

*Warum*  
*Zukunft*  
**Digitalisierung**  
*braucht*

**AUTONOME  
SYSTEME**

»Herausforderung  
Verlässlichkeit«

**DIGITALE  
ÖKOSYSTEME**

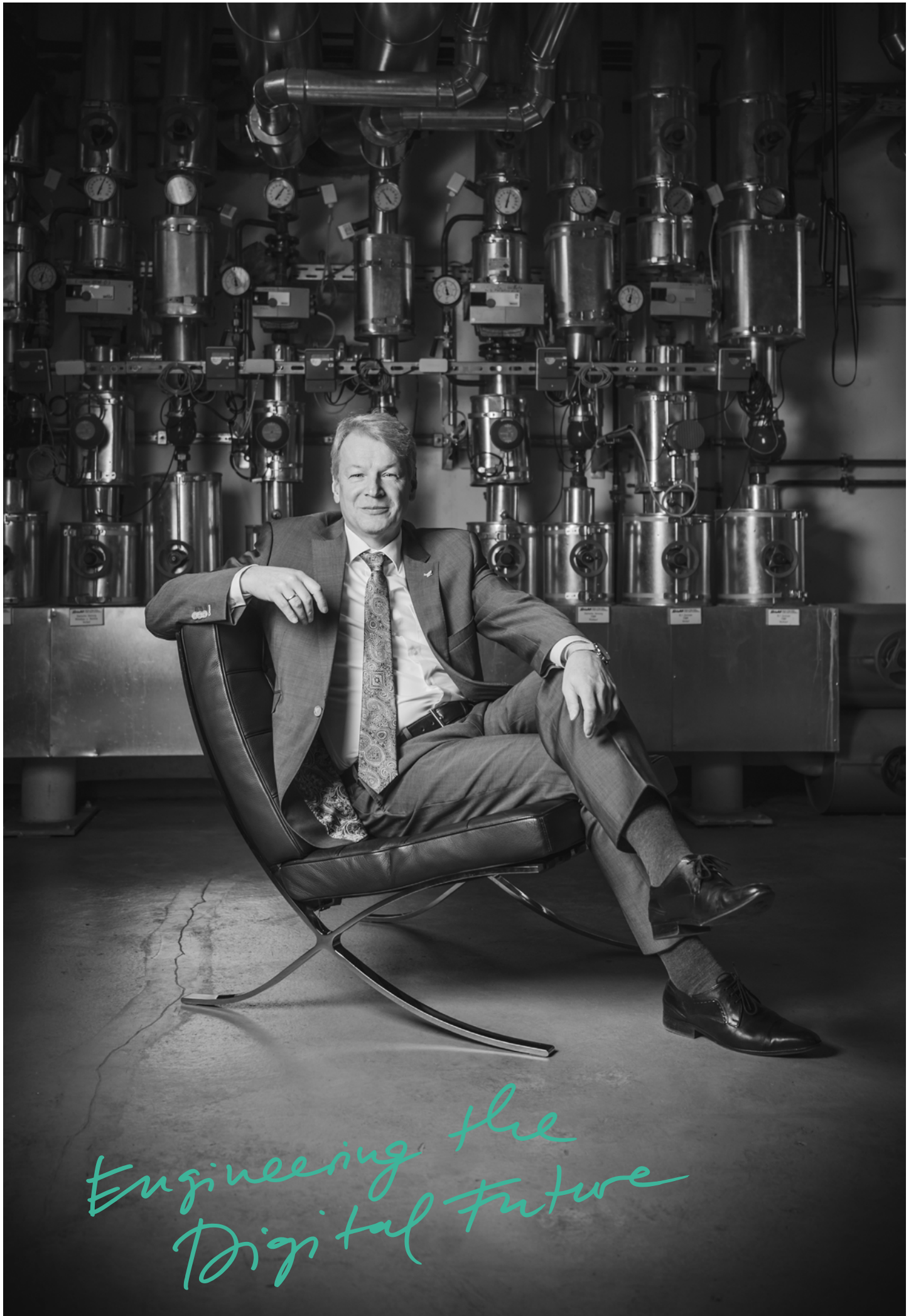
»Digitalisierung  
von Geschäfts-  
modellen«

**SMART  
FARMING**

»Hightech-Daten-  
plattform für die  
Landwirtschaft«

**INDUSTRIE  
4.0**

»Flexibilisierung  
in der Fertigung«



*Engineering the  
Digital Future*

## Liebe Leserinnen und Leser,

ich bin überzeugt, dass wir in vielen Bereichen zunehmend autonome Systeme antreffen werden. Für diese Einschätzung gibt es gute Gründe: Durch das Zusammenwachsen – die Vernetzung – von bisher getrennten Systemen entstehen so große, offene, heterogene »Systeme aus Systemen«, dass Menschen mit deren manueller Steuerung oft überfordert sein werden. Es fehlt ihnen an Übersicht oder auch an Reaktionsgeschwindigkeit. Autonomes Handeln ist aber auch erforderlich, um bestimmte Vorhaben wirtschaftlich zu realisieren. So erfordert die Grundidee von Industrie 4.0, massenindividualisierte Produkte zu produzieren, eine flexible Produktionsumgebung, die sich autonom auf geänderte Anforderungen einstellen muss. Der manuelle Umbau durch Menschen würde die massenindividualisierte Produktion wohl in den meisten Fällen wirtschaftlich unattraktiv machen. Und schließlich gibt es noch die Motivation der Komfortsteigerung: Wir benötigen autonomes Fahren nicht deshalb, weil Menschen dazu nicht in der Lage wären, sondern weil es recht angenehm wäre, Fahrzeiten für sinnvollere Tätigkeiten zu nutzen, als sich ausschließlich auf den Straßenverkehr zu konzentrieren.

Einerseits ist der zu erwartende Nutzen autonomer Systeme oft sehr hoch; andererseits sind keineswegs alle Fragestellungen im Zusammenhang mit autonomen Systemen bereits beantwortet. Es gibt ungelöste technische Herausforderungen, die z.B. den Aspekt der umfassenden Sicherheit – das heißt insbesondere das Wechselwirken von Security (Datensicherheit) und Safety (Funktionssicherheit) – betreffen. Für die gemeinsame Analyse dieser Eigenschaften gibt es kaum akzeptierte Verfahren und insbesondere

keine Standards. Auch die Verwendung von Komponenten, die Künstliche Intelligenz nutzen, wird aktuellen Standards folgend in sicherheitskritischen Anwendungsbereichen nicht empfohlen, aber natürlich werden z.B. »Machine Learning«-Techniken eine wesentliche Rolle spielen, sodass Methoden gefunden werden müssen, um derartige Verfahren auch in kritischen Anwendungen nutzen zu können. Und genau hier setzen wir mit unserer Forschung im Bereich Safety Engineering an: Mit unseren Ansätzen zum dynamischen Risikomanagement sind wir in der Lage, das Risiko zur Laufzeit zu erfassen und zu kontrollieren. Gefahrensituationen lassen sich dadurch vermeiden oder kontrolliert beherrschen.

Insgesamt müssen alle Schritte bei der Entwicklung autonomer Systeme vor dem Hintergrund der speziellen Anforderungen neu bewertet und auf den Prüfstand gestellt werden. Wir brauchen ein entsprechend angepasstes Systems Engineering. Deshalb haben wir als Software- und Systems-Engineering-Institut die Titelstory dieses Jahresberichts den autonomen Systemen gewidmet. Lernen Sie deren Chancen und Risiken kennen und erfahren Sie anhand konkreter Praxisbeispiele, wie wir unsere Kunden auf dem Weg zum autonomen System unterstützen.

Weitere Schwerpunkte setzen wir in diesem Jahresbericht auf die Digitalisierung von Geschäftsmodellen im Rahmen Digitaler Ökosysteme, auf Industrie 4.0 mit unserem Forschungsprojekt BaSys 4.2 und auf das Thema Smart Farming mit dem Fraunhofer-Leitprojekt COGNAC.

Wir wünschen Ihnen eine informative Lektüre!



Peter Liggesmeyer

# 10



Interview  
»AUTONOME SYSTEME«

EDITORIAL 3

»AUTONOME SYSTEME« 6

Autonom = alles außer Kontrolle?  
Erfolgsfaktor Systems Engineering – Interview  
V&V Methoden  
Forschungsprojekt SECREDAS  
Speicherengpass beim autonomen Fahren  
Industrieprojekt BOSCH  
Zertifizierung 4.0  
Industrieprojekt SICK

IESE IM TREND 26

Autonome Landwirtschaft im Jahr 2045?  
3 Fragen an...  
Agricultural Data Space  
Digitale Dörfer und Smarte LandRegionen  
Digitale Ökosysteme – Interview  
Tangible Ecosystem Design  
BaSys 4  
Blockchain: ja oder nein?



36

Interview  
»Digitale  
Ökosysteme«



48

Interview  
»Industrie 4.0«

## IESE HIGHLIGHTS

46

Projekt-Kickoff BaSys 4.2 – Interview  
Wirtschaftsstaatssekretärin informiert sich am IESE  
ELIV 2019  
PFAFF HACK  
IKT Konzepte PFAFF 2029  
70 Jahre Fraunhofer  
Karriere machen bei Fraunhofer  
Datenplattform für die Landwirtschaft  
Zwischenfazit der »Digitalen Dörfer«  
Smart-City-Atlas

## PROJEKTE

62

## IESE IM ÜBERBLICK

74

Mission & Vision  
Engineering the Digital Future  
Kompetenzen  
Brückenschlag von der Forschung zur Wirtschaft  
Institut in Zahlen  
Standorte  
Ausgewählte Mitgliedschaften/Allianzen/Netzwerke  
Organigramm  
Kuratorium  
Die Fraunhofer-Gesellschaft

## REFERENZEN

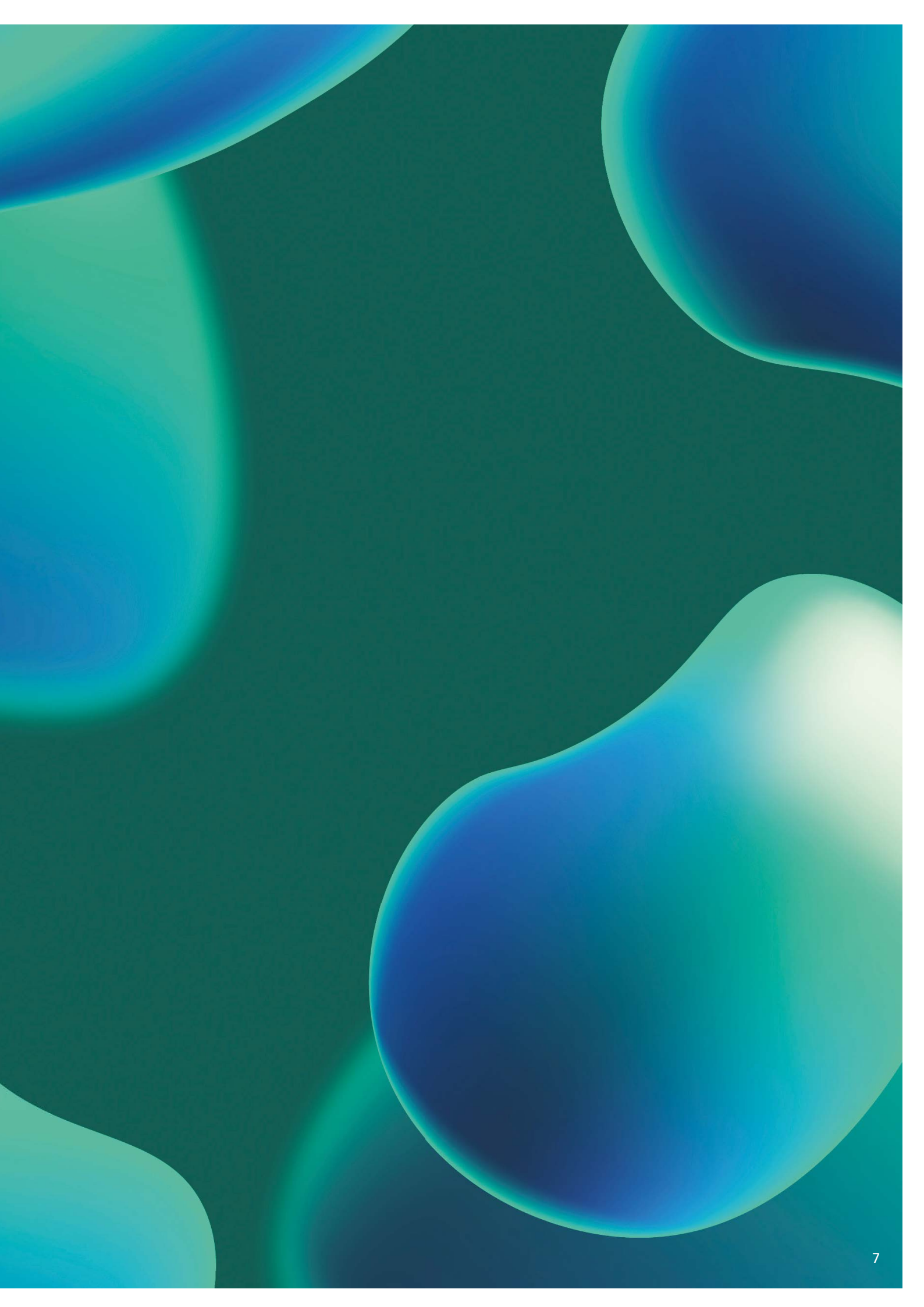
87

## IMPRESSUM

87



| Tite1story  
Autonome Systeme



# Autonom = alles außer Kontrolle?

Wie können autonome Systeme trotzdem  
verlässlich sein?

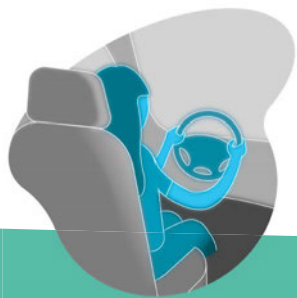
Autonomie, Automatisierung, KI... viele Begriffe tummeln sich im Kontext »autonomer Systeme«. So sprechen manche schon von autonomem Fahren, wenn das Fahrzeug bestimmte Fahraufgaben selbstständig und ohne menschlichen Eingriff übernimmt. Was verbirgt sich aber eigentlich hinter diesen Begriffen? Worauf kommt es beim Engineering solcher Systeme an und warum steht am Ende immer die Frage, wie man autonome Systeme verlässlich macht?

Zur Entwicklung eines Systems von ferngesteuert bis hin zur vollständigen Autonomie finden sich in der Literatur unterschiedliche Stufenmodelle: Die SAE (Society of Automotive Engineers) zum Beispiel teilt das automatisierte Fahren in sechs Stufen ein (siehe Grafik). Einige Fachleute unterscheiden zwischen »digitalen Assistenzsystemen«, »automatisierten Systemen« und »autonomen Systemen«, wonach ein System erst dann als autonom bezeichnet würde, wenn es ohne menschliche Steuerung oder detaillierte Programmierung ein vorgegebenes Ziel selbstständig und an die Situation angepasst erreichen kann. Autonom bedeutet aber auch eigenverantwortlich. Es geht also nicht nur darum, dass das System etwas ohne direkte oder indirekte Weisung des Menschen macht, sondern auch darum, dass der Mensch nicht die Verantwortung für die Systementscheidungen tragen und sie somit nicht überwachen muss.

## Vernetzung unterstützt Autonomie

Eine gute Entscheidungsfindung bedingt normalerweise die zeitnahe und ausreichend detaillierte Wahrnehmung der aktuellen Situation und die Vorhersage und Bewertung möglicher Zukunftsszenarien. Dabei spielt die Vernetzung eine entscheidende Rolle: Um die aktuelle Situation wahrzunehmen, ist es sinnvoll, die Sensorik und das »Wissen« anderer Systeme zu nutzen. Um die Entwicklung einer Situation schon im Vorfeld zu berücksichtigen, müssen oft auch die zukünftigen Aktionen von anderen Systemen einbezogen werden. Ein Beispiel für eine solche Kooperation ist das Truck-Platooning, welches ohne Vernetzung undenkbar wäre. Denn beim Truck-Platooning fahren die einzelnen Trucks so dicht hintereinander, dass sie wie mit einer unsichtbaren Deichsel miteinander verbunden sind. Technische Steuerungssysteme sorgen

Diese Grafik veranschaulicht das  
6-Stufenmodell der SAE  
(Society of Automotive Engineers).



### Stufe 0 | No Automation

Der Fahrer fährt eigenständig, auch wenn unterstützende Systeme (z.B. ABS oder ESP) vorhanden sind.



### Stufe 1 | Driver Assistance

Fahrerassistenzsysteme helfen bei der Fahrzeugbedienung bei Längs- oder Querverführung, u.a. ACC (Adaptive Cruise Control).

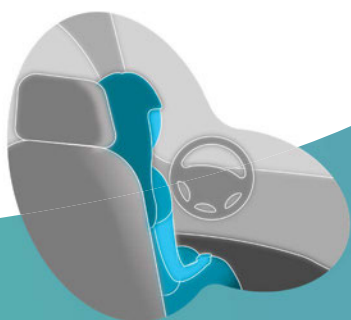


dafür, dass die Verkehrssicherheit nicht beeinträchtigt wird. Deswegen sehen wir am Fraunhofer IESE Vernetzung als notwendigen »Enabler« für Autonomie an und reden von einem geschlossenen oder einem offenen autonomen System, um klar zu machen, ob es vernetzt ist oder nicht.

### Herausforderung: Verlässlichkeit

In vielen Anwendungsfällen sind die Entscheidungen offener autonomer Systeme kritisch, da Fehlentscheidungen zu finanziellen Schäden oder sogar zu Personenschäden führen können. Dies birgt besondere Herausforderungen für die Sicherheitstechnik, denn die »Offenheit« und die »Intelligenz« widersprechen klassischen Vorgehensweisen und Grundannahmen wie dem »Festlegen der Grenzen der Maschine« und der »Vorhersagbarkeit« des Systemverhaltens.

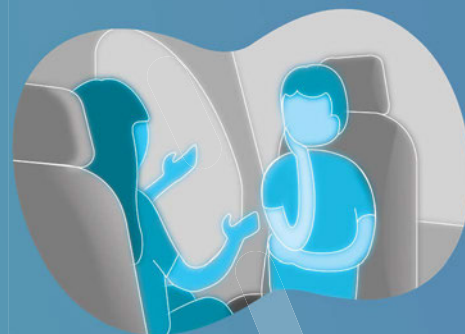
Genau hier kommen wir als Fraunhofer IESE ins Spiel: Wir bieten innovative Lösungen zur Absicherung dynamischer Systemverbünde und Künstlicher Intelligenz. Laufzeitzertifizierung mittels ConSerts, virtuelle Zertifizierung mit FERAL und dynamisches Risikomanagement sind dabei wesentliche, aber längst nicht alle unserer Kernbausteine, mit denen wir den Markteintritt von kritischen autonomen Systemen ermöglichen.



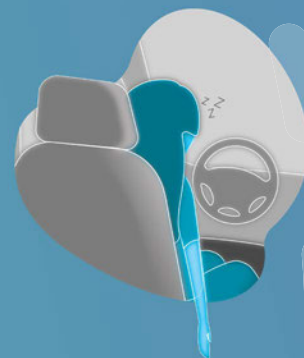
**Stufe 2 | Partial Automation**  
Ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme helfen bei der Fahrzeugbedienung bei Längs- und gleichzeitiger Querführung.



**Stufe 3 | Conditional Automation**  
Automatisiertes Fahren mit der Erwartung, dass der Fahrer auf Anforderung zum Eingreifen reagieren muss.



**Stufe 4 | High Automation**  
Automatisierte Führung des Fahrzeugs ohne die Erwartung, dass der Fahrer auf Anforderung zum Eingreifen reagiert. Ohne menschliche Reaktion steuert das Fahrzeug weiterhin automatisiert.



**Stufe 5 | Full Automation**  
Vollständig automatisiertes Fahren, bei dem die dynamische Fahraufgabe unter jeder Fahrbahn- und Umgebungsbedingung, welche auch von einem menschlichen Fahrer beherrscht wird, durchgeführt wird.

The background image shows two men from behind, sitting in the front seats of a car. They are looking towards a dashboard that features a large, glowing network diagram with nodes and connecting lines. The entire scene is bathed in a teal or cyan light, creating a high-tech, futuristic atmosphere. The network diagram is semi-transparent and overlaid on the car's interior.

# ERFOLGSFAKTOR SYSTEMS ENGINEERING

Auf was es bei der Entwicklung autonomer Systeme  
wirklich ankommt

Dazu im Interview: Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer  
und Dr.-Ing. Rasmus Adler, Programm-Manager »Autonome Systeme«

**A**utonome Systeme haben enormes Potenzial, entscheidend zur Lösung der aktuellen ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen beizutragen. Nicht nur im Bereich der Mobilität, sondern auch in der industriellen Produktion und der Landwirtschaft werden sie zukünftig eine wichtige Rolle spielen. Mit dem Programm »Autonome Systeme« will das Fraunhofer IESE an der Gestaltung und Absicherung solcher Systeme maßgeblich mitwirken.

### Prof. Liggesmeyer, welche Stufe der Autonomie haben marktreife Produkte erreicht?

**Liggesmeyer:** Wenn wir sicherheitskritische Anwendungen betrachten – etwa die Auswertung von Daten in der Medizin – so findet die finale Überprüfung von Ergebnissen durch Menschen statt, die letztendlich die Verantwortung übernehmen. Im engeren Sinne sind das keine autonomen Systeme. Natürlich gibt es sicherheitskritische Anwendungen, die ohne menschliche Eingriffe selbstständig ablaufen, z. B. die Steuerung von Produktionsstraßen oder Betriebsführungssysteme in der Bahntechnik. Aber in diesen Fällen sprechen wir nur von automatisierten Systemen. Diese Systeme besitzen ein fest eingprägtes Verhalten, in dem alle Reaktionsmöglichkeiten vorab festgelegt sind und grundsätzlich auch jederzeit überprüft werden könnten. Derartige Systeme sind aber recht unflexibel. Sie lernen nicht hinzu und können ihr Verhalten nicht selbstständig an geänderte Bedingungen anpassen. Außerhalb des sicherheitskritischen Bereiches bewegen wir uns schon mehr in Richtung Autonomie. Hier handelt es sich aber um Komfortfunktionen, bei denen ein gelegentliches Versagen toleriert werden kann, z. B. bei der Sprachsteuerung im Auto.

### Für welche Branchen und Wirtschaftszweige sind autonome Systeme besonders interessant?

**Liggesmeyer:** Mir fällt kaum ein Bereich ein, in dem der Einsatz autonomer Systeme von vornherein unattraktiv wäre. Dennoch gibt es natürlich viele Situationen, in denen autonome Systeme unnötig sind.

Wenn die beim Betrieb eines Systems auftretenden Situationen vorab bekannt sind, so braucht man selbstverständlich keine autonomen Fähigkeiten. Den Nachteilen autonomer Systeme stehen dann keine Vorteile gegenüber – in dieser Situation reicht klassische Automatisierungstechnik völlig aus. Man kann aber davon ausgehen, dass dies immer weniger der Fall sein wird, weil manche Systeme oder deren Aufgaben sich ständig verändern werden.

### Was wäre denn ein typisches Beispiel für ein System, das sich ständig verändert?

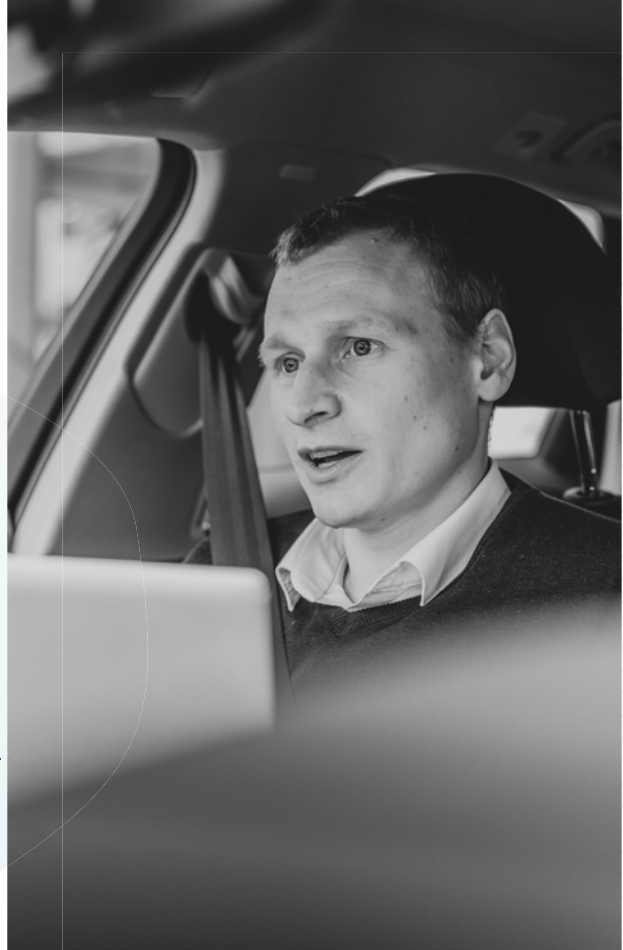
**Liggesmeyer:** Ein gutes Beispiel dafür ist das System zur Versorgung mit elektrischer Energie – das Energieverteilnetz. Neue Systemkomponenten kommen durch die Inbetriebnahme von Photovoltaik hinzu. Ob diese aber Energie liefern, hängt von dem nicht beeinflussbaren Faktor Sonneneinstrahlung ab. Trotzdem muss die Energiebilanz stimmen. Dieses System ist zu unübersichtlich, um von Menschen manuell gesteuert zu werden, und es ändert seine Struktur zu häufig, um durch klassische Automatisierungstechnik betrieben werden zu können. Hier kann nur ein geeignetes selbstlernendes, autonomes System helfen. Menschen wären mit dieser Aufgabe überfordert.

### Stichwort Mobilität – in der Regel sind wir ja nicht damit überfordert, ein Auto zu steuern. Wieso geht der Trend hin zur Automatisierung?

**Liggesmeyer:** Weil in manchen Fällen der Wunsch nach autonomen Systemen anders begründet ist. Menschen können bekanntermaßen Auto fahren; ▶

»Gutes Systems Engineering ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Entwicklung autonomer Systeme.«

Dr.-Ing. Rasmus Adler



autonomes Fahren wäre aber komfortabel. In der Landwirtschaft z.B. stehen Arbeitskräfte nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung. Hier bieten autonome Systeme die Möglichkeit, in ähnlicher Weise flexibel zu arbeiten, wie es sonst nur Menschen können. Der autonome Feldroboter kann Beikräuter von Maispflanzen unterscheiden. Ersteres wird mechanisch entfernt; letzteres punktgenau gedüngt. Dies reduziert den Herbizideinsatz und verhindert Überdüngung. Menschen könnten das auch leisten. Sie stehen aber oft nicht zur Verfügung. Derartige Szenarien untersuchen wir in dem vom IESE koordinierten Fraunhofer-Leitprojekt COGNAC.

### Wie sieht es speziell im Bereich Industrie 4.0 aus? Gibt es schon echte autonome Systeme in der Fertigung?

**Liggemeyer:** Was man derzeit bei der Produktion sehen kann, sind in erster Linie vollautomatisierte Systeme. Klar ist aber auch, dass Industrie 4.0 ohne autonome Systeme nicht erreicht werden kann. Die Produktion individueller Produkte macht es unmöglich, jedes denkbare Produkt vorab einzuplanen, sodass sich die Produktionstechnik auch auf nicht vorausgeplante Produkte einstellen können muss. Das geht nur autonom. Aktuell legen wir mit unserer Industrie-4.0-Middleware BaSyx dafür den Grundstein.

### Dr. Adler, welche Faktoren spielen eine besondere Rolle bei der Entwicklung autonomer Systeme?

**Adler:** Das Thema »Systems Engineering« spielt hier eine ganz zentrale Rolle, aber man muss es auf verschiedenen Ebenen betrachten. Einmal geht es um ein einzelnes System, zum Beispiel ein Fahrzeug, und um den Aspekt, wie Software oder Hardware zu integrieren ist. Bei autonomen Systemen ist aber die Umgebung von entscheidender Relevanz, denn die Komplexität der Umgebung wird sich in der Komplexität des Systems widerspiegeln. Man kann versuchen, die Umgebung so einfach zu gestalten, dass man für jede Situation explizit vorgeben kann, was das System machen muss. Dann bewegt man sich in Richtung Automatisierung anstatt Autonomisierung. Oder man entscheidet, dass es zu kostspielig ist, die ganze Umgebung zu kontrollieren und arbeitet mit KI-Methoden, mit deren Hilfe man auch in nicht explizit berücksichtigten Situationen souverän reagieren kann. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass autonome Systeme ihre Umgebung wahrnehmen müssen. Die Wahrnehmung eines einzelnen physikalischen Systems beschränkt sich allerdings auf seine eigene Sensorik beziehungsweise auf das, was seine Algorithmen daraus ableiten können. Diese eingeschränkte Wahrnehmung kann sich enorm ver-

größern, wenn sich physikalische Systeme vernetzen und ihr Wissen über die Umgebung teilen. Gutes Systems Engineering ist auf jeden Fall ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Entwicklung autonomer Systeme.

### Werden autonome Systeme jemals so sicher sein, dass wir uns auf sie verlassen können?

**Adler:** Das hängt von vielen Faktoren ab, die nicht alle technischer Natur sind. Generell will man Menschenleben nicht davon abhängig machen, ob sich ein autonomes System in einer bestimmten Situation »zufällig« sicher verhält. Man wird immer versuchen, alle kritischen Situationen explizit zu überprüfen, aber dazu muss man ja erst einmal alle kritischen Situationen kennen. Wenn man beispielsweise an das Autofahren denkt, ist dies leider nicht der Fall. Trotzdem kann man vieles tun, um das Risiko autonomer Fehlentscheidungen zu minimieren und möglichst genau abzuschätzen. Die Forschung ist hier schon sehr weit und noch lange nicht am Ende. Es ist schwer abzuschätzen, wie weit man kommen wird, aber es wird immer ein Restrisiko bleiben. Es stellt sich also die nicht-technische Frage, welches Restrisiko akzeptiert werden kann. Beim autonomen Fahren ist die Erwartung natürlich, dass es sicherer sein muss als das manuelle Fahren. Aktuell entstehende Normen wie die »UL 4600« oder das industrieübergreifende Whitepaper »Safety First for Automated Driving« machen hierzu keine konkreten Aussagen.

### Und wie kann man autonome Systeme zumindest sicherer machen?

**Adler:** Eine typische Strategie ist, dass man sicherheitskritische Aspekte von nicht-sicherheitskritischen Aspekten trennt. Wir können zwar das »gute«, das intendierte Verhalten eines autonomen Systems nicht vollständig spezifizieren, aber oft können wir das sicherheitskritische Verhalten trotzdem gut durch Sicherheitsfunktionen beschreiben. Der Trend geht inzwischen dahin, von etablierten, vergleichsweise einfachen Sicherheitsfunktionen Abstand zu nehmen, da diese nur eine Worst-Case-Betrachtung während der Entwicklungszeit eines Systems vornehmen. Normalerweise kommen aber in einer Situation nicht alle Worst-Case-Szenarien zusammen. Beim Platooning von LKWs zum Beispiel würde man auf diese Weise viel Potenzial verschwenden, indem die Fahrzeuge einen viel zu großen Abstand voneinander halten müssten. Hier kommt das dynamische Risikomanagement ins Spiel: Risiken werden zur Laufzeit erfasst und optimal kontrolliert. Oft ist es ausreichend, leicht abzubremesen, anstatt das ganze System abzuschalten. Man versetzt also das System in die Lage, sich des aktuellen Risikos »bewusst« zu werden und dementsprechend angepasst darauf zu reagieren. ▶



»Industrie 4.0 kann ohne autonome Systeme nicht erreicht werden.«

Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer

## Funktioniert dieses dynamische Risikomanagement auch ohne die vollständige Vernetzung der Systeme?

**Adler:** Im Prinzip schon. Ohne Vernetzung hat das System nur weniger Informationen zur Verfügung, um das aktuelle Risiko richtig abzuschätzen. Außerdem kann es das Verhalten der anderen Systeme nicht beeinflussen, um das Risiko zu kontrollieren. Im Kontext von Warnsystemen und einfachen Assistenzsystemen gibt es sogar heute schon standardisierte Maße, beispielsweise die »Time-to-Collision«, um das Risiko eines Auffahrunfalls zu messen. Für hochautomatisiertes oder gar autonomes Fahren ist das aber nicht ausreichend. Wir verfolgen hier einen mehrschichtigen Ansatz, bei dem das Risiko bezüglich unterschiedlicher Zeithorizonte gemessen und kontrolliert wird. So werden Gefahrensituationen nicht nur beherrscht, sondern auch konstruktiv vermieden.

## Und wie unterstützen Sie als Fraunhofer IESE auf dem Weg zum autonomen System?

**Liggismeyer:** Zunächst einmal bieten wir unseren Kunden Kreativitätsworkshops, um mit ihnen gemeinsam alle Aspekte der Situation zu beleuchten: Was ist der Nutzen der autonomen Lösung? Wie sehen die Geschäftsmodelle dazu aus und wie sieht der Weg vom aktuellen System zur angestrebten Lösung aus? Hauptsächlich aber helfen wir unseren Kunden



Im autonomen Fahrzeug wird das mobile Arbeiten Realität.

beim Engineering der autonomen Systeme. Wir bieten sehr leistungsfähige Verfahren zur Modellierung und Simulation der Systeme und ihrer Umgebung an. Wir sind aber auch bereit, die Modellierung und die darauf aufsetzenden Analysen für unsere Kunden durchzuführen. Das gilt insbesondere für das Safety und Security Engineering. Neben Modellierungs- und Analysewerkzeugen liefern wir auch ganz konkrete technische Lösungen, z. B. MYDATA Control Technologies für die Datennutzungskontrolle oder BaSyx als Industrie-4.0-Lösung. ■

*Das Interview führte Claudia Reis, Pressereferentin beim Fraunhofer IESE.*

# V&V Methoden

## Projekt zur Verifikation und Validierung autonomer Systeme

Das hochautomatisierte Fahren stellt neue Herausforderungen an Entwickler und braucht neue Methoden für Sicherheitsnachweise. Das BMWi-geförderte Flaggschiff-Projekt »V&V Methoden« zur Verifikation und Validierung autonomer Systeme hat das Ziel, einen methodischen Ansatz für den Sicherheitsnachweis hochautomatisierter und autonomer Fahrzeuge (SAE-Level 4/5) zur Freigabe im urbanen Umfeld zu entwickeln.

### Sicherheit für hochautomatisierte Fahrfunktionen

»V&V Methoden« ist ein Projekt der VDA-Leitinitiative »Autonomes und vernetztes Fahren«. Es knüpft an die Ergebnisse des Projekts PEGASUSan, welches die Absicherung von Level-3- Fahrfunktionen im Betriebsbereich »Deutsche Autobahn« untersuchte. Somit kann es als dessen Nachfolger bezeichnet werden. Neben der OEM-/Tier1-übergreifenden Definition für den »Stand der Technik« für die Absicherung hochautomatisierter Fahrfunktionen soll eine umfassende Grundlage für Gesetzesdiskussion und Standardisierung geschaffen werden.

### Die Straßenkreuzung als Schlüsselstelle

Als übergreifenden Anwendungsfall betrachtet das Projekt die urbane Kreuzung in allen Facetten, die für die systematische Führung eines Sicherheitsnachweises relevant sind. Der Grund dafür ist, dass die wesentlichen Herausforderungen des hochautomatisierten Fahrens an einer urbanen Kreuzung zusammenfließen. Die Komplexität von querendem und abbiegendem Verkehr, die Wirkung von Lichtsignalanlagen sowie die Beachtung von Fußgängern kann wesentliche Aspekte eines methodischen Herangehens unterlagern.

### Rolle des Fraunhofer IESE in zwei Teilprojekten

Das Fraunhofer IESE bringt in »V&V Methoden« seine Expertise in den beiden Teilprojekten TP3 »Sicherheitsanalyse und funktionale Architektur« und TP4 »Regelwerk System- und Testanforderungen« ein. In TP3 wird erarbeitet, wie ein durchgängiger Sicherheitsnachweis auf Basis von Modellen des autonomen Systems und seiner Umwelt systematisch erzeugt werden kann. Dabei spielen insbesondere die funktionale Spezifikation eines sicheren Sollverhaltens und die Argumentation für die vollständige Erfassung und Analyse der sicherheitskritischen Situationen eine wichtige Rolle. Das IESE wird hier auf den Forschungsarbeiten zu den Themen »Digital Dependability Identities« (H2020-Projekt DEIS) und »Dynamisches Risikomanagement« (DRM) aufbauen.

### Konzeption von Validierungstestfällen im zweiten Teilprojekt

Das auf den Ergebnissen von TP3 aufbauende TP4 hat zum Ziel, einen vollständigen Satz von Validierungstestfällen abzuleiten, die auf konkrete Systemkomponenten wie Sensoren, Regler oder Steuergeräte angewendet werden können. Auch Entscheidungskriterien, ob und welche dieser Tests in der Simulation, auf dem Prüfgelände oder im Realverkehr durchgeführt werden müssen, werden erarbeitet. Letztlich sind alle methodischen Bestandteile, die in »V&V Methoden« unter Beteiligung des Fraunhofer IESE entwickelt werden, darauf ausgerichtet, hochautomatisierte Fahrfunktionen zukünftig sicher in den Verkehr zu bringen.

# Forschungsprojekt SECREDAS

## Mehr Sicherheit beim autonomen Fahren

Autos autonom fahren lassen? Den im Auto verbauten Sensoren erlauben, Daten über den aktuellen Gesundheitszustand des Fahrers zu sammeln? Die meisten Menschen sind hier sehr zögerlich. Im Projekt SECREDAS erhöht ein Forscherkonsortium, darunter das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, die Sicherheit solcher Systeme – um auf diesem Weg das allgemeine Vertrauen in die Technik zu stärken.

Bei der Akzeptanz neuer Technologien wie selbstfahrender Autos ist noch viel Überzeugungsarbeit zu leisten: Menschlichen Fahrern traut man üblicherweise bessere Entscheidungen im Straßenverkehr zu als einer Software. Das Vertrauen in solche vernetzten automatisierten Systeme in Mobilität und Medizin zu stärken – sei es in puncto Sicherheit oder hinsichtlich des Datenschutzes – und europäische Erstausrüster wettbewerbsfähig zu halten, hat sich das Konsortium des Projekts »Product security for cross domain reliable dependable automated systems SECREDAS« zum Ziel gesetzt. Insgesamt 69 Partner aus 16 europäischen Ländern beteiligen sich an dem Projekt, darunter auch das Fraunhofer IESE. Die EU finanziert das Projekt mit rund 15 Millionen Euro; das Gesamtvolumen des Projekts beträgt 51,6 Millionen Euro.

### Sicherheit selbstfahrender Autos erhöhen

Bei autonom fahrenden Autos spielen neuronale Netze bei der Steuerung und Situationserkennung eine immer größere Rolle. Ist die Ampel rot? Kreuzt ein anderes Fahrzeug den geplanten Fahrweg? Die Schwierigkeit dabei: Auf welche Art und Weise die neuronalen Netze ihre Entscheidungen treffen, lässt sich nicht bis ins Detail nachvollziehen. »Wir entwickeln daher einen Safety Supervisor, der die Entscheidungen des neuronalen Netzes live überwacht, sodass auf Basis dieser Bewertungen notfalls regulierend eingegriffen werden kann«, sagt Mohammed Naveed Akram, Wissenschaftler am Fraunhofer IESE. »Dieser Supervisor basiert auf Algorithmen, die sich

klassische Ansätze zunutze machen. Über diese erfassen wir nicht die Gesamtsituation wie die neuronalen Netze, sondern kritische Eckpunkte. Im Rahmen des SECREDAS-Projekts beschäftigen wir uns vor allem mit der Frage nach geeigneten Metriken; die Einleitung geeigneter Gegenmaßnahmen zur Kontrolle des Risikos ist Gegenstand weiterführender Arbeiten.«

Wie das genau vonstattengeht, lässt sich am besten an einem Beispiel erklären, etwa an einer Kreuzung. Das neuronale Netz ist darauf ausgelegt, die Gesamtsituation zu erfassen: Welche Vorfahrtregeln gelten, ist die Ampel rot oder grün, befinden sich Fußgänger innerhalb des Gefahrenbereichs, kreuzen andere Autos den geplanten zukünftigen Fahrweg? Dies können die Algorithmen des Safety Supervisors zwar nicht, doch setzen sie stattdessen auf bestimmte Metriken. Solche wären beispielsweise die »General-Time-To-Collision (GTTC)«, also die Zeit bis zu einem Zusammenprall unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Trajektorie, oder die »Worst Case Impact Speed«-Metrik zur Beurteilung der Schadensschwere auf Basis der voraussichtlichen Kollisionsgeschwindigkeit. Steuert das Auto nun auf einen anderen Verkehrsteilnehmer zu, welcher dem neuronalen Netz entgangen sein sollte, erkennen die Algorithmen des Safety Supervisors, dass der Abstand zu den anderen Verkehrsteilnehmern in gefährlichem Maße schrumpft. Sie können das Kommando übernehmen und bremsen das Auto, falls die autonome Steuerung versagt. »Wir haben verschiedene Metriken untersucht: Wie gut können wir über diese die aktuelle Gefahrenlage bewerten?« sagt Akram. In einer Simulation haben



die Forscherinnen und Forscher die Tauglichkeit dieser Metriken für verschiedene Gefahrensituationen evaluiert. Das Ergebnis kann sich sehen lassen. »Der Ansatz, die neuronalen Netze über klassische Ansätze jederzeit und live zu überprüfen, kann zusammen mit einem dynamischen Risikomanagement die Sicherheit deutlich erhöhen«, fasst Akram zusammen.

### Mehr Datenschutz oder mehr Service?

Hat ein anderer Fahrer das Auto genutzt, heißt es vielfach: Sitz und Spiegel wieder passend einstellen, die eigene Lieblingsmusik heraussuchen, die persönlichen Lieblingsorte im Navigationssystem eintragen und ähnliches – erst dann kann es losgehen. Zwar ist es möglich und praktisch, solche Angaben abzuspeichern, sodass automatisch alle Einstellungen passen. Doch während einige Menschen dies gerne nutzen, scheuen andere aus Gründen des Datenschutzes davor zurück. Noch heikler wird es, wenn das Auto auch medizinische Daten erfasst, etwa den Blutzuckerspiegel oder die Herzfrequenz – um im Bedarfsfall eine entsprechende Warnung an den Fahrer auszugeben oder Hilfe zu holen. Denn für den Nutzer ist bisher kaum nachzuvollziehen, ob die Daten im Auto bleiben oder in einer Cloud verarbeitet werden. »Eine One-fits-all-Lösung ist hier daher kaum eine Lösung«, sagt Arghavan Hosseinzadeh da Silva, Software-Entwicklerin am Fraunhofer IESE. »Generell gilt: Je mehr Daten man freigibt, desto mehr Service erhält man. Wie viele Daten jemand in welchem Fall freigeben möchte, ist von Mensch zu Mensch jedoch sehr unterschiedlich.«

Unter dem Namen »IND<sup>2</sup>UCE« (Produktname: MYDATA Control Technologies) entwickeln die Forscherinnen und Forscher daher ein Framework, über das sich die Nutzung aller persönlichen Einstellungen je nach Situation und Belieben einschränken lässt. Man möchte die WhatsApp-Nachrichten gerne auf dem Display des Autos angezeigt bekommen – es sei denn, man ist nicht alleine im Auto? Im Mietauto sollen die gleichen Kontakte und Playlists angezeigt werden wie im eigenen Fahrzeug und Sitz, Lenkrad und Spiegel direkt passend eingestellt sein? Die Gesundheitsdaten, etwa die Messung der Herzfrequenz, sollen im Auto verbleiben und nicht an eine Cloud geschickt werden – es sei denn, es ist dringende Hilfe geboten, die dann automatisch herbeigerufen werden soll, etwa nach einem Unfall? Solche Dinge soll der Nutzer künftig über eine App selbst einstellen können, und diese Privacy-Vorgaben werden per

Smartphone in jedes Fahrzeug übertragen, das der Anwender gerade nutzt, egal ob Dienstwagen, Mietfahrzeug oder Privatwagen.

Die erforderlichen Framework-Komponenten dazu werden ins Auto integriert. Eine Anfrage – beispielsweise, ob die Daten über die Herzfrequenz des Nutzers an die Cloud gesendet werden dürfen – läuft zunächst über den »Policy Decision Point PDP«. Dieser prüft, ob sie zulässig ist. Falls ja, sendet der PDP eine Freigabe an das »Enforcement« oder aber gibt diesem die Information, welche Daten vor dem Verschicken zu löschen oder zu anonymisieren sind. Im Rahmen von SECREDAS wollen die IESE-Forscherinnen und -Forscher einen Prototypen für das Framework entwickeln, der Ende 2020 fertig sein soll. Langfristig möchte das SECREDAS-Konsortium einen Standard für Datennutzungskontrolle im Auto etablieren, der möglichst von allen Autoherstellern übernommen werden soll, um die informationelle Selbstbestimmung der Fahrzeugnutzer zu ermöglichen.



Weitere Infos zum Projekt:  
[www.secredas.eu](http://www.secredas.eu)



### Safety Supervisor

Der Safety Supervisor ist eine Softwarekomponente, die neben der eigentlichen Funktion ausgeführt wird und Entscheidungen derselben auf deren Sicherheit hin überwacht. Die Grundidee des Safety Supervisors ist das dynamische Risikomanagement (DRM), das Systemen die Fähigkeit gibt, ihr Risiko zur Laufzeit selbstständig zu bewerten und zu managen. Dadurch wird es möglich, mit Unsicherheiten umzugehen, welche durch die große Komplexität der Systeme und ihres Kontexts bedingt sind. Ohne adäquate Laufzeitansätze führt dies entweder zu unsicheren Systemen oder zu Worst-Case-Abschätzungen, welche die Performanz deutlich einschränken oder gewisse Anwendungen gar unmöglich machen. In den letzten Jahren wurden in zahlreichen bilateralen Projekten mit Industriepartnern solche Teilkonzepte des Ansatzes für konkrete Anwendungen der Domänen Automotive sowie Agricultural und Industrial Automation erfolgreich umgesetzt.

# Speicherengpass beim autonomen Fahren

Wissenschaftliches Projekt will Forschungslücke schließen

Assistenzsysteme, Domain Controller, hoch automatisierte Fahrfunktionen, neuronale Netze und Cloud-basierte Dienste – all diese neuen Anwendungen stellen die Automobilindustrie vor große Herausforderungen. Der Kommunikationsbedarf steigt ebenso wie die Anforderungen an Rechenpower, Speicherlatenz und Speicherbandbreite. Letztere wird oft vernachlässigt. Das Thema »Speicher« wird beim autonomen Fahren als einfach lösbar angenommen, ist es aber nicht!

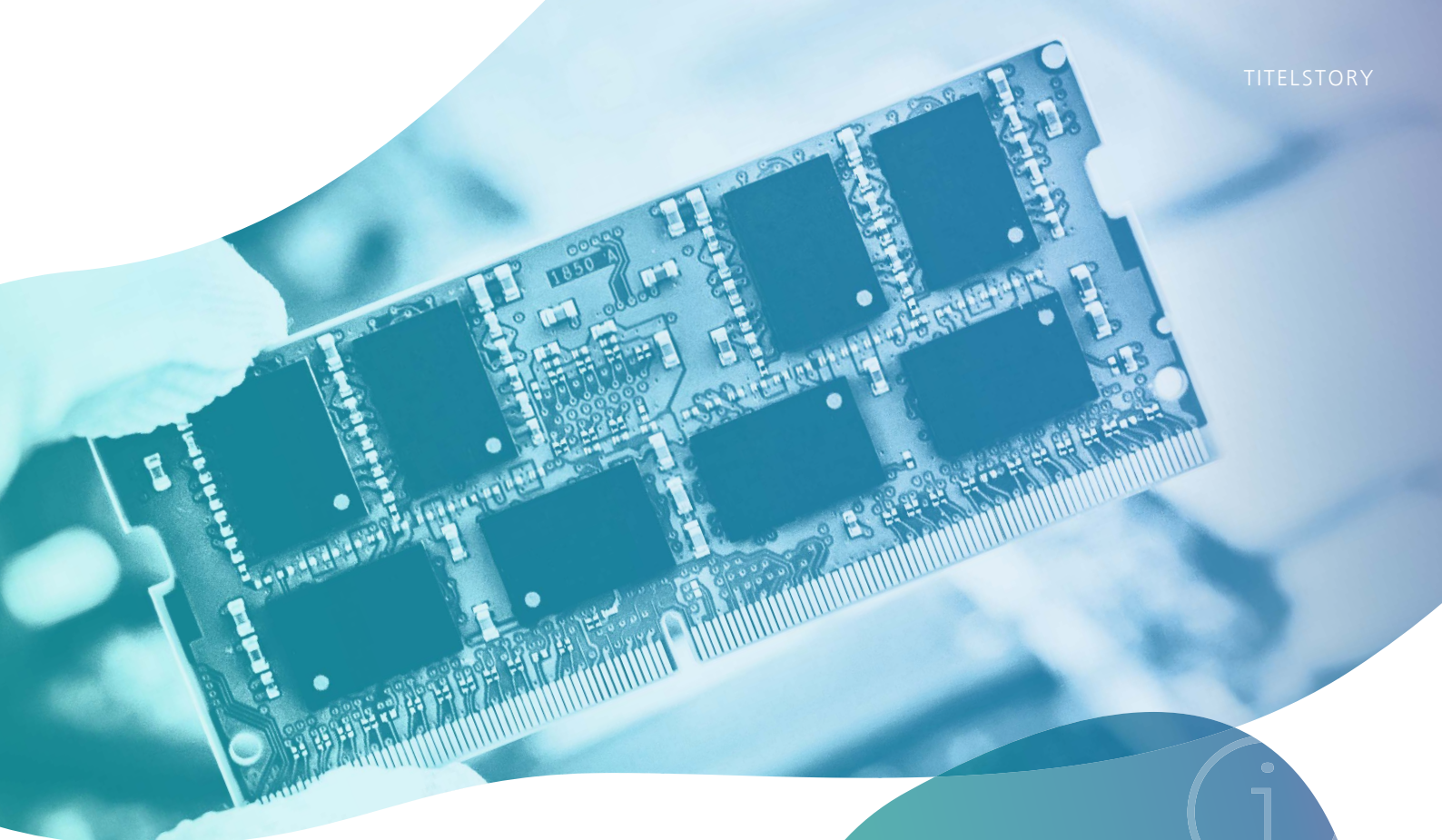
Ähnlich wie man sich bei der Rechenleistung aus der klassischen IT bedient, müsste dies doch auch beim Speicher funktionieren. Weit gefehlt! Die Anforderungen an die Verarbeitung von Sensordaten aus vielen Kanälen sind sehr hoch, nicht nur, was das Volumen betrifft, sondern auch, wenn es um garantierte Latenz und Bandbreite geht. Was viele nicht wissen: Auch wenn Speicherbausteine wie DRAMs (Dynamic Random Access Memories) eine angegebene maximale Bandbreite haben, liegt diese durch das komplexe Protokoll in der Praxis oft weit darunter. Die Speicherzellen, die sehr temperaturempfindlich sind, müssen zudem regelmäßig aufgefrischt werden (Refresh), was bei hohen Temperaturen im Automobilbereich zu einem weiteren Einbruch der Bandbreite und einer Erhöhung der Latenz führt. Diese Eigenschaften machen es sehr schwierig, DRAMs in sicherheitskritischen Anwendungen einzusetzen. Speicherhersteller wie Micron beziffern den Bedarf an Speicherbandbreite für Autonomie-Level 4-5 mit 400-1024 GB pro Sekunde. Dazu kommen die wach-

senden Anforderungen an die Speichergröße, für die Daimler bei Premium-Fahrzeugen mehr als 50 GB DRAM im Jahr 2025 vorhersagt.

## Ansätze zur Behebung des Speicherproblems beim autonomen Fahren

Das Fraunhofer IESE forscht mit Partnern der TU Kaiserslautern seit einigen Jahren im Leistungszentrum »Simulations- und Software-basierte Innovation« an Lösungen für optimierte Speichersysteme und Speichercontroller, welche optimal an spezielle Anwendungen angepasst sind – ein Szenario, das sich sehr gut auf hochperformante Sensordatenanalyse und Anwendungen des maschinellen Lernens, z.B. die Inferenz von neuronalen Netzen, abbilden lässt.

In den letzten Jahren wurden viele neue DRAMs vorgestellt (z.B. DDR4, LPDDR4, GDDR6, Wide I/O, HMB2). Es ist jedoch noch nicht klar, wie diese Speichermodule im Automobilbereich in Bezug auf Bandbreite,



Latenz, Leistung, Temperatur, Zuverlässigkeit und Sicherheit eingesetzt werden können. Die wissenschaftliche DRAM-Forschung konzentriert sich bisher vor allem auf mobile Geräte und große Rechenzentren.

Diese Anwendungen haben völlig andere Anforderungsprofile als sicherheitskritische Anwendungen im Automobilbereich. Mit dem trilateralen Forschungsprojekt »Memtonomy« (Optimizing Memory for Advanced Driver Assistance Systems and Autonomous Driving) der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) und der Fraunhofer-Gesellschaft versuchen das Fraunhofer IESE, die TU Kaiserslautern und die Robert Bosch GmbH, diese Forschungslücke zu schließen.



**Weitere Infos zum Projekt:**  
<http://s.fhg.de/memo>

## FRAUNHOFER IESE: EXPERTE BEIM THEMA SPEICHER UND AUTONOMES FAHREN

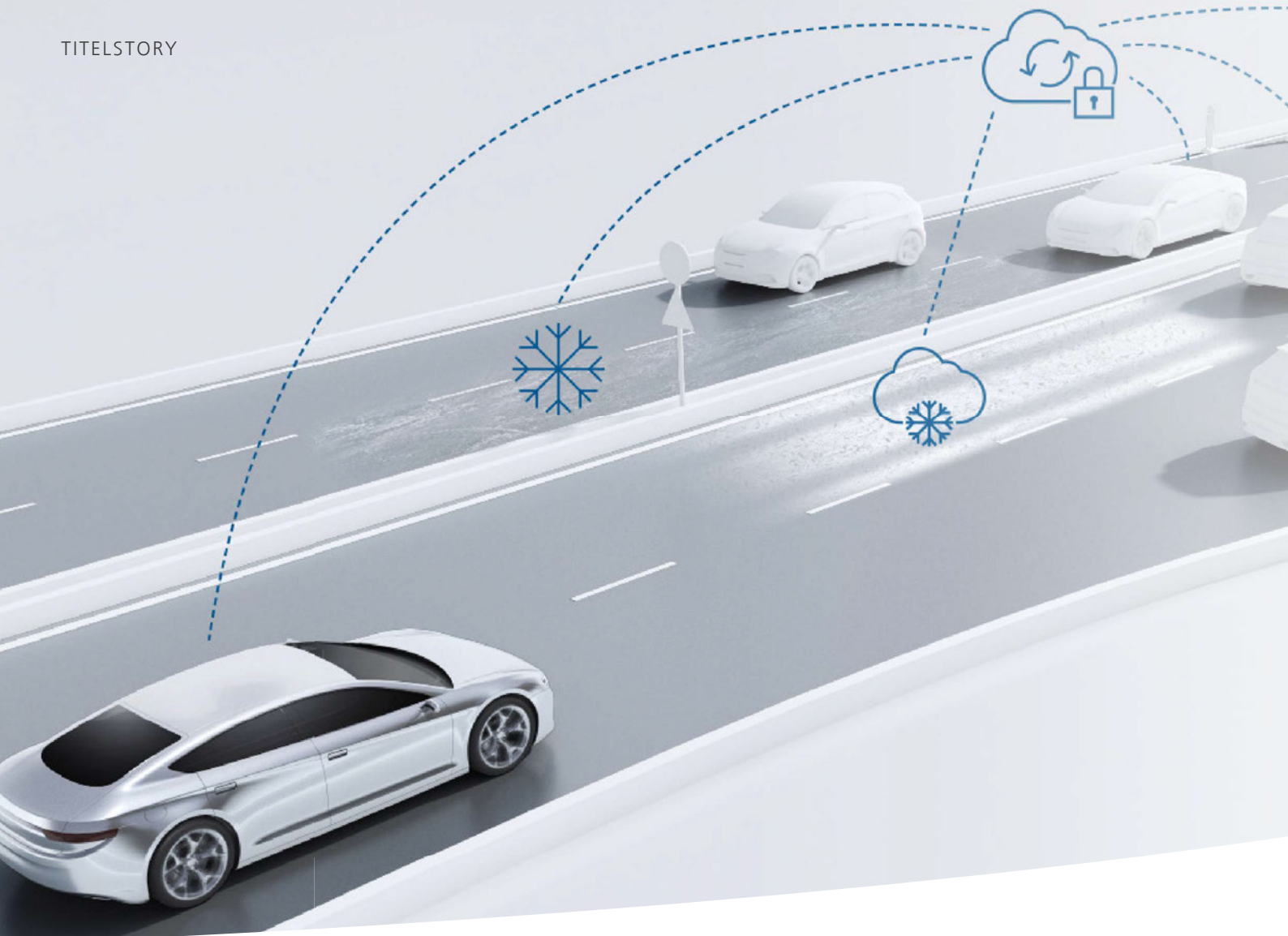
Zu den Leistungen, die das Fraunhofer IESE bereits heute Automobilherstellern und -zulieferern anbietet, gehören das Vermessen und die Auswahl geeigneter Speichertechnologien, die Entwicklung hochoptimierter, anwendungsspezifischer Speichercontroller und die hardwarenahe Simulation von Leistungsparametern mit den Werkzeugen DRAMSys und DRAMMeasure sowie dem hauseigenen Simulationsframework FERAL.



## FERAL simuliert und testet kritische Situationen von autonomen Systemen

Systeme, die sicherheitsrelevante Entscheidungen auch automatisiert treffen und von denen im Extremfall Menschenleben abhängen, müssen besonders abgesichert und getestet werden. FERAL von Fraunhofer IESE ist eine Simulationsplattform mit unterschiedlichen Bausteinen. Diese ermöglichen es, auch komplexe, heterogene

Szenarien in ein Prüfzenario zu integrieren und gezielt Eigenschaften im geschützten virtuellen Raum mithilfe Digitaler Zwillinge zu überprüfen. Ein relevantes Anwendungsbeispiel ist das autonome Fahren: Aufgrund der erhöhten Komplexität eines autonomen Fahrzeugs stoßen dabei klassische Validierungstechniken schnell an ihre Grenzen und es werden innovative Simulationen benötigt, da diese im Gegensatz zu Feldtests kritische Situationen gehäuft auftreten lassen können.



# Industrieprojekt Bosch

## Safety-Betrachtungen eines Cloud-Dienstes für automatisiertes Fahren

In Zukunft wird das automatisierte Fahren zunehmend durch Cloud-Dienste unterstützt: Die Sensorik eines Fahrzeugs hat nur eine begrenzte Reichweite und ist teuer, weshalb zukünftig Fahrzeuge über die Cloud mit Informationen versorgt werden. Diese Informationen können von anderen Fahrzeugen kommen, aber auch von anderen Quellen wie etwa Online-Wetterdiensten. Ein Cloud-Dienst informiert zum Beispiel einen Autobahnpiloten über die Straßenwetterverhältnisse und den Haftreibungswert der Straße. Autobahnpiloten sind auf diese Information angewiesen, da ihr Einsatzbereich und ihr Fahrverhalten von der Reibung abhängen. Für diesen Cloud-Dienst ein Sicherheitskonzept zu entwickeln – trotz fehlender Normen für Safety-Belange im Automotive-Bereich – war die Herausforderung für die Experten des Fraunhofer IESE.



## Fehlende Sicherheitsnormen erschweren die Entwicklung

Es gibt bislang noch keine Norm, die erklärt, wie Cloud-Dienste für Autobahnpiloten zu entwickeln sind. Die Sicherheitsnorm ISO 26262 und der Safety-Of-The-Intended-Functionality (SOTIF) Standard ISO PAS 21448 beziehen sich auf Fahrzeuge, doch ihre Anwendung ist nicht ohne Weiteres auf Cloud-Dienste übertragbar. Normen aus der IT-Sicherheit adressieren zwar Cloud-Dienste, aber nicht die Safety-Belange aus dem Automotive-Bereich. Nur weil es keine Norm gibt, heißt dies aber nicht, dass man solche Dienste entwickeln kann, wie man möchte. Man sollte sich trotzdem an den Stand der Technik halten.

## Forscher des Fraunhofer IESE nehmen die Herausforderung an

Die Forscher des Fraunhofer IESE kennen den Stand der Technik sowie aktuelle Entwicklungen im Bereich Safety und automatisiertes Fahren. Basierend auf diesem Hintergrundwissen stellten sie im Projekt mit Bosch relevante Anforderungen aus Normen zusammen und zeigten auf, wie man diese methodisch umsetzen kann. Weiterhin unterstützte das Fraunhofer IESE Bosch bei der methodischen Umsetzung. In enger Kooperation mit den Domänenexperten von Bosch entwickelten sie eine funktionale Architektur, welche die komplette Informationsverarbeitung darstellt. Anschließend analysierte das Team die einzelnen Verarbeitungsschritte mit Komponentenfehlerbäumen.

Außerdem führten sie eine Sicherheitsanalyse bezüglich der Cloud-Plattform durch, auf der die von Bosch entwickelte Software läuft. Basierend auf den Analyseergebnissen leiteten die Fraunhofer-Experten ein Sicherheitskonzept ab und erstellten eine Sicherheitsargumentation mit der Goal Structuring Notation (GSN). Alle Artefakte modellierten sie mit safeTbox, dem vom Fraunhofer IESE entwickelten Werkzeugrahmenwerk zur Unterstützung in Phasen der Entwicklung und Zertifizierung von sicherheitskritischen Systemen. Die modellierten Artefakte lassen sich aufgrund ihres modularen Charakters leicht an verschiedene Kundenwünsche anpassen.

## Maßgeschneidertes Konzept für Bosch

Als Projektergebnis erhielt Bosch ein umfassendes Sicherheitskonzept für seinen speziellen Cloud-Dienst. Die Vorgehensweise sowie die angewendeten Methoden und Tools sind aber ohne Weiteres auf andere Cloud-Dienste übertragbar. Somit liefert das Projekt auch einen modellbasierten Safety-Engineering-Ansatz für Cloud-Dienste und den Grundstein für einen bisher fehlenden Standard.



Die Kooperation mit dem Fraunhofer IESE war für uns wegweisend für das Safety Engineering unserer Cloud-Dienste. Die modellbasierten Analysetechniken haben es uns ermöglicht, die komplette Wirkkette von Sensoren über verschiedene Cloud-Systeme bis in die Fahrzeuge hinein systematisch zu untersuchen und daraus ein umfassendes Sicherheitskonzept abzuleiten.

Erik Lesser, Chief Product Owner, Robert Bosch GmbH

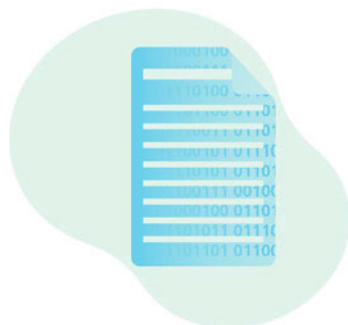
# Zertifizierung 4.0

## Die digitale Transformation der Zertifizierung steckt noch in den Kinderschuhen

Fast alle Technologiebereiche werden derzeit auf das Level »4.0« gehievt – doch für das Thema Zertifizierung scheint dies noch nicht zu gelten. Und das, obwohl dieser wichtige Aspekt für viele Produkte eine Voraussetzung für das Inverkehrbringen ist. Das Thema betrifft somit gleichermaßen Anbieter von Produkten, die TIC-Industrie (Testing, Inspection, Certification) und die Kunden beziehungsweise Nutzer.

Die digitale Transformation der Zertifizierung kann in mehrere Evolutionsschritte oder Reifegrade gegliedert werden; daraus ergeben sich fünf Stufen, von denen die letzten drei noch wesentliche Herausforderungen bergen.

### Entwicklungsstufen hin zu einer Zertifizierung 4.0



1. Digitalisierung von Dokumenten



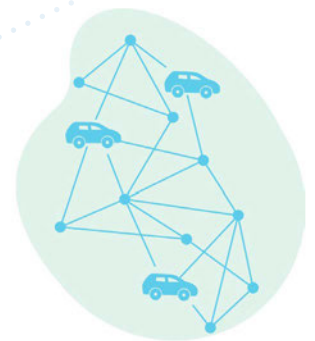
2. Digitalisierung von Prozessen



3. Flexibilisierung von Prüfprozessen



4. Zertifizierung von Algorithmen/Software



5. Automatisierte Zertifizierung zur Laufzeit

## Herausforderungen durch die Digitalisierung

Bereits die ersten beiden Stufen stellen für viele Unternehmen einen hohen Aufwand dar: Schnittstellen zu digitalisierten Dokumenten müssen geschaffen und Prozesse erfasst und formalisiert werden. Die dafür notwendigen Technologien sind jedoch bekannt und bewährt. Man spricht hierbei noch von »Zertifizierung 3.0«.

Für die Flexibilisierung von Prüfprozessen müssen bestehende Organisationen geändert werden. Teilweise sind auch noch die regulatorischen und gesetzlichen Voraussetzungen zu schaffen, was ungleich schwieriger ist. An dieser Stelle beginnt »Zertifizierung 4.0«: Die Flexibilisierung und kundenspezifische Adaption, die durch die Digitalisierung von Prozessen und Produkten ermöglicht wird, nützt auch hier der TIC-Industrie, den Anbietern und den Kunden. Völlig neue Geschäftsmodelle werden möglich.

## Zertifizierung von Algorithmen

Für die Zertifizierung von Algorithmen, zum Beispiel Entscheidungsunterstützungssystemen, oder die kontinuierliche Bewertung der Sicherheit fehlen vielfach noch die Technologien – ganz zu schweigen von Standards. Wenn KI-basierte Algorithmen menschliche Entscheidungen übernehmen oder bei solchen Unterstützung leisten sollen, dann ergeben sich viele unbeantwortete Fragen im Hinblick auf Transparenz, Nachvollziehbarkeit, Fairness, Gleichbehandlung, Haftbarkeit, Zuverlässigkeit und Datenschutz. Die Antwort auf diese Fragen ist dabei stark abhängig vom Anwendungskontext, denn dieser gibt letztendlich vor, was sich im konkreten Fall hinter diesen Eigenschaften verbirgt und was in diesem Fall akzeptabel ist.

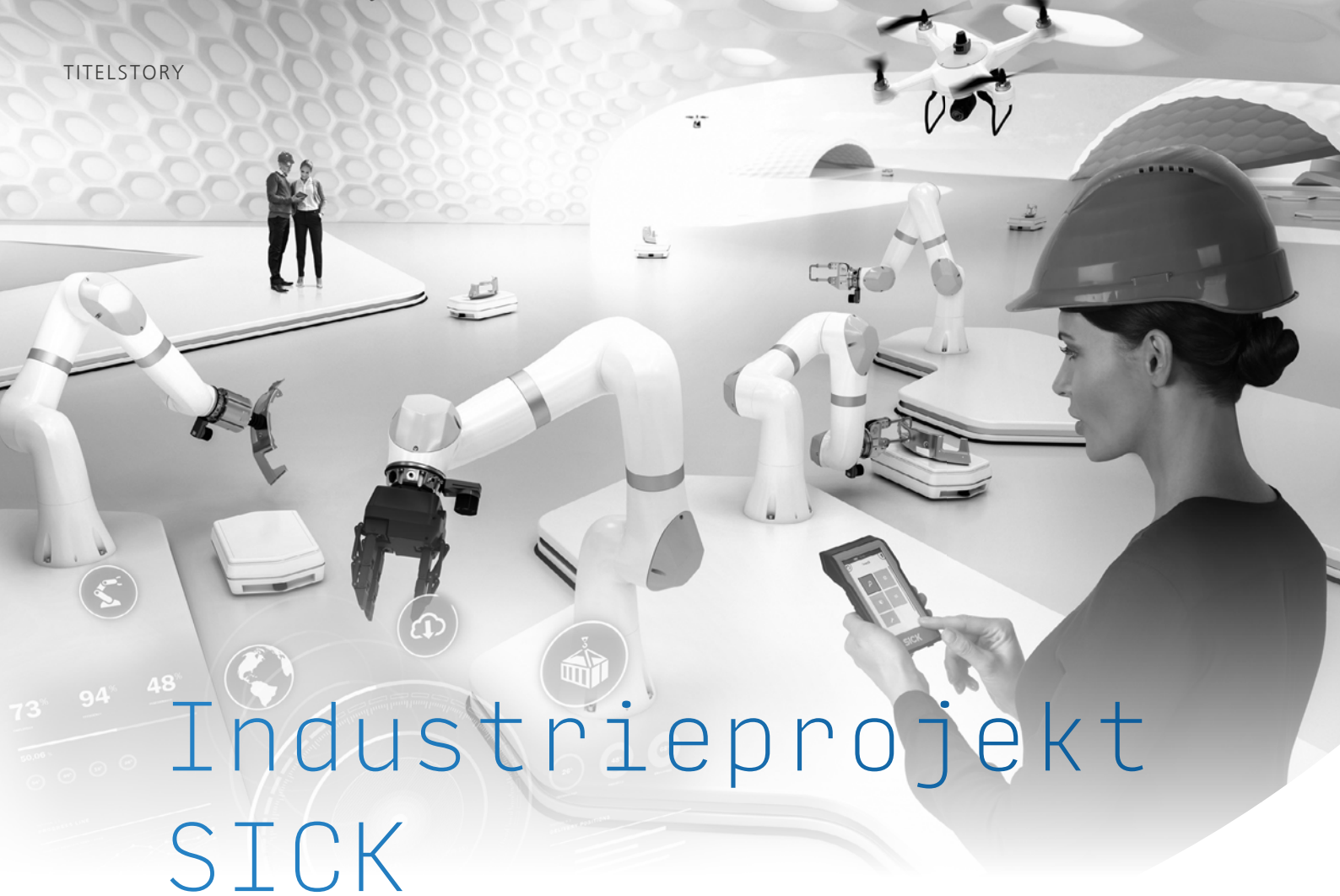
## Dynamische Zertifizierung zur Laufzeit

Schließlich ist die automatisierte Zertifizierung, ggf. noch während des Betriebs, ein laufendes Forschungsthema. Im kürzlich abgeschlossenen EU-Forschungsprojekt DEIS erforschte das Fraunhofer IESE weiterführende Lösungen dazu ([www.deis-project.eu](http://www.deis-project.eu)). Trotz seiner Relevanz wurde das Thema bisher eher vernachlässigt, insbesondere wenn man die für die nächsten Jahre anvisierten Szenarien »Hochautomatisiertes Fahren« und »Kollaborative autonome Systeme« betrachtet. Gerade hier hemmt das Fehlen rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen die digitale Transformation und kann im globalen Wettbewerb schnell zum Nachteil werden. Beim Thema Zertifizierung sind neben der TIC-Industrie auch der Gesetzgeber und Normierungsgremien gefragt.

Welche Gesetze, Normen und Forschungsinitiativen gibt es, um »Künstliche Intelligenz« und »Autonome Systeme« sicher zu machen? Und welche sollte es noch geben? Mit diesen Fragestellungen beschäftigt sich Dr.-Ing. Rasmus Adler als Programm-Manager für »Autonome Systeme« am Fraunhofer IESE. In verschiedenen Normungsgremien bringt er seine Expertise aktiv ein.



Weitere Infos im IESE-Blog:  
<http://s.fhg.de/norm>



# Industrieprojekt SICK

## Wiederverwendung modularer Funktionsblöcke im sicherheitskritischen Kontext

Industrie 4.0 eröffnet eine neue Ära der industriellen Automation. Während in der Vergangenheit die Massenproduktion im großen Stil die treibende Kraft war, sorgen neue technologische Möglichkeiten heute für flexible und adaptive Fertigungsanlagen, bis hin zu kleinen Losgrößen oder kundenindividuellen Produkten. Als Innovationsführer an der Spitze der Entwicklung modernster Sensorik bietet die SICK AG Lösungen, die für diese Herausforderung bereit sind.

### Absicherung sicherheitskritischer Systeme als Herausforderung

Flexibilität und Anpassungsfähigkeit erhöhen immer die Komplexität. Dies gilt insbesondere für Sensoren: Die Informationen zur Überwachung und Kontrolle der Qualität, Effizienz und Sicherheit von Produktionsprozessen müssen mit einem sehr hohen Maß an Zuverlässigkeit bereitgestellt werden. Besonders herausfordernd ist die Absicherung sicherheitsrelevanter Daten. Ziel des Projekts mit dem Fraunhofer IESE war die Erstellung und Etablierung einer Methodik, die die Entwicklung von modularen, flexiblen und dennoch

»sicheren« Funktionsblöcken erlaubt. Damit können sicherheitsrelevante Funktionalitäten aus zahlreichen unabhängigen Funktionsblöcken zusammengesetzt, auf unterschiedlichen Plattformen ausgeführt und in verschiedenen Anwendungen wiederverwendet werden. SICK wandte sich daher an das Fraunhofer IESE, da dieses über umfangreiche Kompetenzen im Bereich Safety Engineering und modellbasierte Ansätze verfügt. Die Verbindung des Wissens des Fraunhofer IESE in diesem Bereich mit der Erfahrung von SICK im Bereich Sensorik ermöglichte eine maßgeschneiderte Lösung für das Problem.





## Fraunhofer IESE bringt Expertise im Bereich Safety ein

Die Zusammenarbeit im Projekt konzentrierte sich auf die Entwicklung eines spezifischen Funktionsblocks für kollaborative Anwendungen, bei denen Mensch und Maschine sich den gleichen Arbeitsbereich teilen. Mittels eines serviceorientierten Ansatzes wurde im ersten Schritt des modellbasierten Entwicklungsansatzes ein Blockmodell der Gesamtarchitektur der Anwendung erstellt. Auf der Basis dieser Servicearchitektur wurden die horizontalen Schnittstellen zu anderen Services und die vertikalen Schnittstellen zu den Plattformservices identifiziert. Anhand umfassender und servicespezifischer Leitwortlisten wurde jede einzelne Schnittstelle analysiert und alle relevanten Fehlermodi wurden identifiziert. Die entsprechenden Fehlerlogiken wurden dann mithilfe von Komponentenfehlerbäumen erstellt. Im dritten und letzten Schritt wurde mithilfe der Analyse ein Sicherheitsnachweis erstellt, der eine umfassende und unverzichtbare Argumentation für die Gesamtsicherheit liefert. Der modellbasierte Ansatz stellt sicher, dass alle Module in anderen Projekten wiederverwendet werden können, zusammen mit dem entsprechenden Funktionsblock.

## safeTbox vereint das Ergebnis in einer Toolbox

Der vom Fraunhofer IESE vorgeschlagene modellbasierte Entwicklungsansatz konnte optimal in das Entwicklungsprojekt bei SICK integriert werden und wurde bereits erfolgreich auf andere Entwicklungsprojekte übertragen. Das vom Fraunhofer IESE entwickelte Tool safeTbox verbindet alle erforderlichen modellbasierten Techniken in einer Toolbox und erleichtert den Einsatz der Methodik.



Der vom Fraunhofer IESE vorgeschlagene modellbasierte Ansatz bot die ideale Basis für unser Vorhaben: Alle Schnittstellen sind gut beschrieben, sowohl mit den erbrachten und erforderlichen Services als auch mit den sicherheitsrelevanten Eigenschaften. Dies ermöglicht die Ausführung des Funktionsblocks auf verschiedenen Plattformen und die Wiederverwendung in verschiedenen Sensorsystemen. Unsere Kollegen vom Fraunhofer IESE haben hervorragende Arbeit geleistet und ihren Ansatz erfolgreich an unsere Anforderungen angepasst.



Dr. Magnus Albert, Expert Safety Methods Corporate,  
Unit Functional Safety, SICK AG



## Integrated Safety Engineering mit safeTbox

safeTbox von Fraunhofer IESE ist ein Modellierungs- und Analysewerkzeug für die effiziente Erstellung und die Wiederverwendung von Safety-Artefakten wie Gefahren- und Risikoanalyse, Fehlerbaumanalyse oder Sicherheitskonzept. Es erweitert klassische Modellierungswerkzeuge wie Enterprise Architect und integriert die Modellierung von Safety-Belangen in Modelle des Systems Engineerings. Dadurch werden Inkonsistenzen zwischen Modellen vermieden und viele automatisierte Prüfungen ermöglicht, wie beispielsweise Vollständigkeitsprüfungen oder Einflussanalysen bei Änderungen. Weiterhin erleichtert dies die Wartbarkeit und Wiederverwendbarkeit sowie die Beziehungen zwischen Zulieferer und OEM und die Integration von Komponenten von Drittanbietern. safeTbox unterstützt auch die Modellierung von ConSerts und somit die dynamische Laufzeitabsicherung von vernetzten autonomen Systemen.



Weitere Infos zur SafeTbox:  
<https://s.fhg.de/RbC>

The background is a solid green color with several large, overlapping, organic shapes in a lighter shade of green, creating a layered, abstract effect.

| IESE  
im Trend



# Autonome Landwirtschaft im Jahr 2045?

Fraunhofer IESE veröffentlicht neue Studie  
über autonome Landmaschinen

Die Entwicklung und Einführung von Landmaschinen auf hochautomatisiertem bis hin zu fahrerlosem Level wird starke Auswirkungen auf die zukünftige Form der globalen Landwirtschaft haben. Dies wirft zwangsläufig die Frage auf, wie schnell und wann die neuen Technologien den Markt erobern und bestimmen werden – was auch auf der Agritechnica 2019 vielfach diskutiert wurde. Fazit der Messe war, dass sich die Besucher vor allem für autonome Lösungen in der Landwirtschaft von morgen interessierten. Genau in diesem Kontext steht auch die neue Studie des Fraunhofer IESE.

## Arbeitsprozesse werden sich verändern

Das Fraunhofer IESE führte in Zusammenarbeit mit der Kleffmann Group eine Studie durch, die sich mit dem Stand der Technik sowie mit der zukünftigen Entwicklung des Marktes für autonome Landmaschinen beschäftigt. In der Studie wurden mehrere Wege besprochen: Als erstes ging es um die Identifizierung und Klassifizierung marktbezogener Einflussfaktoren. Damit verbunden war die Feststellung von Änderungen in landwirtschaftlichen Arbeitsprozessen im Rahmen der Entwicklung autonomer Landmaschinen. Diese Einflussfaktoren wurden anschließend zusammen mit entsprechenden Bewertungen von Experten sowie Marktdaten zu Traktorverkaufszahlen im Rahmen eines empirischen Modellierungsansatzes dazu verwendet, mögliche Zukunftsszenarien bis zum Jahr 2045 zu entwickeln.

## Autonomie ist nicht gleich Autonomie

Die Studie skizziert die mögliche Entwicklung der folgenden vier Arten der Autonomieebenen für die Jahre 2025, 2035 und 2045:

- **ausschließlich menschengesteuerte Maschinen** (d.h. ohne oder mit geringer technologischer Unterstützung)
- **menschengesteuerte Maschinen mit Assistenzsystemen** (d.h. mit technologischer Unterstützung, z.B. GPS-gestütztes Fahren)
- **überwachte autonome Maschinen** (d.h. mit autonomen Funktionen, die direkt von einem Menschen überwacht werden)
- **völlig autonome Maschinen** (d.h. ohne menschliche Aufsicht)

## Wie sieht die zukünftige Entwicklung bei Landmaschinen aus?

Zusammenfassend zeigt sich, dass durch die zunehmende Automatisierung in der Landwirtschaft der Fokus stärker auf die einzelne Pflanze gerichtet sein wird und die Arbeitsschritte rund um die Pflanze aufgrund der potenziellen Effizienzsteigerung durch reduzierten Ressourceneinsatz zunehmend automatisiert werden.

Jedoch ist erkennbar, dass der Wandel hin zu autonomen Agrarsystemen einem eher langsamen, aber kontinuierlichen Prozess folgt. Die Geschwindigkeit, mit der die Landwirte autonome Systeme einführen werden, wird zwischen den verschiedenen Regionen/Märkten allerdings erheblich variieren. Dies ist natürlich auch eine Folge der unterschiedlichen Betriebs- und Produktionsgrößen und -strukturen.



Die gesamte Studie können Sie hier nachlesen: <https://s.fhg.de/hw6>

Prof. Liggesmeyer ist wissenschaftlicher Sprecher am »Zentrum Digitalisierung.Bayern«

Die noch junge Themenplattform Digitales Landmanagement am **Zentrum Digitalisierung.Bayern** (ZD.B) soll Impulsgeber, Unterstützer sowie Dreh- und Angelpunkt für das digitale Landmanagement in Bayern werden. Als wissenschaftlichen Sprecher konnte die Themenplattform Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer, Leiter des Fraunhofer IESE in Kaiserslautern, gewinnen. Prof. Liggesmeyer beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Digitalisierung in der Landwirtschaft und kann seine wissenschaftlichen Kompetenzen im Bereich der digitalen Landwirtschaft einbringen, denn u.a. geht es im aktuellen Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft »Cognitive Agriculture« (COGNAC) um die Konzeption und Realisierung einer integrierten Plattform für die informationsbasierte (kognitive) Landwirtschaft.



## 3 Fragen an...

Dr. Matthias Nachtmann,  
Digital-Farming-Experte bei der BASF SE  
und Vorsitzender des Fördervereins  
Digital Farming e.V.

Autonom fahrende Traktoren, Drohnen zum Überwachen des Pflanzenbestands oder datengestützter Einsatz von Betriebsmitteln – diese Beispiele zeigen, dass sich die Landwirtschaft im digitalen Wandel befindet. In unserem Leitprojekt COGNAC, das seit 2018 läuft, beschäftigen wir uns mit der digitalen Transformation in der Landwirtschaft und der Schaffung eines lebendigen Digitalen Ökosystems für die Landwirtschaft der Zukunft. Der hohe Stellenwert des Themas wird auch dadurch belegt, dass Unternehmen wie zum Beispiel BASF SE, John Deere GmbH & Co. KG, ALDI Süd Gruppe und viele weitere den Förderverein Digital Farming e.V. gegründet haben. Dieser hat sich die Optimierung der Erträge und der Nahrungsmittelqualität unter Erhalt aller natürlichen Ressourcen zur Aufgabe gestellt.



Dr. Matthias Nachtmann,  
BASF SE

Die Förderung von Nachwuchstalenten, Forschung und Entwicklung im Bereich neuer Technologien sowie das Testen neuer Geschäftsmodelle spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Deshalb wird der Verein im Laufe des Jahres zusammen mit dem Fraunhofer IESE und der Technischen Universität Kaiserslautern eine Professur für digitale Landwirtschaft einrichten. Ziel der Professur ist es, neue Techniken zu erforschen und diese anwendungsnah zu entwickeln. Neben der Leitung der Professur im Fachbereich Informatik an der TUK beinhaltet die Aufgabe eine leitende Funktion am Fraunhofer IESE.

Vorsitzender des Fördervereins ist Dr. Matthias Nachtmann, Leiter Digital Farming Data Business Development bei der BASF SE und seit 2019 auch Kurator am Fraunhofer IESE. Im Gespräch mit uns äußert er sich zu seiner Motivation, sich beim Thema Smart Farming zu engagieren, um den Ressourceneinsatz in der Landwirtschaft nachhaltig zu gestalten.

## 1

## Nachhaltigkeit und Effizienz in der Landwirtschaft in Einklang zu bringen – warum ist das Ihrer Ansicht nach ein großes Thema?

Die natürlichen Ressourcen wie Ackerland sind begrenzt, während die Weltbevölkerung und ihr Bedarf an Nahrungsmitteln stetig wachsen. Dies bedeutet, dass Landwirte auf der ganzen Welt vor der Herausforderung stehen, ihre Ernteerträge mit begrenzten Ressourcen zu steigern. Dieser Wettlauf zwischen Technologien für bessere Erträge und wachsender Bevölkerung ist auch schön im Buch »Unser täglich Brot gibt uns heute – was der Mensch alles erfinden musste, um satt zu werden« vom Landauer Lebensmitteltechnologien und Fachbuchautor Prof. Jochen Hamatschek beschrieben. Prof. Hamatschek geht dabei nicht nur auf die Geschichte unserer Ernährung ein, sondern wirft vor allem einen Blick in die Zukunft und auf die neuen Herausforderungen, die der Klimawandel und steigende Bevölkerungszahlen mit sich bringen.

## 2

## Warum ist es auch für die BASF so wichtig, zur Entwicklung und Etablierung digitaler Lösungen für die Landwirtschaft mit anderen Playern aus Industrie und Forschung zu kooperieren?

Ein Landwirt muss im Laufe einer Saison pro Feld 48 Fragen beantworten. Diese reichen von der Frage, welche Pflanze angebaut werden soll, bis hin zu Ernte und Vermarktung. Es gibt heute keinen Anbieter, der all diese Fragen beantworten kann, und deshalb müssen wir als Industrie mit Experten partnerschaftlich zusammenarbeiten. Mit bestehenden Partnern haben wir festgestellt, dass wir außerhalb unserer strategischen Projekte ähnliche Herausforderungen haben, wenn es um den Zugang zu jungen Talenten und das Testen neuer Technologien und Geschäftsmodelle geht. Das war der Startschuss der Idee für den Förderverein Digital Farming e.V.

## 3

## Was ist die erste große Aufgabe des Vereins Digital Farming e.V.?

Der Förderverein unterstützt zusammen mit dem Fraunhofer IESE die TU Kaiserslautern beim Aufbau des Lehrstuhls »Digital Farming« – das Berufungsverfahren läuft gerade. Außerdem kümmert er sich um die Förderung von Projekten.



# Agricultural Data Space

## Die Hightech-Datenplattform für die Landwirtschaft

Die digitale Transformation in der Landwirtschaft erfordert auf der technischen Ebene digital verfügbare Daten von landwirtschaftlichen Produkten, der Umwelt, Betrieben, Maschinen und Prozessen, damit softwaregestützte landwirtschaftliche Prozesse zielgerichtet unterstützt werden können. Im Fraunhofer-Leitprojekt COGNAC erforschen und entwickeln acht Fraunhofer-Institute Innovationen für die digitale Transformation in der Landwirtschaft.

Unsere Vision ist die Schaffung eines lebendigen Digitalen Ökosystems für die Landwirtschaft der Zukunft, des **Agricultural Data Space** (ADS). Ein systemübergreifender und vernetzender Agrardatenraum bietet direkte Mehrwerte für Landwirte, welche bei betrieblichen Entscheidungen auf Basis hochaufgelöster Messdaten aus luft- oder bodengestützten Systemen und deren Veredelung mittels kognitiver Dienste unterstützt werden.

### Hightech-Datenverarbeitung durch den ADS

Da die durch moderne Sensortechnik erhobenen Datenmengen in der Landwirtschaft rasant anwachsen, können durch Aggregation und Veredelung der Daten auch immer hochwertigere Informationen und präzisere Empfehlungen für Landwirte und andere Interessenten im Agrarsektor angeboten werden. Diese Wertschöpfung aus den Daten hin zu Entscheidungsempfehlungen kann insbesondere dann erreicht werden, wenn kognitive Dienste mit maschinellen Lernverfahren und passenden Entscheidungsmodel-

len zur Verfügung stehen. Hierbei bedarf es der Erhebung vieler Daten und des Angebots entsprechender kognitiver Dienste in einem ADS, welche über entsprechende Marktplätze für Daten und Dienste angeboten werden können.

### Landwirte gestalten im Projekt aktiv mit

Um valide Anforderungen an einen Agricultural Data Space zu erhalten, haben unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Jahr 2019 zahlreiche Interviews mit Landwirten, Herstellern von Agrarprodukten und Maschinen sowie Dienstleistern des Agrarsektors geführt. Daraus konnten wir die Eckpfeiler für ein digitales landwirtschaftliches Ökosystem ableiten. Der ADS muss einen einfachen Zugang zu Daten und Diensten ermöglichen, in dem er sowohl interoperabel mit Sensorsystemen und Landmaschinen agiert als auch mit bestehenden landwirtschaftlichen Plattformen und Systemen kommuniziert. Zudem basieren korrekte Entscheidungen auf der Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Daten.





## Mehrwert erhalten und Datenhoheit behalten

Der grundsätzliche Wille, Daten für Dienste zur Verfügung zu stellen, ist bei Landwirten und anderen Akteuren im Agrarsektor gegeben. Er ist jedoch an zwei Bedingungen geknüpft: Erstens wird ein klarer Mehrwert als Gegenleistung für die Freigabe der Daten gewünscht, welcher z.B. durch präzise Entscheidungsunterstützung oder vergünstigten Zugang zu kognitiven Diensten erreicht werden kann. Zweitens möchten die Akteure die Datenhoheit über ihre Daten nicht verlieren. Sie wollen entscheiden, wer welche Daten für welche Zwecke nutzen soll. Anhand dieser und weiterer Anforderungen starten wir im Jahr 2020 in die Detailkonzeption und Entwicklung eines Referenz-ADS.



Mehr Informationen zu unseren bisherigen Arbeiten finden Sie in unserem Whitepaper »AGRICULTURAL DATA SPACE (ADS)« und auf [www.cognitive-agriculture.de](http://www.cognitive-agriculture.de).

## Landwirtschaft von morgen in der Acatech HORIZONTE

Nachhaltigkeit ist ein wichtiger Aspekt bei der Digitalisierung der Landwirtschaft. Das wissen auch die Herausgeber der Fachzeitschrift acatech HORIZONTE. Die aktuelle Ausgabe beschäftigt sich mit den drei Dimensionen einer nachhaltigen Landwirtschaft: ökologische Ausgewogenheit, ökonomische Tragfähigkeit sowie gesellschaftliche Akzeptanz und soziale Verträglichkeit. Die Publikation möchte damit einen faktenbasierten und lösungsorientierten Diskurs zwischen allen Akteuren in der Landwirtschaft und in der Gesellschaft anregen. Auch das Fraunhofer IESE ist an der Ausgabe beteiligt: Institutsleiter Prof. Peter Liggesmeyer und Ralf Kalmar, Business Area Manager, haben mit ihrem Expertenwissen zum Gelingen der Publikation beigetragen. Prof. Liggesmeyer ist außerdem Mitglied der acatech HORIZONTE-Projektgruppe.



# Digitale Dörfer und Smarte LandRegionen

## Zukunftsfähig für Deutschland

Das Forschungsprogramm Smart Rural Areas etabliert sich – bundesweit beteiligen sich Kommunen am Erfolgsrezept der Digitalen Dörfer. Nun ist am Fraunhofer IESE eine neue Forschungsabteilung »Digital Society Ecosystems« entstanden. An die Erfolge der Digitalen Dörfer schließt ein neues Forschungsprogramm des BMEL, »Smarte LandRegionen«, an.

### Deutschland ist ein Flächenland

Wie kann Digitalisierung Menschen auch abseits großer Städte von Nutzen sein? Dies war die zentrale Frage, die sich Forscherinnen und Forschern des Fraunhofer IESE in Kaiserslautern vor fünf Jahren stellten. Während vielerorts über die Potenziale von Smart Cities diskutiert wurde, erschien es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IESE naheliegend, die typische Situation in Deutschland zu betrachten und Lösungen für alltägliche Probleme – vor allem der Landbevölkerung – zu finden. Deutschland ist ein Flächenland, sprich, mehr als 70% der Bevölkerung lebt nicht in großen Städten, sondern in eher ländlich geprägten Regionen. Das birgt ganz andere Anforderungen und Herausforderungen für die Digitalisierung, als es Konzepte für Metropolen berücksichtigen. Das Fraunhofer IESE initiierte zusammen mit dem rheinland-pfälzischen Ministerium des Inneren und für Sport und der Entwicklungsagentur Rheinland-Pfalz e.V. einen Wettbewerb zu »Digitalen Dörfern«, denn für das Gelingen ihres Ansinnens war und ist die Partizipation aller Beteiligten sehr entscheidend. Motivierte Gemeinden in Rheinland-Pfalz waren aufgerufen, ihre Visionen und Ideen als zukunftsfähige Kommune

zu skizzieren. Ausgewählt aus zahlreichen Einreichungen und zu den Modellregionen des wissenschaftlichen Projekts ernannt wurden schließlich die Gemeinden Eisenberg, Göllheim und Betzdorf-Gebhardshain.

### Die »Digitalen Dörfer« etablieren Nachbarschaftshilfe 2.0

In vielen Workshops erarbeiteten sowohl die Gemeindeverwaltungen als auch Bürger zusammen mit dem Fraunhofer IESE und der Entwicklungsagentur, mit welchen digitalen Diensten die Kommunen in Zukunft arbeiten könnten. Wo kann uns Technik unterstützen? Wie muss eine App funktionieren, damit sie von möglichst vielen unserer Mitbürger genutzt wird? In welchen Situationen könnte uns das vor Ort weiterhelfen? Die Idee der Forscher bei den »Digitalen Dörfern« war es, ein digitales Ökosystem zu schaffen, in welchem verschiedenste Teilnehmer zusammen agieren und dabei alle von einem Mehrwert profitieren können. Konkret arbeiteten die »Digitalen Dörfer« zunächst an einem Bestell- und Lieferservice in den Kommunen: Lokale Händler konnten ihre Waren in einem Onlineshop verkaufen, den Käufern wurde auf Wunsch die Bestellung durch Freiwillige ausgeliefert.

Nachbarschaftshilfe 2.0 sozusagen. Und allen war damit geholfen: Der regionale Handel wurde gestärkt, auch ältere Verbraucher konnten bestellen, denn sie bekamen Unterstützung aus der Nachbarschaft von denjenigen, denen es nichts ausmachte, auf ihren Routinewegen gegebenenfalls auch anderen etwas mitzubringen. Hier spielt nicht der Profit in erster Linie eine Rolle, sondern das Stärken des Miteinanders zum Zwecke der Gemeinschaft und damit die lösungsorientierte Nutzung von Synergieeffekten.

### »SmarteLandregionen« vernetzen den ländlichen Raum

Da für viele Geschäftsideen zunächst eine kritische Masse an Kunden erreicht werden muss, werden Lösungen häufig als erstes in Ballungsgebieten und Großstädten erprobt oder eingeführt. Auf dem Land leben wenige Menschen meist über größere Distanzen verteilt. Ein Dilemma, wenn dadurch innovative Konzepte nicht eingeführt werden. Das bringt letztlich die Menschen dazu, den Wohnort zu verlassen, da Daseinsvorsorge und Lebenskomfort in ländlichen Gebieten auf der Strecke bleiben. Eine Landflucht, der man aber mit geeigneten Maßnahmen begegnen kann, wie das Fraunhofer IESE feststellte. Ihr Projekt »Digitale Dörfer« zeigt, wie gut sich auf einer Plattform verschiedenste digitale Dienste integrieren lassen, die den Menschen in schwächer besiedelten Regionen Hilfestellung bieten. Herausforderungen

im Bereich der Nahversorgung, Arbeit, Mobilität, Verwaltung und Kommunikation werden adressiert. Mittlerweile sind es nicht nur die Testgemeinden des Projekts, die mit diesen Diensten arbeiten: Viele weitere Kommunen in ganz Deutschland haben sich den »Digitalen Dörfern« angeschlossen. Im April 2020 wurden aufgrund der Coronavirus-Pandemie die DorfApps flächendeckend in ganz Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein ausgerollt. Mit weiteren Bundesländern wird verhandelt. Die Gemeinden können dabei ganz individuell entscheiden, mit welchen Themen sie starten möchten und wann und wie sie vor Ort den digitalen Wandel für sich gestalten wollen.

Das Fraunhofer IESE wird nun in einem weiteren großen Projektvorhaben, den »Smarten LandRegionen«, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Ähnlich wie bei den »Digitalen Dörfern« werden ländlich geprägte Landkreise dazu aufgefordert, sich mit Ideen zu bewerben. Das Fraunhofer IESE wird seine Vision fortführen, mithilfe von digitalen Ökosystemen das Leben auch in ländlichen Regionen fortschrittlich und attraktiv zu halten. Leben und Arbeit soll durch die Digitalisierung an allen Orten – ob in der Stadt oder auf dem Dorf – gleichermaßen möglich und attraktiv sein. Mit der Vernetzung ländlicher Regionen wird ein wichtiger Schritt getan, alle Kommunen in Deutschland zukunftsfähig zu halten. Wie wichtig dies ist, hat sich gerade im Zuge der Coronavirus-Pandemie 2020 drastisch gezeigt.



### Steffen Hess – einer von 70 Köpfen

70 Jahre Fraunhofer-Gesellschaft sind 70 Jahre Zukunft – und 70 Jahre Forschergeist und Vielfalt. Im Jubiläumsjahr hat die Fraunhofer-Gesellschaft 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über die Grenzen von Standorten und Disziplinen hinweg nach ihrer Vision für morgen und übermorgen befragt.

Einer dieser 70 Köpfe ist unser Mitarbeiter Steffen Hess, der am IESE das Forschungsprogramm »Smart Rural Areas« leitete und nun der Abteilung »Digital Society Ecosystems« vorsteht. Darin beschäftigen sich er und sein Team mit der Digitalisierung ländlicher Räume. Das Vorbild des Programms ist das Projekt »Digitale Dörfer«, bei dem Apps entwickelt werden, die die Digitalisierung auf dem Land vorantreiben.



Mehr darüber erfahren Sie in diesem Film:  
<http://s.fhg.de/hess>



Zu den Porträts der anderen 69 Köpfe geht es hier:  
<http://s.fhg.de/koepfe>

# Digitale Ökosysteme

Die richtigen Weichen stellen für neue digitale Geschäftsmodelle

Die digitale Transformation führt zu zahlreichen neuen, digitalen Geschäftsmodellen. Hierbei zeichnet sich ein klarer Trend ab: Digitale Ökosysteme. Dr. Matthias Naab, Hauptabteilungsleiter »Information Systems« und Dr. Marcus Trapp, Abteilungsleiter »User Experience and Requirements Engineering« erklären im Interview, was Digitale Ökosysteme ausmacht und wie das Fraunhofer IESE Kunden auf dem Weg zum erfolgreichen Digitalen Ökosystem unterstützt.

## Was zeichnet ein Digitales Ökosystem aus?

**Naab:** In einem Digitalen Ökosystem kooperieren Unternehmen und Menschen, die zwar unabhängig sind, sich von der Teilnahme aber einen gegenseitigen Vorteil versprechen. Ein Digitales Ökosystem hat in seinem Zentrum eine digitale Plattform, die diese Kooperation besonders gut unterstützt.

**Trapp:** Gute und erfolgreiche Beispiele von Digitalen Ökosystemen sind um die Plattformen Airbnb, Uber oder Apple App Store entstanden. Gleichzeitig ist es uns wichtig, jetzt nicht alles als Digitales Ökosystem zu bezeichnen, was ja gerne passiert, wenn ein Thema gerade eine hohe Sichtbarkeit hat.

## Wie kann man die Begriffe »Digitales Ökosystem« und »Plattformökonomie« voneinander abgrenzen?

**Trapp:** Während es sich bei einem Digitalen Ökosystem um einen ganz konkreten Verbund von Unternehmen, Menschen und IT-Systemen handelt, ist Plattformökonomie ein grundsätzliches wirtschaftliches Prinzip. Ein Digitales Ökosystem kann mit der Intention aufgebaut werden, nach den Prinzipien der Plattformökonomie zu funktionieren. Das heißt, dass es in einem solchen Digitalen Ökosystem um klare ökonomische Interessen geht und es typischerweise



Dr. Matthias Naab und Dr. Marcus Trapp arbeiten seit Jahren am Thema Digitale Ökosysteme und unterstützen Kunden aus unterschiedlichsten Branchen.



»Wir begleiten unsere Kunden auf dem Weg zum Digitalen Ökosystem, indem wir gemeinsam mit ihnen intensiv an der Ideenfindung, Gestaltung und Umsetzung arbeiten.«

Dr. Matthias Naab

mehrseitige Märkte gibt, in denen die Teilnehmer ihre Transaktionen über die digitale Plattform abwickeln. Es gibt aber auch Digitale Ökosysteme, die nicht der Plattformökonomie zuzuordnen sind, sondern die andere Ziele verfolgen, zum Beispiel Wikipedia.

### Welche Möglichkeiten gibt es für Unternehmen, an einem Digitalen Ökosystem beteiligt zu sein?

**Naab:** Ein Unternehmen muss grundsätzlich die Entscheidung treffen, in welcher Rolle es an einem Digitalen Ökosystem teilnehmen möchte. Bei schon existierenden Digitalen Ökosystemen kann ein Unternehmen als Partner einsteigen und sich am Geschäft beteiligen, das über die entsprechende digitale Plattform abgewickelt wird.

Gibt es in einer Domäne noch kein erfolgreiches Digitales Ökosystem oder hat ein Unternehmen den Eindruck, ein noch erfolgreicherer Digitaler Ökosystem etablieren zu können, so kann es die Rolle des Ökosysteminitiators einnehmen. Dies geht mit vielfältigsten herausfordernden Aufgaben einher, die vor allem ein abgestimmtes Gesamtbild von Geschäftsmodell, technischer Umsetzung in der Plattform und vertraglicher Gestaltung zwischen allen Ökosystemteilnehmern erreichen müssen.

### Die Initiierung eines Digitalen Ökosystems ist also sehr herausfordernd: Welche Chancen bietet sie?

**Trapp:** Die Initiierung eines Digitalen Ökosystems bietet enorme Chancen, weil damit die komplette Art und Weise, wie Geschäfte in einer bestimmten Domäne gemacht werden, verändert werden kann. Es besteht die Möglichkeit, durch Harmonisierung im geschäftlichen, technischen und rechtlichen Sinne komplett neue Geschäftsmodelle und eine enorme Effizienzsteigerung in einer Domäne zu erzielen. Der Initiator eines Ökosystems hat dabei erheblichen Gestaltungsspielraum und kann durch die Abwicklung künftiger Geschäfte über seine Plattform daran mitverdienen. Dadurch entsteht ein großer Anreiz für den Ökosysteminitiator, das Ökosystem wachsen zu lassen und erfolgreich zu machen.

### Für welche Unternehmen kann es sinnvoll sein, über den Aufbau eines Digitalen Ökosystems nachzudenken?

**Naab:** Zunächst gibt es keine Unternehmen, die sich per se nicht zumindest gedanklich damit beschäftigen sollten, weil Digitale Ökosysteme das Umfeld aller Unternehmen beeinflussen werden, egal für welche Rolle die Unternehmen sich entscheiden. Um die Initiierung eines Digitalen Ökosystems meistern zu können, braucht ein Unternehmen einen starken Gestaltungswillen und den Drang, eine Domäne gegen viele Widerstände umzukrempeln. Außerdem werden signifikante Finanzmittel benötigt, da starke Investitionen in den Aufbau der Plattform und das Wachstum der Partner gefordert sind. ▶

**Trapp:** In Deutschland gibt es viele starke und traditionsreiche Unternehmen, die den notwendigen Einfluss und auch die Finanzmittel haben, um erfolgreiche Digitale Ökosysteme zu etablieren. Dabei sollten wir in Deutschland vor allem auch einen Fokus auf B2B-Ökosysteme haben, während viele der schon bekannten Digitalen Ökosysteme eher aus den USA stammen und einen Fokus auf B2C haben.

### Wie hilft das Fraunhofer IESE Unternehmen bei der Gestaltung von Digitalen Ökosystemen?

**Trapp:** Zu Beginn steht meist die Frage, ob ein Unternehmen überhaupt ein Digitales Ökosystem initiieren sollte. Diese Frage kann nur dann solide beantwortet werden, wenn man konkrete Ideen für ein Digitales Ökosystem ausgearbeitet hat und dabei in den Bereichen Geschäftsmodell, Technologie und Rechtliches eine gewisse Tiefe erreicht hat. Wir unterstützen Unternehmen zunächst dabei, von einer initialen Vision zu einer greifbaren Idee zu gelangen, die dann beurteilt werden kann.

### Die Plattformen und Services der großen und erfolgreichen Digitalen Ökosysteme erscheinen oft direkt überzeugend. Worin liegt die Herausforderung, neue zu gestalten?

**Naab:** In der Tat sieht das Endergebnis eines Geschäftsmodells eines Digitalen Ökosystems oft erschreckend einfach aus. Das ist in gewisser Weise trügerisch, weil es leicht den Eindruck aufkommen lässt, dass man selbst doch mit überschaubarem Aufwand zu einem ähnlich überzeugenden Ergebnis gelangen sollte.

An dieser Stelle können wir aus vielfacher eigener Erfahrung sagen, dass es sich immer wieder ähnlich verhält: Zu Beginn sind die Ideen überhaupt nicht klar und es dauert oft Monate intensivster gestaltender Arbeit, bis man zu einem einfach aussehenden Resultat gelangt. Wir begleiten unsere Kunden auf diesem Weg und arbeiten intensiv mit ihnen zusammen an der Gestaltung einer entstehenden Idee für ein neues Digitales Ökosystem.



### Mit dem Kunden designen Sie in Workshops neue Digitale Ökosysteme und setzen dafür Playmobil® ein. Was macht diese Methode so wertvoll für die Teilnehmer?

**Trapp:** Der Einsatz von Playmobil® bei TED, unserer Methode »Tangible Ecosystem Design«, macht die Gestaltung des Ökosystems im wahrsten Sinne anfassbar und erlebbar. Dadurch kommen bessere Diskussionen zustande, es werden mehr Details erarbeitet und durchdacht und das Ergebnis bleibt bei den Teilnehmern besser im Gedächtnis. Das ist aber nur ein Teil des Erfolgs. Wir spielen nicht nur einfach mit Playmobil®, vielmehr folgt das Vorgehen einem extrem durchdachten Ablauf, der nach und nach essenzielle Aspekte von Digitalen Ökosystemen beleuchtet und dabei immer geschäftliche, technische und rechtliche Aspekte im Blick behält. Diese sehr konkrete Herangehensweise lässt die Teilnehmer potenzielle Probleme frühzeitig erkennen und beheben.

### Wie kann das IESE auch beim weiteren Aufbau und bei der Etablierung eines Digitalen Ökosystems helfen?

**Naab:** Neben der initialen Gestaltung des Ökosystems haben wir auch viel Erfahrung damit gesammelt, was während des Aufbaus der Plattform und des Wachstums des Ökosystems notwendig ist. Dabei geht es einerseits sehr stark um die Involvierung von Partnern und einer entstehenden Community, von der das Digitale Ökosystem erst lebt. Zum anderen können wir als Institut für Software- und Systems Engineering die



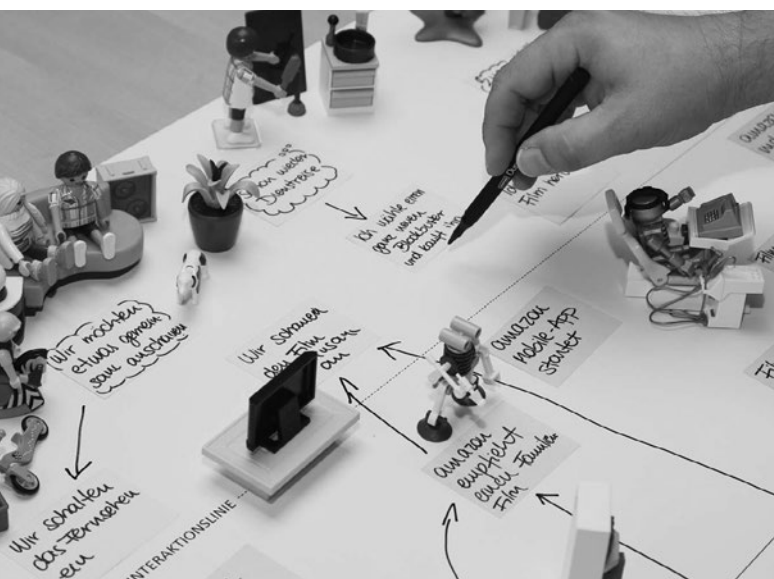
»In Deutschland gibt es viele starke und traditionsreiche Unternehmen, die den notwendigen Einfluss und auch die Finanzmittel haben, um erfolgreiche Digitale Ökosysteme zu etablieren.«

Dr. Marcus Trapp

komplette Bandbreite von Expertise einbringen, die notwendig ist, um das Herzstück des entstehenden Digitalen Ökosystems, nämlich die digitale Plattform, erfolgreich zu bauen. Dabei haben wir unsere Kernkompetenzen wie User-Experience-Design, Architekturdesign, Safety und Security Engineering oder Data Science entsprechend erweitert, um im Kontext von Digitalen Ökosystemen unsere Kunden bestmöglich zu unterstützen.

### Welche Kunden hat das Fraunhofer IESE beim Thema Digitale Ökosysteme bereits unterstützt? Mit welchen konkreten Leistungen?

**Trapp:** Das Fraunhofer IESE hat Unternehmen quer durch viele Branchen bei Entscheidungen zu Digitalen Ökosystemen und bei deren Gestaltung unterstützt, z.B. die Caruso GmbH, John Deere und die DATEV e.G.



Mit der TED-Methode (s. S. 40f.) erarbeitet das Fraunhofer IESE mit dem Kunden Schritt für Schritt unterschiedlichste Aspekte des Digitalen Ökosystems.

**Naab:** Am Beispiel Caruso kann man sehr schön eine mögliche Unterstützung durch das Fraunhofer IESE illustrieren. Wir haben Caruso von der initialen Gestaltung und Ausrichtung des Digitalen Ökosystems an begleitet und über die Zeit dann immer wieder den Fokus an die Bedarfe angepasst. So haben wir vom User-Experience-Design über das Design von Kernkonzepten der Plattform bis zur technischen Architektur und den Sicherheitskonzepten viele Beiträge geliefert. Ganz konkret haben wir z.B. die Verfahren für die DSGVO-konforme Behandlung von personenbezogenen Daten bei der Übertragung über die zentrale Datenaustauschplattform mitgestaltet.

### Wie kann ein Unternehmen dafür sorgen, dass ein initiiertes Digitales Ökosystem erfolgreich wird?

**Naab:** Es gibt leider kein Rezept, das den Erfolg garantieren könnte. Trotzdem können wir natürlich aus schon gemachten Fehlern (eigenen und denen anderer) lernen und damit auch wichtige Erfolgsfaktoren benennen. Ein absoluter Erfolgsfaktor ist die integrierte und sauber abgestimmte Betrachtung von geschäftlichen, technischen und rechtlichen Aspekten.

**Trapp:** Die Etablierung des Partnernetzwerks ist ein weiterer Erfolgsfaktor. Die Partner müssen einen Vorteil davon haben, am Ökosystem teilzunehmen, sie müssen zueinander passen, weil sie interagieren müssen, und ihre Anzahl muss schnell wachsen, weil nur so die notwendigen Netzwerkeffekte eintreten und somit die Attraktivität weiter steigt. Ebenfalls wichtig ist es, die Etablierung des Digitalen Ökosystems über eine Zeit von Jahren zu betrachten und eine Vision vom Aufbau zu haben, dabei aber immer wieder auf Gelerntes zu reagieren und den Plan anzupassen. Auch finanziell brauchen Unternehmen Ausdauer, weil sich das Engagement in Digitale Ökosysteme meist erst nach Jahren so richtig auszahlt. ■

Das Interview führte Claudia Reis, Pressereferentin beim Fraunhofer IESE.

# Tangible Ecosystem Design

## Komplexität spielerisch meistern

Digitale Ökosysteme sind ungleich komplexer zu verstehen als Softwaresysteme, die unter der alleinigen Kontrolle eines einzelnen Unternehmens stehen. In mehr als zwanzig Projekten ist das Fraunhofer IESE immer wieder auf die vielen Herausforderungen bei der Konzeption und Modellierung solcher Digitalen Ökosysteme und deren User Experience gestoßen. Eine eigenständige Methode zur Entwicklung von digitalen Dienstleitungen und disruptiven Geschäftsmodellen im Kontext der digitalen Transformation erschien sinnvoll: die »Tangible Ecosystem Design« (TED)-Methode.

### Was genau ist die TED-Methode?

Traditionelle UCD-Methoden (User Centered Design; nutzerzentriertes Design) konzentrieren sich auf die Konzeption hochwertiger Dienstleistungen. Trotzdem handelt es sich bei den meisten davon um Insellösungen einzelner Unternehmen. Aktuell – mitten in der digitalen Transformation – erfordert die Entwicklung von Dienstleistungen zusätzliche Methoden, um eine End-to-End-User-Erfahrung und nachhaltige Geschäftsmodelle zu schaffen, die über die Grenzen einzelner Unternehmen hinweggehen und dabei einen Mehrwert für den Endverbraucher generieren. Hier setzt das Fraunhofer IESE mit seiner neuen Workshop-Methode an. Um die Konzeption für die Teilnehmer greifbar, also »tangible«, zu machen, werden Playmobil®-Spielfiguren zum Einsatz gebracht.

In unserem Workshop können die Teilnehmer mit Playmobil® und geeigneten Templates ein Digitales Ökosystem modellieren und beschreiben. Dabei werden viele der Herausforderungen, vor denen Unternehmen stehen, berücksichtigt:

**Vielfalt:** Ökosysteme bestehen aus einer Vielzahl von Entwicklungsorganisationen, heterogenen Technologien, einem Mix aus technischen Methoden und unterschiedlichen (teilweise widersprüchlichen) Geschäfts- und Nutzerzielen. Der Modellierungs- und Priorisierungsaufwand für das Verstehen und Beherrschen der Nutzer- beziehungsweise Systemanforderung ist immens.

**End-to-End-Qualität:** In einem digitalen Ökosystem sind viele Teile nicht mehr unter der Kontrolle einer Softwareentwicklungsorganisation, die den Ökosystemkonsumenten betreut, dennoch muss eine durchgängige Qualität erreicht werden. Obwohl viele Unternehmen das System beeinflussen, möchten Benutzer sie als einen Service wahrnehmen und nutzen können.

**Unsicherheit:** Ökosysteme entwickeln sich dynamisch und werden von vielen unabhängigen Akteuren in ihrem eigenen Tempo vorangetrieben. Manche Entscheidungen beruhen auf unvollständigen Anforderungen oder auf Einschätzungen über die Weiterentwicklung der Nutzerbedürfnisse. Diese müssen aber systematisch aufgenommen und im Nachgang überprüft werden.



Die Hauptbausteine der Methode führen die Experten des Fraunhofer IESE mit den Teilnehmern im Workshop stringent durch und erarbeiten die verschiedenen Templates. Gestartet wird mit der Definition der Ziele beziehungsweise der Philosophie des Ökosystems. Danach identifizieren die Workshopteilnehmer die verschiedenen Services und modellieren diese auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen. Anschließend werden die verschiedenen Akteure eines Ökosystems identifiziert und dazu im Detail beschrieben. Als Teil der methodischen Anleitung wurden die Modellierungselemente so definiert, dass die Workshop-Teilnehmer immer das gleiche Playmobil®-Element benutzen können, um verschiedene Services und Beziehungen darzustellen. Als Abschluss werden alle plattformspezifischen Aspekte festgehalten.

Für Digitale Ökosysteme fördert die »TED«-Methode die Zusammenarbeit zwischen den Stakeholdern bei folgenden Schritten:

### 1. Definition | 2. Design | 3. Analyse

## Die Vorteile der Methode

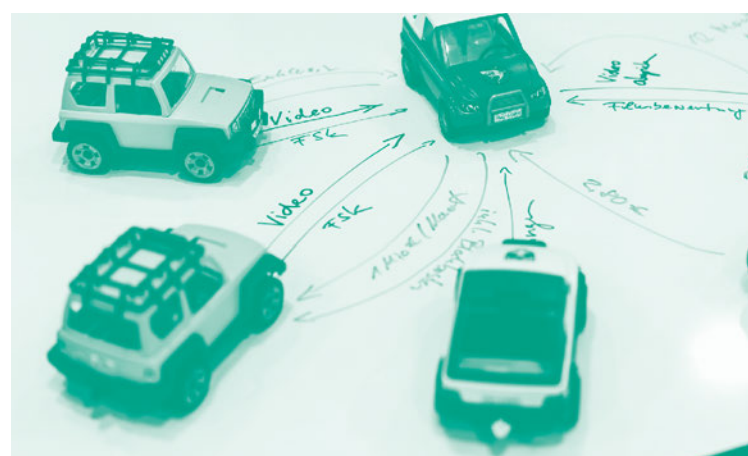
In kurzer Zeit bekommen die Unternehmen einen guten Eindruck davon, ob die von ihnen angedachten Services Erfolgspotenzial haben oder wie sie sich am besten in einem Ökosystem positionieren können. Verschiedene Varianten von Geschäftsbeziehungen können dabei ausprobiert werden, sodass sichergestellt wird, dass alle Beteiligten Vorteile durch die Teilnahme am modellierten Ökosystem erhalten.

Die physische Darstellung von Konzepten ist dabei ein wichtiges Werkzeug. Informationen wie Farben und Formen können von unserem Gehirn besser in Erinnerung gerufen und mit anderen nicht verwandten Informationsaspekten in Verbindung gebracht werden. Dazu werden den Playmobil®-Spielzeugen verschiedene Metaphern für komplexe technische, geschäftliche und rechtliche Konzepte zugeordnet. Als Sinnbilder liefern sie reichhaltigere Beschreibungen der Realität und eröffnen einen breiteren Blick auf neue Möglichkeiten. Sie werden verwendet, um einer Aussage eine starke Wirkung zu verleihen und um eine bessere Vorstellung von Lösungen und Nutzungssituationen zu vermitteln. In Kombination mit einer strukturierten Vorgehensweise innerhalb des interaktiven Workshops unterstützt dies den konstruktiven Austausch zwischen den involvierten Stakeholdern eines Digitalen Ökosystems.

Jedes Unternehmen, das sich mit seiner Transformation durch den digitalen Wandel beschäftigt, kann sich mithilfe des kreativen Ansatzes des Fraunhofer IESE einen besseren Überblick über die Chancen und Potenziale verschaffen. Das betrifft sowohl die eigenen Geschäftsmodelle als auch geeignete andere Geschäftsmodelle und neue digitale Dienste. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IESE als Berater kann das Unternehmen so an innovativen Lösungen in der eigenen Branche arbeiten.



»Was macht das Ökosystem?« – Diese Frage ist anscheinend gar nicht so leicht zu beantworten.



Jedes Playmobil®-Element verkörpert z. B. einen Akteur oder einen Plattformservice.

# BaSys 4

## Eine dienstbasierte Industrie-4.0-Architektur

Heutzutage sind Fertigungsanlagen auf die Massenproduktion identischer Waren ausgelegt. Obwohl Fertigungssysteme oft eine gewisse Flexibilität besitzen, sind sie nicht vollständig wandelbar. Stattdessen sind Änderungen mit hohen Kosten verbunden. Wandelbare Produktion hingegen erlaubt es Herstellern, schneller auf eine veränderte Nachfrage zu reagieren und kleine Losgrößen effizient zu produzieren. Der Digitale Zwilling ist ein Schlüsselkonzept für die Umsetzung der erforderlichen Wandelbarkeit. BaSys 4 definiert eine Referenzarchitektur für Produktionssysteme, die den Wandel zur Industrie 4.0 ermöglicht. Unsere Open-Source-Middleware Eclipse BaSys ist eine Referenzimplementierung der Konzepte von BaSys 4.

### **Sich wandelnde Märkte erfordern eine wandelbare Produktion**

Die zunehmende Nachfrage nach individualisierten Produkten und die immer kürzeren Produktlebenszyklen eröffnen Fertigungsanlagen neue Möglichkeiten, sich von der Konkurrenz abzuheben. Traditionell waren die Verkaufsargumente in der Fertigung Stückkosten und Qualität; heute gewinnt die Fähigkeit, individualisierte Produkte herzustellen, zunehmend an Bedeutung. Hersteller, die in der Lage sind, Produkte zu individualisieren, können schon heute wesentlich höhere Umsätze pro Produkt erzielen. Bei individualisierten Produkten besteht jedoch die Herausforderung darin, dass sie nur in kleinen Losgrößen nachgefragt werden. Die Änderungskosten sind bei traditionellen Fertigungslinien zu hoch, um kleine Losgrößen wirtschaftlich zu realisieren. Andererseits könnte ein wandelbares Fertigungssystem höhere Stückkosten für individualisierte Produkte zu geringen Mehrkosten oder gar ohne Mehrkosten für die Änderung der Fertigungslinien realisieren. Dies bringt Wettbewerbsvorteile, erfordert aber eine neue Fertigungsarchitektur für Produktionsanlagen.

Wandelbare Produktion erfordert Wandelbarkeit sowohl bezüglich der Produktionsressourcen einer Fertigungslinie als auch bezüglich der Produktionsprozesse. Zur physikalischen Wandelbarkeit gehört die Fähigkeit, beispielsweise die von einem Roboter benutzten Werkzeuge zu ändern, eventuell Produktionsgeräte hinzuzufügen oder zu entfernen und Mitarbeiter auszubilden. Veränderungen der Produktionsprozesse erfordern Änderungen im Bereich Prozessautomation, Anpassung der Prozess- und Qualitätsdokumentation und möglicherweise die Einrichtung von Lieferketten. Hinzu kommt die erneute Zertifizierung von Fertigungslinien, um sicherzustellen, dass sie die Kundenanforderungen erfüllen.

### **Aktuelle Fertigungsprozesse sind zu starr**

Physikalische Wandelbarkeit ist normalerweise in bestehenden Fertigungslinien gegeben. Änderungen im Bereich Prozessautomation und Re-Zertifizierung sind dagegen die Haupthindernisse, die einer wandelbaren Produktion im Wege stehen. Diese lassen sich nicht einfach durch den Austausch eines einzelnen Geräts



erzielen; stattdessen müssen die Fertigungsprozesse an Industrie 4.0 angepasst werden. Heutzutage wird Prozessautomation mithilfe speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) realisiert. Diese führen zyklische Programme aus, die in einer Standardsprache programmiert sind. Eine einzelne SPS automatisiert eine Produktionszelle oder einen Schritt eines automatisierten Fertigungsprozesses. SPS steuern Arbeitsplätze und Roboter und führen für jedes Werkstück die notwendigen Prozessschritte aus. Der komplette Fertigungsprozess wird auf alle SPS der Fertigungslinie verteilt. Änderungen in der Prozessautomation erfordern daher die Umprogrammierung der SPS, was heute oftmals unerwünschte Seiteneffekte in dem Prozess verursacht. Diese Seiteneffekte führen zu deutlich längeren Stillstand- und Änderungszeiten sowie höheren Kosten.

### **Wandelbarkeit möglich machen mit BaSys-4-Architekturkonzepten**

Wandelbare Prozesse verkürzen die Stillstandzeiten von Fertigungslinien bei Prozessänderungen. Idealerweise kann die Programmierung ohne Seiteneffekte

und ohne jegliche Stillstandzeiten geändert werden. BaSys 4 definiert eine servicebasierte Fertigungsarchitektur, die diese Wandelbarkeit ermöglicht. Es sind nicht mehr SPS, die Prozessschritte umsetzen, sondern aufrufbare Dienste. SPS-Basisdienste implementieren Echtzeitverhalten, das Fertigungsschritte steuert, zum Beispiel für das Bohren von Löchern oder automatisierte Qualitätsbewertung. Die Anpassung der Dienste ist mithilfe von Parametern möglich, die zum Beispiel die Position und Größe von Bohrlöchern bestimmen.



Weitere Infos zum Projekt finden Sie hier: [www.basys40.de](http://www.basys40.de)



### **BaSys 4 gibt es auch mit professionellem Support.**

Gemeinsam mit unseren Partnern NetApp und objective Partner AG erstellen wir für Sie eine angepasste Industrie-4.0-Lösung nach Ihren Wünschen.

**Ihr Ansprechpartner: Thomas Kuhn,**  
[thomas.kuhn@iese.fraunhofer.de](mailto:thomas.kuhn@iese.fraunhofer.de)

# Blockchain: ja oder nein?

Das Fraunhofer IESE kann bei der richtigen Entscheidung unterstützen

Das Thema Blockchain ist im Moment in aller Munde, auch befeuert durch den Hype rund um Bitcoin. Viele Firmen überlegen, ob es für sie sinnvoll und vielversprechend sein könnte, Applikationen basierend auf einer Blockchain-Technologie zu entwickeln oder zumindest damit zu experimentieren. Das Fraunhofer IESE unterstützt Firmen bei der Entwicklung und beim Aufbau solcher Applikationen.

## Was ist überhaupt Blockchain?

Eine Blockchain ist eine Datenbank, die dezentral in einem Netzwerk aus unabhängigen Rechnerknoten gespeichert ist. Die Daten werden in Form von Transaktionen in einer linear verknüpften Kette von Blöcken abgelegt, die über kryptografische Verfahren miteinander verbunden und damit gegen Manipulation gesichert sind. Zentrale Vorteile einer Blockchain sind der Verzicht auf zentrale vermittelnde Instanzen und eine manipulationssichere Nachvollziehbarkeit von Transaktionen. Häufig diskutierte Nachteile sind die hohen Kosten von Transaktionen und der damit verbundene Energieverbrauch sowie der geringe Durchsatz von Transaktionen.

Die Kommunikation zwischen den beteiligten Knoten, die kryptografischen Verfahren und die Abstimmung über neu zu akzeptierende Transaktionen im Netzwerk werden durch eine Blockchain-Technologie umgesetzt. Die bekannteste Blockchain-Technologie ist die Kryptowährung Bitcoin; eine andere Blockchain-Technologie ist zum Beispiel Ethereum.

Auf Blockchain-Technologien aufbauend können IT-Anwendungen entwickelt werden, die sich die Eigenschaften der Blockchain bei der Datenhaltung zunutze machen.

Während auf der einen Seite eine enorme Erwartungshaltung bezüglich des disruptiven Potenzials Blockchain-basierter Anwendungen existiert, mehren sich auf der anderen Seite die Stimmen, die massiv das Fehlen von realen Anwendungen beklagen, die wirklich von Blockchain profitieren.

## Das Problem von Blockchain in Unternehmen

Es wird zwar im Unternehmensfeld viel über Blockchain gesprochen und diskutiert, aber oft fehlt eine gemeinsame Sprache und ein ausreichend tiefes Verständnis zum Thema Blockchain. Darüber hinaus wird die Eignung der Technologie Blockchain häufig nur oberflächlich diskutiert. Auch die methodische Kompetenz für die Entwicklung hochgradig verteilter Applikationen basierend auf Blockchain bei gleich-

zeitiger Erreichung von Qualitätseigenschaften wie User Experience und Sicherheit ist wenig ausgeprägt. Viele Unternehmen diskutieren das Thema isoliert voneinander im Management und in der Technik, haben dabei aber oft keinen gemeinsamen Wissensstand und kein Zielbild entwickelt. Viele Unternehmen fühlen sich außerdem unter Zeitdruck, schneller als die Wettbewerber mit Entscheidungen und eventuell auch Lösungen auf den Markt zu kommen.

Was brauchen Unternehmen nun, die sich mit dem Thema Blockchain auseinandersetzen? Hierzu bietet das Fraunhofer IESE methodische Unterstützung an, welche es ermöglicht, sich dem Thema strukturiert zu nähern. So können Unternehmen ein Zielbild entwickeln und werden durch den gesamten Prozess bis zur technologischen Umsetzung geleitet.

### Das Fraunhofer IESE bietet die Lösung mit fundierter Unterstützung

Der Rahmen unserer Lösung ist eine langjährig etablierte und bewährte Architektur- und Software-Engineering-Methodik und ein entsprechendes Projektvorgehen. Die Lösung beinhaltet unter anderem die folgenden Bausteine:

- **eine einheitliche Terminologie**, die häufig durcheinandergeworfene Begriffe rund um Blockchain sauber definiert.
- **Unterstützung bei der Bewertung** der Eignung einer Applikation für den Einsatz von Blockchain-Technologie mit einem Kriterienkatalog.
- **Unterstützung beim Architekturdesign** von Blockchain-basierten Applikationen, vor allem durch eine systematische architekturbezogene Aufbereitung der Applikationen und durch einen Katalog von Fragen, die während des Designs zu stellen und zu beantworten sind.

Gemeinsam mit dem Kunden analysiert das Fraunhofer IESE entweder existierende Anwendungsfälle, die für Blockchain infrage kommen, oder es werden mithilfe von Kreativitätstechniken neue Anwendungsfälle geschaffen. Dabei fungiert das Institut als Unterstützer und kann

die methodische Führung übernehmen. Hier geht es vor allem darum, den geplanten Einsatzkontext, die Vertrauensbeziehungen zwischen Parteien rund um die Applikation und die geforderten Qualitätseigenschaften der Applikation zu verstehen und zu bewerten. Schließlich wird erörtert und entschieden, ob es einen Anwendungsfall gibt, der von der Umsetzung mit einer Blockchain-Technologie profitiert und den der Kunde prototypisch umsetzen möchte.

Zur Umsetzung des Anwendungsfalls arbeiten das Fraunhofer IESE und der Kunde gemeinsam an der Architektur für die Applikation, die auf einer Blockchain basiert. Dabei bringt das Fraunhofer IESE seine Erfahrung in der Architekturdefinition und in spezifischen Fragestellungen zum Thema Blockchain ein. Außerdem bietet es Unterstützung beim User-Experience-Design: Hier geht es darum, das Augenmerk auch auf die Anwender zu richten: An was muss bei Blockchain-Projekten gedacht werden, sodass die Anwender ein möglichst unkompliziertes und zufriedenstellendes Nutzererlebnis haben? Je nach Kundenwunsch kann das Fraunhofer IESE auch bei der prototypischen Implementierung und bei der Evaluation des Prototyps unterstützen.



Mehr Infos zum Thema auch im Blog:  
<https://s.fhg.de/abba>

## Fraunhofer Blockchain-Tag

Am 5. November 2019 fand der »**Fraunhofer-Blockchain-Tag**« in Berlin statt. Die spannenden Diskussionen reichten von aktuellen Fraunhofer-Arbeiten im Bereich Blockchain bis zur Blockchain-Strategie der Bundesregierung. Die Fraunhofer-Institute IESE und FOKUS diskutierten im Workshop »Blockchain als Basisinfrastruktur für öffentliche Dienstleistungen« mit zahlreichen Teilnehmern, wie eine »Bundesblockchain« aussehen könnte und was sie können sollte, um sinnvolle Anwendungsfälle zu unterstützen.

Wenn auch Sie vor der Entscheidung »Blockchain: ja oder nein?« stehen, dann sprechen Sie mit unserem Experten Dr. Matthias Naab.  
Mail: [matthias.naab@iese.fraunhofer.de](mailto:matthias.naab@iese.fraunhofer.de)



# Highlights



# Projekt-Kickoff BaSys 4.2

## Die Erfolgsstory geht weiter

Das vom BMBF geförderte Industrie-4.0-Projekt »BaSys 4.0 – Basissystem Industrie 4.0« lief zum 30. Juni 2019 aus. Die Erfolgsstory geht jedoch weiter, denn mit BaSys 4.2 startete das BMBF-Projekt im Juli 2019 in eine weitere Phase: Unter der Leitung des Fraunhofer IESE werden 20 Partner aus Forschung und Industrie in den nächsten drei Jahren das kontinuierliche Engineering von Fertigungsprozessen und Industrie 4.0 für die Prozessindustrie erforschen. Welche Ziele das Projektteam bisher schon erreicht hat und wo die Reise mit BaSys 4.2 noch hingehen soll, beschreibt Dr. Thomas Kuhn, Hauptabteilungsleiter am Fraunhofer IESE und Projektleiter von BaSys 4, im Interview.

### Dr. Kuhn, mit welcher Zielsetzung sind Sie damals gestartet und mit welchen Ergebnissen konnten Sie die erste Projektlaufzeit abschließen?

Ziel des BaSys-4.0-Teams war es, eine Industrie-4.0-fähige Middleware zu entwickeln, die eine wandlungsfähige Produktion ermöglicht. Umgesetzt haben wir das Vorhaben mit unserer dienstbasierten Fertigungsarchitektur. Das heißt, wir haben den Fertigungsprozess nicht, wie heute oft üblich, verteilt auf speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) realisiert, sondern über Dienste, die von Orchestratoren basierend auf Produkt- und Prozessmodellen aufgerufen werden. Dabei kann man für jedes Produkt andere »Rezepte« definieren, die beschreiben, welche Dienste zur Fertigung notwendig sind. Das Ändern dieser Rezepte ist viel einfacher als die Neuprogrammierung von SPS. Informationen über Produkte und Geräte, wie zum Beispiel die angebotenen Dienste und deren Kosten, werden einheitlich in Verwaltungsschalen und deren Teilmodellen abgelegt. Diese können verteilt vorliegen und ermöglichen so den Zugriff auf verschiedenste Informationen über einheitliche Schnittstellen.



Dr. Thomas Kuhn: »BaSys 4 ist der Enabler für Industrie 4.0«.

### Kurz gesagt – was macht die Lösung so einzigartig?

Das Besondere an BaSys 4 ist, dass die IT mit den Geräten im Shopfloor kommuniziert, was bisher keine andere Industrie-4.0-Middleware erlaubt. Verwaltungsschalen realisieren definierte Schnittstellen zu Geräten, und damit ist sogar eine Steuerung der Geräte möglich.



### Wie geht es mit BaSys 4 weiter?

Erfreulicherweise schließt sich an BaSys 4.0 direkt unser Folgeprojekt BaSys 4.2 an. Das BMBF fördert dieses auch für die nächsten drei Jahre. Unser Ziel ist es, BaSys 4 auf die Prozessindustrie auszuweiten. Außerdem wollen wir die kontinuierliche Wandelbarkeit von Produktionsprozessen weitertreiben und auch Werkzeuge zur einfacheren Konfiguration von BaSys 4 bereitstellen.

### Welche Vorteile für die Industrie bietet die BaSys-4-Middleware?

BaSys 4 ist eine dienstbasierte Fertigungsarchitektur. Diese bietet für Nutzer enorme Vorteile. Dreh- und Angelpunkt sind die sogenannten Verwaltungsschalen. Sie ermöglichen einen durchgängigen Datenzugriff von der IT in den Shopfloor. Der Status von Geräten und Aufträgen steht jederzeit zur Verfügung. Prädiktive Wartung, Dashboards und Analysen können dank BaSys 4 günstig realisiert werden. Man kann die Produktqualität in Echtzeit dokumentieren, was von immer mehr Auftraggebern gefordert wird.

Diese werden in der Verwaltungsschale des Produkts gespeichert und stehen jederzeit für Analysen zur Verfügung.

### Also BaSys 4 als Enabler für Industrie 4.0?

Ja, so könnte man es bezeichnen. Die dienstbasierte Fertigungsarchitektur von BaSys 4 realisiert enorme Vorteile für produzierende Unternehmen. Werkstücke können auch in kleinen Stückzahlen effizient produziert werden; die Losgröße 1 wird Realität.

*Das Interview führte Claudia Reis, Pressereferentin beim Fraunhofer IESE*



Interessierte laden wir herzlich ein, sich die Open-Source-Middleware herunterzuladen: [www.basys40.de](http://www.basys40.de)



## Hannover Messe mit BaSys 4

Unter dem Motto »Mit digitalen Zwillingen vernetzte Produktion einfach machen!« haben wir auf der Hannover Messe im April 2019 mit unserer Modellfabrik gezeigt, wie die Open-Source-Middleware BaSys 4 mit Digitalen Zwillingen Fertigungsprozesse vernetzt und digitalisiert.

Aufgrund der Corona-Pandemie 2020 werden wir voraussichtlich erst 2021 wieder auf der Hannover Messe vertreten sein können.

Prof. Liggesmeyer und BDI-Chef Kempf tauschen sich über die Lösungen des Fraunhofer IESE zu Industrie 4.0 aus (Bild oben).

Wirtschaftsstaatssekretärin Schmitt informiert sich über BaSys 4 (Bild unten).

## Wirtschaftsstaatssekretärin Schmitt informiert sich über Industrie 4.0 und die digitale Landwirtschaft

Staatssekretärin Daniela Schmitt und Dr. Joe Weingarten, beide aus dem rheinland-pfälzischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, waren am 16. Juli 2019 zu Gast im Fraunhofer-Zentrum. Sie informierten sich unter anderem über die Forschungsarbeiten des Fraunhofer IESE zu den Innovationsthemen »Industrie 4.0« und »Digitale Landwirtschaft«.



Wirtschaftsstaatssekretärin Daniela Schmitt war von der Arbeit am Fraunhofer IESE begeistert.

### Produktion 4.0 mit BaSys

Anhand des Projekts BaSys zeigte das Fraunhofer IESE seinen Gästen, wie es Industrie 4.0 auch für den Mittelstand einfach macht. Die Open-Source-Middleware ermöglicht es Fertigungsunternehmen, ihre Produktion individueller an die Bedürfnisse der Kunden anzupassen. Dass das IESE mit dieser Lösung auf dem richtigen Weg ist, bestätigte auch Staatssekretärin Schmitt: »Es ist unser Auftrag, Hürden und Bedenken abzubauen und mittelständische Produktionsunternehmen fit für die Zukunft zu machen.«

### Das Fraunhofer IESE forscht an innovativen Lösungen für die Agrarindustrie

Wie das Fraunhofer IESE dazu beitragen will, die Landwirtschaft der Zukunft zu gestalten, wurde außerdem anhand des Fraunhofer-Leitprojekts »COGNAC« (Cognitive Agriculture) demonstriert. Hier ist das Ziel, die landwirtschaftliche Produktion mithilfe sensorbasierter Datenerfassung und Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse ebenso umwelt- und ressourcenschonend wie hocheffizient zu machen. Laut Staatssekretärin Schmitt sehen sich heutige Landwirte als Unternehmer, die wettbewerbsfähig sein müssen. Effizienz in Kombination mit ökologischen Aspekten sollte daher künftig noch stärker im Fokus stehen. »Agricultural Data Spaces« (siehe S. 32f.) können hierbei als Ökosystem vernetzter Daten und Dienste die Entscheidungsfindung in der hochkomplexen Wechselwirkung zwischen Biosphäre und Produktion unterstützen.

# ELIV 2019

## Fraunhofer IESE sichert autonome Systeme ab

Unter diesem Motto zeigte das Fraunhofer IESE vom 16. bis 17. Oktober 2019 auf der ELIV im World Conference Center in Bonn, wie autonome Systeme durch dynamische Risikobewertung abgesichert werden können.

Bei der Markteinführung von kooperativen und hochautomatisierten Systemen stellt der Nachweis der funktionalen Sicherheit die Hersteller noch immer vor erhebliche Schwierigkeiten. Auf der alle zwei Jahre stattfindenden Automobilmesse ELIV stellte das Fraunhofer IESE auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand deshalb ConSerts (Conditional Safety Certificates) vor: modulare und formal definierte Sicherheitskonzepte, die zur Laufzeit vollautomatisch integriert werden können. Nach der erfolgreichen Integration werden die Safety-Eigenschaften der kooperierenden Systeme sowie ihrer Umgebung dynamisch überwacht, um bei sicherheitsrelevanten Ereignissen die Systeme so zu rekonfigurieren, dass die Sicherheit des Gesamtsystems stets gewährleistet bleibt.

Über diese Enabler für hochautomatisierte und kooperative Funktionalität konnten sich interessierte Messebesucher bei unseren Safety-Experten aus erster Hand informieren. Zur anschaulichen Demon-

stration diente unser Truck-Platooning-Exponat. Ein weiteres Highlight war der Vortrag unseres Programm-Managers »Autonome Systeme«, Dr.-Ing. Rasmus Adler, zum Thema »Engineering und Hardening funktionaler Fail-Operational Architekturen für das hochautomatisierte Fahren«.



Jan Reich (links) und Dr. Daniel Schneider stellen interessierten Besuchern dynamische Risikobewertung zur Absicherung autonomer Systeme vor.



### Dynamische Absicherung kooperativer Systeme mit ConSerts

Klassische Absicherungsmethoden zur Entwicklungszeit reichen nicht aus, um die Herausforderungen kooperativer Systeme zu meistern. Die am Fraunhofer IESE entwickelten Conditional Safety Certificates (ConSerts) sind modulare und formal definierte Sicherheitskonzepte, die zur Laufzeit vollautomatisch integriert werden können. Mit ConSerts lassen sich Worst-Case-Betrachtungen und die damit verbundenen Einbußen in der Performanz umgehen. Die Variabilität in Kooperations-

szenarien wird durch ConSerts formalisiert und zur Laufzeit im Hinblick auf Sicherheit und maximale Performanz aufgelöst. Weiterhin ermöglichen ConSerts ein kooperatives, dynamisches Risikomanagement, bei dem das Risiko der aktuellen Situation zur Laufzeit gemessen und dynamisch kontrolliert wird. Dadurch kann der Verhaltensspielraum autonomer Systeme auf den sicheren Bereich eingeschränkt werden.



# »An die Rechner, fertig, los...«

Coden für Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und ökologisches Miteinander – diese und weitere Themen beschäftigten die über 50 Teilnehmenden des 2. PFAFF HACKS.

## Der PFAFF HACK als Ideenschmiede für das Stadtquartier der Zukunft

Mehr als 50 Teilnehmende fanden sich am 25. Oktober 2019 am Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern ein, um sich einer 24-Stunden-Challenge zu stellen. Dabei entwickelten sie Ideen für Prototypen zur digitalen Umsetzung nachhaltiger Konzepte und innovativer Lösungen für das Stadtleben der Zukunft.

Unter dem Motto »Erneuerbar. Effizient. Digital« beschäftigt sich das Fraunhofer IESE gemeinsam mit sieben weiteren Partnern mit der Entwicklung innovativer Ideen und Lösungen für nachhaltige Stadtquartiere von morgen. Auf dem einstigen Fabrikgelände des Nähmaschinenherstellers PFAFF wird ein neues, klimaneutrales Quartier entstehen, das Dienste auf einer Quartiersplattform anbietet, welche Lösungen aus der Informations- und Kommunikationstechnik integriert. Nachhaltige Energieerzeugung und -nutzung sowie Mobilitätslösungen der Zukunft und digital-basierte Möglichkeiten zur Stärkung der Gemeinschaft stehen hierbei im besonderen Fokus. Das Projekt »EnStadt:Pfaff« wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) als eines von sechs bundesweiten Leuchtturmprojekten gefördert. Es ist erklärtes Ziel, die Bürgerinnen und Bürger dabei in den Entstehungsprozess neuer digitaler Lösungen stark einzubeziehen.

### PFAFF HACK als Ideenschmiede

Mit Hackathons ist es möglich, eine junge Zielgruppe in die Projektidee zu involvieren und auch die Ideen und Visionen Jugendlicher sowie Studierender zu berücksichtigen. Die Teams waren bei

der konkreten Umsetzung ihrer Konzepte rund um die Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit auch bei diesem 2. PFAFF HACK wieder sehr kreativ. Einmal mehr bot sich ihnen eine besondere Gelegenheit, im Dialog zwischen Forschung und den Menschen Ideen zu finden, weiterzudenken und direkt an die Umsetzung zu gehen.

Im Finale präsentierten die elf Teams ihre Vorschläge in Form unterhaltsamer, aber gehaltvoller und technisch überzeugender Pitches vor einer Jury bestehend aus Vertretern von KL.digital, dem Gründungsbüro und dem Fraunhofer IESE. Vorgestellt wurden User Interfaces mit diverssten Funktionen, Sensoren zur Bemessung und zum Monitoring des eigenen Energieverbrauchs, Online-Plattformen für nachhaltig organisierte Mitfahrgelegenheiten und Recycling- und Sharing-Plattformen für ein ökologischeres Miteinander oder ein IoT-basiertes (Internet of Things) Kompostmanagement. In einigen Fällen wurden auch Ansätze aus dem Bereich der AR (Augmented Reality) und Gamification implementiert und Finanzierungsmodelle (z. B. Crowd-Sourcing) zur Umsetzung der präsentierten Ideen aufgezeigt. Die Reihe der PFAFF HACKs wird auch 2020 fortgeführt.



Mehr Informationen unter  
[www.pfaffhack.iese.de](http://www.pfaffhack.iese.de)

# IKT Konzepte PFAFF 2029

Im Rahmen der Transformation einer Industriebrache in ein modernes Quartier wird im Forschungsprojekt »EnStadt: PFAFF« besonders der Aspekt der Klimafreundlichkeit betrachtet. Das ehemalige Werksgelände des Nähmaschinenherstellers PFAFF mitten in der Stadt Kaiserslautern wird in ein neues Stadtquartier umgewandelt. Im Rahmen des Projekts arbeiten und forschen acht Partner an der Realisierung der Vision des »klimaneutralen Stadtquartiers«.

In dem Konzeptpapier »IKT Konzepte 2029« beschreibt das Forscherteam des Fraunhofer IESE, wie die Digitalisierung unseres Lebens im Jahr 2029 aussehen könnte und welche Einflussmöglichkeiten diese für ein klimafreundliches Verhalten der Menschen bietet. Es zeigt, wie Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in Zukunft in den Alltag der Quartiersbewohner, Anwohner, Besucher, Arbeitnehmer, Pendler und sonstiger Betroffener eingebettet sein kann.

## Welche Dienste denkbar sind

Generell lassen sich die digitalen Dienste für das klimaneutrale Quartier in drei Gruppen einteilen: Mobilität, Energie und Gemeinschaft. Beispiele aus jedem dieser Bereiche werden im Konzeptpapier vorgestellt.

Ein Dienst im Bereich Mobilität könnte z.B. ein Assistenzsystem sein, das den Nutzern Wege mit öffentlichen Verkehrsmitteln, Leihdiensten oder Mitfahrgelegenheiten plant und koordiniert (Lina, die intelligente Mobilitätsassistentin). Mit der Idee eines Parcel Cafés werden Belange für eine gut organisierte, komfortable Mitmachlogistik adressiert. Hier vereint sich der Gedanke einer Packstation mit der Idee der Mitmachlogistik. Zentral im Quartier gelegen, bietet ein Café neben seinem Kernnutzen auch noch die Möglichkeit, Pakete zentral abzuliefern, bzw. diese zum passenden Zeitpunkt abzuholen oder sich ggfs. von jemandem bringen zu lassen.

Dieses Konzept spielt schon in den Bereich der Dienste für die Gemeinschaft. Mit einem starken Wir-Gefühl im Quartier steigt auch das Engagement, sich für eine gemeinsame Sache – hier den Klimaschutz – einzusetzen. Dazu dient zuallererst die PFAFF-Funk-App:

eine Plattform zum Austausch über Neuigkeiten, Veranstaltungen etc., die das Miteinander im Quartier in allen Lebensbelangen unterstützen kann und ihre Nutzer stets informiert hält. Darüber hinaus wird mit der App »MeDeTe« (Meins – Deins – Teils) ein Marktplatz für Tauschangebote etabliert: Ressourcen können von Privatpersonen oder Firmen angeboten und genutzt werden. Zuletzt ist auch noch ein Dienst angedacht, der den Nutzern im Quartier basierend auf Daten des eigenen Klimaverhaltens auf spielerische Weise zusätzliche Ratschläge und Hinweise gibt. Die App »Fish n' Tipps« bietet persönliche, auf das eigene Leben und die eigene Erfahrung zugeschnittene Hinweise und Tipps, um das eigene Handeln umwelt- und klimafreundlicher auszurichten. Die App ist mit anderen Plattform-Apps verbunden und analysiert die Aktionen, die darin vorgenommen werden, auf ihre Bedeutung für das Klima bzw. die Umwelt (z. B. wenn ein Carsharing-Auto gemietet wird, der Energieverbrauch des eigenen Haushalts über die Smart Home App abgefragt wird oder über MeDeTe Werkzeuge ausgeliehen werden).

In einer Effizienz-durch-Transparenz-App können sich Haushalte gegenseitig zu einer Energiespar-Challenge herausfordern und vergleichen, wer die höchste relative Einsparung gegenüber dem Normalverbrauch der Haushalte bzw. des gesamten Quartiers erreicht. Neben der Darstellung in der App wird der Verbrauch auch für alle sichtbar auf dem großen Platz vor dem Reallabor erkennbar gemacht. Eine Kunstinstallation – die Energiesäule – zeigt den Energieverbrauch des Quartiers und schafft so eine Identifikation aller Bewohner mit der Gemeinschaft. Gemeinsame Anstrengungen zum Energiesparen werden so für alle nach außen hin sichtbar.



# 70 Jahre Fraunhofer

70 Jahre Fraunhofer – auch für die Mitarbeitenden des Fraunhofer IESE ein Grund zum Feiern.

»Wir gestalten Zukunft gemeinsam«

**#WHATSNEXT:** Am 6. November 2019 feierten die Fraunhofer-Institute in Rheinland-Pfalz (IESE und ITWM aus Kaiserslautern, IMM aus Mainz) 70 Jahre Fraunhofer mit einem gemeinsamen Festakt und einer anschließenden Career Night für Studierende im Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern.

Im Frühjahr 1949 wurde die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. in München gegründet, um nach Krieg und Demontage die Wirtschaft wieder neu aufzubauen. Heute, 70 Jahre später, ist sie mit 74 Instituten Europas größte Organisation für angewandte Forschung. Drei dieser Institute, die an digitalen Zukunftsthemen forschen, sitzen in Rheinland-Pfalz: die Fraunhofer-Institute für Experimentelles Software Engineering IESE und für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern sowie das Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM in Mainz. Am 6. November 2019 feierten sie das Jubiläum unter dem Titel »Fraunhofer gestaltet die digitale Zukunft in Rheinland-Pfalz« mit zahlreichen Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Nach dem offiziellen Festakt fand ebenfalls im Fraunhofer-Zentrum

in Kaiserslautern die zweite Karrierenacht statt, eine Informations- und Netzwerkveranstaltung für MINT-Studierende.

## Einen Blick in die Zukunft wagen

Das Jubiläumsjahr der Fraunhofer-Gesellschaft stand unter dem Motto: »70 Jahre Fraunhofer, 70 Jahre Zukunft, WHATSNEXT«. Getreu dieses Mottos blickten die Fraunhofer-Institutsleitungen Prof. Anita Schöbel, Prof. Peter Liggesmeyer und Prof. Michael Maschos gemeinsam mit ihren Gästen und Rednern beim Festakt auf Erreichtes zurück und schauten vor allem nach vorn. Das Grußwort sprach Prof. Dr. Konrad Wolf, Minister für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz: »Der Fraunhofer-Gesellschaft gratuliere ich herzlich zu ihrer nunmehr

70-jährigen Erfolgsgeschichte und freue mich auf deren Fortschreibung«, so Minister Wolf. »Das Jubiläum ist auch für die drei rheinland-pfälzischen Fraunhofer-Institute ein schöner Anlass, sich mit ihrer Forschung zu präsentieren. Die Fraunhofer-Forschung in Rheinland-Pfalz leistet einen herausragenden Beitrag, die großen Zukunftsthemen wie Gesundheit, Ressourceneffizienz oder Landwirtschaft mit den Chancen der Digitalisierung zu verbinden.«

### Digitale Lösungen machen Landwirtschaft, Chemie und Medizin zukunftsfähig

Aus Sicht der Industrie schilderte August Altherr, zum damaligen Zeitpunkt Direktor des John Deere European Technology Innovation Centers, seine Vision der digitalen Landwirtschaft, deren Fokus darauf liegt, Nachhaltigkeit und Effizienz in Einklang zu bringen: »Die Digitalisierung in der Landwirtschaft führt uns von autonomen Fahrzeugen über autonomes Arbeiten im Feld bis hin zur autonomen, prozessgesteuerten Landwirtschaft. Das Feld bekommt, wie bei der Industrie 4.0, einen »Digitalen Zwilling«, der uns erlauben wird, die landwirtschaftlichen Prozesse sowohl ökonomisch als auch ökologisch zu optimieren.«

Dr. Christoph Großmann, Director Smart Manufacturing bei der BASF SE, erklärte, wie Fraunhofer das Chemieunternehmen dabei unterstützt, die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen: »Mithilfe digitaler Lösungen können wir in unseren Anlagen komplexe Prozesszusammenhänge noch besser verstehen und optimieren. Damit bringen wir unsere Produktion auf ein neues Niveau. Wir setzen auf die intensive Zusammenarbeit mit Fraunhofer, um

unsere führende Rolle in der Digitalisierung der Chemieindustrie weiter zu stärken. Mithilfe des interdisziplinären Austauschs erweitern wir unser Know-how und entwickeln neue, innovative digitale Lösungen.«

Prof. Dr. Wolfgang Kaminski, ärztlicher Leiter am Bioscientia Institut für Medizinische Diagnostik, zeigte auf, welche neuen Chancen die Digitalisierung im Gesundheitswesen bietet. »Durch die Nutzung der in der Labormedizin vorhandenen Gesundheitsdaten können zukünftig Krankheiten früher und zuverlässiger erkannt werden. Bioscientia hat damit bereits begonnen.«

Auch die Vertreter aus Politik und Wissenschaft wagten einen Blick in die digitale Zukunft, u. a. mit Univ.-Prof. Dr. Georg Krausch (Präsident der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz), Prof. Dr. Hans-Joachim Schmidt (Präsident der Hochschule Kaiserslautern) und MdL Johannes Klomann (Vorsitzender des Ausschusses für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz).



Prof. Kurz, Fraunhofer-Gesellschaft, überreichte die Ehrenmedaille der Fraunhofer-Gesellschaft an Prof. Wolf, Minister für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz.





Im Fadenspiel konnten Bewerberinnen und Bewerber ihren individuellen Weg bei Fraunhofer spinnen.

# Karriere machen bei Fraunhofer

## Zweite Career Night am Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern

Im Jubiläumsjahr »70 Jahre Fraunhofer« luden gleich drei rheinland-pfälzische Fraunhofer-Institute zur Karrierenacht inklusive Fraunhofer Escape Game ein: Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE und das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern sowie das Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM in Mainz.

Nach positiver Resonanz und großem Zulauf 2018 fand am 6. November 2019 zum zweiten Mal die an MINT-Studierende (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) gerichtete Informations- und Netzwerkveranstaltung am Fraunhofer-Zentrum in Kaiserslautern statt.

Der Zulauf im Jubiläumsjahr war groß: Von 17 bis 22 Uhr konnten die rund 100 Studierenden bei einem abwechslungsreichen Programm die drei rheinland-pfälzischen Institute kennen lernen und sich über Karrieremöglichkeiten bei Fraunhofer informieren. Ein ganz besonderes Highlight des Abends war das Fraunhofer Escape Game: In vier Gruppen mit maximal acht Personen konnten die Teilnehmenden innerhalb von 45 Minuten in einem fiktiven Büro

eines Fraunhofer-Wissenschaftlers Rätsel lösen, Hinweise kombinieren und gemeinsam Codes knacken. Eine Herausforderung, bei der Wissen, technisches Geschick und ein ausgeprägter Teamgeist gefragt waren! Hinweise mussten zum Beispiel in der Augmented-Reality-Ebene mithilfe von Smartphone-kameras gefunden werden, und auch eine Virtual-Reality-Brille war Teil des Spiels.

### Viele interessante Programmpunkte

Daneben gab es noch weitere spannende Programmpunkte wie etwa die Präsentation verschiedener wissenschaftlicher Projekte und Exponate aus den Instituten. Das Fraunhofer IESE zeigte mit seinem BaSys-4-Demonstrator, wie mithilfe der eigens ent-



wickelten BaSys-Middleware und Digitalen Zwillingen die Fabrik 4.0 und Maßanfertigung bei Losgröße 1 aussehen kann.

In spannenden und gut besuchten Vorträgen im »Rapid Innovation Lab« vermittelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Teilnehmenden ihr Wissen und ihre Expertise, beispielsweise zum Thema »Safety beim autonomen Fahren«.

Darüber hinaus gab es einen Bewerbungsunterlagen-Check und die Möglichkeit zum Dreh eines Vorstellungsvideos oder zur Aufnahme eines professionellen Porträtfotos. Außerdem konnten sich die Studierenden an der Job Wall über aktuelle Stellenangebote informieren und sich direkt darauf bewerben. Begleitet wurde das komplette Event von einem Meet&Greet mit Fraunhofer-Mitarbeitenden bei Snacks und Getränken. Auch die zweite Karrierenacht erwies sich für die Organisatoren als voller Erfolg und steht baldmöglichst wieder auf der Agenda.



Selina Sperber und Petra Wulff vom Fraunhofer IESE stellten Interessierten der Career Night die Jobangebote des Fraunhofer IESE vor.

Beim Fraunhofer Escape Game Forschung spielerisch erleben



# Datenplattform für die Landwirtschaft

## Fraunhofer IESE erstellt Machbarkeitsstudie

Digitale Lösungen werden in der Landwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette eingesetzt. Landmaschinen etwa bringen satellitengesteuert und passgenau Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel aus, das Tierwohl wird präzise gemessen und gemehrt, Transport- und Lagerungsabläufe werden auf diese Weise optimiert. Digitale Lösungen spielen zudem eine Rolle bei der Erfassung von Erntezahlen und beim gesamten Betriebsmanagement bis hin zur Steuererklärung. Dabei haben Landwirte die Erwartung, dass ein reibungsloser Datenaustausch ohne Zeitverlust zwischen den Produkten der verschiedenen Hersteller gewährleistet ist. Dadurch gewinnen Datenplattformen hier an Bedeutung.

### Wie kann eine solche Datenplattform aussehen?

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie, die durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert wird, untersucht das Fraunhofer IESE folgende Fragestellungen:

- Wie muss eine digitale Datenplattform sinnvoll aufgebaut werden, damit der Staat die Landwirte bestmöglich unterstützen kann?
- Welche relevanten Daten können dem Landwirt von staatlicher Seite kostenfrei und in einer praxisingerechten (maschinenlesbaren) Form zur Verfügung gestellt werden?
- Wie müssen digitale Daten für die Landwirtschaft aussehen, damit diese einfach für unterschiedliche Anforderungen nutzbar sind (Standards für Datenformate beziehungsweise offene Schnittstellen)?
- Welches Potenzial bietet die Offenlegung von Schnittstellen beispielsweise zu digitalen Antragssystemen der Länder?
- Welche Maßnahmen hinsichtlich Datenschutz müssen bei staatlichen Plattformen gewährleistet werden?

### Landwirte sollen digitale Angebote aktiv mitgestalten

Mit einer Umfrage ermittelt das Fraunhofer IESE derzeit den individuellen Bedarf, die Anforderungen und die Bedenken unterschiedlichster Beteiligter bezüglich der Bereitstellung landwirtschaftlicher Daten durch staatliche Stellen.

Die Befragung richtet sich an Mitarbeiter von landwirtschaftlichen Betrieben, vor- und nachgelagerten Unternehmen in der Landwirtschaft und landwirtschaftsbezogenen Referaten, Behörden und Instituten sowie an Mitglieder von Verbänden und Vereinen in der Landwirtschaft und Vertreter von öffentlichen Großprojekten in der Landwirtschaft. Die Teilnahme an dieser Umfrage bietet den Teilnehmenden die Chance, mögliche zukünftige digitale Angebote bereits in einer sehr frühen Phase mitzugestalten.

Erste Ergebnisse der Studie sollen im Herbst 2020 zur Verfügung stehen.

# Zwischenfazit der »Digitalen Dörfer«

Die Vision, Menschen in ländlichen Regionen mithilfe der Digitalisierung besser zu verbinden und neue, innovative Perspektiven für ein attraktives Leben auf dem Land zu schaffen, wurde mit dem Projekt der »Digitalen Dörfer« zur Erfolgsstory. Heute partizipieren bundesweit zahlreiche Gemeinden an der vom Fraunhofer IESE entwickelten Plattformlösung, die in Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein inzwischen sogar landesweit ausgerollt wurde.

Gemeinsam mit dem rheinland-pfälzischen Innenministerium und der Entwicklungsagentur Rheinland-Pfalz e.V. startete das Fraunhofer IESE 2015 das Projekt »Digitale Dörfer«. Aus einem Ideenwettbewerb gingen drei Verbandsgemeinden hervor, in denen Chancen und Möglichkeiten einer digitalen Plattform ausgetestet wurden: mit verschiedenen Diensten und Services für die Bevölkerung, aber auch für die Gemeindeverwaltungen selbst. Als Living Labs gingen Betzdorf-Gebhardshain, Eisenberg und Göllheim als die ersten »Digitalen Dörfer« an den Start. Praktikable Lösungen wurden in zahlreichen Bürgerworkshops erdacht, diskutiert und letztlich technisch durch vom Fraunhofer IESE entwickelte benutzerfreundliche Apps umgesetzt, welche verschiedene Lösungen für die Themen Nahversorgung, Ehrenamt und Kommunikation adressieren. Inzwischen nutzen bundesweit immer mehr Gemeinden die Vorteile dieser digitalen Plattform.

Vermittler und Botschafter waren dabei sowohl die Fraunhofer-Wissenschaftler, allen voran Abteilungsleiter Steffen Hess, und der Leiter des Kontaktbüros des Fraunhofer IESE in Berlin, Gerald Swarat, sowie Vertreter der Gemeinden auf zahlreichen Veranstaltungen, Kongressen und Messen im In- und Ausland. Mit passgenauen digitalen Lösungen für die Bedürfnisse vor Ort stärkt das Projekt nachhaltig den ländlichen Raum und belebt die Dörfer. Die im Projekt kooperierenden Verbandsgemeinden erhielten weitere Zuwendungsbescheide für die Jahre 2020 und 2021, das Fraunhofer IESE bekam im Rahmen der Veranstaltung »Nachhaltig digital unterwegs« am 13. Februar 2020 den Förderbescheid für die dritte Projektphase überreicht.



Mehr Informationen unter  
[www.digitale-doerfer.de](http://www.digitale-doerfer.de)

Dr. Marcus Trapp befragt die Pioniere der Digitalen Dörfer: Steffen Hess vom Fraunhofer IESE und die Bürgermeister der Verbandsgemeinden Göllheim, Eisenberg und Betzdorf-Gebhardshain (v.l.n.r.).



# Smart-City-Atlas

Eine Zusammenarbeit zwischen Bitkom,  
Fraunhofer IESE und weiteren Partnern

Der Smart-City-Atlas von Bitkom, Fraunhofer IESE und 13 weiteren Partnern nimmt erstmals systematisch diejenigen Städte in den Blick, die einen integrierten Smart-City-Ansatz im Sinne einer themenübergreifenden Kooperation verfolgen. Durch den Einsatz neuer Technologien sollen vernetzte Infrastrukturen entstehen, um urbanen Herausforderungen wie der Energie- und Verkehrswende zu begegnen. Durch digitale und an den Bedürfnissen der Bürger ausgerichtete Dienstleistungen soll die Lebens- und Standortqualität vor Ort gesteigert werden.

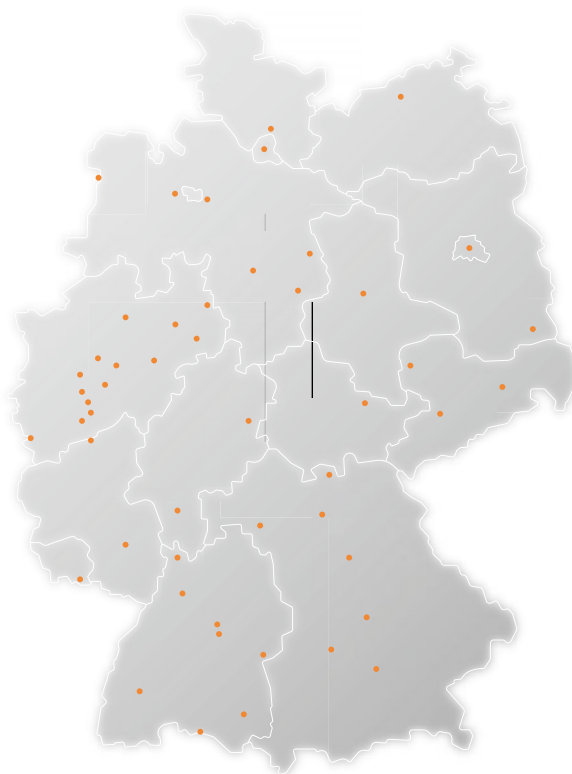


Die Studie gibt eine strukturierte Übersicht der 50 Vorreiterstädte in Deutschland, darunter auch Kaiserslautern, und zeigt deren jeweilige strategische wie organisatorische Herangehensweise an die Digitalisierung vor Ort auf. Zudem wird die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, Akteursgruppen und Partnern vor Ort aufgezeigt und hervorzuhebende Projekte aus jeder Kommune werden dargestellt. Die Ergebnisse basieren auf Vorrecherchen und Experteninterviews mit Digitalverantwortlichen der Städte. Sie stellen eine Momentaufnahme mit Stand März 2019 in einem sich rasant entwickelnden Thema dar.

## Dringlichkeit des Themas Digitalisierung

Die Ergebnisse des Smart-City-Atlas zeigen, dass in den Städten in großer Breite die Notwendigkeit erkannt wurde, die Herausforderungen der digitalen Transformation aller Lebens- und Wirtschaftsbereiche aktiv anzugehen und diese gemeinsam mit den Interessensgruppen vor Ort zu gestalten. Insbesondere Metropolen und Großstädte sind hierbei auf einem soliden Weg und gehen mit gutem Beispiel voran. Davon inspiriert beginnen zunehmend auch Mittelstädte mit der Entwicklung und Umsetzung einer Digitalen Agenda.

Mehr als die Hälfte der betrachteten Städte befindet sich inmitten des Prozesses, ihre Digitale Agenda auszuformulieren. Für die Vorreiterkommunen lässt sich zudem feststellen, dass die Notwendigkeit einer gewissen Ressourcenbereitstellung und der Anpassung von (Verwaltungs-) Strukturen erkannt wird.



Übersichtskarte der in der Studie  
untersuchten 50 Städte



Eine der digitalen Vorreiterstädte: Kaiserslautern

## Herausforderungen und Handlungsempfehlungen

Dass die Digitalisierung auch bei den »Großen« kein Selbstläufer ist, zeigen die Herausforderungen, denen die Kommunen begegnen und mit denen sie umgehen. Die größten Herausforderungen auf dem Weg zur Smart City sind demnach die digitale Teilhabe, die Qualifizierung der Verwaltungsmitarbeiter und der Umgang mit Fragen zu Datenschutz, Datensicherheit und IT-Sicherheit. Zentrale Handlungsempfehlungen sind die Klärung von Verantwortlichkeiten und die Bereitstellung von Ressourcen, um insgesamt querschnittsorientierte Rollen zu schaffen, die sich der Digitalisierung der Kommunen annehmen. Von hoher Bedeutung sind zudem eine professionelle Kommunikationsarbeit, intern wie extern, und Partizipationsmöglichkeiten der Stadtgesellschaft.



Mehr Informationen unter  
[www.digitalestadt.org/de/smart-city-atlas](http://www.digitalestadt.org/de/smart-city-atlas)



## ÜBRIGENS...

Kaiserslautern verfolgt das Ziel, sich zu einer digitalen Modellstadt für das Land Rheinland-Pfalz zu entwickeln. Im Mittelpunkt der Digitalen Agenda steht der Mensch, dessen Lebensqualität erhöht werden soll, beispielsweise indem technische Systeme ihn bei seinen Aufgaben unterstützen und Abläufe beschleunigen. So sollen durch die Digitalisierung Effizienzgewinne in der Verwaltung erreicht werden und der Kontakt zwischen Behörden, Bürgerinnen und Bürgern soll erleichtert werden. Insgesamt ist die Stadt bestrebt, ihre Attraktivität als Wohnort zu steigern und für Unternehmen als Standort noch interessanter zu werden.

Die Studie wurde in Kooperation zwischen Bitkom und dem Fraunhofer IESE sowie den folgenden 13 Partnern erstellt:

bee smart city GmbH, Capgemini Deutschland GmbH, Dell EMC (Dell GmbH), Deutsche Telekom AG, Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Esri Deutschland GmbH, FIWARE Foundation e.V., Fujitsu Technology Solutions GmbH, Hewlett-Packard Enterprise, MasterCard Europe SA, PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Robert Bosch GmbH und Stadtwerke München GmbH.



# PROJEKTE



## Bosch Chassis Systems Control

Das Fraunhofer IESE kooperiert seit 2016 mit **Bosch Chassis Systems Control (CC)** zu diversen Aspekten rund um Agilität. Hierzu zählen zum Beispiel der eingesetzte Grad an Agilität, agile Skalierungsansätze, Agile Transition und konkrete Projektunterstützungen (z.B. Coaching) zu diesen Themen. 2019 lag der Fokus der Arbeiten auf der Suche und Anpassung geeigneter attraktiver Wissenstransferkonzepte zur Vermittlung klassischer Engineering-Themen. Als Anwendungsfall wurde die Rolle eines klassischen Testmanagers betrachtet, für die die notwendigen Anpassungen an die Arbeit im agilen Kontext erarbeitet wurden. Für die geänderte Rolle des agilen Testmanagers wurden anschließend passende Wissenstransferkonzepte ausgewählt und angepasst. Auch 2020 wird die Zusammenarbeit fortgesetzt, um Wissenstransferkonzepte zur Vermittlung von Themen aus dem Bereich Continuous Integration zu finden.

## DATEV

Die **DATEV e.G.** aus Nürnberg ist der größte Anbieter von Softwarelösungen für Steuerkanzleien, Rechtsanwälte und Wirtschaftsprüfer. Als innovatives Unternehmen erkannte die DATEV früh die Chancen, die Digitale Ökosysteme bieten, um neue digitale Geschäftsmodelle zu etablieren. Die eigens dafür gegründete Organisationseinheit bei der DATEV arbeitet dazu eng mit dem Fraunhofer IESE zusammen. Zur Exploration verschiedenster Gestaltungsmöglichkeiten eines Digitalen Ökosystems kam die Fraunhofer Ecosystem Shaping Methode zum Einsatz. Dabei wurden geschäftliche, technische und vertragliche Aspekte und deren Querbeziehungen betrachtet. Auf dieser soliden Grundlage arbeiten das IESE und DATEV gemeinsam an der Ausgestaltung und am Aufbau dieses Digitalen Ökosystems.

## T-Systems International

Mit dem Data Intelligence Hub (DIH) legt die Deutsche Telekom Tochtergesellschaft **T-Systems International GmbH** den Grundstein für eine sichere und vertrauensvolle Datenökonomie. Die Online-Plattform bietet einen Marktplatz für den Handel mit Daten sowie Werkzeuge für die Analyse und Veredelung dieser Daten. Die Vision des DIH ist es, innovative, datengetriebene Services zu ermöglichen und hierbei maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz wertschöpfend einzusetzen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Einhaltung der Datensouveränität für alle beteiligten Akteure. T-Systems hat sich deshalb für die MYDATA Control Technologies, eine vom Fraunhofer IESE entwickelte Technologie zur technischen Umsetzung von Datennutzungskontrolle, entschieden. Die Technologie wurde in einem gemeinsamen Projekt im DIH integriert und stellt dort die Datensouveränität verschiedener Akteure sicher.



## FibuNet

Die **FibuNet GmbH** aus Kaltenkirchen bietet ihren Kunden seit vielen Jahren sehr erfolgreich eine Software für die Finanzbuchhaltung an. Um ihre Software auch weiterhin modern und leistungsfähig zu halten, möchte FibuNet ihre bisherige Desktopanwendung durch eine Webanwendung ergänzen. FibuNet entschloss sich deswegen zu einer erneuten Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE zur Unterstützung dieses herausfordernden Migrationsvorhabens. Das Fraunhofer IESE führte dafür Nutzertests durch, gestaltete ein modernes User-Experience-Konzept und unterstützte die Erarbeitung des Architekturkonzepts und die Auswahl von Webtechnologien. Auf Basis dieser soliden Grundlage realisiert FibuNet die angestrebte zukunftsfähige Webanwendung, um den Kunden auch weiterhin ein hochperformantes und gut bedienbares System zu bieten.

## Siemens Gas and Power

Das Data Science Team des Fraunhofer IESE unterstützt **Siemens Gas and Power** dabei, den aktuellen Ansatz zur Optimierung der Kraftwerksregelung bezüglich Verfügbarkeit, Effizienz, Flexibilität und Emissionswerten durch datenbasierte Komponenten zu flexibilisieren und wirtschaftlich attraktiv zu erweitern. Dazu wurden Methoden und Verfahren identifiziert und vorgestellt, die es ermöglichen, neue Erkenntnisse aus den Daten zu ziehen, die über das bisherige Wissen hinausgehen, beziehungsweise zu denen man mit den klassischen Verfahren der Datenanalyse nicht gelangt. Das Fraunhofer IESE konnte aufzeigen, wie mit aktuellen Technologien Daten qualitätsgesichert, visualisiert, deskriptiv analysiert und explorativ hinsichtlich neuer Erkenntnisse untersucht werden können, um den Prozessbetrieb durch kontinuierliche, optimierende Eingriffe noch besser zu gestalten.

## Robert Bosch

FERAL 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. Die **Robert Bosch GmbH** hat beim Fraunhofer IESE eine Schnittstelle zu FERAL beauftragt, um diese Plattform zukünftig für Tests während der Steuergeräteentwicklung einzusetzen.

## Volkswagen

Die Konzern Grundanforderungen Software (KGAS) definieren für den gesamten Volkswagen-Konzern Anforderungen, die bei der Entwicklung von Software beachtet werden müssen. Der Wunsch nach agiler Entwicklung geht einher mit der Frage nach der Einhaltung der KGAS. Deshalb untersuchte das Fraunhofer IESE 2019 für den Bereich Konzern-Software-Qualitätssicherung der **Volkswagen AG**, wie die Erfüllung der KGAS mit agilen Vorgehensweisen möglich ist. In Abstimmung mit KGAS-Verantwortlichen und agilen Experten von VW wurde zunächst ein Mapping agiler Praktiken auf KGAS-Anforderungen erstellt. Endergebnis war ein Pocket Guide, in dem für eine Auswahl an Anforderungen eine Übersicht darüber geboten wird, welche Anforderungen unabhängig von der Vorgehensweise sind und welche durch agile Praktiken unterstützt werden. Für diese unterstützten Anforderungen wurde eine agile Umsetzung aufgezeigt.

## Debeka

Das Versicherungsunternehmen **Debeka** hat mit der Debeka-Leistungs-App eine Anwendungssoftware im Einsatz, für die es eine fünfstellige Anzahl von App-Store-Reviews gibt. Darin verbirgt sich eine enorme Informationsmenge, die sich manuell aber nicht mehr effizient sichten lässt. Deshalb initiierte das »Debeka Innovation Center« eine Kooperation mit dem Fraunhofer IESE zur Einführung von automatisierten Analysen mit dem »User Echo Service«, dem CrowdRE-Tool des Fraunhofer IESE. Die Analyse deckte unterschiedliche Perspektiven ab, wie die Häufigkeit von Emotionen, Themen und kommentierte Qualitätsmerkmale, was ein detailliertes und tiefgehendes Bild der Nutzerwahrnehmung der App ermöglichte. Die Ergebnisse bestätigten einerseits Vermutungen der Debeka-Mitarbeiter, konnten aber andererseits Annahmen mit Zahlen untermauern und neue Erkenntnisse liefern. Die gewonnenen Informationen zu Verbesserungsvorschlägen, Neuerungs Ideen und beliebten Funktionen können damit in einer Weiterentwicklung berücksichtigt werden. Die Debeka als innovatives Unternehmen kann so noch besser auf Kundenwünsche eingehen, da diese effizient zusammengefasst werden.

## IAV

Zur effektiveren Lösung regelungstechnischer Aufgaben beinhalten immer mehr Produkte Komponenten, die auf maschinellen Lernverfahren und Künstlicher Intelligenz (KI) beruhen. Da solche Verfahren insbesondere dann zum Einsatz kommen, wenn Zusammenhänge im Voraus nicht vollständig spezifiziert werden können, sondern anhand von Daten erlernt werden müssen, verbleibt auch nach intensiver Prüfung solcher Komponenten eine Restunsicherheit bezüglich des Auftretens fehlerhafter Ergebnisse in bestimmten Situationen. Die am Fraunhofer IESE entwickelte »Uncertainty Wrapper«-Architektur und -Analysemethodik erlaubt es, diesen situationsspezifischen Grad an Unsicherheit zuverlässig abzuschätzen und legt damit eine verlässliche Grundlage für Entscheidungen zur Entwicklungs- wie auch zur Laufzeit. Hierbei adressiert die Architektur alle drei Arten von Unsicherheiten im entsprechenden Schalenmodell. Derzeit wird die Methodik im Rahmen eines bilateralen Projekts gemeinsam mit der **IAV GmbH** auf eine bestehende KI-Komponente angewandt, wodurch entsprechendes Know-how in die industrielle Praxis transferiert wird.

## John Deere European Technology Innovation Center

Data Science und Künstliche Intelligenz (KI) sind in aller Munde und bieten im Zusammenhang mit Digitalen Ökosystemen ein großes Potenzial für neuartige Geschäftsmodelle. Die meisten Unternehmen besitzen bereits sehr viele Daten und daher ist es naheliegend, diesen Datenschatz zu nutzen. Mit Insights Collaboration Space (ICSpace) haben das **John Deere European Technology Innovation Center (ETIC)** und das Fraunhofer IESE die erste Kollaborations-App für interdisziplinäre Teams entwickelt, die gemeinsam an datengetriebenen digitalen Diensten im Bereich Smart Farming arbeiten. Die App läuft in der Cloud und ist dank modernster Webtechnologie einfach und intuitiv zu bedienen. Dies gilt insbesondere auch für Experten mit weniger stark ausgeprägtem technischen Hintergrund. Die App bietet eine sehr einfache grafische Notation, die den Nutzer dabei unterstützt, die Datenverarbeitungspipeline konzeptionell soweit aufzubauen, dass die sogenannten »Data Science Significant Requirements« sehr einfach abgeleitet werden können.

## DEIS



Die offene, kooperative Natur von Cyber-Physical Systems (CPS) schafft neue Herausforderungen bezüglich der Sicherstellung ihrer Verlässlichkeit. Im Projekt **DEIS (Dependability Engineering Innovation for CPS)** leitete das Fraunhofer IESE das Arbeitspaket »Modellkonzepte«, in dem das Kernkonzept des Projekts, die Digital Dependability Identity, definiert wurde. Darüber hinaus verantwortete es die Planung der Evaluationen in Labs und in Industrieumgebungen. Konkrete Ziele des Projekts waren die Einführung des Konzepts der Digital Dependability Identities (DDI), welches eine sichere Systemintegration ermöglicht: effiziente Synthese von Informationen zur Verlässlichkeit von Komponenten und System über die Supply Chain und effektive Evaluation dieser Informationen im Feld für die sichere Komposition von CPS-Konfigurationen. Die Verwendung von DDI wurde 2019 anhand industrieller Anwendungsfälle aus unterschiedlichen Domänen (Truck Platooning, European Train Control System, Driver Monitoring System, Medical Apps) evaluiert, und es konnte jeweils ein signifikanter Nutzen gezeigt werden.

[www.deis-project.eu/](http://www.deis-project.eu/)

## MInD

Im Projekt **MInD (Machine Intelligence and Deep Learning)** geht es um die Identifikation und Nutzung von Deep-Learning-Technologien zur sozio-technischen Gestaltung des digitalen Wandels. Dazu werden die Kompetenzen und Potenziale des Fraunhofer IESE, des Fraunhofer ITWM und des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) gebündelt. Das als langjährige Kooperation (> 4 Jahre) angedachte Projekt startete 2018 mit einem Vorlaufprojekt, in dem das Fraunhofer IESE mit einer Systematic Mapping Study einen Überblick über publizierte Methoden für den Einsatz neuronaler Netze in sicherheitskritischen Anwendungen erstellte. Diese wurden im Jahr 2019 in einen Referenzprozess zur Entwicklung von Systemen mit Machine-Learning-Komponenten überführt, welcher teilweise anhand eines Beispielsystems (Fußgängererkennungssystem) evaluiert wurde.

## FabOS



Im Rahmen des Innovationswettbewerbs »Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme« werden Projekte gefördert, die sich auf die digitale Transformation der Wirtschaft hinsichtlich Künstlicher Intelligenz fokussieren. Dazu gehört auch **FabOS**, dessen Ziel es ist, ein offenes und verteiltes sowie echtzeitfähiges und sicheres Betriebssystem für die Produktion zu entwickeln. Es soll den IT-Backbone für die wandlungsfähige Automatisierung der Fabrik der Zukunft und die Grundlage eines Ökosystems für datengetriebene Dienste und KI-Anwendungen bilden. Hybride Cloud-Plattformen und IoT-Anwendungen sind Kernelemente cyber-physischer Architekturen und werden die Basis zukünftiger Produktionslösungen sein. FabOS bildet hierbei eine Plattform, die nach Vorbild eines Betriebssystems Komponenten bereitstellt, die Maschinen, Infrastruktur und Dienste verknüpfen, wie es ein Betriebssystem mit Benutzerprogrammen und der Hardware in Form einer Abstraktionsschicht tut. Dabei werden die bisherigen Vorarbeiten der beteiligten Partner, zum Beispiel unsere Open-Source-Middleware BaSys 4, als Schlüsselbausteine gesehen, die zu einem Gesamtkonzept zusammengesetzt werden. So können echtzeitfähige, domänenübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke für die KI-gestützte autonome Produktion der Zukunft geschaffen werden.

[www.fab-os.org](http://www.fab-os.org)

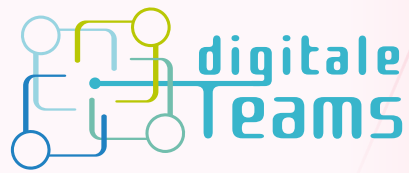
**DESIGNETZ**  
VERBUNDEN MIT KREATIVER ENERGIE



## DESIGNETZ

Die Herausforderung des Projekts **DESIGNETZ** ist es, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch unter Berücksichtigung aller Energieträger zu steigern. Konkret unterstützt das Fraunhofer IESE beim Entwurf der verteilten Systemarchitektur der integrierten Daten- und Dienstplattform für Energienetz-Management sowie der Erhebung von Datenschutzanforderungen und der Entwicklung von Datennutzungskontrollkomponenten für die integrierte Plattform. Hinzu kommt die Erstellung von Smart-Data-Analysen für die Modellierung, die Vorhersage und Diagnose von Flexibilitätspotenzialen in Energienetzen und die Evaluierung der Architektur des SESAM-Farm-Demonstrators zur Vernetzung von Smart Energy und Smart Farming. Am Ende steht eine ganzheitliche Betrachtung des Energiesystems über alle Akteure und Energieträger hinweg: Es soll eine feinere Steuerung bis hinunter in die Verteilnetze entstehen und existierende IKT-Insellösungen sollen vereint werden, um eine intelligente, ressourceneffiziente Energieversorgung der Zukunft zu schaffen.

[www.designetz.de](http://www.designetz.de)



## Digitale Teams

»Es ist Zeit, zu leben und zu arbeiten, wo und wie man will!« Daran arbeitet das Fraunhofer IESE seit 2017 im Projekt **Digitale Teams**: Das übergeordnete Ziel des Projekts ist es, durch eine Verbesserung der Beschäftigungsmöglichkeiten in ländlichen Regionen der Landflucht in Deutschland entgegenzuwirken. Ein Konsortium bestehend aus dem Fraunhofer IESE, Microsoft Deutschland, Insiders Technologies, Welance und dem Institut für Technologie und Arbeit (ITA) sieht die Lösung im Einsatz von »Digitalen Teams«, also Arbeitsgemeinschaften, die virtuell miteinander verbunden sind. Konkret soll eine Ökosystemplattform entwickelt werden, durch die das virtuelle Zusammenarbeiten ermöglicht wird. Es soll gezeigt werden, dass das Arbeiten in virtuellen Teams mit Unterstützung moderner IKT funktioniert, ohne dass dies zu Einbußen bei der Arbeitszufriedenheit oder Produktivität im Vergleich zu lokalen Teams führt.

[www.digitale-teams.de](http://www.digitale-teams.de)



## Demeter

Im Rahmen des europäischen Projekts **Demeter** arbeiten seit September 2019 insgesamt 60 Projektpartner an Lösungen für einen einfachen Austausch von Daten im Kontext der Digitalisierung der Landwirtschaft. Bei dem im Rahmen des »Horizon 2020«-Programms der EU geförderten Projekts stehen Interoperabilität und Vergleichbarkeit von datenbasierten Diensten im Vordergrund. Das Fraunhofer IESE entwickelt und erprobt in diesem Projekt, welche Standards und Verfahren angewendet werden können, um die Datenqualität möglichst einheitlich, durchgängig und automatisiert bewerten zu können. Nur bei entsprechender Datenqualität ist Aussagekraft und Genauigkeit – zum Beispiel für Vorhersagen – gegeben. Informationen zur Datenqualität können dann von den Verfahren auf Entscheidungsebene verwendet werden, um gegebenenfalls alternative Strategien zur Auswertung der Daten anzuwenden. Unsere Forscher entwickeln dazu einen Dienst zur automatisierten Qualitätsbewertung.

<http://h2020-demeter.eu>



## SMART TAU HUS

### Smart tau Hus

Mit dem Modellvorhaben **Digitales Landleben Mecklenburg-Vorpommern »Smart tau Hus«** soll die Digitalisierung das Potenzial ländlicher Regionen erfolgreich in die Zukunft führen. Das Modellvorhaben ist in drei Phasen untergliedert. In der ersten Phase wurde in einem Landeswettbewerb der Gemeindeverbund unter Führung der Gemeinde Hohenkirchen zur Modellregion ausgewählt, die nun ihr Digitalisierungskonzept umsetzen kann. Die Idee ist, mithilfe von digitalen Schaukästen den Informationsaustausch zwischen Verwaltung, Einwohnern und Gästen zu verbessern. Der Fokus des Fraunhofer IESE liegt auf der Konzeption (Phase 2) sowie auf der technischen Entwicklung und Umsetzung (Phase 3) des digitalen Schaukastens, der den Informationsaustausch zwischen Verwaltung, Einwohnern und Gästen verbessern soll.

[www.smart-tau-hus.de](http://www.smart-tau-hus.de)

### TrUSD



In dem Verbundvorhaben **»TrUSD – Transparente und selbstbestimmte Ausgestaltung der Datennutzung im Unternehmen«** wird ein praxistauglicher und rechtskonformer Ansatz für den technologiegestützten Beschäftigtendatenschutz entwickelt. Auf diese Weise wird eine Brücke zwischen den Potenzialen der Datenanalyse und dem Recht der Beschäftigten auf Privatheit geschlagen. Durch Privacy Dashboards werden Unternehmen in die Lage versetzt, für ihre Arbeitnehmer sowohl Transparenz über betriebliche Datenverarbeitungsvorgänge als auch Selbstbestimmungsmöglichkeiten hinsichtlich der Datenverarbeitung zu schaffen. Zudem werden Unternehmen durch ein in TrUSD entwickeltes partizipatives Vorgehensmodell unterstützt. Somit können sie die organisationsweite Vertrauens- und Arbeitskulturen stärken und gleichzeitig von geschäftsfördernden Analysen mit von Arbeitnehmern selbstbestimmt freigegebenen, personenbezogenen Daten profitieren.

[www.trusd-projekt.de](http://www.trusd-projekt.de)

## KI in Mittelstädten

Die Erforschung der digitalen Transformation im kommunalen Kontext setzt vorwiegend bei größeren Strukturen (Smart Cities) an. Zunehmend geraten auch Smart Regions und ländliche Gemeinden in den Blick. Mittelstädte liegen hingegen nicht im Fokus der Betrachtung, sodass insbesondere die für Rheinland-Pfalz relevanten (kleinen) Mittelstädte und ihre Potenziale häufig unberücksichtigt bleiben. Ziel des Projekts **KI in Mittelstädten** ist eine Bestandsaufnahme von Konzepten und Strategien zum Einsatz von KI und zu innovativen Ideen in Mittelstädten. Dabei sollen die aktuellen Voraussetzungen sowie Potenziale und Grenzen des Einsatzes von KI-gestützten Diensten in der öffentlichen Verwaltung rheinland-pfälzischer Mittelstädte untersucht werden. Das Projekt setzt die Zusammenarbeit des Fraunhofer IESE mit dem Fachgebiet Stadtsoziologie der TU Kaiserslautern und dem DFKI fort, aus der die gutachterliche Stellungnahme »Auswirkungen der Digitalisierung im Allgemeinen und künstlicher Systeme im Speziellen auf das kommunale Leben in Rheinland-Pfalz im Jahr 2050« hervorgegangen ist.

Co:Lab 

## KoKI

Auch eine Kommune ist auf innovative technologische Möglichkeiten wie Künstliche Intelligenz (KI) angewiesen, um die Lebens-, Standort- und Arbeitsqualität für die Menschen wirkungsvoll und nachhaltig zu verbessern. Die Frage nach dem politischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Ordnungsrahmen für KI ist zu einer zentralen Frage unserer Zeit geworden. Gerald Swarat, Leiter des Fraunhofer IESE Kontaktbüros in Berlin, hat deshalb zusammen mit der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) und dem Innovators Club des Deutschen Städte- und Gemeindebundes (DStGB) die offene Initiative **KoKI** gegründet, die sich mit KI in Kommunen beschäftigt. Nach dem Kickoff der Initiative am 19. Dezember 2019 in Berlin werden bis Mai 2020 immer wieder Expertinnen und Experten aus Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft sowie Verwaltung und Politik in klassischer Think-Tank-Art zusammenkommen und über die Herausforderungen und Chancen von KI im kommunalen Bereich diskutieren. Ziel von KoKI ist es, Strategien zu entwickeln, wie die rund 12.000 Kommunen in Deutschland Künstliche Intelligenz sinnstiftend und zum Wohle der Menschen einsetzen können, damit diese Technologie zu einer Chance für unser Land wird.

[www.colab-digital.de/koki/](http://www.colab-digital.de/koki/)



## VITAWiN

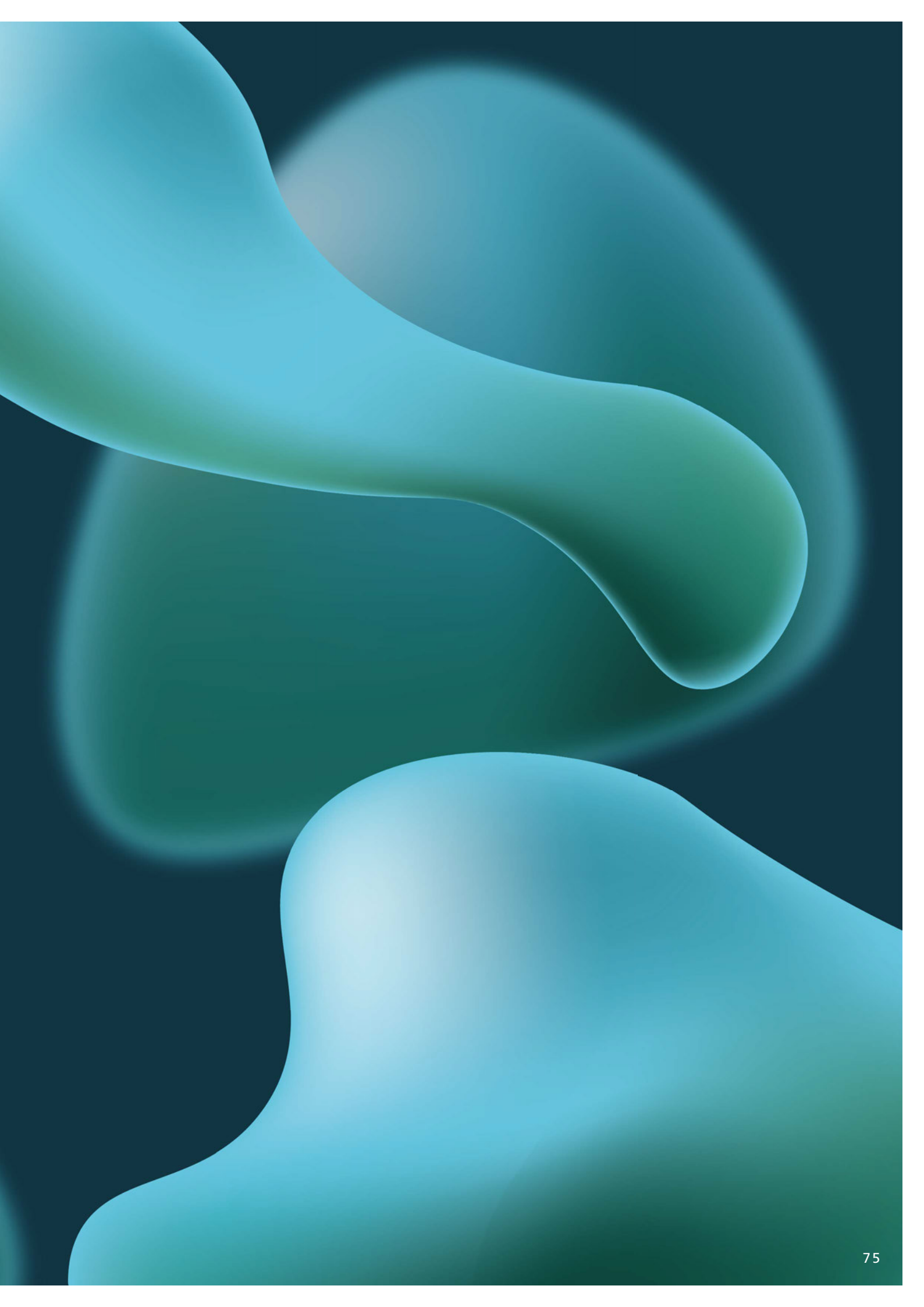


Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sind für beinahe jeden zweiten Todesfall in Deutschland verantwortlich. Auch im Rettungsdienst und in Notaufnahmen von Kliniken zählen Patienten mit diesen Erkrankungsgruppen zu den häufigsten Einsatzen. Ein nationales Konsortium aus Mediendidaktikern, Technologieexperten und Partnern der Berufspraxis von Rettungsdiensten und Notfallpflege erforscht im Projekt **VITAWiN (Virtuell-augmentiertes Training für die Aus- und Weiterbildung in der interprofessionellen Notfallversorgung)** innovative Lösungen für die berufliche Bildung. Das Fraunhofer IESE übernimmt in einem Teilprojekt die Zielgruppenanalyse, die Entwicklung des medizinischen Designs sowie die Entwicklung des Evaluationsdesigns und die Leitung der Evaluationen des Praxistransfers. Ziele sind zum einen die Erhöhung des Realitätsgrades und der Effektivität notfallmedizinischer Ausbildung sowie die Erschließung des Marktes für VR-/AR-gestütztes Training in der Medizin und zum anderen der Ausbau der eigenen Expertise und Kompetenzen bei der Entwicklung und Implementierung von VR-/AR-gestützten Simulationsumgebungen.

[www.vitawin.info](http://www.vitawin.info)



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

# Engineering the Digital Future

Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern ist seit mehr als 20 Jahren eine der führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Software- und Systementwicklungsmethoden. Mit seiner angewandten Forschung entwickelt das Institut innovative Lösungen zur Gestaltung verlässlicher Digitaler Ökosysteme und beschleunigt damit den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen für seine Kunden. Im Fokus des Fraunhofer IESE stehen Themen wie »Autonome Systeme«, »Industrie 4.0« oder »Smart Farming« sowie digitale Lösungen für ländliche und urbane Räume. Bereits in mehr als 1.500 Kundenprojekten hat das Institut Spitzenforschung in nachhaltige Unternehmenspraktiken transferiert und dabei seine Kompetenzen aus den Bereichen Prozesse, Architektur, Data, Security, Safety, Requirements Engineering und User Experience erfolgreich eingebracht.

Das Fraunhofer IESE ist eines von 74 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.

# Zukunftsorientierte Kompetenzen für digitale Innovationen

## SCALABLE ENGINEERING

Die Skalierbarkeit unserer Methoden hilft Unternehmen, ihre individuellen Herausforderungen systematisch und quantifizierbar zu meistern – ganz gleich, ob KMU oder Großkonzern.

### PROZESSE

Heutzutage ist Agilität ein Schlüssel, um konkurrenzfähig zu bleiben. Aber wie schafft man das in regulativen Umgebungen, z. B. im Automotive-Bereich? Wir unterstützen Unternehmen darin, die richtigen agilen Praktiken zu finden und in den Systems-Engineering-Prozess zu integrieren, um auch komplexe Systeme agil zu entwickeln.

### DATA

Big Data. Data Science. Machine Learning. Verunsichert durch diese Buzzwords? Wir unterstützen Unternehmen darin, innovative datengetriebene Lösungen zu identifizieren, deren technische Machbarkeit und Akzeptanz zu analysieren und die Qualität von Software zur Entwicklungs- und Laufzeit objektiv auf Grundlage von Daten zu steuern.

### ARCHITEKTUR

Auf ein stabiles Fundament bauen: Bereits in der konstruktiven Phase der Entwicklung unterstützen wir Unternehmen mit modellbasierten Definitionen, mit Bewertungen und bei der Optimierung ihrer System- und Softwarearchitekturen.

### ANFORDERUNGEN

Wissen, was wichtig ist: Durch die systematische Erhebung, Spezifikation und Bewertung der Anforderungen von Unternehmen sichern wir die Qualität der Systeme von Anfang an und helfen ihnen dabei, eine der häufigsten und teuersten Fehlerquellen zu vermeiden.

## GUARANTEED QUALITY

Validierte Methoden, Qualitätssicherung und faktenbasierte Nachweise garantieren höchstmögliche Produkt- und Systemqualitäten – in allen Schritten der Entwicklung.

### SAFETY

Fehler können Menschenleben gefährden – funktionale Sicherheit ist entscheidend! Mit innovativen modellbasierten Methoden machen wir Produkte sicher und sorgen für effiziente Sicherheitsnachweise.

### SECURITY

Daten- und Systemsicherheit – gerade in verteilten Systemen – sind Pflicht! Unsere Nutzungskontrolltechnologien erlauben es Unternehmen, die Verbreitung und Verwendung ihrer Daten über den ersten Zugriff hinaus zu kontrollieren und zu schützen.

### UX

User Experience heißt Erleben! Mit einer positiven UX erobern Produkte den Markt. Die nahtlose Integration unserer innovativen UX-Engineering-Methoden in bewährte Software-Engineering-Methoden sichert den Wettbewerbsvorsprung von Unternehmen.

ENGINEERING + QUALITY = INNOVATION

## SOFTWARE-ENABLED INNOVATIONS

### INFORMATIONSSYSTEME

durchdringen unseren Alltag! Das moderne Geschäftsleben ist ohne sichere und benutzerfreundliche Systeme und mobile Applikationen undenkbar geworden. Täglich werden Milliarden an Transaktionen abgewickelt. Von ERP- über CRM-Systeme bis hin zu Online-Portalen für verschiedenste Dienste wie Online-Banking, Soziale Netzwerke, eCommerce und eGovernment bieten wir exzellentes Know-how für Informationssysteme.

### EINGEBETTETE SYSTEME

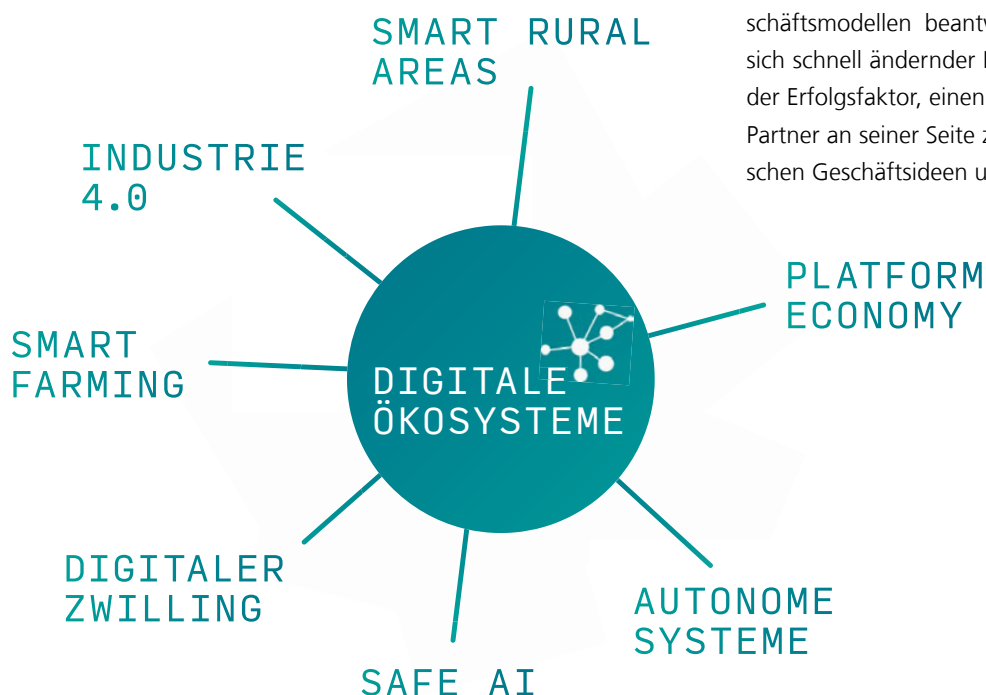
müssen sicher und zuverlässig sein! Sie tragen maßgeblich zu Funktionalität, Innovation und Wertschöpfung in den Branchen Automatisierung in Produktion und Anlagenbau, Automotive und Nutzfahrzeuge sowie Gesundheitswesen bei. Bei der Produktentstehung steht für uns die Umsetzung eines modellbasierten Systems Engineering mit garantierten Qualitäten im Fokus. In allen Phasen des Entwicklungsprozesses sind wir der zuverlässige Technologiepartner.

### DIGITALE ÖKOSYSTEME

Über die vertikale Vernetzung von Eingebetteten Systemen mit Informationssystemen erschließen wir mit unseren Partnern neue Potenziale in Funktionalität und Effizienz. So entstehen intelligente Ökosysteme für unterschiedlichste Anwendungsfelder. Die domänenübergreifende Vernetzung und Integration von Systemen, Diensten und Anwendungen spielt eine immer größere Rolle für Themen wie »Industrie 4.0«, »Big Data« oder »Smart Rural Areas«. Mit unserem ganzheitlichen Systems-Engineering-Ansatz helfen wir Unternehmen, smarte Systeme zu entwickeln, auf die man sich in jeder Hinsicht verlassen kann.

### STRATEGIEN FÜR INNOVATIVE PRODUKTE

Am Anfang eines jeden erfolgreichen Produkts stehen innovative Ideen und eine adäquate Umsetzungsstrategie. Im Rapid Innovation Lab werden in gemeinsamen Kreativitätsworkshops mittels modernster Rapid-Prototyping- und Simulationstechnologien innovative Ideen entwickelt, Ideen frühzeitig validiert und wichtige Fragen zur technischen Machbarkeit oder zu Geschäftsmodellen beantwortet. Gerade in einer Zeit sich schnell ändernder Märkte ist es ein entscheidender Erfolgsfaktor, einen unabhängigen, kompetenten Partner an seiner Seite zu wissen, der die Brücke zwischen Geschäftsideen und Technologien bauen kann.



# Fraunhofer IESE schlägt die Brücke von der Forschung zur Wirtschaft

## STARKE PARTNER VON DER ERSTEN IDEE BIS ZUM ERFOLGREICHEN PRODUKT

Erfolgreiche Produkte basieren auf erfolgreichen Partnerschaften. Starke Unternehmen haben starke Partner. Das Fraunhofer IESE ist seit seiner Gründung 1996 Partner vieler Unternehmen, deren Spanne von mittelständischen Unternehmen bis hin zu weltweit führenden DAX-Unternehmen reicht. Die Experten des Fraunhofer IESE sprechen die Sprache ihrer Kunden. Mit ihrer langjährigen Erfahrung in Projekten mit der Industrie erkennen sie Herausforderungen und finden konkrete Lösungen für die Praxis, sei es in frühen Phasen der Innovation und Strategiefindung, bei der Bewertung und Optimierung bestehender Systeme oder während der Entwicklung.

## GEMEINSAM HAND ANLEGEN

Starke Partner stehen zusammen, bis das Ziel erreicht ist. Deshalb lassen die Software-Ingenieure des Fraunhofer IESE ihre Kunden auch beim Thema Entwicklung nicht im Stich. Das Institut bietet auf Basis innovativer Methoden und Tools Engineering-Unterstützung von Anfang an, beispielsweise auch bei der Umsetzung von Optimierungsempfehlungen. Von User-Experience-Konzepten bis zur Validierung und Verifikation von Systemen: Gemeinsam arbeiten Software-Ingenieure des Fraunhofer IESE mit den Experten ihrer Kunden an der Entwicklung innovativer Produkte. Dabei greifen sie auf modernste Systems- und Software-Engineering-Ansätze zurück, die sie individuell an den Bedarf des Kunden anpassen. Auf Wunsch stellen sie ihren Kunden auch die Entwicklungsplattform inklusive der gesamten Werkzeugkette zur Verfügung. So lassen sich Innovationskraft und Effizienz in der aktuellen Entwicklung steigern. Und durch die gemeinsame Arbeit in Kombination mit begleitenden Schulungen

und Coaching wird Know-how wirksam und nachhaltig transferiert. Das gemeinsame Engineering mit dem Fraunhofer IESE ist also nicht nur eine Investition in die Qualität und den Erfolg des aktuellen Produkts oder Systems; es ist vielmehr eine nachhaltige Investition in den Erfolg und die Wertschöpfung des Unternehmens. Mit seinen über 150 Mitarbeitern bietet das Fraunhofer IESE Unternehmen jeder Branche und Größe Expertise und Anwendungskompetenz bei allen Fragen der Digitalen Transformation hinsichtlich autonomer und cyber-physischer Systeme sowie digitaler Services.

Das Fraunhofer IESE hat sich in den letzten Jahren zu einem weltweit führenden Kompetenzzentrum im Software und Systems Engineering entwickelt. Dies spiegelt sich auch in der Beteiligung des Instituts an vielen öffentlich geförderten Projekten und Industrieprojekten in Europa und weit darüber hinaus wider. Dazu gehören u.a.:

Ecopetrol, Kolumbien  
 ELCA Informatik AG, Schweiz  
 John Deere, Deutschland & USA  
 Fujitsu, Japan  
 Hitachi, Japan  
 Hospital Alemao Oswaldo Cruz, Brasilien  
 Schindler, Schweiz  
 Toyota, Belgien  
 Toyota, Japan

Projekt CrEST, EU  
 Projekt DEIS, EU  
 Projekt DEMETER, EU  
 Projekt PROPHECY, EU  
 Projekt Q-Rapids, EU  
 Projekt SECREDAS, EU



## AUTOMATISIERUNG IN PRODUKTION UND ANLAGENBAU

**Ralf Pfreundschuh** | Business Area Manager  
Telefon +49 631 6800-2270  
ralf.pfreundschuh@iese.fraunhofer.de

In diesem Geschäftsfeld bieten wir Ihnen zahlreiche Lösungen im Hinblick auf die Automatisierung Ihrer Produktion und Ihrer Produktionsprozesse:

- Digitalisierung der Fertigungsprozesse für eine automatisierte Produktion
- Wandelbare Produktion bis Losgröße 1
- Dokumentation von Produkten und Prozessen
- Kürzere Fertigungszeiten durch optimierte Automatisierung
- Kostensenkung und Qualitätssteigerung in Produktion und Anlagenbau
- Live-Streaming von Fertigungsdaten
- Effiziente Prozessüberwachung
- Erhöhung der Produktivität
- Ganzheitlicher Überblick über die Fertigung (Shop Floor und Office Floor)
- Optimierung der Koordination und Effizienz zwischen IT und Fertigung
- Virtuelle Inbetriebnahme in Maschinen- und Anlagenbau

## SOFTWARE & PLATFORM BUSINESS

**Michael Ochs** | Business Area Manager  
Telefon +49 631 6800-1604  
michael.ochs@iese.fraunhofer.de

In diesem Geschäftsfeld unterstützen wir Sie bei der Entwicklung und Umsetzung digitaler Geschäftsmodelle, angefangen beim digitalen Service über Digitale Ökosysteme bis hin zur Plattform für Ihr digitales Business:

- Innovation & Strategy – Entwurf Ihres Digitalen Ökosystems
- Diagnostics & Optimization – Optimierung Ihrer IT- und Softwareprozesse, Überarbeitung Ihrer Softwarearchitekturen und Verbesserung Ihrer User Experience
- Engineering Support – Unterstützung bei der Konzeption Ihrer Software und Services und bei der Modernisierung Ihrer Softwaresysteme

## AUTOMOTIVE UND NUTZFAHRZEUGE

**Ralf Kalmar** | Business Area Manager  
Telefon +49 631 6800-1603  
ralf.kalmar@iese.fraunhofer.de  
**Oliver Bleisinger** | Business Area Manager  
Telefon +49 631 6800-2257  
oliver.bleisinger@iese.fraunhofer.de

In diesem Geschäftsfeld bieten wir Ihnen umfangreiche Lösungen im Hinblick auf Softwaresysteme für die Automotive- und Nutzfahrzeugbranche:

- Unabhängige Qualitätsanalysen und -assessments von Embedded Automotive Software und Architekturen
- (Gemeinsame) Entwicklung von Systemarchitekturen und innovativen Produkten für Automotive und Nutzfahrzeuge
- Kontrollierte Evaluierung und Pilotierung neuer Technologien im Automotive Software Engineering
- Kundenspezifische Prozess- und Toolberatung, empirische Validierung von Methoden und Toolketten
- Schulungen, Workshops, Coaching für Softwaremethoden im Systemkontext, wie z.B. Safety Engineering

## GESUNDHEITSWESEN

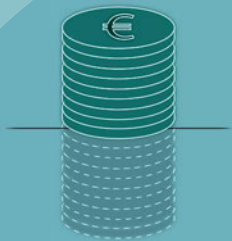
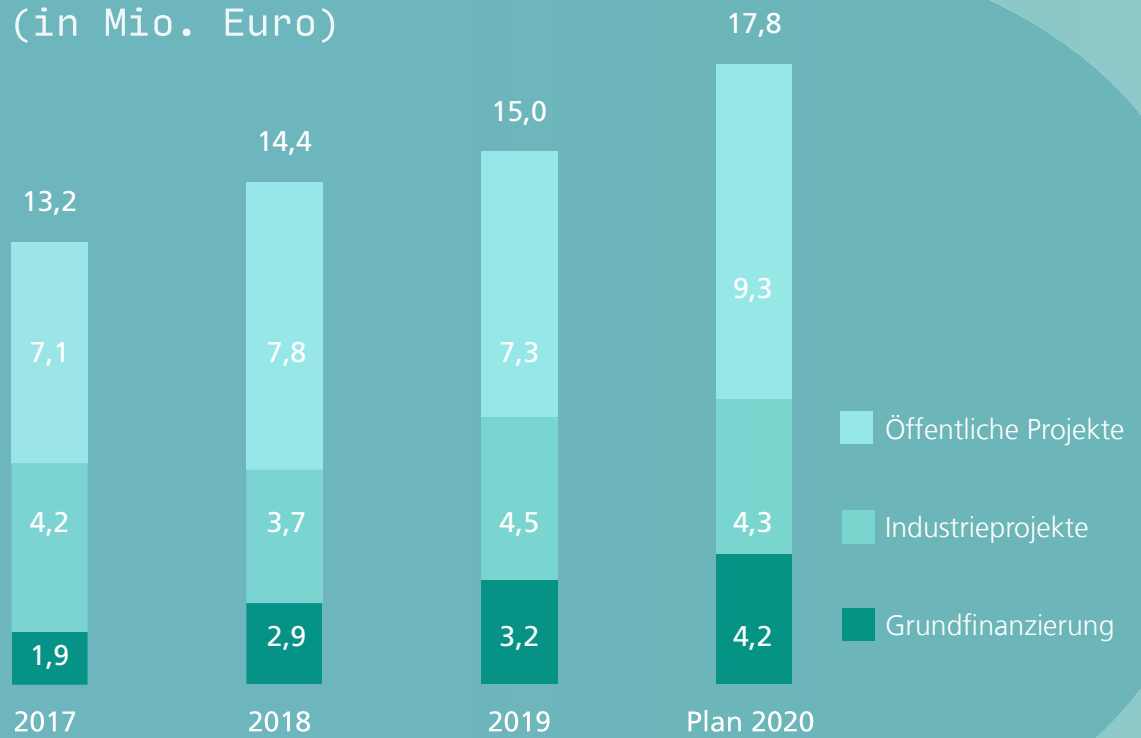
**Rolf van Lengen** | Business Area Manager  
Telefon +49 631 6800-2103  
rolf.van.lengen@iese.fraunhofer.de

In diesem Geschäftsfeld entwerfen wir für Sie und mit Ihnen Ihr Digitales Ökosystem im Gesundheitswesen. Ziel ist es, mit vernetzten Geräten und Diensten die Behandlungsqualität für Ihre Patienten zu maximieren und langfristig Ihren Unternehmenserfolg zu sichern:

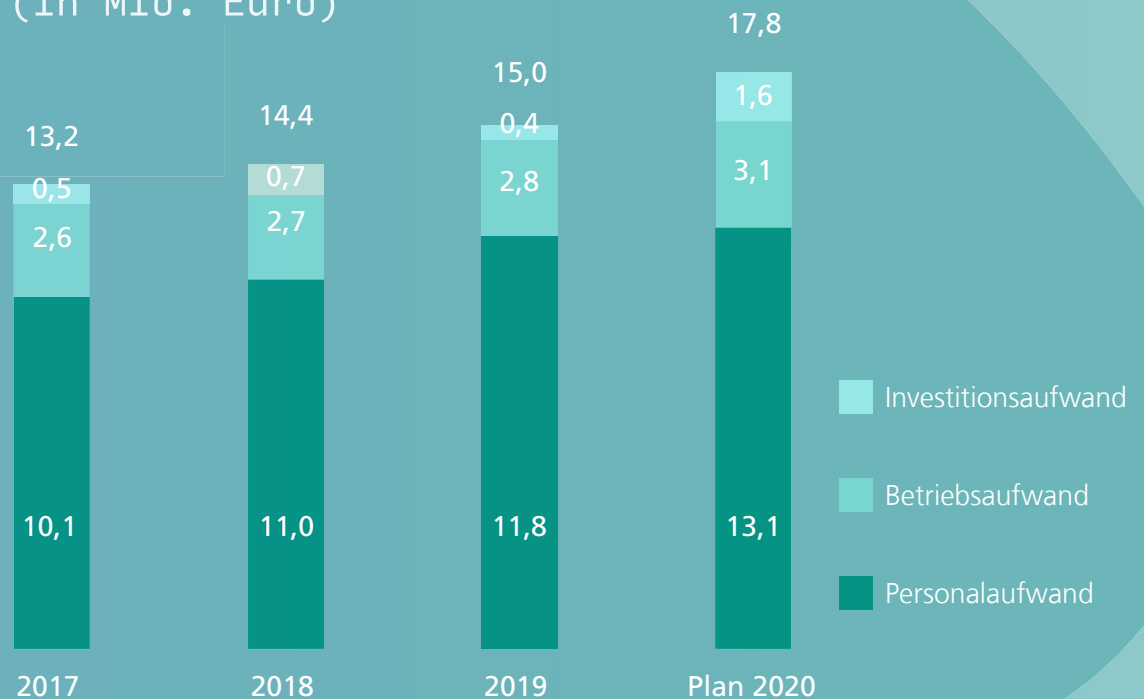
- Diagnostics & Optimization – Optimierung Ihrer Softwareprozesse, -architekturen und User Experience
- Engineering Support – innovative Lösungen für die Softwareentwicklung und systematische Umsetzung in die tägliche Praxis



## BUDGETENTWICKLUNG (in Mio. Euro)



## KOSTENENTWICKLUNG (in Mio. Euro)

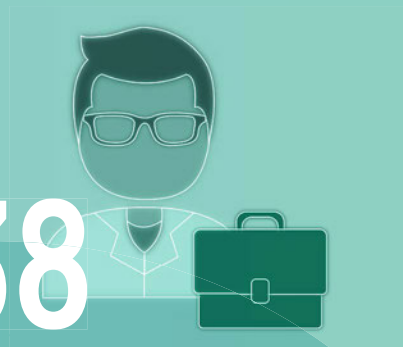


# PERSONAL

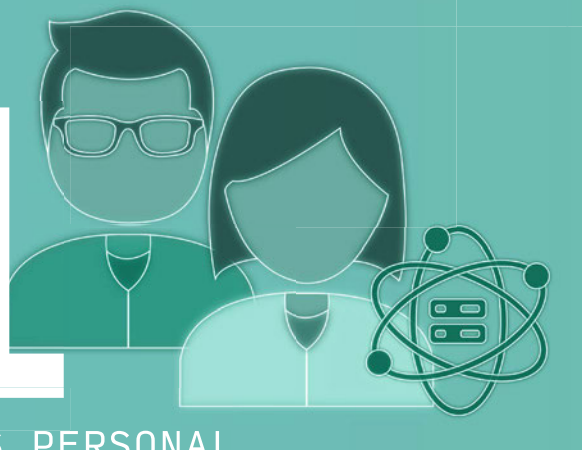
(Stand 31.12.2019)



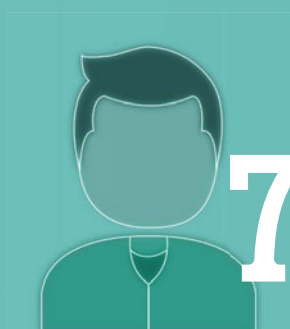
WISSENSCHAFTLICHE  
HILFSKRÄFTE



PERSONAL  
ZENTRALE BEREICHE



WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL



AUSZUBILDENDE



GASTWISSENSCHAFT-  
LERINNEN

## STANDORTE FRAUNHOFER IESE

### KAISERSLAUTERN



Fraunhofer-Institut für Experimentelles  
Software Engineering IESE  
Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern  
Telefon +49 631 6800-0  
[www.iese.fraunhofer.de](http://www.iese.fraunhofer.de)  
<http://blog.iese.fraunhofer.de>

### KONTAKTBÜRO BERLIN



Fraunhofer-Institut für Experimentelles  
Software Engineering IESE – Kontaktbüro Berlin  
Spreepalais, Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin

Ihr Ansprechpartner: Gerald Swarat  
Telefon +49 171 3344883  
[berlin@iese.fraunhofer.de](mailto:berlin@iese.fraunhofer.de)

## AUSGEWÄHLTE MITGLIEDSCHAFTEN / ALLIANZEN / NETZWERKE

- bitkom e.V.  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)  
Arbeitskreise: Arbeit 4.0, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Plattformen, Smart City/ Smart Region, Digitale Landwirtschaft, Digital Design, Open Data/Open API
- 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)
- Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE)  
[www.gfse.de](http://www.gfse.de)  
Arbeitsgruppe System Architecture Framework
- GI e.V. – Gesellschaft für Informatik  
[www.gi.de](http://www.gi.de)  
Verschiedene Gruppen, u.a. Vorstands-Task Force  
»Data Science/Data Literacy«:  
[www.gi.de/datascience](http://www.gi.de/datascience)
- Fachgruppe Software-Messung und -Bewertung:  
<https://fg-metriken.gi.de/>
- ISERN – International Software Engineering Research Network  
<https://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)
- SIAK – Science & Innovation Alliance Kaiserslautern  
[www.science-alliance.de](http://www.science-alliance.de)
- Softwareforen Leipzig  
[www.softwareforen.de](http://www.softwareforen.de)  
User Group Requirements Engineering
- 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)

## ORGANIGRAMM

DIRECTOR Prof. Dr. Peter Liggesmeyer					
DEPUTY DIRECTOR Prof. Dr. Frank Bomarius			EXTENDED INSTITUTE MANAGEMENT Dr. Jörg Dörr		
<b>EMBEDDED SYSTEMS</b> Dr. Thomas Kuhn	<b>SMART DIGITAL SOLUTIONS</b> Dr. Jens Heidrich	<b>INFORMATION SYSTEMS</b> Dr. Matthias Naab (act.)	<b>BUSINESS DEVELOPMENT</b> Dr. Jörg Dörr      Ralf Kalmar		<b>COMMUNICATIONS &amp; CENTRAL SERVICES</b> Nicole Spanier-Baro
<b>EMBEDDED SYSTEMS ENGINEERING (ESY)</b> Dr. Martin Becker	<b>DATA SCIENCE (DS)</b> Dr. Andreas Jedlitschka	<b>USER EXPERIENCE &amp; REQUIREMENTS ENGINEERING (UXR)</b> Dr. Marcus Trapp	<b>AUTOMOTIVE &amp; COMMERCIAL VEHICLES</b> Oliver Bleisinger      Ralf Kalmar		<b>RESEARCH PROGRAM SMART FARMING</b> Dr. Jörg Dörr (act.)
<b>EMBEDDED SOFTWARE ENGINEERING (ESW)</b> Dr. Pablo Oliveira Antonino de Assis	<b>DIGITAL SOCIETY ECOSYSTEMS (DSE)</b> Steffen Hess	<b>ARCHITECTURE-CENTRIC ENGINEERING (ACE)</b> Dr. Dominik Rost (act.)	<b>SOFTWARE &amp; PLATFORM BUSINESS</b> Michael Ochs		<b>RESEARCH PROGRAM HEALTHCARE</b> Rolf van Lengen
<b>EMBEDDED SYSTEMS QUALITY ASSURANCE (ESQ)</b> Dr. Daniel Schneider		<b>SECURITY ENGINEERING (SE)</b> Dr. Christian Jung	<b>AUTOMATION</b> Ralf Pfreunds Schuh		<b>RESEARCH PROGRAM AUTONOMOUS SYSTEMS</b> Dr. Rasmus Adler
			<b>HEALTHCARE</b> Rolf van Lengen		<b>BERLIN OFFICE</b> Gerald Swarat
			<b>DEFENSE</b> Ralf Pfreunds Schuh (act.)      Siwara Schmitt (act.)		<b>FOUNDING DIRECTOR &amp; EXECUTIVE CONSULTANT</b> Prof. Dr. Dieter Rombach
			<b>CORPORATE COMMUNICATIONS &amp; TECHNOLOGY MARKETING</b>		
			<b>ELECTRONIC LIS &amp; MARKET RESEARCH</b>		
			<b>ADMINISTRATIVE SERVICES</b>		
			<b>HR &amp; ORGANIZATION</b>		
			<b>IT SERVICES</b>		
			<b>FACILITY MANAGEMENT</b>		

## KURATORIUM

## WISSENSCHAFT

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

Prof. Dr. Jürgen Nehmer | Fraunhofer IESE, Kaiserslautern

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

Prof. Dr. Helmut Schmidt | Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern

## WIRTSCHAFT

Dr.-Ing. Reinhold E. Achatz | ThyssenKrupp AG, Essen

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

Harald Hönninger | Robert-Bosch GmbH, Renningen

Dr. Ian Thomas | FUJITSU RunMyProcess, Paris, Frankreich

## ÖFFENTLICHE HAND

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

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

## PRIVATES MITGLIED

Renate Radon | Landau

## GÄSTE

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

Prof. Dr. Adam Porter | Fraunhofer USA Center for Experimental Software Engineering CESE Maryland, Riverdale, USA



# 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.

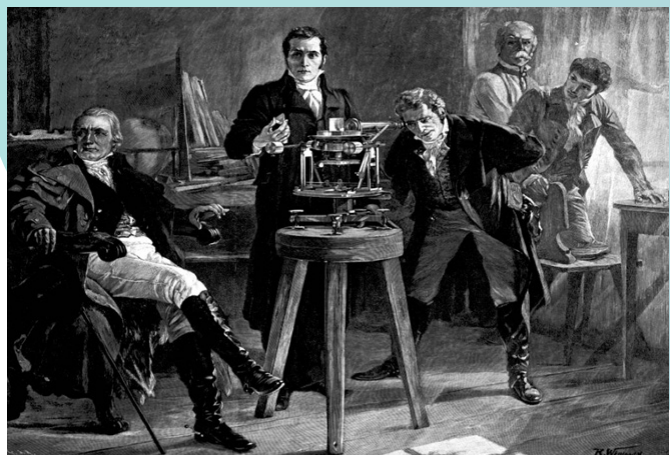
Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung 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 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent 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

## Projektförderkennzeichen

BaSys 4.2 | [www.basys40.de](http://www.basys40.de)

Förderkennzeichen 01IS19022A (BMBF)

DEIS | [www.deis-project.eu](http://www.deis-project.eu)

Förderkennzeichen 732242 (EU Horizon 2020)

Demeter | <http://h2020-demeter.eu>

Förderkennzeichen 857202 (EU Horizon 2020)

Designetz | [www.designetz.de](http://www.designetz.de)

Förderkennzeichen 03SIN231 (BMW)

Digitale Dörfer | [www.digitale-doerfer.de](http://www.digitale-doerfer.de)

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

Digitale Teams | [www.digitale-teams.de](http://www.digitale-teams.de)

Förderkennzeichen 01MD18007C (BMBF)

FabOS | [www.fab-os.org](http://www.fab-os.org)

Förderkennzeichen 01MK20010A (BMW)

KI in Mittelstädten |

Förderkennzeichen 20192793/9110541

(TU Kaiserslautern)

MInD

Förderkennzeichen 15414 – 52 207 – 2/43  
(Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz)

Reallabor Pfaff

Pfaff-Quartier, EnergielKT 03SBE112D (BMW)

Pfaff-Quartier, SozioMob 03SBE112G (BMBF)

SECRETAS | [www.ecsel.eu/projects/secradas](http://www.ecsel.eu/projects/secradas)

Förderkennzeichen 16ESE0318 (VDI), 783119 (EU ECSEL)

Smart tau Hus | [www.smart-tau-hus.de](http://www.smart-tau-hus.de)

Förderkennzeichen 221-029-Hi-19 (Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern)

TrUSD | [www.trusd-projekt.de](http://www.trusd-projekt.de)

Förderkennzeichen 16KIS0898 (BMBF)

ViTAWiN | [www.vitawin.info](http://www.vitawin.info)

Förderkennzeichen 01PV18006P (BMBF)

## Bildquellen / Fotografinnen & Fotografen

Fraunhofer IESE: Jasmin Awan | Birgit Buck |

Andrea Hufen | David Kurz

Sonstige:

S. 19: ©iStock.com/Diy13 | S. 20: Robert Bosch GmbH |

S. 23: ©iStock.com/Melpomenem | S. 24: Sick AG |

S. 28: ©iStock.com/abardonian | S. 32: ©iStock.com/

wundervisuals | S. 44: ©iStock.com/Rick-Jo | S. 58:

©iStock.com/PrathanChorruangsak | S. 61: KL.digital |

S. 84: Andreas Eitel | S. 86: Fraunhofer-Gesellschaft

## Redaktion

Dipl.-Kauffrau Claudia Reis (verantw.)

Nina Hahnel, M.A.

Larissa Theis, M.A.

## Lektorat und Übersetzung

Dipl.-Dolm. Sonnhild Namingha

## Layout und Satz

Julia Kirch, M.A.

David Kurz

Berit Rickes

Dipl.-Betriebswirt (BA) Stephan Thiel

## Druck

Kerker Druck GmbH, Kaiserslautern

## Ihre Ansprechpartnerin für PR und Marketing



Claudia Reis

Teamleitung Unternehmenskommunikation | Technologiemarketing

Telefon +49 631 6800-0

[presse@iese.fraunhofer.de](mailto:presse@iese.fraunhofer.de)



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

#STAYCONNECTED

