

UNSERE FORSCHUNG GESTALTET ZUKUNFT



Inhaltsverzeichnis

Forschung

6 Wer wir sind. Was wir tun.

8 Forschungsschwerpunkte

- 8 Applied Artificial Intelligence
- 14 Climate Action Innovation
- 20 Digital Democracy and Participation
- 26 Intelligent Transportation Systems and Logistics
- 32 Safety, Security and the Law

10 Ausgewählte Projekte

- 10 PflDaKi
- 11 KI Data Tooling
- 12 RackKI
- 16 WeForming
- 17 FlexBlue
- 18 Hybrenergy
- 22 SOSEC
- 23 DeFaktS
- 24 TWON
- 28 LogIKTram
- 29 SofDCar
- 30 CeCaS
- 34 Transferstelle Cybersicherheit
im Mittelstand
- 35 InnoSecBW
- 36 FreeSBee

Transfer

40 Mit uns arbeiten

40 Unser Angebot

42 Unsere Anwendungsfelder

42 Bildung, Forschung und Verwaltung

42 Dienstleistungen und Handel

42 Gebäude und öffentlicher Raum

42 Gesundheit

42 IuK-Technologie

42 Mobilität, Verkehr und Logistik

42 Produktion

42 Ver- und Entsorgung

Menschen

46 Wofür wir stehen

46 Unsere Werte

48 Unser Team

50 Wissen weitergeben

Wissenswertes

54 Zahlen. Daten. Fakten.

54 Das FZI in Zahlen

56 Organisation

56 Vorstand

57 Bereiche

58 Direktorium

64 Kuratorium

65 Impressum und Bildnachweis

Forschung

Unabhängig. Interdisziplinär. Branchenübergreifend.

6 Wer wir sind. Was wir tun.

8 Forschungsschwerpunkte

- 8 Applied Artificial Intelligence
- 14 Climate Action Innovation
- 20 Digital Democracy and Participation
- 26 Intelligent Transportation Systems and Logistics
- 32 Safety, Security and the Law

10 Ausgewählte Projekte

- 10 PflDaKi
- 11 KI Data Tooling
- 12 RackKI
- 16 WeForming
- 17 FlexBlue
- 18 Hybrenergy
- 22 SOSEC
- 23 DeFaktS
- 24 TWON
- 28 LogIKTram
- 29 SofDCar
- 30 CeCaS
- 34 Transferstelle Cybersicherheit
im Mittelstand
- 35 InnoSecBW
- 36 FreeSBee



Unsere Forschung gestaltet Zukunft

Das FZI Forschungszentrum Informatik ist eine unabhängige und gemeinnützige Stiftung, die gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand an wegweisenden Forschungsvorhaben arbeitet. Im Rahmen des Technologietransfers überführt das FZI seit fast vier Jahrzehnten State-of-the-Art-Informationstechnologien in die Praxis und setzt darüber hinaus neue Innovationsimpulse. Mit seiner Forschung trägt das FZI zum Wohl der Gesellschaft bei und beschäftigt sich daher auch mit den zentralen gesellschaftlichen Fragen. Damit Wirtschaft und Gesellschaft den digitalen Wandel effizient gestalten können, ist das FZI neben einer Forschungs- und Transfereinrichtung auch interdisziplinäre Ausbildungsstätte für die akademische Karriere und den Berufseinstieg in Wirtschaft oder Selbstständigkeit. Mit dem FZI House of Living Labs stellt das FZI außerdem eine einzigartige Forschungsumgebung für die Anwendungsforschung bereit.

Das FZI-Direktorium, bestehend aus 25 Professor*innen verschiedener Universitäten, gibt Erkenntnisse und Impulse der universitären Forschung über die Forschungsprojekte weiter an Wirtschaft und Gesellschaft. Seine Mitglieder stehen dem Vorstand beratend zur Seite und begleiten mit ihrer fachlich-wissenschaftlichen Exzellenz die interdisziplinären Forschungsgruppen am FZI. In diesen untersuchen die wissenschaftlichen Mitarbeitenden des FZI Lösungen für Auftraggeber aus Wirtschaft und öffentlicher Hand und setzen die erarbeiteten Lösungen prototypisch um. Das FZI ist Innovationspartner des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien. Die

Nähe zum KIT spiegelt sich auch in der Besetzung des Direktoriums: insgesamt 20 Direktoriumsmitglieder lehren am KIT, in einer der vier Fakultäten Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften.

Als gemeinnützige Stiftung des bürgerlichen Rechts arbeitet das FZI unabhängig für und mit Unternehmen und öffentlichen Institutionen jeder Größe: Kleinbetriebe und Konzerne sowie regionale Verwaltungen, Länder, Bund und EU. Das FZI ist somit eine neutrale Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die universitäre Forschung mit praktischer Anwendung verbindet.

Das FZI hat seinen Hauptsitz in Karlsruhe. Die Außenstelle und das Hauptstadtbüro in Berlin unterstützen die überregionale Stellung des FZI und fördert den direkten Kontakt zu Politik und Verbänden, auch auf Bundesebene. Auf Landesebene nimmt das FZI die Rolle eines Innovationszentrums für Informationstechnologie in Baden-Württemberg ein.

Bundesweit engagiert sich das FZI unter anderem als Gesellschafter der TechnologieRegion Karlsruhe, des DIZ | Digitales Innovationszentrum, der innoWerft – Technologie- und Gründerzentrum Walldorf Stiftung GmbH und des European Center for Information and Communication Technologies – EICT GmbH. Das FZI ist außerdem Mitglied der Innovationsallianz innBW.

Das FZI engagiert sich regional, national und auch international in Initiativen, Verbänden, Gremien sowie Netzwerken und pflegt seine Partnerschaften – eine starke Vernetzung für einen aktiven Wissens- und Technologietransfer, von dem alle profitieren.

Um die Zukunft mit innovativer Forschung nicht nur am Puls der Zeit, sondern sogar einen Schritt voraus zu gestalten, bestimmt das FZI seine Forschungsthemen strukturiert und mit Blick in die Zukunft. Dabei werden im Sinne einer langfristigen strategischen Vorausschau mögliche Entwicklungen in Wirtschaft, Forschung, Politik und Zivilgesellschaft methodisch analysiert und wichtige Zukunftsthemen abgeleitet. Diese bilden eine fundierte Grundlage, um frühzeitig neue aufstrebende Forschungsschwerpunkte aufzubauen.

Unsere Anwendungsfelder

In ihren Forschungsbereichen widmen sich die Forschenden des FZI insgesamt acht Anwendungsfeldern der Informationstechnologie:

- Produktion
- Gesundheit
- Ver- und Entsorgung
- Bildung, Forschung und Verwaltung
- Gebäude und öffentlicher Raum
- Mobilität, Verkehr und Logistik
- Dienstleistungen und Handel
- IuK-Technologie

„Die rasante Weiterentwicklung der KI-Technologien eröffnet neue Perspektiven – nicht nur im industriellen Bereich, sondern vor allem in vielen Aspekten unseres gesellschaftlichen Lebens. Das FZI ist mit seiner KI-Expertise optimal positioniert und ist speziell für die kleinen und mittleren Unternehmen ein hervorragender Technologiepartner.“

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Stefan Jähnichen

Direktor am FZI



Applied Artificial Intelligence

KI als Schlüsseltechnologie für eine zukunftsfähige Gesellschaft

Die Erforschung angewandter Künstlicher Intelligenz (KI) ist entscheidend, um eine zukunftsfähige Gesellschaft zu gestalten. Gerade auch für die Mobilität, Robotik oder Gesundheitstechnik bietet KI viel Potenzial: Die Fähigkeit, aus Daten zu lernen, prädiktiv Entscheidungen zu treffen und neues Wissen zu generieren schafft transformative Möglichkeiten, diese Bereiche voranzubringen. Das breite Anwendungsspektrum angewandter KI zeigt sich auch in der interdisziplinären Herangehensweise des FZI. Die Arbeit der Wissenschaftler*innen zielt darauf ab, innovative Lösungen zu entwickeln und sie in verschiedene Domänen zu integrieren. So werden neben den informationstechnischen Themen auch sicherheitstechnische, ethische und rechtliche Aspekte betrachtet. Das FZI unterstützt auch den Entwicklungslebenszyklus von eingebetteten KI-Technologien – von der ersten Konzeptphase bis hin zur Testung und Absicherung.

Generative KI hat durch die rasanten Entwicklungen der letzten Zeit viel Aufmerksamkeit erhalten. Neue Themenfelder stehen auch am FZI besonders im Fokus wie z. B. die Erforschung und Anwendung von Sprachmodellen (Large Language Models, LLM).

Das FZI verfügt über weitreichende Kompetenzen im Einsatz, Fine-Tuning und Prompting von Sprachmodellen. Die Wissenschaftler*innen integrieren strukturiertes explizites Wissen – beispielsweise aus Wissensgraphen – und kombinieren dies mit dem impliziten parametrischen Wissen der LLMs. Um sogenannte "Halluzinationen", von einer Generativen KI frei erfundene Texte, zu bekämpfen und die Aktualität der Informationen sicherzustellen, nutzt das FZI semantisches Information Retrieval, das als Kontextbasis für die Retrieval Augmented Generation (RAG) des LLMs dient. Im Projekt Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand wird ein KI-basierter Chatbot entwickelt, der KMU nutzerzentriert rund um die Uhr eine Anlaufstelle bei IT-Sicherheitsvorfällen bietet. Der Chatbot prüft interaktiv im Austausch mit dem KMU die vorliegende Anfrage, gibt eine Ersteinschätzung und leitet im Fall eines potenziellen IT-Sicherheitsvorfalls an ein Expert*innennetzwerk weiter. Darüber hinaus unterstützt er auch KMU bei der Prävention in IT-Sicherheitsfragen und sorgt für Transparenz bezüglich verschiedener Informationsangebote. Technologisch kombiniert der Chatbot dabei LLM-basierte Methoden mit regelbasierten Ansätzen.

Generative Künstliche Intelligenz kann auch dazu genutzt werden, gezielt realistische Sensordaten zu erzeugen, beispielsweise im Bereich der automatisierten Fahrzeuge und Robotik.. Das FZI untersucht, wie Generative KI zur Generierung von Trainings- und Testdaten für die Entwicklung automatisierter Fahrzeuge eingesetzt werden kann. Neben Bildern können auch Lidar-, Radar- oder Ultraschallsignale generiert werden. Somit können insbesondere sehr seltene oder sehr gefährliche Verkehrssituationen gefahrlos und ohne großen Aufwand untersucht werden. Im Projekt nxtAIM werden diese Ansätze seit Anfang 2024 erforscht.

Das FZI forscht außerdem am Einsatz von KI in eingebetteten und Edge-Systemen. Neben der Einbindung von klassischen neuronalen Netzen in Edge-Systeme untersuchen die Wissenschaftler*innen das Potenzial von neuromorphen Hardwarearchitekturen, insbesondere von Spiking Neural Networks (SNNs). SNNs sind inspiriert von neuronalen Gehirnstrukturen und versprechen einen geringen Energieverbrauch, was für den Einsatz in eingebetteten Systemen essenziell ist. So können sie beispielsweise Daten von mobilen EKGs in der Medizintechnik oder Daten von Industriesensoren für die vorausschauende Wartung verarbeiten. Die FZI-Wissenschaftler*innen untersuchen auch die Kombination mit eventbasierten Kameras und den Transfer auf mobile Plattformen im Rahmen des Projektes GreenEdge.

Im Gesundheitswesen werden KI-Verfahren eingesetzt, um den Gesundheitszustand sowie Emotionen und Intentionen von Personen zu erkennen beziehungsweise vorherzusagen. Damit lassen sich Gesundheitsprofile und Handlungsempfehlungen ableiten – die Grundlage für personalisierte Medizin. Ein Schwerpunkt liegt darauf, Prozesse zu erkennen, die zur Unterstützung bei Diagnose und Prädiktion von menschlichem Verhalten oder technischen Abläufen in Kombination von Mensch und Maschine dienen, beispielsweise im OP-Saal oder in der Pflege. Das FZI ist beteiligt an der Entwicklung von Datenrepositorien, welche die Verfügbarkeit von medizinischen Daten in der Versorgung, Pflege und Forschung erhöhen. Diese bilden die Grundlage für die Entwicklung von KI-Anwendungen. Mit dem Reallabor ROUTINE wird ein Rahmen geboten, um Neuentwicklungen zu erproben und den Transfer von digitalen Gesundheitsanwendungen und KI in die Praxis zu ermöglichen.

Automatisiertes und vernetztes Fahren profitiert an vielerlei Stellen von KI-Methoden: sowohl in einzelnen funktionalen Bausteinen automatisierter Fahrfunktionen, wie der Umgebungswahrnehmung oder Prädiktion, als auch in der Absicherungsmethodik selbst. Im Projekt KI Data Tooling ist eine Datenkomplettlösung für das Training und die Validierung von KI-basierten automatisierten Fahrfunktionen entwickelt worden. Im Projekt just better DATA steht die effiziente und hochgenaue Datenerzeugung für KI-Anwendungen im Bereich autonomes Fahren im Fokus. Künstliche Intelligenz wird auch in der Entwicklung smarter Verkehrsinfrastrukturen eingesetzt, beispielsweise im städtischen Umfeld, um automatisierte PKW und autonome Shuttles im herausfordernden Stadtverkehr zu unterstützen. Das Reallabor Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg erlaubt hierfür die praxisnahe Erprobung von State-of-the-Art-Algorithmen. Auch die Parametrierung von modernen Regelungsverfahren kann durch Methoden des Reinforcement Learning unterstützt und beschleunigt werden. Hier können kontinuierlich lernende



Verfahren auch das Bordnetzmanagement effizienter und störsicherer machen, wie im Projekt KI4BoardNet dargestellt.

Auch in der Robotik hat KI verschiedenste Einsatzgebiete. Visuelle KI-Ansätze erlauben die Erkennung von wichtigen Objekten, woran das FZI in zahlreichen Projekten wie ROB-DEKON arbeitet. Um robuste, effiziente Autonomie zu ermöglichen, wird unter anderem im 2023 abgeschlossenen Projekt intelliRISK2 ein KI-basiertes Risikoverständnis für Umgebungen und ein Roboter-Selbstbewusstsein verwendet. Zur Lösung komplexer Manipulationsaufgaben wird am FZI Imitation Learning eingesetzt, um menschliche Strategien nachahmen zu können – zum Beispiel im Projekt RackKI. Zusätzlich entwerfen Wissenschaftler*innen im Projekt GanResilRob durch Generative KI-Methoden Pläne zur Montage und Demontage von Elektronikbauteilen durch Roboter.

KI-Technologien eröffnen Unternehmen neue Möglichkeiten der Optimierung und Prozesseffizienz. Gleichzeitig stellen

KI-Technologien Unternehmen und insbesondere KMU oftmals vor zahlreiche Herausforderungen – angefangen bei den Use Cases

– Das FZI sieht KI als Schlüsseltechnologie. Die Wissenschaftler*innen entwickeln, bewerten und verbessern KI-Methoden mit dem Ziel, diese als passgenaue Lösung in Anwendungen für FZI-Partner und -Kunden zu transferieren.

über die Bereitstellung geeigneter Datensätze bis hin zur Akzeptanz bei Kunden und Belegschaft. Das FZI unterstützt Unternehmen durch zahlreiche KI-Beratungsangebote und vermittelt grundlegendes KI-Wissen über eine Prozessanalyse, die maßgeschneidert für das jeweilige Unternehmen KI-Lösungen identifiziert und evaluiert, und unterstützt bei der praktischen Umsetzung. Darüber hinaus berät das FZI auch in strategischen Fragen wie zum Beispiel der Entwicklung einer Datenstrategie, um bessere Voraussetzungen bei der Umsetzung von KI zu schaffen. In interaktiven Workshops vermittelt das FZI Führungskräften und Mitarbeitenden außerdem praxisnahes Wissen und konkrete Lösungen rund um die Nutzung von KI.

Applied Artificial Intelligence

Ausgewählte Projekte

PfleDaKi

Pflegedaten zusammenführen und effizient nutzen

Förderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner:

Charité-Universitätsmedizin Berlin, easierLife GmbH,
H&R Medicare Network Beratung GmbH & Co KG,
Löwenstein Medical Technology GmbH & Co KG,
prenode GmbH, StatConsult IT-Service GmbH

Laufzeit:

03.2022 – 02.2025



In Pflegeeinrichtungen fallen zahlreiche Daten an – etwa aus Medizintechnik, Sensorik oder Dokumentation. Nur werden diese Daten bislang selten verknüpft betrachtet. Gerade dies birgt jedoch ein enormes Potenzial. So lassen sich etwa neuartige Methoden entwickeln, um Betroffene zu versorgen und Pflegekräfte zu entlasten.

Im Projekt PfleDaKi wird daher eine Plattform entwickelt, um Daten aus diversen pflegerelevanten Quellen wie Medizingeräten, Pflegedokumentationssystemen und elektronischen Geräten, zum Beispiel Smartwatches, zu verknüpfen. Ziel ist es, Entwicklenden von KI-Anwendungen für Forschungs- und Entwicklungszwecke zugängliche Daten bereitzustellen. Technische Fragen wie die Datenhaltungsform – zentral versus dezentral – und die Harmonisierung heterogener Daten stehen



dabei im Fokus. Ebenso werden pflegewissenschaftliche und ethische Aspekte beleuchtet, etwa die Auswirkungen von Unterstützungsmöglichkeiten auf den Pflegealltag und die Interaktion zwischen Pflegenden und Pflegebedürftigen. Eine einfache Anbindung verschiedener Datenquellen wird durch die Nutzung gängiger Standards und gut dokumentierter Schnittstellen erleichtert.



Mehr unter
<https://url.fzi.de/PfleDaKi>

Applied Artificial Intelligence

Ausgewählte Projekte

KI Data Tooling

The Data Kit for Automotive AI

Förderung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

BMW Group, Robert Bosch GmbH, Continental AG, Valeo, ZF Friedrichshafen AG, Ansys, AVL LIST, dSPACE GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., FKFS Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart, Bergische Universität Wuppertal, TH Aschaffenburg, Technische Universität Braunschweig, Technische Universität München, Universität Kassel, Universität Passau

Laufzeit:

04.2020 – 12.2023



Daten bilden die Grundlage KI-basierter und auf maschinellem Lernen beruhender Technologien und Verfahren. Mit ihnen werden die Algorithmen trainiert und getestet. Um hochkomplexe und sicherheitsrelevante Funktionen mittels KI umsetzen zu können, sind entsprechend umfassende und qualitativ hochwertige Daten nötig.

Im Projekt KI Data Tooling wurden erstmals ganzheitlich Werkzeuge und Methoden erforscht, um Daten verschiedener Sensormodalitäten für KI-basierte Funktionen bereitzustellen. Ziel war die Entwicklung einer Datenkomplettlösung für das Training und die Validierung von KI-basierten automatisierten Fahrfunktionen.

Das FZI hat dabei unter anderem an der Augmentierung von Bilddatensätzen mithilfe generativer neuronaler Netze, der



Erstellung durchsuchbarer Bilddatensätze durch Datenanreicherung und neuronale Netze sowie an der Validierung geometrischer Aspekte von Radardaten geforscht. Weitere Forschungsbereiche umfassten die Entwicklung von Augmentierungspipelines, die halbautomatische Überprüfung von Datensatzannotationen und die Anonymisierung von Gesichtern in Bilddaten.



Mehr unter

<https://www.fzi.de/project/ki-data-tooling/>

Applied Artificial Intelligence

Ausgewählte Projekte

RackKI

Automatisierte Integration von Avionik-Racks mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz

Förderung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

Airbus Defence and Space GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Laufzeit:

12.2021 – 12.2023



In der Raumfahrt ist Modularität von großer Bedeutung für die Kostenreduktion und Wiederverwendbarkeit. Daher wurde mit dem CompactPCI (cPCI)-Standard ein neues modulares Konzept für zukünftige On-Board-Computerarchitekturen entwickelt, das von der ESA und Herstellern wie Airbus für zukünftige Missionen genutzt wird. Komponenten werden modular auf einer cPCI-Karte entwickelt und dann in einem „Rack“ integriert, indem die Karten auf einen der standardisierten Slots gesteckt werden. Aufgrund der hohen Anzahl an Pins erfordert die automatisierte Integration von cPCI-Karten eine adaptive, kraftbasierte Robotiklösung, die so noch nicht existierte.

In RackKI wurde eine automatisierte, KI-gestützte AIT-Zelle (Assembly, Integration and Verification) entwickelt, welche einen flexiblen Handhabungsansatz mit einem industriellen,



terrestrischen Leichtbauroboter umsetzt und die AIT-Phase für neue Karten intelligent und selbstständig durchführen kann. Für die Handhabung wurden ein spezieller Gripper und eine kollisionsfreie Bahnplanung entwickelt, mit denen die Karten aus einem Lager zum Rack transportiert werden. Insbesondere für das Einsetzen der Karten wurde ein Deep Neural Network entwickelt, welches die menschlichen Handhabungsstrategien aus einer Simulation lernt und für die adaptive Handhabung einsetzt.



Mehr unter
www.fzi.de/project/rackki/

**„Am FZI forsche ich an den Herausforderungen
des automatisierten Fahrens und trage damit
dazu bei, dass die Mobilität der Zukunft
effizienter, sicherer und umweltfreundlicher
wird – und das zum Wohle der Gesellschaft.“**

Sven Ochs

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsbereich
Intelligent Systems and Production Engineering



Climate Action Innovation

IT-Innovationen für den Klimaschutz und nachhaltige Lösungen in den Bereichen Energie, Mobilität, Produktion und Logistik entwickeln

Der Klimawandel ist eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. IT-Innovationen spielen eine Schlüsselrolle auf dem Weg zu einer nachhaltigen, resilienten und klimafreundlichen Zukunft. Im Forschungsschwerpunkt Climate Action Innovation forscht das FZI interdisziplinär an Innovationen für den Klimaschutz an der Schnittstelle der Themenfelder Energie, Mobilität, Ver- und Entsorgung, Produktion und Logistik. Neben technischen Innovationen liegt ein Hauptaugenmerk auf nachhaltigen Geschäftsmodellen, um innovative Lösungen in der Praxis zu etablieren. Gleichzeitig sind Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft wichtige Themen im Forschungsschwerpunkt. Der Fokus liegt dabei sowohl auf Green by IT als auch Green IT. Gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft wird praxisnahe Forschung für eine nachhaltige Zukunft vorangetrieben.

Urbane Quartiere als Plattform für grüne und nachhaltige IT-Innovationen sind bereits seit einigen Jahren ein spannender Forschungsgegenstand in diesem Schwerpunkt. Während in der Vergangenheit vor allem die Optimierung der Ver- und Entsorgung innerhalb des Quartiers im Vordergrund stand, liegt der Fokus nun auf der Öffnung solcher Quartiere, für die Schnittstellen zu vorgelagerten Strukturen wesentlich sind. Konkret wird erforscht, wie intelligente und vernetzte Quartiere zu aktiven Komponenten des Energiesystems werden können.

Zentral für unsere Forschung ist derzeit das bidirektionale Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEVs). BEVs gelten nicht nur als klimafreundliche Mobilitätsbausteine von morgen, sondern sind aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Speicherkapazität auch „rollende Energiespeicher“ für intelligente Gebäude und Quartiere und können so zum wichtigen Baustein einer zuverlässigen, sicheren und resilienten Energieversorgung werden. Das FZI leistet hierzu wichtige Beiträge, angefangen von der IKT-seitigen Anbindung über die netzdienliche Stromnetzintegration und die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle bis hin zur Demonstration im Reallabor.

Neben intelligenten Gebäuden, Quartieren, Liegenschaften und Produktionsstätten sind insbesondere kritische Infrastrukturen – wie Energiesysteme oder Rechenzentren – im Schwerpunkt von Forschungsarbeiten. An der Schnittstelle von Green

IT (ressourcenschonende Gestaltung von IT-Anwendungen und -Systemen) und Green by IT (nachhaltige Lösungen durch digitale Innovationen) befasst sich das FZI in Forschungsprojekten mit klimafreundlicheren Rechenzentren. Gemeinsam mit dem vom FZI unterstützten Start-up LIMEBIRD werden Lösungen für verteilte und vernetzte Edge-Rechenzentren in Wind- und Photovoltaikparks erforscht – mit dem Ziel, die zeitliche Auslastung der Edge-Rechenzentren an das lokale Angebot von Strom aus erneuerbaren Energiequellen anzupassen.

Um intelligente Energiemanagementsysteme flächendeckend einführen zu können, sind Konzepte und Algorithmen erforderlich, die nur wenige oder gar keine manuellen Anpassungen benötigen. Aus diesem Grund forschen die Wissenschaftler*innen am FZI an skalierbaren Lösungen durch den Einsatz von maschinellen Lernverfahren. Dabei werden auch Schnittstellen zum Forschungsschwerpunkt Applied Artificial Intelligence aktiv genutzt.

Nachhaltigkeit ist für den Klimaschutz von zentraler Bedeutung. Dies gilt insbesondere für den Bausektor. Dabei muss der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden betrachtet werden, denn CO₂-Emissionen entstehen sowohl beim Bau als auch beim Betrieb und Rückbau von Gebäuden. Dazu adaptiert das FZI das Konzept der hybriden Zwillinge zur Steigerung der Energieeffizienz, -flexibilität und -optimierung auf den Lebenszyklus von Gebäuden.

Das FZI treibt die Ökologisierung der industriellen Produktion durch Digitalisierung voran. Digitale Produktpässe enthalten Informationen zu Rohstoffen, Komponenten, Produktionsprozessen, Emissionen, Wartung und Recycling. Im Rahmen der Lebenszyklusanalyse forscht das FZI an KI-gestützten Methoden zur netzwerkübergreifenden Ermittlung, Verfolgung und Ursachenklärung relevanter Kennzahlen. Diese Methoden fördern die Kreislaufwirtschaft und die Entstehung neuer Geschäftsmodelle.

Aufgrund der zunehmenden Vernetzung und Digitalisierung kritischer Infrastrukturen sowie durch IoT-Anwendungen rücken IT-Sicherheit und Resilienz in allen Anwendungsbereichen des Forschungsschwerpunkts in den Fokus. Das FZI bringt entsprechend Expertise im Bereich IT-Sicherheit ein.

Das FZI arbeitet eng mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Klima.Neutral.Digital zusammen, um den Wissens- und Technologietransfer zu fördern. Ein wichtiger Bestandteil ist die Entwicklung eines virtuellen Showrooms, der niedrigschwelliges Wissen zum Thema Nachhaltigkeit und Klimaneutralität vermittelt. Darüber hinaus unterstützen FZI-Expert*innen als Klima-Coaches KMU dabei, eine umsetzbare Nachhaltigkeitsstrategie durch konkrete Aktionspläne zur schrittweisen Erreichung von Klimaneutralität zu entwickeln. Zudem helfen sie KMU mit Erstinformationen, Quick-Checks, Qualifizierungsangeboten sowie der Initiierung von Digitalisierungsprojekten.

**– Im Forschungsschwerpunkt
Climate Action Innovation wird
disziplinenübergreifend an
nachhaltigen IT-Innovationen
für den Klimaschutz an der
Schnittstelle der Themenfelder
Energie, Mobilität, Produktion und
Logistik geforscht.**

Die Forschungsergebnisse am FZI im Schwerpunkt Climate Action Innovation haben bereits einen hohen „Technology Readiness Level“ erreicht, insbesondere auf dem Gebiet der Energieinformatik. Dies kommt nicht nur der Entwicklung effektiver Praxislösungen zugute, sondern auch der Demonstration innovativer Konzepte und Lösungen in Real-laboren im Sinne des Wissens- und Technologietransfers. Im FZI Living Lab smartEnergy des FZI House of Living Labs (HoLL) werden zahlreiche Demonstratoren zum Thema intelligentes Energiemanagement präsentiert und stetig erweitert. Zuletzt wurde eine Ladesäule für bidirektionales Laden installiert, um bidirektional ladefähige Elektrofahrzeuge über das intelligente Energiemanagementsystem des FZI HoLL optimiert zu (ent-)laden. Diese Möglichkeit kann zur Stabilisierung der Stromnetze beitragen.

Zudem ist ein digitaler Zwilling eines realen Produktionsgebäudes im Aufbau, der Echtzeitdaten des Gebäudes (zum Beispiel Sensor- und Prozessdaten), Informationen zur Umgebung (wie das Wetter) und Plandaten zusammenführt und verschiedenen Akteuren lebenszyklusorientierte Analysen zwecks Nachhaltigkeitssteigerung ermöglicht.

Den Wissens- und Technologietransfer treiben wir auch in weiteren öffentlich zugänglichen Reallaboren voran. Beispiele hierfür sind das Karlsruher Wohn- und Gewerbequartier Smart East für innovative Energiekonzepte im Quartier sowie das Forschungsprojekt SWARM zum netzdienlichen Laden von



Elektrofahrzeugen. Diese räumlich verteilten Labore bieten für Unternehmen aus der Wirtschaft aus einer Hand ideale Konzeptions- und Testräume für die Entwicklung innovativer Lösungen.

Start-ups wie InnoCharge spielen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Innovationen mit Fokus auf Klimaneutralität. Wir pflegen eine enge Kooperation mit dem Energie-Accelerator AXEL, um regelmäßigen Kontakt zu aktuellen Start-ups zu halten und diese zu unterstützen.

Wissenschaftler*innen des FZI arbeiten in Fachgremien wie dem Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE an der Ausgestaltung des §14a EnWG und für den Einsatz intelligenter Messsysteme mit. Durch die Mitgestaltung des regulatorischen Rahmens leistet das FZI einen wichtigen Beitrag zur Weichenstellung für das Gelingen der Energiewende in Deutschland. International treibt das FZI durch die Beteiligung an EU-Projekten auch über die Landesgrenzen hinaus Climate Action Innovation voran.

Climate Action Innovation

Ausgewählte Projekte

WeForming

Gebäude als effiziente und interoperable Bausteine des zukünftigen Energiesystems

Förderung:

Europäische Union

Partner:

European Dynamics, Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Regulatory Assistance Project (RAP), F6S Innovation, Hardware and Software Engineering, HOLISTIC, IKO Real Estate, Sudstrom, Circu Li-ion, Q Energy, GenCell Energy, Builtrix, MOVIDA, R&D Nester, Grid ONE, Smart Island Krk, University of Zagreb - Faculty of Electrical Engineering and Computing, Wingest, Flexide Energy, University of Liège, Cuerva, Schneider Electric, Aggregering, Vergy, AIR Institute, University of Málaga, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Stadtwerke Karlsruhe, BES - Badische Energie-Servicegesellschaft mbH

Laufzeit:

10.2023 – 09.2026

WeForming ist ein wegweisendes Projekt, das Gebäude zu aktiven Teilnehmern in Stromnetzen macht, um zu deren Stabilisierung beizutragen. Dazu wird eine europäische Referenzarchitektur für intelligente Gebäude entwickelt und in sechs Pilotprojekten in ganz Europa demonstriert und evaluiert. Darunter befindet sich auch das Karlsruher Wohn- und Gewerbequartier Smart East, in das das FZI House of Living Labs integriert ist. Die intelligenten Energiemanagementsysteme optimieren die Nutzung von Solarstrom und die Ladevorgänge, integrieren Elektrofahrzeuge als Speicher, reduzieren CO₂-Emissionen und wirken sich gleichzeitig positiv auf die Kostenbilanz aus. Das FZI entwickelt dazu Algorithmen, die optimale Fahrpläne für rückspeisefähige Elektrofahrzeuge und Batterien im Quartier ermöglichen. Außerdem arbeitet das FZI an der Entwicklung der europäischen Referenzarchitektur für intelli-



gente Gebäude mit. Das Projekt leistet damit einen bedeutenden Beitrag zur Energiewende, indem innovatives und intelligentes Gebäudeenergiemanagement skalierbar in der Praxis zur Anwendung kommt.



Mehr unter
<http://weforming.eu/>

Climate Action Innovation

Ausgewählte Projekte

FlexBlue

Flexible Kälteversorgungssysteme vor dem Hintergrund zunehmender Dekarbonisierung



Förderung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Karlsruher Institut für Technologie - Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI), SK Verbundenergie AG, Rütgers GmbH & Co. KG, kraftboxx GmbH, Technische Hochschule Ingolstadt

Laufzeit:

01.2024 – 12.2026



In FlexBlue arbeiten etablierte Unternehmen zusammen mit Forscher*innen daran, den Anforderungen der Energiewende in der Wärme- und Kälteversorgung von Nutzgebäuden Rechnung zu tragen. Ziel ist die Entwicklung einer Lösung, welche den Betrieb von Wärmepumpen und Kältemaschinen effizienter und flexibler gestaltet. Dazu wird ein System bestehend aus einem innovativen Kälte-/Wärmespeicher mit einem KI-basierten Steuerungsverfahren entwickelt und an zwei Standorten erprobt und evaluiert.

Das FZI entwickelt generische Algorithmen zur optimierten Anlagensteuerung, die auf Konzepten des maschinellen Lernens basieren. Des Weiteren stehen im Projekt sowohl die Identifikation und Gestaltung der Schnittstellen der beteiligten Akteure als auch der Wissenstransfer und Partizipationsaspekte im Fokus der Tätigkeiten. Ziel ist es, dass die entwickelten Al-

gorithmen in Kombination mit dem Speichersystem nach der Projektlaufzeit als Plug-and-Play-Lösung in einer Vielzahl von Gebäuden nachgerüstet werden können. Damit werden die Betriebskosten der Gebäude gesenkt und gleichzeitig ein Beitrag zum Gelingen der Energiewende in Deutschland geleistet.



Mehr unter
<https://www.fzi.de/project/flexblue/>

Climate Action Innovation

Ausgewählte Projekte

Hybrenergy

Hybride Gebädezwillinge zur Energieeffizienzsteigerung

Förderung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

**Karlsruher Institut für Technologie - Institut für Informationsmanagement im Ingenieurwesen (IMI),
Schneider Electric GmbH, RWTH Aachen University (KdöR)
- Ausführende Stelle: Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen vertreten durch den Rektor, Lumoview Building Analytics GmbH, Actimage GmbH, archis Architekten und Ingenieure GmbH**

Laufzeit:

10.2023 – 09.2026



Hybrenergy beschäftigt sich mit dem nachhaltigen Bauprozess-engineering und setzt dazu digitale Zwillinge von Gebäuden ein. Im Projekt werden neben Building-Information-Modellen und klassischen Bauplänen auch As-Built-Scans (beispielsweise präzise Laserscans bestehender Gebäude und Räume), Steuerungsdaten aus der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) sowie Sensor- und Umgebungsdaten einbezogen. Diese werden in einem gemeinsamen, alle Lebenszyklusphasen des Gebäudes umspannenden, hybriden Zwillingsmodell fusioniert. Und sie können für Energiesimulationen, TGA-Optimierungen und kollaborative Visualisierungen in einer Virtual Reality genutzt werden. Damit sollen im Neubau, aber vor allem im Gebäudebestand, Was-wäre-wenn-Szenarien von CO²-reduzierenden Bau- und Sanierungsmaßnahmen evaluiert und in konkrete Investitionsempfehlungen übersetzt werden.



Somit unterstützt das Projekt direkt die Energiewende im Gebäudesektor. Das FZI befasst sich im Rahmen des Projekts mit der Entwicklung des gesamtheitlichen Datenmodells für den hybriden Zwilling eines realen Gebäudes sowie mit der Verarbeitung und Fusion großer heterogener Datenmengen zur Nutzung in Simulationen und Visualisierungen.



Mehr unter

<https://www.fzi.de/project/hybrenergy/>

„Wer Trainingsdaten und -prozesse kontrolliert, bestimmt die kulturelle Identität der KI-Modelle und letztlich auch derjenigen, die sie nutzen. In Demokratien sollten diese Modelle ein öffentliches Gut sein. Die Gesellschaft sollte die Kontrolle über die Kuration der Daten sowie über die Methoden und Richtlinien für das Training der Modelle haben.“

Prof. Dr. Achim Rettinger

Direktor am FZI



Digital Democracy and Participation

Mit partizipativen Ansätzen die Herausforderungen der digitalen Demokratie bewältigen

Die Folgen der Pandemie, die Klimakrise, steigende Inflation, der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine, der Angriff der Hamas auf Israel und der zunehmende Rechtsextremismus, einschließlich sichtbarem Antisemitismus, halten Politik und Gesellschaft in einem Ausnahmezustand. Krisen erfordern umsetzbare Antworten auf neue und hochkomplexe Fragen. Hierbei nimmt der digitale Raum eine ambivalente Rolle ein: Einerseits hat er soziale Interaktion vereinfacht und digitalen Handel sowie neuartige Formen der Wissensverbreitung ermöglicht. Andererseits können Technologien und digitale Plattformen auch genutzt werden, um Schaden an Demokratien anzurichten.

Angesichts der Bedrohungen für Demokratien ist es von größter Bedeutung, sowohl dem politischen Bereich als auch der Zivilgesellschaft zu ermöglichen, ihre eigenen Werkzeuge für die digitale Teilhabe zu nutzen und zu entwickeln. Gleichzeitig ist es wichtig zu erforschen, wie sich Technologien im digitalen Raum auf Demokratien auswirken können. Eine kritische Auseinandersetzung mit Mechanismen, die die gesellschaftliche Polarisierung im digitalen Raum vorantreiben ist daher genau so dringend notwendig wie eine Erforschung dessen, wie sich diese Polarisierungstendenzen wiederum auf die sozialen Realitäten auswirken. Die Demokratie und die digitale Gesellschaft haben ein Designproblem, denn sie erfüllen nicht Anforderungen an die heutige Komplexität. Designprobleme erfordern oft individuelle Lösungen, um sie zu identifizieren und zu beheben.

Mit dem FZI House of Participation – kurz HoP – erforscht und entwickelt das FZI mögliche Lösungsansätze. Das HoP ist ein Kompetenzzentrum, das sich mit allen Herausforderungen rund um digitale Demokratie beschäftigt. Zu den Tätigkeitsbereichen gehört die Analyse von gesellschaftlichen Polarisierungstendenzen, die Erforschung und Bekämpfung von Desinformation und die Entwicklung von Plattformlösungen für Partizipationsvorhaben. Gleichzeitig berät das HoP innerhalb und außerhalb des FZI bei der partizipativen Technologieent-

wicklung, denn bei der Gestaltung von digitalen Plattformen, die die Nutzenden ins Zentrum stellt, müssen stets die Bedürfnisse aller Beteiligten berücksichtigt werden.

Auch die (digitale) Bürger*innenbeteiligung in Städten und Kommunen bietet viele Vorteile: Früherkennung von Problemen, Konfliktvermeidung und erhöhte gesellschaftliche Akzeptanz politischen Handelns. In Zusammenarbeit mit Partnern wie Liquid Democracy und ZebraLog erforscht und fördert das FZI solche digitalen Beteiligungsprozesse. Die Arbeit des FZI richtet sich nicht nur an Bürger*innen und potenzielle Nutzende, sondern stärkt auch Unternehmen und Verwaltungen von Städten und Kommunen durch Forschungs Kooperationen. Gleichzeitig bietet digitale Partizipation die Chance, Arbeitsprozesse gemeinsam mit den betroffenen Mitarbeitenden zu gestalten. Das FZI erforscht innovative Partizipations- und Kollaborationsformate, berücksichtigt technische, organisatorische sowie ethische Fragestellungen und bezieht Mitarbeitende in den Entwicklungsprozess mit ein.

Ein weiteres Forschungsfeld ist Digital Citizen Science. Mit partizipativen Ansätzen werden Bürger*innen befähigt, an Forschung teilzuhaben und sie mitzugestalten – beispielsweise, indem sie Daten, Fragen und Hypothesen beitragen. Wie stehen solche Ansätze im Verhältnis zu Partizipation aus

dem Bereich CrowdX, bei der Menschen für die Teilnahme an Forschungsprojekten bezahlt werden? Hierzu entwickelte das HoP 2023 eine interaktive Taxonomie, welche dabei unterstützt, zwischen verschiedenen digitalen Partizipationsverfahren zu differenzieren und so Praktiker*innen aus den verschiedenen Bereichen konkret weiterhilft.

Im Zuge der COVID-19-Pandemie und durch den russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine wurde besonders deutlich, welch große Herausforderung manipulierte Informationen für die Demokratie darstellen. Das FZI widmet sich der Erkennung und Bekämpfung von Falschinformationen und setzt einen Schwerpunkt darin, mithilfe von innovativen technologischen Lösungen, wie Explainable-AI-Komponenten, die Medienkompetenz der Gesellschaft zu stärken. Für populistische Bewegungen, insbesondere solche der extremen Rechten, sind die sogenannten sozialen Medien zu mächtigen Instrumenten der Selbstorganisation geworden, wie der Angriff auf den Deutschen Bundestag (2020), die Erstürmung des US-Kapitols (2021) und der Angriff auf den brasilianischen Regierungssitz (2023) zeigen. Die Verbreitung von Verschwörungsmymen und manipulierten Informationen haben reale Auswirkungen auf Gesellschaften. Deshalb befasst sich das FZI intensiv mit den Mechanismen, die im digitalen Raum die gesellschaftliche Polarisierung vorantreiben,

– Mit partizipativen Ansätzen die Herausforderungen der digitalen Demokratie bewältigen.

und erforscht die Auswirkungen solcher Polarisierungstendenzen auf die soziale Realität.

Das FZI House of Participation ist dabei Kompetenz- und Beratungszentrum. Als Anlaufstelle für Entscheidungsträger*innen aus Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft möchte das HoP für einen intensiven Austausch über die drängenden Fragen unserer Zeit sorgen und Lösungsoptionen ausloten. Neben dem eigenen Podcast – dem HoPcast – wird an der

Berliner Außenstelle des FZI eine Round-Table-Veranstaltung sowie eine eigene Konferenz in Karlsruhe organisiert. So tritt das HoP in einen intensiven Dialog über die Forschungsthemen und holt sich aus Politik, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft Feedback und Anregungen zur eigenen Arbeit. Im Mai 2024 wurde beim FZI Frühlingsfest in Berlin zudem das Projekt SOSEC vorgestellt und Projektergebnisse präsentiert.



Spotify



Apple Podcast

Digital Democracy and Participation

Ausgewählte Projekte

SOSEC

Innovatives Forschungsdesign für krisenfeste Demokratien (Neuer Fokus)

Förderung:

Alfred Landecker Foundation

Partner:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Laufzeit:

01.2024 – 12.2025



Welche Stimmungen herrschen innerhalb unserer Gesellschaften? Was sind die Treiber von Polarisierung? Wo verlaufen die Trennlinien?

Ein innovatives Forschungsdesign soll es ermöglichen, die Stimmung einer Gesellschaft zu erfassen und daraus resultierende potenziell negative Kipppunkte zu antizipieren. Anfangs befasste das Konsortium sich in seiner Forschung vor allem mit der Energiekrise sowie den Auswirkungen des Angriffskriegs auf die Ukraine. Mittlerweile wurde die Ausrichtung erweitert und die Forschung konzentriert sich nun zusätzlich unter anderem auf die Einstellungen gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit wie Antisemitismus.

Durch das Forschungsprojekt sollen mögliche Entwicklungen und Gefahren für die Demokratie in unserer Gesellschaft ver-



anschaulicht und prognostiziert werden. In der Folge können effektive Gegenmaßnahmen für zukünftige Krisen entwickelt werden. Mit Hilfe von repräsentativen Panelbefragungen und agentenbasierten Modellen der Meinungsdynamik beobachtet und bewertet SOSEC kontinuierlich, wie sich die gesellschaftliche Stimmung in kritischen Situationen entwickelt. Es handelt sich um eine in dieser Form neuartige quantitative Social-Sentiment-Untersuchung. Sehr einfach und niedrigschwellig werden seit November 2022 einmal pro Woche dieselben Fragen an das repräsentative Sample gestellt (1.500 Teilnehmende in Deutschland und 1.500 in den USA).



Mehr unter

<https://www.socialsentiment.org>

Digital Democracy and Participation

Ausgewählte Projekte

DeFaktS

Desinformationskampagnen beheben durch Offenlegung der Faktoren und Stilmittel

Förderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner:

**Murmuras GmbH, Liquid Democracy e.V.,
Philipps-Universität Marburg**

Laufzeit:

01.2022 – 12.2024



Das Projekt DeFaktS (Desinformationskampagnen beheben durch Offenlegung der Faktoren und Stilmittel) verfolgt einen umfassenden Ansatz zur Erforschung und Bekämpfung von Desinformation. Ziel ist, eine universelle Lösung zu entwickeln, die für verschiedene Plattformen automatisiert transparentes Feedback zum möglichen Auftreten von Fake News gibt. Politik, Printmedien, Online-Nachrichten, Social-Media-Plattformen sowie Debatten- und Partizipationstools sind dem Problem von Fake News ausgesetzt und könnten von einer solchen Lösung profitieren. Hierbei ist es wichtig, dass sich die Anwendung positiv auf die Medienkompetenz der Nutzenden auswirkt, was in dem Projekt ebenfalls untersucht wird. Da ein solcher Ansatz erstmalig für den deutschsprachigen Raum entwickelt und erforscht wird, bietet das Vorhaben einen hohen



Mehrwert für die hiesige Gesellschaft. Die Konsortialführung des Projektes liegt beim FZI, das sich dadurch neben der Entwicklung und Forschung stark in die Projektkoordination und Öffentlichkeitsarbeit einbringt.



Mehr unter

<https://www.fzi.de/project/defakts/>

Digital Democracy and Participation

Ausgewählte Projekte

TWON

Twin of Online Social Networks

**Förderung:**

EU-Programm Horizont 2020 (Europäischen Kommission)

Partner:

University of Amsterdam, Institut Jozef Stefan, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Robert-Koch-Institut, Slovenska Tiskovna Agencija (STA), University of Belgrade, Universität Trier

Laufzeit:

04.2023 – 03.2026



Das Konsortium untersucht im Rahmen des EU-Projektes TWON (Twin of Online Social Networks) die Effekte von sozialen Netzwerken auf die demokratische Debattenkultur. Online Social Networks beeinflussen durch die Gestaltung ihrer inneren Mechanismen, wie beispielsweise algorithmisches Ranking, die Verbreitung von Nachrichten und damit das Verhalten von Nutzenden. Eine Rolle spielen hierbei wirtschaftliche Interessen der Betreibenden. So entsteht die Forderung nach mehr Moderation auf Social Media, um demokratische Debatten zu schützen. Dennoch gibt es keine einheitliche Methode zur Abschätzung der Auswirkungen, die eine Änderung der algorithmischen Parameter mit sich bringt. Vor allem die Komplexität solcher Systeme erschwert es, die Ergebnisse einzelner Experimente auf die Gesamtwirkung zu übertragen. Das übergeordnete Ziel des Forschungsprojekts ist, mithilfe eines digitalen Zwillings den Einfluss von Social-Media-Plattformmechanis-

men, wie etwa der Filterung oder Personalisierung von Inhalten, auf demokratische Debatten zu identifizieren. So sollen demokratiefördernde Metriken identifiziert und eine Diskussionsgrundlage für etwaige Regulierungsmaßnahmen oder Designempfehlungen für Plattformbetreiber geschaffen werden.



Mehr unter
<https://www.twon-project.eu/>

**„Ich bin stolz darauf, dass wir mit
unserer Forschung am FZI die digitale
Transformation vorantreiben. Dabei
unterstützen wir wegweisende
Entwicklungen, die das Gemeinwohl
und die Wirtschaft in vielfältigen
Anwendungsbereichen verbessern.“**

Jana Deckers

Abteilungsleiterin im Forschungsbereich
Intelligent Systems and Production Engineering



Intelligent Transportation Systems and Logistics

Forschung für die Mobilität der Zukunft

Für die Mobilität der Zukunft erforscht das FZI integrierte Mobilitätssysteme – von der Fahrzeugautomatisierung über Methoden und Plattformen zur sicheren Umsetzung von KI in Verkehrssystemen bis hin zur Gestaltung innerstädtischer Mobilität und Logistik. Dabei deckt das FZI die gesamte Entwurfs- und Verarbeitungskette vernetzter, automatisierter Mobilitäts- und Logistiksysteme ab. Durch die exzellente Ausstattung mit Reallaboren und Versuchsträgern wird partizipativ und umfassend an sicheren Konzepten für intelligente und vernetzte Städte der Zukunft geforscht. Durch Kooperationen mit Unternehmen schließt das FZI die Lücke zwischen Grundlagenforschung und Praxiseinsatz und trägt so als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zur Umsetzung passgenauer Lösungen für Mittelstand, Industrie und Gesellschaft bei.

Das FZI beschäftigt sich im Bereich der Logistik mit der Planung und Steuerung von Logistiksystemen, insbesondere für die Intralogistik und die Letzte-Meile-Logistik sowie mit der Umsetzung in technischen Systemen und Anwendungen. Die Anwendungsfelder reichen vom Einzelhandel über die Industrie bis hin zum Gesundheitswesen. Das FZI konnte das vom BMWK geförderte Projekt FLOOW im Jahr 2023 erfolgreich abschließen. Bei der finalen Demonstration wurde der Einsatz einer Flotte verschiedenartiger Transportroboter für die Intralogistik exemplarisch demonstriert. Ein Alleinstellungsmerkmal des Projekts ist die Lokalisierung im Übergang zwischen Outdoor- und Indoorbereich. Ebenfalls konnte das vom BMDV geförderte Projekt HELIOS erfolgreich abgeschlossen werden, in welchem die symbiotische Fortbewegung zwischen Postboten und automatisiertem Lastenrad zentraler Untersuchungsgegenstand war. Symbiotische Mobilität hat zum Ziel, Maschinen in die Lage zu versetzen, sich in dichten Menschenmengen sozial akzeptiert fortzubewegen und wird aktuell weiter erforscht. Mit dem Forschungsprojekt Medicar 4.0 fokussiert das FZI seine Arbeiten auf die Digitalisierung und Automatisierung der Krankenhauslogistik, um eine Entlastung des Krankenhauspersonals zu ermöglichen. Im Rahmen des BMWK-geförderten Projekts LieferBotNet wurden mit Stakeholdern rechtliche Handlungsempfehlungen zum Einsatz von Crowdsourcing im vernetzten und urbanen Lieferverkehr erarbeitet, sowie datenschutz- und haftungsrechtliche Fragestellungen beim Einsatz von Crowdworkern und möglichen Betreiberplattformen adressiert.

Mit dem in 2023 abgeschlossenen Projekt KI-Wissen wurde an zentralen Problemstellungen auf dem Weg zum autonomen Fahren gearbeitet: die Steigerung der funktionalen Güte, die Dateneffizienz, die Plausibilisierung und die Absicherung von KI-gestützten Funktionen. Diese Ziele wurden durch die Einbindung verschiedener Arten von Wissen in das maschinelle Lernen erreicht. Ein weiterer Fokus des FZI liegt in den Projekten jbDATA und nxtAIM auf der intelligenten und effizienten Sammlung von Daten, welche beispielsweise für das Training von Foundation Models für den Verkehrsbereich zum Einsatz kommen sollen.

Das FZI hat 2023 in mehreren Industrieprojekten an der Validierung automatisierender Fahrfunktionen geforscht. Dazu wurden unter anderem ein Goal-Conditioned-Reinforcement-Learning-Ansatz für die explorative Szenariengenerierung entwickelt. Ebenso wurde ein Self-Supervised-Validierungskonzept für Wahrnehmungsfunktionen auf Basis von Fahrzeugmessdaten erarbeitet.

Zudem ist das FZI im Projekt MINGA für die Konzeptionierung einer gesamtheitlichen Absicherungsmethodik eines SAE Level 4-Busplatoons verantwortlich. Zusätzlich wird im Projekt RepliCar der Fokus auf die Validierung von Perzeptionssystemen gelegt. Das FZI entwickelt dabei eine systematische Vorgehensweise für das Testen von Sensoren und Perzeptionsalgorithmen. Dazu wird auch ein multimodaler Sensorprüfstand am FZI aufgebaut.

Komplexe Berechnungen und große Datenmengen müssen im Verkehrssystem der Zukunft bewältigt werden. Das FZI erforscht dazu skalierbare und sichere Hardware- und Softwarearchitekturen. Für eine echtzeitfähige und energieeffiziente Ausführung komplexer KI-basierter Algorithmen, wie Deep Learning-basierte semantische Segmentierung, sind neuartige Hardware-Architekturen nötig. Das FZI forscht an beschleunigerbasierten SoC-Architekturen für RISC-V und erweiterte eine Werkzeugkette zur automatisierten Abbildung neuronaler Netzwerkarchitekturen auf eine FPGA-basierte Beschleunigerplattform.

Im Jahr 2023 startete das CeCaS-Projekt als Teil der BMBF-Projektfamilie MANNHEIM. In diesem Projekt erforscht das FZI Mechanismen für intelligente Lastverteilung, echtzeitfähige Ausführung von KI-Modellen, energieeffiziente Beschleunigung von Radardatenverarbeitung sowie isolierte Ausführung von Anwendungen in mixed-criticality Hardware-Plattformen. Dies schlägt außerdem eine Brücke zu den Aktivitäten im Bereich Software-defined Vehicles (SDV) aus der Perspektive der Mikroelektronik. Das FZI ist Partner im EU-Projekt FEDERATE. Im Projekt wird eine strategische Roadmap für SDV in Europa entwickelt. Das Projekt begleitet die Initiierung und Durchführung von SDV-Projekten durch konsolidierte Anforderungen und Best Practices, unterstützt die Vernetzung zwischen Projekten und treibt die Standardisierung voran.

Darüber hinaus hat das FZI an mehreren anwendungsnahen Methoden im Bereich Automotive Cybersecurity geforscht.

– Forschung und Transfer für eine sichere und nachhaltige Mobilität

Im Projekt KASTEL-MOBILITY wurden systematische Testprozesse für vernetztes Fahren erarbeitet und eine Bedrohungsmodellierung nach dem Stand der Technik auf zukünftige Szenarien nachhaltiger Mobilität angewendet. Für die Analyse der Schnittstellen moderner Fahrzeugkomponenten wurden im Projekt SofDCar KI-basierte Fuzzing-Techniken erforscht, die ein effizientes Lokalisieren von Schwachstellen ermöglichen. Weiterhin wurden Arbeiten zur Bewertung der Sicherheitseigenschaften für Over-the-Air-Updates für Fahrzeuge durchgeführt. Im BMWK-geförderten Projekt TASTE vermittelt das FZI neueste Erkenntnisse aus der Forschung an kleine und mittlere Unternehmen, die im Bereich Automotive Software aktiv sind.

Im Jahr 2023 wurden die Arbeiten zum Aufbau des Versuchsträgers CoCar NextGen abgeschlossen. Nach der finalen Integrationsphase konnten die zukunftssträchtigen Sensoren mit Perzeptionsmethoden in Betrieb genommen werden. Schließlich wurde im September der Versuchsträger der wissenschaftlichen Community mit einer Demo seiner sensorischen Fähigkeiten auf der IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) präsentiert.

Aufgrund des großen Erfolges des Testfeldes Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF BW) wurde mit dem Betreiber KVV die Verlängerung des Betreibervertrages vereinbart. Das TAF BW tritt somit in eine zweite Betriebsphase ein und ermöglicht dabei wissenschaftlichen Einrichtungen und der Industrie gemeinsam neue Mobilitätskonzepte zu erforschen.



Inzwischen ist auch das Projekt GOFFI (Gesundheitliche Optimierung der Fußgänger- und Fahrrad-Infrastruktur zur Reduzierung der Feinstaubbelastung in den Ballungsgebieten) gestartet. Dabei untersucht das FZI zusammen mit Forschungspartnern die Feinstaubexposition von Fußgänger*innen und Radfahrer*innen im urbanen Raum. Hierzu entwickelt das FZI eine mobile App, mit der die individuelle Feinstaubaufnahme ermittelt wird, was auch auf den Forschungsschwerpunkt Climate Action Innovation einzahlt. Auch Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Fahrradinfrastruktur im urbanen Raum werden aufgezeigt.

Intelligent Transportation Systems and Logistics

Ausgewählte Projekte

LogIKTram

Innovatives und umweltfreundliches Logistikkonzept zur Entlastung des Straßenverkehrs

Förderung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

Albtal-Verkehrsgesellschaft mbH (AVG), Hochschule Offenburg, INIT GmbH, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Marlo Consultants GmbH, SimPlan AG, Thales Germany, DB Engineering & Consulting GmbH

Laufzeit:

03.2021 - 06.2024

Im Projekt LogIKTram wird der städtische Güter- und Warenverkehr neu gedacht. Ein neues innovatives Logistikkonzept nutzt die bestehende Straßen- und Eisenbahninfrastruktur des „Karlsruher Modells“, um den kombinierten Personen- und Warentransport für eine umweltfreundlichere Logistik zu ermöglichen. Ein Schlüsselement ist die LogIKTram-IKT-Plattform. Sie orchestriert den Logistikprozess vom regionalen Logistikzentrum mittels Straßenbahn bis hin zum städtischen Logistikhub. Als Ladungsträger dient ein teilautomatisiert fahrender Fahrrad-Trailer. Ein wesentlicher Bestandteil der Plattform ist die FZI-Trackingkomponente. Sie aggregiert Statusmeldungen aus den Teilsystemen und realisiert eine detaillierte Sendungsverfolgung im ÖPNV. Partner in der Last-Mile-Logistik sind jederzeit über den Sendungsstatus informiert und können ihre Planung entsprechend anpassen.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Mehr unter
<https://logiktram.de/>

Intelligent Transportation Systems and Logistics

Ausgewählte Projekte

SofDCar

Auf dem Weg zum Software-definierten Fahrzeug



Förderung:

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz,
EU-Programm NextGenerationEU (Europäische Union)**

Partner:

Boole Works GmbH, ETAS GmbH, FKFS Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Mercedes-Benz AG, Robert Bosch GmbH, P3 group GmbH, T-Systems International GmbH, Universität Stuttgart, Vector Informatik GmbH, ZF Friedrichshafen AG, e-mobil BW GmbH

Laufzeit:

08.2021 - 07.2024

Die Partner im SofDCar Konsortium entwickeln neue Methoden für das Auto der Zukunft und deren effiziente Datennutzung. Das Fahrzeug wird als Teil eines vernetzten Systems betrachtet, integriert durch einen „Data Loop“ und einen „Digital Twin“. Das Ziel ist digitale Nachhaltigkeit bestehender und zukünftiger Fahrzeuggenerationen sowie eine effiziente Datennutzung über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus (Re-Deployment). Das FZI bringt seine Expertise im Bereich Software-Engineering und Mobilität in das Projekt ein, mit Schwerpunkt auf der Absicherung und Evolution von Varianten und Funktionalitäten sowie der Qualitätssicherung über Fahrzeuggrenzen hinweg. Neben Fragestellungen zu Software-over-the-Air-Updates, Absicherung und Robustheitssteigerung werden auch IT-Sicherheitsfragen mit KI-Methoden und praktischen Tests untersucht.



Mehr unter
<https://sofdcar.de/>

Intelligent Transportation Systems and Logistics

Ausgewählte Projekte

CeCaS

Die Supercomputing-Plattform für hochautomatisierte Fahrzeuge

Förderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Laufzeit:

12.2022 – 11.2025

Partner:

Ambrosys GmbH, AVL Software and Functions GmbH, Berliner Nanotest und Design GmbH, Continental Automotive Technologies GmbH, Emmtrix Technologies, die Fraunhofer-Institute für Elektrische Nanosysteme (ENAS), für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS), für Photonische Mikrosysteme (IPMS) sowie für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), Glück Engineering GmbH, Hella GmbH & Co. KGaA, Hochschule für angewandte Wissenschaften München, INCHRON AG, Infineon Technologies AG, Infineon Technologies Semiconductor GmbH, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kernkonzept GmbH, Missing Link Electronics GmbH, Robert Bosch GmbH, Steinbeis-Transferzentrum Wärmemanagement in der Elektronik (ZFW), STTech GmbH, Swissbit Germany AG, Technische Universität Chemnitz, Technische Universität München, Universität zu Lübeck, ZF Friedrichshafen AG

Das CeCaS(CentralCarServer)-Projekt als Teil der BMBF-Projektfamilie MANNHEIM bringt wichtige deutsche Partner aus Industrie und Wissenschaft zusammen, um zentrale Supercomputing-Plattformen im Automobil zu erforschen. Die Anforderungen an das vernetzte und automatisierte Fahren steigen stetig, ebenso wie der Bedarf an einer leistungsfähigen, aber auch automobiltauglichen Rechenplattform. Das Projekt erforscht neue Wege in der Mikroelektronik mit FinFET-Technologie, Rechen- und Softwarearchitekturen, um flexibel und effizient zu sein. Darüber hinaus wird die Architektur von einer domänenbasierten Hierarchie zu einer zonalen und redundanten Hochverfügbarkeitsarchitektur übergehen. In CeCaS erforscht das FZI unter anderem mit dem Partner Infineon Dresden neue Hardware-Beschleunigerarchitekturen für die energieeffiziente Verarbeitung von Sensordaten sowie Scheduling- und Compiler-Mechanismen für die sichere Echtzeitausführung von Anwendungen in Hochleistungsprozessoren.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Mehr unter

<https://www.mannheim-cecas.de/home-2>

„Ich bin überzeugt, dass der digitale Wandel helfen kann, unsere Gesellschaft für alle zum Besseren zu verändern. Damit das gelingen kann, brauchen wir sichere Informationstechnologie, die auch die Privatsphäre respektiert. Das FZI ist das Bindeglied zwischen sicheren Methoden und ihrer richtigen Umsetzung.“

Dr. rer. nat. Dirk Achenbach

Bereichsleiter im Forschungsbereich
Cybersecurity and Law



Safety, Security and the Law

Digitalisierung sicher gestalten

Um die sichere Digitalisierung in allen Anwendungsfeldern des FZI zu ermöglichen, werden innovative Konzepte, Methoden und rechtliche Rahmenbedingungen wissenschaftlich fundiert und anwendungsnah erforscht und vermittelt. Im Forschungsschwerpunkt Safety, Security and the Law wird hierzu ein systemebenenübergreifender Ansatz verfolgt, der von der Hardwareebene über die Softwareebene bis hin zu vernetzten Systemen eine ganzheitliche Betrachtung der Sicherheit gewährleistet. Ein besonderer Fokus liegt auf der Anwendbarkeit neuer Technologien (wie Quantencomputing oder KI) auf Fragestellungen der Sicherheit. Für die Durchführung der Forschungsarbeiten stehen Laborumgebungen mit herausragender Ausstattung zur Verfügung.

„Die Fahrkarte bitte!“. In vielen Prozessen im digitalen und physischen Raum ist es notwendig, gegenüber der Verwaltung oder einem Unternehmen Nachweise zu erbringen: Ob Altersnachweis, Meldebescheinigung, Spendenausweis, Zugang zu Mobilitätsplattformen oder Shopping-Profil – digitale Identitäten und Nachweise ermöglichen die vertrauenswürdige Interaktion und Personalisierung von Prozessen. In Forschungsprojekten wie SDIKA und SDI4ECom entstehen Lösungen, die den Menschen und seine Selbstbestimmung ins Zentrum stellen, und die Souveränität von Organisationen und Staat stärken. Auch der Handel mit Daten erfordert Vertrauen, das durch Datentreuhänder oder gemeinsame Datenplattformen wie in der KI-Allianz Baden-Württemberg realisiert werden kann. Im Umgang mit sensiblen persönlichen Daten ist Vorsicht geboten. Wir betrachten Methoden der Anonymisierung von Daten – wie im Bereich der Mobilität – und hinterfragen dabei auch die verbleibende Nutzbarkeit der Daten. Wo Überwachung stattfindet, zum Beispiel im öffentlichen Raum, in der Personalführung („People Analytics“) oder im Justizvollzug, gefährdet Technologieeinsatz potenziell die Rechte von Menschen. Wir erforschen Rahmenbedingungen und Folgen, untersuchen neben ökonomischen auch ethische und rechtliche Aspekte.

Im Forschungsschwerpunkt Safety, Security and the Law betrachten wir angewandte Kryptologie als wichtigen Baustein zur Absicherung von Systemen. Insbesondere unterstützen

wir Unternehmen bei der Anwendung neuer kryptographischer Verfahren in ihren Produkten und adressieren damit den gestiegenen Schutzbedarf aufgrund der zunehmenden Bedrohungslage. Die fortschreitende Entwicklung der Quantencomputer beschleunigt Innovationen in der Kryptologie. Mit der Standardisierung der Post-Quanten-Kryptographie durch das National Institute of Standards and Technology (NIST) wird der Umstieg unvermeidlich. Wir stehen Unternehmen und Institutionen bei allen Fragen zur Migration zur Verfügung. Auch die Bedeutung von Privatsphäre hat sich in den letzten Jahren verstärkt, wie am Beispiel von Ende-zu-Ende-Verschlüsselung bei Messaging-Diensten deutlich wird. Wir bieten Expertise, um Kunden bei der Sicherstellung von Privatheit und Sicherheit ihrer Daten zu unterstützen, besonders im Bereich Anonymität und Data/People Analytics.

Das FZI leistet Forschungsbeiträge zur Informationssicherheit in einer breiten Spanne von Incident Response über IoT- und Hardwaresicherheit bis hin zur theoretischen Modellierung. Dabei forschen wir einerseits unabhängig von der konkreten Anwendung an theoretischen und praktischen Konzepten, die zur Erhöhung der IT-Sicherheit eingesetzt werden können. Andererseits arbeiten wir an neuen Methoden und Werkzeugen zur Prüfung der IT-Sicherheit von Systemen und Geräten und wenden diese in praktischen Sicherheitsuntersuchungen in verschiedenen Szenarien, derzeit häufig an IoT-Geräten, an. In diesem Zuge extrahieren wir

generalisierbare Erkenntnisse über Sicherheitslücken und erforschen mögliche Ursachen für deren Auftreten. Wichtige Forschungsbeiträge liefern wir auch in der Anwendung bestehender und neuer Sicherheitskonzepte in spezifischen Domänen – hier pflegen wir einen intensiven Austausch mit den anderen Forschungsschwerpunkten am FZI. Mit den Transferprojekten InnoSecBW sowie der Transferstelle Cybersicherheit bieten wir Unternehmen niederschwellige Unterstützungsformate an, um Produkte und IT-Infrastruktur auf Basis neuester technologischer Entwicklungen abzusichern.

Im Kontext von Safety und Security wird am FZI an Hardware/Software-Plattformen für die sichere verteilte Datenverarbeitung in eingebetteten und Edge-Systemen erforscht. Dazu gehören Ansätze zur isolierten Ausführung von First- und Third-Party-Anwendungen in einer Mixed-criticality Hardware-Plattform, Mechanismen zur kontinuierlichen Überwachung von Hardware-Plattformen und Hardware-Beschleunigern für die sensornaher Verarbeitung. Diese Technologien finden breite Anwendung in medizinischen Wearables, industriellen IoT-Pumpenanwendungen und Automotive-Funktionen in zentralisierten Rechnerarchitekturen für das vernetzte und autonome Fahren. Das FZI forscht an modellgestützten Verfahren zur Einbringung von funktionaler Hardware- und Sicherheitsarchitektur, um, um Hardwarearchitekturen unter dem Aspekt der funktionalen Sicherheit abzusichern. Das Ziel ist die Trennung von funktionaler Hardwarearchitektur und Sicherheitsarchitek-

– Durch systemebenenübergreifende Betrachtung ermöglichen wir die sichere Digitalisierung in allen Anwendungsfeldern des FZI

tur, um unterschiedliche Sicherheitsarchitekturen für RISC-V-Systeme werkzeuggestützt zu explorieren. In Kombination mit Ansätzen zur Absicherung von Software ergibt sich eine umfassende Werkzeug-Suite zur Absicherung von Hardware/Software-Edge-Systemen.

Ebenso wie die Informationssicherheit stellt die Forschung und Unterstützung zu und bei IT-rechtlichen Fragestellungen eine Querschnittsmaterie zur anwendungsnahen Informatikforschung dar. Diese ergibt sich bereits bei der Konzeption von Lösungen zur sicheren Digitalisierung. Daher begleitet das FZI mit seinen Wissenschaftler*innen Forschungsprojekte insbesondere im Bereich des Datenschutz-, IT-Sicher-

heits- und KI-Rechts von Anfang an durch rechtswissenschaftliche Begutachtungen, Begleitforschung und das Erarbeiten von Handlungsempfehlungen und Workshops – sowohl für die forschenden industriellen Partner als auch für die Politik. Hierbei werden

Handlungsempfehlungen für den Umgang mit bestehender und neuer Regulierung und Gutachten, die den Rechtsfortbildungsbedarf aufzeigen, erstellt. Zusätzlich wird auch die Domäne Recht als Anwendungsgebiet für technische Innovationen und Forschung gesehen. Im Bereich der Rechtsinformatik forscht das FZI am Einsatz von KI-gestützten Systemen zur Formalisierung von Normen und Automatisierung von juristischen Tätigkeiten. Hierzu zählt sowohl die Analyse von Primär- und Sekundärliteratur sowie Rechtstexten und privatrechtlicher Normierung als auch die Anwendung juristischer Methodiken.



Safety, Security and the Law

Ausgewählte Projekte

Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand

Prävention, Detektion und Reaktion bei Cyberangriffen

**Förderung:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Partner:

**Der Mittelstand. BVMW e.V., Leibniz Universität Hannover
– Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung,
tti Technologietransfer und Innovationsförderung
Magdeburg GmbH**

Laufzeit:

07.2023 – 06.2027



Die Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand bietet kleinen und mittleren Unternehmen, Handwerksbetrieben und Start-ups kostenfreie Unterstützung bei der Prävention, Detektion und Reaktion auf Cyberangriffe. Dazu stellt sie Informations- und Qualifikationsangebote bereit, baut eine Plattform für die Detektion von und Reaktion auf Cyberangriffe auf und vernetzt sich bundesweit. Die Transferstelle wird von vier Projektpartnern umgesetzt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Mit der in vorangegangenen Projekten erworbenen Expertise – wie sie etwa über die Cyberwehr Baden-Württemberg gewonnen wurde – entwickelt das FZI als Fachpartner zielgruppengerechte Informationsinhalte und baut eine Soforthilfeplattform für IT-Sicherheitsvorfälle auf. Unternehmen sollen somit Unterstützung

erhalten, um sich besser auf die Gefahren im Bereich der IT-Sicherheit vorbereiten zu können. Aber auch im Ernstfall sollen sie bestmöglich reagieren können und die notwendige Hilfe finden, um Schäden gering zu halten.



Mehr unter

<https://transferstelle-cybersicherheit.de/>

Safety, Security and the Law

Ausgewählte Projekte

InnoSecBW

Innovativ? Aber sicher.



Förderung:

**Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus
Baden-Württemberg**

Laufzeit:

12.2022 – 06.2024



Cybersicherheit für kleine und mittlere Unternehmen wird sich in den nächsten Jahren grundlegend verändern. Große Fortschritte werden unter anderem in der Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) für die Erkennung von Angriffen, aber auch hinsichtlich des automatisierten Auffindens von Sicherheitslücken erwartet. Gleichzeitig entstehen durch Angriffe auf KI jedoch auch neue Risiken für Unternehmen, die diese Schlüsseltechnologie in ihren Produkten einsetzen möchten. Zudem ergeben sich durch bahnbrechende Fortschritte beim Quantencomputing völlig neue Bedrohungen für die Sicherheit von Unternehmen. Viele der aktuell eingesetzten kryptographischen Verfahren werden in den nächsten Jahren durch neue postquantensichere Verfahren ersetzt werden müssen, um die Sicherheit von Daten weiterhin zu gewährleisten.

Im Rahmen des Projekts InnoSecBW unterstützen wir Unternehmen aus Baden-Württemberg durch die Angebotsformate Cybersecurity-Checkup und Cybersecurity-Booster. Wir zeigen Risiken in der IT-Infrastruktur auf und helfen innovative Technologien zur Absicherung zu identifizieren.



Mehr unter
<https://innosecbw.de>

Safety, Security and the Law

Ausgewählte Projekte

FreeSBee

Seitenkanalfreie Software für eingebettete Systeme

Förderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner:

AbsInt GmbH, Kasper & Oswald GmbH

Laufzeit:

02.2023 – 02.2026

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Projekt FreeSBee (Seitenkanalfreie Software für eingebettete Systeme) entwickelt eine werkzeuggestützte Methodik zur (teil-)automatisierten Erkennung und Behebung von Sicherheitsschwachstellen auf Basis von Rechenzeitangriffen (Englisch: timing attacks). Bei Rechenzeitangriffen können durch die Beobachtung unterschiedlicher Laufzeiten von Software Rückschlüsse auf vertrauliche Informationen, wie zum Beispiel geheime Schlüssel, gezogen werden.

Basierend auf dem Werkzeug Astrée des Partners AbsInt wurde ein Ansatz entwickelt, der auf Basis der Annotation von vertraulichen Informationen im Quellcode alle potentiellen Codestellen, die kontrollflussbasierte Laufzeitvariationen in Abhängigkeit von vertraulichen Informationen hervorrufen können, automatisiert detektiert und dem Benutzer im Quellcode anzeigt. Die anschließende Kompilierung wurde um einen Schritt



erweitert, der diese potenziellen kontrollflussbasierten Laufzeitvariationen durch Code-Transformationen automatisiert beseitigt. Diese Werkzeuge ermöglichen es dem Benutzer, seine Software durch wenige Annotationen gegen kontrollflussbasierte Rechenzeitangriffe zu schützen.

Im weiteren Projektverlauf werden Ansätze zur Eliminierung von mikroarchitekturbedingten Laufzeitschwankungen untersucht. Hierbei stehen insbesondere Hardwarearchitekturen für den RISC-V-Befehlssatz im Fokus.



Mehr unter

<https://www.freesbee.de/>

„Innovationen können ihre Wirkung nur entfalten, wenn sie in der Wirtschaft und Gesellschaft ankommen. Daher begleiten wir den gesamten Innovationsprozess am FZI, indem wir Impulse aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft aufnehmen, interdisziplinär an der Mensch-Technik-Schnittstelle forschen und Anwender durch partizipative Transferformate aktiv in die Forschung einbeziehen.“

Natalja Kleiner

Abteilungsleiterin im Forschungsbereich
Innovation, Strategy and Transfer



Transfer

Praxisnah. Methodisch. Kompetent.

40 Mit uns arbeiten

40 Unser Angebot

42 Unsere Anwendungsfelder

- 42 Bildung, Forschung und Verwaltung
- 42 Dienstleistungen und Handel
- 42 Gebäude und öffentlicher Raum
- 42 Gesundheit
- 42 IuK-Technologie
- 42 Mobilität, Verkehr und Logistik
- 42 Produktion
- 42 Ver- und Entsorgung

Silke Mülherr
Co-CEO der Alfred Landecker Foundation

Prof. Dr. Christof Weinhardt
Professor am Karlsruher Institut für Technologie und Direktor am FZI

Uschi Jonas
Team-Leiterin CORRECTIV.Faktencheck

Dr. Jonas Fegert
Abteilungsleiter am FZI und Leiter des House of Participation

Eine Veranstaltung des FZI Forschungszentrum Informatik



Unser Angebot

Die Energiewende vorantreiben, kritische Infrastruktur vor Angriffen schützen, Prozesse ressourcenschonend optimieren, Mobilität sicher und umweltfreundlich gestalten, KI-Systeme regelkonform und ethisch implementieren – so vielfältig die gegenwärtigen Herausforderungen sind, sie haben eines gemein: Sie lassen sich nur gemeinschaftlich und durch Spitzenforschung bewältigen. Wir setzen dabei auf vertrauensvolle Forschungs- und Entwicklungskooperationen. Gemeinsam mit unseren Partnern erarbeiten wir im Verbund oder im Direktauftrag Software- und Systemlösungen sowie Konzepte und setzen diese in Innovationen und Dienstleistungen um. 2023 wurden am FZI rund 185 Projekte für und gemeinsam mit Unternehmen durchgeführt. Diese Exzellenz kann jedoch nur durch hervorragende Mitarbeitende erreicht werden, die mit ihrem am FZI erworbenen Wissen nach Abschluss ihrer Qualifikation Unternehmen und öffentliche Einrichtungen bereichern – oder gar selbst Start-ups gründen.

Forschen im Auftrag der Unternehmen

In der Auftragsforschung erarbeiten die Forschenden des FZI zielorientierte wissenschaftliche Lösungen – meist für ein konkretes Anwendungsproblem – in enger Absprache und im kollaborativen Austausch im direkten Auftrag. Dadurch verhelfen sie dem Auftraggebenden zu innovativen Lösungen, die neueste wissenschaftliche Erkenntnisse praxisnah umsetzen. Technologie-Beratung, Machbarkeitsstudien und Trainings in neuen Technologien sind weitere kurzfristige Auftragsformen, mit denen wir unternehmerische Innovationsprozesse unterstützen und zu einem nachhaltigen Technologie- und Wissenstransfer beitragen.

Forschen im Verbund

In kollaborativen Forschungsprojekten arbeitet ein Verbund von Partnern aus verschiedenen Sektoren an einer definierten Forschungsaufgabe. Dabei verläuft der Wissenstransfer nicht ausschließlich vom Forschungspartner zu den Auftraggebern, sondern alle Projektpartner unterstützen sich gegenseitig mit ihren Kompetenzen, um das übergeordnete Forschungsziel zu erreichen. Schon vor dem eigentlichen Projekt, also in der Antragsphase, erarbeiten die Beteiligten eine gemeinsame Vision für die im Rahmen des Forschungsvorhabens zu entwickelnden Ergebnisse. Nach Genehmigung der Forschungsförderung setzt sich dieser in der Antragsphase bereits begonnene Wissens- und Technologietransfer entlang der zu bearbeitenden Fragestellung fort. Oftmals entstehen durch die gemeinsamen Arbeiten innerhalb des Forschungsverbundes auch neue Kooperationen sowie Ideen für zukünftige innovative Vorhaben.

Geförderte KMU-Forschung

Förderprogramme auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene unterstützen kleinere und mittlere Unternehmen in ihrer Innovationsfähigkeit und Wachstumsorientierung, indem sie die Beauftragung von Forschungseinrichtungen zur Erforschung und Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen finanzieren und somit ermöglichen. Die in diesem Rahmen am FZI durchgeführten Projekte sind auf die risikobehafteten Innovationsbedürfnisse der Industriepartner zugeschnitten, die sich mit einem Eigenanteil an den Projektkosten beteiligen.

Unser Angebot

Transfer über Köpfe

Das FZI versteht sich als Qualifikationsschmiede für hervorragende Expert*innen, die sich im Rahmen ihrer Projektarbeit, Promotion, Abschlussarbeit oder wissenschaftlicher bzw. studentischer Hilfstätigkeit tiefgehendes und gleichzeitig praxisnahes Wissen im IKT-Bereich aneignen und dieses nach ihrer Tätigkeit am FZI als Fach- und Führungskräfte in Unternehmen und öffentliche Einrichtungen hineintragen. Aber dieser Austausch ist bi-direktional angelegt: Hierfür pflegt das FZI ein enges Verhältnis zu seinen Alumni und zu Entscheidungsträger*innen aus der Wirtschaft sowie dem öffentlichen Sektor und bindet diese Impulse aus seinem Umfeld immer in seine aktuelle Forschungsausrichtung ein, geleitet durch zielgruppenspezifische Transferformate. So gelingt der Transfer über Köpfe.

Innovationen verwerten in Ausgründungen und Start-up

Durch die Entwicklung neuer, innovativer Technologien ergeben sich immer wieder Möglichkeiten, diese über Ausgründungen in die Anwendung zu bringen. Das FZI Forschungszentrum Informatik unterstützt seine Mitarbeitenden aktiv dabei, ihre Ideen in die Umsetzung zu bringen und bindet zugleich neu gegründete Start-ups auch im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten aktiv ein. Denn diese profitieren von den oftmals flexiblen und agilen Teams, die durch ihre kompakte Größe innovative Impulse direkt aus der Anwendung in übergeordnete Projekte einbringen und zugleich Forschungsergebnisse direkt am Markt erproben können.

FZI House of Living Labs – partizipative und kollaborative Innovationsschöpfung

Das FZI House of Living Labs, eine neuartige Forschungsumgebung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, steht branchen- und anwendungsfeldübergreifend für Forschung und Entwicklung zur Verfügung: Mit seinen sieben ortsgebundenen FZI Living Labs und den beiden dezentralen Reallaboren unterstützt es die kollaborative Entwicklung und Erprobung zukunftsweisender Innovationen unter Realbedingungen und stellt dazu eine exzellente technische Ausstattung und Forschungsinfrastruktur bereit. Diese reicht von Demonstratoren zur Inspiration und Wissensvermittlung über das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg mit seinen kartierten und mit Sensorik ausgestatteten Straßen über 200 Kilometer Länge bis hin zum Quartier SmartEast in der Oststadt Karlsruhe, das Bestandsgebäude mit Smart Metern digitalisiert und in einem Quartiers-Energiemanagement vernetzt hat.

Unsere Anwendungsfelder

Der Grundgedanke und das Ziel unserer Forschung: Technologietransfer weitsichtig vornehmen und dadurch Innovationsimpulse ermöglichen. Seit fast 40 Jahren unterstützen wir deshalb Unternehmen und öffentliche Einrichtungen dabei, neue Erkenntnisse aus der Informationstechnologie in den Bereichen Informatik, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften in innovative Produkte, Dienstleistungen, Geschäfts- und Produktionsprozesse umzusetzen. Unsere Forschung widmet sich acht Anwendungsfeldern der Informatik – dabei arbeiten wir immer pragmatisch, interdisziplinär, und branchenübergreifend.



Bildung, Forschung
und Verwaltung



Dienstleistungen
und Handel



Gebäude und
öffentlicher Raum



Gesundheit



IoT-Technologie



Mobilität, Verkehr
und Logistik



Produktion



Ver- und Entsorgung

Durch die gemeinsamen Arbeiten innerhalb
des Forschungsverbundes entstehen auch neue
Kooperationen sowie Ideen für Innovationen.



Menschen

Überzeugung. Verantwortung. Nachhaltigkeit.

46 Wofür wir stehen

46 Unsere Werte

48 Unser Team

50 Wissen weitergeben

Was wir tun: Informatik-Anwendungsforschung
und Technologietransfer



UNSERE
FORSCHUNG
GESTALTET
ZUKUNFT

Unsere Werte

Wer Zukunft gestaltet, braucht eine klare Orientierung. In der täglichen Zusammenarbeit – untereinander und mit unseren Partnern – leiten uns klare Werte und Überzeugungen.

Verantwortungsbewusste Gestaltung der Zukunft

Am FZI verbindet uns die gemeinsame Forschung zum Wohl der Gesellschaft. Der gemeinsam von Vorstand, Direktorium und Mitarbeitenden entwickelte Wertekodex fasst zusammen, für welche Werte das FZI als Ganzes steht. Diese Werte prägen unsere tägliche Zusammenarbeit – untereinander und mit unseren Partnern – und schaffen eine verlässliche Vertrauensbasis.



Mehr zu unseren Leitprinzipien unter
<https://www.fzi.de/das-fzi/leitprinzipien>



Forschung im Dienst der Allgemeinheit

Wir untersuchen das Potenzial digitaler Technologien und entwickeln auf international höchstem Niveau zukunftsweisende IT-Lösungen für Wirtschaft und Gesellschaft. Dabei legen wir größten Wert auf hohe ethische Standards, gute wissenschaftliche Praxis und die vorausschauende Betrachtung möglicher Folgen unserer Forschung. Wir verpflichten uns zu nachhaltigem Handeln in ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Hinsicht. Mit jeder unserer Innovationen streben wir einen gesellschaftlichen Mehrwert an.



Fachliche Exzellenz, Interdisziplinarität und Kreativität

Problemlösung ist unsere Passion. Wir gestalten die digitale Welt von morgen und schlagen Brücken zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit. Höchste wissenschaftliche Standards verbunden mit Interdisziplinarität und Vielfalt sind die Basis unserer Innovations- und Leistungsfähigkeit. Bei der Umsetzung von kreativen Ideen bedienen wir uns neuester Methoden und Technologien. Neben Laboren und Testfeldern auf höchstem technischen Niveau steht uns ein Netzwerk innovativer Partneereinrichtungen bei der Erprobung zur Verfügung. In diesem Forschungs- und Arbeitsumfeld finden unsere Mitarbeitenden ideale Bedingungen für eine Laufbahn in Fach- und Führungspositionen oder im eigenen Start-up-Unternehmen.



Unabhängigkeit, Eigeninitiative und Verantwortung

Als gemeinnützige Stiftung des bürgerlichen Rechts sind wir dem Gemeinwohl verpflichtet. Wir bewahren unsere rechtliche, wirtschaftliche und ideelle Unabhängigkeit und setzen auf die Eigeninitiative und Integrität aller Mitglieder des FZI-Teams. Wir nehmen unsere Verantwortung an: Debatten über die Chancen und Risiken technologischer Innovationen gestalten wir offensiv mit und lassen unseren Worten Taten folgen.



Transparenz, Offenheit und Vertrauen

Wir kommunizieren untereinander und mit unseren Partnerunternehmen auf Augenhöhe, setzen dabei auf Offenheit und nehmen konstruktive Kritik bereitwillig an. Transparenz bedeutet für uns, dass Entscheidungen nachvollziehbar sind. Die Zusammenarbeit am FZI ist von Vertrauen, Verbindlichkeit und Hilfsbereitschaft geprägt und auf klar definierte Ziele ausgerichtet. Teamgeist wird bei uns aktiv gelebt – wir können uns aufeinander verlassen und stehen füreinander ein.



Wertschätzung, Respekt und Fairness

Wir bringen allen FZI-Teammitgliedern, Partnern und Auftraggebern in gleichem Maße Respekt und Wertschätzung entgegen und orientieren uns an den Prinzipien der Chancengerechtigkeit und der Fairness. Die Begeisterung für digitale Zukunftstechnologien verbindet uns dabei. Für eine individuelle fachliche und persönliche Entfaltung setzen wir auf eine flexible sowie familienfreundliche Ausgestaltung der Arbeitswelt.

Unser Team

Seit fast vier Jahrzehnten gewinnen wir den überwiegenden Teil unserer Teammitglieder bereits während ihrer Zeit als Studierende oder kurz nach ihrem Abschluss. Im Rahmen ihrer Tätigkeit erhalten unsere wissenschaftlichen Mitarbeitenden mit Unterstützung des Direktoriums die Möglichkeit, für ihre eigene wissenschaftliche Karriere zu forschen und an den Fakultäten der am FZI engagierten Professor*innen eine Promotion anzustreben.



Die erfolgreiche Abwicklung von Forschungsvorhaben in engem Zusammenwirken mit öffentlichen Auftraggebern, weiteren Forschungseinrichtungen und Unternehmen der freien Wirtschaft verlangt von den wissenschaftlichen Mitarbeitenden ein hohes Maß an Selbstständigkeit, Verantwortungsbewusstsein und fachlichem Wissen. Unsere Leitungsstrukturen sind konsequent darauf ausgerichtet, ihnen die notwendige Unterstützung und Struktur für exzellente Forschung zu bieten. Gleichzeitig lassen sie Raum für die Entwicklung der individuellen wissenschaftlichen, fachlichen und organisatorischen Fähigkeiten.

Wir verstehen uns als Qualifikationsschmiede für Expert*innen, die in ihrer Arbeit wissenschaftliche Fragestellungen mit der Praxis verbinden. Weiterbildung und Weiterqualifikation der wissenschaftlichen Mitarbeitenden stehen für uns genauso im Fokus wie die Exzellenz der Forschung, die durch die Nähe zu herausragenden Forschungspartnern und Universitäten – wie dem Karlsruher Institut für Technologie – sichergestellt wird. Mit fortschrittlicher, großzügiger Laborausstattung und dem FZI House of Living Labs als einzigartige Forschungsumgebung können die Forschenden am FZI neue Technologien entwickeln



und ausgiebig testen. Dabei arbeiten sie meist mit Partnerunternehmen jeglicher Größe, anderen Forschungseinrichtungen oder Verbänden und der Politik zusammen.

Am FZI trifft man auf ein interkulturelles und motiviertes Team. Eine flexible, familienfreundliche Ausgestaltung der Arbeitskultur ist für uns genauso selbstverständlich wie die Teilnahme an internationalen Konferenzen oder auch die Förderung der individuellen Fort- und Weiterbildung unserer Teammitglieder.

FZI-Alumnus Dr. Manuel Lösch
stellt bei seinem FZI Open House-Vortrag
auch sein Spin-off InnoCharge vor

Arbeiten, für die Promotion forschen und dabei noch ein Start-up gründen? Am FZI kein Problem.

Den wissenschaftlichen Mitarbeitenden steht am FZI eine Vielfalt an Möglichkeiten zur Verfügung. Anstatt sich auf nur einen Teilaspekt ihrer Karriere zu beschränken, können sie mehrere Ziele gleichzeitig verfolgen.

– Das Besondere an FZI-Projekten:
Spezialist*innen aus den Bereichen
Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau,
Ökonomie, Mathematik, Psychologie, Jura
und vielen weiteren Bereichen arbeiten
interdisziplinär eng zusammen.

Höchster wissenschaftlicher Anspruch und Praxisbezug gehen am FZI Hand in Hand. Ob durch wissenschaftliche Publikationen und die Teilnahme an Konferenzen oder über den nahen Kontakt zu den Mitgliedern des Direktoriums und deren Partnerlehrstühlen: unsere wissenschaftlichen Mitarbeitenden sind stark in die universitäre Forschungsgemeinschaft eingebunden. Gleichzeitig entwickeln sie am FZI auf hohem wissen-

schaftlichem Niveau IT-Lösungen für die Praxis – in Kooperation mit Anwendenden und unseren Partnern aus Wirtschaft und Verbänden. Schon während ihrer Zeit am FZI knüpfen unsere wissenschaftlichen Mitarbeitenden wertvolle Kontakte zu spannenden Arbeitgebern für die Zeit danach.

Führungserfahrung können sie zudem bereits als Projekt-, Abteilungs- oder Bereichsleitung sammeln. Mit Onboarding-Schulungen sowie einem breit gefächerten Fort- und Weiterbildungsangebot fördern wir unsere Mitarbeitenden dabei auf ihrem Weg.

Auch die FZI-weite Rolle „Senior Expert“ bietet eine interessante Karriereoption. Sie stärkt die wissenschaftlichen Exzellenz des FZI, indem sie einen primär fachlich orientierten Karrierepfad eröffnet.



IT-Innovationen durch Start-ups fördern

Beständig entwickeln sich neue und spannende Technologien und Geschäftsmodelle: Es lohnt sich, diese auszuloten. Um diese IT-Innovationen in die Gesellschaft zu tragen, stehen wir unseren Forschenden beim Ausgründen unterstützend zur Seite – unter anderem in den Bereichen Coaching, Marketing, Finanzierung und durch die Übertragung von Rechten an Forschungsergebnissen.

Wissenschaftliche Mitarbeitende, die ihr eigenes Unternehmen gründen wollen, unterstützt das FZI auch durch flexible Beschäftigungsmodelle. Sie bieten ein sicheres Standbein während der Gründungsphase des Start-ups. Wir stellen den Mitarbeitenden die Räumlichkeiten und Infrastruktur zur Verfügung, die sie in dieser Zeit brauchen. Hierzu zählt selbstverständlich auch unsere Laborumgebung im FZI House of Living Labs. Die FZI-Direktor*innen beraten die gründungswilligen Mitarbeitenden oder vermitteln wertvolle Kontakte zu etablierten Unternehmen, die ebenfalls als Start-up am FZI angefangen haben. Auf diesem Wege haben wir bereits die Gründung von über 60 Start-ups begleitet.

Wissen weitergeben

Wir bereiten unsere wissenschaftlichen Mitarbeitenden gezielt auf eine Tätigkeit in Wissenschaft oder freier Wirtschaft vor. Indem wir die Fach- und Führungskräfte von morgen qualifizieren, gestalten wir den Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis, Politik und Gesellschaft.

Das Wissen, das wir am FZI gemeinsam generieren, geben wir weiter an unsere Wissenschaftler*innen und Studierenden. Im Jahr 2023 hat unser Team aus 273 Mitarbeitenden interdisziplinär an insgesamt 185 nationalen und internationalen Forschungs- und Industrieprojekten gearbeitet. Unterstützt wurden sie dabei von 172 wissenschaftlichen Hilfskräften.

Unsere Auftragsforschung und -entwicklung erfährt durch unsere Studierenden, Praktikant*innen, Bachelorand*innen, Masterand*innen und Doktorand*innen beständig neue Anregungen. Die Entwicklung von Konzepten, Software-, Hardware- und Systemlösungen am Puls der Zeit ist das Resultat.

Durch die anwendungsorientierte Forschung und die enge Zusammenarbeit mit Partnereinrichtungen können die wissenschaftlichen Mitarbeitenden am FZI wertvolle Erfahrungen für

zukünftige Forschungs-, Entwicklungs- und Führungsaufgaben sammeln. Für den Aufbau von Kompetenzen und die persönliche sowie fachliche Weiterentwicklung stehen ihnen außerdem ein individuelles Fort- und Weiterbildungsangebot und hausweite Schulungen zur Verfügung.

Auch an unsere Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft geben wir unser Know-how weiter und bieten ihnen die Qualifikation im Rahmen von Workshops und Schulungen an.

Neben der Wissenschaft profitiert auch die Wirtschaft von der interdisziplinären Forschungsarbeit des FZI. Viele FZI-Mitarbeitende beginnen ihre Karriere bei Unternehmen, mit denen sie erstmals im Rahmen eines FZI-Forschungsprojekts in Kontakt kamen.



– Innovation und Transfer sind unsere Kernaufgaben, die in jedem unserer Forschungsprojekte und über zahlreiche Veranstaltungen und Aktivitäten adressiert werden. Darüber hinaus gilt es, das gewonnene Wissen weiterzugeben – innerhalb des FZI, aber auch an bestehende und neue Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft.

„Software muss gar nicht so schlecht sein, wie sie aktuell vielfach ist. Daher arbeite ich an Methoden, Techniken und Werkzeugen für die konstruktive Entwicklung von verlässlicher und sicherer Software“

Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer

Direktorin am FZI



Wissenswertes

Information. Struktur. Strategie.

54 Zahlen. Daten. Fakten.

54 Das FZI in Zahlen

56 Organisation

56 Vorstand

57 Bereiche

58 Direktorium

64 Kuratorium

65 Impressum und Bildnachweis



UNSERE
FORSCHUNG
GESTALTET
ZUKUNFT

FZI FORSCHUNGSZENTRUM INFORMATIK

Das FZI in Zahlen

Wissenschaftliche Ergebnisse

11 Dissertationen

10 Zeitschriften/
Zeitschriftenartikel

119 Konferenzbeiträge

3 Bücher

2 Buchbeiträge

20 Technical Reports

3 Populärwissenschaftl.
Veröffentlichungen

10 Schulungen und
Workshops



Wirtschaftliche Ergebnisse

185
Projekte gesamt

78 Direkt-
beauftragungen

107 Zuwendungen

Spanne der FZI-Einnahmen aus Projekten

2.500 EUR –
3.689.703 EUR

Spanne der Projektlaufzeiten

1 – 63
Tag Monate

Gesamtumsatz 2023

30,5
Mio. EUR

Personal

273

Mitarbeitende gesamt

172 (Wiss.)
Hilfspersonal

5 Praktikant*innen

Wechsel hauptamtliches Personal

49 Neue
Kolleg*innen

24 Neue
Alumni*ae



Hauptamtliches Personal

30 % Mitarbeiterinnen

70 % Mitarbeiter

2023

Das FZI in Zahlen

Organisation

Vorstand

Das FZI wird von einem Vorstand geführt, der sich aus drei Mitgliedern zusammensetzt: zwei Professoren aus dem Direktorium des FZI, die ihre Aufgaben im Nebenamt ausüben, und einem hauptamtlich tätigen Vorstandsmitglied.



– Prof. Dr.-Ing. J. Marius Zöllner

Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Angewandte Informatik
und Formale Beschreibungs-
verfahren, Angewandte Technisch-
Kognitive Systeme

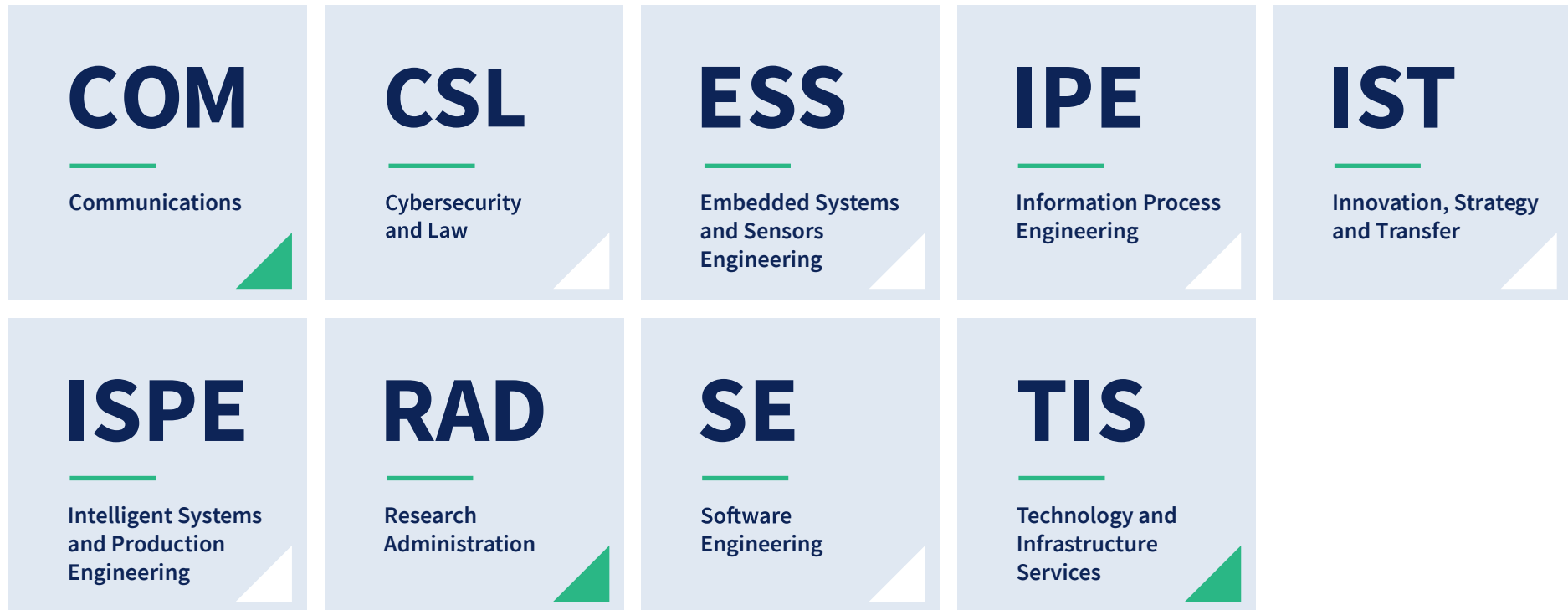
– Prof. Dr. Stefan Nickel

Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Operations Research,
Diskrete Optimierung und Logistik

– Jan Wiesenberger

Hauptamtlicher Vorstand des FZI

Bereiche



Die Forschungsbereiche *Cybersecurity and Law*, *Embedded Systems and Sensors Engineering*, *Information Process Engineering*, *Innovation, Strategy and Transfer*, *Intelligent Systems and Production Engineering* sowie *Software Engineering* decken die Informatik-Anwendungsforschung über den gesamten Innovationszyklus ab. Die Zentralbereiche *Communications*, *Research Administration* sowie *Technology and Infrastructure Services* und deren Organisationseinheiten schaffen die Rahmenbedingungen für effizientes und effektives Forschen am FZI.

Direktorium

Die Direktor*innen der Disziplinen Informatik, Wirtschaftswissenschaften, Elektrotechnik, Maschinenbau und Rechtswissenschaften begleiten mit ihrer fachlich-wissenschaftlichen Exzellenz unsere Forschungsgruppen, die in insgesamt sechs Forschungsbereiche zusammengefasst sind, geleitet jeweils von Bereichsleiter*innen.

Das Direktorium berät den Vorstand bei den Grundzügen der internen Wissenschafts- und Forschungspolitik sowie bei der Forschungs-, Ausbau- und Finanzplanung und darüber hinaus in allen Fragen, die das reibungslose Zusammenwirken und die Unterstützung der Forschungsbereiche bei ihren Tätigkeiten betreffen.



– Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Jürgen Becker

Embedded Systems and
Sensors Engineering (ESS)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Technik der Informations-
verarbeitung



– Prof. Dr.
Bernhard Beckert

Software Engineering (SE)

Karlsruher Institut für
Technologie,
KASTEL – Institut für
Informationssicherheit
und Verlässlichkeit



– Prof. Dr.
Oliver Bringmann

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Eberhard Karls Universität
Tübingen, Wilhelm-Schickard-
Institut – Technische Infor-
matik/Eingebettete Systeme



– Prof. Dr.-Ing.
Rüdiger Dillmann

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Anthropomatik und Robotik

Direktorium



**– Prof. Dr.-Ing.
Kai Furmans**

Information Process
Engineering (IPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Fördertechnik und Logis-
tiksysteme



**– Prof. Dr.-Ing.
Sören Hohmann**

Embedded Systems and
Sensors Engineering (ESS)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Regelungs- und Steuerungs-
systeme



**– Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Stefan Jähnichen**

Innovation, Strategie und
Transfer (IST)

Technische Universität
Berlin, Institut für Software-
technik und Theoretische
Informatik



**– Prof. Dr.-Ing.
Anne Meyer**

Information Process
Engineering (IPE)

Karlsruher Institut für
Technologie (KIT), Institut für
Informationsmanagement im
Ingenieurwesen



**– Prof. Dr.
Jörn Müller-Quade**

Cybersecurity and Law (CSL)

Karlsruher Institut für
Technologie,
KASTEL – Institut für
Informationssicherheit
und Verlässlichkeit



**– Prof. Dr.
Gerhard Neumann**

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Anthropomatik und Robotik

Direktorium



– Prof. Dr.
Stefan Nickel

Information Process
Engineering (IPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut
für Operations Research



– Prof. Dr.
Andreas Oberweis

Software Engineering (SE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Angewandte Informatik und
Formale Beschreibungsver-
fahren



– Prof. Dr. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Jivka Ovtcharova

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Informationsmanagement
im Ingenieurwesen



– PD Dr. iur.
Oliver Raabe

Cybersecurity and Law (CSL)

Karlsruher Institut für Techno-
logie, Zentrum für Angewand-
te Rechtswissenschaft



– Prof. Dr.
Ralf Reussner

Software Engineering (SE)

Karlsruher Institut für
Technologie,
KASTEL – Institut für
Informationssicherheit
und Verlässlichkeit



– Prof. Dr.-Ing.
Ina Schaefer

Software Engineering (SE)

Karlsruher Institut für
Technologie,
KASTEL – Institut für
Informationssicherheit
und Verlässlichkeit

Direktorium



– Prof. Dr.
Achim Rettinger

Information Process
Engineering (IPE)

Universität Trier,
Fachbereich Computer-
linguistik und
Digital Humanities



– Prof. Dr.-Ing.
Eric Sax

Embedded Systems and
Sensors Engineering (ESS)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut
für Technik der Informa-
tionsverarbeitung



– Prof. Dr.
Hartmut Schmeck

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Angewandte Informatik und
Formale Beschreibungsver-
fahren



– Prof. Dr.-Ing.
Christoph Stiller

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Mess- und Regelungstechnik



– Prof. Dr.
Wilhelm Stork

Embedded Systems and
Sensors Engineering (ESS)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Technik der Informations-
verarbeitung



– Prof. Dr.
York Sure-Vetter

Information Process
Engineering (IPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Angewandte Informatik und
Formale Beschreibungsver-
fahren

Direktorium



**– Prof. Dr.
Timm Teubner**

Information Process
Engineering (IPE)

Technische Universität Berlin,
Fakultät für Wirtschaft und
Management



**– Prof. Dr.
Christof Weinhardt**

Information Process
Engineering (IPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Informationswirtschaft
und Marketing



**– Prof. Dr.-Ing.
J. Marius Zöllner**

Intelligent Systems and
Production Engineering (ISPE)

Karlsruher Institut für
Technologie, Institut für
Angewandte Informatik und
Formale Beschreibungsver-
fahren

„Das FZI steht im direkten Austausch mit der Bundespolitik, der Bundesverwaltung und einschlägigen Verbänden. Wir beraten neutral und unabhängig in forschungs- und digitalpolitischen Fragen.“

Ada Streb

Leiterin FZI-Hauptstadtbüro



Kuratorium

Dem Kuratorium des FZI gehören derzeit 20 Expert*innen aus öffentlicher Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft an. Im Rahmen ihrer ehrenamtlichen Tätigkeit legen sie die Grundsätze für die Arbeit des FZI fest und beraten uns bei der langfristigen strategischen Ausrichtung, der wirksamen Ausgestaltung des Technologietransfers sowie der Sicherung der wissenschaftlichen Exzellenz.

– **Prof. Dr. Michael Auer**

Steinbeis-Stiftung

– **Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer**

Fraunhofer IOSB

– **Prof. Dr. techn. Susanne Boll-Westermann**

Universität Oldenburg

– **David Faller**

IBM Deutschland Research & Development GmbH

– **Dirk Fox**

Secorvo Security Consulting GmbH

– **Dr. Jürgen Greschner**

init innovation in traffic systems SE

– **Prof. Dr. Thomas Hirth**

Karlsruher Institut für Technologie
(Vorsitzender)

– **Peter Rasper**

SAP SE

– **Dr. Simone Rehm**

Universität Stuttgart

– **Dr. Arne Rudolph**

IHK Karlsruhe

– **Prof. Peter Schäfer**

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus
Baden-Württemberg

– **Ministerialrat Dr. André Schmandke**

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
Baden-Württemberg

– **Ralf Schneider**

CyberForum e.V.
(Stellv. Vorsitzender)

– **Harald Schöpp**

Soft-in Embedded GmbH

– **Dr. Sandra Schulz**

MTU Aero Engines AG

– **Dr. Andrea Seifert**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

– **Gustav Tuschen**

AVL List GmbH

– **Dr. Marco Ulrich**

ABB AG

– **Axel Voß**

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

– **Alf Henryk Wulf**

VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik und
Informationstechnik e.V.)

Impressum und Bildnachweise

Herausgeber

FZI Forschungszentrum Informatik

Stiftung des bürgerlichen Rechts

Haid-und-Neu-Str. 10-14

76131 Karlsruhe

Tel: +49 721 9654-0

E-Mail: fzi@fzi.de

www.fzi.de

Stand: 13. Mai 2024

Bildnachweis

Titelbild, Seite 43, 47, 56: Sandra Göttisheim

Seite 5, 46, 48, 49, 50, 53: Paul Gärtner

Seite 9: ipopba – Adobe Stock

Seite 10: sirichai – Adobe Stock

Seite 15: desinko – Adobe Stock

Seite 18: ronstik – Adobe Stock

Seite 21: apinan – Adobe Stock

Seite 22: New Africa – Adobe Stock

Seite 23: Feodora – Adobe Stock

Seite 27: Sven Ochs

Seite 28: Dennis Dorwarth

Seite 30: Gorodenkoff – Adobe Stock

Seite 33: ZayNyi – Adobe Stock

Seite 34: metamorworks – Adobe Stock

Seite 39: eventfotografen.berlin

Seite 45: Peter Sonnabend

Seite 46: FZI

Seite 58 (Foto Prof. Beckert): KIT, Andreas Drollinger

— **FZI FORSCHUNGSZENTRUM INFORMATIK**

**HAID-UND-NEU-STR. 10 – 14
76131 KARLSRUHE**

www.fzi.de



FZI Forschungszentrum Informatik
Stiftung des bürgerlichen Rechts
Bilanz zum 31.12.2023

A K T I V A

P A S S I V A

	2023 EUR	2022 EUR		2023 EUR	2022 EUR
A. Anlagevermögen			A. Stiftungskapital		
I. Immaterielle Vermögensgegenstände			Dotationskapital	110.000,00	110.000,00
1. Software	114.000,80	159.298,50			
II. Sachanlagen			B. Rücklage für Gebäude	4.500.000,00	4.500.000,00
1. Technische Anlagen	156.772,21	181.623,65			
2. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	1.545.452,39	1.394.328,59	C. Sonderposten für Zuschüsse		
3. Geleistete Anzahlungen und technische Anlagen im Bau	0,00	0,00	1. Sonderposten für Investitionszuschüsse	281.340,66	347.518,62
III. Finanzanlagen			2. Sonderposten für Aufwandszuschüsse	8.266.760,13	7.207.669,82
1. Beteiligungen	272.392,60	239.058,60		8.548.100,79	7.555.188,44
2. Festgeld Dotationskapital	110.000,00	110.000,00	D. Rückstellungen	1.829.100,00	1.736.400,00
-davon Grundstockvermögen 110.000,00 €					
	2.198.618,00	2.084.309,34	E. Verbindlichkeiten		
B. Umlaufvermögen			1. Erhaltene Anzahlungen	177.665,00	377.856,36
I. Vorräte			2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	617.308,99	231.521,75
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	9.201,47	9.377,56	3. Verbindlichkeiten gegenüber Unternehmen, mit denen ein		
2. unfertige Leistungen	92.300,00	192.600,00	Beteiligungsverhältnis besteht	68.802,30	0,00
3. Geleistete Anzahlungen	30.213,76	37.985,49	4. Sonstige Verbindlichkeiten	1.308.261,20	612.195,59
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				2.172.037,49	1.221.573,70
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	1.832.889,57	1.044.787,36			
2. Noch nicht zugeflossene Zuschüsse (antizipativ)	7.820.349,45	5.853.444,19	F. Rechnungsabgrenzungsposten	1.102.320,60	64.992,46
3. Noch nicht abgerufene Mittel aus der institutionellen Förderung	927.665,00	2.000.000,00			
4. Forderungen gegen Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	200.104,34	152.962,38			
5. Sonstige Vermögensgegenstände	254.545,32	203.761,33			
III. Kassenbestand und Guthaben bei Kreditinstitut (zweckgebunden)					
	4.700.162,75	3.438.343,82			
	15.867.431,66	12.933.262,13			
C. Rechnungsabgrenzungsposten					
	195.509,22	170.583,13			
	18.261.558,88	15.188.154,60		18.261.558,88	15.188.154,60
	=====	=====		=====	=====

FZI Forschungszentrum Informatik
Stiftung des bürgerlichen Rechts

**Gewinn- und Verlustrechnung für die Zeit vom
01. Januar bis 31. Dezember 2023**

		2023 EUR	2022 EUR
1.	Umsatzerlöse	5.566.352,12	4.421.873,60
2.	Projektzuwendungen und Spenden	22.577.450,76	18.705.366,81
3.	Institutionelle Förderung	3.369.635,92	3.391.457,92
4.	Bestandsveränderungen	-100.300,00	107.400,00
5.	Aufwand zur Einstellung in Sonderposten für Investitionszuschüsse	0,00	0,00
6.	Erträge aus Auflösung des Sonderpostens für Investitionen	66.177,96	76.843,53
7.	Aufwand zur Einstellung in den Sonderposten für Aufwandszuschüsse	-1.059.090,31	-176.050,18
8.	Sonstige betriebliche Erträge	<u>31.473,14</u>	<u>163.363,28</u>
	Betriebliche Erträge	30.451.699,59	26.690.254,96
9.	Materialaufwand		
	a.) Aufwendungen für Roh-, Hilfs- u. Betriebsstoffe	662.202,26	330.921,69
	b.) Aufwendungen für bezogene Leistungen	<u>1.787.275,55</u>	<u>1.091.510,86</u>
		2.449.477,81	1.422.432,55
10.	Personalaufwand		
	a.) Löhne und Gehälter	18.063.239,48	16.382.994,88
	b.) soziale Abgaben	<u>4.612.074,00</u>	<u>4.200.861,60</u>
	- davon für Altersvorsorge	1.202.695,74 €	20.583.856,48
	Vorjahr (1.127.109,49 €)	22.675.313,48	
11.	Abschreibung auf immaterielle Vermögens- gegenstände und Sachanlagen	1.067.083,88	1.087.346,98
12.	Abschreibung auf Finanzanlagen	0,00	0,00
13.	Sonstige betriebliche Aufwendungen	4.265.922,61	3.589.609,88
14.	Zinsen und ähnliche Erträge	6.807,41	820,56
15.	Zinsen und ähnliche Aufwendungen	234,14	7.062,63
	- davon Aufwendungen aus der Abzinsung	0,00 €	
	Vorjahr (0,00 €)	(0,00 €)	
16.	Sonstige Steuern	<u>475,08</u>	<u>767,00</u>
17.	Jahresergebnis	0,00 ====	0,00 ====