

Software Campus

ABSCHLUSSBERICHT
DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Dokumentenhistorie

<i>Datum (dd.mm.yyyy)</i>	<i>Ver- sion</i>	<i>Autor</i>	<i>Kommentare</i>
2.12.2025	1.0	Alexander Nouak	Initiale Version
24.2.2026	1.1	Alexander Nouak	Ergänzungen und Erweiterungen
25.2.2026	1.2	Alexander Nouak	Executive Summary, Anhang: Publikationsliste
9.3.2026	1.3	Alexander Nouak	Finalisierung
16.3.2026	1.4	Alexander Nouak	Logotausch BMBF -> BMFTR

Kontaktinformationen der Verfasser

<i>Name</i>	<i>Organisation</i>	<i>E-Mail-Adresse</i>	<i>Telefonnummer</i>
Alexander Nouak	Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie	alexander.nouak@iuk.fraunhofer.de	+49-30-7261566-10

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	5
1 Zielstellung des Rahmenvorhabens und Beitrag zu den förderpolitischen Zielen	6
2 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
3 Planung und Ablauf des Vorhabens	7
4 Darstellung der Ergebnisse des Rahmenvorhabens (Metadaten)	8
4.1 Anzahl der Fraunhofer-Teilnehmenden und Mikroprojekte	8
4.2 Verteilung auf die Fraunhofer-Institute	9
4.3 Geschlechterverteilung	9
4.4 Laufzeiten und Fördersummen	9
4.5 Abschlussquote	9
4.6 Veröffentlichungen	9
5 Fortschreibung des Verwertungsplans	10
5.1 Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte	10
5.2 Ausgewählte wirtschaftliche Erfolgsaussichten	10
5.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten	10
5.4 Anschlussfähigkeit für weitere Vorhaben	11
6 Darstellung nicht abgeschlossener Projekte	12
7 Präsentationen des Vorhabens im öffentlichkeitswirksamen Rahmen	12
8 Einhaltung von Zeit- und Mittelvorgaben	13
9 Schlussbemerkung	13
Anhang A: Publikationsliste	14
Anhang B: Kurzvorstellung ausgewählter Mikroprojekt	17
SecuCheck – Effortless generation of security checkers	17
DoDo – Verbesserung von DevOps-Praktiken durch Reifegradmodelle und Metriken	18
DAITA – Framework für die Analyse und Anreicherung von Testdaten bei KI-basierten Komponenten	19
Cortado – Interactive Process Discovery – Hybride Intelligenz in der Prozessentdeckung	20
XAI4Sec – Erklärbare und verlässliche sicherheitskritische ML-Systeme	21

Allgemeine Informationen

Zuwendungsempfänger: Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Förderkennzeichen: 16IS17047

Laufzeit des Vorhabens: 1.11.2017 – 30.6.2025

Berichtszeitraum: 1.11.2017 – 30.6.2025

Berichtstermin: 31.3.2026

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen 16IS17047 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

DOI: <https://doi.org/10.34657/32515>

Handle: <https://oa.tib.eu/renate/handle/123456789/33447>

Executive Summary

Das Rahmenvorhaben **Software Campus 2.0** wurde bei der Fraunhofer-Gesellschaft im Zeitraum vom 1. November 2017 bis zum 30. Juni 2025 durchgeführt. Ziel war die Förderung hochqualifizierter Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler im Bereich der Informatik und softwareintensiven Technologien durch eigenverantwortlich geleitete Mikroprojekte in Verbindung mit einem strukturierten Qualifizierungs- und Mentoringprogramm.

Im Förderzeitraum wurden an der Fraunhofer-Gesellschaft insgesamt **21 Mikroprojekte** durchgeführt. Davon wurden **20 Projekte erfolgreich abgeschlossen**, ein Projekt wurde im Einvernehmen mit dem Projektträger vorzeitig beendet. Die Abschlussquote beträgt somit **95 Prozent**.

Die Projekte wurden an sechs Fraunhofer-Instituten realisiert und waren überwiegend durch Promovierende getragen. Die durchschnittliche Laufzeit betrug rund 20 Monate. Die bewilligten Mittel wurden zweckgebunden eingesetzt; Beanstandungen hinsichtlich der Mittelverwendung sind nicht bekannt.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse spiegeln sich in einer Vielzahl hochwertiger Veröffentlichungen wider. Die im Rahmen der Mikroprojekte entstandenen Arbeiten wurden unter anderem auf international renommierten Konferenzen sowie in begutachteten Fachzeitschriften publiziert. Eine Übersicht der verfügbaren Publikationen ist im Anhang beigefügt.

Neben der wissenschaftlichen Exzellenz trug das Vorhaben wesentlich zur Qualifizierung des Führungsnachwuchses im Bereich der digitalen Technologien bei. Die Mikroprojekte ermöglichten es den Teilnehmenden, wissenschaftliche Fragestellungen mit praxisnahen Anwendungsbezügen zu verbinden und frühzeitig Verantwortung in FuE-Kontexten zu übernehmen.

Insgesamt wurde das Rahmenvorhaben trotz pandemiebedingter Herausforderungen ordnungsgemäß umgesetzt und leistete einen substanziellen Beitrag zu den förderpolitischen Zielsetzungen des Bundes im Bereich IT-Nachwuchsförderung und Technologietransfer.

1 Zielstellung des Rahmenvorhabens und Beitrag zu den förderpolitischen Zielen

Der Software Campus ist eines der zentralen deutschen Qualifizierungsprogramme zur Förderung von Führungsnachwuchs im Bereich der Informatik und softwareintensiven Technologien. Ziel des Rahmenvorhabens war es, hochqualifizierte Master- und Promotionsstudierende an der Schnittstelle von IT-Forschung und Industrie an zukünftige Führungs-, Innovations- und unternehmerische Aufgaben heranzuführen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollten befähigt werden, sowohl wissenschaftliche als auch wirtschaftliche Anforderungen in technologieorientierten Organisationen zu verstehen und ihre Forschungsideen in einem realitätsnahen Projektumfeld eigenverantwortlich umzusetzen.

Das Vorhaben leistete damit einen wesentlichen Beitrag zur Hightech-Strategie der Bundesregierung, insbesondere durch:

- **Aufbau von Führungskompetenzen** im IT-Kontext, einschließlich Projekt-, Team- und Selbstmanagement.
- **Verzahnung von Forschung und Industrie**, um innovationsorientierte Karrierewege zu eröffnen und den Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in wirtschaftliche Anwendungen zu stärken.
- **Stärkung der Attraktivität des Standortes Deutschland** für IT-Talente, insbesondere angesichts eines weiterhin ausgeprägten Fachkräftemangels im digitalen Sektor.
- **Förderung von Diversität und Internationalität** im IT-Führungsnachwuchs.

Durch die eigenverantwortliche Durchführung eines geförderten Mikroprojekts, flankiert von erstklassigen Führungstrainings und einem hochrangigen Mentoring durch Industriepartner, wurden die Teilnehmenden schrittweise an Aufgaben herangeführt, die typischerweise in Führungspositionen der Wirtschaft, in Start-ups oder in wissenschaftsnahen Leitungsfunktionen auftreten.

2 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Rahmenvorhaben wurde in enger Kooperation zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft e. V., der Talentik GmbH als Management- und Koordinationspartner sowie den beteiligten ungeförderten Industrie- und Forschungspartnern durchgeführt.

Rolle der Talentik GmbH

Talentik war für die Gesamtkoordination des Programms verantwortlich. Dazu gehörten insbesondere die Organisation der Auswahlverfahren, die Abstimmung der Trainingsmaßnahmen, das Mentoring-Programm, die Kommunikations- und Netzwerkaktivitäten sowie die laufende Betreuung der Programmkohorten. Die Zusammenarbeit war durchgängig eng, effizient und konstruktiv. Alle relevanten Prozesse – von der Bewerbung über die Auswahl bis hin zur Projektfreigabe – wurden gemeinsam abgestimmt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Zusammenarbeit mit Industriepartnern

Die ungeförderten Industriepartner stellten Mentoren, führten Trainings und Workshops durch und begleiteten die Mikroprojekte fachlich. Sie trugen zudem zur Finanzierung der Verwaltungskosten des Programms bei und ermöglichten den Teilnehmenden einen Einblick in unternehmensstrategische, wirtschaftliche und technologische Fragestellungen. Über die Projektlaufzeit hinweg kam es zu verschiedenen Wechseln im Partnerkreis, da Engagement und personelle Verfügbarkeit der beteiligten Unternehmen unterschiedlich ausgeprägt waren. Gleichwohl blieb die Partnerschaft als Ganzes tragfähig und leistungsfähig.

Zusammenarbeit mit Forschungspartnern

Die Forschungspartner – darunter Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – unterstützten das Vorhaben durch die Betreuung der wissenschaftlichen Arbeiten, die Begutachtung der Mikroprojektanträge, die Bereitstellung der Forschungsinfrastruktur sowie die Kommunikation des Programms an geeignete Bewerberinnen und Bewerber. Aufseiten der Fraunhofer-Gesellschaft erfolgte die Durchführung der Mikroprojekte an den jeweils beteiligten Instituten eigenverantwortlich innerhalb des Rahmenvorhabens.

Die Zusammenarbeit aller beteiligten Stellen war insgesamt reibungslos und konstruktiv. Die unterschiedlichen Rollen – strategische Koordination (Talentik), wissenschaftliche Betreuung (Forschungspartner) und wirtschaftliche Perspektive (Industriepartner) – ergänzten sich und bildeten die Grundlage für den Erfolg des Programms.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Rahmenvorhaben Software Campus 2.0 erstreckte sich über den Zeitraum vom **1. November 2017 bis zum 30. Juni 2025** und knüpfte unmittelbar an die Strukturen der vorhergehenden Projektphase an. Die etablierten Prozesse des Programms wurden fortgeführt und kontinuierlich weiterentwickelt, insbesondere auf Grundlage der regelmäßigen Evaluationen und der Rückmeldungen der Partner.

Der Ablauf gliederte sich – wie bereits in der vorangegangenen Förderphase – in mehrere aufeinanderfolgende Schritte:

1. Vorbereitungsphase

In dieser Phase wurden die Programminhalte kommuniziert, Informationsmaterial überarbeitet, potenzielle Bewerberinnen und Bewerber angesprochen sowie die Auswahltage organisatorisch vorbereitet. Aufseiten der Forschungspartner erfolgte die interne Abstimmung über die Betreuungskapazitäten und die Einbettung der Mikroprojekte.

2. Bewerbungsphase

Die Bewerbungsphase erstreckte sich jeweils über mehrere Wochen und diente der Erstellung und Einreichung der Projektentwürfe der Studierenden. Diese mussten sowohl eine wissenschaftlich tragfähige Fragestellung als auch einen praxisrelevanten Anwendungsbezug aufweisen.

3. Auswahlphase

Die eingereichten Anträge wurden in einem zweistufigen Verfahren begutachtet:

- zunächst durch ein wissenschaftliches Review der Forschungspartner,
- anschließend durch die Fachbereiche der Industriepartner, die insbesondere die wirtschaftliche Relevanz und Umsetzbarkeit der Vorhaben bewerteten.

Ein Lenkungsausschuss traf auf dieser Grundlage die endgültige Auswahl. In den Jahren 2018 und 2019 fanden jeweils zwei Auswahlrunden statt; ab 2020 erfolgte wieder eine jährliche Auswahlrunde.

4. Aufnahmephase

Nach der Entscheidung erhielten die ausgewählten Kandidatinnen und Kandidaten die formelle Aufnahmebestätigung. Die Vorhaben wurden mit Unterstützung der Forschungspartner finalisiert und – nach Entsperrung durch die Programmkoordination – in die Projektdurchführung überführt.

5. Durchführung der Mikroprojekte

Die Durchführung erfolgte an den beteiligten Forschungseinrichtungen im Rahmen des Gesamtvorhabens. Die Projektlaufzeiten variierten je nach Umfang des Mikroprojekts. Promovierende nutzten in der Regel das volle Budget, während Projekte von Masterstudierenden kürzer und mit geringeren Mitteln ausgestattet waren.

Während der Projektlaufzeit kam es zu mehreren Anpassungen, die durch externe Rahmenbedingungen oder interne Optimierungen ausgelöst wurden:

- **Corona-Pandemie (2020–2022)**
Ab 2020 mussten die Auswahltage vollständig in ein Online-Format überführt werden; gleiches galt ab 2021 für die zuvor als Präsenzveranstaltung durchgeführte Roadshow. Die digitalen Formate wurden von Bewerbenden und Partnern sehr gut angenommen und daher dauerhaft beibehalten.
- **Änderungen im Bewerberprofil**
Das Programm erwies sich besonders für Promovierende als attraktiv. Dies führte dazu, dass – bei gleichbleibendem Gesamtbudget – die Zahl der aufgenommenen Teilnehmenden pro Jahrgang sank, da Promovierendenprojekte üblicherweise das maximale Fördervolumen ausschöpften.
- **Administrative Optimierungen**
Zur Entlastung der Forschungspartner wurde der wissenschaftliche Review ab 2021 zeitlich in die Auswahlphase integriert und nachgelagert durchgeführt.
- **Mittelaufstockung 2020 und 2021**
Aufgrund der hohen Nachfrage wurde für diesen Zeitraum eine zusätzliche Mittelbereitstellung vereinbart, um auch in diesen Jahren ausreichend viele Projekte fördern zu können.

Insgesamt konnte das Rahmenvorhaben trotz der genannten Herausforderungen planmäßig umgesetzt werden. Die Prozesse blieben über den gesamten Förderzeitraum hinweg stabil, und alle notwendigen Anpassungen wurden erfolgreich in die bestehenden Strukturen integriert.

4 Darstellung der Ergebnisse des Rahmenvorhabens (Metadaten)

Im Förderzeitraum des Software Campus 2.0 (1. November 2017–30. Juni 2025) wurden an der Fraunhofer-Gesellschaft insgesamt **21 Mikroprojekte** durchgeführt. Damit stellte Fraunhofer für den betrachteten Zeitraum **21 Teilnehmende**, die ihre Projekte eigenverantwortlich an den beteiligten Instituten innerhalb des Rahmenvorhabens realisierten.

4.1 Anzahl der Fraunhofer-Teilnehmenden und Mikroprojekte

Insgesamt wurden 21 Teilnehmende in das Programm aufgenommen.

Davon waren:

- 20 Promovierende
- 1 Masterand

Von den 21 geförderten Projekten wurde ein Mikroprojekt nicht abgeschlossen. Die übrigen 20 Mikroprojekte wurden erfolgreich durchgeführt und zum Abschluss gebracht. Der Abbruchgrund wird in Abschnitt 6 auf Seite 12 dargestellt.

Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung der Mikroprojekte auf die einzelnen Regelphasen:

Regelphase	Anzahl	Beteiligte Institute	Abgeschlossen
2018-I	6	Fraunhofer IEM, IESE (2×), IOSB, IGD (2×)	6
2019-I	2	Fraunhofer IGD, IAIS	1 (1 abgebrochen)
2019-II	1	Fraunhofer IEM	1
2020-I	3	Fraunhofer IESE (2×), IGD	3
2021-I	4	Fraunhofer FIT, IESE, IGD (2×)	4
2022-I	5	Fraunhofer IGD (3×), IEM, IOSB	5
Gesamt	21	6 Institute	20

4.2 Verteilung auf die Fraunhofer-Institute

Die Mikroprojekte verteilten sich auf folgende Fraunhofer-Institute:

- **Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM:** 3 Projekte
- **Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE:** 5 Projekte
- **Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB:** 2 Projekte
- **Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD:** 9 Projekte
- **Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT:** 1 Projekt
- **Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS:** 1 Projekt

4.3 Geschlechterverteilung

Von den 21 Fraunhofer-Teilnehmenden waren 4 Frauen. Dies entspricht einem Anteil von 19 Prozent und liegt leicht über dem durchschnittlichen Frauenanteil der Gesamtprogramme. Eine eigenständige Auswertung der Nationalitäten liegt nicht vor.

4.4 Laufzeiten und Fördersummen

Die durchschnittliche Projektlaufzeit betrug rund 20 Monate. Die Fraunhofer-Mikroprojekte bewegten sich nahe am maximal möglichen Fördervolumen, was auf die überwiegend durch Promovierende beantragten Projekte zurückzuführen ist. Promovierendenprojekte umfassen im Programm regulär höhere Budgets und längere Laufzeiten als Projekte von Masterstudierenden.

4.5 Abschlussquote

Von den insgesamt 21 Mikroprojekten wurde ein Projekt vorzeitig beendet; 20 Projekte wurden erfolgreich abgeschlossen. Die Abschlussquote liegt somit bei 95 Prozent.

4.6 Veröffentlichungen

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Fraunhofer-Mikroprojekte wurden unter anderem in Form von Konferenzbeiträgen und Fachartikeln verwertet.

Eine Liste der verfügbaren Veröffentlichungen wird im Anhang A: Publikationsliste auf Seite 14 des Abschlussberichts bereitgestellt.

5 Fortschreibung des Verwertungsplans

5.1 Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

Für die im Rahmen des Software Campus 2.0 durchgeführten Mikroprojekte der Fraunhofer-Gesellschaft wurden **keine Schutzrechte angemeldet**. Auch aus den Abschlussberichten der Projektleitungen ergeben sich keine Hinweise auf Patentanmeldungen oder sonstige Schutzrechtsverfahren.

Die erzielten Ergebnisse wurden stattdessen überwiegend in Form von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Softwareprototypen, Demonstratoren und methodischen Weiterentwicklungen verwertet.

5.2 Ausgewählte wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Ein zentrales Ziel des Software Campus ist die Förderung von Forschungsvorhaben mit erkennbarem Anwendungsbezug. Die Fraunhofer-Mikroprojekte folgten diesem Anspruch in hohem Maße. Viele Projekte erarbeiteten technische Komponenten, Software-Frameworks oder Datenauswertungsmethoden, die sich grundsätzlich für den Transfer in industrielle Anwendungsfelder eignen.

Zu den typischen wirtschaftlichen Potenzialen, die sich aus den Abschlussberichten ableiten lassen, zählen:

- **Weiterverwendung von entwickelten Algorithmen, Softwaremodulen oder Prototypen** in Industriekooperationen, insbesondere in den Bereichen
 - Künstliche Intelligenz,
 - Sicherheit und vertrauenswürdige Systeme,
 - Erklärungsmethoden,
 - Bild- und Signalverarbeitung,
 - intelligente Produktionsprozesse.
- **Einsatz von Demonstratoren oder Simulationsumgebungen** als Grundlage für Beratungs- und Transferprojekte.
- **Verwendung der Projektergebnisse in Gesprächen mit Industriepartnern**, um technologische Kompetenzen sichtbar zu machen und thematische Anschlussprojekte anzustoßen.
- **Kommerzialisierungspotenzial einzelner Software-Komponenten**, beispielsweise in Form von
 - Erweiterungen bestehender Fraunhofer-Toolchains,
 - Beratungsangeboten,
 - Auftragsforschung mit industrienahen Fragestellungen.

Für einzelne Mikroprojekte ergeben sich – je nach technologischem Reifegrad – zudem Möglichkeiten, Ergebnisse in zukünftige Produktlinien, interne Werkzeuge oder Entwicklungsmethoden einzubetten. In den Abschlussberichten finden sich Hinweise darauf, dass insbesondere KI-basierte Methoden, Sicherheitsanwendungen, Lernsysteme und optimierungsbasierte Ansätze über das Mikroprojekt hinaus weiter genutzt wurden.

5.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten

Die Fraunhofer-Projekte zeichnen sich durch eine starke Forschungsorientierung aus, sodass die Mehrzahl der Ergebnisse **nach Projektende weitergeführt** wurde oder dafür geeignet ist. Die

Abschlussberichte enthalten Hinweise auf verschiedene wissenschaftliche Anschlussmöglichkeiten:

- **Weiterführung der Projektinhalte im Rahmen von Promotionen**, wobei Forschungsergebnisse häufig direkt in Dissertationen einfließen.
- **Nutzung von Softwareartefakten, Frameworks und Datensätzen** in nachfolgenden Forschungsarbeiten an den beteiligten Fraunhofer-Instituten.
- **Integration von Methoden oder Demonstratoren** in interne Laborumgebungen oder Evaluationsplattformen.
- **Verwendung der entwickelten Ansätze in neuen wissenschaftlichen Fragestellungen**, etwa im Kontext von
 - erklärbarer KI,
 - Sicherheitsanalyse,
 - Datenverarbeitung für Edge- und Cloudsysteme,
 - Optimierung technischer Prozesse,
 - interaktiven oder lernenden Systemen.

Die Ergebnisse sind darüber hinaus **anschlussfähig für Lehrveranstaltungen**, insbesondere dort, wo Softwareprototypen, Visualisierungen, Datensätze oder Evaluationsverfahren entstanden sind.

Für mehrere Projekte besteht zudem Potenzial zur Weiterentwicklung im Rahmen von:

- BMFTR- oder EU-geförderten Forschungsverbänden,
- internen Fraunhofer-FuE-Initiativen,
- Kooperationsformaten mit Industriepartnern,
- Aufbau oder Erweiterung institutsinterner Kompetenzzentren.

5.4 Anschlussfähigkeit für weitere Vorhaben

Viele der Fraunhofer-Mikroprojekte weisen strukturell die Voraussetzungen auf, um in weiterführende Forschungsvorhaben überführt zu werden. Die technologischen Grundlagen – etwa Algorithmen, Systemarchitekturen, Entwicklungswerkzeuge oder Datenschnittstellen – stellen oft direkt verwertbare Ausgangspunkte dar.

Typische Anschlussoptionen umfassen:

- **Ausbau der entwickelten Prototypen** zu robusteren Forschungssystemen im Rahmen größerer nationaler oder europäischer Projekte.
- **Integration einzelner Komponenten** in institutsweite Softwareplattformen oder Demonstratoren.
- **Vertiefung der Methoden im Rahmen thematisch angrenzender Forschungsinitiativen**, insbesondere in den Bereichen
 - KI und maschinelles Lernen,
 - Sicherheit, Privacy und vertrauenswürdige Systeme,
 - Mensch-Maschine-Interaktion,
 - digitale Zwillinge und simulationsbasierte Entwicklung,
 - datengetriebene Optimierung.

- **Kooperationsprojekte mit Industriepartnern**, in denen die Mikroprojektergebnisse als Basis für explorative Pilotanwendungen dienen können.

Die Abschlussberichte zeigen, dass mehrere Projekte Konzepte entwickelt haben, die eine spätere Überführung in Verbundforschung oder anwendungsorientierte Transferprojekte ermöglichen. Damit wird eine wesentliche Zielstellung des Software Campus – das frühzeitige Heranführen von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern an innovationsorientierte FuE – erfüllt.

6 Darstellung nicht abgeschlossener Projekte

Im Rahmen des Software Campus 2.0 blieb ein Mikroprojekt unvollständig. Das Projekt **Answer-KiNG** am Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS wurde zum **31. August 2021** beendet.

Aus den vorliegenden Zwischenberichten des Projekts und der Korrespondenz mit dem Projektträger ergeben sich folgende dokumentierte Gründe:

- Die COVID-19-Pandemie führte zu Verzögerungen und organisatorischen Einschränkungen während der Durchführung.
- Der ursprüngliche Projektleiter verließ das Institut, ohne den Projektträger über den Weggang und die Sicherstellung der weiteren Projektleitung zu informieren.
- Die Projektleitung wurde daraufhin durch einen neuen Mitarbeiter übernommen, womit die für das Programm erforderliche Kontinuität der Projektverantwortung nicht mehr gegeben war.
- Der Projektträger stellte fest, dass damit die Zielsetzung der Fördermaßnahme nicht mehr erfüllt werden konnte, da das Mikroprojekt nicht mehr durch die ursprünglich ausgewählte teilnehmende Person fortgeführt wurde.
- Das Projekt wurde daraufhin im Einvernehmen mit dem Projektträger zum 31. August 2021 beendet und als nicht erfolgreich abgeschlossen gewertet.

Trotz des vorzeitigen Abbruchs entstanden im Projekt mehrere technische Komponenten, darunter ein deutsches Machine-Reading-Comprehension-System (MRC), ein Document-Retriever/Reader-Prototyp sowie ein Web-Interface, die grundsätzlich Potenzial für eine spätere wissenschaftliche Weiterverwendung aufweisen.

7 Präsentationen des Vorhabens im öffentlichkeitswirksamen Rahmen

Im Rahmen des Software Campus 2.0 wurden die wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse der an der Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführten Mikroprojekte in geeigneten fachlichen Zusammenhängen aufgegriffen und weitervermittelt. Eine vollständige retrospektive Erhebung aller Einzelpräsentationen ist aufgrund der dezentralen Projektstruktur nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund kann keine vollständige Übersicht über konkrete Präsentationen bereitgestellt werden. Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass die im Software Campus entwickelten Arbeiten insbesondere in folgenden Formaten vorgestellt wurden:

- **wissenschaftliche Fachkonferenzen**, Workshops und Symposien der jeweiligen Forschungsgebiete,
- **interne und externe Fachveranstaltungen** der beteiligten Fraunhofer-Institute sowie kooperierender Forschungseinrichtungen,
- **institutsinterne Kolloquien**, Promotionsseminare und fachliche Austauschformate,
- **Demonstrationen von Prototypen und Softwarekomponenten** im Rahmen von Kooperationen mit Industriepartnern.

Die im Rahmen der Mikroprojekte erzielten Ergebnisse wurden häufig in wissenschaftlichen Veröffentlichungen aufgegriffen und damit einer breiteren Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Verbreitung der Ergebnisse erfolgte somit überwiegend über etablierte wissenschaftliche Kommunikationswege und entspricht der Zielsetzung des Software Campus, forschungsbasierte Innovationen sichtbar zu machen und den wissenschaftlichen Nachwuchs an fachliche Führungstätigkeiten im FuE-Kontext heranzuführen.

8 Einhaltung von Zeit- und Mittelvorgaben

Der Bewilligungszeitraum des Rahmenvorhabens Software Campus 2.0 bei der Fraunhofer-Gesellschaft erstreckte sich vom 1. November 2017 bis 31. Oktober 2023 und wurde anschließend bis zum 30. Juni 2025 verlängert. Die Verlängerung diente der ordnungsgemäßen Durchführung und administrativen Abwicklung der laufenden Mikroprojekte.

Die im Rahmen des Vorhabens durchgeführten Mikroprojekte wurden überwiegend innerhalb der vorgesehenen Laufzeiten realisiert. In einzelnen Fällen kam es zu kostenneutralen Laufzeitverlängerungen, insbesondere infolge pandemiebedingter Einschränkungen während der Jahre 2020 und 2021. Diese Verlängerungen betrafen einzelne Mikroprojekte und erfolgten im Einklang mit den jeweiligen förderrechtlichen Vorgaben.

Von insgesamt 21 geförderten Mikroprojekten wurde ein Projekt vorzeitig beendet. Die Beendigung erfolgte in Abstimmung mit dem Projektträger zum 31. August 2021. Alle übrigen Projekte wurden planmäßig abgeschlossen.

Die bewilligten Mittel wurden entsprechend der Förderbedingungen zweckgebunden eingesetzt. Die Mittelverwendung erfolgte im Rahmen der jeweiligen Projektlaufzeiten und gemäß den geltenden administrativen und haushaltsrechtlichen Vorgaben. Beanstandungen hinsichtlich der Mittelverwendung sind nicht bekannt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Rahmenvorhaben Software Campus 2.0 bei der Fraunhofer-Gesellschaft unter Berücksichtigung der pandemiebedingten Rahmenbedingungen ordnungsgemäß durchgeführt und administrativ abgewickelt wurde.

9 Schlussbemerkung

Mit dem Rahmenvorhaben Software Campus 2.0 hat die Fraunhofer-Gesellschaft in der Laufzeit vom 1. November 2017 bis 30. Juni 2025 insgesamt 21 Mikroprojekte erfolgreich begleitet und damit einen substanziellen Beitrag zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien geleistet.

Die hohe Abschlussquote von 95 Prozent unterstreicht die Wirksamkeit des Programms. Die im Rahmen der Mikroprojekte erzielten Ergebnisse reichen von methodischen Weiterentwicklungen über prototypische Implementierungen bis hin zu vielfach ausgezeichneten wissenschaftlichen Publikationen. Sie tragen zur Stärkung der technologischen Kompetenz der beteiligten Fraunhofer-Institute bei und sind anschlussfähig für weiterführende FuE-Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene.

Besonders hervorzuheben ist die Verzahnung von wissenschaftlicher Exzellenz, industrieller Relevanz und persönlicher Qualifizierung der Teilnehmenden. Das Programm hat maßgeblich dazu beigetragen, junge Informatikerinnen und Informatiker frühzeitig an verantwortungsvolle Aufgaben im FuE-Umfeld heranzuführen und ihre fachliche wie auch persönliche Entwicklung zu unterstützen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Rahmenvorhaben bei der Fraunhofer-Gesellschaft trotz pandemiebedingter Herausforderungen ordnungsgemäß umgesetzt wurde und die förderpolitischen Zielsetzungen in hohem Maße erfüllt wurden.

Anhang A: Publikationsliste

- Boutros, F., Damer, N., Fang, M., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2022). Low-resolution Iris Recognition via Knowledge Transfer. In Proc. International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG), pp. 293–300. <https://dl.gi.de/items/bc3a9ceb-15c1-4992-8610-7c7a59b31d76>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2022). SFace: Privacy-friendly and Accurate Face Recognition using Synthetic Data. In Proc. IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB), pp. 1–11. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10007961>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2022). QuantFace: Towards Lightweight Face Recognition by Synthetic Data Low-bit Quantization. In Proc. International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pp. 855–862. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9955645>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Huber, M., Siebke, P., Rieber, T., & Damer, N. (2023). Synthetic data for face recognition: Current state and future prospects. *Image and Vision Computing*, 135, 104688. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2023.104688>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Fang, M., Klemt, M., Fu, B., & Damer, N. (2023). CR-FIQA: Face Image Quality Assessment by Learning Sample Relative Classifiability. In Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 5836–5845. https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2023/html/Boutros_CR-FIQA_Face_Image_Quality_Assessment_by_Learning_Sample_Relative_Classifiability_CVPR_2023_paper.html
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Siebke, P., Klemt, M., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2023). Unsupervised Face Recognition using Unlabeled Synthetic Data. In Proc. IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG), pp. 1–8. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10042627>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Boutros, F., Klemt, M., Fang, M., Kuijper, A., & Damer, N. (2023). ExFaceGAN: Exploring Identity Directions in GAN's Learned Latent Space for Synthetic Identity Generation. In Proc. IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB). <https://arxiv.org/abs/2307.05151>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Cormier, M., Yi, C. N. Z., Specker, A., Blaß, B., Heizmann, M., & Beyerer, J. (2024). Leveraging Thermal Imaging for Robust Human Pose Estimation in Low-Light Vision. In Proc. Asian Conference on Computer Vision (ACCV), pp. 67–83.
Projekt: THERMISCH-PE | Projektleiter: Mickael Cormier
- Cormier, M., Specker, A., & Beyerer, J. (2025). UPPET: Unified Pedestrian Pose Estimation in Thermal Imaging. In Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 4551–4560.
Projekt: THERMISCH-PE | Projektleiter: Mickael Cormier
- Das, P. et al. (2023). Sclera Segmentation and Joint Recognition Benchmarking Competition: SSRBC 2023. In Proc. IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB). [Accepted]
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Ferreira, S., Mueller-Roemer, J. S., & Weber, D. (2024). Projection-Based Handling of Contact Constraints. Poster presented at ACM SIGGRAPH 2024, Denver, CO, USA, 28 July – 1 August 2024. <https://doi.org/10.1145/3641234.3671075>
Projekt: GPU-QP | Projektleiter: Stephanie Ferreira
- Ferreira, S., Schulz, T., Besler, S., Mueller-Roemer, J. S., & Weber, D. (2024). GPU-beschleunigte automatische Kontakterkennung. In Proc. Konferenz für Berechnung & Simulation im Engineering (NAFEMS DACH 2024), Bamberg, 12. Juni 2024. https://www.nafems.org/publications/resource_center/dach24-pres-61/
Projekt: GPU-QP | Projektleiter: Stephanie Ferreira
- Huber, M., Boutros, F., Kirchbuchner, F., & Damer, N. (2023). [1] Uncertainty-based quality estimation for face verification. In Proc. 11th International Workshop on Biometrics and Forensics (IWBF), Barcelona, Spain.
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber

- Huber, M., Boutros, F., Kirchbuchner, F., & Damer, N. (2023). [2] Explainability of bias in face recognition via saliency maps. In Proc. European Signal Processing Conference (EUSIPCO), Helsinki, Finland.
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber
- Huber, M., Boutros, F., Kirchbuchner, F., & Damer, N. (2024). [3] xSSAB: Explainable Sign-Similarity Attention for Biometric Verification. In Proc. IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Waikoloa, USA.
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber
- Huber, M., Boutros, F., Kirchbuchner, F., & Damer, N. (2024). [4] Bias analysis via explainability methods in face recognition. In Proc. 18th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG), Istanbul, Turkey.
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber
- Huber, M., & Damer, N. (2025). Beyond Spatial Explanations: Explainable Face Recognition in the Frequency Domain. In Proc. IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV 2025). <https://doi.org/10.1109/WACV61041.2025.00108>
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber
- Huber, M., Boutros, F., & Damer, N. (2025). Frequency Matters: Explaining Biases of Face Recognition in the Frequency Domain. In Computer Vision – ECCV 2024 Workshops, Proceedings Part XXII. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-92089-9_18
Projekt: XAI4Sec | Projektleiter: Marco Huber
- Jöckel, L., Bauer, T., Kläs, M., Hauer, M. P., & Groß, J. (2021). Towards a Common Testing Terminology for Software Engineering and Data Science Experts. In Proc. 22nd International Conference on Product-Focused Software Process Improvement (Profes), Turin, Italy.
Projekt: DAITA | Projektleiter: Lisa Jöckel
- Kläs, M., Jöckel, L., Adler, R., & Reich, J. (2022). Integrating Testing and Operation-related Quantitative Evidences in Assurance Cases to Argue Safety of Data-Driven AI/ML Components. In Proc. Workshop on Artificial Intelligence Safety (SafeAI 2022). <https://arxiv.org/abs/2202.05313>
Projekt: DAITA | Projektleiter: Lisa Jöckel
- Kolf, J. N. et al. (2023). EFaR 2023: Efficient Face Recognition Competition. In Proc. IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB). [Accepted] <https://arxiv.org/pdf/2308.04168v1.pdf>
Projekt: I@E-DL | Projektleiter: Fadi Boutros
- Luu, T. H. et al. (2019). Efficient slicing of Catmull–Clark solids for 3D printed objects with functionally graded material. *Computers & Graphics*, 82, 295–303.
Projekt: 3DMat | Projektleiter: Thu Huong Luu
- Martini, M., Schuster, D., & van der Aalst, W. M. P. (2023). Mining frequent infix patterns from concurrency-aware process execution variants. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 16(10), 2666–2678. <https://doi.org/10.14778/3603581.3603603>
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Pöllabauer, T., Kühn, J., Li, J., & Kuijper, A. (2023). One-to-many Reconstruction of 3D Geometry of cultural Artifacts using a synthetically trained Generative Model. In Proc. Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage (GCH 2023). <https://doi.org/10.2312/gch.20231161>
Projekt: DIFFEDPOSE / BENEFIT | Projektleiter: Thomas Pöllabauer / Julius Kühn
- Pöllabauer, T., Rücker, F., Franek, A., & Gorschlüter, F. (2023). Detection and Pose Estimation of Flat, Texture-Less Industry Objects on HoloLens Using Synthetic Training. In Proc. 23rd Scandinavian Conference on Image Analysis (SCIA 2023), Part II, LNCS. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31438-4_37
Projekt: DIFFEDPOSE / ARRANGE | Projektleiter: Thomas Pöllabauer / Fabian Rücker
- Pöllabauer, T., Knauthe, V., Boller, A., Kuijper, A., & Fellner, D. (2024). Fast Training Data Acquisition for Object Detection and Segmentation using Black Screen Luminance Keying. *Journal of WSCG*. <https://doi.org/10.24132/JWSCG.2024.11>
Projekt: DIFFEDPOSE | Projektleiter: Thomas Pöllabauer
- Schuster, D., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2021). Cortado—an interactive tool for data-driven process discovery and modeling. In Proc. International Conference on Application and Theory of Petri Nets and Concurrency (PETRI NETS), LNCS 12734, pp. 465–475. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76983-3_23
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster

- Schuster, D., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2021). Freezing sub-models during incremental process discovery. In Proc. 40th International Conference on Conceptual Modeling (ER), LNCS 13011, pp. 14–24. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89022-3_2
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Schuster, D., Schade, L., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2022). Visualizing trace variants from partially ordered event data. In Proc. Process Mining Workshops (ICPM), LNBIP 433, pp. 34–46. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98581-3_3
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Schuster, D., Schade, L., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2022). Temporal performance analysis for block-structured process models in Cortado. In Proc. Intelligent Information Systems (CAiSE Forum), LNBIP 452, pp. 110–119. Springer.
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Schuster, D., Föcking, N., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2023). Incremental discovery of process models using trace fragments. In Proc. Business Process Management (BPM), LNCS 14159, pp. 55–73. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-41620-0_4
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Schuster, D., Zerbato, F., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2024). Defining and visualizing process execution variants from partially ordered event data. Information Sciences, 657, 119958. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.119958>
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Schuster, D., van Zelst, S. J., & van der Aalst, W. M. P. (2023). Cortado: A dedicated process mining tool for interactive process discovery. SoftwareX, 22, 101373. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101373>
Projekt: Cortado | Projektleiter: Daniel Schuster
- Terhörst, P., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2020). Privacy Evaluation Protocols for the Evaluation of Soft-Biometric Privacy-Enhancing Technologies. In Proc. International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG).
Projekt: PEG | Projektleiter: Philipp Terhörst
- Terhörst, P., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2020). Learning Privacy-Enhancing Face Representations through Feature Disentanglement. In Proc. IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG).
Projekt: PEG | Projektleiter: Philipp Terhörst
- Terhörst, P., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2020). Beyond Identity: What Information Is Stored in Biometric Face Templates? In Proc. IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB). [IJC 2020 Qualcomm PC Chairs Choice Best Student Paper Award; IJC 2020 Audience's Choice Day 1 Presentation Award]
Projekt: PEG | Projektleiter: Philipp Terhörst
- Terhörst, P., Damer, N., Kirchbuchner, F., & Kuijper, A. (2020). PE-MIU: A Training-Free Privacy-Enhancing Face Recognition Approach Based on Minimum Information Units. IEEE Access.
Projekt: PEG | Projektleiter: Philipp Terhörst
- Trentinaglia, R., Merschjohann, S., Fockel, M., & Eikerling, H. (2023). Eliciting security requirements – an experience report. In Proc. International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ), LNCS, pp. 351–365. Springer Nature Switzerland.
Projekt: S-CUBE | Projektleiter: Roman Trentinaglia
- Weber, D., Mueller-Roemer, J. S., Ferreira, S., Besler, S., & Stork, A. (2023). GPU-accelerated Optimization with Structural Analysis. In Proc. NAFEMS World Congress (NWC 2023), Tampa, Florida, USA. https://www.nafems.org/publications/resource_center/nwc23/0283-extendedabstract/
Projekt: GPU-QP | Projektleiter: Stephanie Ferreira
- Wohlens, B., Strüwer, J.-N., Schreckenberger, F., Barczewicz, F., & Dziwok, S. (2022). A Domain-independent Model for KPI-based Process Management. In Proc. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2022), Production Management and Process Control. <https://doi.org/10.54941/ahfe1001621>
Projekt: DoDo | Projektleiter: Jan-Niclas Strüwer

Anhang B: Kurzvorstellung ausgewählter Mikroprojekte

SecuCheck – Effortless generation of security checkers

Projektleiter: Goran Piskachev/Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM

Laufzeit: 1. November 2018 – 29. Februar 2020

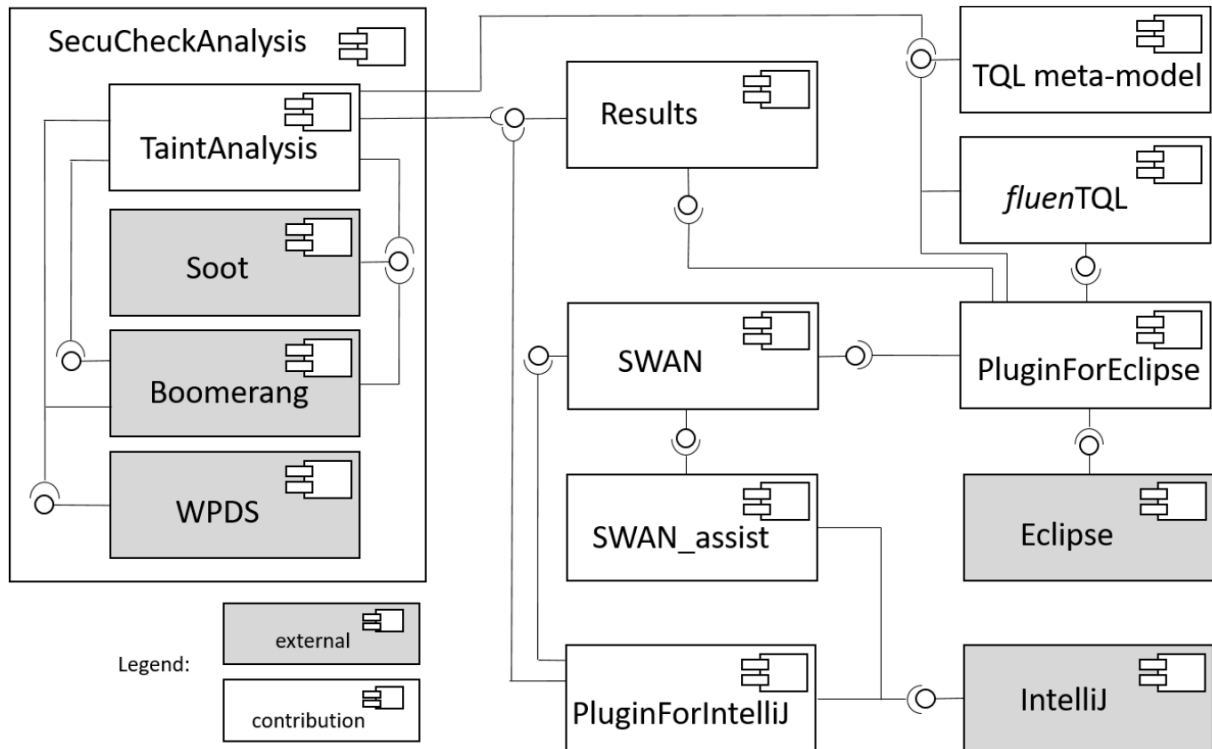


Abbildung 1: Systemarchitektur von SecuCheck mit Integration entwickelter Analysekomponenten in bestehende Werkzeuge und Entwicklungsumgebungen.

Hintergrund und Problemstellung:

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung mechatronischer Systeme steigen die Anforderungen an eine frühzeitige und systematische Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten. In bestehenden Entwicklungsprozessen erfolgt die Sicherheitsbewertung häufig nachgelagert und mit hohem manuellem Aufwand.

Zielsetzung und Lösungsansatz:

Ziel des Mikroprojekts SecuCheck war die Entwicklung eines strukturierten Ansatzes zur Identifikation und Bewertung sicherheitskritischer Eigenschaften softwareintensiver Systeme. Hierzu wurde ein systematisches Prüfverfahren konzipiert, das modellbasierte Analysen mit automatisierten Auswertungsmechanismen kombiniert.

Kernergebnisse:

Im Projekt wurden prototypische Werkzeuge zur Unterstützung der Sicherheitsanalyse entwickelt und anhand repräsentativer Anwendungsszenarien evaluiert. Die Validierung zeigte eine verbesserte Nachvollziehbarkeit sicherheitsrelevanter Entscheidungen sowie Effizienzgewinne gegenüber herkömmlichen Prüfverfahren.

Verwertungsperspektive:

Die entwickelten Methoden sind anschlussfähig an industrielle Entwicklungsprozesse im Bereich sicherheitskritischer Systeme und bieten Potenzial für weiterführende FuE-Projekte im Bereich Security Engineering.

DoDo – Verbesserung von DevOps-Praktiken durch Reifegradmodelle und Metriken

Projektleiter: Jan-Niclas Strüwer / Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM
Laufzeit: 1. Januar 2021 – 31. Dezember 2021

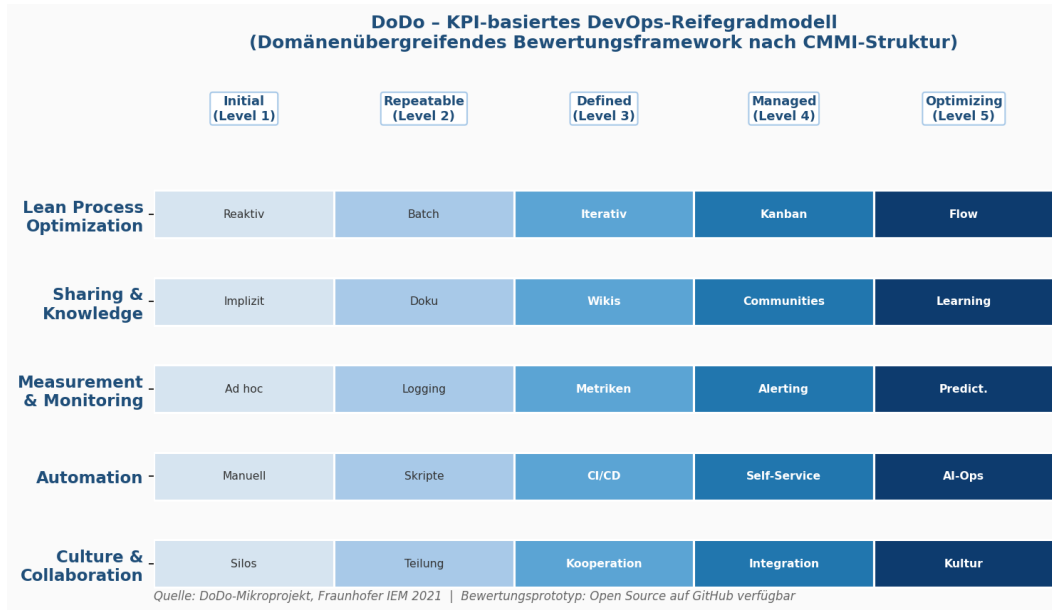


Abbildung 2: Fünfstufiges Reifegradmodell für DevOps-Praktiken – Bewertungsmatrix entlang der CALMS-Dimensionen (Culture, Automation, Lean Process, Measurement, Sharing) von Initial bis Optimizing

Hintergrund und Problemstellung:

Die zunehmende Digitalisierung zwingt Unternehmen dazu, ihre Softwareentwicklung auf DevOps-Praktiken umzustellen. Bestehende Reifegradmodelle und KPI-Frameworks sind jedoch nicht DevOps-spezifisch und orientieren sich zu stark an klassischen Vorgehensmodellen wie CMMI. Darüber hinaus fehlt eine einheitliche Definition des DevOps-Begriffs, was eine strukturierte Bewertung und Verbesserung der DevOps-Adoption erheblich erschwert.

Zielsetzung und Lösungsansatz:

DoDo verfolgte das Ziel, ein domänenübergreifendes, KPI-basiertes Prozessmanagementmodell für DevOps zu entwickeln. Hierzu wurden bestehende Metriken, KPIs und Reifegradmodelle systematisch analysiert und zu einem auf CMMI-Grundlage aufbauenden, DevOps-spezifischen Reifegradmodell verdichtet. Ein Open-Source-Prototyp ermöglicht die Dashboard-basierte Visualisierung und Auswertung der entwickelten Kennzahlen in realen Unternehmensumgebungen.

Kernergebnisse:

Das Projekt lieferte ein validiertes KPI-Modell mit definierten Metriken für DevOps-Reife, ein CMMI-basiertes Reifegradmodell mit DevOps-spezifischen Stufendefinitionen sowie einen Open-Source-Prototypen zur Prozessvisualisierung. Die Ergebnisse wurden in Form von Markdown-Dokumentation und Beispieldaten frei veröffentlicht. Ein konferenzbasierter Fachartikel entstand im Rahmen der AHFE International Conference 2022 (Applied Human Factors and Ergonomics).

Verwertungsperspektive:

Die entwickelten Methoden fließen direkt in die strategische Fachausrichtung des Fraunhofer IEM im Bereich KPI-basiertes Prozessmanagement ein. Erste Gespräche mit Industrieunternehmen zur Piloterprobung des Prototypen wurden noch vor Projektabschluss aufgenommen. Die Konzepte eignen sich insbesondere für mittelständische Unternehmen im Kontext digitaler Transformationsprojekte und werden in Studienarbeiten am IEM weiterentwickelt.

DAITA – Framework für die Analyse und Anreicherung von Testdaten bei KI-basierten Komponenten

Projektleiterin: Lisa Jöckel / Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
Laufzeit: 1. März 2021 – 31. Oktober 2022

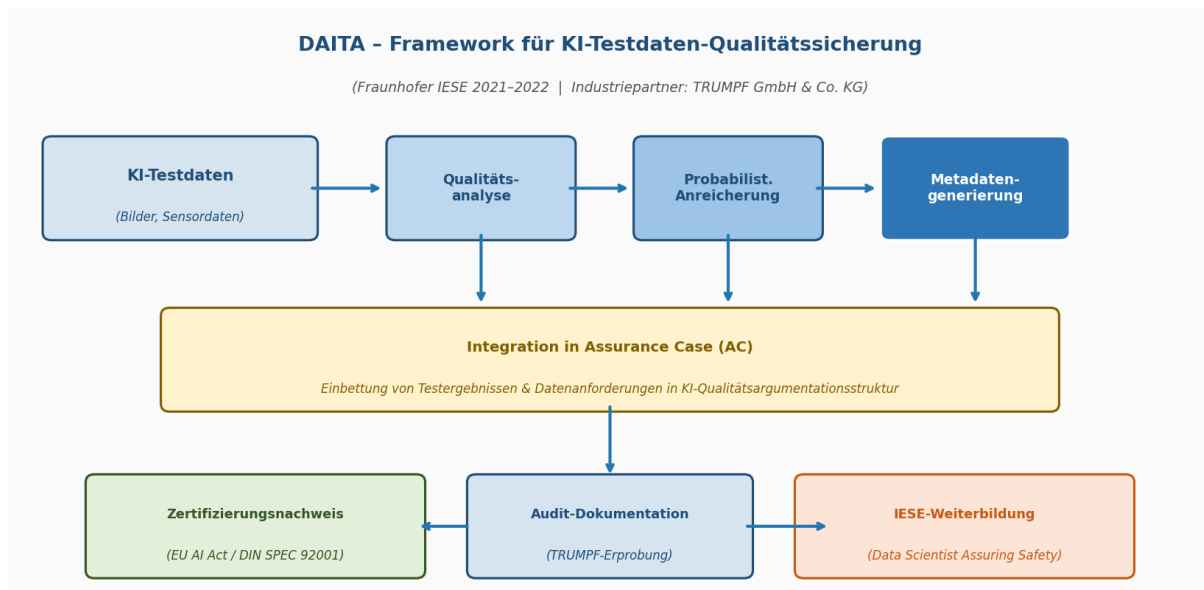


Abbildung 3: Systemarchitektur des DAITA-Frameworks – Qualitätsanalyse und probabilistische Anreicherung von KI-Testdaten als Grundlage für Assurance Cases, Zertifizierungsnachweise und Audit-Dokumentation

Hintergrund und Problemstellung:

Künstliche Intelligenz hält zunehmend Einzug in sicherheitskritische Anwendungsfelder wie das autonome Fahren, industrielle Qualitätssicherung und Medizintechnik. Dort stellt die Qualität der Testdaten eine wesentliche Voraussetzung für die Absicherung und Zertifizierung KI-basierter Komponenten dar. Etablierte Testmethoden aus der klassischen Softwareentwicklung sind für KI-Systeme nicht direkt übertragbar; ein strukturiertes Framework für die Analyse und Anreicherung von Testdaten fehlte bislang.

Zielsetzung und Lösungsansatz:

DAITA zielte auf die Entwicklung eines Frameworks, das Qualitätsanforderungen an Testdaten für KI-Komponenten systematisch erfasst, bewertet und durch probabilistische Bildanreicherung und Metadatengenerierung adressiert. Das Framework wurde konsequent im Kontext von Assurance Cases ausgelegt, um eine spätere Zertifizierung KI-basierter Systeme zu unterstützen. Industriepartner war die TRUMPF GmbH & Co. KG; die Ergebnisse wurden an deren Qualitätssicherungsprozessen erprobt.

Kernergebnisse:

Das Projekt erarbeitete ein Framework zur probabilistischen Bildanreicherung (Augmentation) und Metadatengenerierung sowie ein Konzept zur Einbettung von Testergebnissen in KI-bezogene Assurance Cases. Die Ergebnisse wurden auf zwei internationalen Konferenzen veröffentlicht (PROFES 2021, SafeAI Workshop 2022). Das Framework wurde in einem gemeinsamen Abschlusstreffen mit TRUMPF präsentiert und positiv evaluiert.

Verwertungsperspektive:

Das DAITA-Framework ist unmittelbar anschlussfähig an die Anforderungen der KI-Zertifizierung gemäß EU AI Act und DIN SPEC 92001. Es fließt in das am Fraunhofer IESE angebotene Weiterbildungsprogramm „Data Scientist – Assuring Safety“ ein und bietet insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen ein praxistaugliches Werkzeug für den vertrauenswürdigen KI-Einsatz. Anschlussprojekte im Bereich KI-Qualitätssicherung wurden auf Basis der DAITA-Ergebnisse initiiert.

Cortado – Interactive Process Discovery – Hybride Intelligenz in der Prozessentdeckung

Projektleiter: Daniel Schuster/Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT
Laufzeit: 1. Februar 2022 – 31. Januar 2024

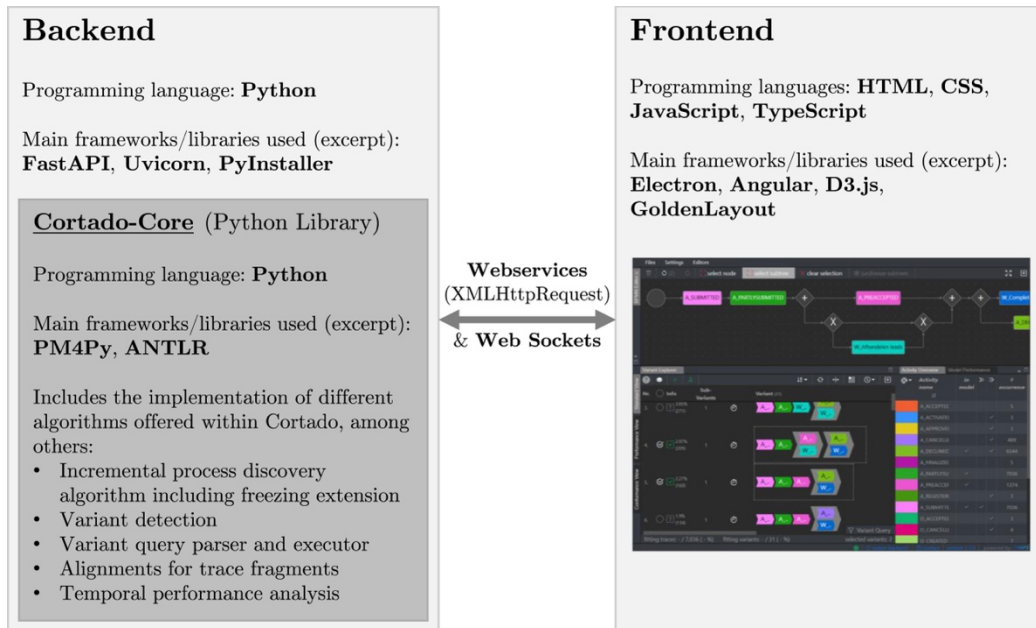


Abbildung 4: Systemarchitektur der im Projekt Cortado entwickelten Plattform. Dargestellt sind die im Rahmen des Mikroprojekts implementierten Kernkomponenten (Cortado-Core) sowie deren Einbettung in eine serviceorientierte Backend- und Frontend-Architektur. Die Abbildung verdeutlicht die technische Umsetzung der entwickelten Algorithmen zur inkrementellen Prozessanalyse und Variantenuntersuchung.

Hintergrund und Problemstellung:

In der modernen Softwareentwicklung und im Qualitätsmanagement entstehen große Mengen an Prozessausführungsdaten (Event Logs), aus denen sich die tatsächlich stattfindenden Geschäftsprozesse rekonstruieren lassen. Bestehende Ansätze des Process Mining erlaubten diese Rekonstruktion bisher nur vollständig automatisiert oder vollständig manuell – eine interaktive, inkrementelle Zusammenarbeit zwischen Mensch und Algorithmus fehlte.

Zielsetzung und Lösungsansatz:

Cortado verfolgte das Ziel, einen hybriden Ansatz zur interaktiven und inkrementellen Prozessentdeckung (Interactive Process Discovery) zu entwickeln, bei dem Domainexpertinnen und -experten gemeinsam mit Algorithmen schrittweise Prozessmodelle aus realen Event-Log-Daten herausarbeiten. Kernelement war die Entwicklung des gleichnamigen Open-Source-Softwareprototypen „Cortado“ sowie neuartiger Algorithmen zur inkrementellen Prozessanalyse und Variantenuntersuchung.

Kernergebnisse:

Das Projekt lieferte eine Reihe neuartiger Algorithmen im Bereich Interactive und Incremental Process Discovery, die auf internationalen Spitzenkonferenzen (u. a. BPM, PETRI NETS, CAiSE, VLDB) veröffentlicht wurden. Der Open-Source-Prototyp Cortado wurde in der Fachzeitschrift SoftwareX publiziert und ist frei verfügbar. Mehrere Bachelor- und Masterarbeiten entstanden im Projektkontext.

Verwertungsperspektive:

Die Projektergebnisse bieten erhebliches Verwertungspotenzial für Unternehmen, die Process-Mining-Technologien einsetzen (z. B. im Qualitätsmanagement, in der Logistik und im Gesundheitswesen). Der Softwareprototyp Cortado wurde als niederschwellige Plattform konzipiert, um KI-basierte Prozessanalyse-Algorithmen mit realen Daten erproben zu können. Anknüpfungspunkte bestehen für Folgeprojekte im Bereich datengetriebener Prozessoptimierung.

XAI4Sec – Erklärbare und verlässliche sicherheitskritische ML-Systeme

Projektleiter: Marco Huber/Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD

Laufzeit: 1. Januar 2023 – 30. Juni 2024

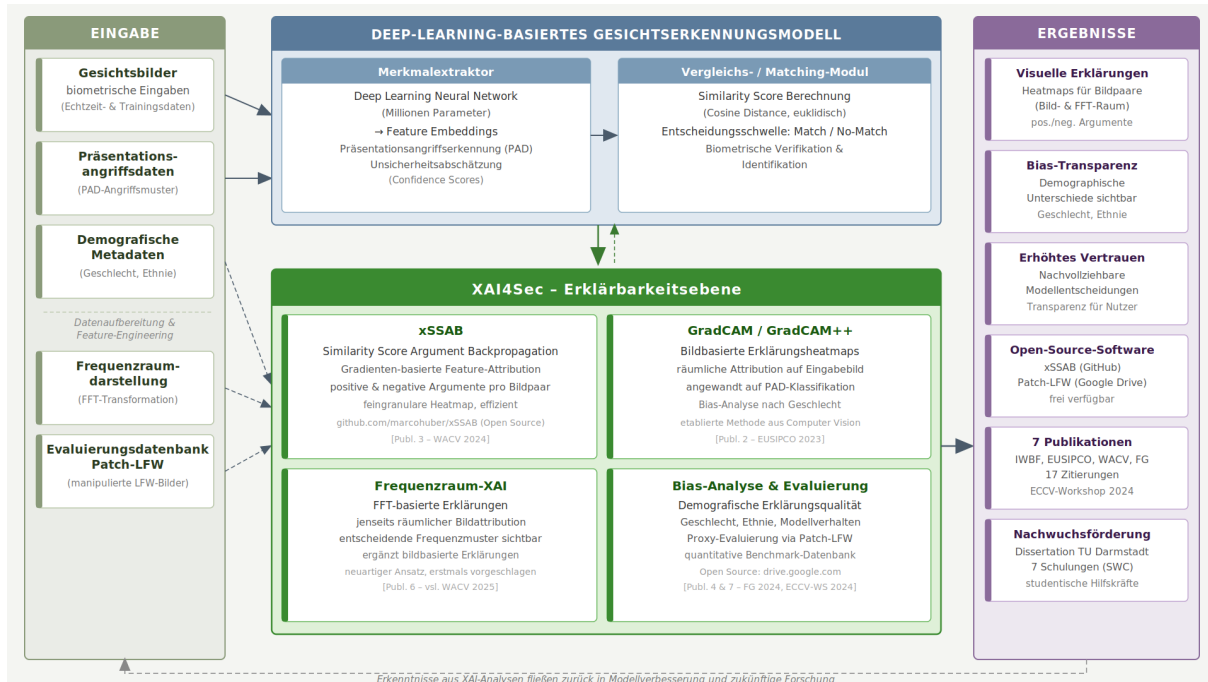


Abbildung 5: Architektur des Mikroprojekts „XAI4Sec – Erklärbare und verlässliche sicherheitskritische ML-Systeme“. Dargestellt ist die Einbettung eines Deep-Learning-basierten Gesichtserkennungsmodells in eine XAI-Erklärbarkeitsebene mit GradCAM-/GradCAM++-Analysen, xSSAB (Similarity Score Argument Backpropagation), frequenzraum-basierten Erklärungen sowie Bias-Analyse und Proxy-Evaluierung (Patch-LFW). Die Architektur verdeutlicht die Integration der entwickelten Methoden in sicherheitskritische Entscheidungsprozesse mit Monitoring-, Audit- und Feedbackmechanismen.

Hintergrund und Problemstellung:

Moderne biometrische Systeme – insbesondere zur Gesichtserkennung und Personenverifikation – erreichen state-of-the-art-Erkennungsleistung durch Deep-Learning-Modelle mit Millionen von Parametern. Diese Modelle sind jedoch intransparent, was insbesondere im Kontext sicherheitskritischer Entscheidungen (z. B. Grenzkontrolle, Zutrittssicherung) problematisch ist und das Vertrauen der Nutzerinnen und Nutzer in die Systeme einschränkt.

Zielsetzung und Lösungsansatz:

XAI4Sec zielte darauf ab, neuartige Methoden der Explainable AI (XAI) speziell für biometrische Verifikationssysteme zu entwickeln. Konkret wurden Verfahren zur räumlichen und frequenzraum-basierten Erklärung von Gesichtserkennungsentscheidungen konzipiert sowie Ansätze zur Bias-Analyse und Qualitätsabschätzung erarbeitet – stets unter Berücksichtigung europäischer Datenschutzerfordernungen.

Kernergebnisse:

Das Projekt entwickelte mehrere innovative Erklärungsansätze: GradCAM/GradCAM++-basierte räumliche Saliency-Analysen, die neuartige Methode xSSAB (Similarity Score Argument Backpropagation) sowie frequenzraum-basierte Erklärungen für Gesichtserkennung. Zusätzlich wurden Methoden zur Bias-Analyse und Qualitätsabschätzung implementiert. Sämtliche Ergebnisse wurden auf international renommierten Konferenzen veröffentlicht (u. a. WACV, ECCV, FG, EUSIPCO) und Softwarekomponenten als Open Source freigegeben.

Verwertungsperspektive:

Die entwickelten Erklärungsmethoden sind unmittelbar anschlussfähig an den EU AI Act sowie aktuelle regulatorische Anforderungen im Bereich vertrauenswürdiger KI. Sie bieten Potenzial für

die Integration in kommerzielle biometrische Systeme sowie für den Einsatz in Zertifizierungsverfahren. Die Veröffentlichung als Open Source ermöglicht darüber hinaus die breite Weiternutzung durch die wissenschaftliche Gemeinschaft.