

Wir bauen Datenräume – fair,
souverän und wertschöpfend.

Jahresbericht 2023

Vorwort



Liebe Lesende,

jeden Tag erlebe ich – wie jeder von Ihnen auch – wie vernetzt unser Leben ist und wie viele Informationen sekundlich ausgetauscht werden müssen, um die Gesellschaft und Wirtschaft in diesem Tempo am Laufen zu halten. An einem Bürotag sehe ich hautnah den Frachtverkehr bei uns im Dortmunder Hafen – das Zusammenspiel von Schiffen, Kränen und Güterzügen und damit die Bedeutung von Schnelligkeit und Datenverfügbarkeit für die Industrie.

An Reisetagen hingegen erfasse ich die Herausforderungen unserer mobilen Welt nicht nur als Beobachter. Dann erlebe ich hautnah, wie viel Potenzial es noch zu heben gäbe, wenn unsere Mobilität, unsere Infrastruktur, besser vernetzt wäre und der Austausch von Informationen über System- und Unternehmensgrenzen hinweg tatsächlich durchgängig funktionieren würde. Und wie viel einfacher ein optimales Zusammenspiel von Daten uns allen das Arbeiten und Leben machen würde.

Digitalisierungsforschung ist nicht abstrakt und fernab des »wahren Lebens«. Sie bietet die Grundlage dafür, wie wir unser Leben in einer vernetzten, globalen Welt in Zukunft gestalten können und wollen. Deshalb verfolgen wir am Fraunhofer ISST mit großer Leidenschaft neben konkreten Umsetzungsprojekten in der Industrie auch die Mitarbeit an zentralen Initiativen und Infrastrukturprojekten wie dem EU-geförderten Data Spaces Support Centre, die den Rahmen und die Standards für eine nachhaltige digitale Transformation entlang unserer europäischen Werte setzen. Denn es geht natürlich nicht nur darum, Informationen aus Daten besser verfügbar zu machen, sondern vor allem darum, mit Daten souverän und sicher umzugehen und sie auf nutzerzentrierte Weise bestmöglich zu verarbeiten und ihren Wert zu entfalten.

Das ist uns am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik auch 2023 hervorragend gelungen – sowohl aus forschungsorientierter als auch aus wirtschaftlicher Perspektive. Wir haben die Entwicklung fairer, souveräner und wertschöpfender Datenräume in der Industrie deutlich vorantreiben können. Initiativen wie das Catena-X Automotive Network oder Manufacturing-X für die fertigende Industrie sind herausragende Beispiele mit Leuchtturmcharakter.

Apropos Leuchtturm: In unserem neuen Institutsgebäude, dem »Leuchtturm« in der Speicherstraße am Dortmunder Hafen, konnten wir uns 2023 erfolgreich einleben. Neben dem reinen Umzug hat auch eine neue Organisationsstruktur Einzug in das Institut gehalten. Mit dem neuen Zuschnitt auf die vier Geschäftsfelder »Industrial Manufacturing«, »IT Service Providers«, »Healthcare« sowie »Mobility & Smart Cities«, die ergänzt werden um eine grundlegende Arbeitsgruppe zu »Data Space Technologies«, haben wir Strukturen geschaffen, die dem wachsenden Institut gerecht werden. All das finden Sie auf den folgenden Seiten in unserem Jahresbericht wieder.

An dieser Stelle möchte ich ausdrücklich allen Partnern, Kunden und Netzwerken danken, die uns 2023 ihr Vertrauen geschenkt haben und dies weiter tun. Gemeinsam schaffen wir Innovationen aus Daten, die die Digitalisierung in Deutschland, Europa und weltweit voranbringen. Ich freue mich darauf, dieses digitale Potenzial weiter mit Ihnen zu heben.

Ihr

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto, Institutleiter am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Inhalt

Vorwort	2
Wir bauen Datenräume – fair, souverän und wertschöpfend	4
Datenstrategien für nachhaltigen Erfolg	5
Highlights 2023	7
Manufacturing-X: Bauplanstudie	8
IDERHA: Datenraum für eine verbesserte klinische Entscheidungsfindung	10
Edge Datenwirtschaft: Neue Studie gibt Handlungsempfehlungen	12
Catena-X: Vom Egosystem zum digitalen Eco-System	14
Das »Data Space Research Lab: Neue Wege für den grenzüberschreitenden Datenaustausch	16
Spin-Offs Valoon und SIMPL: Mutig mit dem Fraunhofer ISST in die Ausgründung	19
Unsere Geschäftsfelder — Passgenaue Lösungen durch Branchen-Know-how	23
Industrial Manufacturing	24
IT Service Providers	28
Mobility & Smart Cities	32
Healthcare	36
Unsere Kompetenzen — Wettbewerbsvorsprung durch Technologie-Know-how	40
Data Space Technologies: Souveräne Datenräume konzipieren und technologisch umsetzen	41
Das Fraunhofer ISST — #InnovationsFromData	43
Ein Institut auf Wachstumskurs	44
Die Institutsleitung	45
Das Kuratorium	46
Unsere Netzwerke	47
Hochschulkooperationen	48
Promovieren mit dem Fraunhofer ISST	49
Publikationen	51
Unsere Kultur — #thisISSTuning	53
Unsere Kommunikation	54
Anfahrt und Kontakt	55
Impressum	56

Das Fraunhofer ISST

Wir bauen Datenräume – fair, souverän und wertschöpfend.

Das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST entwickelt Datenraumtechnologien für einen souveränen Datenaustausch und baut mit seinen Partnern zukunftsweisende Datenökosysteme auf.

Fair

Datenräume können nur erfolgreich sein, wenn alle Teilnehmenden davon profitieren. Deshalb engagieren wir uns federführend in strategischen Digitalinitiativen wie der International Data Spaces Association (IDSA) und der Gaia-X AISBL, die die Grundlage für eine faire Datenwirtschaft schaffen. Im EU-geförderten Data Spaces Support Centre und als Mitglied der Eclipse Dataspace Working Group unterstützen wir den Austausch und die Entwicklung von Standards, auf denen zukünftige Datenräume offen zugänglich aufsetzen können.

Souverän

Wer Daten preisgibt, muss die Kontrolle darüber behalten können, was mit diesen Daten geschieht. Deshalb schaffen wir mit unseren Kunden und Partnern aus der Wirtschaft und als Berater der Politik Datenräume für die sichere und kontrollierbare Datennutzung über Unternehmensgrenzen hinweg – für Deutschland, Europa und weltweit.

Wertschöpfend

Daten sind eine strategische Ressource, deren Wert es auszuschöpfen gilt. Deshalb identifizieren wir mit Unternehmen aus den Bereichen »Industrial Manufacturing«, »Healthcare«, »Mobility & Smart Cities« sowie »IT Service Providers« den strategischen Wert ihrer Daten und machen die Daten in souveränen Datenräumen nutzbar – von der Datenaufbereitung bis zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle bieten wir komplette Systemlösungen.

#InnovationsFromData



Datenstrategien für nachhaltigen Erfolg: Wir begleiten Ihre Transformation.

Als Mitinitiatoren und Datenraumerfinder der ersten Stunde kennen wir die Entwicklungen in der Datenökonomie mit ihren Chancen und Herausforderungen sehr genau. Wir möchten Ihnen den Zugang zur Datenwirtschaft und ihren Möglichkeiten ebnen - von Workshops, Analysen und Marktstudien über das strategische Datenmanagement bis hin zur Teilnahme an Datenräumen.

Aus der Forschung in Ihre Praxis

Die strategische Nutzung der Ressource Daten innerhalb von Unternehmen und entlang von Wertschöpfungsketten wird für die Zukunftsfähigkeit erfolgreicher Unternehmen immer wichtiger. Als Technologiepioniere und Lösungsentwickler bieten wir Ihnen Entwicklungs- und Beratungskompetenz, um auf die Chancen und Herausforderungen der Datenökonomie optimal vorbereitet zu sein. Gemeinsam mit Ihnen identifizieren wir den strategischen Wert Ihrer Daten und machen sie für Ihre Geschäftsprozesse nutzbar.

Flexible Kooperationsmöglichkeiten

Wir bieten Ihnen die Möglichkeit, sich Entwicklungs- und Beratungskompetenz auf Zeit und nach Bedarf zu holen, vom Wissensaufbau durch Workshops und Analysen bis hin zur gezielten Optimierung bestehender Technologien und Prozesse oder der strategischen Neuentwicklung von datengetriebenen Innovationen. Das Projektformat wird dabei auf Ihre spezifischen Anforderungen zugeschnitten. Auf diese Weise können wir Sie bei Ihren individuellen Fragestellungen und Ihrer Orientierung im komplexen Feld der Datenökonomie so unterstützen, wie es am besten zu Ihnen passt.





Workshops und Trainings: Praxisnaher Aufbau von internem Know-how

Sie möchten in Ihrer Organisation innovative Datenprojekte initiieren oder praxisorientierte Kompetenzen im Datenmanagement aufbauen? Wir bieten maßgeschneiderte Workshops und Trainings an, in denen Sie die für Sie relevanten Möglichkeiten der Schlüsselressource Daten erkunden können.



Analysen und Auftragsstudien als Basis für Ihre strategische Planung

Sie möchten in Ihrer Organisation Digitalisierungsprojekte initiieren und sich einen Überblick verschaffen, um richtungsweisend planen zu können? Wir bieten umfassende und neutrale Analysen und Studien sowie entsprechende Beratung zur gezielten Unterstützung Ihrer Innovations- und Entwicklungsprojekte.



Projektaufträge: Verbesserung Ihrer Geschäftsprozesse durch Forschungs- und Entwicklungs-Know-how

Sie brauchen Unterstützung bei der Optimierung und Weiterentwicklung von Produkten/Dienstleistungen, Technologien und Prozessen oder Ihres Geschäftsmodells? Wir erarbeiten nach agilen Methoden spezifische Lösungen, setzen diese gemeinsam mit Ihnen um und beraten Sie als unabhängiger Partner, ohne dass Sie eine eigene Entwicklungsabteilung aufbauen und finanzieren müssen.



Spezifische Projektformate: Ganzheitliche, systemische Unterstützung strategischer Innovationsprozesse

Neben der direkten Beauftragung von einzelnen Projekten bieten wir Ihnen Formate zur längerfristigen Unterstützung an: Unter anderem mit unseren **Enterprise Labs**, in denen gemeinsame Innovationsteams Ihrer und unserer Expertinnen und Experten kollaborativ an strategischen Innovationsthemen arbeiten können.

Weitere Kooperationsmöglichkeiten, konkrete Leistungsangebote für Ihre Branche und technologischen Fragestellungen sowie entsprechende Projektbeispiele finden Sie auf unserer [Homepage](#) .

Was unsere Partner an der Zusammenarbeit mit uns schätzen

Das Fraunhofer ISST ist in allen Bereichen rund um Datenaustausch, Datenökosysteme und Datenräume aktiv, sei es auf politischer, wirtschaftlicher oder technischer Ebene. Durch die Zusammenarbeit mit uns profitieren Sie von unserer wissenschaftlichen, betriebswirtschaftlichen und technologischen Kompetenz, praktischer Erfahrung und einem weitreichenden Netzwerk:

Non-Profit und Unabhängigkeit: Als gemeinnützige Organisation unterstützen wir Sie als vertrauenswürdiger, neutraler und langfristiger F&E-Berater dabei, die für Sie richtige Lösungen und passenden Partner zu finden.

Spitzenforschung und Praxis-Know-how: Wir forschen nicht nur an der Zukunft der Datenwirtschaft, sondern bringen dieses Wissen direkt in umsetzungsorientierte, praxisrelevante Konzepte und Lösungen ein.

Internationalität und Netzwerk: Wir fördern den Erfahrungsaustausch in (Branchen-)Initiativen und Netzwerken und ermöglichen den Zugang zu relevanten Akteuren und Partnern - lokal und international.

Nähe zu Standards und Politik: Durch die Zusammenarbeit mit uns erhalten Sie aus erster Hand den Überblick zu neuen Vorschriften sowie Trends in der Datenwirtschaft.

Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit Ihnen

Sie haben Interesse an einer Zusammenarbeit oder Fragen zu unseren Leistungen? Unsere Expertinnen und Experten helfen Ihnen gerne weiter.

Dean Hayton

Leiter
Business Development
Tel. +49 231 97677-339
dean.hayton@isst.fraunhofer.de



Highlights 2023

Projekte, Studien, White Paper, Spin-Offs, Innovationen

Manufacturing-X

Bauplanstudie: »Datenraum Manufacturing-X«: Wie gelingt ein Datenraum für die Industrie 4.0?

IDERHA

Ein Datenraum für eine verbesserte klinische Entscheidungsfindung und für den Zugang zu Gesundheitsinnovationen

Edge Datenwirtschaft

Edge-Computing löst zentrale Herausforderungen der Datenwirtschaft

Catena-X

Vom Egosystem zum digitalen Eco-System

The Data Space Lab

Offene Data Space-Komponenten as-a-Service

Spin-Offs Valoon und SIMPL

Mutig mit dem Fraunhofer ISST in die Ausgründung



Bauplanstudie »Datenraum Manufacturing-X«: Wie gelingt ein Datenraum für die Industrie 4.0?

Eine von VDMA und ZVEI beauftragte Studie der Fraunhofer-Institute ISST, IOSB und IPA zeigt erstmals auf, wie ein Datenraum für das Daten-Ökosystem Manufacturing-X konzipiert sein könnte, das als nächster großer Schritt für die Umsetzung von Industrie 4.0 gilt. Dabei berücksichtigt die Studie vor allem die spezifischen Anforderungen produzierender Unternehmen aus dem Mittelstand und deren Erwartungen an eine sichere und wertbringende digitale Datenökonomie.

»Die Bauplanstudie gibt einen wichtigen Impuls für den zukünftigen Datenraum Manufacturing-X und ist ein Meilenstein für dessen Konzeption und Entwicklung«, sagt Hartmut Rauen, stellvertretender Hauptgeschäftsführer des VDMA. »Denn die Architektur von Manufacturing-X wird maßgeblich darüber entscheiden, welche Mehrwerte die Unternehmen aus dem Datenraum ziehen können, um Produktionsdaten optimal zu nutzen und dadurch Effizienz zu steigern.«

Flexibilität und Sicherheit der Daten im Fokus

Um von vornherein einen innovativen und sicheren Datenraum schaffen zu können, hat die Studie einen umfassenden Ansatz gewählt, der zusätzlich zur digitalen Architektur auch die Basisdienste und Organisationsaspekte in den Blick nimmt. Dabei werden der Flexibilität und Skalierung des Datenraums eine hohe Bedeutung beigemessen. Ziel ist auch, Manufacturing-X so zu gestalten, dass die spezifischen Anforderungen



Die entstehenden Datenökosysteme stiften Nutzen für eine Vielzahl unterschiedlicher Teilnehmer

der teilnehmenden Unternehmen sogleich aufgenommen und auch dynamisch weiterentwickelt werden können.

»Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen werden künftig ihre Daten leichter austauschen und darüber hinaus gleichberechtigt mit Dritten teilen können. Dabei bleiben die Souveränität und Sicherheit der Daten gewahrt. Mit Manufacturing-X setzen wir auf bestehende Standards auf, sei es die Asset Administration Shell, die OPC UA-Standards im Umfeld von umati oder die Nutzung sogenannter EDC-Konnektoren. Letztlich geht es um maximale Interoperabilität für die Einbindung möglichst vieler Akteure«, betont Gunther Koschnick, ZVEI-Bereichsleiter Industrie. »Die Bauplanstudie weist den Weg, wie dieses Zusammenspiel erfolgen kann.«

Boris Otto, Institutsleiter am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST ist vom Nutzen von Datenökosystemen und der zügigen Verbreitung überzeugt: »Datenräume erlauben die gemeinsame Nutzung von Daten unter Wahrung von Vertrauensschutz und Datensouveränität der Teilnehmer und ohne Lock-in-Effekte traditioneller Plattformarchitekturen. Die entstehenden Datenökosysteme stiften Nutzen für eine Vielzahl unterschiedlicher Teilnehmer – was sich stark mit der Struktur des Maschinenbaus und der Elektronikindustrie deckt. Manufacturing-X ist eine einmalige Chance für die Branche, ihre Resilienz, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit zu steigern. Mit Catena-X und den IDS- und Gaia-X-Arbeiten sind zudem viele Grundlagen gelegt, die eine schnelle Umsetzung erlauben.«

Vertiefung gemeinsam mit Unternehmenspartnern

Im nächsten Schritt wird die Bauplanstudie zu Manufacturing-X in enger Zusammenarbeit mit Partnern der produzierenden Industrie verfeinert. Das Feedback und die Erfahrungen aus diesen »Deep Dives« werden genutzt, um die endgültige Implementierung von Manufacturing-X weiter zu optimieren und sicherzustellen, dass sie den spezifischen Bedürfnissen der Branche gerecht wird.

Über Manufacturing-X

Industrie 4.0 braucht eine einfach verfügbare, sichere und durchgängige Datenvernetzung. Manufacturing-X soll das ermöglichen. Ziel ist die Etablierung eines föderativen Daten-Ökosystems, das den vertrauensvollen, auf offenen Standards basierenden Datenaustausch zwischen Unternehmen ermöglicht sowie den Firmen digitale Souveränität bietet. Die Bundesregierung fördert Manufacturing-X mit einer aktuellen Ausschreibung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und setzt den erfolgreichen Weg der Industrie 4.0 fort. Manufacturing-X soll die Mehrwerte digitaler Technologien, wie das Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen, noch besser nutzbar machen, um neue, wettbewerbsfähige Geschäftsmodelle für die Industrie zu entwickeln.

Mit der Etablierung von Manufacturing-X soll eine Alternative zu zentralen Plattformlösungen entstehen. Dies soll Unternehmen jeglicher Größenordnung zur Entfaltung ihrer digitalen Mehrwertdienste dienen.

Rolle des Fraunhofer ISST

Das Fraunhofer ISST ist innerhalb der Manufacturing-X-Projektfamilie an vielen Stellen beteiligt, darunter an Aerospace-X und Factory-X. **Aerospace-X** wird ein digitales Ökosystem aufbauen, das einheitliche Standards für die Lieferketten in der Luftfahrtindustrie schafft. Das Fraunhofer ISST überträgt hierfür die Erfahrungen aus verwandten Projekten wie Gaia-X, Catena-X, Plattform Industrie 4.0 und IDTA auf die Luftfahrtindustrie. Dazu gehören die Identifizierung von Anpassungsbedarfen und die Implementierung von Lösungen, die eine datenübergreifende Zusammenarbeit entlang der gesamten Lieferkette ermöglichen. Ziel ist es, eine widerstandsfähige und nachhaltige Gestaltung der Lieferkette und eine Technologiebasis zu schaffen, die künftigen Herausforderungen wirksam begegnen kann. **Factory-X** schafft einen souveränen Datenraum für den Maschinen- und Anlagenbau. Hier entwickelt das Fraunhofer ISST im Factory-X Kernel die technologische Basisfunktionalität des Datenraums mit, der einer dezentralen Architektur folgt und in einem Open-Source-Repository bereitgestellt wird.

[Bauplanstudie »Datenraum Manufacturing-X«: Wie gelingt ein Datenraum für die Industrie 4.0?](#)

[Die Studie als PDF zum Download](#) 



IDERHA: Ein Datenraum für eine verbesserte klinische Entscheidungsfindung und für den Zugang zu Gesundheitsinnovationen

IDERHA (Integration of Heterogeneous Data and Evidence towards Regulatory and HTA Acceptance) ist eine europäische öffentlich-private Partnerschaft, die im April 2023 ins Leben gerufen wurde. Ziel des Projekts ist die konzeptionelle und technische Überwindung interdisziplinärer Hindernisse beim Zugang zu und der Integration und Analyse von Gesundheitsdaten, um deren Wert für die Patientenversorgung und die medizinische Forschung zu maximieren.

Die Herausforderung: **Verteilte Ablage von sensiblen Gesundheitsinformationen erschwert datenbasierte Forschung**

Im medizinischen Kontext liegen Gesundheitsinformationen oft verteilt und getrennt voneinander in verschiedenen Kliniken und Krankenakten ab, was die datenbasierte Forschung, insbesondere die Entwicklung neuer KI-Algorithmen zur

Verbesserung individueller Therapiemöglichkeiten (z.B. closed-loop precision medicine), erschwert. IDERHA zielt darauf ab, ein modernes und dynamisch skalierbares Datenökosystem für eine nahtlose Integration und eine Verknüpfung verschiedener Gesundheitsdaten zu schaffen, um Health Care Professionals (z.B. Ärztinnen und Ärzten), Patientinnen und Patienten sowie Forschenden eine optimierte, selbstbestimmte und innovative Gesundheitsversorgung zu ermöglichen.



Ziel ist es, eine bessere Behandlung, ein modernes Krankheitsmanagement und eine personalisierte Pflege zu unterstützen. Hierzu verknüpft der IDERHA-Datenraum breitflächig die Gesundheitsdaten verschiedener europäischer Kliniken, wobei rechtliche, ethische und technische Restriktionen berücksichtigt werden. Darüber hinaus werden hochmoderne Federated Learning-Methoden implementiert, die innerhalb dieses Datenraums Forschungsinnovationen auf der Grundlage gemeinsam entwickelter Standards und Verfahren ermöglichen.

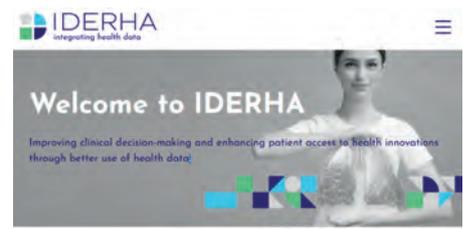
Unsere Leistung: Umsetzung des IDERHA-Datenraums und des Federated Learning Frameworks

Das Fraunhofer ISST ist maßgeblich für die technische Umsetzung des IDERHA-Datenraums sowie des integrierten Federated Learning Frameworks verantwortlich. Auf Basis der Eclipse Dataspace Konnektoren wird ein interoperables Netzwerk entwickelt und betrieben, um Datenintegration und -interoperabilität für multimodale Daten aus einer beliebig skalierbaren Menge an Datenquellen zu ermöglichen und die breitflächige Entwicklung moderner KI/ML-Algorithmen zu unterstützen. Darüber hinaus soll der Datenraum Patientinnen und Patienten die Kontrolle über ihre eigenen Gesundheitsdaten ermöglichen. Somit folgt IDERHA dem europäischen Prinzip der Datensouveränität, welches von der Europäischen Union als entscheidend für moderne Informationsgesellschaften angesehen wird.

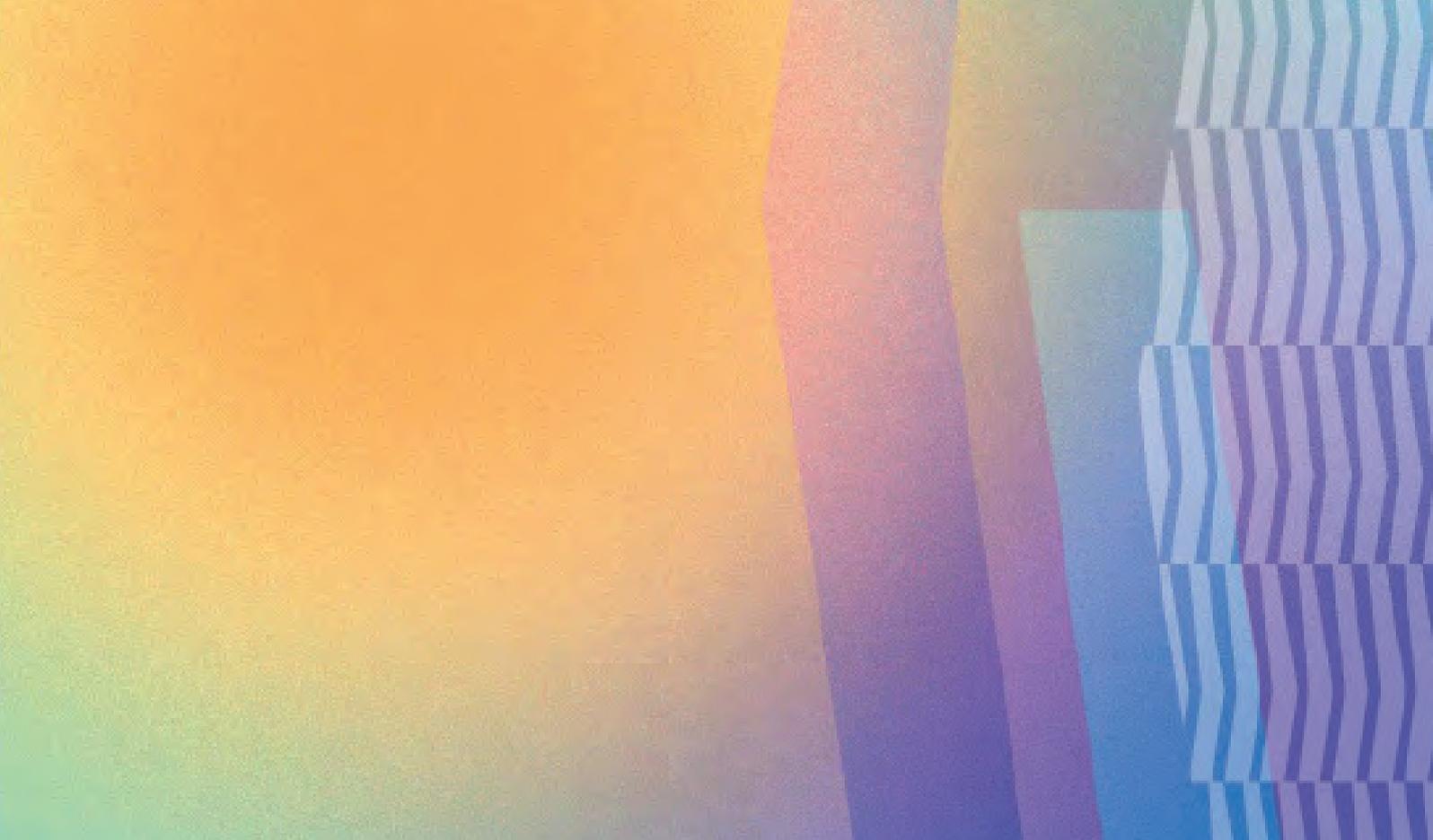
Kontrolle über die eigenen Gesundheitsdaten

Teil des Europäischen Krebsplans

IDERHA ist Teil des Europäischen Krebsplans. Als Use Case innerhalb des Projekts werden mithilfe von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen verschiedene menschliche Gesundheitsdaten verknüpft und analysiert, um die Früherkennung von Lungenkrebs und die Lebensqualität von Menschen mit Lungenkrebs zu verbessern. Dazu wird einer der ersten paneuropäischen Gesundheitsdatenräume im Sinne des European Health Data Spaces aufgebaut. Um den Nutzen zu vergrößern, versucht IDERHA, die Entwicklung der Politik zu beschleunigen, indem die behördliche Genehmigung und die Bewertung von Gesundheitstechnologien (HTA) unterstützt werden.



[IDERHA im Web](#) 



Edge Datenwirtschaft: Neue Studie gibt Handlungsempfehlungen zur sicheren wirtschaftlichen Nutzung eigener Unternehmensdaten

Der Einsatz von Edge-Computing-Technologien bietet Unternehmen große Potenziale für die Prozessoptimierung sowie die Entwicklung neuer Produkte und innovativer Geschäftsmodelle. Insbesondere in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) mangelt es jedoch noch an Kenntnis über Edge-Computing und dessen praktische Einsatzmöglichkeiten. Ziel der 2023 veröffentlichten Studie »Datenwirtschaft und Edge-Computing – Potenziale, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für Unternehmen« ist es daher, Unternehmen, insbesondere KMU, bei der Entwicklung eigener Edge-Computing-Anwendungsfälle zu unterstützen. Sie wurde 2023 von Niels Jahnke und Nicolas Niehoff vom Fraunhofer ISST im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm »Edge Datenwirtschaft« erstellt.

Daten sind heute wie Arbeit und Kapital eine entscheidende Ressource für unternehmerischen Erfolg: Der Wert der gewaltigen Datenmengen, die tagtäglich in sämtlichen Bereichen von der Produktion über die Logistik bis hin zum

Gesundheitswesen anfallen, wird oft gar nicht oder nur teilweise ausgeschöpft. Dabei werden die Möglichkeiten, diese gewinnbringend einzusetzen, immer vielfältiger – vorausgesetzt, sie können durch innovative technologische Ansätze



DATENWIRTSCHAFT UND EDGE-COMPUTING Potenziale, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für Unternehmen

[Die Studie als PDF zum Download](#)

erschlossen, analysiert und (vor-)verarbeitet werden. Dann unterstützen sie bei der kontinuierlichen Verbesserung von Kernprozessen, unternehmerischen Entscheidungsfindungen sowie der Automatisierung und Verzahnung von Geschäftsprozessen.

Letztlich können auch Daten selbst zu einem Produkt werden, das über Datenmarktplätze oder Datenbroker gehandelt wird. Viele Unternehmen zögern derzeit jedoch, neue digitale Technologien wie Edge-Computing zu nutzen, weil sie sich um die Datensicherheit und die technische Gewährleistung von Datensouveränität Sorgen machen.

Die Studie zeigt: Greifen Unternehmen auf die Edge-Computing-Technologie zurück, können sie Daten unter Wahrung von Datenschutz, Datensicherheit und Datensouveränität als wirtschaftliche Ressource gezielt einsetzen. Sei es, um bestehende Kosten zu senken oder Gewinne durch neue Geschäftsmodelle zu erwirtschaften.

Der Einbau von Edge-Computing-Rechenleistung beispielsweise in Maschinen, Gebäuden oder die existierende Telekommunikationsinfrastruktur sorgt durch schnellere und prozesssicherere Datenübertragungswege und lokale

Datenverarbeitungsfunktionen für geringere Datenverarbeitungslatenzen, wodurch Prozesse automatisiert und in Echtzeit angepasst bzw. gesteuert werden können. Zudem vereinfacht die Technologie die Einhaltung rechtlicher Datenverarbeitungsvorschriften. Abseits dieser Faktoren kann der Einsatz von Edge-Computing Ressourcenverbräuche, etwa Energie, reduzieren und die Zufriedenheit der Nutzenden erhöhen.

Die Studie bietet Führungskräften sowie Entscheiderinnen und Entscheidern wichtige Begriffsdefinitionen und Anforderungen zum Einsatz von Edge-Computing entlang ihrer eigenen Datenwertschöpfungskette, veranschaulicht dies anhand von ausgewählten Anwendungsszenarien und gibt den Lesenden gezielte Handlungsempfehlungen an die Hand.

Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf einer Analyse von Edge-Computing-Anwendungsfällen, die im Rahmen der zehn Projekte des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Technologieprogramms Edge Datenwirtschaft zum Veröffentlichungszeitpunkt der Studie entwickelt werden.



Grafik: Die Rolle von Edge-Computing in der Datenwertschöpfungskette (aus der Studie »Datenwirtschaft und Edge-Computing«, S. 13)



Catena-X: Vom Egosystem zum digitalen Eco-System

Wie europäische Unternehmen in der Digitalisierung noch eine wichtige Rolle spielen können.
Ein Gastbeitrag von Oliver Ganser und Boris Otto

Wir müssen hierzulande akzeptieren, dass nicht mehr viele Innovationsfelder übrig geblieben sind, mit denen wir uns auf der digitalen Weltbühne differenzieren können. Künstliche Intelligenz, Quantencomputer, Cybersecurity, Halbleiter, Softwareplattformen und Cloud-Services sind fest in nichteuropäischer Hand oder bei großen Konzernen konzentriert.

Wir tun uns als Unternehmen, als Industrie, als europäische Länder mit der digitalen Transformation schwer – vielleicht, weil die digitale Transformation bestehende Grenzen und damit Machtgefüge verändert? Oder liegt es an der deutsch-europäischen Kultur und Arbeitsweise, die die ultimative Optimierung des Individuums vor eine gemeinsame fokussierte systemische Lösung stellt? Möglich.

Doch ein Umdenken ist realisierbar und sinnvoll – wie Beispiele zeigen. Zu den wenigen verbleibenden digitalen Innovationsbereichen, in denen Europa eine Vorreiterrolle und ökonomischen Wert für viele Industrien und Akteure schaffen kann, zählen sogenannte Datenräume. Hinter diesem abstrakten Begriff verbirgt sich ein revolutionärer Grundgedanke: Über Datenräume können Unternehmen Daten teilen, ohne die Kontrolle darüber zu verlieren, was mit diesen geschieht. Die Datengeber stellen über Datennutzungsbedingungen – sozusagen die »AGB der Datenökonomie« – sicher, dass ihre Daten nur zu definierten Bedingungen genutzt werden, zum Beispiel für einen bestimmten Zweck oder für einen bestimmten Zeitraum. Sie behalten damit die Hoheit über ihre Daten, die sogenannte Datensouveränität.



einen Hebel für kollaborative Innovation und Effizienz

Datennehmer hingegen können sich darauf verlassen, dass die Daten aus vertrauenswürdiger Quelle stammen, weil alle Teilnehmer am Datenraum über standardisierte Verfahren qualifiziert sind. Die Nutzung gemeinsamer Standards stellt Interoperabilität sicher, also die Fähigkeit unterschiedlicher Systeme, miteinander zu kommunizieren. Das ermöglicht Effizienzen und firmenübergreifende Interaktion beim Datenaustausch. Ein Datenraum ist eine verteilte Plattform ohne zentralen Datenspeicher. Er gehört damit nicht einem Konzern, sondern ist ein kollaborativer Ansatz all seiner Teilnehmer. Er bietet über Vertrauen, Souveränität und Interoperabilität einen skalierbaren und differenzierenden Wert – beides Attribute, die europäischen Ansätzen für die digitale Transformation bisher häufig fehlten.

Zu den aktuell wohl fortgeschrittensten Datenräumen gehört Catena-X als Netzwerk der Automobilindustrie. Der Name leitet sich aus dem lateinischen Wort »Catena« für »Kette« ab. Das Ziel von Catena-X ist es, heutige und zukünftige Kernprozesse der Automobilindustrie (unter anderem Qualitätsmanagement, Versorgungsleistung, CO₂-Berichterstattung, Kreislaufwirtschaft) radikal über digitalisierte Prozesse und Schnittstellen zu optimieren oder erstmalig zu ermöglichen. Damit erhalten die Gesamtindustrie und jeder Teilnehmer einer Wertschöpfungskette einen Hebel für kollaborative Innovation und Effizienz.

Ein neues Betriebsmodell der digitalisierten Industrie

Dass sich die Automobilindustrie, die von starken, im intensiven Wettbewerb stehenden Akteuren und individuellem Verhalten geprägt ist, für einen industrieweiten, kollaborativen und offenen Ansatz entschlossen hat, ist nicht selbsterklärend.

Winston Churchill hätte die Situation wohl mit seinem berühmten Zitat »Never let a good crisis go to waste« bedacht. Die vergangenen Jahre und bevorstehende Herausforderungen waren und sind geprägt von Erfahrungen und Erwartungen, die der Automobilindustrie die Grenzen aktueller Betriebsmodelle

hart aufzeigen. Keine noch so exzellente Management-Taskforce kann das Problem der Materialversorgung, der Qualität oder die Aufgabe der Nachhaltigkeit ohne einen radikal neuen Kollaborationsansatz lösen. Bis dato kann jeder Akteur nur für sich und mit seinem direkten Partnerumfeld ein Fragment des Wertschöpfungsprozesses optimieren und gestalten.

Um die genannten Probleme jedoch zu lösen, muss der jeweilige Wertschöpfungsprozess als Ganzes, von Anfang bis Ende, neu gedacht und kollaborativ sein. Es bedarf also eines neuen Betriebsmodells der Industrie zur Abbildung und Nutzung digitalisierter Geschäftsprozesse, welche die Firmen einer gemeinsamen Wertschöpfungskette souverän und wertsteigernd nutzen können.

Mit dieser Erkenntnis haben sich Mitte 2020 initial sechs Unternehmen zur »Automotive Alliance« zusammengeschlossen. Ihre Überzeugung: Nur über die stringente Bündelung der Kompetenzen und Einzelaktivitäten von Fahrzeugherstellern, Lieferanten, Verwertern, Fabrikaurüstern, Software- und Serviceanbietern sowie der Wissenschaft lassen sich die Probleme der aktuellen Wertströme lösen und verbessern. Mithilfe flankierender politischer Maßnahmen wurden aus sechs Partnern binnen fünf Monaten zwölf, binnen acht Monaten 28 und binnen zwei Jahren 166 internationale Unternehmen, die fokussierte Geschäftsprobleme über den Datenraum Catena-X lösen möchten.

Die globale Automobilindustrie steht mit ihren 275.000 Unternehmen und mehr als 1.000.000 Standorten samt breiter Industrieverzweigung vor einer gewaltigen Aufgabe. Und diese Herausforderungen sind auf weitere Industrien übertragbar. Seit Anfang 2023 gibt es daher von der Plattform Industrie 4.0 und ihren globalen Partnern die Initiative Manufacturing-X mit dem Ziel, weitere industrielle Datenräume nach dem Beispiel Catena-X zu fördern. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz hat hierzu im August eine neue Förderrichtlinie herausgebracht, die Europa auf der Weltbühne der Digitalisierung doch noch einen Platz sichern soll ([Bundesanzeiger Manufacturing-X](#) )

Quelle: FAZ.NET

© Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH 2001–2023
Alle Rechte vorbehalten.

<https://www.faz.net/-j9c-bgvu9> 



Das »Data Space Research Lab«: Neue Wege für den grenzüberschreitenden Datenaustausch

Das Data Space Research Lab ist eine im Jahr 2023 initiierte Kooperation zwischen Huawei Technologies und dem Fraunhofer ISST. Das Ziel des Labs ist es, die digitalen Herausforderungen unserer Zeit zu meistern und Unternehmen weltweit durch technische Innovationen in der Datenökonomie zu unterstützen.

Der Fokus des Data Space Research Labs liegt auf dem internationalen grenzüberschreitenden Datenaustausch aus industrieller Perspektive unter Berücksichtigung europäischer Verbände wie der International Data Spaces Association (IDSA) und Gaia-X AISBL. Gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung setzen wir in dem Lab internationale Standards um. Unser Ziel ist es, neue Wege der gemeinsamen Datennutzung zu ermöglichen. **Das Lab bietet Unternehmen in Europa, China und weltweit eine innovative und zugleich produktreife Infrastruktur zur gemeinsamen Nutzung ihrer wertvollen Datenbestände.** Dies ermöglicht es

Unternehmen, ihre Daten für innovative Geschäftsmodelle und die damit einhergehende digitale Transformation zu nutzen – ein Faktor, der auch mit der Zunahme generativer KI immer wichtiger für Unternehmen wird.

»Ehrgeizige Ideen austauschen und agil gemeinsam experimentieren, um international erfolgreich zu sein – das ist unser Ziel am Fraunhofer ISST. Mit Huawei Technologies, insbesondere den Kollegen vom Huawei Munich Research Center, haben wir einen starken Partner gefunden, um Konzepte und Lösungen für die Anforderungen des chinesischen Marktes

und grenzüberschreitenden Herausforderungen zu validieren. Das Data Space Research Lab ist ein hervorragendes Beispiel dafür, wie die internationale Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer ISST als Forschungseinrichtung und Technologieplattform-Anbietern dazu genutzt werden kann, um aus unserer Forschung einen greifbaren Nutzen für die Wirtschaft zu erzielen«, sagt Prof. Dr. Boris Otto, Institutsleiter am Fraunhofer ISST.

Das Lab trägt maßgeblich zu internationalen Standardisierungs- und Spezifikationsaktivitäten in Bezug auf die Interoperabilität von Daten bei, wenn diese gemeinsam genutzt und geteilt werden. Das Data Space Research Lab leistet einen wertvollen Beitrag zur Verankerung der gemeinsamen Forschungsleistungen in der globalen Wirtschaft. Das beweist die direkte Anwendbarkeit und Verankerung der Forschungsergebnisse in der Praxis.



Es ist großartig zu sehen, wie das Fraunhofer ISST und Huawei Technologies gemeinsam das **Data Space Research Lab** aufgebaut haben, um Unternehmen mit Data Space-Lösungen zu versorgen, die auf der Huawei Cloud laufen und gleichzeitig mit IDSA und Gaia-X konform sind. Zudem haben wir gemeinsam bedeutende Beiträge zu internationalen Spezifikations- und Standardisierungsaktivitäten in diesem Bereich geleistet und fördern damit die Interoperabilität von Data Spaces auf globaler Ebene. Huawei ist froh, eine so starke Partnerschaft aufgebaut zu haben.«

Liang Chen,
Director, Huawei Europe AI and Data Space
Standardization and Industry Development

Gemeinsames Engagement zur Nutzung von Open-Source-Software (OSS)

Dies ist einer der Gründe, warum die Lösungen des Data Space Research Labs **bestehende Open-Source-Software (OSS) Projekte wie die Eclipse Dataspace Components (EDC)** nutzen, um daraus unternehmensgerechte Dienste zu entwickeln. Das Fraunhofer ISST und Huawei Technologies tragen erheblich zu diesen OSS-Projekten bei und fördern dadurch eine gemeinsame Grundlage für die datengestützte Zusammenarbeit. Die Komponenten ermöglichen es Serviceanbietern wie beispielsweise unabhängigen Softwareanbietern (ISVs), **Datenräume als Standard-Infrastrukturtechnologie für die gemeinsame Nutzung von Daten** gemäß den globalen Standards und Spezifikationen zu betreiben.



Boot-X: eine Data Space-Umgebung für den globalen Datenaustausch

Ein Beispiel ist das im Data Space Research Lab laufende Boot-X-Projekt, das verfügbare offene Komponenten und neue Ansätze für datenaustauschbezogene Forschungsfragen (z.B. Usage Control, RAG, Decentralized Identity Management) kombiniert. Boot-X zielt auf den Aufbau einer globalen Data Space-Umgebung für den grenzüberschreitenden Datenaustausch ab. Die bereitgestellte Infrastruktur und der Technologie-Stack werden verwendet, um einen kompletten Data Space einzurichten oder an existierenden Data Spaces teilzunehmen. Boot-X ermöglicht das Betreiben realer Business Cases und integriert bestehende Anwendungen aus verschiedenen Bereichen. Basierend auf einer gemeinsamen, aber erweiterbaren Data Space-Infrastruktur können sich die Anwender somit auf ihr Geschäft konzentrieren und den **Data Space einfach als Cloud-Service** nutzen.

Das Lab macht Ideen greifbar und überführt sie von der Theorie in laufende Cloud-Dienste. Die positiven Erfahrungen der ersten Pilotprojekte, z.B. zusammen mit Tecnalia (Spanien), zeigen den großen Mehrwert und die Möglichkeiten dieser Form der Zusammenarbeit, die mindestens weitere zwei Jahre laufen wird.

Testbed für kollaborative Forschungsaktivitäten zusammen mit Unternehmen

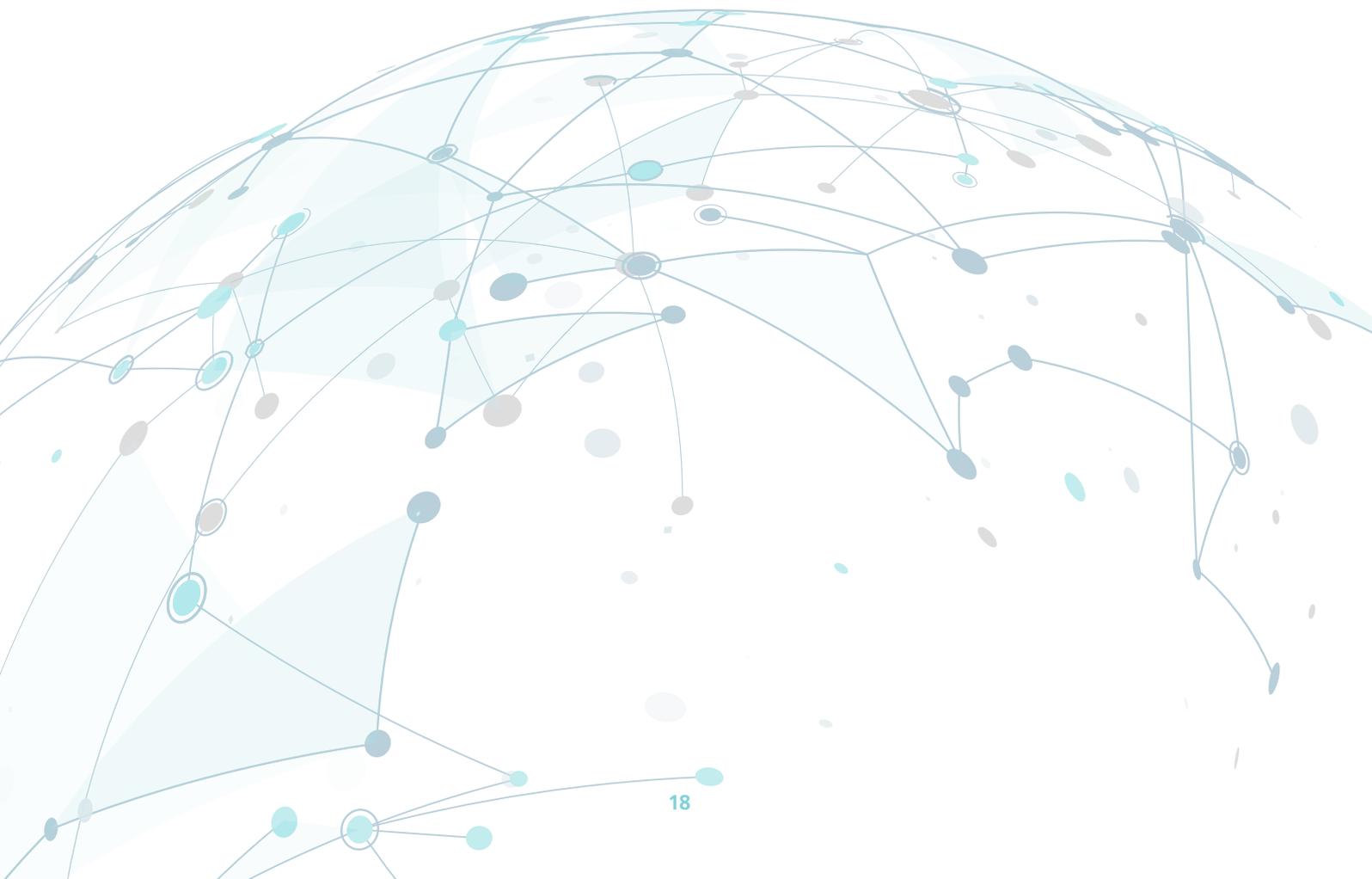
Das Fraunhofer ISST und Huawei Technologies laden weitere Industriepartner ein, sich an gemeinsamen Forschungsprojekten zum Thema Datenräume im Rahmen des Data Space Research Labs zu beteiligen. **Die Kollaboration bietet die Möglichkeit, gemeinsam die Internationalisierung des Forschungsgebiets weiter voranzutreiben und Dienstleistungen zu verbessern**, um die globalen Marktanforderungen von Unternehmen an das Datenteilen und die Teilnahme an Datenräumen bestmöglich zu unterstützen. Zusammen mit Industriepartnern diskutiert das Team des Data Space Research Labs neue Konzepte und Ansätze, führt Proof of Concepts (PoCs) durch und wandelt diese in

solide Pilotprojekte um – entweder durch die Nutzung der bisherigen Forschungsergebnisse oder durch individuelle Neuentwicklungen.

Auch geförderte Forschungsprojekte können von den Entwicklungen im Data Space Research Lab profitieren, indem sie die vorhandenen Ergebnisse in ihren Projekten nutzen und sich auf eine von der Community evaluierte technische Infrastruktur stützen. Auf dieser soliden Basis können sie sich innerhalb ihres Projekts auf ihre wertvollen Business Cases konzentrieren.

Einladung zur Mitarbeit im Data Space Research Lab

Sie haben Interesse an dem Data Space Research Lab von Huawei Technologies und Fraunhofer ISST? Sprechen Sie uns gerne an und profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung in den Bereichen Digital Business und Data Space-Technologien. Bei Interesse steht Ihnen [Heinrich Pettenpohl](mailto:Heinrich.Pettenpohl@isst.fraunhofer.de) vom Fraunhofer ISST gerne zur Verfügung.





Team Valoon



Team SIMPL

Spin-Offs Valoon und SIMPL: Mutig mit dem Fraunhofer ISST in die Ausgründung

Immer wieder gibt es Mitarbeitende am Fraunhofer ISST, die – zum Beispiel aus ihren Erfahrungen in Projekten heraus – den Weg zur Gründung eines eigenen Unternehmens suchen. Da Fraunhofer-Institute ihre Kunden nur bis zur Entwicklung und Erprobung von Prototypen unterstützen dürfen, ist dies oft ein Anknüpfungspunkt: In einem daraus entstehenden Spin-off werden diese Prototypen weiterentwickelt und dauerhaft für Kunden betrieben.

2023 gingen gleich zwei Ausgründungen aus dem Fraunhofer ISST an den Start: Valoon und SIMPL mit den Gründern Marvin Rosian (Valoon) und Dr. Can Azkan (SIMPL). Beide waren zuvor wissenschaftliche Mitarbeiter am Fraunhofer ISST. In einem Interview für den Fraunhofer ISST-Podcast »Die Datenräume« haben die beiden erzählt, wie Fraunhofer als Sprungbrett in die Selbstständigkeit gedient hat. Wir bilden hier Auszüge der Podcastfolge ab.

Was ist das Kerngeschäft von Valoon und SIMPL?

Dr. Can Azkan: Wir bei SIMPL entwickeln eine Lösung für den Maschinenanlagenbau, die dabei hilft, den Service, die Inbetriebnahme, die Instandhaltung und Wartung von Maschinenanlagen deutlich effizienter gestalten können.

Marvin Rosian: Valoon ist im Prinzip eine Baumanagement-Software. Das heißt, wir kümmern uns um die Kommunikation und Dokumentation zwischen Mitarbeitenden auf der Baustelle vor Ort und in den Büros und versuchen, diese zu vereinfachen.

Wie kam es zu der Idee, aus dem Fraunhofer ISST heraus zu gründen?



Bild: Marvin Rosian

Marvin Rosian: Can und ich haben uns eigentlich schon die letzten vier Jahre, seitdem wir bei Fraunhofer sind, mit Gründungen beschäftigt. Wir hatten vor SIMPL und Valoon schon etliche Ideen, die wir mal durchgesponnen haben und ich glaube, das spricht so ein bisschen für das Fraunhofer-Modell. Ich bin ehrlich gesagt nicht zu Fraunhofer gegangen, weil ich so viel Spaß an Wissenschaft habe, sondern weil es eine Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie ist. Wir durften bei Fraunhofer die wissenschaftliche Seite unserer Themen erleben und jetzt die Innovationen in die Industrie bringen.

Dr. Can Azkan: Ja, Fraunhofer war ein sehr guter Hintergrund. Wir haben an spannenden Themen rund um Industrial IoT, Ökosysteme und Predictive Maintenance geforscht und wollten »draußen« schauen, wie Firmen eigentlich schon damit arbeiten. Dabei haben wir schnell festgestellt, dass vor allem der klassische Maschinenbaumittelstand, den wir adressieren, zwar hohes Interesse an Predictive Maintenance hat, aber noch weit davon entfernt ist, es umsetzen zu können. Es gibt in den Unternehmen noch viel Papier auf Klemmbrettern, denn die Servicetechniker in der Instandhaltung sind noch analog unterwegs. Da war es für uns folgerichtig, dass die Unternehmen erst einmal eine ganz andere Lösung brauchen, bevor wir über hochinnovative Themen reden können.

Und was hat Institutsleiter Boris Otto dazu gesagt, als er von den ersten Gedanken zur Selbstständigkeit hörte?

Dr. Can Azkan: Boris Otto ist wirklich sehr offen für solche Themen und hat uns von Anfang an unterstützt.

Marvin Rosian: Ja, dem kann ich mich nur anschließen. Ich weiß nicht mehr exakt, was er gesagt hat, aber wenn ich es wiederholen müsste, würde ich wahrscheinlich sagen: Let's go. Boris Otto und auch unser ehemaliger Abteilungsleiter Markus Spiekermann waren von Tag eins an wirklich sehr, sehr starke Supporter für SIMPL und Valoon und federführend dafür, dass wir jetzt da sind, wo wir sind.

Welche Unterstützung hat das Fraunhofer ISST in der Gründungsphase geleistet?



Bild: Dr. Can Azkan

Dr. Can Azkan: Das waren verschiedene. Es begann mit Fraunhofer AHEAD, einer Art Startup-Inkubator innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft. Dort haben alle wissenschaftlichen Teams eine erste Anlaufstelle, um überhaupt ihre Ideen zu validieren. Gibt es dafür einen Markt? Löst man Probleme? Welche technologischen Herausforderungen gibt es? Wie kann man die lösen? In einer Art »Bootcamp« durchläuft man ein Programm namens »Waschmaschine«. Da wird man wirklich einmal ordentlich durchgerüttelt. Verschiedene Experten aus der Branche testen die Idee auf Standfestigkeit. Danach haben wir Zeit erhalten, die Idee über einen längeren Zeitraum auch finanziell unterstützt weiterzuentwickeln, bevor es dann richtig in die Ausgründung mit SIMPL ging.



Vernetzte Kommunikation erleichtert die Koordination der Gewerke auf der Baustelle. (Foto: Valoon)

Was waren in der Anfangsphase die größten Herausforderungen?

Marvin Rosian: Da gab es mehrere Herausforderungen. In allererster Linie: Was machen wir eigentlich? Also was ist Valoon? Was ist unser Produkt? Welchen Kunden haben wir? Welches Problem lösen wir? Wie sieht das Team aus? Wie ist die Bereitschaft zu gründen? Bei Startups ist es extrem wichtig, dass man mit vollem Herz dabei ist und ich bin super happy, dass ich jetzt mein Team habe, dem ich vertraue und mit dem ich optimal arbeiten kann. Und dass wir das Produkt und den Kunden genau kennen und wissen, was er wirklich braucht.

Was sind also die wichtigsten Erfolgsfaktoren?

Marvin Rosian: Das Team. Kunden werden kommen und gehen. Das Produkt wird sich immer ändern, gerade in so einer frühen Phase, in der SIMPL und Valoon sind. Man merkt, dass man viele Ideen hat, viel entwickelt und pilotiert und immer wieder Anpassungen vornehmen muss. Aber was über allem steht, ist das Team. Wenn ein gutes und fähiges Team performt, dann kann man immer das Produkt anpassen, dann kann man immer neue Kunden finden. Für mich ist das mit großem Abstand der wichtigste Faktor bei einem Startup.

Wo stehen SIMPL und Valoon aktuell?

Dr. Can Azkan: Wir haben SIMPL vor einem Jahr gegründet und schon eine Lösung im produktiven Einsatz beim Kunden, die dort auch den zentralen Mehrwert des Unternehmens darstellt. Gerade bauen wir das Produkt weiter aus, um weitere Kunden zu erreichen.

Marvin Rosian: Wir haben Valoon vor einem halben Jahr gegründet. Wir haben unser Produkt schon auf Baustellen bei unseren Kunden getestet und verprobt. Mittlerweile haben wir zahlende Kunden und das Produkt ist wirklich schon auf dem Markt.

Was sind die nächsten Schritte für die Weiterentwicklung von Valoon und SIMPL?

Marvin Rosian: Bei uns ist das der klassische »Market Fit«. Wir haben viele verschiedene Kunden – Bauunternehmen, Handwerksbetriebe, Architektenbüros – und für uns ist es extrem wichtig, im Laufe des nächsten Jahres unseren Fokus zu finden. Danach wird es um die Skalierung gehen, also das, was wir aktuell auf einigen Baustellen und mit einigen Bauprojekten machen, wirklich in die breite Masse zu bringen.



Bis zum **Ende des Jahres** möchten wir unser **Produkt** so weit haben, dass man es **von der Stange** kaufen kann.«

Dr. Can Azkan, Gründer und Geschäftsführer von SIMPL

Dr. Can Azkan: Wir kennen unsere Kundengruppe schon ganz gut. Der klassische Maschinenanlagenbauer ist ein kleineres mittelständisches Unternehmen. Für uns geht es jetzt also vor allem um Skalierung. Bis zum Ende des Jahres möchten wir unser Produkt so weit haben, dass man es von der Stange kaufen kann.

Mehr zu den beiden Fraunhofer ISST-Spin-offs:

Valoon: <https://valoon.chat/de/>

SIMPL: <https://www.simpl.de/>

Welche Erfahrungen, welche gewonnenen Skills aus Ihrer Fraunhofer-Zeit helfen Ihnen heute?

Dr. Can Azkan: Das sind am Ende sicherlich viele. Wir hatten die Chance, am Fraunhofer ISST tolle, spannende Ideen rund um hoch innovative Themen wie Industrial IoT und Plattformen zu entwickeln und an ihnen mitzuwirken. So konnten wir herausfinden, welche Themen wirklich relevant für potenzielle Kunden sind und darauf aufbauend eine eigene Idee, ein Produkt, entwickeln, das wir jetzt anbieten können. Wir haben hier auch gelernt, an verschiedensten Projekten und mit vielen Partnern gleichzeitig zu arbeiten. Und wenn man in innovativen Themenfeldern forscht, dann gibt einem in der Regel kaum jemand vor, was man zu tun hat. Man lernt also, selbst zu überlegen, was die nächsten Schritte sind und wie man kreativ zum Ziel gelangen kann. Das alles hat mir sehr geholfen, in die Gründung zu gehen.

Marvin Rosian: Wenn ich vielleicht noch eins ergänzen würde, dann ist es vor allem das analytische, kritische Denken. Wir haben bei Fraunhofer schon vor der Gründung von Valoon jahrelang in den Bereichen gearbeitet, in denen wir jetzt tätig sind. Wir haben viel über die Bauindustrie und Künstliche Intelligenz gelernt und dabei auch gesehen, was nicht funktioniert. Daraus haben wir letztlich die Startup-Idee entwickelt.

Würden Sie den Weg, über Fraunhofer in die Selbstständigkeit zu gehen, auch anderen Kolleginnen und Kollegen empfehlen?

Marvin Rosian: Absolut. Es ist eine Achterbahnfahrt. Aber ich persönlich habe sehr viel Spaß an dem, was ich mache, und an dem, was wir bei Valoon machen. Wichtig ist: Liebe es oder lasse es. Und wenn du es machst: Sei mutig.

Podcast

DIE DATEN RÄUMER

Podcast »Die Datenräume«

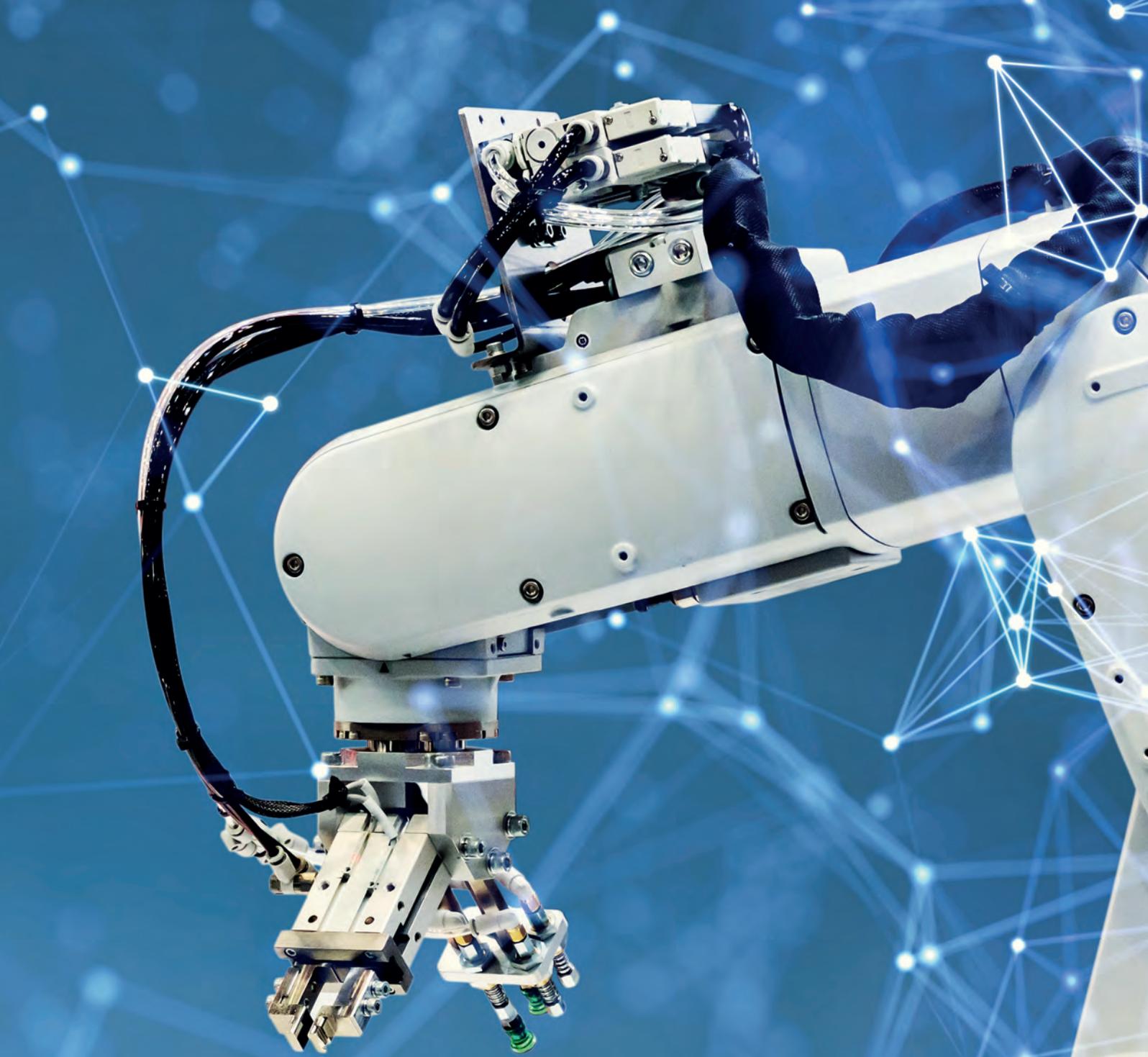
In unserem Podcast »Die Datenräume« entdecken die Zuhörenden neben wissenschaftlich fundierten und ganzheitlichen Einblicken auch konkrete Beispiele, wie Unternehmen Daten heute schon erfolgreich für sich nutzen - und in Zukunft noch stärker von ihnen profitieren werden.

Den Podcast gibt es überall, wo es Podcasts gibt, und unter www.isst.fraunhofer.de/podcast .

Passgenaue Lösungen durch Branchen-Know-how

Unsere Geschäftsfelder

Das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST identifiziert zusammen mit Unternehmen den strategischen Wert ihrer Daten und macht sie nutzbar. In den Geschäftsfeldern »Industrial Manufacturing«, »IT Service Providers«, »Mobility & Smart Cities« sowie »Healthcare« erforschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den souveränen Umgang mit Daten in Datenräumen.



Industrial Manufacturing

Mit Datenräumen zur Industrie 4.0

Industrial Manufacturing

Effiziente und souveräne Datennutzung in der Fertigung

Industrial Manufacturing im Web:

[Projekte](#) 
[Technologien](#) 
[Publikationen](#) 



Neue geo- und wirtschaftspolitische Herausforderungen stellen fertige Unternehmen vor die Aufgabe, auf Engpässe in der Lieferkette oder bei der Versorgung mit Rohstoffen oder Energie flexibel reagieren zu können. Den Unternehmen stehen dafür immer mehr Bewegungs- und Prozessdaten zur Verfügung, die verarbeitet und einem Nutzen zugeführt werden wollen. Warenströme werden nicht nur physisch, sondern auch digital vernetzt. Es gilt, die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort bereitzustellen.

Im Geschäftsfeld »Industrial Manufacturing« verbessert das Fraunhofer ISST komplexe Fertigungs- und Supply-Chain-Prozesse durch den Aufbau eines Strategischen Datenmanagements und durch die Optimierung der internen und unternehmensübergreifenden Datennutzung mithilfe von Datenräumen.

Die digitalen Lösungen des Geschäftsfelds »Industrial Manufacturing« unterstützen Unternehmen unabhängig und zukunftsorientiert auf ihrem Weg zu schlanken, reaktionsfähigen und vorausschauenden Geschäftsprozessen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler begleiten konkrete unternehmerische Digitalisierungsinitiativen von der Konzeption bis hin zur prototypischen Umsetzung. Besondere Schwerpunkte liegen in der Optimierung des Bedarfs- und Kapazitätsmanagements sowie der Abwicklungsprozesse von Kundenaufträgen. In zahlreichen Projekten und Initiativen unterstützt »Industrial Manufacturing« einzelne Unternehmen und ganze Branchen auf ihrem

Transformationsprozess hin zur Industrie 4.0 – von Catena-X für die Automobilindustrie über Factory-X für die Fertigungsbranche bis hin zu Aerospace-X für die Luftfahrt.

Das Leistungsangebot im Überblick

Im Fokus des Geschäftsfelds »Industrial Manufacturing« stehen folgende Themen:

- Entwicklung von Konzepten und Technologien für die **Datensouveränität**
- Strategie- und Konzeptentwicklung für das **Industrial Data Management**

Dr. Jürgen Schmelting

Abteilungsleiter
 Industrial Manufacturing
 Tel. +49 231 97677-463
 juergen.schmelting@isst.fraunhofer.de



- Konzeption und Aufbau von **Software-Architekturen** für Unternehmen
- Entwicklung von individuell auf die jeweiligen Anforderungen zugeschnittenen **Softwarelösungen**
- Erfassung und Integration verschiedener Datenformate und Quellen durch **Information Mapping und Semantik**
- Entwicklung von **digitalen Geschäftsmodellen und Daten-Analyse** aus bestehenden Datensätzen
- **Monitoring** von Systemzuständen sowie **Analyse und Vorhersage** von Prozessereignissen

Diese Themen werden in zwei Forschungsschwerpunkten geclustert.

Forschungsschwerpunkt »Strategisches Datenmanagement«: Konsequente Datennutzung als Schlüssel zum unternehmerischen Erfolg in einer datengetriebenen Welt

Die zunehmende unternehmensweite Datennutzung erfordert einen Strategiewechsel im Umgang mit Daten. Erfolgskritische Entscheidungen und automatisierte Prozesse beruhen auf verlässlichen Daten und Strukturen. Das strategische Datenmanagement entwickelt die notwendigen Strukturen für die Datenorganisation. Die strategische Positionierung der Datenorganisation erlaubt die nachhaltige Ausrichtung von Datendomänen, Datenrollen und Datenapplikationen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer ISST bieten maßgeschneiderte Lösungen für ein nachhaltiges Datenmanagement an, mit dem eine effektive Nutzung der Ressource »Daten« gelingt. Teil des Angebots ist die Stärkung der eigenen Datenkompetenzen in Unternehmen und der Aufbau einer passgenau auf die jeweiligen Unternehmensziele abgestimmte Datenstrategie.

Am Fraunhofer ISST werden die Bestandteile des strategischen Datenmanagements entwickelt, die den Erfolg für datengetriebene Innovationen sichern. Ziel ist die Einführung und

Optimierung einer unternehmensinternen Datenorganisation zur Realisierung der Datendemokratisierung. Die Etablierung einer Datenorganisation erhöht die Datenqualität und die Nutzbarkeit von KI-Anwendungen, reduziert Datensuchprozesse und verbessert die Einführung von Datenapplikationen. In ihrem Rahmen werden die notwendigen Datenfähigkeiten entwickelt, nachhaltig etabliert und kontinuierlich messbar. Als Grundlage für die Datenorganisation dient die Aufstellung einer Datenstrategie, die langfristige Vorgaben wie beispielsweise die Voraussetzung für die Teilnahme an Datenökosystemen oder die Art der Datenhaltung definiert. Die Datenorganisation orientiert sich an diesen Vorgaben und integriert diese in die Data Governance-Ansätze, die mittels dezentralen und/oder zentralen Unternehmenseinheiten und geeigneten Datenrollen wie Data Ownern und Data Steward gewährleistet wird. Zur effizienten Umsetzung der Workflows werden die Konzepte in Datenkatalogen und Datenqualitätssoftware realisiert und unternehmensweit ausgerollt.

Weitere Informationen zum Forschungsschwerpunkt »Strategisches Datenmanagement«

[Link zur Webseite](#) 

Forschungsschwerpunkt »Teilnahme an Datenräumen«: Ganzheitliche Beratung und Begleitung bei der Einführung und Nutzung von Data Spaces

In diesem Forschungsschwerpunkt unterstützt »Industrial Manufacturing« seine Partner mit ganzheitlichen digitalen Lösungen im Bereich der Datenräume – von der Konzeption und Entwicklung maßgeschneiderter Datenraumlösungen bis hin zur Bereitstellung von Analysen und Schulungen, um eine erfolgreiche Teilnahme an bestehenden Initiativen zu gewährleisten. Ziel ist es, das transformative Wachstum von Unternehmen durch datengesteuerte Innovation und Digitalisierung zu fördern.



Dazu werden folgende Leistungen angeboten: Auf Basis ihres umfangreichen Fachwissens und den Erfahrungen aus Best-Practices in der jeweiligen Branche erstellen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ein passgenaues Design für einen maßgeschneiderten Datenraum. Sie analysieren die Bereitschaft, an Datenräumen teilzunehmen, und liefern den Unternehmen Erkenntnisse und Empfehlungen für die Entscheidungsfindung und eine erfolgreiche Umsetzung von Datenräumen. Die am Fraunhofer ISST vorhandenen technischen Ressourcen ermöglichen darauf aufbauend eine nahtlose Integration in Datenräume – von der API-Integration bis hin zur Entwicklung von Konnektoren und Infrastrukturen. Hierzu bringt sich das Fraunhofer ISST auch in die Entwicklung von Open-Source-Komponenten ein. Spezialisierte Schulungen vermitteln Einzelpersonen und Teams die wesentlichen Fähigkeiten für den Erfolg von Datenräumen und decken Bereiche wie Governance, Datenschutz, technische Komponenten und Zusammenarbeit ab.

Weitere Informationen zum Forschungsschwerpunkt
»Teilnahme an Datenräumen«

[Link zur Webseite](#) 

Partner von der ersten Idee bis zum fertigen Datenraum

Das Fraunhofer ISST gehört zu den ersten Initiatoren von Datenräumen in Deutschland und Europa. Aufgrund dieser langjährigen Erfahrung sowohl auf technischer als auch auf wirtschaftspolitischer und unternehmensstrategischer Ebene ist das Institut für Unternehmen aus der industriellen Fertigung, die ihre Datennutzung auf zukunftssichere Beine stellen wollen, ein neutraler und kompetenter Begleiter vom grundsätzlichen Aufbau einer Datenstrategie bis hin zur technischen Umsetzung eigener Datenraumlösungen und der Integration in bestehende Branchendatenräume.

Weitere Informationen zu ausgewählten Leuchtturm-Projekten im Web:

[Factory-X](#)  : Ein souveräner Datenraum für den Maschinen- und Anlagenbau.

[Aerospace-X](#)  : Der Datenraum für die Luft- und Raumfahrt.

[Catena-X](#)  : Ein offenes Datenökosystem für die Automobilindustrie.

[Heraklion](#)  : Heuristische Resilienzanalysen für Kommunen mittels Datenraumfunktionalitäten.

The background features a hand reaching upwards, silhouetted against a sunset sky. The hand is positioned in the lower half of the frame, with fingers spread. The sky transitions from a warm orange at the bottom to a cooler blue at the top. A network of glowing white nodes connected by thin lines is overlaid on the sky, creating a digital or data network aesthetic. The nodes are more prominent in the upper half of the image.

IT Service Providers

**Cloud-Lösungen für Datensouveränität und
Datenräume**

IT Service Providers

Cloud-Lösungen für Datensouveränität, Kostenmanagement (FinOps) und Nachhaltigkeit (GreenOps)

IT Service Providers im Web:

[Projekte](#) 

[Technologien](#) 

[Publikationen](#) 



Die Souveränität der Nutzer ist ein wichtiges Thema in der Cloud. Gerade für Unternehmen stellt sich die Frage, ob sie souverän über die Handhabung ihrer Daten in der Cloud bestimmen können. Weil die Europäische Union die Dringlichkeit dieser Frage erkannt hat, investiert sie aktuell rund 2,4 Milliarden Euro in das IPCEI-CIS Programm, um die digitale und technologische Souveränität im Bereich Cloud und Edge Computing zu stärken. Das Fraunhofer ISST forscht bereits seit 2015 an der Datensouveränität. Dabei liegt der Fokus des Geschäftsfelds »IT Service Providers« auf der Erforschung und Entwicklung von Cloud-spezifischen Lösungen für die Etablierung von Datensouveränität und Datenräumen. Darüber hinaus arbeitet das Team an der Optimierung von Cloud-Konfigurationen, um beispielsweise die Kosten von Cloud Infrastrukturen und den CO2-Fußabdruck zu reduzieren.

Heinrich Pettenpohl

Abteilungsleiter

IT Service Providers

Tel. +49 231 97677-461

heinrich.pettenpohl@isst.fraunhofer.de



Im Geschäftsfeld »IT Service Providers« bündelt das Fraunhofer ISST seine Kompetenzen rund um den datengetriebenen Betrieb von Cloud-Infrastrukturen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln passgenaue Lösungen für das Monitoring der (Edge) Cloud und erstellen für die Cloud-Nutzenden entsprechende Vorschläge für Best-Practice-Konfigurationen des Deployment. Aktuell fokussieren sie sich speziell auf das Management der Betriebskosten (FinOps) und des CO2-Fußabdrucks (GreenOps). Das Thema ist für Unternehmen besonders drängend: Laut Umfragen von [Flexera](#)  und [IDC](#)  sind die größten Themen in der Cloud das Management der Cloud-Ausgaben (82%), sowie die Nachhaltigkeit in der Cloud (Platz 1).

Effektiverer Einsatz von Personal

Das Management von Cloud-Ressourcen benötigt spezialisiertes Personal. Gerade bei den vielen Self-Service-Plattformen (wie beispielsweise AWS, Azure und GCP), aber auch bei onPremise Kubernetes Clustern, ist nicht jeder Software-Entwickler und DevOps-Engineer geschult, optimale Deployments vorzunehmen. Durch das Analysieren der Deployments und den Vergleich mit Best-Practices können (teil-)automatisierte Vorschläge gemacht werden, um das Deployment zu optimieren. Auf diese Weise hat das spezialisierte Personal Kapazitäten, um sich um außergewöhnlichere Fälle zu kümmern, während die grundlegende Optimierung bereits durch die Nutzenden selbst stattfinden kann.

FinOps: Kostenoptimierung in der Cloud

»FinOps ist ein operativer Rahmen und eine kulturelle Praxis, die den geschäftlichen Nutzen der Cloud maximiert, eine zeitnahe datengestützte Entscheidungsfindung ermöglicht und durch die Zusammenarbeit von Technik-, Finanz- und Geschäftsteams finanzielle Verantwortlichkeit schafft.«
[FinOps Foundation, Technical Advisory Council, Dezember 2023](#) .

Durch die Analyse des Deployments kann auch Kostentransparenz geschaffen werden. Diese Transparenz kann sowohl zentral als auch durch die Nutzenden selbst eingesehen werden. Das **Fraunhofer ISST-Tool »Automatic Recommender for Resource Configuration (ARRC)«** erstellt aus der Analyse automatisch Vorschläge für eine optimierte Konfiguration des Deployments. So können im Rahmen von weiteren organisatorischen FinOps-Maßnahmen die Betriebskosten drastisch gesenkt werden, beispielsweise dadurch, dass Mitarbeitende selbst Verantwortung für ihre Cloud-Nutzung übernehmen und dies auch im Unternehmen honoriert wird.

Der Ansatz kann ebenfalls von Cloud Service-Anbietern verwendet werden, um eine bessere Auslastung der eigenen Hardware gewährleisten und dadurch mehr Kunden bedienen zu können.

Auch hier kommt das Tool ARRC zum Einsatz. Es beobachtet die laufende Software und gibt Vorschläge, wie das Deployment nachhaltiger konfiguriert werden kann.

Weiteres Optimierungspotenzial steckt auch im kompletten Softwarelebenszyklus. Aus diesem Grund hat das Team der Abteilung IT Service Providers im Rahmen des Projekts »Energieeffiziente Software als erster Schritt auf dem Weg zu einer grüneren IT« analysiert, welche Maßnahmen im Projektmanagement, der Anforderungsanalyse, der Softwareentwicklung und des Betriebs noch ergriffen werden können.

Daraus abgeleitet wird unsere Forschung in den kommenden Jahren darauf abzielen, dem Softwareentwickelnden während der Softwareentwicklung passgenau und dynamisch entsprechende Kennzahlen bereitstellen zu können. Dieser kann dann bessere Entscheidungen treffen, welche Stellen im Programmcode optimiert werden sollten.



GreenOps: Verbesserung der Nachhaltigkeit durch Software

Bei GreenOps liegt der Fokus auf dem Betrieb von Software in besonders nachhaltiger Art und Weise. Meistens ist es aber wenig transparent, wie nachhaltig eine Software ist. Dementsprechend ist das Monitoring der Software im Betrieb wichtig, um daraus berechnen zu können, wie hoch der CO₂-Fußabdruck der Software ist.

Data Spaces: Passgenaue Data Space-Technologien für die individuelle Integration in Datenräume

Das Fraunhofer ISST ist ein zentraler Forschungspartner beim Aufbau von souveränen Datenräumen – so auch im Catena-X Automotive Network (ausführliche Informationen s. [Seite 14](#) in diesem Jahresbericht) und als Konsortialführer des [Data Spaces Support Centre \(DSSC\)](#) der Europäischen Union. Gemeinsam mit Unternehmen entwickelt das Institut Software und Dienste für Datenräume weiter und schneidet

Technologieangebote für Betreiber und Serviceanbieter von Datenräumen wie z.B. Huawei (s. [Seite 16](#) in diesem Jahresbericht) zu. Das Fraunhofer ISST begleitet Unternehmen aller Branchen von den ersten Schritten in Richtung Datenraumnutzung über die Registrierung bei Clearingstellen wie Cofinity-X bis hin zum Aufbau der entsprechenden Dateninfrastruktur.

Datengetriebene Geschäftsmodelle – Von der Konzeption zur Monetarisierung

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und künstlicher Intelligenz erzeugt eine enorme Datenflut, die traditionelle Geschäftsmodelle disruptiv verändert und Daten zu einer strategischen Ressource macht. Datengetriebene Geschäftsmodelle nutzen diese Daten, um innovative Lösungen zu entwickeln und neue Einnahmequellen zu erschließen. Ein zentraler Bestandteil dieser Modelle ist das Konzept von Datenökosystemen, in denen Unternehmen, Organisationen und Einzelpersonen Daten austauschen, um gemeinsame Ziele zu erreichen.

Die effektive Nutzung von Daten verschafft Unternehmen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Datengetriebene Geschäftsmodelle ermöglichen es, Kundenerlebnisse zu verbessern, Betriebskosten zu senken, neue Märkte zu erschließen und Produktinnovationen voranzutreiben. Projekte wie das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt »Incentives and Economics of Data Sharing – [IEDS](#)  « setzen genau hier an. IEDS untersucht die Anreize und Grundlagen für den Datenaustausch in souveränen und sicheren Datenökosystemen.

Das Fraunhofer ISST unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung und Implementierung datengetriebener Geschäftsmodelle durch:

- **Beratung und Konzeptentwicklung:** Entwicklung maßgeschneiderter Strategien zur effektiven Nutzung von Daten und Umgestaltung von Geschäftsmodellen.
- **Technologie und Tools:** Bereitstellung modernster Technologien und Werkzeuge zur Datensammlung, -analyse und -nutzung, wie z. B. Datenräume.
- **Training und Schulung:** Schulungen zur Befähigung der Mitarbeitenden zum erfolgreichen Einsatz datengetriebener Strategien und Technologien.

Damit ist die Abteilung IT Service Providers ein langjährig erfahrener Partner und Berater für Unternehmen, wenn diese Cloud-Angebote als souveräne, nachhaltige und kostenoptimierte Dateninfrastrukturen nutzen möchten.

Im Jahr 2023 hat das Team des Geschäftsfelds »IT Service Providers« wesentliche Fortschritte in den Bereichen Datensouveränität, FinOps und GreenOps erzielt. Mit unseren innovativen Lösungen und Projekten tragen wir zur digitalen Transformation und Nachhaltigkeit in der Industrie bei. In den kommenden Jahren werden wir unsere Forschung und Entwicklung weiter intensivieren, um Unternehmen bei der effizienten und nachhaltigen Nutzung ihrer Cloud-Infrastrukturen zu unterstützen. Damit ist die Abteilung IT Service Providers ein langjährig erfahrener Partner und Berater für Unternehmen, wenn diese Cloud-Angebote als souveräne, nachhaltige und kostenoptimierte Dateninfrastrukturen nutzen möchten.

Weitere Informationen zu ausgewählten Leuchtturm-Projekten im Web:

[The Data Space Lab](#)  : »The Data Space Lab« wurde 2023 mit dem Ziel gestartet, die bestehenden Eclipse Dataspace Components von Huawei und Fraunhofer ISST als as-a-Service-Komponenten weiterzuentwickeln.

[FAIR Data Spaces](#)  : Aufbau eines gemeinsamen Cloud-basierten Datenraums für Wirtschaft und Wissenschaft.

[IEDS](#)  : Incentives and Economics of Data Sharing.

[CCIT](#)  : Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies.

[NTT](#)  : Dataspace Connector Proof-of-Concept (PoC) / Connecting NTT with the International Data Spaces.



Mobility & Smart Cities

Digitale Lösungen für unser vernetztes Leben von morgen

Mobility & Smart Cities

Mit vernetzter Mobilität und intelligenten Städten zu mehr Innovation, Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Mobility & Smart Cities im Web:

[Projekte](#) 
[Technologien](#) 
[Publikationen](#) 



Unsere Mobilität und unsere Städte befinden sich im Wandel. Die Verkehrswende, klimatische und demographische Herausforderungen sowie unser aller Wunsch nach mehr Nachhaltigkeit und Lebensqualität, erfordern neue, intelligente Ansätze. Digitale Lösungen können entscheidende Beiträge leisten, um unser zukünftiges mobiles Leben zu unterstützen – eine Aufgabe, der sich das Geschäftsfeld »Mobility & Smart Cities« mit umfassenden Kompetenzen und Technologien aus den Bereichen Data Sharing und Datenmanagement widmet.

Dr.-Ing. Marcel Altendeitering

Abteilungsleiter
 Mobility & Smart Cities
 Tel. +49 231 97677-461
marcel.altendeitering@isst.fraunhofer.de



Im April 2024 berichtet der [Spiegel](#) , dass in der französischen Hauptstadt Paris das Auto immer häufiger zugunsten alternativer Verkehrsmittel stehen bleibt. Nicht einmal fünf Prozent der Wege würden mit dem PKW zurückgelegt. Ermutigende Zahlen, die zeigen, dass eine klimafreundliche Verkehrswende möglich ist. Auch in Deutschland fordert die Bevölkerung laut aktuellem [Mobilitätsmonitor von Acatech](#)  die Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur, vor allem den Ausbau des Schienennetzes. Die Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrs wird als besonders wichtig erachtet. Die tatsächliche Nutzung von ÖPNV schwankt allerdings noch stark zwischen den gut ausgebauten Metropolregionen und den ländlichen Gebieten mit geringer Verkehrsinfrastruktur.

Was zeichnet eine smarte City also aus?

Die EU-Kommission [definiert smarte Städte](#)  wie folgt: »A smart city is a place where **traditional networks and services** are made more **efficient** with the use of **digital solutions** for the benefit of its inhabitants and business. A smart city goes beyond the use of digital technologies for better resource use and less emissions. It means **smarter urban transport networks**, upgraded **water supply and waste disposal facilities** and more efficient ways to **light and heat buildings**. It also means a more interactive and responsive **city administration**, safer public spaces and meeting the needs of an ageing population.«

Neben dem nachhaltigen Ausbau der Infrastruktur gilt es also, die heute schon vorhandenen Mobilitätsoptionen durch digitale Dienste bestmöglich zu vernetzen und somit optimal nutzbar zu machen. Genau daran arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Geschäftsfeld »Mobility & Smart Cities« am Fraunhofer ISST.

Mobility & Smart Cities kann definiert werden als die **Gesamtheit intelligenter Lösungen**, die auf nachhaltige, effiziente, sichere, bezahlbare und zugängliche **Infrastruktur und Mobilität** ausgerichtet sind. Eine Smart City **optimiert traditionelle Netzwerke und Dienstleistungen** durch digitale Lösungen, verbessert die **Lebensqualität ihrer Bewohnerinnen und Bewohner** und fördert die **Effizienz** in Bereichen wie Verkehr, Wasserversorgung, Abfallentsorgung und Gebäudetechnik.

Mobilität stellt eine **Schlüsseldynamik der Urbanisierung** dar. Mit der verbundenen Infrastruktur wird die städtische Form geprägt. Zusätzlich zu Aspekten der Nachhaltigkeit und des Fortschritts stehen Mobility und Smart Cities für **Multi- und Intermodalität**, Datenintegration, Automatisierung und insgesamt für die Transformation der Infrastruktur und des Mobilitätssektors.

Warum brauchen wir digitale Lösungen in Mobility & Smart Cities?

Durch multiple Krisen müssen Unternehmen, Städte und die Wirtschaft flexibler, resilienter und nachhaltiger werden. Die notwendige digitale Transformation muss darauf abzielen, Innovation zu fördern und die Effizienz, Datenhoheit und Sicherheit zu steigern.

Digitale Lösungen können einen entscheidenden Beitrag zu mehr Sicherheit und Nachhaltigkeit der Infrastruktur sowie zu einer effizienteren Stadtverwaltung beitragen. Drei Beispiele:

- Durch den [Einsatz datenbasierter Ansätze](#) und automatisierter Systeme kann der Güterverkehr erheblich effizienter gestaltet werden. Insgesamt kann durch den automatischen Zugbetrieb und die Optimierung von Zugläufen und Bahnbetrieb eine [Steigerung der Netzkapazität](#) um bis zu 30 Prozent erreicht werden.
- Der Betrieb von Gebäuden verbraucht 35 Prozent des Energieverbrauchs und ca. 30 Prozent der CO₂-Emissionen in Deutschland. Mit [Datenanalysen und intelligenter Betriebsoptimierung](#) lassen sich signifikante Energieeinsparungen realisieren.
- [Open-Source-Software \(OSS\)](#) verbessert unsere Kommunen: Laut einer qualitativen Studie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zu den Treibern

von OSS nennen die befragten Stadtverwaltungen vor allem digitale Souveränität, weniger Abhängigkeit von einzelnen Softwareanbietern sowie Kosteneinsparungen durch die Möglichkeit der Nachnutzung durch Dritte.

Für die Zukunft der Mobilität: Faires Data Sharing in komplexen Datenökosystemen ermöglichen

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Geschäftsfeld »Mobility & Smart Cities« arbeiten zusammen mit Unternehmen, Kommunen und der Forschung an der digitalen Transformation – vom Konzept bis zur Implementierung.

Dazu fördern sie das **Data Sharing in Datenräumen** und erarbeiten geeignete Geschäftsmodelle zur geteilten Datennutzung. Sie konzipieren **Datentreuhänder als neutrale Instanz** in Datenökosystemen und setzen diese um. Den Aufbau **kommunaler Datenstrategien** unterstützt das Team mit seiner Kompetenz in den Bereichen **Data Governance, Datenqualität und Datenintegration**, wobei gesetzlichen Bestimmungen wie dem Data Act der Europäischen Union Rechnung getragen wird.

Dabei spielen **Datenqualität und Datenverfügbarkeit** eine enorm wichtige Rolle. Deshalb unterstützt das Fraunhofer ISST Städte und Regionen beim Aufbau ihres **digitalen Zwillings**, dessen holistische und integrierte Datenbestände als Grundlage für ganzheitliche Mobilitätsansätze dienen. Das Institut erarbeitet darüber hinaus Cloud-Edge-Architekturen und unterstützen die Anbieter bei ihrer Cloud-Adaption.

Zum Leistungsangebot gehören auch Ansätze zur sicheren und anonymisierten **Auswertung von Datenbeständen** (z. B. mit Hilfe von Federated Learning). Dies hilft beispielsweise beim Aufbau passgenauer Mobilitätskonzepte, indem Schwachstellen aufgedeckt und innerhalb des Mobilitätsnetzwerks gelöst werden können.



Grafik: Zielbranchen von Mobility & Smart Cities

Unsere Kunden: Alle, die Mobilität anbieten oder die Rahmenbedingungen für eine mobile Welt schaffen.

Mit seinem Leistungsangebot unterstützt das Fraunhofer ISST seine Kunden bei der fortschreitenden Digitalisierung in den Bereichen Smart Cities und Mobilität. Die hier entwickelten

Lösungen leisten einen Beitrag zur digitalen Transformation und helfen, die damit verbundenen Chancen zu nutzen. Zu den Kunden in diesem Segment zählen unter anderem Mobilitätsunternehmen und -dienstleister, Automobilhersteller, Verkehrsbetriebe, Unternehmen der Verkehrsinfrastruktur, Kommunen und Regionen, Stadtwerke und kommunale Betriebe sowie Tourismusunternehmen und -verbände.

Weitere Informationen zu ausgewählten Leuchtturm-Projekten im Web:

Mobility

[MDSxNRW](#)  : Entwicklung einer intelligenten Empfehlungsmaschine für Organisationen, um passende Verbindungen zum Mobility Data Space zu finden.

[MobiDataSol](#)  : Entwicklung eines Datentreuhandmodells für einen organisationsübergreifenden Datenaustausch in einer Smart City.

[GaiaX 4 AMS](#)  : Entwicklung von Gaia-X-konformen Mobilitätsdiensten für autonomes Fahren, wie ODD-kompatible Routen und vernetzte Rettungskorridore, um die Sicherheit und Effizienz im Straßenverkehr zu erhöhen.

Smart Cities

[Opt-In](#)  : Integration von Datensouveränität in das »smarte Zuhause«, um Bürgerinnen und Bürgern die Kontrolle über ihre Daten zu geben.

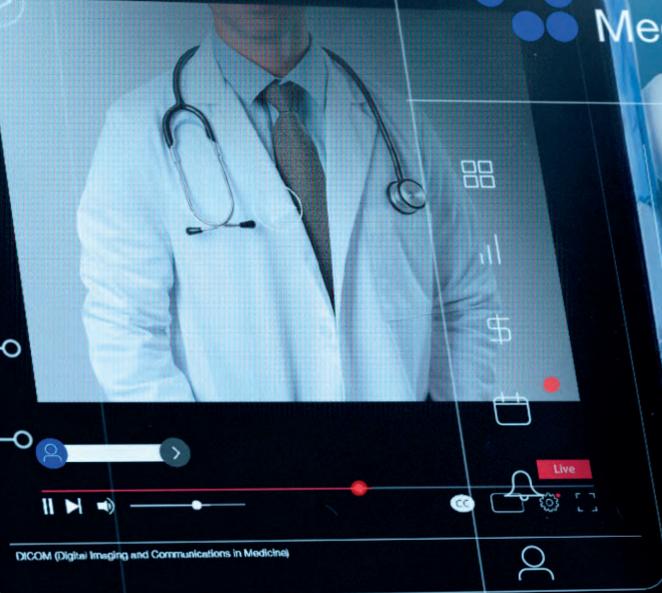
[BuildingTrust](#)  : Entwicklung eines modularen Datentreuhanders für Gebäudedaten, um Vertrauen beim Teilen von Daten zu schaffen und nachhaltiges Bauen zu fördern.

[Kurzstudie](#)  : »Datenwirtschaft und Edge-Computing – Potenziale, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für Unternehmen«

Online
Health
Medical

Hospital >

Platform >



Brain MRI
No evidence of Coronary stenosis or plaque by Coronary MRI.
09.929

Heart Diagnosis

35% ↘ Low Impact



Liver Diagnosis
80% High Impact

Large Intestine Diagnosis
57% Medium Impact

Lung Diagnosis
87 High Impact

Stomach Diagnosis
90% High Impact

Kidney Diagnosis
90% High Impact

Heart Diagnosis
35% Low Impact

Cardiologist
Per 1000 Population

6.3

Healthcare

Mit sicheren Datenräumen zu Innovationen in der Medizin

Healthcare

Personalisierte und datenzentrierte Medizin mit sektorenübergreifenden Datenräumen für das Gesundheitswesen

Healthcare im Web:

[Projekte](#) 
[Technologien](#) 
[Publikationen](#) 



Kostendruck und steigende Qualitätskriterien gehören ebenso zu den enormen Herausforderungen für die Gesundheitsversorgung wie der demografische Wandel und der Fachkräftemangel. Neben diesen auch in der Öffentlichkeit stark diskutierten Aspekten kämpfen die Fachkräfte mit historisch gewachsenen Strukturen voller Bürokratie, Dokumentationslast und papierbasierten Workflows. Die bereits fragmentierte Leistungserbringung in verschiedenen Gesundheitssektoren wird in monolithischen, nicht-interoperablen Systemen dokumentiert, was den Informationsfluss in diesem sehr datensensiblen Bereich zusätzlich erschwert. Behandlungen erfolgen standardisiert nach dem Prinzip »one size fits all«, wobei der Fokus des Systems auf der Behandlung von Krankheiten liegt.

Eine Verbesserung des Digitalisierungsgrads im Gesundheitswesen kann vielen dieser Probleme effiziente Lösungen gegenüberstellen, die es dem medizinischen Personal erlauben, sich stärker auf seine Kernaufgabe zu fokussieren: die Genesung des Menschen.

Im Geschäftsfeld »Healthcare« arbeitet das Fraunhofer ISST an einer datengetriebenen Optimierung der medizinischen Behandlung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erforschen und entwickeln Softwaretechnologien für die datengestützte Gesundheitsversorgung von morgen. Das umfasst Konzepte und Lösungen für Gesundheitsdatenräume, Interoperabilität und darauf basierende Anwendungen wie klinische Prozessoptimierung, Mobile-Health-Apps oder Therapiealgorithmen.

Das Leistungsangebot im Überblick

Im Fokus des Geschäftsfelds »Healthcare« stehen folgende Themen:

- Datenräume für die souveräne gemeinsame Nutzung dezentraler Patientendaten entsprechend der besonderen Anforderungen an den Datenschutz (IHE, HL7, FHIR) und die Regulation (EHDS, MDR) im Gesundheitswesen (Data-Driven Care Process Optimization)

Dr. Anja Burmann

Abteilungsleiterin
 Healthcare
 Tel. +49 231 97677-435
 anja.burmann@isst.fraunhofer.de



- Implementierung interoperabler Infrastrukturen und Anwendungen für eine naht- und papierlose personalisierte Medizin mit automatisierten Workflows (Closed Loop Precision Medicine, Digitale Zwillinge) und unter Einsatz von Künstlicher Intelligenz
- Integration in die Medizininformatik-Initiative oder in die Telematik-Infrastruktur
- KI-basierte Analysetools für die Entscheidungsunterstützung sowie für die Weiterentwicklung von elektronischen Patientenakten (ePA) und digitale Gesundheits-Anwendungen (DiGA)
- »Personal Health Applications« als personalisierte, mobile Therapieergänzung mit intelligenten Algorithmen zur Messung des Therapieerfolgs und für eine förderierte, interoperable, transparente und souveräne Nutzung individueller Patientendaten
- Aufbau von Daten- und Digitalisierungsstrategien und Beratung bei der Einführung dieser Strategien in Unternehmen oder Einrichtungen des Gesundheitswesens
- Konzeption und Entwicklung komplexer Health-IT-Ökosysteme und -Infrastrukturen auf Basis der Gaia-X AISBL (European Association for Data and Cloud) und auch der International Data Spaces Association (IDSA)
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Versorgungsangebote in zukünftigen domänenübergreifenden Datenräumen und Datenökosystemen

Mit diesem Angebot ermöglicht die Abteilung eine interoperable Datennutzung im Gesundheitswesen, indem monolithische

Bei der Entwicklung der Lösungsansätze berücksichtigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer ISST rechtliche, regulatorische und ethische Rahmenbedingungen und zielen auf eine offene, faire und förderierte Datennutzung ab. So realisieren sie gemeinsam mit ihren Partnern und Kunden branchenübergreifende Wertschöpfung durch die Entwicklung transparenter und vertrauenswürdiger Datennutzungsmechanismen.

Stärkung der Health-IT für Lösungsanbieter

Eine souveräne Nutzung von Gesundheitsdaten macht Health-IT-Anbieter fit für den European Health Data Space (EHDS). Die Lösungen des Fraunhofer ISST unterstützen wachsende Leistungserbringerorganisationen mit skalierbaren Betriebsstrukturen und einheitlichen IT-Landschaften. Das schafft die Basis für eine effiziente Datennutzung und die Entwicklung neuer Versorgungsformen durch Health-Infrastrukturen und -Applikationen. Im Detail umfasst das Angebot für Lösungsanbieter:

- Datenbasierte Konzepte, Prototypen und Komponenten zur Erstellung branchenübergreifender Lösungen und Dienstleistungen unter Nutzung von Gesundheitsdaten
- Ivy.connect (IHE-basierte Unterstützung des aktenbasierten Datenaustauschs)
- Medizininformatik-Initiative: Use & Access Workflow Management



Datensilos aufgebrochen und Datenformate und Datenqualität durch Interoperabilitätslösungen harmonisiert werden. Auf diese Weise werden Ergebnistransparenz und Real-World-Evidence zwischen Organisationen der Versorgungskette im Gesundheitswesen hergestellt. Intelligente Datenanalysen und Vertrauensmechanismen zur Datennutzung entlang der Versorgungskette unterstützen die Automatisierung von Workflows und personalisierte Behandlungsansätze.

- Expertise und Tools zur Profilierung und Validierung von FHIR-Ressourcen und Implementation Guides
- Datenraum-Konzepte und -Komponenten (EDC, Gaia-x, IDSA)
- Virtueller Einwilligungsassistent für die Datenweitergabe im Gesundheitswesen

Von Real World Evidence über Clinical Decision Support bis Full Procedure Solution

Übergreifende Infrastrukturen und Schnittstellen für Data Sharing erschließen datenbasierte Services und Geschäftsmodelle. Mit souveräner Datennutzung ermöglichen sie eine enge Verzahnung und Rückkopplung medizinischer Versorgung und Forschung und eine effektive Integration in die Versorgungskette. Intelligente Algorithmen unterstützen die frühzeitige Erkennung von Therapie-Erfolgsfaktoren und Real World Evidence ermöglicht datenbasierte Serviceentwicklung und -verbesserung. All diese Faktoren unterstützen Pharma- und MedTech-Unternehmen bei ihrer digitalen Transformation. Das Fraunhofer ISST unterstützt sie durch folgende Angebote:

- Entwicklung von branchenübergreifenden, digitalen Ökosystemen unter Einsatz von Datenraum-Konzepten und -Komponenten (EHDS, Gaia-X, IDS, EDC)
- Interoperability-Suite Ivy.connect (IHE-basierte Unterstützung des aktenbasierten Datenaustauschs)
- Lösungen zur förderierten, interoperablen, transparenten und souveränen Nutzung individueller Patientendaten, z.B. zur Therapiebegleitung
- Virtueller Einwilligungsassistent für die Datenweitergabe im Gesundheitswesen
- Algorithmen für den Einsatz in Medizinprodukten

Datennutzung als Schlüssel für eine bessere Gesundheitsversorgung

Eine souveräne Nutzung von Daten über Sektorengrenzen hinweg ist essentiell für die digitale Transformation des Gesundheitswesens. Das Fraunhofer ISST unterstützt seine Kunden und Partner – von Leistungserbringern wie Krankenhäusern oder medizinischen Netzwerken über die Anbieter von Health-IT-Infrastrukturen bis hin zu Pharma- und Medizintechnik-Unternehmen – mit langjähriger Erfahrung im Aufbau von Dateninfrastrukturen in dieser besonderen Branche mit ihren speziellen Anforderungen. Durch die herausragende Rolle des Fraunhofer ISST bei der Entwicklung von Datenraumtechnologien erhalten die Kunden zukunftsfeste Lösungen, die alle regulatorischen und technischen Anforderungen erfüllen und den Weg in völlig neue Formen der datenzentrierten kooperativen Gesundheitsversorgung ebnen.

Weitere Informationen zu ausgewählten Leuchtturm-Projekten im Netz:

IDERHA  : Konzeptionelle und technische Überwindung interdisziplinärer Hindernisse beim Zugang zu und der Integration und Analyse von Gesundheitsdaten.

IT-Dachstrategie  für die Bochumer Universitätsmedizin im Rahmen des SMITH-Projekts der Medizininformatik-Initiative.

HEALTH-X dataLOFT  : Legitimierter, offener und förderierter Gesundheitsdatenraum in GAIA-X.

DaRE  : Ein Datentreuhandmodell für medizinische Daten am Beispiel der Radiologie.

Unsere Kompetenzen

Wettbewerbsvorsprung durch Technologie-Know-how

Nur wer eine Technologie in der Tiefe verstanden hat, kann sie effektiv und zum besten Nutzen seiner Kunden einsetzen. Das Fraunhofer ISST fokussiert seine Forschung auf den Aufbau von Datenräumen (Data Spaces) in sechs Kompetenzfeldern – und ermöglicht so das faire, souveräne und wertschöpfende Teilen von Daten.



Kompetenzfelder

Data Space Technologies: Souveräne Datenräume konzipieren und technologisch umsetzen

Das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST fokussiert seine Forschung auf den Aufbau von Datenräumen (Data Spaces), in denen Datengeber auch nach dem Teilen ihrer Daten die Kontrolle darüber behalten, was mit ihren Daten geschieht. Ohne diese Datensouveränität wären unternehmensübergreifende Datenaustauschszenerien in vielen Branchen und Umsetzungsfeldern nicht denkbar. In ihr liegt also der Schlüssel für neue Wertschöpfungsketten, die auf einer fairen gemeinsamen Nutzung von Daten basieren. Datenräume sind ein wesentlicher Bestandteil der Europäischen Datenstrategie. Sie bilden das digitale Fundament für eine zukunftsfähige Wirtschaft in Deutschland und Europa.

Bereits heute existieren zahlreiche Initiativen, die die Relevanz der Datenräume für Wirtschaft und Gesellschaft im Blick haben und darauf abzielen, z.B. Standards zu entwickeln oder exemplarische Branchenlösungen umzusetzen. Dazu zählen die International Data Spaces Association (IDSA), die Gaia-X AISBL, domänenspezifische Datenräume wie das Catena-X Automotive Network, der Datenraum Mobilität und Eona-X, aber auch Koordinierungsprojekte wie das von der EU geförderte Data Spaces Support Centre (DSSC). Auf technologischer Ebene hat die Eclipse Foundation mit dem Aufbau einer eigenen Data Spaces Working Group begonnen, die auf den Aufbau von Open-Source-Softwarekomponenten für Datenräume abzielt. Das Fraunhofer ISST ist in allen Initiativen ein wichtiger Player und gehört zu den führenden Initiatoren des

Datenraum-Ansatzes.

Entsprechend hoch ist das Knowhow der Mitarbeitenden des Fraunhofer ISST bei der technologischen Umsetzung von Datenräumen. Es umfasst:

- **Technologie:**
 - Implementierung von (OSS-) Datenraumkomponenten, die für die Einrichtung einer Datenraumumgebung erforderlich sind
 - Bereitstellung aller erforderlichen Datenraumkomponenten (z.B. Eclipse Dataspace Components)
 - Kontinuierliche Erhöhung des Reifegrades der Lösungen
- **Adoption:**
 - Leichter Aufbau und Konfiguration neuer Datenräume durch Übernahme von bestehenden Komponenten
 - Demonstratoren und Blaupausen für verschiedene domänenunabhängige Szenarien
- **Konzepte:**
 - Spezifikation des konzeptionellen Modells von Datenräumen
 - Gestaltung von Wertschöpfung in und mit Datenräumen durch die Entwicklung von Geschäftsmodellen und Anwendungsfällen
 - Anforderungsanalyse und Transfer zur technischen Umsetzung
 - Überführung von Konzepten in formale Standards

Entwicklung in sechs Kompetenzfeldern:

Die Data Space-Technologien arbeitet das Fraunhofer ISST im Detail in sechs Kompetenzfeldern aus, in denen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch tiefes technologisches Fachwissen und umfangreiche Marktkenntnisse ihre Kunden und Partner bei der Ausgestaltung von datenraumbezogenen Zukunftsmärkten unterstützen.

Cloud Transformation

Trends und Entwicklungen der Cloud Transformation erforschen, weiterdenken und in die Praxis umsetzen.

Data Science

In Daten ruhendes Wissen nutzbar machen.



Software Engineering

Innovative und zukunftsweisende Software forschungsnah realisieren.

Strategisches Datenmanagement

Die Evolution zu einem datenwertschöpfenden Unternehmen.

Datenräume und Datenökosysteme

Technologien für Datenökosysteme sowie digitale Produkte und Dienstleistungen.

Free and Open-Source Software (FOSS)

Transparente und kollaborative Softwareentwicklung als Innovationstreiber der Digitalwirtschaft.

Das Fraunhofer ISST

Wir bauen Datenräume – fair, souverän und wertschöpfend.

Das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST entwickelt Datenraumtechnologien für einen souveränen Datenaustausch und baut mit seinen Partnern zukunftsweisende Datenökosysteme auf.

#InnovationsFromData



Ein Institut auf Wachstumskurs

Das Fraunhofer ISST in Zahlen

Mitarbeitende

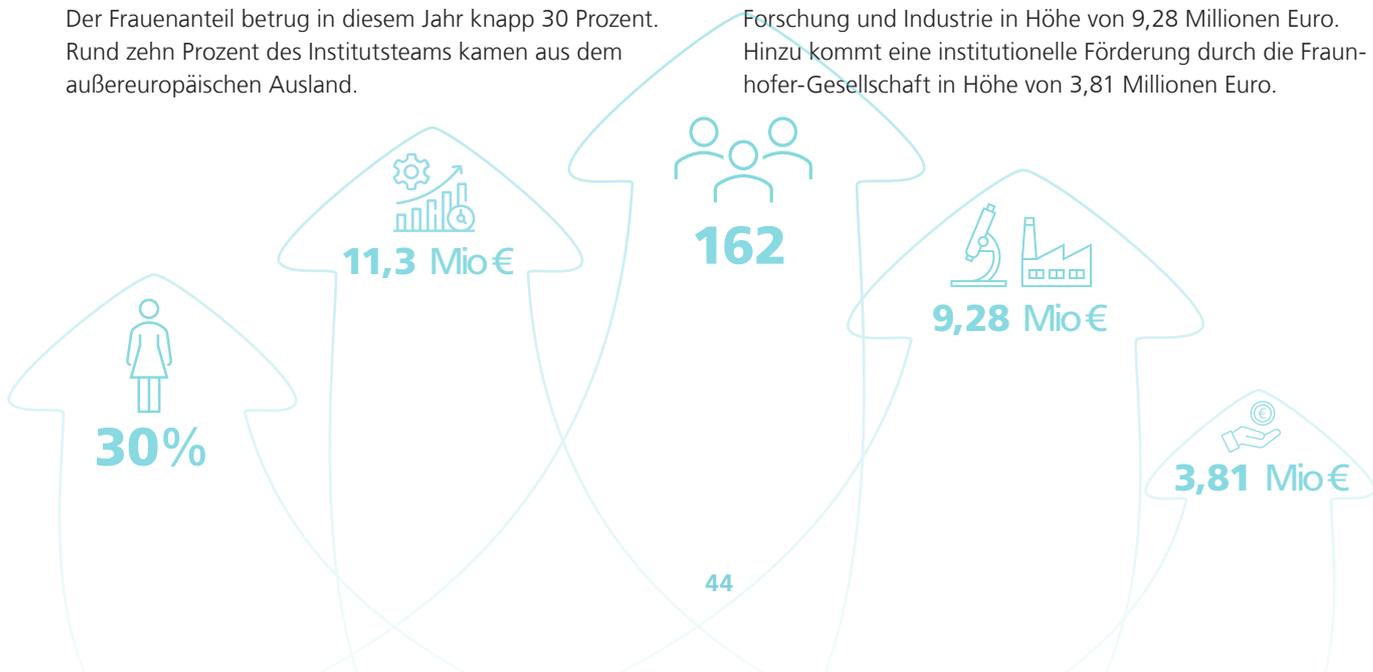
Zum Jahresende 2023 waren am Fraunhofer ISST 162 Mitarbeitende beschäftigt. Neben den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (überwiegend aus der Informatik und dem Wirtschaftsingenieurwesen) sowie der Verwaltung sind dies auch 55 Studentische Mitarbeitende, denn die Förderung und Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses zählt zu den wesentlichen Aufgaben eines Fraunhofer-Instituts.

Der Frauenanteil betrug in diesem Jahr knapp 30 Prozent. Rund zehn Prozent des Institutsteams kamen aus dem außereuropäischen Ausland.

Haushalt

Die Finanzierung des Fraunhofer ISST setzt sich aus öffentlichen Geldern, der sogenannten Grundfinanzierung zur Durchführung von Vorlaufforschung, strategischen Projekten und Investitionen zusammen. Der Gesamtaufwand des Betriebshaushalt betrug im Jahr 2023 rund 11,3 Millionen Euro. 70 Prozent davon entfielen auf Personalkosten.

Im Geschäftsjahr 2023 hatte das Fraunhofer ISST Erträge aus Forschung und Industrie in Höhe von 9,28 Millionen Euro. Hinzu kommt eine institutionelle Förderung durch die Fraunhofer-Gesellschaft in Höhe von 3,81 Millionen Euro.





Prof. Dr.-Ing. Boris Otto

Die Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto

Leiter des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST und Professor für Industrielles Informationsmanagement an der Technischen Universität Dortmund

Professor Boris Otto (geb. 1971 in Hamburg) ist Wirtschaftsingenieur und Wirtschaftsinformatiker und seit 2017 Leiter des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST in Dortmund. Er ist zudem seit 2013 Professor für Industrielles Informationsmanagement an der Technischen Universität Dortmund. Boris Otto promovierte an der Fakultät Maschinenbau der Universität Stuttgart zum Dr.-Ing. und habilitierte an der School of Management der Universität St. Gallen. Seine Arbeitsschwerpunkte in Forschung und Lehre sind industrielle Datenökosysteme, Data Spaces und das Datenmanagement in Industrieunternehmen.

Er ist stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Catena-X Automotive Network, Mitglied des Vorstands der Gaia-X European Association for Data and Cloud sowie der International Data Spaces Association (IDSA), Mitglied des Aufsichtsrats der European Health Data Alliance (EDHA) und Koordinator des EU Data Spaces Support Centre. Darüber hinaus gehört Boris Otto als Vorsitzender des Direktoriums des Fraunhofer-Verbands IuK-Technologie dem Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft an. Er ist Gründungsgesellschafter und Verwaltungsrat der CDQ AG aus St. Gallen und Mitglied des Forschungsbeirats Industrie 4.0, des Aufsichtsrats der SICK AG in Waldkirch, des Beirats für Mobilitätsdaten des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg sowie des Bosch Data Strategy Advisory Board.

Das Kuratorium

Unsere Beratenden aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung

Das Kuratorium steht dem Fraunhofer ISST als Beratungsgremium zur Seite. Seine Mitglieder unterstützen die marktnahe Forschungsausrichtung des Instituts mit Praxiserfahrungen und Fachwissen aus ihren jeweiligen Fachgebieten.



Paul Schwefer

Unternehmensberater der Fair Sourcing und Vorsitzender des Kuratoriums



Prof. Dr. Volker Gruhn

Inhaber des Lehrstuhls für Software Engineering an der Universität Duisburg-Essen und Vorsitzender des Aufsichtsrats der adesso SE



Dr. Reinhold Achatz

Coach Innovation, Technologie, Entrepreneurship und Nachhaltigkeit



Dr. Nicola Jentzsch

Lead Innovation und Digitalisierung bei der Deutschen Bundesbank



Maximilian Ahrens

Managing Director T Digital bei der Deutschen Telekom



Fabian von Kuenheim

Kuenheim Familiaris GmbH



Prof. Dr. Svenja Falk

Managing Director bei Accenture Research



Prof. Dr. Christine Legner

Leiterin Information Systems Department an der Université de Lausanne



Dr. Christiane Fricke

Leiterin der Gruppe »Außeruniversitäre Forschungsorganisationen, EU, Internationales« des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen



Dr. Henriette Litta

Geschäftsführerin der Open Knowledge Foundation Deutschland e.V.



Oliver Ganser

Vice President »Processes, Digitalization, Governance and Catena-X« im Purchasing and Supplier Network bei BMW | Vorstandsvorsitzender und Leiter des Industriekonsortiums des Catena-X Automotive Network e.V.



Dr. Sebastian Ritz

CEO der German Edge Cloud GmbH & Co. KG



Michael Schmelmer

Mitglied der Unternehmensleitung bei C.H. Boehringer Sohn AG & Co. KG



Unsere Netzwerke

Datenräume baut niemand alleine auf – derartige Entwicklungen können nur als gemeinsame Anstrengung vieler Beteiligten gelingen. Das Fraunhofer ISST engagiert sich daher in zahlreichen fachlichen, regionalen und fraunhoferweiten Netzwerken, um mit Partnern zusammenzuarbeiten und sich auszutauschen.

Mitgliedschaften*

- Eclipse Foundation
- European Alliance for Industrial Data, Edge and Cloud
- GAIA-X, European Association for Data and Cloud
- Catena-X Automotive Network
- Daten-Kompetenzzentrum für Städte und Regionen (DKSR)
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM)
- HL7 Benutzergruppe in Deutschland e. V.
- International Data Spaces Association
- MedEcon Ruhr e. V. (Netzwerk der Gesundheitswirtschaft an der Ruhr)
- Alumni der Informatik Dortmund e.V. (AIDO)
- Windo e.V. (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Institutionen in Dortmund)
- EHDA e.V., European Health Data Alliance

Fraunhofer-Gesellschaft

- Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnologie (iuk.fraunhofer.de)
- AG Digital Health im Leitmarkt Gesundheit ([Fraunhofer-Verbund Gesundheit](http://Fraunhofer-Verbund-Gesundheit))
- Fraunhofer-Allianz Cloud Computing (cloud.fraunhofer.de)
- Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz (bigdata-ai.fraunhofer.de)
- Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies (cit.fraunhofer.de)
- Fraunhofer Academy (academy.fraunhofer.de)

* z.T. als koordinierendes Institut für die Fraunhofer-Gesellschaft





10 Jahre Industrielles Informationsmanagement an der TU Dortmund — Festveranstaltung im Oktober 2023

Hochschulkooperationen

Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft arbeiten wir an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft. Die universitäre Grundlagenforschung gibt uns wichtige Impulse für den anwendungsnahen Transfer in die Industrie.

Folgende Lehrstühle und Professuren bilden den Kern unseres wissenschaftlichen Netzwerks:

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto

Lehrstuhl für Industrielles Informationsmanagement, TU Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Jan Cirullies

Professur für Betriebswirtschaftslehre (insb. Supply Chain Management und Digitale Logistik), FH Dortmund

Prof. Dr. Wolfgang Deiters

Professur für Gesundheitstechnologien, hsg Bochum

Prof. Dr. Falk Howar

Professur für Rigorous Software Engineering, TU Dortmund

Prof. Dr. Jan Jürjens

Institut für Softwaretechnik IST, Universität Koblenz

Prof. Dr. rer. nat. Sven Meister

Lehrstuhl für Gesundheitsinformatik, Universität Witten/Herdecke

Prof. Dr.-Ing. Frederik Möller

Juniorprofessor für Data-Driven Enterprise, TU Braunschweig

Prof. Dr. Jakob Rehof

Lehrstuhl XIV für Software Engineering, TU Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Christian Schwede

Professur für Big Data Analytics, FH Bielefeld

Presseinformation, April 2023

Neuer Bachelor-Studiengang Social Data Science wird durch Kooperation zwischen Universität Witten/Herdecke und Fraunhofer ISST gestärkt

[Details im Web](#) 





Promovieren mit dem Fraunhofer ISST

Die Research Schools: Gemeinsam zum Promotionserfolg

Die Research Schools am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST sind Kooperationen mit Professoren der Technischen Universität Dortmund, der Universität Witten-Herdecke, der TU Braunschweig und der Universität Koblenz zur gemeinschaftlichen Unterstützung von Doktoranden im Promotionsprozess.

Über die Research Schools werden Doktoranden aus dem Fraunhofer ISST zusammen mit Doktoranden aus den Universitäten in interdisziplinären Gruppen in den Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens im gegenseitigen Austausch geschult. Die Research Schools umfassen verschiedene Bereiche und Disziplinen: die Wirtschaftsinformatik, das Gesundheitswesen und die Informatik. Mit den Research Schools soll nicht nur die wissenschaftliche Qualität der Dissertationen am Fraunhofer ISST und den angegliederten Universitäten gesteigert werden, sondern auch die strategische Publikation der Ergebnisse in den für die Fachbereiche relevanten Publikationsorganen unterstützt werden. Praktisch werden in den Research Schools (selbst-) organisierte Workshops zu verschiedenen wissenschaftlichen Themen angeboten, um Wissen kumulativ nutzen zu können und zwischen den Doktoranden zu teilen.

Promovenden 2023

Dr. Anja Burmann

»Expertenorganisation Krankenhaus – Untersuchung von Wirkungszusammenhängen und Auswirkungen des »Faktor Mensch« auf die Digitale Transformation«

Universität Witten/Herdecke

In ihrer Dissertation untersucht Anja Burmann die Expertenorganisation Krankenhaus und wie der Faktor Mensch auf Digitalisierungserfolg in Krankenhäusern Einfluss nimmt. Sie identifiziert Wirkungszusammenhänge und beschreibt Einstellungen, Erwartungshaltungen und Befürchtungen im Zusammenhang mit durch Digitalisierung induziertem Wandel zwischen Berufs-, Alters-, Bildungs- und Einkommensgruppen innerhalb einer komplexen Organisationsform, die mit stetig steigendem Kostendruck konfrontiert ist.

Die Ergebnisse fließen in die Gestaltung von digitalen Lösungen für Leistungserbringergorganisationen ein und tragen dazu bei, Menschen in den Mittelpunkt von Digitalisierungsprozessen zu stellen.

Doktorvater: Prof. Dr. rer. nat. Sven Meister (Universität Witten/Herdecke und Fraunhofer ISST), Zweitgutachter Priv.-Doz. Dr. med. Johannes Just (Universität Witten/Herdecke)



Dr. Anja Burmann

Dr. Tobias Guggenberger

»Föderierte Datendienste in industriellen Ökosystemen«

TU Dortmund

In seiner Dissertation untersucht Tobias Guggenberger, wie föderierte Datendienste gestaltet werden können, um die gemeinsame Datennutzung in industriellen Ökosystemen zu ermöglichen. Durch die Entwicklung eines maßgeschneiderten Referenzmodells bietet die Arbeit wertvolle Einblicke in die Umsetzung von Datenräumen und enthält wichtige Erkenntnisse zu Standardprozessen, Gestaltungsprinzipien und einer Typologie von Ökosystemen.

Die Ergebnisse fließen bereits in das Data Spaces Support Centre ein, wo sie eine entscheidende Rolle bei der Förderung von Innovationen und der Gestaltung zukünftiger Datenräume und industrieller Ökosysteme spielen.

Doktorvater: Prof. Dr.-Ing. Boris Otto (TU Dortmund und Fraunhofer ISST), Zweitgutachter Prof. Dr. Frank Köster, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)



Dr. Tobias Guggenberger

Publikationen

Wissenstransfer gehört zu den wichtigen Aufgaben der angewandten Forschung am Fraunhofer ISST.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer ISST veröffentlichen regelmäßig in wissenschaftlichen Zeitschriften und Fachmagazinen. Außerdem werden Konferenzbeiträge, Studien und White Paper unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler veröffentlicht.

Alle wissenschaftlichen Publikationen sind über die Website des Fraunhofer ISST gelistet: www.isst.fraunhofer.de/publika

Eine Auswahl der wichtigsten Veröffentlichungen aus 2023:

LIS, D., GELHAAR, J., OTTO, B., 2023. *Data strategy and policies: The role of data governance in data ecosystems*. In: (2023) Data Governance: From the Fundamentals to Real Cases, pp. 27-55.

RAMADAN, Q., BOUKHERS, Z., ALSHAIKH, M., LANGE, C., JURJENS, J., 2023. *Data Trading and Monetization: Challenges and Open Research Directions*. In: (2023) ACM International Conference Proceeding Series, pp. 344-351.

HOUTA, S.; BADER, A.; EFFERT, J.-S.; ESSER, B.; HENZE, J.; SPAIC, A.; ZOCHER, F.; LAUERER, M.; SURGES, R., 2023. *Digital health applications in the self-management of epilepsy—A survey on patients' perspective*. In: (2023) Epilepsia Open, 8 (4), pp. 1288-1299.

SCHEIDER, S.; LAUF, F.; GELLER, S.; MÖLLER, F.; OTTO, B., 2023. *Exploring design elements of personal data market*. In: (2023) Electronic Markets, 33 (1), art. no. 28, .

SCHOORMANN, T.; SCHWEIHOFF, J.; JUSSEN, I.; MÖLLER, F., 2023. *Classification tools for business models: Status quo, comparison, and agenda*. In: (2023) Electronic Markets, 33 (1), art. no. 7, .

BOUKHERS, Z.; BOUABDELLAH, A.; YANG, C.; JÜRJENS, J., 2023. *Beyond Trading Data: The Hidden Influence of Public Awareness and Interest on Cryptocurrency Volatility*. In: (2023) International Conference on Information and Knowledge Management, Proceedings, pp. 142-151.

SCHEIDER, S.; LAUF, F.; MÖLLER, F.; OTTO, B., 2023. *A Reference System Architecture with Data Sovereignty for Human-Centric Data Ecosystems*. In: (2023) Business and Information Systems Engineering, 65 (5), pp. 577-595.

WARNECKE, M.; HOLLE, D.; BURMANN, A., 2023. *Enabling Data-Driven Nursing Innovations: User-centered Development of a Nursing Data Module*. In: (2023) Current Directions in Biomedical Engineering, 9 (1), pp. 339-342.

BURMANN, A.; SCHEPERS, S.; MEISTER, S., 2023. *Acceptance factors of digitalization in hospitals: a mixed-methods study*. In: (2023) Health and Technology, 13 (5), pp. 843-859.

HELLMEIER, M.; PAMPUS, J.; QARAWLUS, H.; HOWAR, F., 2023. *Implementing Data Sovereignty: Requirements & Challenges from Practice*. In: (2023) ACM International Conference Proceeding Series, art. no. 143, .

BOUKHERS, Z.; GOSWAMI, P.; JÜRJENS, J., 2023. *Knowledge guided multi-filter residual convolutional neural network for ICD coding from clinical text*. In: (2023) Neural Computing and Applications, 35 (24), pp. 17633-17644.

HASSO, H.; GROßER, K.; AYMAZ, I.; GEPPERT, H.; JÜRJENS, J., 2023. *Enhanced abbreviation-expansion pair detection for glossary term extraction*. In: (2023) Information and Software Technology, 159, art. no. 107203, .

LIS, D.; ARBTER, M.; SPINDLER, M.; OTTO, B., 2023. *An Investigation of Antecedents for Data Governance Adoption in the Rail Industry -Findings From a Case Study at Thales*. In: (2023) IEEE Transactions on Engineering Management, 70 (7), pp. 2528-2545.

TUMA, K.; PELDSZUS, S.; STRÜBER, D.; SCANDARIATO, R.; JÜRJENS, J., 2023. *Checking security compliance between models and code*. In: (2023) Software and Systems Modeling, 22 (1), pp.273-296.

- BIEHS, S.; HÖVENER, L.; SKUBOWIUS, E.; BOHLEN, M.; KOLARIK, S., 2023. *Spurring Minimum Value Collaboration: Tool-Supported Demand Alignment*. In: (2023) *Logistics Journal*, 2023, pp. 1-11.
- HOPPE, C.; SCHMELZER, R.; MÖLLER, F.; SCHOORMANN, T., 2023. *Data spaces as enablers for sustainability*. In: (2023) *Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)*, P-337, pp. 1325-1336.
- SOEHNCHEN, C.; RIETZ, A.; WEIRAUCH, V.; MEISTER, S.; HENNINGSEN, M., 2023. *Creating an Intercultural User-Centric Design for a Digital Sexual Health Education App for Young Women in Resource-Poor Regions of Kenya: Qualitative Self-Extended Double Diamond Model for Requirements Engineering Analysis*. In: (2023) *JMIR Formative Research*, 7 (1), art. no. e50304, .
- HASSO, H.; GROBER, K.; AYMAZ, I.; GEPPERT, H.; JÜRJENS, J., 2023. *ILLOD Replication Package: An Open-Source Framework for Abbreviation-Expansion Pair Detection and Term Consolidation in Requirements*. In: (2023) *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 2023-September, pp. 369-370.
- GROBER, K.; RUKAVITSYNA, M.; JÜRJENS, J., 2023. *A Comparative Evaluation of Requirement Template Systems*. In: (2023) *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 2023-September, pp. 41-52.
- TEBERNUM, D.; ALTENDEITERING, M.; HOWAR, F., 2023. *A Survey-Based Evaluation of the Data Engineering Maturity in Practice*. In: (2023) *Communications in Computer and Information Science*, 1860 CCIS, pp. 1-23.
- QARAWLUS, H.; BIEHS, S.; SHARIATI, B.; PEDREÑO MANRESA, J.J.; BOUCHEDOUB, A.; HABE, H.; SAFARI, P.; AUTENRIETH, A.; FISCHER, J., 2023. *Demonstration of Data-Sovereign Telemetry Broker for Open and Disaggregated Optical Networks*. In: (2023) *Optical Fiber Communications Conference and Exhibition, OFC 2023 - Proceedings*, art. no. M3Z.3, .
- SHARIATI, B.; QARAWLUS, H.; BIEHS, S.; PEDREÑO-MANRESA, J.-J.; SAFARI, P.; BALANICI, M.; BOUCHEDOUB, A.; HABE, H.; AUTENRIETH, A.; FISCHER, J.K.; FREUND, R., 2023. *Telemetry Framework with Data Sovereignty Features*. In: (2023) *Optical Fiber Communications Conference and Exhibition, OFC 2023 - Proceedings*, art. no. M3G.2, .
- BURMANN, A.; LANGER, H.; BOSOMPEN, J.; CLEMENS, T.; HERTEN, B.; KERSTAN, L.; LAUER, R.; NAEVE, P.; GELLER, S.; HUHN, J.; MERKEL, S., 2023. *Governance of Digital Health Data on Cooperatively Organized Platforms - a Design Thinking Approach*. In: (2023) *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2023-January, pp. 6250-6259.
- HABE, H.; VAN DER VALK, H., 2023. *Simple Design Approach for Shared Digital Twins*. In: (2023) *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2023-January, pp. 6758-6767.
- MÖLLER, F.; STROBEL, G.; SCHOORMANN, T.; OTTO, B., 2023. *Introduction to the Mini-Track on Designing Data Ecosystems: Values, Impacts, and Fundamentals*. In: (2023) *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2023-January, pp. 3683-3684.
- GROBER, K.; RIEDIGER, V.; JÜRJENS, J., 2023. *Requirements document relations: A reuse perspective on traceability through standards*. In: (2023) *Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)*, P-332, pp. 57-58.
- KONERSMANN, M.; KAPLAN, A.; KÜHN, T.; HEINRICH, R.; KOZIOLEK, A.; REUSSNER, R.; JÜRJENS, J.; AL-DOORI, M.; BOLTZ, N.; EHL, M.; FUCHS, D.; GROBER, K.; HAHNER, S.; KEIM, J.; LOHR, M.; SAĞLAM, T.; SCHULZ, S.; TÖBERG, J.-P., 2023. *Evaluation Methods and Replicability of Software Architecture Research Objects*. In: (2023) *Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)*, P-332, pp. 75-76.



Forschung ISST bunt

Unsere Kultur — #thisISSTuning

Gute Forschung und Entwicklung gelingt nur durch eine interdisziplinäre und vielfältige Zusammenarbeit. Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft legen wir besonderen Wert auf eine offene Kultur:

- **Begeisterung:** Wir glauben, was wir tun. Geht nicht? Wir sagen: »Doch.« Eine offene Diskussionsatmosphäre sowie vielfältige Weiterbildungs- und Karrieremöglichkeiten sind uns wichtig.
- **Freiheit:** Forschung braucht hohe Freiheitsgrade. Wir gestalten unsere Arbeitswelt in hohem Maße selbst und im Einklang von Berufs- und Privatleben.
- **Verantwortung:** Freiheit geht nur mit Verantwortungsbewusstsein. Das ist für uns selbstverständlich – von Anfang an.
- **Team:** Niemand kann alles. Innovativ sind wir nur gemeinsam. Weil jeder wichtig ist, setzen wir auf flache Hierarchien und interdisziplinäre Teams.

- **Vielfalt:** Wir wollen nicht wissen, wo jemand herkommt, sondern wo jemand hinwill. Deshalb stellt sich das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST entschieden gegen jede Form der Diskriminierung aufgrund von Herkunft, Hautfarbe, Geschlecht oder sexueller Orientierung.
- **Leidenschaft:** Am Fraunhofer ISST die Zukunft zu gestalten, ist mehr als ein Job. Es ist eine Überzeugung.
- **Forschergeist:** Nur wer heute »spinnen« darf, verändert die digitale Welt von morgen wirklich. Bahnbrechende Ideen müssen wachsen und reifen dürfen.

Spitzenforschung braucht Spitzenkräfte. Die Fraunhofer-Gesellschaft zählt seit vielen Jahren zu den beliebtesten Arbeitgebern bei den Absolventinnen und Absolventen von MINT-Studiengängen. Auch wir am Fraunhofer ISST sind immer auf der Suche nach neuen Talenten.

Veränderung startet mit uns!



Aktuelle Jobangebote
finden sich unter
www.isst.fraunhofer.de/jobs



@Fraunhofer ISST | #InnovationsFromData | #dataspaces | #industrialmanufacturing | #healthcare | #smartcities | #itserviceproviders

Unsere Kommunikation

Als unabhängige Forschungsorganisation mit öffentlichem Auftrag ist uns die Kommunikation unserer Forschungsergebnisse wichtig. Als Digitalisierungsinstitut bieten wir Ihnen insbesondere online vielfältige Zugänge zu unseren Projekten und Themen.

Podcast »Die Datenräume«

In unserem Podcast »Die Datenräume« sprechen Expertinnen und Experten des Fraunhofer-Instituts für Software- und Systemtechnik ISST mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Wirtschaft über die Potenziale eines innovativen Umgangs mit Daten. Hier entdecken die Zuhörenden neben wissenschaftlich fundierten und ganzheitlichen Einblicken auch konkrete Beispiele, wie Unternehmen Daten heute schon erfolgreich für sich nutzen – und in Zukunft noch stärker von ihnen profitieren werden.

Den Podcast gibt es unter www.isst.fraunhofer.de/podcast und überall, wo es Podcasts gibt.

Videoreihe »Data Researchers«

In seiner persönlichen Videoreihe »Data Researchers« beleuchtet Prof. Dr.-Ing. Boris Otto aktuelle Digitalisierungsthemen – knapp, informativ und fundiert.

Boris Otto ist ein auf nationaler und internationaler Ebene gefragter Digitalisierungsexperte für Themen rund um die Datenökonomie, Datenräume (Data Spaces) und Datenmanagement in Industrieunternehmen. In seinen Videos erklärt er anschaulich und kurzweilig aktuelle Entwicklungen in diesen Themenbereichen und ordnet sie ein – von branchenorientierten Datenräumen wie Manufacturing-X über Aspekte wie die Nutzerzentrierung in Datenräumen bis hin zur Zukunftsstrategie der Bundesregierung.

Die Videos gibt es unter www.isst.fraunhofer.de/vlog und im [Youtube-Kanal](#) des Fraunhofer ISST.

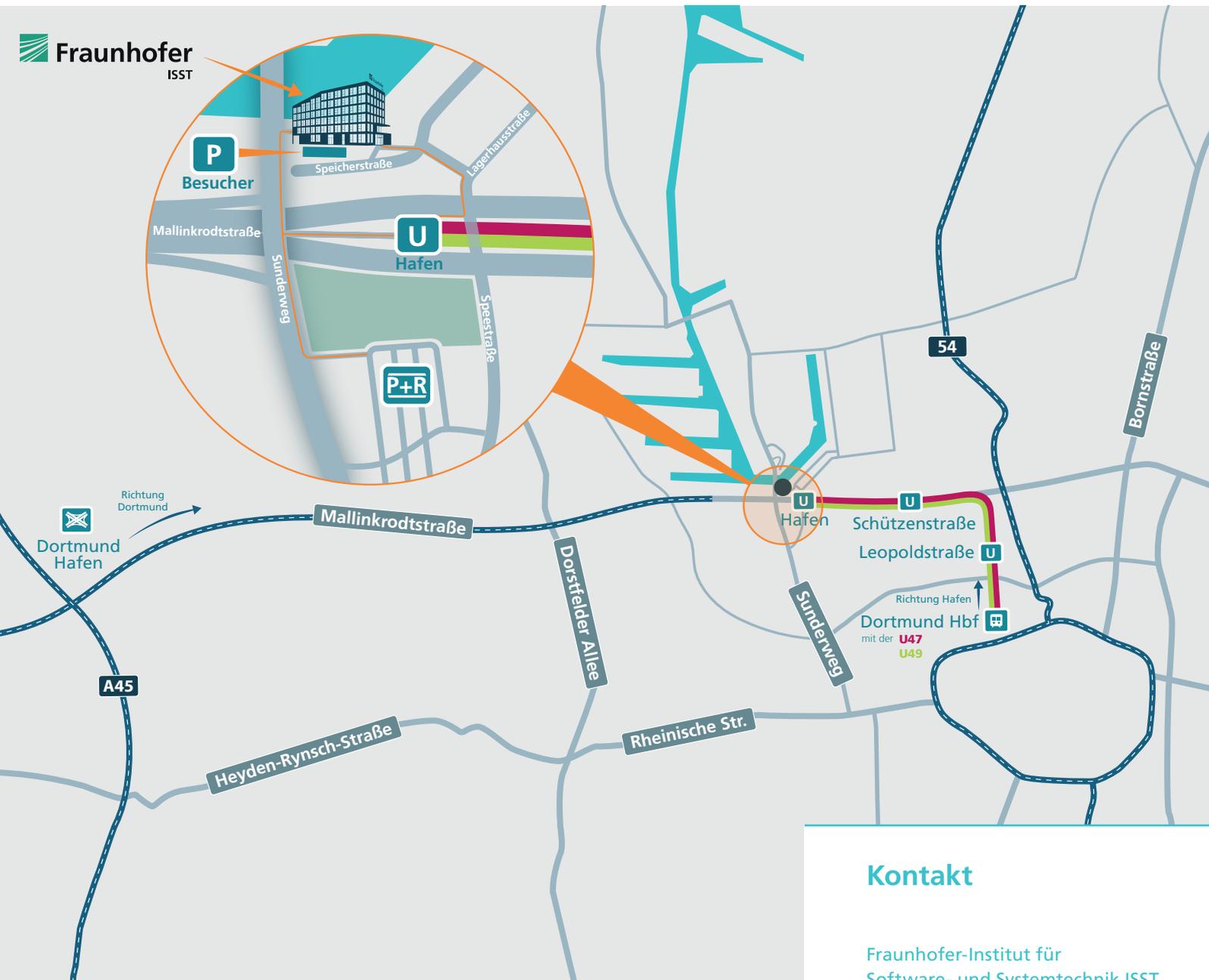
Fraunhofer ISST im Web:



**Kontakt zur Instituts-
kommunikation**

Tel. +49 231 97677-160
presse@isst.fraunhofer.de

Anfahrt und Kontakt



Kontakt

Fraunhofer-Institut für
Software- und Systemtechnik ISST

Speicherstraße 6
44147 Dortmund

Tel. +49 231 9 76 77-0
presse@isst.fraunhofer.de
www.isst.fraunhofer.de

Impressum

Herausgeber © Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Institutsleitung Prof. Dr.-Ing. Boris Otto
Speicherstraße 6
44147 Dortmund
Telefon: +49 2 31 9 76 77 - 0
presse@isst.fraunhofer.de

Redaktion Charlotte Neipperg, Britta Klocke, Fraunhofer ISST

Bildquellen

Cover: ©DrHitch - AdobeStock	S.33: ©Parradee - AdobeStock
S.5: ©Yingyaipumi - AdobeStock	S.36: ©greenbutterfly - iStock
S.8: ©wladimir1804 - AdobeStock	S.37: ©ipopba - iStock
S.10: ©IDERHA	S.38: ©vm - iStock
S.14: ©安琦王 - AdobeStock	S.41: ©Sergey Nivens - AdobeStock
S.16: ©kwanchaift - AdobeStock	S.42: ©NicoEINino - iStock
S.17: ©Ihor - AdobeStock	S.42: ©Skórzewiak - AdobeStock
S.19: ©Valoon / ©SIMPL	S.43: ©ASDF - AdobeStock
S.21: ©Valoon	S.44: ©Fraunhofer ISST
S.24: ©metamorworks - AdobeStock	S.45: ©Fraunhofer ISST
S.25: ©Tierney - AdobeStock	S.47: ©Fraunhofer ISST
S.26: ©Tierney - AdobeStock	S.48: ©Fraunhofer ISST
S.28: ©ipopba - iStock	S.51: ©Blue Planet Studio - AdobeStock
S.29: ©greenbutterfly - AdobeStock	S.52: ©Photocreo Bednarek - AdobeStock
S.30: ©Limitless Visions - AdobeStock	S.53: ©olga_demina - AdobeStock
S.32: ©metamorworks - AdobeStock	S.54: ©amnaj - AdobeStock

Satz / Layout Fraunhofer ISST

