

[Gemeinsam *erfolgreich*]



Forschungsbericht 2020 | 2021

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Wir nehmen Abschied	2
Ein wissenschaftlicher Nachruf für PD Dr. habil. Markus Borschbach	2
Forschungsprojekte im Überblick	3
Projekt Arbeitswelt.Plus	3
Erforschung des Einsatzes von KI	3
Projekt SmartDike	6
Künstliche Intelligenz im Deich	6
Projekt MamoGe	8
Microservices für automatisierte mobile Geräte	8
Projekt VEBAS-UAV	10
Ressourcenoptimierte Drohnen zur Wiederaufforstung des Waldes	10
Projekt AEGIS	12
Intelligente Interaktion mobiler Systeme	12

Vorwort

Die Jahre 2020 und 2021 waren geprägt von mehreren Corona-Wellen, welche über das Land fegten und die Menschen in Unternehmen und der öffentlichen Verwaltung zum Teil in eine lethargische Stimmung versetzten. Die FHDW konnte sich in diesen schweren Zeiten sehr gut behaupten und stellte beispielsweise die komplette Lehre innerhalb einer Woche von Präsenzlehre auf synchrone Lehre mit elektronischen Medien um. Auch im Bereich der Forschung wurden die Forschungsprojekte unmittelbar auf Online-Meetings und Online-Konferenzen umgestellt. Dies erforderte natürlich viel Disziplin und den Willen, die Forschungsprojekte und Projektanträge zum Erfolg zu führen.

Die Akquisition eines sehr großen und fachlich herausfordernden Forschungsprojektes im Bereich der Künstlichen Intelligenz war ein primäres Ziel im Jahr 2020. Die Vorbereitung und der Aufbau eines Kompetenzzentrums „KI für die Arbeitswelt des industriellen Mittelstandes“ (KIAM) starteten zu Beginn des Jahres und führte am 1. Oktober 2020 zum offiziellen Start des Verbundprojektes, welches eine Projektdauer von fünf Jahren hat. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt verbindet die betriebs- und arbeitswissenschaftliche Forschung mit den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik. Neben der FHDW forschen in dem Konsortium insgesamt 18 Partner, darunter die öffentlichen Hochschulen der Region sowie diverse namhafte Unternehmen aus der Industrie, die IG Metall und viele assoziierte Partner. Das ganze Verbundprojekt läuft unter der Federführung des Spitzenclusters it's OWL und trägt den Namen „Arbeitswelt Plus“. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Verbundprojekt mit über 10 Millionen Euro, wobei die FHDW einen Anteil von über 970.000 € für Ihre Forschungsarbeiten verwenden wird. Das Verbundprojekt wurde als eines von zwei Projekten zur Förderung empfohlen, wobei insgesamt 47 Projektvorschläge eingereicht wurde.

Ein weiterer inzwischen fest etablierter Baustein der Forschung und Entwicklung an der FHDW ist das Promotionsprogramm, welches in Kooperation mit der Edinburgh Business School bzw. der Heriot-Watt University durchgeführt wird und sich inzwischen als erfolgreiches Programm etabliert hat. Jedes Jahr starten circa ein Dutzend neue Promotionsstudenten aus ganz Deutschland, um berufsbegleitend an diesem Programm teilzunehmen. Das erste Jahr ist dabei geprägt von der wissenschaftlichen Vorbereitung zu der eigentlichen Promotion, welche mit drei Prüfungen abgeschlossen wird. Gleichzeitig unterstützt die FHDW mit Ihren kompetenten und thematisch gut aufgestellten Professoren die Promotionsstudenten bei der Themenfindung, Themenausarbeitung und Formulierung Ihres Promotionsthemas in Form eines Research Proposal. An diesem Forschungsvorhaben wird dann jeweils in den kommenden Jahren mit Unterstützung eines Supervisors (Betreuers) und vielen unterstützenden Maßnahmen der FHDW weitergearbeitet, um schließlich am Ende die Doktorarbeit einzureichen.

Neben diesen drittmittelfinanzierten Projekten stellt eine Vielzahl von kleineren Forschungsprojekten und forschungsaffinen Bachelor-, Masterarbeiten und Promotionsarbeiten das Gesamtportfolio der FHDW im Bereich Forschung dar. Wir möchten an dieser Stelle allen aktiven Forschern der FHDW und Betreuern von Promotionsarbeiten für Ihre Ideen, Ihr Engagement und die Mitwirkung an diesem Forschungsbericht danken.



Prof. Dr. Stefan Nieland
FHDW-Präsident



Prof. Dr. Eckhard Koch
FHDW-Vizepräsident für Forschung, Entwicklung und Transfer

Wir nehmen Abschied

Ein wissenschaftlicher Nachruf für PD Dr. habil. Markus Borschbach

In stiller Trauer nehmen wir Abschied von PD Dr. habil. Markus Borschbach. In 2009 nahm Markus seine Arbeit an der FHDW auf und wirkte als Dozent und wissenschaftlicher Leiter seiner Doktorandengruppe am – von ihm gegründeten – Competence Center Optimized Systems mit großer Leidenschaft mit. Die persönliche Betreuung seiner Studierenden bei Studienarbeiten, aber auch beim Verfassen von Abschlussarbeiten war ihm dabei stets ein großes Anliegen.

In der Wissenschaft setzte sich Markus stark für die Forschungsbereiche Signaldatenverarbeitung und Evolutionäre Optimierung ein. Er startete seine Laufbahn an der FHDW mit dem BMBF-Verbundprojekt OPTOPROBE zusammen mit dem Leibnitz-Zentrum in Borstel. Ziel war die Entwicklung eines Simulationstools – Evolutionärer Algorithmus – zur Vorhersage geeigneter Peptidsequenzen zur Tumorzellendetektion. Auf seine langjährige Zusammenarbeit mit Dr. Andreas Frey vom Leibnitz-Zentrum, die 1999 ihre Anfänge nahm, konnte Markus mit Stolz zurückblicken. Nachdem Ende 2010 das BMBF-Projekt Pendovision hinzukam, wuchs sein aktives Forschungsteam stetig weiter. In den folgenden drei Jahren wurde eine Software zur Nachbearbeitung von Endoskopie-Videosequenzen für die Bildstabilisierung und Noise Reduction entwickelt. Sein letztes Forschungsprojekt SmartNavi wurde gemeinsam mit Dr. Susanne Rosenthal beim BMBF eingeworben. Ziel hierbei war es, eine Applikation für mobile Endgeräte zur Kartierung der akustischen Umgebung durch Signalquellenseparation zu entwickeln.

Darüber hinaus hat Markus eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten in namhaften Zeitschriften und internationalen Konferenzen veröffentlicht. Seine wissenschaftlichen Ambitionen und Erfolge haben dabei stets viel Beachtung gefunden. So wurden seine Arbeiten mit „Best Paper Awards“, „Best Presentation Awards“ ausgezeichnet. Ein Softwareprojekt zur Lösung des Rubic Cube's mit evolutionären Ansätzen wurde mit dem internationalen „Award for Human-Competitive Results“ nominiert. Zudem wurde er rund um den Globus als Gastredner und Key-Note-Speaker eingeladen und moderierte auf seine eigene, interessante Art viel Konferenzen und Sessions als „Chairman“.

Mit Markus verlieren wir einen der FHDW treu verbundenen Menschen, dessen tatkräftiges Engagement und Kreativität wir vermissen werden. Unser tiefes Mitgefühl gilt seiner Familie und allen Angehörigen.



EMO Conference Münster 2017

Im Namen des gesamten Forschungsbereichs der FHDW

Forschungsprojekte im Überblick

Projekt Arbeitswelt.Plus Erforschung des Einsatzes von KI

ARBEITSWELT
PLUS



Projektname	Verbundprojekt Arbeitswelt.Plus: KI in der Arbeitswelt des industriellen Mittelstands Teilprojekt: Forschungs- und Transferaktivitäten zur Optimierung des Wissensmanagements in mittelständischen Unternehmen durch Künstliche Intelligenz
Laufzeit	Oktober 2021 – September 2025
Fördergeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderprogramm	FKZ: 02L19C117
Fördersumme	972.000 Euro
Projektleiter	Prof. Dr. Eckhard Koch
Beteiligte Professoren	Prof. Dr. Wilhelm Nüßer, Prof. Dr. Christian Ewering, Prof. Dr. Angelika Röchter
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Katharina Freise, Florian Wortmann, Teresa Fritsch
Projektpartner	It's OWL Clustermanagement GmbH, Universität Paderborn, Universität Bielefeld, Fachhochschule Bielefeld, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Deutsch, Angestellten-Akademie GmbH DAA, IG Metall Bezirksleitung Nordrhein-Westfalen, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Atos Information Technology GmbH, BETTE GmbH & Co. KG, Bosch Rexroth AG, Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Herbert Kannegiesser GmbH Itelligence AG, Lenze SE, Miele & Cie. KG, WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Weidmüller Interface GmbH & Co. KG Als Unterauftragnehmer: Diamant Software GmbH, ORDIX AG, Konrad Reitz Ventilatoren GmbH & CO. KG, Spier GmbH & Co. Fahrzeugwerk KG

Kompetenzzentrum Arbeitswelt.Plus erforscht Einsatz von KI in OWL

Die Künstliche Intelligenz (KI) verändert unsere Welt nachhaltig. Besonders die Wirtschaftswelt wird von den neuen technologischen Möglichkeiten in den Bann gezogen. Algorithmen bestimmen und optimieren organisationale Prozesse und erlauben eine gesamtheitliche Steigerung der Produktivität. Aufgrund der steigenden Komplexität und Dynamik der Arbeitswelt herrscht auch für mittelständische Unternehmen Handlungsbedarf bei der Einführung von KI-Systemen, um langfristig erfolgreich zu bleiben.

- Doch was heißt das für die Gesellschaft, für das Unternehmen und für die Mitarbeitenden? Wie verändert der Einsatz künstlicher Intelligenz unsere Arbeitswelt – heute und morgen?
- Wie können Unternehmen diese Art der Technologie gewinnbringend für Unternehmen und Mitarbeitenden einsetzen?

Mit dieser Thematik beschäftigt sich das Kompetenzzentrum „KI in der Arbeitswelt des industriellen Mittelstands“ (Arbeitswelt.Plus), das am 1. Oktober 2020 im Umfeld des Spitzenclusters it's OWL gestartet ist. Das Kompetenzzentrum Arbeitswelt.Plus ist ein Forschungsverbundprojekt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 10,7 Millionen Euro (Projektvolumen 12,2 Millionen Euro) im Zeitraum von Oktober 2020 bis September 2025 gefördert wird. Auf Grundlage einer durchgängigen Befähigungskette von der Forschung bis zur Anwendung werden ganzheitliche Lösungsansätze und Anwendungsbeispiele entwickelt, welche die Ebenen Mensch, Organisation und Technologie vollständig adressieren.

Klicken Sie [hier](#), um das Kompetenzzentrum Arbeitswelt.Plus kennenzulernen!

FHDW sorgt für Forschungstransfer in die Unternehmen

Fünf Hochschulen, darunter die FHDW, und mehrere Unternehmen sowie die IG Metall suchen Antworten auf die Fragen rund um das Thema KI in der Arbeitswelt und erforschen hierzu konkrete Ansätze zur Arbeitsplatzgestaltung, Qualifizierung von Mitarbeitenden und zum Change Management im industriellen Mittelstand. Die FHDW zeichnet sich durch ihre regionalen Kontakte aus und fördert auch in diesem Projekt die anwendungsorientierte Forschung. Ziel ist es, die Forschungserkenntnisse gewinnbringend in die Unternehmenspraxis zu transferieren.

Das Gesamtprojekt ist in vier übergeordnete Arbeitspakete eingeteilt. In Arbeitspaket 1 (Forschung) werden zentrale Themenstellungen der Arbeitsforschung im Kontext von KI-Anwendungen untersucht. Im Rahmen von Arbeitspaket 3 (KI-Anwendung) sollen acht Leuchtturmprojekte durchgeführt werden. Die Forschungsergebnisse aus den Arbeitspaketen 1 und 3 werden in Arbeitspaket 2 aufbereitet. Ziel des Arbeitspaketes 2 (Mittelstandsgerechte Leistungsangebote) ist es, mittelstandsgerechte Leistungsangebote zu erarbeiten und diese dann als Transferprojekte für den Mittelstand im Arbeitspaket 4 umzusetzen (Transfer).



Gesamtprojektstruktur des Kompetenzzentrums Arbeitswelt.Plus, Quelle: it's OWL

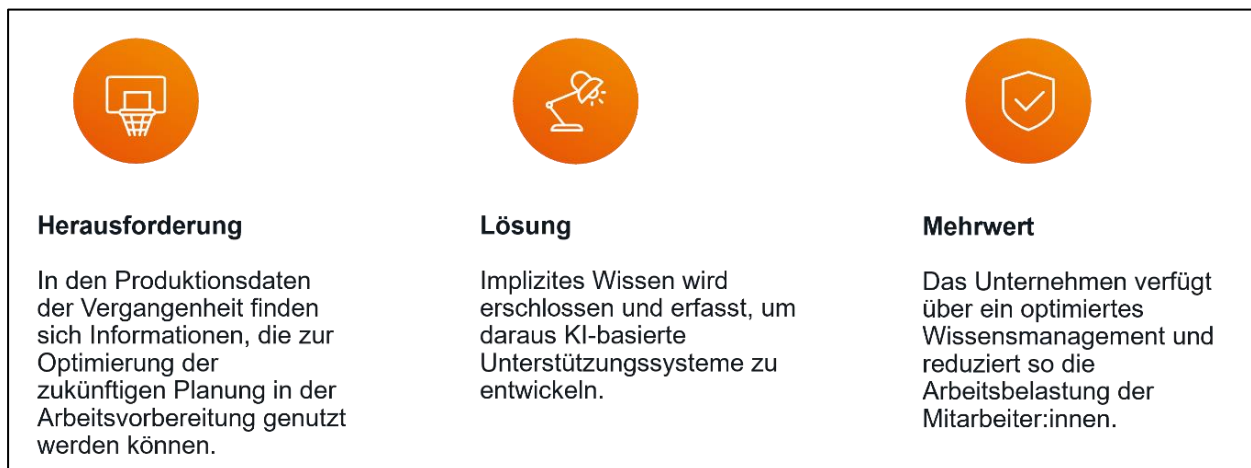
Das Leuchtturmprojekt ImpliKit

Mit „ImpliKit“ verantwortet die FHDW ein Leuchtturmprojekt, das sich mit der Gestaltung der Arbeitswelt mittelständischer Unternehmen mit KI-basiertem Wissensmanagement und Entscheidungsunterstützungssystemen befasst. Ziel ist es, die Technologie der KI für verschiedene Unternehmen nutzbar zu machen und die Konzeptionierung, Implementierung und Optimierung forschend in der Praxis zu begleiten. Dabei wird die Technologie jedoch nicht losgelöst von der Praxis entworfen, sondern speziell für ausgewählte Unternehmen entwickelt, implementiert und optimiert.

Das kann dann in der Unternehmenspraxis folgendermaßen aussehen: Es werden zukünftig KI-basierte Vorhersagen über Staus in der Produktion prognostiziert, um vorab einzuschreiten. Mittels KI-basierter Entscheidungen werden weitere Prozessschritte verändert, sodass kein Stau entsteht. Belastungsspitzen bei Mitarbeitenden könnten somit vermieden werden. ImpliKit wird getragen durch die FHDW, die FH Bielefeld, die IG Metall und die Bette GmbH & Co. KG. Darüber hinaus werden die ORDIX AG, Diamant Software GmbH, Konrad Reitz Ventilatoren GmbH & Co. KG und Spier GmbH & Co. Fahrzeugwerk KG als industrielle Unterauftragnehmer in das Leuchtturmprojekt eingebunden.

Obwohl sich das Leuchtturmprojekt ImpliKit grundsätzlich im Fachbereich der Wirtschaftsinformatik bewegt, wird es zusätzlich durch eine arbeitswissenschaftliche Perspektive betrachtet. In diesem Kontext spielt die humanzentrierte Perspektive eine große Rolle. Um die Forschungserkenntnisse gewinnbringend in die Unternehmenspraxis zu transferieren zu können, spielt insbesondere die Akzeptanz der neuen Technologie seitens der Mitarbeitenden eine wesentliche Rolle. Aspekte wie die Einbeziehung der Mitarbeitenden bei der Analysephase, die Schaffung von Transparenz bei

der Implementierung oder die Kompetenzschulung der Mitarbeitenden werden daher betrachtet. Die Seite der Mitarbeitenden wird also in allen Phasen des Projekts mitgedacht und ebenso erforscht.



Leuchtturmprojekt ImpliKit – Übersicht, Quelle: it's OWL

Erste Projekt-Meilensteine erfolgreich erreicht

Im Berichtszeitraum ist die Ausgangssituation des Anwenderunternehmens Bette GmbH & Co. KG analysiert und eine Ist-Aufnahme der Prozess- und Systemlandschaft erfolgt, indem u.a. Kenngrößen bestimmt und eine Einführung in Daten und Algorithmen erfolgt ist. Im Weiteren sind Datenbanken aufgebaut worden und erste Datenanalysen mit Beispieldaten durchgeführt worden. Auf der Grundlage einer umfänglichen Datenanalyse zum Thema Staugeschehen wird im Weiteren an einem Prototyp gearbeitet, der die Auslastung sowie insbesondere das Stauaufkommen in der Produktionsumgebung vorhersagen soll.

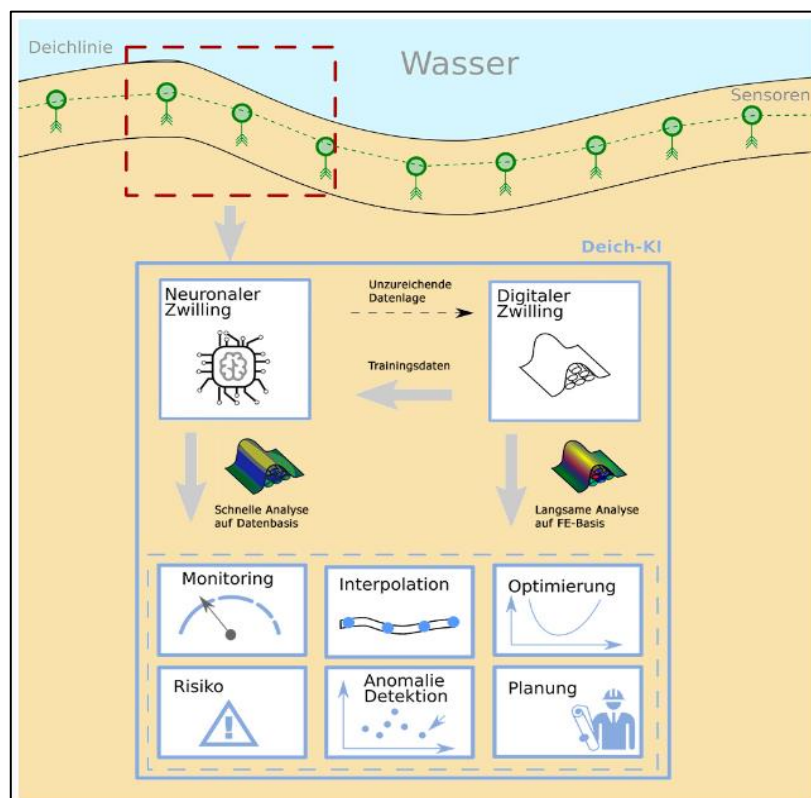
Im Rahmen einer ersten Mitarbeiterbefragung bei der Bette GmbH & Co. KG ist zudem der Status Quo im Hinblick auf Arbeitsbelastung, Arbeitszufriedenheit, Akzeptanz und Einstellung gegenüber neuen Technologien (KI) erhoben worden. Auf Basis der Erkenntnisse aus der quantitativen Mitarbeiterbefragung ist anschließend das Untersuchungsdesign für eine tägliche Befragung abgeleitet worden, in der konkret die Anstrengung, das Staugeschehen, die Auslastung, die körperliche Belastung, die Abwechslung und die Zufriedenheit abgefragt wurde. Ziel ist es, Zusammenhänge zu identifizieren und Tages- bzw. Wochenschwankungen zu erkennen. Gleichzeitig lassen sich Rückschlüsse auf Arbeitsplätze ziehen. Durch die Sichtung unterschiedlicher Dokumente und Analyse der Arbeitsplatzbeschreibungen sowie der durchgeführten quantitativen Befragung konnten schließlich die individuellen Anforderungen an den unterschiedlichen Arbeitsplätzen ermittelt werden.

Neben der Beantwortung erster technischer und arbeitswissenschaftlicher Fragestellungen im Rahmen des Leuchtturmprojektes ImpliKit, konnten zudem erste Informationsangebote zum Thema KI bereitgestellt werden. Darunter bspw. ein Video-Themenraum zum Thema „Intelligente Forschung – Anwendungsfälle von KI“ bei den Industrial Pioneer Days (Hannover Messe 2021) sowie ein ExpertenTalk zum Thema „Der Mitarbeiter geht – das Wissen bleibt“, der in Kooperation mit dem BVMW stattgefunden hat. Die Planung und Implementierung dauerhaft verfügbarer Leistungsangebote wird in den kommenden Jahren weiter vorangetrieben. Zur weiteren Modellierung innovativer, erstmalig umgesetzter und über eine Evaluation modifizierter Informations-, Vernetzungs- und Qualifizierungsangebote wird im Jahr 2022 zudem eine Befragung seitens der FHDW durchgeführt. Ziel ist die Erhebung von externen Impulsen zur Angebotsoptimierung und weiteren Angebotsentwicklung.

Projektname	SmartDike – Entwicklung eines intelligenten Sensor- und risikobasierten Monitoringverfahrens für die direkte Integration beim Bau von Flussdeichen
Laufzeit	Juli 2017 – Dezember 2021
Fördergeber	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) BMW Förderkennzeichen: ZF4685701SS9
Fördersumme	186.000 Euro
Projektleiter	Prof. Dr. Wilhelm Nüßer
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Matthias Füller, Florian Wortmann
Projektpartner	Ingenieurbüro Draier, Gütersloh; Glötzl Gesellschaft für Baumesstechnik, Rheinstetten

Hochwasser stellt immer wieder eine existenzielle Bedrohung für Leben und Eigentum dar. Das wichtigste Element des Hochwasserschutzes ist, neben den ergänzenden Vorsorgemaßnahmen, der technische Hochwasserschutz. Zur Überwachung von Deichen kommen Deichläufer zum Einsatz. Die Idee des Projekts SmartDike ist es, intelligente sensor- und risikobasierte Monitoringverfahren direkt beim Bau in die Flussdeiche zu integrieren. Grundlage für das Verfahren sind erdstoffgefüllte Geotextilschläuche, die mit einer Deichbaumaschine direkt in den Deichkern gebaut werden. Durch das so möglich werdende Deich-Monitoring können die jeweiligen Hochwasserschutzzentralen den Zustand der Flussdeiche entlang der gesamten Deichstrecke zu jedem Zeitpunkt kontrollieren und somit ein rechtzeitig und gezielt eingreifen. Der Umstieg von präventiver auf prädiktive Wartung wird durch einen digitalen Deichzwilling möglich und bietet die Chance auf hohe Kostenersparnis, bessere Felddaten und detaillierte einsatzspezifische Nutzungsdaten für neue Geschäftsmodelle.

Gemeinsame Entwicklung eines intelligenten Sensor- und risikobasierten Monitoringverfahrens für die direkte Integration beim Bau von Flussdeichen



Im Bild sind die Kernelemente des Projekt-Ansatzes zu erkennen. Die Grundlage bildet eine detaillierte Simulation eines kleinen Teilbereichs eines Deichs mittels z. B. einer FEM-Berechnung. Hierbei entstehen sehr genaue Daten, die eine hervorragende Basis für Optimierungen und Planungen der Deichstruktur liefern und somit einen echten Digitalen Zwilling dieses Deich-Bereichs darstellen. Die Laufzeit der Simulation beträgt gewöhnlich mehrere Stunden und ist damit deutlich zu lang, als dass die Lage im Gefahrenfall schnell genug eingeschätzt werden kann. Insbesondere verbietet sich bei Zeitknappheit, wie sie im Überschwemmungsfall naturgemäß gegeben ist, eine Berechnung des Deichs an vielen Stellen. Deshalb soll der digitale Zwilling im Projekt ergänzt

werden durch einen intelligenten Neuronalen Zwilling, der u.a. durch die Ergebnisse des Digitalen Zwillings angelernt werden kann, dann allerdings deutlich schneller zu Einschätzungen der aktuellen Lage kommt. Im Falle kritischer und noch nicht hinreichend gesicherter Situationen kann der Neuronale Zwilling eine erneute FEM-Berechnung auf der Basis der aktuellen Daten anfordern. Auf diese Weise werden die Stärken beider Technologien kombiniert und ermöglichen zeitnahe und zugleich belastbare Einschätzungen über die Stabilität von Deichen.

Im weiteren Verlauf wurden die Anforderungen an die Sensorik, den digitalen Zwilling und die Deich-KI gemeinsam mit den Projektpartnern betrachtet und diskutiert. Seitens der FHDW wurde der Fokus daraufhin auf die Deich-KI als Softwaresystem gesetzt. Hierbei gilt es die Deich-KI als Laufzeitumgebung für die zukünftige Anbindung der Sensorik und der FE-Simulation zu entwickeln. Im Berichtszeitraum stand die Erarbeitung der Feinspezifikation für die Komponenten und Schnittstellen in der SmartDike-Umgebung – dabei insbesondere die Auswahl der Software-Tools und der Architektur der KI-Lösungen für den Neuronalen Zwilling – im Fokus. Die Ergebnisse der zeitgleich angefertigten Master-Thesis zum Thema „Zustandsüberwachung in Deichen mittels Methoden des Maschinellen Lernens“ gingen unterstützend in die Auswahl der passenden Methoden / Algorithmen ein.

Zudem wurde die Entwicklung der Deich-KI als Laufzeitumgebung vorangetrieben. Hierzu wurde der Gesamtprozess von der Deichsensorik über die Verarbeitung der Signale mittels Smart-Dike-Umgebung bis zu Visualisierung abgebildet, die Schnittstellen zur Sensorik und zum Simulationskern – d.h. dem digitalen Zwilling – sowie die Lernumgebung inklusive der relevanten Algorithmen entwickelt. Um das Vertrauen in meist undurchsichtige KI-Methoden zu steigern, wurde ein Experte in den Lernprozess miteingebunden. Die Ausarbeitung mehrerer Lösungsalternativen für einen Baukasten ermöglicht, dass nur notwendige Bestandteile in die Modelle implementiert werden können und einzelne spezialisierte Modelle unabhängig voneinander sind. Nachdem die Modelle zur Analyse des Zustands direkt am Sensor eingerichtet wurden, konnte das Projekt zum Ende des Jahres erfolgreich abgeschlossen werden.

Projektname	MamoGe – Microservices für automatisierte mobile Geräte
Laufzeit	Oktober 2020 – September 2022
Fördergeber	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi - Kooperationsnetzwerke FKZ: 16KN075232
Fördersumme	188.000 Euro
Projektleiter	Prof. Dr. Wilhelm Nüßer
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Matthias Füller, Pascal Niggemeier
Projektpartner	CTM Fahrzeugbau GmbH, Innok Robotics GmbH, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)

Wer heute von autonomen Systemen hört, denkt oft direkt an autonomes Fahren von Pkws oder Lkws. Dabei sind die Einsatzmöglichkeiten viel breiter: Mehr und mehr übernehmen Roboter die Gartenarbeiten, sind auf Baustellen im Einsatz, reinigen große Flächen oder können auch in Krankenhäusern die menschlichen Kräfte entlasten. Die Entwicklung solcher Systeme ist aber heute noch meist ein mühsames und individuelles Projekt. Während in vielen anderen Bereichen der Informatik gute, wiederverwendbare Bausteine existieren, müssen in Projekten für teil-autonome Systeme oft alle notwendigen Komponenten selbst neu erstellt werden. Das verlangsamt natürlich die Entwicklung weiterer nützlicher Einsatzszenarien.

Entwicklung von wiederverwendbaren Software-Komponenten zur Automatisierung von Prozessen

Und genau hier setzt das Projekt MamoGe an. Für die Automatisierung von übergeordneten logistischen Abläufen will es eine modulare Toolbox von Software-Komponenten, z. B. Microservices, entwickeln, die auf andere Anwendungsszenarien einfach übertragbar sind und somit wiederverwendet werden können. Im ZIM-Vorhaben stehen dabei als erster Schritt Anwendungsbereiche im Fokus, die sich in großen Flächen abspielen, da hierbei viele Abläufe einfacher sind.

Für zwei konkrete Anwendungsbereiche hat sich ein FuE-Konsortium hochmotivierter Partner zusammengefunden. Es versucht auf Grundlage der beiden Anwendungsbeispiele einen allgemeingültigen und somit wiederverwendbaren Baukasten zu entwickeln, der die Entwicklung von neuen Anwendungen zukünftig erleichtern soll.

Das erste Demonstrationssystem ist ein mobiles robotisches System der Firma Innok Robotics, der Rainos. Er wird für die differenzierte Bewässerung von Flächen auf Friedhöfen und in Parkanlagen eingesetzt. Mit diesem System sollen in den frühen Morgenstunden vollautomatisch zuvor aktuell festgelegte Bereiche bewässert werden können, ohne dass Rohrleitungen oder Schläuche verlegt werden müssen. Die automatisierte Erkennung der Umgebung, die Planung konkreter Missionen und die Behandlung von Hindernissen sind typische Anforderungen, die hier betrachtet werden.

Das zweite Demonstrationssystem ist ein Tandem-Amphibienfahrzeug der Firma CTM Fahrzeugbau, der Pionier, das beim Bau von Hilfsbrücken eingesetzt werden kann. Neben den oben genannten Aufgaben kommen hier Fragen hinzu, wie geeignete Fahrerassistenz-Systeme gestaltet sein können, die einen schrittweisen Übergang von manueller über teil-autonome Steuerung bis hin zum fahrerlosen Einsatz ermöglichen.

Rainos der Firma Innok Robotics:



Quelle: Innok Robotics – rainos.de

Tandem-Amphibienfahrzeug der Firma CTM Fahrzeugbau:



Quelle: CTM Fahrzeugbau - Pionier

Gemeinsame Zusammenarbeit mit den beteiligten Projektpartnern

Die Projektpartner übernehmen folgende Teilprojekte:

CTM Fahrzeugbau GmbH: Automatisierung mobiler Prozesse im Rahmen von Rescue-Operationen und Landschaftsgestaltungen

Innok Robotics GmbH: Automatisierung des Service-Levels für einen autonomen mobilen Bewässerungsroboter

FHDW: Entwicklung von Tools für die Routenoptimierung mobiler Services unter sich dynamisch ändernden Randbedingungen bei der Behandlung großer Flächen

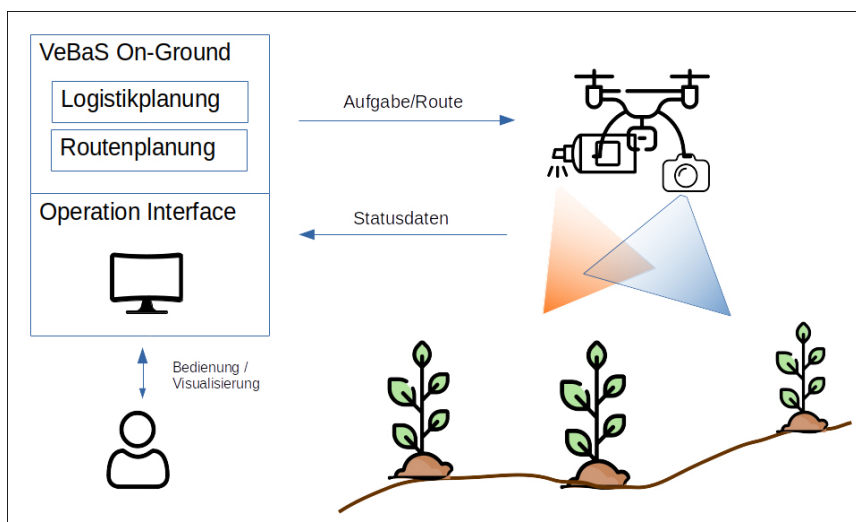
HAW Hamburg: Optimierungstools für situationsabhängige Entscheidungsfindungen bei flächenbezogenen Services

Im Berichtszeitraum ist in einem ersten Schritt die Toolbox-Funktionalität und -Architektur skizziert worden. Für die detaillierte Dokumentation der Prozesse sind einzelne Use Cases ausgearbeitet worden. Darunter die Gräber-Bewässerung mittels Rainos (autonomer Betrieb) sowie die Unterstützung beim Brückenbau (teil-autonomer Betrieb). Um die Aufgaben der direkt beteiligten Fahrzeuge der Use Cases abbilden und die Ressourcen der Einsatzumgebung einbinden zu können, wird ein Konzept für eine Aufgaben-Allokation für verschiedene Teilnehmer erstellt. Der gemeinsame Entwurf der entsprechenden Software-Architektur erfolgt in enger Abstimmung mit den Projektpartnern. Ziel ist die Entwicklung eines möglichst generischen Prozesses, der auf weitere Use Cases mit möglichst wenig Anpassungen übertragbar ist.

Projektname	VeBaS-UAV - Logistik und Routen-Optimierung für den UAV-Einsatz beim Verbisschutz von Baumsetzlingen
Laufzeit	März 2020 – Februar 2022
Fördergeber	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Förderprogramm	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi - Kooperationsnetzwerke FKZ: 16KN075227
Fördersumme	188.000 Euro
Projektleiter	Prof. Dr. Wilhelm Nüßer
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Matthias Füller, Pascal Niggemeier
Projektpartner	THOLEG Civil Protection Systems, ESYS GmbH, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.

Stürme, Trockenheit, Waldbrände und Borkenkäferbefall – das hat den Wäldern in Deutschland in den vergangenen Jahren zugesetzt. Der Abtransport von Schadholz, dem Umbau zu klimaangepassten Mischwäldern und nicht zuletzt Wiederaufforstungen sind Maßnahmen, in die Bund und Länder daher massiv investieren.

Das Projekt VeBaS-UAV widmet sich der Fragestellung, wie die Aufforstung der stark geschädigten Wälder besser unterstützt werden kann. Dabei wird ein spezielles Problem adressiert: wenn neue Setzlinge zur Wiederaufforstung gepflanzt werden, müssen sie für die ersten Jahre gegen Verbiss durch Wild geschützt werden. Derzeit geschieht dieser Verbisschutz meist durch manuell anzubringende Gitter oder Plastikkonstruktionen um die Pflanze. Dieses Vorgehen ist zum einen zeitintensiv und in unzugänglicheren Regionen wie Berghängen mit einem erheblichen Risiko behaftet. Ein anderer Ansatz für den Verbisschutz verwendet dagegen biologische Verbisschutzmittel, die das Wild abschrecken, so dass die Verbisssrate sinkt. Problem ist dann allerdings, dass diese Stoffe regelmäßig aufgebracht werden müssen und dies aus den oben genannten Gründen zeit- und arbeitsintensiv ist.



Eigene Darstellung

Hier setzt nun das Projekt VeBaS-UAV an. In einem mehrstufigen Prozess sollen zunächst die Positionen der neuen Setzlinge per GPS festgehalten werden. In regelmäßigen Intervallen wird danach das Verbisschutzmittel mittels Drohne (UAV) appliziert. Die Drohne fliegt dabei die bekannten Setzlingspositionen an. Am Setzling findet dabei eine Feinpositionierung mittels Bilderkennung statt, so dass der Terminaltrieb mit dem Spray benetzt wird. Durch die begrenzten Ressourcen in Form von Akkuladung und Traglast ist eine optimale Flugroute für die Drohne zu bestimmen.

Konzeptionell ist das eine Form des bekannten Travelling Salesman Problems, das hier aber dadurch verändert wird, dass den Wegen zwischen den Setzlingen keine festen Kosten zugeordnet werden können. Die Kosten sind immer wieder neu zu bestimmen, um z. B. den aktuellen Wind- und Regenverhältnissen, dem Unterholz etc. Rechnung zu tragen.

Neben der Evaluation geeigneter Algorithmen, die auch den Energieverbrauch der Drohne berücksichtigen, gilt es im Projekt auch, die Schnittstelle zwischen Drohnen, Basisstationen und GIS-Backend-Systemen zu untersuchen. Ziel ist es hierbei, den Drohneneinsatz als durchgängigen Prozess zu betrachten und ihn ressourcenoptimiert auszuführen.

Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten der FHDW

Im Projekt wird die oben genannte Problemstellung anhand zweier Anwendungsfälle bearbeitet. In VeBaS-UAV zählen zu den Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten der FHDW vor allem der Entwurf sowie die Implementierung der Software-Komponenten, die für die Einsatzlogistik verantwortlich sind.

Im ersten Anwendungsfall geht es um die Erkennung von neuen Setzlingen auf Basis von Luftbilddaufnahmen. Nach erfolgter Bepflanzung eines Gebietes wird dieses von der Drohne überflogen und kartografiert. Hierzu gilt es zunächst die Drohnensteuerung entsprechend der Anforderung an das Gelände zu planen und die resultierenden Bilddaten auszuwerten. Die erkannten Setzlinge werden in einem GIS System hinterlegt.

Der zweite Anwendungsfall beschäftigt sich mit der Applikation der Verbisschutz-Sprays auf den Setzlingen. Dabei sind insbesondere strenge energetische und Transport-Restriktionen zu berücksichtigen. Um dies zu realisieren wird eine Routen-Optimierung implementiert.

Im Berichtszeitraum wurden die Anwendungsfälle in Abstimmung mit den Projektpartnern sowie die Systemarchitektur detailliert ausgearbeitet. Auf Grundlage dessen konnte im Weiteren ein Prototyp der Kommunikationsinfrastruktur für den Drohnenbetrieb im mobilen Einsatz erfolgreich implementiert werden. Eine Grundlagenuntersuchung für Einsatzlogistik und Routen-Optimierung unter Berücksichtigung der Nebenbedingungen, die beim Drohneneinsatz auftreten, ist ebenfalls erfolgt. Die Umsetzung der Routen-Optimierung und Einsatz-Logistik erfolgte anschließend auf Basis einer abstrakten DAG-Task-Beschreibung. Zuletzt sind die wesentlichen Grundsteine für die Implementierung der Anflugansteuerung gelegt worden. Darunter u.a. die Implementierung einer Kamerasteuerung für die Setzlingserkennung sowie die prototypische Implementierung eines Regelalgorithmus, der die automatisierte Steuerung des Anflugs auf Basis der visuellen Setzlingserkennung übernimmt.

Projektname	AEGIS Architektur zur sicheren Kommunikation in dynamischen Gruppen intelligenter mobiler Systeme
Laufzeit	Mai 2015 – Juni 2020
Fördergeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderprogramm	Forschung an Fachhochschulen: IngenieurNachwuchs + Kooperative Promotionen
Fördersumme	422.000 Euro
Projektleiter	Prof. Dr. Eckhard Koch
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Matthias Füller, Dr. Daniel Hintze, Sebastian Scholz
Projektpartner	Johannes Kepler Universität Linz, Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, Wincor Nixdorf International GmbH, it's OWL Clustermanagement GmbH

Die spontane Kooperation intelligenter mobiler Systeme in dynamischen Gruppen gewinnt in den unterschiedlichsten Bereichen stark an Bedeutung. Beispiele reichen vom Zusammenwirken von Smartphone, SmartWatch und anderen persönlichen Geräten über die Zusammenarbeit von Landmaschinen auf einem Feld und den Gütertransport mittels sich selbst konfigurierender Versorgungsketten bis hin zur Interaktion von Robotern und Drohnen. Aus Sicht der IT-Sicherheit entstanden dabei durch das Fehlen zentraler Strukturen und Vertrauensbeziehungen verschiedene Fragen, von denen viele heute noch nicht hinreichend beantwortet werden können. Die Aufgabenstellung des AEGIS-Projektes war es, die sicherheitstechnischen Herausforderungen dynamischer Gruppen strukturiert zu analysieren und unter Einbeziehung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse Lösungsansätze zu entwickeln.

Gefördert wurde das im Mai 2015 begonnene Forschungsprojekt im Rahmen des BMBF-Programmes „Forschung an Fachhochschulen: IngenieurNachwuchs + Kooperative Promotionen“. Internationale Forschungsgruppen aus den Bereichen Mobility und Security sowie Partner aus der Industrie arbeiteten hier eng zusammen. Im Rahmen des Projektes schloss Daniel Hintze seine Promotion als wissenschaftlicher Mitarbeiter der FHDW an der Johannes Kepler Universität in Linz erfolgreich ab.

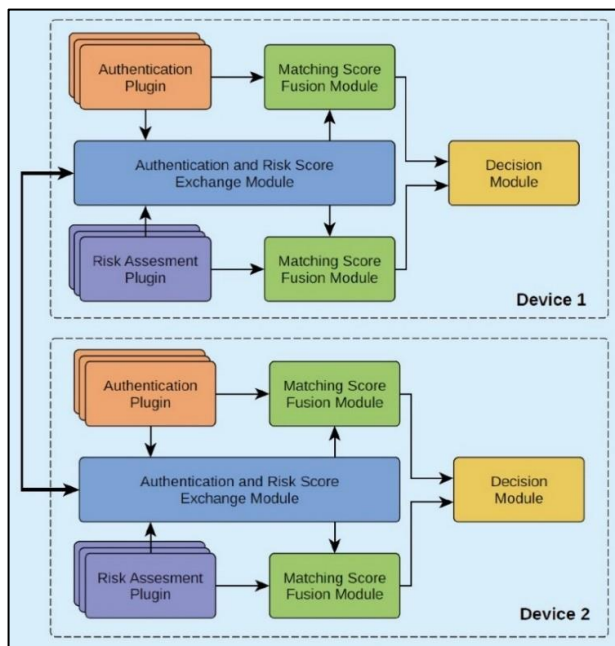
Innovative Architektur für sichere Kommunikation von Gruppen

Ziel des AEGIS-Projektes war die Entwicklung einer generischen Architektur zur sicheren Kommunikation in dynamischen Gruppen intelligenter mobiler Systeme. Auch die Evaluation dieser Architektur – sowohl durch den Einsatz von Simulationen als auch in praktischen, industriellen Anwendungsszenarien – war vorgesehen. Zum einen sollen Unternehmen damit ihren Kunden weitgehend automatisiert eine durchgängige Sicherheit in dynamischen Umgebungen garantieren können. Zum anderen betrifft das Projekt die zivile und private Sicherheit der Bürger, die mehrere Endgeräte nahezu gleichzeitig benutzen und dabei eine durchgehende, abgestimmte Authentifizierungs-Infrastruktur brauchen. Das fachliche Ergebnis des Projektes ist eine generische Architektur sowie deren prototypische Implementierung. Sie soll intelligente mobile Systeme dynamisch zu kooperativen Gruppen vernetzen und die Kommunikation über verschiedene Systeme, Plattformen, Netzwerke und Funktechnologien hinweg sicher und transparent koordinieren. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf Effizienz und Skalierbarkeit, um sowohl der in mobilen Szenarien typischerweise stark limitierten Bandbreite als auch der stetig steigenden Anzahl vernetzter Systeme gerecht zu werden.

Dynamischer Ansatz bietet höhere Flexibilität und Anpassbarkeit

Zunächst stand die Konzeption und Simulation des Architekturmodells im Vordergrund. Dabei wurden auf Basis der Ergebnisse der vorangegangenen Anforderungsanalyse ein Soll-Konzept sowie die Software-Architektur des Systems

entwickelt. In diesem Zusammenhang zeigte sich, dass ein dynamischer, modularer Ansatz eine deutlich höhere Flexibilität und Anpassbarkeit bietet und daher für die verschiedenen Einsatzszenarien über Branchen hinweg am besten geeignet erscheint. Das entwickelte Konzept wurde in Form eines ersten Prototypens umgesetzt, welcher als Basis



AEGIS-Architektur

für eine umfangreiche Simulation verwendet wurde. Durch die Simulation konnte bestätigt werden, dass das entwickelte Konzept grundsätzlich die geforderten Eigenschaften hinsichtlich Flexibilität und Funktionalität auch unter den erschwerten Bedingungen unzuverlässiger mobiler Kommunikation leisten kann. Im weiteren Verlauf wurden planungsgemäß an der softwaretechnischen Implementierung des Gesamtsystems gearbeitet. Hier wurden im Wesentlichen die Software-Elemente der definierten Architektur implementiert und in Form von Unit- und Integrationstests überprüft. Um die Integration in industrielle Produkte zu erleichtern, wurde zudem eine Softwareschnittstelle (API) für das System entwickelt. Das Gesamtsystem trägt den Namen „CORMORANT“.

In enger Zusammenarbeit mit der Universität Linz und der Fachhochschule Hagenberg wurde der Fokus anschließend auf die multi-modale Authentifikation und die dazugehörige Evaluation des CORMORANT-Frameworks gelegt und aufbauend auf realen Nutzerdaten eine Simulation zum Test und zur Validierung von CORMORANT entwickelt. Diese Umgebung integriert reale Nutzer-Daten aus dem Device-Analyzer-Projekt sowie einer Agenten-basierten Simulation und erlaubt eine detaillierte Analyse und Evaluation des Gesamtsystems. Nach Abschluss der Arbeiten zur multi-modalen Authentifizierung und der dazugehörigen Evaluation des CORMORANT-Frameworks, widmete sich das Projektteam der Frage, wie bei wechselnden Partnern in einer Gruppe die Sicherheit, Vertraulichkeit, Authentifizierung und Konsens sichergestellt werden kann. Hierzu wurde ein Prototyp einer Kommunikationsinfrastruktur entwickelt und Use-Cases mit dem assoziierten Partner CLAAS validiert. Der entstandene Prototyp einer Kommunikationsinfrastruktur ermöglicht einen verschlüsselten Nachrichtenaustausch in einer dezentralen Infrastruktur. Auf Basis dieser Infrastruktur wurde im Weiteren ein Gruppenmanagementsystem aufgesetzt, welches auf Basis von Capabilities eine dynamische Gruppenzusammenstellung ermöglicht und damit die Kommunikation in einem landwirtschaftlichen Prozess unterstützt. Die Übertragung in anderen Kontexten wurde ebenfalls berücksichtigt und die Ansätze werden bereits in neuen Projekten weiter fortgeführt. Die Evaluation des Prototypens hat gezeigt, dass das System die erforderlichen Anforderungen abdeckt. Letztlich konnten jedoch zwei Problemaspekte identifiziert werden, wo weiterer Forschungsbedarf besteht. So sind Zustandsbehaftete Capabilities und eine dezentrale Prozessumgebung offene Arbeitspunkte, die es in Zukunft noch zu lösen gilt.

Das CORMORANT-Framework

CORMORANT ist ein erweiterbares Framework für „Continuous Risk-Aware Multi-Modal Cross-Device Authentication“. Es besteht aus einer Programmierschnittstelle (API) für die Entwicklung von Authentifizierungs- und Risiko-Plugins, einer Anwendung für Android-Geräte sowie einem Server-Backend für geräteübergreifende Kommunikation. Alle Teile sind unter Open-Source-Lizenz veröffentlicht. CORMORANT nutzt als kryptographisches Kommunikationsprotokoll zwischen Geräten einer Gruppe das Signal-Protokoll (ehemals Axolotl-Protokoll). Das Signal-Protokoll ist ein Protokoll für sicheres Messaging. Es zeichnet sich durch End-zu-End-Verschlüsselung aus und ist besonders für den mobilen Einsatz konzipiert. So berücksichtigt es beispielsweise, wenn Nachrichten erst zu einem späteren Zeitpunkt empfangen werden können. Es wird im Facebook-Messenger, WhatsApp, Signal und einigen weiteren Chat-Apps verwendet. Durch den Einsatz des Signal-Protokolls setzt das AEGIS-Projekt auf einen bereits in der Wissenschaft validierten kryp-

tographischen Kommunikationsansatz. Hervorzuheben ist die intensive Zusammenarbeit mit der Johannes Kepler Universität Linz als assoziiertem Projektpartner sowie der Fachhochschule Hagenberg. Die Wissenschaftler der Johannes Kepler Universität Linz steuerten einige neuartige biometrische Authentifizierungsmechanismen für das CORMORANT-System bei, zum Beispiel das Modul für Sprach- und Gangerkennung.

Fachhochschule der Wirtschaft (FHDW)

Campusse

Bergisch Gladbach, Bielefeld, Mettmann, Marburg, Paderborn

Hauptsitz

Fürstenallee 5 | 33102 Paderborn | Fon +49 5251 301-02