinsame Technologien oder eine standardisierte Sprache – entscheidend. Die stetig steigende Zahl von Anbietern digitaler Lösungen ist zwar erfreulich, die Vernetzung der einzelnen Anwendungen wie auch die nahtlose Nutzung auf verschiedenen Geräten wäre jedoch sicher ein Schlüssel für noch mehr Akzeptanz.

In diesem Kontext spielen verschiedene Aktivitäten eine Rolle, wie die Forschung des Fraunhofer IESE mit dem Leitprojekt Cognitive Agriculture (COGNAC) zu Konzepten für einen Agricultural Data Space sowie die GAIA-X-Initiative mit den zwei großen vom BMWI geförderten Agrarprojekten NaLamKI und Agri-Gaia. Weiterhin ist hier die Entwicklung einer gemeinsamen staatlichen Datenplattform, wie sie derzeit vom BMEL vorangetrieben wird, zu nennen. Diese zielt darauf ab, unterschiedlichste öffentliche Daten und Informationen an zentraler Stelle für Mensch und Maschine auffindbar zu machen.

Um eine solche durchgängige Dateninteroperabilität zu realisieren, bedarf es zum einen einheitlicher Datenmanagement-Richtlinien. Die Erstellung von und die Einigung auf solche Richtlinien ist sicher nicht einfach. Allein die hohe Anzahl an unterschiedlichen Codes für Winterweizen macht deutlich, wie viel Arbeit

in der Entwicklung eines solchen Regelwerks bereits auf einer ganz niedrigen Ebene der Interoperabilität steckt. Zum anderen ist es mit der Einführung von Standards allein nicht getan – ergänzend dazu werden beispielsweise maschinenlesbare Schnittstellenspezifikationen benötigt, die es ermöglichen, einen digitalen Dienst auf verschiedenen Geräten lesbar und verständlich zu machen.

Neben solchen Schnittstellen bergen auch Open-Source- oder auch Farming-as-a-Service-Lösungen ein großes Potenzial zur Digitalisierung in der Landwirtschaft. Diese erweitern das Spektrum von kostenpflichtigen bis kostenlosen Angeboten, gerade im Technologiebereich.

### Akzeptanz schaffen, Potenzial erkennen

Trotzdem: Unabhängig davon, wie schnell die Entwicklung von vernetzten Datenplattformen oder einheitlichen Datenstandards voranschreitet, sind es letztlich die Landwirt\*innen selbst, die der Digitalisierung offen gegenüberstehen müssen. Ohne ihre Nutzungsakzeptanz wird Smart Farming ansonsten Zukunftsmusik bleiben.

Auch hier kann die Forschung einen Entwicklungsschub bewirken. Mithilfe eines besseren Verständnisses der Anforderungen an Smart-Farming-Lösungen bzw. der Meinungen zu existierenden Lösungen können Produktentwickler im Bereich Smart Farming signifikant unterstützt werden. Zudem lassen sich innovative Verfahren aus dem Crowdsourcing – wie etwa Auswertungen von Beiträgen und Kommentaren von Landwirt\*innen in sozialen Medien – effektiv nutzen. Auf diese Weise können deren Anforderungen an digitale Lösungen erfasst und neue Produktideen und Prototypen früh bewertet werden.

Daneben kann der Ausbau eines ausreichenden Expertennetzwerks dazu beitragen, offene Fragen von Agronomen zu beantworten, mögliche ablehnende Haltungen zu verstehen und diesen ggf. zu begegnen. Die Digitalisierung darf nicht wie ein Damoklesschwert über den Höfen und Betrieben hängen; sie sollte als Chance begriffen werden.



Für einen flüssigen Datenaustausch ist die Herstellung der Interoperabilität entscheidend.«



Prof. Dr. Jörg Dörr,  
Extended Institute Management,  
Fraunhofer IESE

# Smart Farming

## 3 Fragen an...

... August Altherr, Retired Director – John Deere European Technology Information Center



# 1

### Was sind für Sie die größten Herausforderungen in der Landwirtschaft?

Zurzeit prasseln mehrere Zielkonflikte auf landwirtschaftliche Betriebe ein: Der Kunde erwartet kostengünstige, qualitativ hochwertige Lebensmittel, die Gesellschaft erwartet eine ökologische, nachhaltige, diversifizierte Landwirtschaft und ein landwirtschaftlicher Betrieb muss natürlich auch profitabel bewirtschaftet werden können. Der Schlüssel zur Bewältigung dieser Herausforderungen liegt in Sensoren, Daten, Algorithmen und der Segmentierung eines Feldes in möglichst kleine Einheiten.

# 2

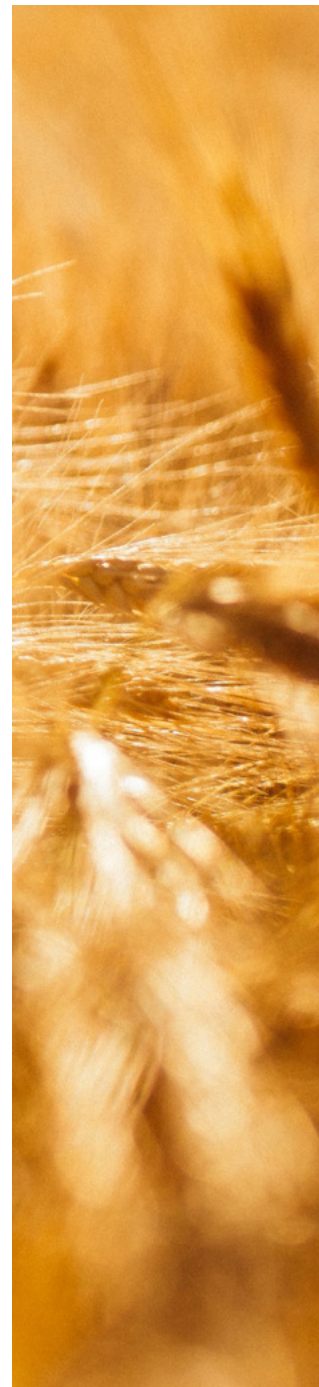
### Könnte eine Landwirtschaft 4.0 die Lösung sein?

Ähnlich zur Industrie 4.0 wird es auch in der Landwirtschaft einen Digitalen Zwilling des Feldes geben, der die Prozesse auf dem Acker und rund um die Nutzpflanzen steuert. Die Herausforderung gegenüber Industrie 4.0 ist, dass der Digitale Zwilling des Feldes natürlichen Störgrößen unterliegt. Der größte Störfaktor ist das Wetter und insbesondere der Niederschlag in der Wachstumsperiode. Eine zweite Herausforderung stellt der zeitliche Anspruch der Kalibrierung dar, da pro Jahr nur ein Zyklus erarbeitet werden kann. Eine dritte große Herausforderung besteht in der Inhomogenität des Feldes. Ein Feld muss in viele kleine Parzellen bis hin zur Pflanzenparzelle segmentiert werden. Das bedeutet aber: je kleiner die Parzellierung, desto größer der Datensatz des gesamten Feldes.

# 3

### Wie kann aus Ihrer Sicht das IESE zur Lösung dieser Zielkonflikte beitragen?

Nicht zuletzt mit seinem im Projekt COGNAC entwickelten »Agricultural Data Space« ist das IESE bestens vorbereitet, diese Herausforderungen anzunehmen und den Zielkonflikt zwischen Ökonomie und Ökologie für die Landwirtschaft zu lösen. Mit dem Agricultural Data Space entstand eine digitale Plattform, in der unterschiedlichste Datenformate aus der Landwirtschaft wie Wetter, Nährstoffkarten, Bodenbeschaffenheit, Pestizidbefall, Düngebedarf bis hin zur Stickstoffentnahme bei der Ernte miteinander kommunizieren können. Auf Basis dieser Daten lassen sich wiederum Handlungsempfehlungen für den Landwirt oder die Landwirtin ableiten, um die Wertschöpfungskette ökologisch und ökonomisch zu optimieren.





# Ein Emoji sagt mehr als tausend Worte

Die Studie des IESE zum Verständnis von Emojis läuft weiterhin. Eine Teilnahme ist unter [emoji-poll.de](https://emoji-poll.de) möglich!



Wenn man eine Textnachricht inklusive Emoji verschickt und der Empfänger es falsch versteht, führt das zu Missverständnissen. Das Fraunhofer IESE hat genau diese Wahrnehmung von Emojis in einer Umfrage untersucht und die vorläufigen Ergebnisse zeigen: Der Großteil der Emojis wird von den Nutzenden gleich verstanden; manche Emojis stiften jedoch Verwirrung, weil junge Menschen sie anders verstehen als ältere.

Den Sinn und Zweck der Studie fasst Simon André Scherr, Senior Digital Innovation Designer am IESE und Leiter der Studie, zusammen: »Emojis werden in der digitalen Welt häufig verwendet, um Emotionen auszudrücken. Wir möchten herausfinden, für welche ein gleiches Verständnis in unserer Gesellschaft herrscht, und für welche dieser Konsens noch nicht vorhanden ist und die deswegen für unsere Kommunikation missverständlich sind. Hier interessieren wir uns für Faktoren wie Alter, Demografie oder Verwendungskontext, die zu unterschiedlicher Wahrnehmung führen.«

Über 700 Emojis wurden in der Studie abgefragt. Besonders ein Emoji haben fast alle der rund 6.750 Teilnehmenden richtig verstanden. Das Freudentränen lachende Emoji wurde von 98 Prozent der Befragten als positiv wahrgenommen. Wenn es um Humor geht, sind sich die Generationen also einig.

## Anderes Alter, andere Emoji-Wahrnehmung?!

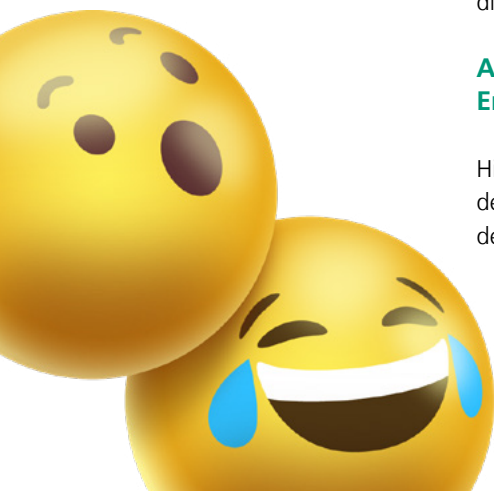
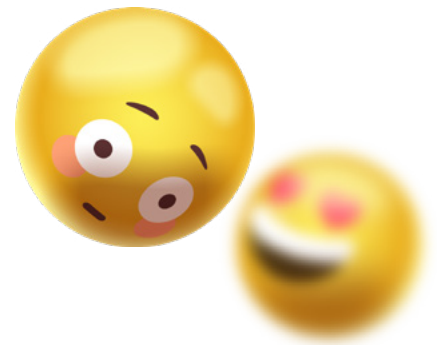
Hingegen werden Emoticons, die Vorläufer der Emojis aus der Urzeit des Internets, von den Jüngeren häufiger falsch verstanden.

Die Zeichenfolge des gebrochenen Herzens (</3) wird irrtümlicherweise von jüngeren Teilnehmenden als ein Waffeleis gedeutet. Weitere Missverständnisse zeigten sich außerdem beim verschmutzten Emoji und beim schwitzenden Gesicht sowie beim Superschurken und beim Superhelden.

Die Emojis lösen zudem unterschiedliche Stimmungen bei den Generationen aus. Ein Teddybär ruft bei Menschen, die in den 1960er Jahren geboren sind, eindeutig mehr Freude hervor als bei denen, die in der Generation Z (1995 bis 2010) geboren sind. Die IESE-Expert\*innen vermuten, dass ältere Menschen sich mit dem Emoji an die Zeit erinnert fühlen, in der sie nur dieses eine wertvolle Stofftier hatten, das sie über viele Jahre begleitete.

Unabhängig vom Alter bewerteten 95 Prozent der Teilnehmer\*innen die Stimmungen vieler Emojis ähnlich, darunter das Katzengesicht (am häufigsten: positiv), den Daumen nach unten (negativ), das strahlende Gesicht (positiv), das wütende Gesicht (negativ) und das Emoji mit dem Partyhut (positiv).

Einen klaren Unterschied zwischen den verschiedenen Generationen gibt es allerdings: Jüngere Menschen verwenden eindeutig mehr Emojis und setzen diese auch individueller ein als ältere Nutzer\*innen. Hingegen gab es in der Studie keinen Unterschied in der Wahrnehmung zwischen den Geschlechtern.





# IESE Highlights











# 25 JAHRE FRAUNHOFER IESE

Im Jahr 2021 feiert das Fraunhofer IESE sein 25-jähriges Jubiläum! Seit seiner Gründung forscht und arbeitet das Institut mit seinen Partnern an richtungsweisenden Schlüsseltechnologien – immer das Ziel vor Augen, die Wirtschaft zu stärken und einen Mehrwert für die Gesellschaft zu bieten.

Die Expert\*innen aus Kaiserslautern kümmern sich mit ihren Forschungsthemen und Lösungen nicht nur darum, was heute passiert, sondern denken stets darüber nach, wie sie die digitale Welt von morgen gestalten können. In der neuen Podcast-Reihe »MORGEN DENKER« nehmen sie alle Fans der digitalen Zukunft mit auf eine Audio-Reise in die Welt des Software- und Systems-Engineerings!

Schon ISA kennen gelernt? ISA ist die Jubiläumsbotschafterin des Fraunhofer IESE. ISA steht für Innovatives Systems Engineering. Als virtuelle Begleiterin führt sie durch alle Jubiläumsaktionen und lässt es sich in diesem besonderen Jahr natürlich nicht nehmen, die Podcast-Interviews zu führen.

Mehr zum Jubiläum auch im Web:



Hi, ich bin ISA,  
die virtuelle Jubiläums-  
botschafterin des  
Fraunhofer IESE!«



# Grußworte zum Jubiläum

---



Ob Digitale Landwirtschaft, Smart Rural Areas oder Industrie 4.0: Das Fraunhofer IESE belegt wissenschaftliche Exzellenz durch 25 Jahre Spitzenforschung an verlässlichen Digitalen Ökosystemen. Herzlichen Glückwunsch! «

Prof. Dr.-Ing. habil.  
Reimund Neugebauer  
Präsident der  
Fraunhofer-Gesellschaft

# Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer

## Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

Sehr geehrte Damen und Herren,

als führende Institution für angewandte Forschung trägt Fraunhofer eine grundlegende Verantwortung im Umfeld von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Besonders im Kontext der Neuausrichtung der deutschen Wirtschaft stellt sich Fraunhofer der Herausforderung, die von der Gesellschaft und Politik geforderte Transformation in Richtung Nachhaltigkeit zu fördern und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu stärken.

Ganz im Sinne der nachhaltigen Wertschöpfung forscht das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern seit 25 Jahren an verlässlichen Digitalen Ökosystemen sowie querschnittend in den Bereichen der intelligenten Medizin, Ernährungswirtschaft und Energie. Durch seine wissenschaftliche Exzellenz hat das Fraunhofer IESE eine internationale Spitzenposition im Bereich der Software- und Systementwicklungsmethoden erworben und ist als anerkannter Forschungspartner bei Industrie und Wissenschaft etabliert.

Besonders hervorzuheben ist die Spitzenforschung innerhalb der Themen Smart Rural Areas, Industrie 4.0 und Digitale Landwirtschaft. Mit dem Projekt »Digitale Dörfer« hat das Fraunhofer IESE gezeigt, dass Digitalisierung enorme Potenziale bietet und dem Wohle aller dient. So wurde während der Corona-Pandemie der DorfFunk deutschlandweit ausgerollt und brachte unter dem Motto »aus digital wird sozial« Bürgerinnen und Bürger zahlreicher Gemeinden digital zusammen. Als beachtlicher Verdienst für die Gesellschaft wurde dem Projekt nicht zuletzt auch die Anerkennung des Bundespräsidenten zuteil.

Doch auch im Kontext der Industrie zeigt das Fraunhofer IESE innovative Lösungen, so zum Beispiel mit den Projekten »BaSys 4.0« und »BaSys 4.2«, die kleine und mittlere Unternehmen zur digitalen Fertigung befähigen.

Die Verzahnung und die komplementäre Stärke unserer Institute ist entscheidend für den langfristigen Erfolg von Fraunhofer – gerade in immer komplexer werdenden Zeiten, in denen neue Wege zur Lösung zentraler gesellschaftlicher Herausforderungen wie dem Klimawandel oder der Energiewende gefragt sind. Auch hier ist das Engagement des Fraunhofer IESE vorbildlich, zum Beispiel bei der Leitung des Fraunhofer-Leitprojekts »Cognitive Agriculture«, in dem acht Fraunhofer-Institute daran forschen, landwirtschaftliche Produkte ebenso umwelt- wie ressourcenschonend zu produzieren – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur effizienten digitalisierten Landwirtschaft.

Zu seinem 25-jährigen Bestehen gratuliere ich dem Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE ganz herzlich und wünsche ihm für die Zukunft eine Vielzahl weiterer erfolgsbestimmender Ideen und Projekte!

Ihr



Prof. Reimund Neugebauer  
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft



# Weitere Grußworte zum Jubiläum

## Einige Auszüge aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik



Dank der Vision und Finanzierung durch die großen Gesellschaften, insbesondere durch die Fraunhofer-Gesellschaft, konnten wir hier ein Ökosystem entwickeln, das von einer Universität alleine nicht realisiert werden kann.«



*Prof. Dr. Arnd Poetzsch-Heffter, Präsident der Technischen Universität Kaiserslautern*

*Prof. Dieter Kempf, ehemaliger Präsident des Bitkom e.V. und des BDI*



**Wie kontrolliert man die Nutzung von Daten, ohne dabei den Vorteil einer multiplen Verwendung durch unterschiedliche Nutzer sofort wieder zunichte zu machen? Eine interessante Fragestellung, die insbesondere bei der Frage des Teilens oder des gemeinsamen Nutzens von Prozessdaten im Umfeld von Industrie 4.0 eine wichtige Rolle spielt. In diesem Kontext wurde ich auf IND<sup>2</sup>UCE Security des Fraunhofer IESE aufmerksam.«**



Ein Digitales Ökosystem kann nur dann funktionieren, wenn sich Grenzen zwischen den jeweiligen Systemen und Silos öffnen – und das zeigt und belegt der Fraunhofer-IESE-Ansatz der Digitalen Dörfer eindrucksvoll.«



*Alexander Rabe, Geschäftsführer eco – Verband der Internetwirtschaft e.V.*

*Malu Dreyer, Minister-  
präsidentin des Landes  
Rheinland-Pfalz*



Wir sind froh, mit dem Fraunhofer IESE einen kompetenten und verlässlichen Partner an unserer Seite zu wissen, um die Digitalisierung unseres Landes so zu gestalten, dass aus technischer Innovation sozialer und gesellschaftlicher Fortschritt wird.«

*Julia Klöckner, Bundesmi-  
nisterin für Ernährung und  
Landwirtschaft*



Digitale Instrumente müssen von der Praxis her gedacht werden, von den Bedürfnissen der Menschen, der Kommunen, der Akteure vor Ort. Wie das konkret aussehen kann, erforschen wir mit unserem Modellvorhaben »Smarte.Land.Regionen« und haben dafür mit dem Fraunhofer IESE den idealen Partner.«

Alle ausführlichen Grußworte finden Sie in unserem virtuellen Gästebuch.

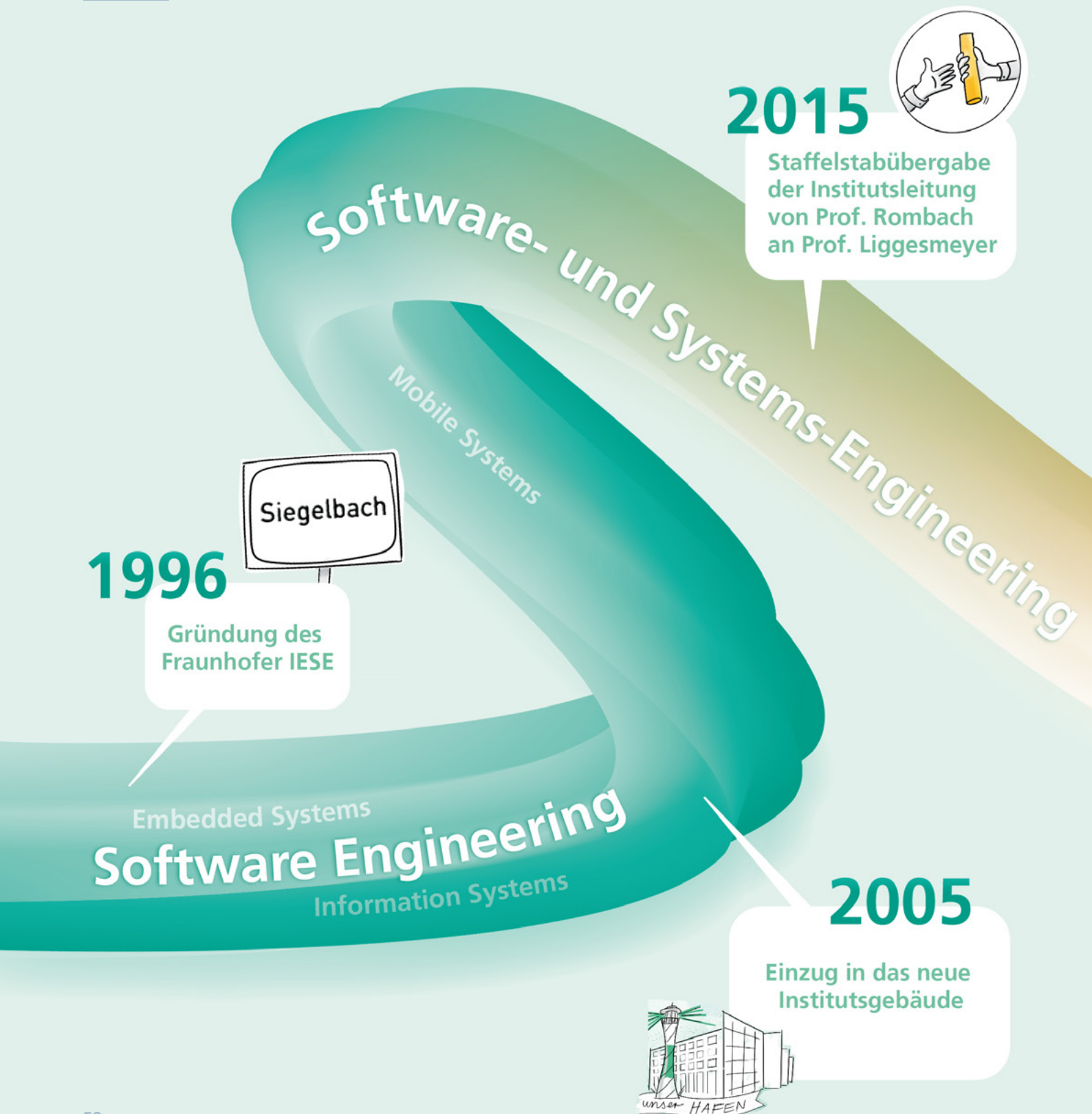


**Das Fraunhofer IESE hat sich zu einer ersten Adresse entwickelt, wenn es um cyberphysische Systeme, Digitale Zwillinge, Softwareverifikation und Softwaretests sowie um das BaSys-System für Industrie 4.0 geht.«**



*Prof. Dr. Wolf-Dieter Lukas,  
Staatssekretär im Bundes-  
ministerium für Bildung und  
Forschung*

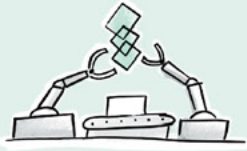
# Unser Weg in die digitale Zukunft!







COGNAC



BaSys



Digitale Dörfer

Digitale Ökosysteme

# Software-, Systems- und Innovation-Engineering

2021



New Work –  
Neue Arbeitsmodelle  
am IES



Verlässliche KI

Digital Healthcare

Autonome Systeme

Smart Region

Smart City

Smart Energy

Smart Farming

Digitaler Zwilling

Industrie 4.0

## Aufgestiegen

### Dr. Jörg Dörr erhält Professur für »Digital Farming«



*Prof. Jörg Dörr*

Dr. Jörg Dörr ist seit Anfang April Professor für Digital Farming an der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK). Dörr wird sich unter anderem mit dem digitalen Wandel in der Landwirtschaft befassen, neue Techniken erforschen und diese anwendungsnah entwickeln. Es geht vor allem um den Aufbau digitaler

landwirtschaftlicher Ökosysteme. Dabei steht das Software- und Systems-Engineering im Vordergrund: Daten verwalten und managen sowie landwirtschaftliche Abläufe mit Automationstechniken unterstützen. Neben der Leitung der neuen Professur, die im Fachbereich Informatik angesiedelt ist, ist Professor Dörr in der erweiterten Institutsleitung des Fraunhofer IESE unter anderem für das Forschungsprogramm Smart Farming zuständig. Der Förderverein Digital Farming e.V. hat die Einrichtung der Professur an der TUK ermöglicht; langfristig wird sie von der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Land Rheinland-Pfalz getragen.

## Ausgewählt

### Prof. Liggesmeyer ist neuer wissenschaftlicher Sprecher des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0



*Prof. Peter Liggesmeyer*

Die Mitglieder des Forschungsbeirats haben am 12. März 2021 Prof. Peter Liggesmeyer als wissenschaftlichen Sprecher und Gisela Lanza als seine Stellvertreterin gewählt. Der von acatech koordinierte Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 berät als strategisches und unabhängiges Gremium die Plattform Industrie 4.0, ihre Arbeitsgruppen und die beteiligten Bundesministerien, insbesondere das BMBF. Mit seinen aktuell 32 Vertreter\*innen aus Wissenschaft und Wirtschaft setzt er sich für eine erfolgreiche Weiterentwicklung sowie vorwettbewerbliche Umsetzungsplanung von Industrie 4.0 in der deutschen Wirtschaft ein. Prof. Liggesmeyer ist seit über sieben Jahren Mitglied im Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0.

## Ausgezeichnet

2021 vergab die Computer Society der internationalen Ingenieurvereinigung IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) eine der höchsten Auszeichnungen für berufliche Lebensleistung – den Harlan D. Mills Award 2021 – an Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Rombach. Sie würdigt damit seine langjährigen und nachhaltigen Beiträge sowie

seine Führung in Forschung, Lehre und Technologietransfer im Bereich der empirischen Softwareentwicklung. Prof. Rombach ist bereits seit 2003 Fellow der IEEE Computer Society. Der Award wird seit 1999 vergeben und gehört zu den renommiertesten Auszeichnungen auf dem Gebiet der Informatik und Informationstechnik. Als Gründer

### Prof. Dieter Rombach erhält hohe internationale Anerkennung für sein Lebenswerk

des Fraunhofer IESE führte Prof. Rombach das Institut bis 2014, bevor Prof. Liggesmeyer die operative Institutsleitung übernahm. Bis 2018 war er in der Institutsleitung verantwortlich für den Bereich Business Development und bleibt auch nach seinem Ausscheiden dem IESE in beratender Tätigkeit eng verbunden.



*Prof. Dieter Rombach*

## Aufgezeigt

### Mit BaSys 4 auf der Hannover Messe DIGITAL 2021

Unter dem Dach des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zeigte das IESE vom 12. bis 16.04.2021 auf der Hannover Messe DIGITAL 2021, wie das Projekt BaSys 4 zur wandelbaren Produktion der Zukunft beiträgt.

In einem Livestream mit anschließendem Expertenaustausch und auf dem virtuellen Messestand erhielten die Besucher\*innen aus aller Welt Infos zum Leistungsportfolio des Fraunhofer IESE. Der Fokus lag auf den vielfältigen Herausforderungen in der Produktion, beispielsweise wie man den hohen Kosten bei Änderungen im Fertigungsprozess entgegenwirken kann. Die Expert\*innen des Fraunhofer IESE demonstrierten, wie man mithilfe von BaSys 4 Optimierungspotenziale erkennt und somit schnell auf veränderte Nachfragesituationen reagieren kann. »Herausforderungen annehmen und positive Veränderungen bewirken« – getreu dem diesjährigen Messemotte des IESE wird mit BaSys 4 auch kleineren und mittelständischen Unternehmen ein Schritt in Richtung Industrie 4.0 ermöglicht!

## Ausgestellt

### Fraunhofer Solution Days 2020/2021

Die Fraunhofer Solution Days fanden im Oktober 2020 erstmalig als neues digitales Format statt. Neben virtuellen Ausstellungshallen mit innovativen Projekten der Fraunhofer-Expert\*innen gab es spannende Vorträge zu

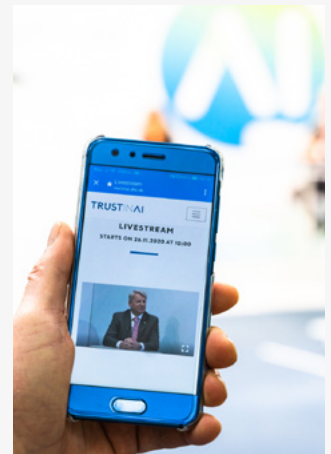
aktuellen Technologie-Highlights und signifikanten Lösungen. Mit dabei das Fraunhofer IESE: Zum Thementag »Anlagen- und Maschinenbau« präsentierte das Institut Vorträge und virtuelle Exponate zu »BaSys 4, dem Enabler

## Ausgetauscht

### Europa-Kongress für KI made in Rheinland-Pfalz

Am 26.11.2020 fand im Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern die Übertragung des europäischen Digitalkongresses »TRUSTinAI. Responsible AI for Science and Society« statt. Damit brachte sich das Land Rheinland-Pfalz gemeinsam mit Universitäten und Forschungsinstituten des Landes im Rahmen der Deutschen EU-Ratspräsidentschaft ein. Die Schirmherrschaft des Kongresses übernahm Ministerpräsidentin Malu Dreyer. Veranstalter und Mitwirkende waren unter anderem die beiden Fraunhofer-Institute IESE und ITWM, das DFKI sowie die Zukunftsinitiative Rheinland-Pfalz (ZIRP).

Der Kongress machte mit zahlreichen Akteuren aus Rheinland-Pfalz deutlich, dass hier ein wichtiger KI-Nukleus für Deutschland und Europa ist.



Hybrider Kongress TRUSTinAI

Im Mittelpunkt des Kongresses stand eine ethisch verantwortungsvoll entwickelte und eingesetzte KI. Als Zielgruppe angesprochen waren die europäische wissenschaftliche Gemeinschaft, Vertreter\*innen aus Politik und Gesellschaft sowie Anwender\*innen aus Unternehmen und Verwaltungen.

für die flexible Produktion in der Industrie 4.0« – wie den Erklärfilm »Industrie 4.0 – einfach machen mit der BaSys Middleware«.

Im Sommer 2021 ging die Erfolgsgeschichte der Solution Days in die zweite Runde. Beim Thementag »Quantum & Trusted Computing« stellte das IESE »Herausforderungen und Lösungen für das Engineering verlässlicher KI-Systeme – Dependable AI!« vor.

In Vorträgen und Seminaren zeigten die Expert\*innen des IESE anhand von Beispielen, wie sie beim Engineering verlässlicher KI-Systeme Unternehmen beraten und über den gesamten Lebenszyklus hinweg unterstützen können: von der KI-Strategie über die KI-Entwicklung bis zur KI-Absicherung bzw. zum KI-Testen/Auditing und zur Erfüllung der gesetzlichen und normativen Vorgaben.



## Abgebogen

### Ministerin Schmitt informierte sich am IESE über Projekte im ländlichen Raum

Daniela Schmitt, die rheinland-pfälzische Wirtschaftsministerin, informierte sich Mitte Juli 2021 am Fraunhofer IESE in Kaiserslautern über Forschungsprojekte zum Thema »Wirtschaft und Arbeit im ländlichen Raum«. Institutsleiter Prof. Peter Liggesmeyer und Steffen Hess, Department Head Digital Society Ecosystems, stellten ihr die Projekte »Smarte.Land.Regionen« und »Digitale Dörfer« vor. Beide Projekte verfolgen das Ziel, die Digitalisierung auf dem Land voranzutreiben.

Ministerin Schmitt hob die Chancen für den Wirtschaftsstandort hervor, die durch die Forschungsprojekte entstünden: »Mit seiner angewandten Forschung ermöglicht es das Fraunhofer IESE, mobile und digitale Arbeitskonzepte in ländlichen Regionen zu realisieren. Durch diese modernen Arbeitswelten entstehen vielfältige neue Möglichkeiten für Unternehmen und Beschäftigte. Das ist ein wichtiger Baustein, um die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit des Standorts weiter zu stärken.«



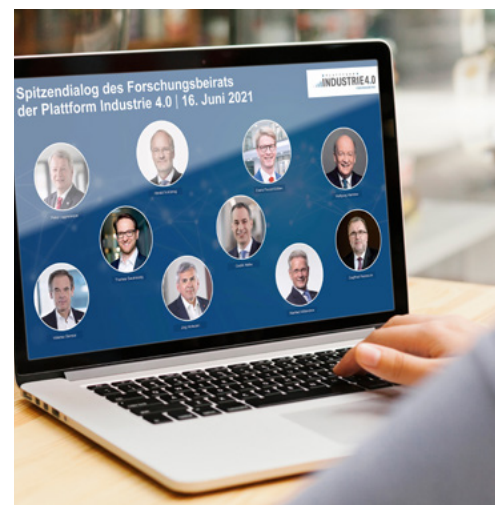
Prof. Peter Liggesmeyer im Austausch mit Wirtschaftsministerin Daniela Schmitt.

## Aufgelistet

### Spitzendialog des Forschungsbeirats veröffentlicht Kommuniqué mit 12 Impulsen für die Zukunft von Industrie 4.0

Die Folgen der Corona-Pandemie und der globale Systemwettbewerb stellen die Industrie vor neue Herausforderungen. Zu diesem Anlass tauschten sich am 16.06.2021 führende Industrievertreter bei einem Spitzendialog zur Zukunft von Industrie 4.0 aus. Der Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 hatte dazu geladen und warb dafür, dass Industrie 4.0 auch weiterhin durch die Politik unterstützt wird, um ihr volles Potenzial für die digitale Souveränität und eine nachhaltige Wirtschaft entfalten zu können. Die beiden Sprecher des Forschungsbeirats, Prof. Peter Liggesmeyer, Institutsleiter des Fraunhofer IESE, und Harald Schöning, Vice President der Software AG, eröffneten das Panel.

Die Ergebnisse des Spitzendialogs fasste der Forschungsbeirat in zwölf Punkten in Form eines schriftlichen Kommuniqués zusammen.



Vertreter aus Wirtschaft und Wissenschaft beziehen Stellung zum Thema Industrie 4.0.



## Ausgebaut

### Neues Fraunhofer-Zentrum für Digitale Diagnostik entwickelt telemedizinische Lösungen zur Stärkung der ländlichen Versorgung

Das neu gegründete Fraunhofer-Zentrum für Digitale Diagnostik im Potsdam Science Park beschäftigt sich mit der zielgerichteten Entwicklung digitaler Diagnostiklösungen. In der Modellregion Potsdam werden neue Lösungen und Anwendungsfelder für die Digitale Diagnostik erforscht und entwickelt, um so die Patientenversorgung wirksam zu unterstützen und Wertschöpfungspotenziale in der Region zu realisieren.

Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei die Entwicklung telemedizinischer Lösungen sein, um im Flächenland Brandenburg eine optimale medizinisch-diagnostische Versorgung gewährleisten zu können. Analog zum Fraunhofer-IESE-Projekt »Digitale Dörfer«, das in Rheinland-Pfalz erprobt wurde, werden die Erkenntnisse und Lösungen des neuen Zentrums für Digitale Diagnostik anschließend flächendeckend in die anderen Bundesländer übertragen und kommen dort ebenso zum Einsatz.

Für die Entwicklung digitaler Diagnostiklösungen ist die wirksame Verknüpfung von Kompetenzen für diagnostische Instrumentierung, Data Sciences und Medizin erfolgskritisch.

Entsprechend bündelt das Zentrum institutionell zunächst die Kompetenzen dreier Kerninstitute: des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie, Institutsteil Bioanalytik und Bioprozesse IZI-BB (Instrumentierung), des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI (medizinischer Bedarf) und des Fraunhofer-Instituts für Experimentelles Software Engineering IESE (Digitalisierung).

Weitere Fraunhofer-Institute aus den Verbänden Gesundheit, IuK-Technologien, Mikroelektronik und Materials werden projektspezifisch als Partnerinstitute eingebunden, um die stark interdisziplinären Kompetenzen innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft bestmöglich nutzen zu können.

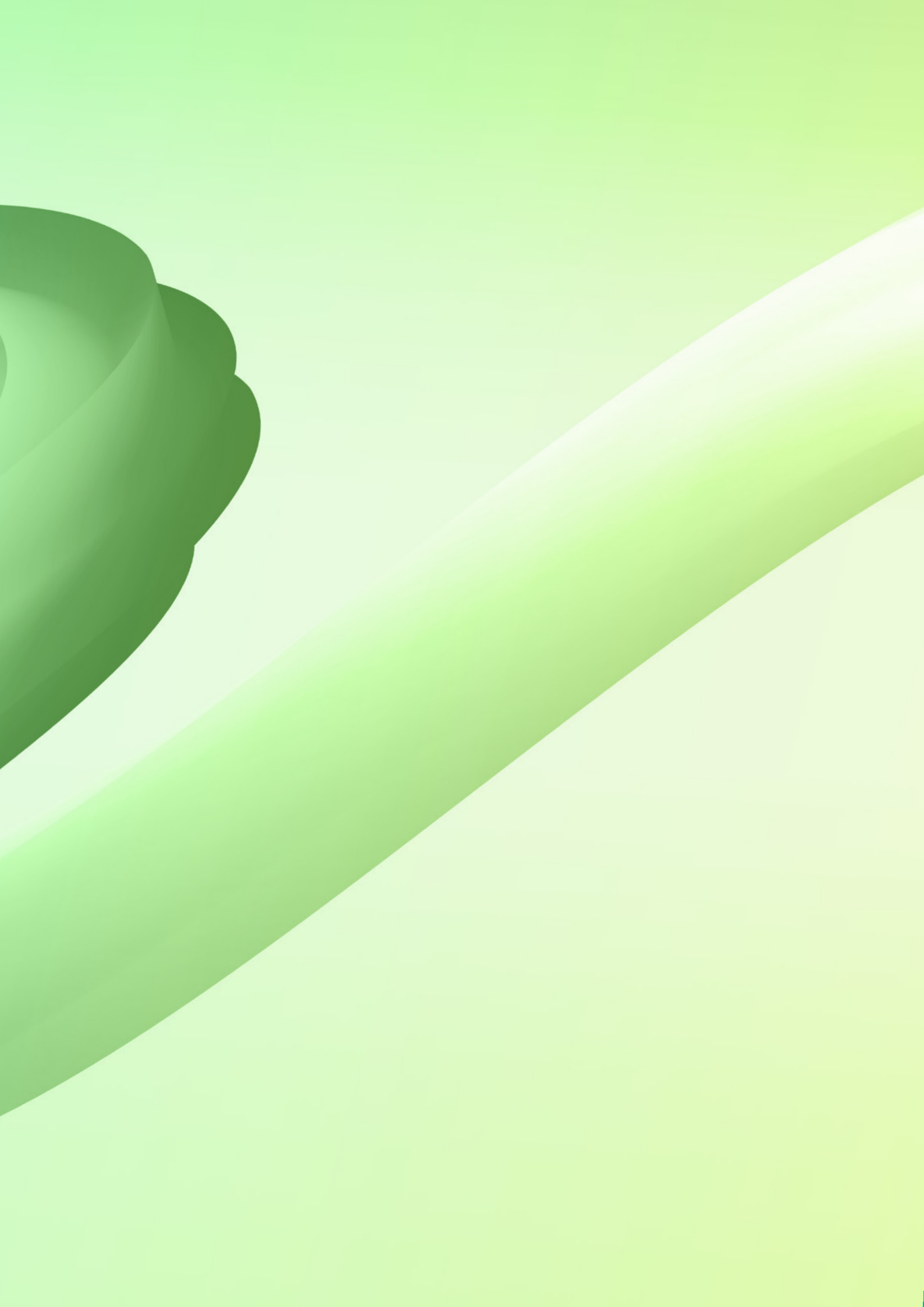
Das seit dem 01.07.2021 geförderte Zentrum für Digitale Diagnostik schafft so einen institutionellen Kristallisationskern für den Zusammenschluss interdisziplinärer Expertisen, um die Synergien aller Akteure systematisch in einem nachhaltigen regionalen Netzwerk zu bündeln.

*Die drei Institutsleiter\*innen, Prof. Ulrike Köhl (IZI), Prof. Peter Liggesmeyer (IESE) und Dr. Eva Ehrentreich-Förster (IZI-BB) (v.l.n.r.), begrüßen Wahlkreiskandidatin Annalena Baerbock. Ebenfalls auf dem Bild: Agnes von Matuschka, Geschäftsführerin der Standortmanagement Golm GmbH im Potsdam Science Park (2. v.r.)*

# Projekte







# Projekte aus Forschung und Wirtschaft



## BaSys 4.2

BaSys 4.2 entwickelt die Open-Source Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSys weiter, die mit maßgeblichen Beiträgen des Fraunhofer IESE entstanden ist. Im Fokus stehen Prozess- und Teilmodelle, die eine vollständige Digitalisierung des Fertigungsprozesses ermöglichen. Gemeinsam mit den Partnern wird daher an Teilmodellen gearbeitet, die wesentliche Komponenten von Fertigungsprozessen beschreiben und diese mit einer einheitlichen Schnitt-

stelle bereitstellen. Gemeinsam mit Open-Source-Anwendungen entstehen aufeinander abgestimmte Softwarecontainer, die auch kleinen Unternehmen die Umsetzung von Industrie-4.0-Anwendungen ermöglichen. Hierfür werden Tutorials erstellt, die die Anwendung der Middleware beschreiben.

Diese werden auf der Wiki-Seite von Eclipse BaSys bereitgestellt. Ein gemeinsamer und projektübergreifender Demonstrator stellt dabei sicher, dass die Arbeiten aller Partner kontinuierlich miteinander integriert werden.

## ExamAI (KI Testing & Auditing)

Der zunehmende Einsatz von Systemen, die Künstliche Intelligenz nutzen (KI-Systeme), bringt weitreichende Veränderungen für die Arbeitswelt mit sich, insbesondere beim Einsatz der Systeme im Bereich Mensch-Maschine-Kooperation in der Industrieproduktion

sowie im Personalmanagement. Wie können Verfahren aussehen, die einen sicheren, nachvollziehbaren, beherrschbaren und diskriminierungsfreien Einsatz von KI sicherstellen? Wie lassen sich diese durchführen und welche institutionellen

Anforderungen müssen dafür beachtet werden? Das Projekt ExamAI leitet dazu mit einem interdisziplinären Team Handlungsempfehlungen ab – aus rechtlicher und technischer Perspektive für die Nutzung und Weiterentwicklung von Normen und Richtlinien sowie

Test-, Kontroll- und Zertifizierungspraktiken für KI-Systeme. Das Fraunhofer IESE verantwortet dabei den Bereich Mensch-Maschine-Kooperation in der Industrieproduktion.

## CRANIMAX GmbH

Die CRANIMAX GmbH aus Zweibrücken bietet ihren Kunden hochspezialisierte Softwarelösungen für den professionellen Einsatz. Die Software wird von ihren Nutzer\*innen für ihre präzisen und detaillierten Berechnungsergebnisse geschätzt und steht aktuell als reine Desktop-Applikation zur Verfügung. Die Weiterentwicklung der Software soll vereinfacht und so die Orientierung an den Bedürfnissen und Aufgaben der Nutzer\*innen gestärkt werden. CRANIMAX und das Fraunhofer IESE arbeiten gemeinsam an der Migration der bestehenden Software hin zu einer cloud-basierten SaaS-Lösung. Von der Anforderungserhebung über das Design bis hin zur Implementierung arbeiten beide Partner Hand in Hand. Mit der Systemmodernisierung ergeben sich neue Chancen, die Bedürfnisse der Nutzer\*innen noch besser zu erfüllen.



Das Fraunhofer IESE bringt seine Expertise sowohl in Forschungs- als auch in Wirtschaftsprojekten ein.

## Fujitsu Labs

Zukünftig werden sich KI-Systeme noch viel stärker verbreiten und das insbesondere in kritischen Anwendungsfeldern wie autonomem Fahren, Produktionsautomatisierung/ Industrie 4.0 oder Medizintechnik. Aufbau und Betrieb von zuverlässigen KI-Systemen stellen in der Praxis eine Herausforderung dar, da viele klassische Qualitätssicherungsverfahren nicht oder nur eingeschränkt auf KI-Komponenten angewendet werden können: Beim Maschinellen Lernen (ML) beispielsweise wird die Funktionalität durch Anwendung von Algorithmen auf Daten erzeugt und nicht auf herkömmliche Weise programmiert; das dabei entstehende Modell ist für Menschen schwer verständlich.

Fujitsu Laboratories Limited ist eines der führenden Unternehmen, wenn es um die Erforschung von erklärbarer KI geht, was bedeutet, dass die Gründe für Entscheidungen

für Menschen einfach zu verstehen sind. In diesem Projekt entwickelten das Fraunhofer IESE und Fujitsu Laboratories Limited gemeinsam ein Qualitätsmodell für ML-basierte Komponenten in einem Softwaresystem. Dazu wurden kritische Qualitätsanforderungen aus verschiedenen Phasen des Data-Science-Lebenszyklus identifiziert und relevante Qualitätseigenschaften verschiedener Entitäten in einem ML-basierten System definiert (wie die Robustheit des angelegten Modells, die Ausgewogenheit der verwendeten Daten oder die Eignung der Infrastruktur). Es wurden auch beispielhafte Messgrößen für die Quantifizierung kritischer Eigenschaften sowie ein Prozess für die systematische Auswertung von Messdaten vorgeschlagen. Ein solches Qualitätsmodell hilft dabei, die Einhaltung von Qualitätsanforderungen objektiv zu bewerten. Darüber hinaus kann der im Projekt entwickelte Prozess zur Erstellung und Anpassung eines Qualitätsmodells in verschiedenen Anwendungsszenarien eingesetzt werden.

## ATMP Reallabor

Der Produktionssektor erlebt heutzutage signifikante Veränderungen, die von umfassender Digitalisierung, Vernetzung und weiteren Automatisierungsfortschritten getrieben werden. Ein Bereich, der von diesen Trends erheblich profitieren kann, ist die Produktion sogenannter Advanced Therapy Medicinal Products (ATMPs). ATMPs zeigen vielversprechende Ergebnisse bei der Behandlung von schweren Krankheiten, sind aber derzeit sehr teuer in der Herstellung. ATMPs sind individuell auf den Patienten zugeschnittene Therapeutika, deren Herstellung und Qualitätssicherung heutzutage weitgehend manuell erfolgt. Insgesamt acht Fraunhofer-Institute arbeiten in dem Forschungsprojekt ATMP Reallabor verbundübergreifend daran, die ATMP-Produktion effizienter zu machen, indem Konzepte und Lösungen aus der Industrie 4.0 auf den Pharmabereich übertragen werden. Parallel dazu adressiert das Konsortium die Automatisierung des manuellen Qualitätssicherungsprozesses. Das Fraunhofer IESE entwickelt in diesem Kontext ein Framework zur Automatisierung (von Teilen) der Qualitätssicherung von ATMPs unter Verwendung zweier grundlegender Konzepte: (a) Digitale Schatten oder Zwillinge auf Basis der BaSyx-Middleware des Fraunhofer IESE und (b) Assurance Cases zum Qualitätsnachweis. Die Eignung des Ansatzes wurde anhand einer prototypischen Implementierung entlang einer Fallstudie zu CART-Zellen-Produkten zur Behandlung bestimmter Krebsarten nachgewiesen.



## Smarte.Land.Regionen

Ziel des Modellvorhabens »Smarte.Land.Regionen«, in dem das Fraunhofer IESE eine zentrale Rolle spielt, ist die Digitalisierung der Grundversorgung (Daseinsvorsorge) in ländlichen Regionen. Mit dem Modellvorhaben »Smarte.Land.Regionen« treibt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft die Digitalisierung in ländlichen Räumen voran. Durch den Einsatz digitaler Technologien sollen die Lebens- und

Arbeitsbedingungen für die Bevölkerung deutlich verbessert werden. Der Einsatz neuer technischer Möglichkeiten ist entscheidend, um das Lebens- und Arbeitsumfeld gerade in ländlichen Regionen attraktiv zu halten. Das Fraunhofer IESE baut hierfür eine digitale Plattform (»Digitales Ökosystem«) auf, auf welcher neue prototypische Dienste entwickelt und bereits bestehende Dienste miteinander vernetzt werden. Dabei

soll beispielsweise erforscht werden, welche Rolle ein Landkreis in einem Digitalen Ökosystem spielen kann und wie der Wissenstransfer zwischen den Beteiligten am besten gelingt. Die Plattform in ihrer zentralen Funktion als Open-Source Digitales Ökosystem wird die zukünftige Übertragbarkeit der digitalen Dienste in die breite Nutzung sicherstellen – über die Anwendung in den Modellregionen hinaus.

Um die Bevölkerung und weitere Stakeholder aktiv in die

Entwicklungen in den Modellregionen mit einbeziehen zu können, werden den Landkreisen zudem Möglichkeiten zur Beteiligung über eine Beteiligungsplattform bereitgestellt. Eine vom Fraunhofer IESE beauftragte Prozessbegleitung dient als Bindeglied zwischen den Landkreisen und dem Forschungsprojekt. Die Landkreise werden u.a. bei der Umsetzung ihrer digitalen Lösungen sowie bei der Gestaltung von Prozessen der Bürgerbeteiligung, Kompetenzvermittlung und Strategieumsetzung beraten.

## V&V Methoden

Ziel des Projekts V&V Methoden (Verification & Validation Methods) ist es, Testverfahren zu entwickeln und Systematiken sowie Methoden bereitzustellen, um den Sicherheitsnachweis für automatisierte Fahrzeuge zu führen. Das Projekt V&V Methoden arbeitet am Use Case der urbanen Kreuzung und fokussiert sich auf Fahrfunktionen bis zur kompletten Automatisierung von Fahrzeugen (SAE Level 4 und 5). Dabei wird auf den Ergebnissen des PEGASUS-Projekts aufgesetzt, das sich mit der Identifikation und Beschreibung kritischer Szenarien und deren Überführung in allgemeingültige Testfälle für hochautomatisierte Fahrzeuge (Level 3) am Beispiel des Autobahnpiлотen befasste. Das Projekt V&V Methoden erweitert die PEGASUS-Methode auf das Fahren mit Level 4 und Level 5 im innerstädtischen Umfeld am Beispiel der urbanen Kreuzung. Zudem wird im Projekt V&V Methoden daran gearbeitet, den Sicherheitsnachweis als integralen Bestandteil des Entwicklungsprozesses zu integrieren.

## Japan Manned Space Systems Corporation (JAMSS)

Das japanische Unternehmen JAMSS (Japan Manned Space Systems Corporation) hat als führendes Unternehmen beim Betrieb des japanischen Moduls »Kibo« auf der Internationalen Raumstation Erfahrungen in der bemannten Raumfahrt gesammelt. Seine Technologien und Erfahrungen im Bereich der Entwicklung regulierter Systeme werden auch in anderen Domänen wie der Automobilbranche eingesetzt. JAMSS hat den Trend zu agilen Entwicklungsansätzen erkannt und sich gefragt, ob und wie agile Ansätze im Safety Engineering sowie in der Qualitätsprüfung relevant bzw. hilfreich sein können. In einem dreitägigen Seminar vermittelte das Fraunhofer IESE die Grundlagen agiler Arbeit und

gab Einblicke in skalierte Agilität und in die Anwendung agiler Ansätze in regulierten Domänen. Insbesondere wurden jeweils die Herausforderungen diskutiert, die Vor- und Nachteile dargestellt und Lösungsansätze aufgezeigt. Als Fokusthema wurde die Verbindung von Safety Engineering bzw. unabhängiger Verifikation und Validation mit agilen Vorgehensweisen behandelt. Im Anschluss an das Seminar unterstützte das Fraunhofer IESE JAMSS beim Aufstellen einer Roadmap und bei der Planung einer Case Study, in der inkrementelles agiles Arbeiten sowohl im Kontext von unabhängiger Verifikation und Validierung als auch hinsichtlich Safety Engineering getestet werden kann.

*In Kundenworkshops des IESE werden aus kreativen Ideen Innovationen.*



## Gebr. Pfeiffer

Gebr. Pfeiffer liefert innovative Anlagenlösungen für Zement, Kohle, Kalk, Gips und Keramik. Bedingt durch das raue Umfeld und die verschiedenen Einsatzgebiete sind situative Wartungsarbeiten unerlässlich. Das frühzeitige Erkennen der Notwendigkeit einer Wartung/ Instandsetzung sollte daher Anlagenbetreibern als neuer cloudbasierter Dienst angeboten werden. Bei der Realisierung dieses Ziels unterstützte das Fraunhofer IESE das Unternehmen durch die Entwicklung, prototypische Umsetzung und Evaluation entsprechender Algorithmen. Im Rahmen der Kollaboration wurden verschiedene Verfahren zur Auswertung von Zeitreihendaten für unterschiedliche Mühlentypen realisiert. Zur Erkennung von Fehlerbildern wurden neben expertenbasierten auch KI-basierte Algorithmen berücksichtigt, die eine Detektion von Anomalien ermöglichen. Die Ergebnisse der Zusammenarbeit sind in den modularen GPro Service eingeflossen, in dessen Rahmen Gebr. Pfeiffer den Betreibern ihrer Anlagen innovative Funktionen in den Bereichen präventive Wartung, Mühlenschutz und Betriebsoptimierung bereitstellt.

## Mercedes-Benz AG

Die Menge an Daten, die in heutigen Fahrzeugen in Echtzeit verarbeitet werden müssen, nimmt stetig zu. Dabei werden verstärkt Komponenten eingesetzt, die ursprünglich für den Consumer-Markt entwickelt wurden. Dies führt zu heterogenen Rechenplattformen, die aus GPUs, dedizierten Beschleunigern, CPUs sowie insbesondere DRAM-Speichern bestehen. In einer Kooperation zwischen der Mercedes-Benz AG, der TU Kaiserslautern und dem

Fraunhofer IESE wurde die Auswahl konkreter Speicherbausteine für eine zukünftige Fahrzeuggeneration des Stuttgarter Unternehmens mit konkreten Messdaten unterstützt: Unter Einsatz der eigens entwickelten, hochspezialisierten Messplattform DRAMMeasure vermaß das Projektteam die Leistungsparameter unterschiedlicher möglicher LPDDR4-Speicher, um so die Grundlage für zukünftige Optimierungen zu legen.

## Stadt Ulm

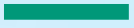
ulm.macht.zukunft. Mit zahlreichen Projekten und Aktivitäten hat sich Ulm auf den Weg zu einer »Smart City« gemacht. Die Stadt Ulm mit der Geschäftsstelle »Digitale Agenda« stellt sich im Projekt »Ulm4CleverCity« der Herausforderung, wie man eine wachsende und sich wandelnde Stadt so gestalten kann, dass Nachhaltigkeit und die Lebensqualität der

Ulmer\*innen im Mittelpunkt stehen. Das Projekt wird vom Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) und von der KfW im Rahmen des Programms »Smart Cities made in Germany« gefördert und hat das Ziel, gemeinsam mit Ulmer Bürger\*innen digitale Zukunft zu gestalten. Das Fraunhofer IESE hilft dabei kräftig mit. Das Fraunhofer IESE unterstützt im Projekt »Ulm4CleverCity« durch eine wissenschaftliche Begleitung, die u.a. eine Forschungsstandsanalyse und

die Entwicklung von Visionen und Umsetzungskonzepten umfasst. Im Rahmen des Förderprojekts »Digitale Zukunftskommune@bw« steht die Einführung einer Datenplattform im Fokus der Zusammenarbeit, die den Datenaustausch zwischen Anbietern und Konsumenten von Daten in einfacher Weise ermöglicht und eine erste städtische IoT-Datenbasis schafft. So können Daten besser genutzt und damit neue Dienste entwickelt werden. Das Fraunhofer

IESE unterstützt die Stadt Ulm bei der Einführung des »Datenhub« als technischer Ansprechpartner bei der Definition von Anforderungen, der Gestaltung von fachlichen und technischen Konzepten und der Durchführung von Qualitätsprüfungen und Abnahmetests. Durch die gemeinsame Arbeit schaffen die Stadt Ulm und das Fraunhofer IESE die Basis für die Entwicklung innovativer Lösungen für eine digitale, smarte und vor allem lebenswerte Stadt für alle Bürger\*innen.

# IESE im Überblick







## Mission

---

Angewandte Forschung für innovative Lösungen zur Gestaltung verlässlicher digitaler Ökosysteme

## Vision

---

Ein besseres Leben, Nachhaltigkeit und wirtschaftlicher Erfolg durch verlässliche digitale Ökosysteme



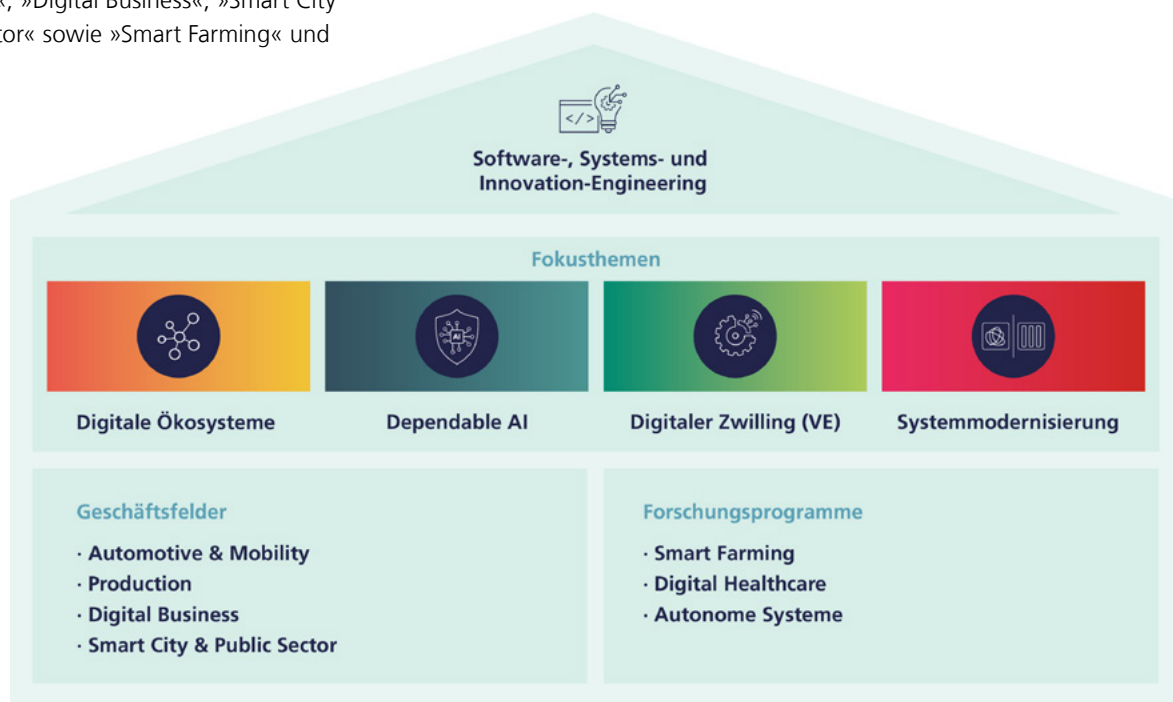
# Über das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern ist seit 25 Jahren eine der führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet des Software- und Systems-Engineerings sowie des Innovation Engineerings. Mit seiner angewandten Forschung entwickelt das Institut innovative Lösungen zur Gestaltung verlässlicher Digitaler Ökosysteme und beschleunigt damit den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfolg für seine Kunden.

Das Fraunhofer IESE unterstützt bei der Bewältigung von Herausforderungen in vielfältigen Anwendungsfeldern, mit besonderen Kompetenzen in »Automotive & Mobility«, »Production«, »Digital Business«, »Smart City & Public Sector« sowie »Smart Farming« und

»Digital Healthcare«. In über 2.000 Kundenprojekten hat das Institut Spitzenforschung in nachhaltige Unternehmenspraktiken und innovative Produkte transferiert, wobei aktuell der Fokus auf den Themen »Digitale Ökosysteme«, »Dependable AI«, »Digitaler Zwilling / Virtual Engineering« und »Systemmodernisierung« liegt.

Das Fraunhofer IESE ist eines von 75 Instituten und Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft. Zusammen gestalten sie die angewandte Forschung in Europa und weltweit wesentlich mit und tragen zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands bei.



*Alles unter einem Dach – mit Software-, Systems- und Innovation-Engineering treibt das IESE die digitale Transformation in sämtlichen Anwendungsbereichen voran!*



# Das Fraunhofer IESE macht Unternehmen fit für die digitale Zukunft!

**Mit seinen Forschungsansätzen, Lösungen und Kompetenzen unterstützt das Fraunhofer IESE Wirtschaftsunternehmen aller Branchen. Die IESE-Expert\*innen erforschen für sie und mit ihnen gemeinsam neue Technologien und Methoden. Denn Software ist der Schlüssel zu Innovation und Geschäftserfolg.**

Für einige Anwendungen verfügt das Fraunhofer IESE über besondere Domänenkompetenzen und Erfahrungen. Deshalb bündelt das Institut seine Angebote und Forschungskompetenzen in entsprechende Geschäftsfelder und Forschungsprogramme.

## **Geschäftsfelder des Fraunhofer IESE**

### **Automotive & Mobility**

In den letzten Jahren sind Fahrzeuge immer mehr zu »Computern auf Rädern« geworden, mit komplexer Software an Bord. Die Trends in Richtung höherer Automatisierungsgrad und digitale Vernetzung mit Diensten in der Automobilindustrie treiben diese Entwicklung weiter. Doch wie schaffen es Unternehmen aus dieser Domäne, dass ihre Software hochzuverlässig ist?

Das Fraunhofer IESE entwickelt innovative Lösungen des Software- und Systems-Engineerings für die Automotive- und Nutzfahrzeugbranche, auf die man sich in jeder Hinsicht verlassen kann. Seine Expert\*innen unterstützen Unternehmen bei der Umsetzung von Sicherheitskonzepten, der Entwicklung neuer Architekturen, der virtuellen Integration und Qualifizierung und der Konzeption innovativer Produkte. Messbarkeit, Transparenz und Qualität stehen dabei stets im Vordergrund.

### **Production**

Die Automatisierung in der Produktion, gepaart mit verlässlichen und hochpräzisen Anlagen, war viele Jahre lang Garant für den Erfolg der deutschen Wirtschaft. Die Digitalisierung in der Branche (Industrie 4.0) und die sich daraus ergebenden Innovationsimpulse setzen diesen Trend fort. Digitale Zwillinge ermöglichen einen einfachen und flexiblen Zugang zu Daten und Diensten und eröffnen neue Möglichkeiten der Optimierung und Flexibilisierung, bis hin zu ganz neuen Geschäftsmodellen.

Am Fraunhofer IESE wurde mit der Referenzimplementierung der Open-Source-Middleware BaSyx ein wichtiger Baustein für die Zukunft geschaffen, der es ermöglicht, Betriebe in einfacher Weise darin zu unterstützen, das Potenzial der Digitalisierung auszuschöpfen und die Teilnahme an Digitalen Ökosystemen zu ermöglichen. Zu den Anwendungsbeispielen gehören virtuelle Inbetriebnahmen, die Flexibilisierung von Abläufen oder KI-Anwendungen für Prozessüberwachung, Produktqualitätsbewertungen und Anlagenoptimierung.

## Digital Business

Der Schlüssel zur Lösung vieler Probleme und zur Optimierung bestehender Strukturen liegt in der querschnittlichen Vernetzung von Wertschöpfungsketten in Digitalen Ökosystemen. Erst hierdurch werden Informationen in einer Menge, Geschwindigkeit und Qualität verfügbar, die neue Geschäftsmodelle, aber auch Problemlösungen ermöglichen.

Digitale Ökosysteme und Plattformökonomie werden in vielfältiger Form jede Branche verändern. Plattform Business unterscheidet sich signifikant von traditionellem Geschäft und erfordert es gegebenenfalls, die eigene Positionierung und das eigene Geschäftsmodell komplett neu zu denken.

Deshalb hat das Fraunhofer IESE Methoden entwickelt, die Unternehmen maßgeschneiderte Lösungen liefern und sie auf dem Weg von der Geschäftsidee bis zur Umsetzung im Kontext bestehender Systeme unterstützen.

## Smart City & Public Sector

Die Digitalisierung im ländlichen Raum und in den Städten ist wichtig, um auch in diesen Lebensbereichen von den Möglichkeiten vernetzter Daten und Dienste zu profitieren. Digitale Plattformen ermöglichen es, Dienste für Millionen von Bürger\*innen einfach und schnell zugreifbar zu machen.

Die am Fraunhofer IESE entwickelte »Digitale-Dörfer-Plattform« zeichnet sich dadurch aus, dass sie besonders auf die Bedürfnisse im ländlichen Raum zugeschnitten ist. Für Kommunikation, Handel und Mobilität gibt es maßgeschneiderte Lösungen, die bereits viele zehntausend Nutzer\*innen haben.

In Städten und Gemeinden gibt es jedoch noch viele andere Möglichkeiten, mit IoT-Geräten (Internet of Things) verbesserte Infrastrukturen und Dienste zu bieten – etwa bei smarten Straßenlampen oder Parkdiensten.

## Forschungsprogramme des Fraunhofer IESE

### Smart Farming

Die Agrartechnik sieht sich aufgrund der wachsenden Anforderungen an Umweltschutz und Nachhaltigkeit bei begrenzten Landflächen und fossilen Ressourcen auch in Deutschland immer größeren Herausforderungen gegenüber. Um diese erfolgreich zu meistern, sind optimierte Prozesse mit hoher Effizienz unabdingbar. Wie in vielen anderen Bereichen stellt dabei auch in der Agrardomäne Software eine Schlüsseltechnologie dar. Bei modernen Farm Management Information Systems (FMIS), aber auch bei Traktoren und Maschinen

bringen softwarebasierte Innovationen entscheidende Wettbewerbsvorteile. Daten und deren intelligente Interpretation zur Automatisierung, Optimierung und Arbeitserleichterung der landwirtschaftlichen Prozesse sind ein wesentliches Element der digitalen Transformation.

Mit seinem Forschungsprogramm »Smart Farming« unterstützt das Fraunhofer IESE Unternehmen in diesem Prozess und erforscht innovative Technologien und Lösungen für Smart Farming.

### Digital Healthcare

Das Gesundheitswesen befindet sich im Umbruch und steht vor vielschichtigen Herausforderungen. Die Verknappung öffentlicher Mittel bei steigender Nachfrage nach Gesundheitsleistungen einer immer älteren Bevölkerung und die rasant fortschreitende Digitalisierung in den Unternehmen der Gesundheitsindustrie sind dabei wichtige Treiber.

Das Forschungsprogramm »Digital Healthcare« am Fraunhofer IESE unterstützt alle Akteure im Gesundheitswesen auf dem Weg, die Zukunft des Gesundheitswesens durch Digitalisierung zu gestalten. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz und digitaler Innovationen tragen wir dazu bei, die Effizienz des Systems zu steigern, die Patientenversorgung zu verbessern und gleichzeitig die Kosten im Gesundheitswesen und in der Gesundheitsindustrie zu senken oder zu rationalisieren.

### Autonome Systeme

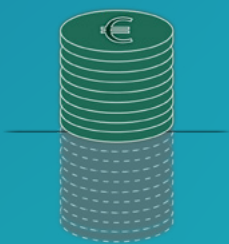
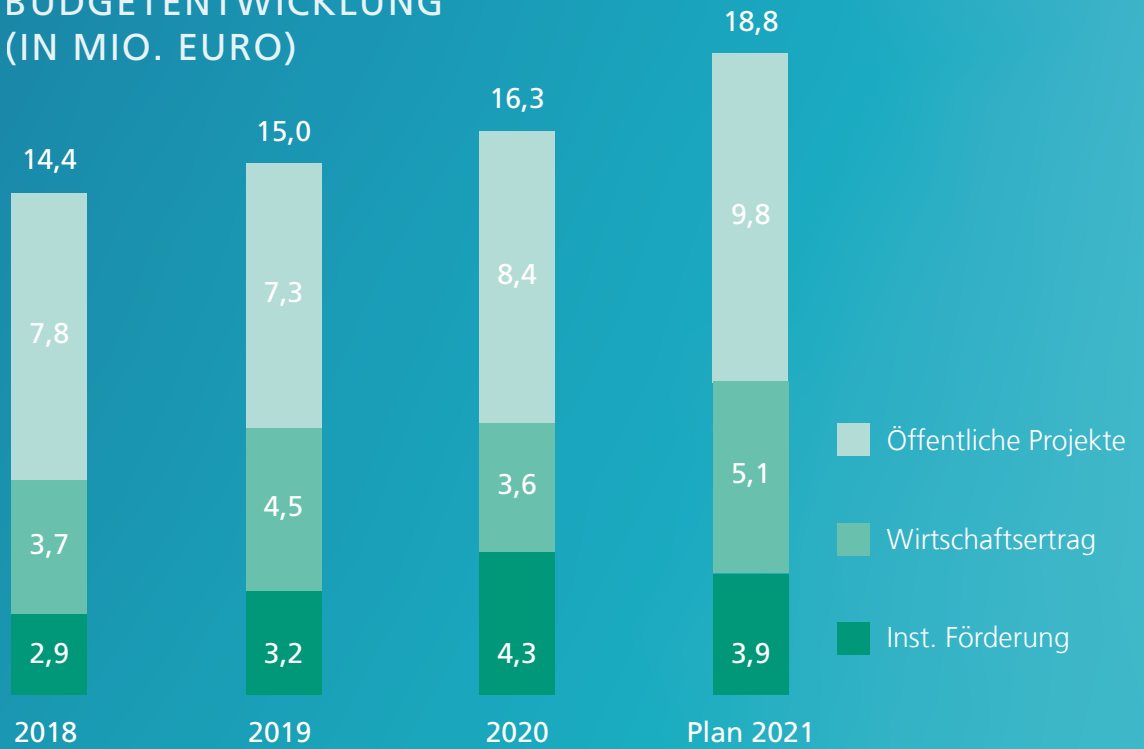
Autonome Systeme bieten enormes Potenzial, um akute ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen zu lösen. Mit Feldrobotern kann z.B. der Herbizideinsatz durch mechanisches Unkrautmanagement verringert werden. Cobots und autonome mobile Roboter (AMRs) können vielseitig in Produktion und Gesundheitswesen eingesetzt werden, um die Effizienz zu steigern und dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Robotaxis und autonom fliegende Drohnen sind weitere Beispiele für das Potenzial und die Vielfältigkeit der Anwendungsfälle.

Mit seinen Kompetenzen und seinem Netzwerk hilft das Forschungsprogramm »Autonome Systeme« des Fraunhofer IESE Zulieferern, Herstellern und Betreibern dabei, von Prototypen und Anwendungsideen zu marktreifen autonomen Produkten, verlässlichen Anwendungen/Diensten und innovativen Geschäftsmodellen zu kommen.

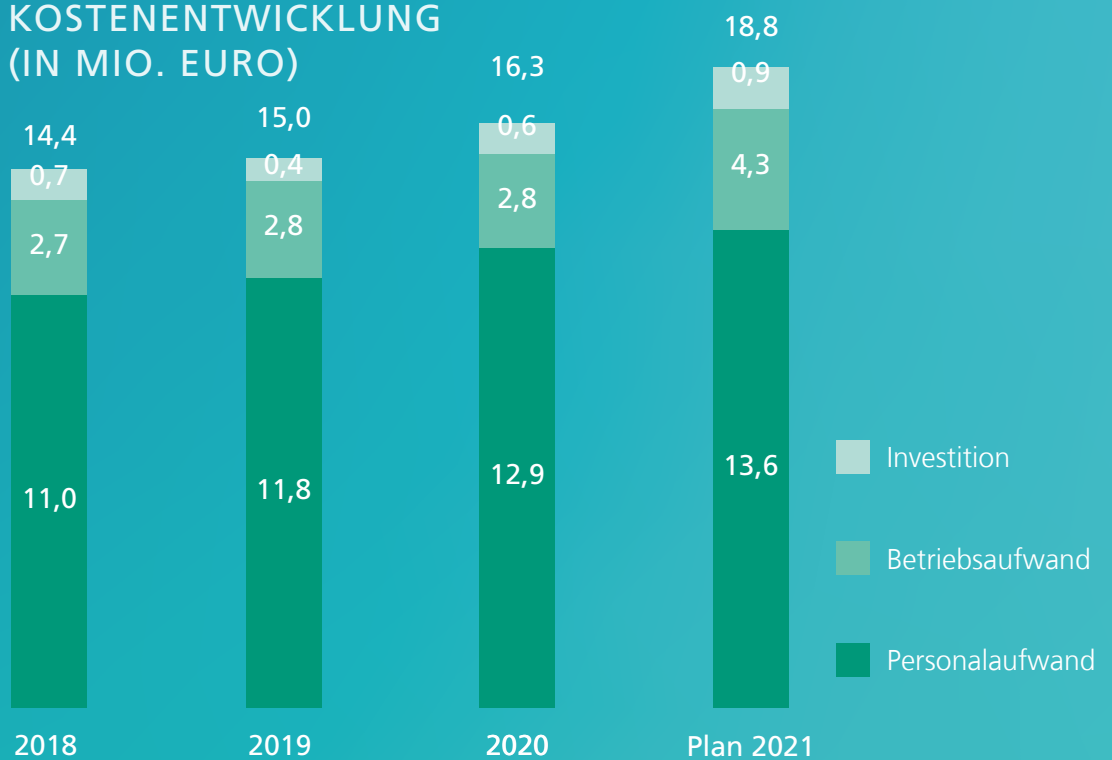
# Budget & Kostenentwicklung



## BUDGETENTWICKLUNG (IN MIO. EURO)



## KOSTENENTWICKLUNG (IN MIO. EURO)

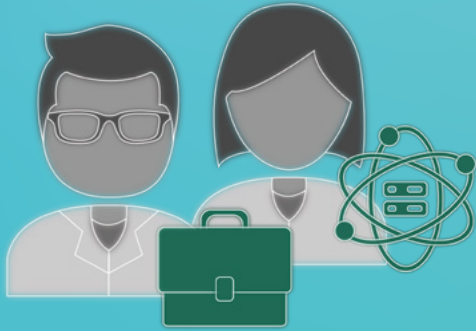




## Personal

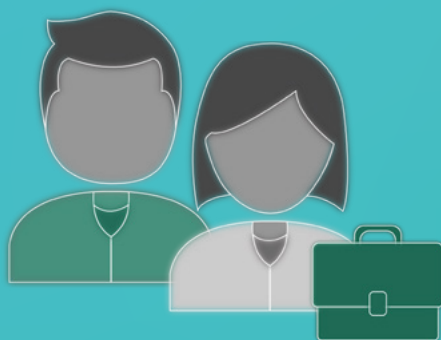
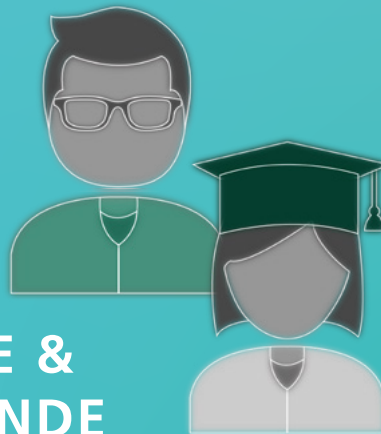
---

### PERSONAL IN KÖPFEN



**178**  
STAMMPERSONAL

**10**  
AUSZUBILDENDE &  
DUAL STUDIERENDE



**62**  
HILFSWISSEN-  
SCHAFTLER\*INNEN

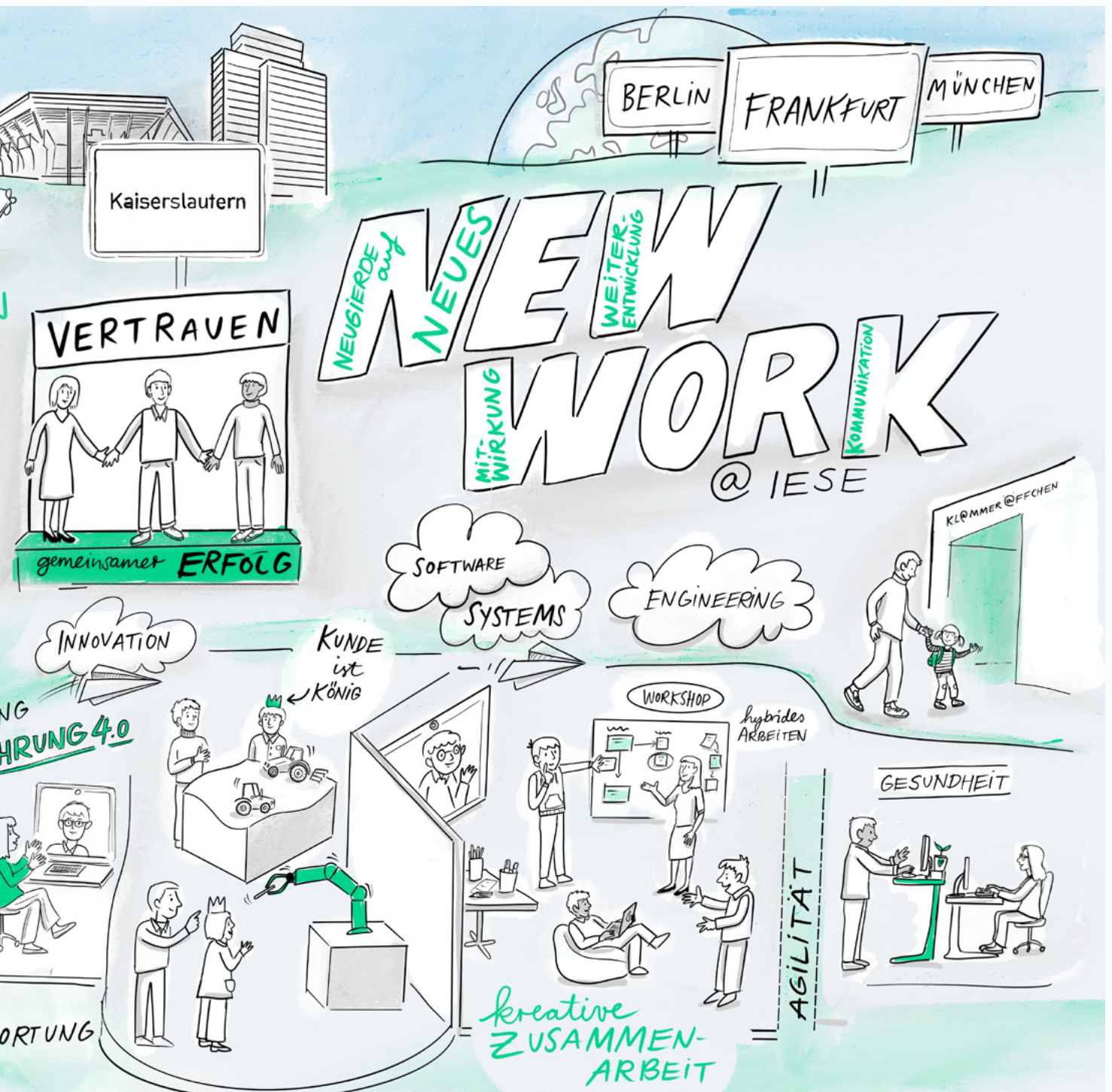
# Wir denken New Work ganzheitlich

Um als Forschungsinstitut und Arbeitgeber langfristig zukunftsfähig zu bleiben, spielt ein neues Mindset rund um die Faktoren Work-Life-Balance, flexible Arbeitsgestaltung, Eigenverantwortung der Mitarbeiter\*innen sowie kreative Zusammenarbeit eine immer stärkere Rolle.

Und so ist das auch am Fraunhofer IESE! Darum verfolgen wir einen ganzheitlichen Ansatz, denn New Work ist für uns mehr als nur mobiles Arbeiten. Für den gemeinsamen Erfolg stehen bei uns vor allem die Menschen und das gegenseitige Vertrauen im Fokus. Uns ist es wichtig, dass sich unsere Mitarbeiter\*innen dank moderner Arbeitsformen sowohl persönlich als auch beruflich frei entwickeln und entfalten können. Digitale Tools und agile Methoden ermöglichen eine effizientere Zusammenarbeit innerhalb der Teams sowie mit Kunden und Partnern. Denn genau das bildet den fruchtbaren Nährboden für eine erfolgreiche Innovation.

Wir begreifen New Work als Chance, die persönlichen Ziele unserer Mitarbeiter\*innen mit den Institutszielen noch besser in Einklang zu bringen.







# Institutsleitung



**Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer**  
Director

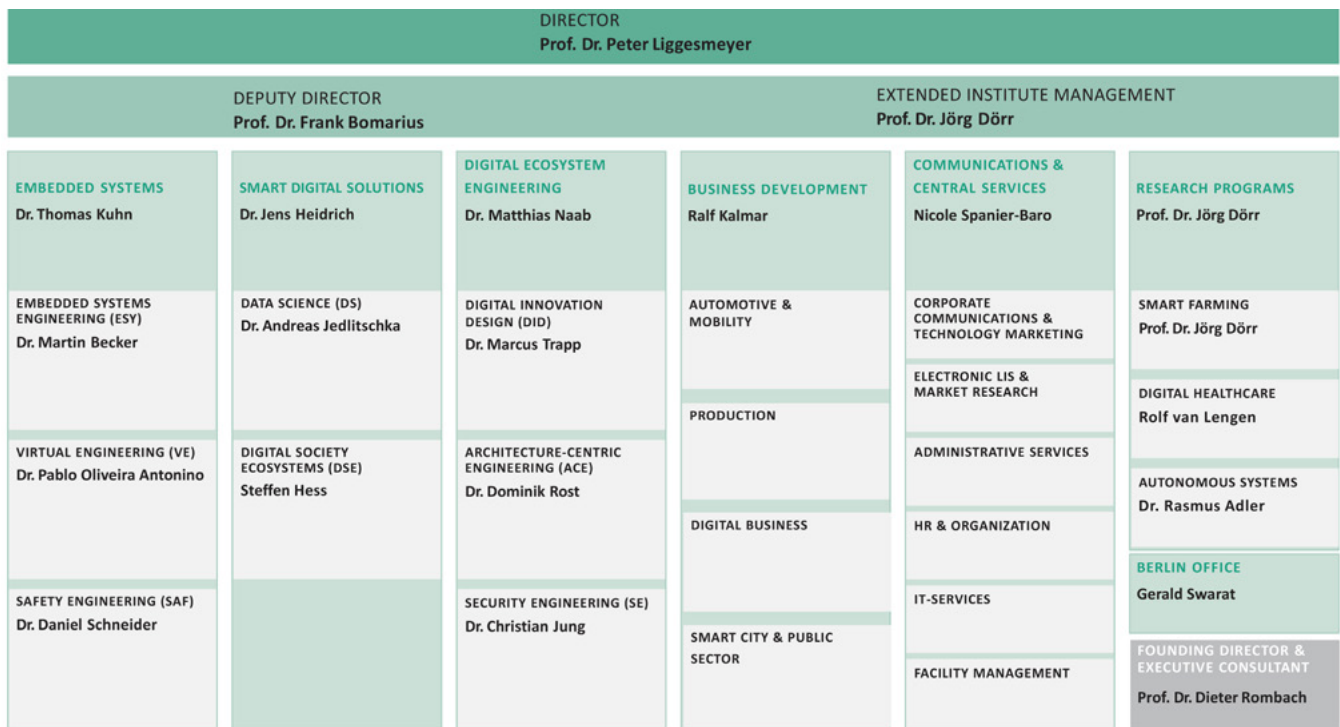


**Prof. Dr. Frank Bomarius**  
Deputy Director



**Prof. Dr.-Ing. Jörg Dörr**  
Extended Institute Management

# Organigramm



Stand Oktober 2021

## Fraunhofer-Power bündeln

Seit Anfang 2021 ist das Fraunhofer IESE Mitglied in den Fraunhofer-Allianzen Verkehr, Food Chain Management und Energie.

Die **Allianz Verkehr** hat sich zum Ziel gesetzt, durch verkehrsrelevante Forschung geeignete technische und konzeptionelle Lösungen für öffentliche und industrielle Auftraggeber zu entwickeln und in die Anwendung zu überführen. Das Fraunhofer IESE engagiert sich im Bereich Automotive & Mobility über die Themenschwerpunkte »Autonome Systeme«, »Dependable AI« und »Virtuelle Entwicklung«. Darüber hinaus bringt es Mobilitätslösungen für ländliche Räume ein.

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

Ebenso ist das Fraunhofer IESE Mitglied in der **Allianz Food Chain Management (FCM)**. Das Ziel der Fraunhofer FCM ist es, in gemeinsamer Arbeit neuartige Ansätze in der Lebensmittelsicherheit, Mikroelektronik und Logistik zu entwickeln und zu transferieren, die einfach in die gesamte Lebensmittelkette integriert werden können und eine möglichst hohe Wertschöpfung bei geringen Kosten sicherstellen. Im Themenfeld Food Chain Management liegt der Fokus darauf, Unternehmen und Betriebe in der Digitalisierung der gesamten Kette von Nahrungsmittelerzeugung, Lebensmitteltechnologie, Logistik, Verarbeitung und Handel zu unterstützen. Das Fraunhofer IESE bringt sich hier mit seinen Kompetenzen in den Feldern »Smart Farming«, »Digitale Ökosysteme«, »Industrie 4.0« und »Dependable AI« ein.

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

Vision der **Allianz Energie** ist es, Deutschland und Europa zum Innovationsführer bei der Umstellung auf ein nachhaltiges Energiesystem zu machen. Mit ihren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gestalten die Mitgliedsinstitute die Transformation zu einer wirtschaftlichen, umweltverträglichen, sicheren und gesellschaftlich akzeptierten Energieversorgung für Strom, Wärme und Mobilität. Das Fraunhofer IESE engagiert sich hier insbesondere im Forschungsfeld »Digitalisierung der Energiewelt« und bringt seine Kompetenzen rund um Softwarearchitekturen, Gestaltung Digitaler Ökosysteme, Datennutzungskontrolle, Safety und Security in die Allianz ein.

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

### Weitere ausgewählte Netzwerke

#### bitkom e.V.

Arbeitskreise: Arbeit 4.0, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Plattformen, Smart City/Smart Region, Digitale Landwirtschaft, Digital Design, Open Data/Open API  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

#### Commercial Vehicle Cluster Südwest (CVC)

[www.cvc-suedwest.com](http://www.cvc-suedwest.com)

#### DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft)

[www.dlg.org](http://www.dlg.org)

#### Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

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

#### Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

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

#### Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS | [www.vvs.fraunhofer.de](http://www.vvs.fraunhofer.de)

#### Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE)

Arbeitsgruppe System Architecture Framework | [www.gfse.de](http://www.gfse.de)

#### GI e.V. – Gesellschaft für Informatik

Verschiedene Gruppen, u.a. Vorstands-Task Force »Data Science / Data Literacy«, Fachgruppe Software-Messung und -Bewertung | [www.gi.de](http://www.gi.de)

#### ISERN – International Software Engineering Research Network | [isern.iese.de](http://isern.iese.de)

#### Plattform Industrie 4.0 | [www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de)

#### ProSTEP ivip e.V. | [www.prostep.org](http://www.prostep.org)

#### SIK – Science & Innovation Alliance Kaiserslautern

[www.science-alliance.de](http://www.science-alliance.de)

#### Softwareforen Leipzig | User Group Requirements Engineering | [www.softwareforen.de](http://www.softwareforen.de)

#### VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V. | [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

#### ZD.B (Zentrum Digitalisierung Bayern) – Plattform Digitales Landmanagement | [www.zentrum-digitalisierung.bayern](http://www.zentrum-digitalisierung.bayern)

## Kuratorium

### Wissenschaft

**Prof. Dr. John A. McDermid** | University of York, York, UK

**Linda M. Northrop** | Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA

**Prof. Dr. Arnd Poetzsch-Heffter** | Technische Universität Kaiserslautern

### Wirtschaft

**Gerd Höfner** | Siemens Healthcare Pvt. Ltd., Bangalore, Indien

**Dr. Matthias Nachtmann** | BASF SE, AP/IS, Limburgerhof

**Thomas Pilz** | Pilz GmbH & Co. KG, Ostfildern

**Dr. Ian Thomas** | OKIN Shared Services A.S., Prag, Tschechien

### Öffentliche Hand

**RDin Stefanie Nael** | Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

**Dr. Carola Zimmermann** | Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

### Privates Mitglied

**Renate Radon** | Landau

### Gast

**Christine Regitz** | SAP SE, Walldorf



*Bei der letzten Sitzung begrüßte Prof. Liggesmeyer die Mitglieder\*innen des Kuratoriums via Videokonferenz.*



## Projektförderkennzeichen

BaSys 4.2 | basys40.de  
Förderkennzeichen 01IS19022A (BMBF)

BaSys überProd  
Förderkennzeichen 01IS20094A (BMBF)

Digitale Dörfer | digitale-doerfer.de  
Förderkennzeichen 56:382 Digitale Dörfer  
(Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur  
des Landes Rheinland-Pfalz)

Digitale Zukunftskommune@bw  
Auftrag/Förderkennzeichen LZBW-2018-0006

ExamAi | testing-ai.gi.de  
Förderkennzeichen DK100.0002\_5.20 (BMAS)

Infra-Bau 4.0 | www.infra-bau.com  
Förderkennzeichen DG 25 - 836.7/12 (BMVI)

OPEN-POCT | sofort-open-poct.de  
Vorläufiger Maßnahmenbescheid, Förderkennzeichen  
84009429 (Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und  
Kultur des Landes Rheinland-Pfalz)

Smarte.Land.Regionen  
Förderkennzeichen 2818SL001 (BMEL)

Smart MaaS | smart-maas.eu  
Förderkennzeichen 01MD18014B (BMWf)

SPELL  
Förderkennzeichen 01MK21005B (BMWf)

V&V Methoden | vvm-projekt.de  
Förderkennzeichen 19A19002K (BMVI)

## Standorte



Fraunhofer-Institut für Experimentelles  
Software Engineering IESE

Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern  
Telefon +49 631 6800-0  
info@iese.fraunhofer.de

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



Fraunhofer-Institut für Experimentelles  
Software Engineering IESE –  
Kontaktbüro Berlin

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin

Ihr Ansprechpartner: Gerald Swarat  
Telefon +49 171 3344883  
berlin@iese.fraunhofer.de

## Die 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.

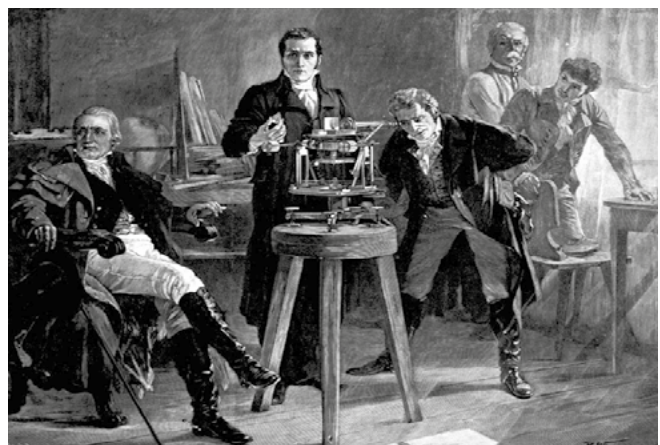
Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich 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.

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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 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 ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.



*Der Mann hinter dem Namen: Joseph von Fraunhofer*



# Impressum

## Redaktion

Dipl.-Kaufrau Claudia Reis (verantw.)  
Fabienne Bäcker, M.A.

Die Interviews führte Fabienne Bäcker.

## Lektorat und Übersetzung

Dipl.-Dolm. Sonnhild Namingha

## Layout und Satz

Julia Kirch, M.A.  
David Kurz, B.A.

## Druck

Kerker Druck GmbH, Kaiserslautern

Dieser Jahresbericht wurde klimaneutral produziert.  
Das verwendete Papier ist FCS-zertifiziert und stammt zu  
100% aus Recycling-Materialien.

## Bildquellen

Fraunhofer IESE: Julia Kirch, David Kurz

Sonstige:

S. 6: Simon Scherr | S. 10: iStock.com/shulz | S. 18: Hitachi Ltd. | S. 19: iStock.com/Ofir Peretz/Fraunhofer IESE | S. 22: Caruso GmbH | S. 23: iStock.com/Marina Denisenko | S. 24: freepik.com/faber14 | S. 29: Robert Bosch GmbH | S. 33: FibuNet GmbH | S. 37 - 38: ZF Friedrichshafen AG | S. 36 - 39: Fraunhofer IESE/5ter Stock | S. 41: iStock.com/Kosamtu | S. 42: iStock.com/RapidEye | S. 44: iStock.com/Tempura | S. 45: Fraunhofer IESE | S. 46: iStock.com/Scharfsinn86 | S. 48: iStock.com/wundervisuals | S. 49: freepik.com/pikisuperstar | S. 52: Marc Müller/Fraunhofer-Gesellschaft | S. 54: Huber/Fraunhofer-Gesellschaft | S. 56: Foto Kempf: Christian Kruppa; Foto Poetzsch-Heffter: Arnd Poetzsch-Heffter; Foto Rabe: Alexander Rabe | S. 57: Foto Dreyer: Elisa Biscotti; Foto Klöckner: Bundesregierung / Steffen Kugler; Foto Lukas: Bundesregierung / Sandra Steins | S. 60: Fraunhofer IESE | S. 62 (»Aufgelistet«): freepik.com/freepik/Fraunhofer IESE | S. 63: Fraunhofer IZI-BB | S. 69: freepik.com/katemangostar | S. 72: iStock.com/piranka | S. 80: Fraunhofer IESE | S. 83: Andreas Eitel | S. 84: Fraunhofer-Gesellschaft | S. 85: Andreas Eitel

© 2021 Fraunhofer IESE

## Ihre Ansprechpartnerin für PR und Marketing

Claudia Reis  
Teamleitung Unternehmens-  
kommunikation | Technologie-  
marketing  
Telefon +49 631 6800-0  
presse@iese.fraunhofer.de

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







# #ENGINEERING THEDIGITALFUTURE

since 96

## Kontakt

---

Fraunhofer-Institut für Experimentelles  
Software Engineering IESE

Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern

Tel. +49 631 6800-0  
info@iese.fraunhofer.de  
www.iese.fraunhofer.de

#STAYCONNECTED

