

Vorlage Nr. 19/680-L
für die Sitzung der staatlichen Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
am 20.03.19

EFRE-Programm Land Bremen 2014 - 2020:

Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme (TOPA³S)

Startprojekt: automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge

A. Problem

Die fortschreitende Etablierung von teil- oder vollautomatisierten Prozessen bis hin zu vollständig autonomen Systemen ist ein wesentlicher Megatrend der Digitalisierung. Als klassische Schlüsseltechnologie betrifft die Automatisierung und Autonomisierung technischer Systeme nahezu alle industriellen Wertschöpfungsketten (Industrie 4.0), logistischen Prozesse und Dienstleistungen.

Ein großes Problem bei der Entwicklung solcher hochautomatisierten und autonomen Systeme ist schon seit längerem, dass sie mit jeweils hohem Aufwand anhand einer großen Vielzahl von Einzelanwendungen programmiert werden müssen. Generalisierte softwaretechnische Werkzeuge fehlen weitgehend.

Ein weiteres Problem entsteht aktuell dadurch, dass der Bedarf an Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Unternehmen insbesondere durch das Thema „Autonomes Fahren“ noch einmal enorm gestiegen ist.

B. Lösung

An diesen beiden zentralen Herausforderungen setzt die Projektidee des Zentrums für Technomathematik der Universität Bremen (ZeTeM) an. Zusammen mit der Arbeitsgruppe Kognitive Neuroinformatik im selben Fachbereich soll ein Startprojekt für den Aufbau eines „Transferzentrums für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme (TOPA³S)“ umgesetzt werden.

Wesentliches Ziel dieses Transferzentrums, dessen Gründung mit einem Startprojekt eingeleitet werden soll (Umsetzung April 2019 bis September 2020) ist die Entwicklung eines Software- und Dienstleistungsangebotes, das unabhängig von den zahlreichen Einzelanwendungen in den verschiedensten Anwendungsbereichen für automatisierte und autonome Systeme zum Einsatz kommen kann.

Weitere Details sind in der beigelegten Senatsvorlage dargestellt.

C. Finanzielle und personalwirtschaftliche Auswirkungen, Gender-Prüfung

Für die Umsetzung des beschriebenen Startprojekts werden seitens des Zentrums für Technomathematik Kosten i.H.v. 638.000 EUR kalkuliert. Die Finanzierung soll mit Mitteln des EFRE Programms Land Bremen 2014-2020 in folgender Aufteilung erfolgen (in €):

Jahr	Mittelbedarf
2019	400.000
2020	238.000
Summe	638.000

Die Umsetzung soll im Rahmen des EFRE-Programms in der Prioritätsachse 1 „Stärkung eines spezialisierten, unternehmensorientierten Innovationssystems“, Investitionspriorität 1b „Auf- und Ausbau anwendungsnaher FuE-Einrichtungen“ erfolgen.

Die Finanzierung der erforderlichen Mittel für 2019 i.H.v. 400.000 EUR erfolgt aus der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovationsförderung“. Diese Mittel sind bereits bei der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ veranschlagt und werden aus dieser Haushaltsstelle im Rahmen der Deckungsfähigkeit zur Verfügung gestellt. Für den Mittelbedarf im Jahr 2020 ist die Erteilung einer zusätzlichen investiven Verpflichtungsermächtigung (VE) bei der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovationsförderung“ i.H.v. 238.000 EUR mit Abdeckung aus der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ erforderlich.

Gender Prüfung

Bei der Umsetzung der Maßnahme wird bewusst darauf geachtet, dass beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen und erreicht werden. Die Projektträger verpflichten sich gemäß Projektantrag wie folgt:

„Die TOPA³S Träger verpflichten sich, im Rahmen des Vorhabens und gemäß der internen Regelungen und Ziele die eigenen Vorgaben zur Förderung des Frauenanteils im Institut zu erfüllen. Es wird erwartet, dass sich die Attraktivität von TOPA³S für Bewerberinnen und Bewerber nochmals steigern wird, so dass eine voraussichtliche verbesserte Bewerberinnenlage genutzt werden kann, geeignete Wissenschaftlerinnen zu gewinnen.“

D. Negative Mittelstands betroffenheit

Die Prüfung nach dem Mittelstandsförderungsgesetz hat keine qualifizierte (negative) Betroffenheit für kleinste, kleine und mittlere Unternehmen ergeben.

E. Beschlussvorschlag

1. Die staatliche Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen stimmt der Maßnahme „Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme - Startprojekt: automatisierte Bedatung digitaler Zwillinge“ zu und beschließt die Umsetzung mit einem Mittelvolumen von 638.000 €
2. Die staatliche Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen stimmt dem Eingehen einer Verpflichtungsermächtigung für die Förderung der Maßnahme „Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme - Startprojekt: automatisierte Bedatung digitaler Zwillinge“ und der sich daraus ergebenden Vorbelastung für das Haushaltsjahr 2020 i.H.v. 238.000 € entsprechend dem beiliegenden VE-Antrag zu.
3. Die staatliche Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen bittet den Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen, eine Befassung des Haushalts- und Finanzausschusses über die Senatorin für Finanzen einzuleiten.

Anlagen:

- Senatsvorlage „Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme - Startprojekt: automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge“ einschließlich Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Projektantrag
- VE Antrag

Vorlage für die Sitzung des Senats am 05.03.2019

EFRE-Programm Land Bremen 2014 - 2020:

**Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte
und autonome Systeme (TOPA³S)**

Startprojekt: automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge

A. Problem

Die fortschreitende Etablierung von teil- oder vollautomatisierten Prozessen bis hin zu vollständig autonomen Systemen ist ein wesentlicher Megatrend der Digitalisierung. Als klassische Schlüsseltechnologie betrifft die Automatisierung und Autonomisierung technischer Systeme nahezu alle industriellen Wertschöpfungsketten (Industrie 4.0), logistischen Prozesse und Dienstleistungen. Zahlreiche Beispiele dafür finden sich vor allem auch in den für die bremische Wirtschaft bedeutsamen Kompetenzfeldern der Luft- und Raumfahrt- sowie der Automobilindustrie, aber auch in der maritimen Wirtschaft, den erneuerbaren Energien und der Logistik.

Ein großes Problem bei der Entwicklung solcher hochautomatisierten und autonomen Systeme ist schon seit längerem, dass sie mit jeweils hohem Aufwand anhand einer großen Vielzahl von Einzelanwendungen programmiert werden müssen. Generalisierte softwaretechnische Werkzeuge fehlen weitgehend, insbesondere für die Erarbeitung der sogenannten digitalen Zwillinge, die als möglichst präzise Modelle der realen Rahmenbedingungen zwingend auf eine umfassende und schnelle Ausstattung mit Daten angewiesen sind.

Ein weiteres Problem entsteht aktuell dadurch, dass der Bedarf an Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Unternehmen insbesondere durch das Thema „Autonomes Fahren“ noch einmal enorm gestiegen ist.

B. Lösung

An diesen beiden zentralen Herausforderungen setzt die Projektidee des Zentrums für Technomathematik der Universität Bremen (ZeTeM) an. Zusammen mit der Arbeitsgruppe Kognitive Neuroinformatik im selben Fachbereich soll ein Startprojekt für den Aufbau eines „Transferzentrums für optimierte, assistierte, hoch-automatisierte und autonome Systeme (TOPA³S)“ umgesetzt werden.

Wesentliches Ziel dieses Transferzentrums ist die Entwicklung eines Software- und Dienstleistungsangebotes, das unabhängig von den zahlreichen Einzelanwendungen in den verschiedensten Anwendungsbereichen für automatisierte und autonome Systeme zum Einsatz kommen kann. Neue und innovative Lösungsansätze aus den Querschnittswissenschaften Mathematik und Informatik sollen unmittelbar in die Unternehmen transferiert und als Schlüsseltechnologie für konkrete Anwendungen – von der Steuerung industrieller Produktions- und Logistikprozesse bis zum Einsatz autonomer Fahrzeuge – umgesetzt werden. Dafür ist die Gründung einer gemeinnützigen GmbH vorgesehen, die die Entwicklung von Algorithmen für die softwarebasierte und damit automatische Optimierung von automatisierten und autonomen Systemen als konkrete Dienstleistung anbietet. Der Fokus liegt dabei auf einer sehr effizienten Softwareumsetzung, die von vorneherein und in vollem Umfang industriellen Standards genügt. Die Softwareentwicklung soll modular ablaufen, damit alle Bereiche der für die Entwicklung automatisierter und autonomer Systeme erforderlichen Komponenten abgedeckt und für industrielle Zwecke vorbereitet werden können (vgl. Abbildung 2 u. S. 5 .des beigefügten Projektantrages). Durch diese allgemeingültige Herangehensweise ist eine individuelle Anwendung der Software auf unterschiedliche Technologiebereiche möglich. Nach Angaben der Antragssteller ist derzeit kein vergleichbares Vorhaben in der Bundesrepublik Deutschland bekannt.

Die Gründung des Transferzentrums soll mit einem Startprojekt eingeleitet werden, welches von April 2019 bis September 2020 umgesetzt werden soll.

Dieses Startprojekt beinhaltet die Entwicklung des Moduls „Parameteridentifikation“, mit dem eine automatische „Bedatung“ sogenannter digitaler Zwillinge erfolgen kann. Das bedeutet, dass die für die Funktion automatisierter und autonomer Systeme stets erforderlichen digitalen Modelle der

realen Welt automatisch – und nicht mehr wie bisher üblich händisch - mit den dafür notwendigen Daten bestückt werden können.

Die letzte Phase des Startprojekts widmet sich den Vorbereitungen zur Gründung des Transferzentrums. Zu den notwendigen Planungsmaßnahmen gehören neben der Konzeptentwicklung für den Softwaretransfer und den Planungen von Unternehmensstruktur und notwendiger Infrastruktur auch die Gründung des Transferzentrums als gGmbH.

Das ‚Transferzentrum zur Optimierung von automatisierten Systemen‘ ist als Maßnahme 3.3.c im Masterplan Green City Bremen im Handlungsfeld 3 ‚Automatisiertes Fahren‘ gelistet und ist Bestandteil des Zukunftskonzepts Bremen 2035.

Die Umsetzung des Projekts soll im Rahmen des EFRE Programms Land Bremen 2014- 2020 in der Prioritätsachse 1a „Ausbau der Infrastruktur im Bereich Forschung und Innovation (F&I) und der Kapazitäten für die Entwicklung von F&I-Spitzenleistungen; Förderung von Kompetenzzentren, insbesondere solchen von europäischem Interesse“ erfolgen. Das Vorhaben trägt zur Erreichung des spezifischen Ziels „Steigerung der FuE-Kapazitäten in anwendungsnahen Forschungs- und Innovationseinrichtungen“ im EFRE Programm bei und korrespondiert uneingeschränkt mit den im „Innovationsprogramm 2020“ und der „Clusterstrategie 2020“ dargelegten Zielen, insbesondere hinsichtlich der Stärkung der für das Land Bremen einschlägigen Kernkompetenzen in den Sektoren Luft- und Raumfahrt, Kraftfahrzeugbau, maritime Wirtschaft und erneuerbare Energien.

C. Alternativen

Keine Förderung. Diese Alternative würde die FuE Aktivitäten und Entwicklungsperspektiven in den Bereichen Automatisierung industrieller Prozesse, Transfer Industrie 4.0-relevanter Technologien sowie autonomes Fahren erheblich einschränken und eine Profilierung Bremens als Kompetenzstandort für Industrie 4.0 und autonomes Fahren behindern.

D. Finanzielle und personalwirtschaftliche Auswirkungen, Gender-Prüfung

Für die Umsetzung des beschriebenen Startprojekts werden seitens des Zentrums für Technomathematik folgende Kosten kalkuliert:

Ausgabenposition	Kostenrahmen in €(gerundet)	Erläuterungen
Personal	565.000	Kosten für 4 wissenschaftliche MitarbeiterInnen für die Umsetzung des Projekts sowie ein/e technische/r MitarbeiterIn; Gemeinkosten.
Software	15.000	Lizenz Ausgaben für Fachsoftware
Workshops	15.000	Durchführung von mehreren Workshops zur Projektentwicklung
Öffentlichkeitsarbeit, Marketing	28.000	Webauftritt, Videoproduktionen, Werbematerial
IT Infrastruktur	15.000	Anschaffung eines leistungsstarken Rechenservers
Summe	638.000	

Die angesetzten Kosten sind als Planungsgrundlage anzusehen und werden im Rahmen des laufenden Antragsverfahrens weiter konkretisiert, in der Gesamtsumme jedoch nicht überschritten.

Die Umsetzung soll im Rahmen des EFRE-Programms Bremen 2014-2020 in der Prioritätsachse 1 „Stärkung eines spezialisierten, unternehmensorientierten Innovationssystems“, Investitionspriorität 1b „Auf- und Ausbau anwendungsnaher FuE-Einrichtungen“ erfolgen.

Finanzierungsplan:

Die Finanzierung soll mit Mitteln des EFRE Programms Land Bremen 2014-2020 in folgender Aufteilung erfolgen (in €):

Jahr	Gesamtbetrag	davon EFRE (reine EU-Mittel)	davon erforderliche landesseitige Ko-Finanzierung der EU-Mittel
2019	400.000	200.000	200.000
2020	238.000	119.000	119.000
Summe	638.000	319.000	319.000

Die Finanzierung der erforderlichen Mittel für 2019 i.H.v. 400.000 EUR erfolgt aus der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovationsförderung“. Diese Mittel sind bereits bei der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ veranschlagt und werden aus dieser Haushaltsstelle im Rahmen der Deckungsfähigkeit zur Verfügung gestellt. Für den Mittelbedarf im Jahr 2020 ist die Erteilung einer zusätzlichen investiven Verpflichtungsermächtigung (VE) bei der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovationsförderung“ i.H.v. 238.000 EUR mit Abdeckung aus der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ erforderlich.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte wurde das standardisierte Bewertungstool der Senatorin für Finanzen genutzt. Dabei wurden auf der Kostenseite das von der Universität Bremen - Zentrum für Technomathematik (ZeTeM) beantragte Fördervolumen (Landesmittelanteil i.H.v. 50%= 319 TEUR; Laufzeit 18 Monate) angesetzt. Es wurde ein Betrachtungszeitraum von 12 Jahren zu Grunde gelegt. Es wird seitens des ZeTeM erwartet, dass für Folgeaktivitäten im Bereich „optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme“ Drittmittel in Höhe von insgesamt rd. 6,7 Mio. € eingeworben werden können.

Durch die Prognosen ergibt sich eine Amortisierung der eingesetzten Landesmittel nach LFA ab dem Jahr 2025. Weitere indirekte und induzierte regionalwirtschaftliche Effekte sind bei dieser Kalkulation nicht berücksichtigt.

Die Projektträger zielen mit dem Vorhaben auf eine Steigerung der FuE-Kapazitäten für die wirtschaftlich besonders bedeutsamen bremischen Kompetenzfelder ab: Dazu gehört das Anwerben und Halten von hochqualifizierten Fachkräften in Bremen und damit einhergehend eine Steigerung der Standortattraktivität.

Gender-Prüfung:

Bei der Umsetzung der Maßnahme wird bewusst darauf geachtet, dass beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen und erreicht werden. Die Projektträger verpflichten sich gemäß Projektantrag wie folgt:

„Die TOPA³S Träger verpflichten sich, im Rahmen des Vorhabens und gemäß der internen Regelungen und Ziele die eigenen Vorgaben zur Förderung des Frauenanteils im Institut zu erfüllen. Es wird erwartet, dass sich die Attraktivität von TOPA³S für Bewerberinnen und Bewerber nochmals steigern wird, so dass eine voraussichtliche verbesserte Bewerberinnenlage genutzt werden kann, geeignete Wissenschaftlerinnen zu gewinnen.“

E. Beteiligung und Abstimmung

Die Vorlage wurde mit der Senatskanzlei, der Senatorin für Finanzen, dem Senator für Umwelt, Bau und Verkehr und der Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz abgestimmt.

F. Öffentlichkeitsarbeit und Veröffentlichung nach dem Informationsfreiheitsgesetz

Die Senatsvorlage kann nach Beschlussfassung über das zentrale elektronische Informationsregister veröffentlicht werden.

G. Beschlussvorschlag

1. Der Senat stimmt der Maßnahme „Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme - Startprojekt: automatisierte Bedatung digitaler Zwillinge“ zu und beschließt die Umsetzung mit einem Mittelvolumen von 638.000 €.
2. Der Senat bittet den Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen, im Rahmen der Haushaltsaufstellung 2020/ 2021 die Maßnahme innerhalb des Ressorthaushalts prioritär zu berücksichtigen.
3. Der Senat bittet den Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen, eine Befassung des Haushalts- und Finanzausschusses über die Senatorin für Finanzen einzuleiten.

Anlagen

- Übersicht Wirtschaftlichkeitsuntersuchung (WU)
- Projektantrag Transferzentrum für Optimierte, Assistierte, hoch-Automatisierte und Autonome Systeme - Startprojekt: Automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge

Anlage : Wirtschaftlichkeitsuntersuchungs-Übersicht (WU-Übersicht)

Benennung der(s) Maßnahme/-bündels

TOPA³S Startprojekt: automatisierte Bedatung digitaler Zwillinge

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für Projekte mit einzelwirtschaftlichen gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen

Methode der Berechnung (siehe Anlage)

Rentabilitäts/Kostenvergleichsrechnung Barwertberechnung Kosten-Nutzen-Analyse
 Bewertung mit standardisiertem gesamtwirtschaftlichen Berechnungstool

Ggf. ergänzende Bewertungen (siehe Anlage)

Nutzwertanalyse ÖPP/PPP Eignungstest Sensitivitätsanalyse Sonstige (Erläuterung)

Anfangsjahr der Berechnung : 2019
 Betrachtungszeitraum (Jahre): 12 Unterstellter Kalkulationszinssatz: 1,84 %

Geprüfte Alternativen (siehe auch beigefügte Berechnung)

Nr.	Benennung der Alternativen	Rang
1	Durchführung der Maßnahme wie vorgeschlagen	1
2	Keine Durchführung	2
n		

Ergebnis

Auf Basis des gesamtwirtschaftlichen Berechnungstool erfolgt eine Amortisierung der eingesetzten Landesmittel nach LFA ab dem Jahr 2025.

Weitergehende Erläuterungen

Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte wurde das standardisierte Bewertungstool der Senatorin für Finanzen genutzt. Dabei wurden auf der Kostenseite das von der Universität Bremen - Zentrum für Technomathematik (ZeTeM) beantragte Fördervolumen (Landesmittelanteil i.H.v. 50%= 319 TEUR; Laufzeit 18 Monate) angesetzt. Es wurde ein Betrachtungszeitraum von 12 Jahren zu Grunde gelegt. Es wird seitens des ZeTeM erwartet, dass für Folgeaktivitäten im Bereich „optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme“ Drittmittel in Höhe von insgesamt rd. 6,7 Mio. € eingeworben werden können.

Durch die Prognosen ergibt sich eine Amortisierung der eingesetzten Landesmittel nach LFA ab dem Jahr 2025. Weitere indirekte und induzierte regionalwirtschaftliche Effekte sind bei dieser Kalkulation nicht berücksichtigt.

Zeitpunkte der Erfolgskontrolle:

1.2022	2. 2030	n.
--------	---------	----

Kriterien für die Erfolgsmessung (Zielkennzahlen)

Nr.	Bezeichnung	Maßeinheit	Zielkennzahl 2022	Zielkennzahl 2030
1	Entwicklung Drittmittelvolumen (Durchschnittswert p.A.)	€	390.000	676.000
2	Absolventen als qualifiziertes Personal (Durchschnittswert p.A.)	VZÄ	10	10
3	Wissenschaftliches Personal mit Aufgaben im Bereich „optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme“ (Durchschnittswert p.A.)	VZÄ	7,5	12,6

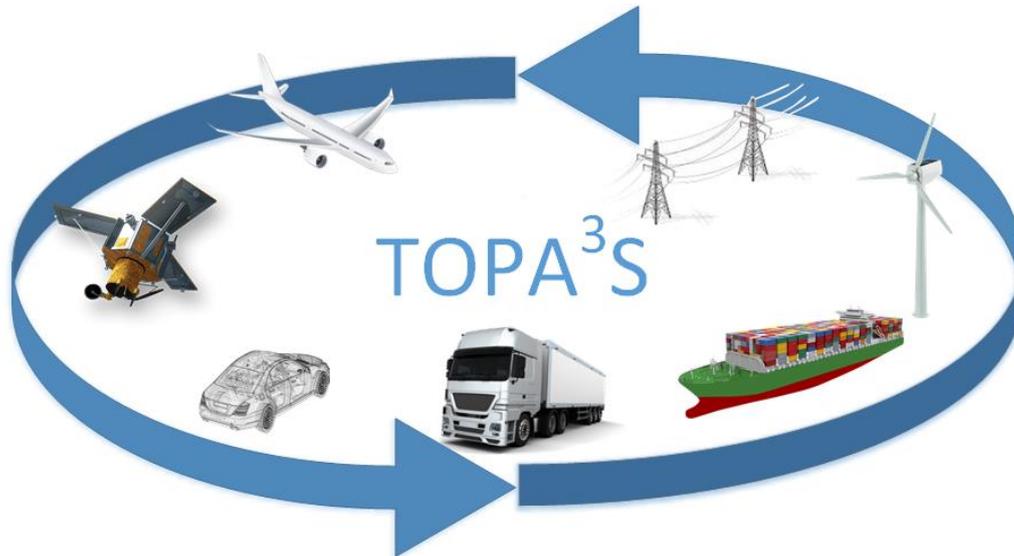
Baumaßnahmen mit Zuwendungen gem. VV 7 zu § 44 LHO: die Schwellenwerte werden nicht überschritten / die Schwellenwerte werden überschritten, die frühzeitige Beteiligung der zuständigen technischen bremischen Verwaltung gem. RLBau 4.2 ist am erfolgt.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht durchgeführt, weil:

Ausführliche Begründung



Europäische Union
Investition in Bremens Zukunft
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



Transferzentrum für Optimierte, Assistierte, hoch-Automatisierte und Autonome Systeme

Startprojekt: Automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge
(Projektantrag)



Ansprechpartner

Prof. Dr. Christof Büskens
Universität Bremen
FB3 Mathematik und Informatik
Zentrum für Technomathematik
Postfach 33 04 40
28359 Bremen
Tel.: +49 421 218 63861
E-Mail: bueskens@math.uni-bremen.de



1 Ausgangslage und Motivation

„Eine digitale Gesellschaft funktioniert nur mit Mathematik“

Johanna Wanka (ehemalige Bundesministerin für Bildung und Forschung)

1.1 Digitalisierung

Neue Technologien verändern die Wirtschaft und ihre Produkte und treiben die Digitalisierung in allen Branchen voran. Deutschland nutzt nur 10% seines digitalen Potentials und liegt damit unter dem EU-Durchschnitt von 12% und weit abgeschlagen hinter z.B. der USA mit 18%. Die fortschreitende Etablierung von optimal agierenden Assistenzsystemen, (teil- oder voll-) automatisierten Systemen und autonom agierenden Systemen (OAAA-Systeme; im weiteren OA³-Systeme genannt) definieren einen Megatrend der Digitalisierung. Während noch vor wenigen Jahren der Bereich der Luft- und Raumfahrt der Innovationstreiber für OA³-Systeme war, ist der Bedarf im Automobilbereich durch das aktuelle Thema "autonomes Fahren" gigantisch gewachsen und wird längst zusätzlich auf maritime Anwendungen, erneuerbare Energien, Logistik, etc. übertragen, sodass insbesondere auch die Bremer Kompetenzfelder davon akut betroffen sind.

1.2 Digitaler Zwilling

Ausgangspunkt für OA³-Systeme sind stets computergestützte Simulation, die der realitätsnahen Nachbildung von Geschehen der Wirklichkeit mittels mathematischer Modelle dienen. Das Ziel der Simulation ist zunächst die Anpassung des problembeschreibenden Modells, dem sogenannten "Digitalen Zwilling", an die Realität, mit dem dann in einem weiteren Schritt die Verbesserung/Optimierung des betrachteten Vorgangs/Systems erreicht wird. Heute werden moderne Systeme mittels Simulationen assistiert, automatisiert, spätestens im Zuge von Industrie 4.0 autonomisiert und dies stets mit dem Ziel der Optimierung. Die aktuell verfolgten individualisierten Ansätze orientieren und differenzieren sich dabei an einer unüberschaubaren Anzahl an Einzelanwendungen, die den Entwicklungsaufwand trotz Computerunterstützung explodieren lassen. Das muss nicht sein!

1.3 Evolutionäre Keimzelle

Die hochindividualisierten Auswirkungen dieser Transformation auf Wirtschaft und Gesellschaft sind längst zum Problem für die deutsche Industrie geworden, aufgrund ihrer Komplexitäten und auch des fehlenden Know-hows. Unter dem Stichwort Industrie 4.0 wird klar, dass alle Industriezweige betroffen sind. Die Forderung nach einer Digitalisierung und intelligenten Vernetzung von Maschinen und Prozessen ist ohne innovative Ideen nicht umsetzbar. Unabhängige Experten gehen davon aus, dass dieser (Forschungs-)Trend bis min. 2050 und darüber hinaus anhalten wird. Benötigt werden daher evolutionäre Keimzellen, die mit einem ganzheitlichen Ansatz übertragbare Methoden und Algorithmen entwerfen, die in alle oben benannten Branchen transferiert werden können. Die Überführung von neuen kundeninvolvierten Produkten in den Markt und schnelles Reagieren auf Marktveränderungen sind dabei vorrangige Ziele.

1.4 Technischer Lösungsansatz

Alle Anwendungen haben gemeinsam, dass sie sich durch einen digitalen Zwilling in Form eines mathematischen Modells beschreiben, simulieren aber auch bereits auf dieser (anwendungsunabhängiger) Ebene optimieren, assistieren, automatisieren und autonomisieren (OA³) lassen. Es gilt diese verallgemeinerte und übertragbare Ebene auszunutzen und so einen Schub in alle Entwicklungen der Digitalisierung zu treiben. Für den Bereich der Optimierung wurde bereits die nicht-anwendungsgebundene Software WORHP in den letzten Jahren unter Industriestandards entwickelt. Sie wird mittlerweile bei mehreren hundert unterschiedlichsten Anwendungen erfolgreich eingesetzt. Zusammen mit der aktuellen Hardwareentwicklung stellt sie ein einzigartiges Werkzeug für die weiteren OA³-Übertragungen dar, insbesondere für die sogenannte Bedatung (Anpassung, Identifikation) von digitalen Zwillingen.

1.5 Ziele

Aus diesen Überlegungen lassen sich zwei wesentliche Ziele ableiten:

1. Gründung einer evolutionären Keimzelle in Form eines Transferzentrums für OA³-Systeme auf anwendungsunabhängiger Ebene: TOPA³S
2. Erstellung eines Werkzeugs zur automatischen Identifikation/Bedatung von digitalen Zwillingen

2 TOPA³S : Transferzentrum für Optimierte, Assistierte, hoch-Automatisierte und Autonome Systeme

Der riesige Bedarf an optimierten, assistierten, hoch-automatisierten und autonomen Systemen soll durch das Transferzentrum TOPA³S gedeckt werden. Ziel ist die Entwicklung eines Software- und Dienstleistungsangebotes, welches so allgemein angesetzt ist, dass es von allen Anwendungsbereichen genutzt werden kann. Neue und innovative Lösungsansätze aus den Querschnittswissenschaften Mathematik und Informatik sollen in die Wirtschaft transferiert sowie für konkrete Anwendungen eingesetzt werden. Wie zuvor ausgeführt, kommt im Bereich der angewandten Optimierung die unter Industriestandards entwickelte Software WORHP mit weltweiten Anwendern bereits erfolgreich zum Einsatz. Insbesondere die in Bremen und Umgebung angesiedelte Industrie wird so für die anstehenden Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte nachhaltig unterstützt und vorbereitet.

2.1 Stand der Automatisierung und Autonomisierung

Der Entwicklungsprozess von der Steuerung des Menschen hin zu einem autonomen System durchläuft die sechs verschiedenen Stufen der Automatisierung, vgl. Abbildung 1. Für verschiedene Anwendungsgebiete gelten momentan noch sehr unterschiedliche Automatisierungsstandards. So ist die Entwicklung in dem Bereich der Luft- und

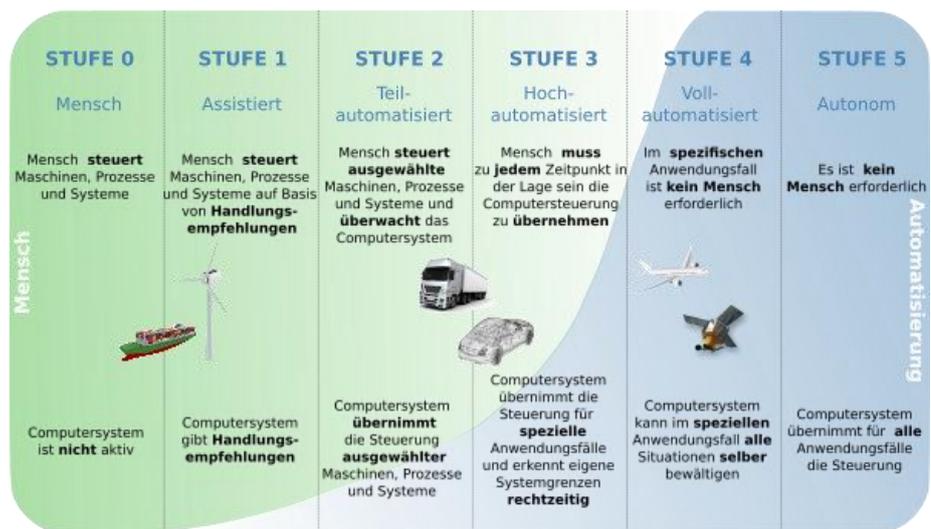


Abbildung 1: Die 6 Stufen der Automatisierung und Autonomisierung

Raumfahrt schon weit fortgeschritten und viele der dortigen Systeme, etwa im Bereich der Satelliten, sind bereits voll-automatisiert. Der Verkehrs- und Automobilsektor kann in Teilbereichen als teil-automatisiert bezeichnet werden, die (küstennahe) Schifffahrt hinkt aber z.B. noch deutlich hinterher. Gleichwohl kann das autonome Fahren aktuell als Innovationstreiber für verschiedenste technische Fragestellungen betrachtet werden, allerdings ist gerade hier der technische Fortschritt durch die verschiedenen Hersteller stark individualisiert. Eine ähnliche Situation ergibt sich für die Energiebranche in Deutschland aufgrund ihrer historisch gewachsenen regionalbestimmten Struktur. So müssen Stromanbieter, Netzbetreiber und Anlagenbetreiber von erneuerbaren Energien gemeinsam noch viel Arbeit investieren. Man erkennt leicht, dass die einzelnen Technologiebranchen auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen stehen und der technische und damit kostenintensive Aufwand mit steigendem Automatisierungsgrad überproportional wächst. Ein für alle Bereiche nützliches Framework für OA³-Systeme zur Verfügung zu stellen, ist daher gleich mehrfach sinnvoll.

2.2 Träger und Beteiligte

Das Know-how der Arbeitsgruppe Optimierung und Optimale Steuerung am Zentrum für Technomathematik unter Leitung von Prof. Dr. Christof Büskens an der Universität Bremen deckt alle notwendigen Bereiche für die Entwicklung autonomer Systeme ab. Mit dem Steinbeis Forschungszentrum für Optimierung, Steuerung und Regelung sowie dem Steinbeis Innovationszentrum für Optimierung, Steuerung und Regelung unter gleicher Leitung wurden umfangreiche Erfahrungen in direkter Zusammenarbeit mit Industriepartnern gesammelt.

Dem Namen der Einrichtungen entsprechend ist besonders die Expertise im Bereich Optimierung, optimale Steuerung und optimale Regelung ausgeprägt. Die Arbeiten in diesem Bereich basieren auf der unter hohen Industriestandards entwickelten Software WORHP (We Optimize Really Huge Problems), welche für die Raumfahrt entwickelt und bereits in einer Vielzahl weiterer Anwendungsgebiete erfolgreich eingesetzt worden ist, vgl. Tabelle 1. Darüber hinaus zeichnet sich die Gruppe im Bereich der Regelung unter Echtzeitanforderungen, Modellierung und Parameteridentifikation (in der Industrie auch als Parametrierung, Bedatung oder Applizierung bekannt) aus, die als natürliche Erweiterung der anwendungsorientierten Optimierung verstanden werden können. Die Expertise wird in Abbildung 2 dargestellt. Zudem sind Erfahrungen der Arbeitsgruppen in konkreten Anwendungen exemplarisch in Tabelle 1 zusammengefasst.

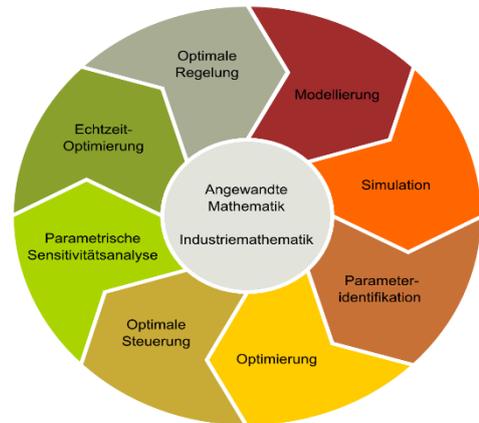
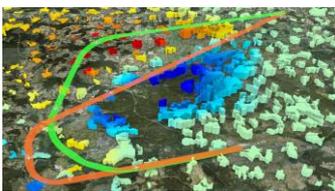
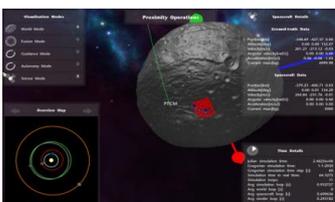


Abbildung 2: Technische Kompetenzfelder

Luftfahrt	<p>Clean Sky AWACs – Adaption of WORHP to Avionic Constraints Das Ziel ist die Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Luftverkehrs und der Luftfahrtindustrie durch die Entwicklung eines Assistenzsystems für Piloten auf Basis von Optimierungsmethoden zu steigern und die Umweltbelastung durch Schadstoffemissionen und Fluglärm zu verringern.</p>	
Raumfahrt	<p>KaNaRiA - Kognitionsbasierte, autonome Navigation am Beispiel des Ressourcenabbaus im All Simulation und Methodenentwicklung für autonome Asteroiden-Mining Mission zum Ressourcenabbau im "Main Belt". Im Fokus stehen Verfahren der nichtlinearen Optimierung sowie biologiegerechte Methoden.</p>	
Automotive	<p>AO-Car: Autonome, optimale Fahrzeugnavigation und -steuerung im Fahrzeug-Fahrgast-Nahbereich für den städtischen Bereich Ziel von AO-Car ist die Entwicklung autonomer und sicherer Fahrmanöver für (Elektro-)Autos im Stadtverkehr. Hierzu wird mit einer Ausnahmegenehmigung ein eigenes Forschungsfahrzeug zur Umsetzung von hoch-automatisierten Fahrmanövern in Bremen und in Teilen Niedersachsens betrieben.</p>	
Energie	<p>SmartFarm – Datenbasiert zum optimierten Eigenverbrauch Im Projekt SmartFarm wird eine Methodik entwickelt, die es hoch-automatisiert erlaubt, erneuerbare Energien (Solar- und Windkraft) gewinnbringend für kleine und mittelständige landwirtschaftliche Betriebe einzusetzen. Hierzu werden ein eigenes Windkrafttrad, eine PV- Anlage sowie ein eigenes Batteriespeichersystem betrieben.</p>	

GALILEOnautic: Autonomes Navigieren und optimiertes Manövrieren von kooperierenden Schiffen in sicherheitskritischen Bereichen

Das Projekt GALILEOnautic nutzt Satelliteninformationen, um Systeme für die vollautomatisierte Schifffahrt zu entwickeln. Die Umsetzung erfolgt im Rostocker Hafen mittels Methoden der optimalen Steuerung. Eine Übertragung auf Bremerhaven wird diskutiert.



Tabelle 1: Bereits bearbeitete Anwendungsfelder

Um ein einheitliches Framework zu entwickeln, welches alle notwendigen Bereiche von der Modellierung bis zur optimalen Regelung abdeckt und es erlaubt, in vielfältigen unterschiedlichen Anwendungen und Anwendungsfeldern zu kooperieren, ist man auf ein hohes Maß an Querschnittswissenschaftspotenzial angewiesen. Genau hierdurch zeichnen sich die Antragsteller aus: Technomathematiker mit einem umfangreichen Know-how in anwendungsorientierter Mathematik an der Schnittstelle zur Informatik und den Ingenieurwissenschaften.

Bei der Softwareentwicklung ist zudem zu beachten, dass aufgrund der gewünschten Anwendung in der Industrie gewisse Sicherheits- und Industriestandards einzuhalten sind. Auch in diesem Bereich sind die Antragsteller aufgrund der umfangreichen Steinbeis-Aktivitäten bereits erfahren. Weiterhin wurde das zentrale Optimierungspaket WORHP unter dem strengen Industriestandard ECSS der europäischen Weltraumbehörde ESA entwickelt und genügt dem TRL-Level 7. Im Normalfall erreicht eine universitäre wissenschaftliche Software TRL-Level 1.

Die Arbeitsgruppe für Kognitive Neuroinformatik unter der Leitung von Prof. Kerstin Schill untersucht biologie-inspirierte, intelligente Systeme, die mit unsicheren, unvollständigen und inkonsistenten Daten umgehen können. Kombiniert werden hierbei datengetriebene Bottom-Up-Verfahren und wissensbasierte Top-Down-Prozesse. Bottom-Up umfasst Signalverarbeitung visueller Daten und die Fusion multisensorischer Daten mittels probabilistischer Methoden (Bayes Theorie, Deep-Learning, Kalman- und Partikel-Filter) sowie Verfahren zur erweiterten Darstellung von Unsicherheit (z.B. Dempster-Shafer-Theorie). Die Top-Down-Ansätze modellieren evidenzbasiertes Schlussfolgern, autonome Entscheidungsfindung, die Maximierung des Informationsgewinns sowie Explorationsstrategien. Weiter dienen empirische Experimente der Untersuchung von Szenenanalyse mit sakkadischen Augenbewegungen, multisensorischem Alignment sowie menschlicher Raumrepräsentation, Exploration und Navigation. Die AG ist ebenfalls an den Vorhaben KaNaRiA, AO-Car und SmartFarm involviert.

2.3 Ausrichtung und Struktur des Zentrums

Wesentliches Ziel der Umsetzung ist die Gründung des Transferzentrums TOPA³S als gemeinnützige oder gemeinnützig anerkannte GmbH, welche innovative und ganzheitliche Algorithmen aus der aktuellen Forschung der Mathematik und Informatik in die Industrie transferiert. Dies geschieht zum einen durch den Aufbau einer umfangreichen Softwarebibliothek und zum anderen durch das Angebot von anwendungsorientierten Dienstleistungen. Adressiert werden in erster Linie die Entwicklung und Erforschung von Algorithmen für die automatische Optimierung von Systemen für assistierte, (hoch-) automatisiert oder autonome Systeme. Ein Fokus liegt hierbei auf einer effizienten Softwareumsetzung, welche industrielle Standards erreicht. In der zukünftigen, jedoch hier zunächst nicht di-

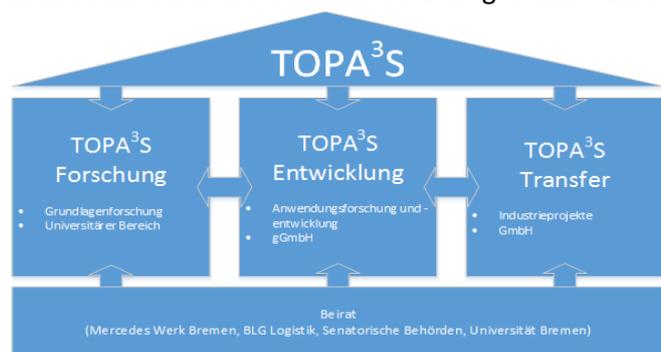


Abbildung 3: Struktur des Transferzentrums

rekt weiterverfolgt, Strategie ist die Unterstützung durch eine marktwirtschaftlich organisierte GmbH denkbar.

Übergeordnetes Ziel ist die Entwicklung eines modularen Frameworks, welches alle Bereiche des in Abbildung 2 aufgeführten und bisher eher wissenschaftlich orientierten Entwicklungskreises abdeckt und für industrielle Zwecke vorbereitet:

- Modellierung,
- Simulation,
- Parameteridentifikation,
- Optimierung,
- Optimale Steuerung,
- Parametrische Sensitivitätsanalyse,
- Echtzeit-Optimierung und Optimalsteuerung und
- Optimale Feedback-Regelung,

wobei auch die Anwendungshintergründe zu berücksichtigen sind, z.B. Echtzeitfähigkeit, Übertragbarkeit auf verschiedene Steuergeräte, etc. Zum einen können diese Module einzeln eingesetzt werden, um bestimmte Fragestellungen zu lösen. Zum anderen ist aber eine Verknüpfung aller Module über ein gemeinsames Softwaretool vorgesehen. Diese übergeordnete Ebene, verkörpert durch eine interaktive Oberfläche, kann dem Kunden als Werkzeug zur Verfügung gestellt werden oder der Umgang mit selbigem als Dienstleistung angeboten werden. Liegt z.B. bereits ein Modell vor, wird das Modul „Modellierung“ nicht benötigt. Stattdessen kann das Modul „Parameteridentifikation“ (Bedatung) direkt verwendet werden, um die noch unbekanntenen Modellparameter zu ermitteln und somit ein hochgenaues Modell zu erhalten. Das Modul „Optimale Regelung“ nutzt dann das hochgenaue Modell auf dem Computer für die bestmögliche Steuerung der Realanwendung. Der modulare Aufbau der Gesamtsoftware ermöglicht eine individuelle Anwendung auf unterschiedlichste Technologiebereiche aufgrund der Allgemeingültigkeit der Herangehensweise.

Als innovativer Partner von O²C bietet sich die Arbeitsgruppe Kognitive Neuroinformatik (CNI) von Prof. Dr. Kerstin Schill an der Universität Bremen an, mit der bereits umfangreich kooperiert wird.

Den Antragstellern ist ein vergleichbares Transferzentrum im Bundesgebiet bisher nicht bekannt. Das Transferzentrum soll mit dem nachfolgend beschriebenen Startprojekt gegründet werden.

3 Kurze Beschreibung des Projektinhalts

Startprojekt: Automatische Bedatung von digitalen Zwillingen

Die Umsetzung des gesamten Entwicklungskreises als zentrale Software für das Transferzentrum soll schrittweise erfolgen. Wie bereits beschrieben, wird die Software modular entwickelt. Im hier vorgeschlagenen Startprojekt wird das Modul „Parameteridentifikation“ umgesetzt, mit dem eine automatische Bedatung (bisher händisch angepasster) digitaler Zwillinge erfolgen kann.

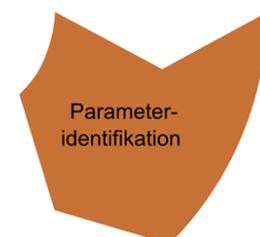


Abbildung 4: Startprojekt

3.1 Beispiel Dieselskandal

Automobilhersteller erstellen sogenannte multidimensionale Kennfelder zur Emissionsreduktion ihrer Dieselfahrzeuge in Abhängigkeit vom Motor, aber auch den unterschiedlichen Verbrauchern in einem Fahrzeug, welche sie individualisiert anpassen müssen. Diese Einstellungen, die mittlerweile über 200.000 Parameterfestlegungen erforderlich machen, erfolgte bisher ungenügend und über Monate „von Hand“. Spätestens der Dieselskandal hat gezeigt, dass die Hersteller hiermit überfordert sind. Den Antragstellern gelang es hierfür eine Software zu entwickeln, die alle nötigen Arbeitsschritte automatisiert und optimal binnen Sekunden erledigt.

3.2 Optimale Bedatung

Tatsächlich werden seit ca. 50 Jahren computergestützte Simulationsmodelle in allen Anwendungsbereichen erstellt und „von Hand“ aufwendig und unzureichend angepasst. Das Simulationsmodell, gerne auch digitaler Zwilling genannt, muss anhand seiner modellbeschreibenden Parameter so eingestellt werden, dass es möglichst gut mit der Realität übereinstimmt - es muss bedatet werden. Die heutigen Komplexitäten und die Vielfalt an Modellen erfordern dringend ein Umdenken in der derzeitigen Vorgehensweise, denn auch hier kann die konkrete Anwendung verallgemeinert werden und die Bedatung automatisiert erfolgen. Mit der hierfür zu erstellenden Software bekommt der Nutzer einen digitalen Zwilling, der bzgl. seines Verhaltens im Vergleich zur Realität nicht weiter verbessert werden kann. Nach der Badatung wird selbiger dann für hochgenaue Analysen, Simulationen und Optimierungen bis hin zur modellprädiktiven Regelung genutzt. Selbst wenn für ein System bereits ein digitaler Zwilling vorliegt, ist dieser meist ungenau wenn er „per Hand“ parametrisiert wurde. Da für assistierte, automatische und autonome Systeme jedoch hochgenaue Modelle erforderlich sind, reicht eine solche „händische“ Parameterbestimmung nicht aus. Stattdessen werden Optimierungsalgorithmen eingesetzt, um nicht nur gute, sondern bestmögliche Parameter für den digitalen Zwilling zu bestimmen. Anhand gesammelter Messdaten der realen Anwendung wird dabei der Abstand zwischen Modellfunktion und Messdaten minimiert, damit ist es ein Optimierungsproblem im Kompetenzbereich der Antragsteller.

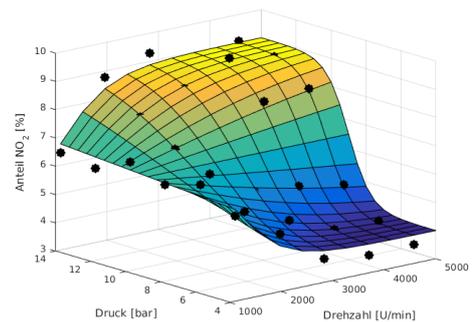


Abbildung 5: Schematische Bedatungsdarstellung.

3.3 Qualitätssicherung

Der Bereich der hardwaretechnischen Umsetzung der Automatisierung ist in den letzten Jahren zu einem großen und schnelllebigen Aktionsfeld geworden. Um eine modulare Softwarebibliothek zu schaffen, die den sich ständig ändernden Anforderungen gerecht wird, muss man auf Änderungen schnell reagieren können. Im Projekt wird dies dadurch erreicht, dass Methoden der agilen Softwareentwicklung wie SCRUM und Extreme Programming eingesetzt werden. Hierzu zählen unter anderem das Erstellen automatisierter Tests durch testgetriebene Programmierung, die sich hier besonders aufgrund der Vielfältigkeit der potentiellen Anwendungen empfehlen, sowie die Aufteilung der Meilensteine in Sprints. Durch die kontinuierliche Integration neuer Feature in die bestehende Software wird eine stetige Wertschöpfung garantiert, wodurch frühzeitig auf (Kunden-) Feedback reagiert werden kann.

3.4 Arbeitspakete

Die vorhergehenden Überlegungen definieren wesentliche Arbeitspakete, die nachfolgend genauer erläutert werden:

- A1: Aufbau der erforderlichen softwaretechnischen Strukturen
- A2: Erstellen einer Softwarebibliothek zur Modellierung und Integration von Modellen aus anderen Simulationsumgebungen (Modellierungsbibliothek)
- A3: Transfer bestehender Lösungsansätze in ein Softwareframework
- A4: Erstellen von Komponenten zur Analyse, Bewertung und Visualisierung von Ergebnissen der Parameteridentifikation/Bedatung
- A5: Verifikation durch verschiedene Anwendungsfälle
- A6: Konzepterstellung Transfer

In Abbildung 7 ist der generelle Aufbau der zu entwickelnden Software skizziert. Die umzusetzenden Arbeitspakete sind im Folgenden näher erläutert.

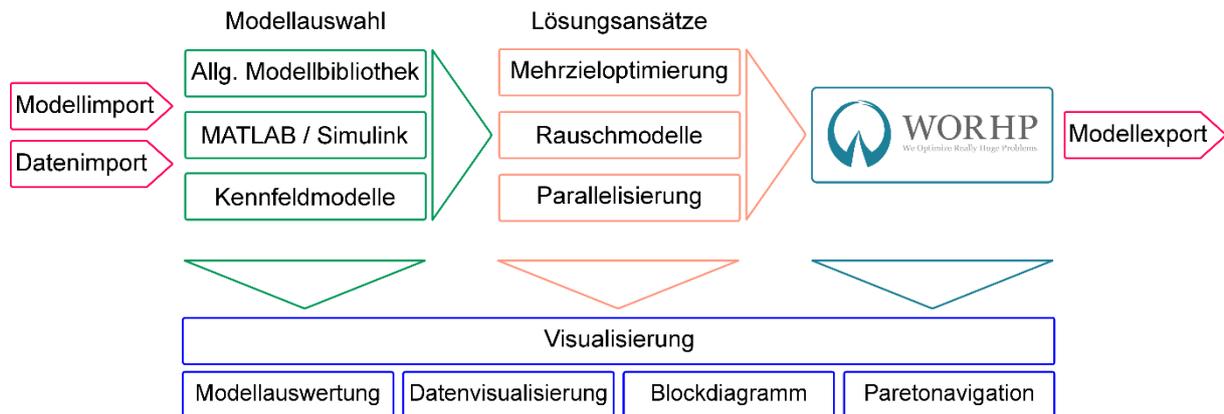


Abbildung 6: Aufbau der zu entwickelnden Software für die Bedatung digitaler Zwillinge

A1: Aufbau

Vor Beginn der eigentlichen Programmierung muss die nötige softwaretechnische Struktur geschaffen werden, um Methoden wie die kontinuierliche Integration und automatisierte Tests einsetzen zu können. Hierzu zählen

- Server ausrüsten zur Verwaltung der Softwarerepository (git) sowie der automatischen Ausführung der später zu erstellenden Softwaretests
- Workshop zur Teamfindung: Um möglichst schnell hoch effizient arbeiten zu können, soll zu Beginn des Projektes ein gemeinsamer mehrtägiger Workshop stattfinden, um ein gut funktionierendes Team zu bilden. Hierbei sollen die neuen Mitarbeiter mit der Arbeitsweise in agilen Teams und SCRUM vertraut gemacht werden. Außerdem werden grundlegende Teamprozesse etabliert. Eine gemeinsame „Definition of done“ wird definiert. Außerdem werden, wenn nötig, Schulungen in der später verwendeten Software, Modellierungs- und Programmiersprache durchgeführt.

A2: Modellierungsbibliothek

Die Modellierungsbibliothek bildet die Grundlage für den gesamten Prozess der Parameteridentifikation und Bedatung. Im Rahmen des Projektes wird eine Softwarebibliothek erstellt, die es ermöglicht, verschiedene Modelle in einem einheitlichen Framework zusammen zu fassen. Die Parameter der so definierten Modelle können anschließend mit Hilfe von Optimierungsalgorithmen identifiziert werden. Es wird außerdem ein Konzept erstellt und umgesetzt, welches Herausforderungen im Zusammenhang mit Big Data behandelt.

Im Einzelnen sollen folgende Punkte bearbeitet werden:

- Definition und Erprobung eines allgemeinen Modellinterface
- Erarbeitung eines Datenhaltungskonzeptes, um mit sehr großen Datenmengen (Big Data) umgehen zu können
- Erstellung eines Frameworks zur Definition neuer Modelle
- Elemente zur Definition von kennfeldbasierten Modellen, die heutzutage standardmäßig für Motorsteuergeräte genutzt werden
- Anbindung an verbreitete Modellsoftware, z.B. MATLAB / Simulink
- Erstellung von Interfaces für verschiedene gängige Programmiersprachen (z.B. C++, Python, Java)
- Erstellung von Routinen, um externe Modelle und Daten zu importieren, sowie Ergebnisse und bedatete Modelle zu exportieren
- Fortlaufende Validierung der Modellschnittstellen bezüglich ihrer Anwendungstauglichkeit

A3: Transfer von Lösungsansätzen aus der aktuellen Forschung

In diesem Arbeitspaket werden innovative Lösungsansätze aus aktuellen Forschungsprojekten der AG so anwendungsorientiert angepasst, dass sie eine allgemeine Schnittstelle für Modelle aus dem Arbeitspaket A2 bereitstellen. Der Anwender soll hier später zwischen unterschiedlichen Lösungsverfahren wählen können, um die jeweils passende Lösung zu finden. Gleichzeitig werden auch Methoden entwickelt, die es Anwendern ohne tiefgehendes Expertenwissen aus dem Bereich der numerischen Mathematik erleichtern, die passende Methode auszuwählen. Hierfür werden unter anderem Ansätze zum parallelen Rechnen, welche bereits für WORHP erprobt wurden, angewandt und erweitert. Die zu implementierenden Lösungsansätze behandeln:

- Den Umgang mit mehreren konkurrierenden Zielen wie z.B. die hochgenaue Abbildung der Messdaten durch das Modell sowie Glättungseigenschaften für Kennfelder die im Anwendungsfall die wichtige ruckfreie Steuerung ermöglichen
- Die Betrachtung verschiedener Rauschmodelle (Gauss-Rauschen, Poisson-Rauschen) für Messdaten
- Anbindung an WORHP und Implementierung von z.B. Strukturerkennung, um die Leistungsfähigkeit von WORHP hoch effizient zu nutzen

A4: Analyse, Bewertung und Visualisierung

Werkzeuge für die automatisierte Analyse, Bewertung und Visualisierung spielen in anwendungsorientierter Software eine wichtige Rolle. Zum einen erleichtert sie das Interpretieren der Ergebnisse und damit die gesamte Arbeit. Zum anderen wird aber auch der Zugang zum Themenfeld Parameteridentifikation erleichtert, wodurch ein größerer Kreis an Nutzern angesprochen werden kann. Herausforderungen stellen hierbei folgende Punkte dar:

- Darstellung unterschiedlicher Modelle z.B. als Blockschaltendiagramm
- Visualisierung hochdimensionaler Daten
- Auswertung des Modellfehlers vor und nach der Parameteridentifikation zur Auswertung der erreichten Modellgüte
- Erstellung eines User Interface zum Umgang mit mehreren Zielen in der Parameteridentifikation (Paretonavigation)
- Analyse des Optimierungsverlaufes, um Probleme schneller beheben zu können

A5: Verifikation verschiedener Anwendungsfälle

Um zu garantieren, dass die erstellte Softwarebibliothek eine hohe Allgemeingültigkeit besitzt, werden im Projekt mehrere Use-Cases betrachtet, die exemplarisch für mögliche Anwendungen aus den Bremer Innovationsclustern und Kompetenzfeldern stehen. Die hierzu notwendigen Daten werden teilweise von Interessenten aus der Industrie bereitgestellt und zum anderen Teil durch vorhandene Demonstratoren aus aktuellen Forschungsprojekten der AG erhoben.

So hat z. B. Airbus-Bremen ein großes Interesse bekundet und prüft zurzeit mehrere Verwendungsmöglichkeiten. Die angestrebten Use-Cases umfassen:

Anwendung	Datenquelle
Identifikation von Windanlagen	Fraunhofer IWES Bremerhaven und eigenes Windrad von O ² C
In Prüfung	Airbus Bremen
Individualisierte Bedatung von Fährschiffen	Projekt: Galileo Nautic von O ² C
Automatisierte Bedatung autonomer Fahrzeuge	Projekt: AO-Car von O ² C
Bewegungsmodelle eines Industrieroboters	Demonstrations-Roboter von O ² C

Tabelle 2: Use-Cases

A6: Konzepterstellung Transferzentrum

Die in dem Startprojekt erzielten Ergebnisse werden durch eine gGmbH in die Industrie transferiert. Selbige soll bereits frühzeitig gegründet werden. Die hierfür erforderlichen Planungsarbeiten sind Teil des Startprojektes. Hierzu zählen

- Konzeptentwicklung für den Softwaretransfer
- Planung der Unternehmensstruktur
- Planung der notwendigen Infrastruktur
- Gründung

4 Zeitplan zur Realisierung

Die Umsetzung der aufgeführten Arbeitspakete erfolgt nach untenstehendem Zeitplan. Dabei sind bereits die Meilensteine, welche im Folgenden genannt werden, im Zeitplan inkludiert.

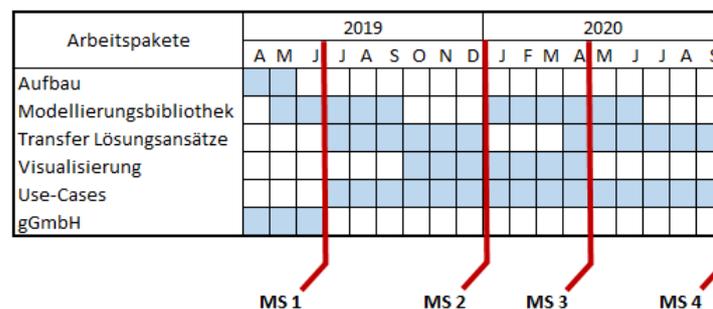


Abbildung 7: Genereller Ablauf der Arbeitspakete

Im Startprojekt wird mit einem Softwareprodukt für die automatisierte Bedienung digitaler Zwillinge die Grundlage geschaffen, zahlreiche Anwendungen aus Industrie und Forschung hochgenau digital abzubilden. Die Anwendung der entwickelten Softwaremodule erfolgt im Startprojekt auf Basis von unterschiedlichen Daten aus realen Prozessen. Hierbei wird sowohl die generelle Funktionalität als auch die Allgemeingültigkeit des Frameworks getestet und demonstriert. Dieses Ziel wird über die folgenden Meilensteine erreicht:

- M0 (T0+0 Monate): Kick-Off / Projektstart
- M1 (T0+3 Monate): gGmbH in Vorbereitung auf den ersten Software-Release gegründet
- M2 (T0+9 Monate): Modellbildung sowie Import und Export für einen Modelltypen und Lösungsansatz implementiert und anhand eines Anwendungsfalls verifiziert
- M3 (T0+13 Monate): Visualisierung ist soweit implementiert, dass alle nötigen Arbeitsschritte aus einer grafischen Oberfläche heraus möglich sind
- M4 (T0+18 Monate): Softwarebibliothek ist implementiert und für die weitere Verwendung dokumentiert

5 Kosten und Finanzierung

Aufgrund der geplanten sehr kurzen Projektlaufzeit von 1,5 Jahren ist es vorgesehen das arbeitsintensive Projekt in sehr kompakter Weise mit 4 Mitarbeitern sowie einem teilweise unterstützenden Techniker anzugehen. Die vier Mitarbeiter werden die inhaltlichen Arbeiten (dargestellt in den Arbeitspaketen) übernehmen. Zusätzlich wird für die Einrichtung und Betreuung der Projekt-Hardware (Server etc.) ein Fachinformatiker benötigt. Dieser wird das Vorhaben in Teilzeit (ca. 20 % der regelmäßigen Arbeitszeit entsprechen 3,6 vollen PM) begleiten.

Das Vorhaben bieten neben sehr großem Potential ebenso sehr viele Risiken. Die Universität Bremen, bzw. der Fachbereich 3 für Mathematik und Informatik verfügt generell nur über sehr begrenzte Eigenmittel, diese werden vollständig für die Durchführung von Lehre benötigt. Aus diesem Grund stehen für das hier skizzierte Vorhaben keinerlei Mittel aus dem Grundhaushalt zur Verfügung. Eine Vollfinanzierung des Vorhabens ist daher zwingend notwendig.

Für das Vorhaben sind zudem einige Ausgaben für Softwarelizenzen, Dienstleistungen, Öffentlichkeitsarbeit sowie einen rechenstarken Server geplant, vgl. Tabelle 4.

5.1 Übersicht des Gesamtfinanzierungsplans

Projekt / Projektbe- standteil	insge- ge- sam vor- gese- hen	Jahr	Aktion 1b	Gesamtbetrag	davon EFRE (EU-Mittel)	davon Kofi- nanzierung gesamt	Bund	Land Bremen	private Mittel
		2016		€ -		- €			
		2017		€ -		- €			
		2018		€ -		- €			
TOPA ³ S		2019	411.646,80 €	411.646,80 €	205.823,40 €	205.823,40 €		205.823,40 €	
TOPA ³ S		2020	225.764,53 €	225.764,53 €	112.882,27 €	112.882,27 €		112.882,27 €	
		2021		€ -		- €			
		2022		€ -		- €			
		2023		€ -		- €			
Insgesamt:				637.411,34 €	318.705,67 €	318.705,67 €	- €	318.705,67 €	- €

Tabene 3. Gesamtfinanzierungsplan für das Vorhaben

5.2 Detaillierter Finanzplan für das Vorhaben

lfd. Nummer	Ausgabenpositionen	zuwendungsfähige Gesamtausgaben	detaillierte Ausgabenpositionen	zuwendungsfähige Einzelausgaben
I.	Personalausgaben			
1.	Vergütung WiMi	472.230,56 €	4x WiMi TV-L 13 mit jeweils 18 PM nach Personalhauptkosten der Senatorin für Finanzen (Personalhauptkosten TV-L 13 2019: 78.705,09 €; Kosten pro PM: 6.558,75 €)	
2.	Vergütung Techniker	18.561,91 €	1x Techniker TV-L 9 mit 3,6 PM nach Personalhauptkosten der Santorin für Finanzen (Personalhauptkosten TV-L 9 2019: 61.873,02 €; Kosten pro PM: 5.156,09 €)	
3.	Gemeinkosten (15 %)	73.618,87 €		
Personalausgaben insgesamt		564.411,34 €		
II.	Sachausgaben		Sachausgaben	
1.	Miete	- €	Miete	0
2.	Bewirtschaftungskosten	- €	Bewirtschaftungskosten	0
3.	Büroausgaben	15.000,00 €	Büroausgaben	15000
			QT Lizenz	5000
			Amplifier Lizenz	5000
			Intel Vtune Lizenz	5000
4.	Dienstleistungen	15.000,00 €	Dienstleistungen	15000
			Workshop zum Projektmanagement	3000

6 Erwartete Wirkungen des Projektes

Ein wesentliches Merkmal des Industriestandortes Bremen wird durch die Bremer Kompetenzfelder deutlich. Ein Fokus liegt hierbei auf den drei Innovationsclustern Luft- und Raumfahrt, Windenergie und maritime Wirtschaft/Logistik sowie den Kompetenzfeldern Automobilindustrie und Umweltwirtschaft. Alle Bereiche vereinen die zentralen Fragen der Digitalisierung und damit die Notwendigkeit der Entwicklung von optimal assistierten, automatisierten und autonomen Systemen. Das neu zu gründende Transferzentrum für Optimierte, Assistierte, (hoch)-Automatisierte und Autonome Systeme (TOPA³S) stellt damit eine zentrale Anlaufstelle für innovative und zukunftsfähige Softwarelösungen für alle technologieorientierten Bremer und Bremerhavener KMUs und großen Unternehmen dar, adressieren aber gleichzeitig zahlreiche Kooperationsmöglichkeiten an die Bremer Hochschulen, weitere Forschungseinrichtungen und An-Institute, insbesondere mit den dort fokussierten Wissenschaftsschwerpunkten durch die benannten Querschnittswissenschaften und Schlüsseltechnologien.

Durch den Aufbau von TOPA³S werden die bestehenden Kooperationen und Kontakte der TOPA³S Träger zu Unternehmen, insbesondere im Land Bremen, intensiviert und neue Kontakte aufgebaut. Besonders zu erwähnen sind hier die Großunternehmen

- Airbus (Astrium) Bremen,
- BLG Logistics GmbH,
- ArcelorMittal Bremen,
- OHB AG,
- Daimler

und das KMU

- Drift + Noise Polar Services

zu welchen bereits Kontakte bestehen die im Rahmen des angestrebten Transferzentrums ausgebaut werden. Hierdurch werden die Unternehmen stärker in das regionale Innovationssystem eingebunden, wodurch sie frühzeitig von neuen Innovationen profitieren. Der Charakter von TOPA³S als Transferzentrum mit starkem Cross-Clustering wird durch bestehende Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen aus den verschiedenen Innovationsclustern des Land Bremen deutlich. Besonders zu erwähnen sind hier bereits bestehende Kooperationen der AG Optimierung und Optimale Steuerung mit den Forschungszentren sowie den Wissenschaftsschwerpunkten der Universität Bremen

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• DLR Zentrum für Raumfahrt-systeme,• DLR IMF• Fraunhofer IFAM,• Fraunhofer IWES,• DFKI Bremen,• IWT Bremen,• BIBA Bremen,• ZARM Bremen, | <ul style="list-style-type: none">• WSP Materialwissenschaften (MAPEX)• WSP Minds, Media, Machines (MMM) <p>(in Vorbereitung)</p> <ul style="list-style-type: none">• Raumfahrt Schwerpunkt• Energietechnik Schwerpunkt |
|---|---|

welche im zukünftigen Transferzentrum weiter intensiviert werden sollen.

Einen ersten Schritt in diese Richtung stellt das hier beschriebene Projekt dar. Es schafft die Möglichkeit zur optimalen Bedienung digitaler Zwillinge welche ein wichtiges und sehr weites Feld auf dem Weg der Digitalisierung von Industrieprozessen ist. Gleichzeitig stellt sie die Grundlage für eine Vielzahl von Automatisierungsanwendungen dar. Das im Startprojekt zu erstellende Softwareframework bildet

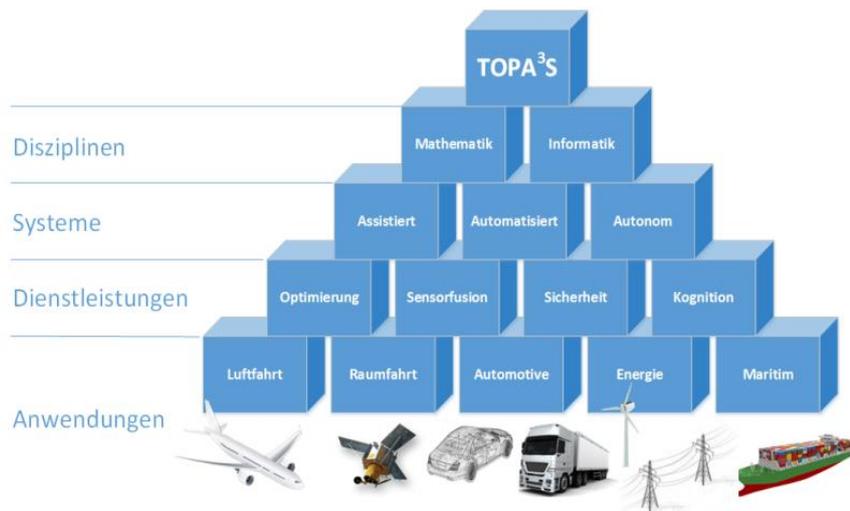


Abbildung 8: Aufbau und Anwendungsfelder

somit das Fundament für die in TOPA³S angestrebten Transferleistungen. Das gezeigte Interesse von Airbus Bremen und dem Fraunhofer IWES an den Ergebnissen des Startprojektes steht dabei exemplarisch für das hohe zukünftige Potential für die Einbindung von Großunternehmen in das regionale Innovationssystem.

Das Vorhaben gliedert sich damit in die Prioritätsachse 1a "Ausbau der Infrastruktur im Bereich Forschung und Innovation (F&I) und der Kapazitäten für die Entwicklung von F&I-(Forschung und Innovation) Spitzenleistungen; Förderung von Kompetenzzentren, insbesondere solchen von europäischem Interesse" des Bremer EFRE-Programms für 2014 – 2020 ein, tangiert aber auch die Prioritätsachsen 2 und 3 für KMU und Klimaschutz. Es erfüllt in größtem Maße die Vorgaben des spezifischen Ziels zur Steigerung der FuE-Kapazitäten in anwendungsnahen Forschungs- und Innovationseinrichtungen insbesondere zur Stärkung der Bremer Kernkompetenzen wie Luft- und Raumfahrt, maritime Wirtschaft oder dem Energiesektor und hat damit einen starken Bezug zum Innovationsprogramm 2020 und zur Clusterstrategie 2020 des Land Bremen.

Der Beitrag des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen besteht aus:

- Verstärkung und Aufbau von zusätzlichen Kooperationen mit Unternehmen durch TOPA³S: Die Bedienung digitaler Zwillinge bildet die Grundlage für die im Transferzentrum TOPA³S angestrebte Zusammenarbeit mit anderen Industrieunternehmen und Forschungspartnern. Hierdurch werden sowohl zukünftige Kooperationen als auch die Vernetzung der Industrie mit den Forschungspartnern von TOPA³S gefördert. Der weiteren Ausbau (über den digitalen Zwilling hinaus), etwa im Bereich der automatisierten Optimierung von technischen Systemen, wird neue Kooperationen im erheblichen Umfang generieren können.
- Steigerung der FuE-Kapazitäten in der anwendungsnahen Forschung und personeller Aufwuchs: Durch den weiteren Ausbau von TOPA³S in seinen drei wesentlichen Säulen (Forschung, Entwicklung, Transfer) wird zunächst kurz- bis mittelfristig ein Personalstand von ca. 25 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Bremen avisiert. Hierbei sollen zunehmend befristete rein wissenschaftliche Arbeitsverträge in der Forschung (in der Regel an der Universität) in unbefristete Arbeitsverträge in der anwendungsnahen Forschung und Entwicklung sowie im Transfer (gGmbH und GmbH) übergehen, auch um hochausgebildete Fachkräfte in Bremen zu halten. Zielwerte (Forschung/Entwicklung/Transfer) vollzeitäquivalent:

- 2020: (20/3/0)	- 2021: (20/4,0)
- 2022: (20/5/1)	- 2023: (18/6/2)
- 2024: (15/8/3)	- 2025: (12/10/4).

Das selbstausgebildete, hochqualifizierte Personal ist eine der wichtigsten Ressource zum Ausbau der Aktivitäten.

- Beitrag des Projektes zur Weiterentwicklung und zur Verbesserung der nationalen und internationalen Wettbewerbsposition:
Gemäß Innovationsstrategie 2020 stellt der Technologietransfer von Forschungseinrichtungen des Landes Bremen zu den Wirtschaftsunternehmen einen zentralen Punkt zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Region dar. Das beschriebene Startprojekt bildet hierbei bereits als einen ersten Schritt die Grundlage für den Transfer von vorhandenem OA³ Know-how mittels TOPA³S. Hierdurch wird die Innovationsfähigkeit von Unternehmen aus allen in der Innovationsstrategie beschriebenen Clustern nachhaltig gestärkt (Cross-Clustering).
- Chancengleichheit und Nichtdiskriminierung, Gleichstellung von Männern und Frauen: Die TOPA³S Träger verpflichten sich, im Rahmen des Vorhabens und gemäß der internen Regelungen und Ziele die eigenen Vorgaben zur Förderung des Frauenanteils im Institut zu erfüllen. Es wird erwartet, dass sich die Attraktivität von TOPA³S für Bewerberinnen und Bewerber nochmals steigern wird, so dass eine voraussichtliche verbesserte Bewerberinnenlage genutzt werden kann, geeignete Wissenschaftlerinnen zu gewinnen.

7 Ausblick

Auf dem Weg einer stetigen Zunahme von Assistenzsystemen, Automatisierung und Autonomisierung wird mit TOPA³S ein Anlaufpunkt für alle Industriezweige geschaffen. Insbesondere die systematische Optimierung dieser Vorgänge schafft einen Standort- und Innovationsvorteil. Durch die hohe Abstraktionsebene mathematischer Lösungsansätze wird eine einheitliche Behandlung der verschiedensten Anwendungen ermöglicht. Auf diese Weise können die zurzeit hoch individualisierten Lösungsansätze zusammengeführt werden, wodurch eine enorme Effizienzsteigerung in der Entwicklung zu erwarten ist.

Mit dem hier beschriebenen Projekt wird der Grundstein gelegt, um allgemeine Anwendungen verarbeiten und bedaten zu können. Die so erhaltenen hoch genauen digitalen Zwillinge können dann für die weitere Optimierung und Automatisierung verwendet werden. Für den Support und den dienstleistungsorientierten Transfer in die Wirtschaft wird im Zuge des Startprojektes eine gemeinnützige GmbH gegründet.

Im Anschluss wird die Umsetzung für Anwendungen in allen Bereichen der Automatisierung mittels sukzessiver Weiterentwicklung der geschaffenen Softwarebibliothek durch die gegründete gGmbH erreicht. Hierdurch wird in Bremen ein zentraler Anlaufpunkt für alle Fragen der Optimierung, Assistierung, Automatisierung und Autonomisierung und damit ein Schwerpunkt der technologischen Entwicklung der nächsten Jahrzehnte etabliert.

TOPA³S bietet darüber hinaus eine außerordentliche Perspektive für Fachkräfte im Bereich der Digitalisierung und Industrie 4.0. Die Querschnittswissenschaft Technomathematik/Industriemathematik mit den Ausbildungsschwerpunkten Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften bedient den OA³-Bereich hervorragend, insbesondere in den Bremer Interessen: Luft- und Raumfahrt, Energie, maritime und logistische Anwendungen, Automotive (inklusive autonomes Fahren) und Umwelt. Dies erfolgt aber in der Vergangenheit so erfolgreich, dass 90% der von uns mit dem höchsten akademischen Grad (Promotion) am besten ausgebildeten Fachkräfte Bremen verlassen, oftmals direkt aktiv abgeworben von Industrieunternehmen aus anderen Zentren. Insbesondere dies soll sich durch die vorgeschlagenen Aktivitäten ändern.

Die Bremer Technologiebereiche Luft- und Raumfahrt, Energie, maritime und logistische Anwendungen, Automotive und Umwelt werden in der Zukunft sehr viele neue Arbeitsplätze im Bereich autonomer Systeme generieren. Das Zentrum erhöht die Attraktivität des Standortes Bremen für innovative Software- und Dienstleistungslösungen im Bereich der Digitalisierung und Industrie 4.0, schafft neue Arbeitsplätze und hält hochqualifizierte Fachkräfte in Bremen.



Anlage zur Vorlage Transferzentrum für optimierte, assistierte, hochautomatisierte und autonome Systeme (TOPA3S) Startprojekt: automatisierte Bedatung digitaler Zwillinge

Haushalt der Freien Hansestadt Bremen 2019

Produktgruppe: 71.01.02 Innovation / Technologie (Land)

Kamerale Finanzdaten:

neue
 Hst. : 0703/891 20-9 Investitionszuschüsse für Innovationsförderung
 BKZ : 700, FBZ:

Zur Verfügung stehen:

nachrichtlich

INSGESAMT (Anschlag)	0,00 €	valutierende VE	€
Hiervon bereits erteilt	€		

238.000,00 €	Erteilung einer zusätzlichen VE
---------------------	--

Abdeckung der beantragten Verpflichtungsermächtigung

2019 :	€	2020 :	238.000,00 €	2021 :	€
2022 :	€	2023 :	€	2024 :	€
2025 :	€	2026 :	€	2027 :	€
2028ff :	€				

Ausgleich für zusätzliche VE bei:

PGR	Hst.	Zweckbestimmung	€
71.01.08	0709/893 56-4	EU-Programme EFRE 2014-2020 -investiv-	238.000,00

Auswirkungen auf Personaldaten, Leistungsziele / -kennzahlen

nein ja (Darstellung der Veränderungen auf gesondertem Blatt)

Die Übersicht zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung (WU-Übersicht) ist

beigefügt.
 nicht erforderlich.

Zustimmung

Produktgruppenverantwortlicher	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nicht erforderlich
Produktbereichsverantwortlicher	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nicht erforderlich
Produktplanverantwortlicher	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nicht erforderlich
Ausschüsse:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nicht erforderlich
Deputationen:	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nicht erforderlich
Dep. für Wirtschaft, Arbeit und Häfen		



Begründung

Die fortschreitende Etablierung von teil- oder vollautomatisierten Prozessen bis hin zu vollständig autonomen Systemen ist ein wesentlicher Megatrend der Digitalisierung. Ein großes Problem bei der Entwicklung solcher hochautomatisierten und autonomen Systeme ist schon seit längerem, dass sie mit jeweils hohem Aufwand anhand einer großen Vielzahl von Einzelanwendungen programmiert werden müssen. Zusammen mit der Arbeitsgruppe Kognitive Neuroinformatik im selben Fachbereich soll ein Startprojekt für den Aufbau eines „Transferzentrums für optimierte, assistierte, hoch-automatisierte und autonome Systeme (TOPA3S)“ umgesetzt werden. Wesentliches Ziel dieses Transferzentrums ist die Entwicklung eines Software- und Dienstleistungsangebotes, das unabhängig von den zahlreichen Einzelanwendungen in den verschiedensten Anwendungsbereichen für automatisierte und autonome Systeme zum Einsatz kommen kann. Die Gründung des Transferzentrums soll mit einem Startprojekt eingeleitet werden, welches von April 2019 bis September 2020 umgesetzt werden soll.

Die Finanzierung der erforderlichen Mittel für 2019 i.H.v. 400.000 EUR erfolgt aus der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovations-förderung“. Diese Mittel sind bereits bei der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ veranschlagt und werden aus dieser Haushaltsstelle im Rahmen der Decungsfähigkeit zur Verfügung gestellt. Für den Mittelbedarf im Jahr 2020 ist die Erteilung einer zusätzlichen investiven Verpflichtungsermächtigung (VE) bei der Haushaltsstelle 0703/891 20-9 „Investitionszuschüsse für Innovations-förderung“ i.H.v. 238.000 EUR mit Abdeckung aus der Haushaltsstelle 0709/893 56-4, „EU-Programme EFRE 2014 – 2020 –investiv“ erforderlich

M. Gürbüz.

An die
Senatorin für Finanzen
mit der Bitte um Zustimmung weitergereicht.
Im Auftrag

Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
Helmbrecht
361-89456

Bremen, 24. Jan 2019

VERFÜGUNG

1. Wie beantragt genehmigt.
 Genehmigt mit der Maßgabe, dass

2. Ausfertigungen mit der Bitte um Kenntnisnahme an
 -
 - den Rechnungshof
 - Landeshauptkasse – SG IX, DV 01 –
 -
 -

Bremen,

Die Senatorin für Finanzen
Im Auftrag