

MORGEN DENKER

MAGAZIN

Das Journal für Fans der digitalen Zukunft



Fokus Digitaler Zwilling:

Nachhaltig, resilient und sicher

in die Zukunft



Der Institutsleiter des Fraunhofer IESE, Prof. Dr. Peter Liggesmeyer, sieht den Digitalen Zwilling als Schlüsseltechnologie für die deutsche Wirtschaft.



Liebe Leserinnen und Leser,

was seinen Ursprung bei der NASA schon in den späten 1960er Jahren hatte, nimmt heute zunehmend Einzug in unseren beruflichen und privaten Alltag. Die Rede ist von Digitalen Zwillingen. Einfach gesprochen sind sie digitale Abbilder von realen Objekten oder vernetzten Systemen und schlagen die Brücke zwischen der physischen und der digitalen Welt. Digitale Zwillinge werden aber immer vor dem Hintergrund eines Ziels oder Business Cases erstellt, beispielsweise um servicebasierte Geschäftsmodelle aufzubauen oder neue Wertschöpfungsquellen zu erschließen.

Einer der wesentlichen Anwendungsbereiche ist die Industrie 4.0. Durch die digitalen Abbilder lassen sich z. B. Produkte bereits in der Designphase testen und optimieren – sogar komplette Fertigungsanlagen können mit Hilfe des Digitalen Zwillinges vorausschauend gewartet werden, um Stillstandzeiten zu vermeiden. Die Anwendungsbereiche gehen aber noch viel weiter, denkt man beispielsweise an die Unterstützung medizinischer Diagnostik anhand des Digitalen Patientenzwillinges. Ärzte können so Therapiemaßnahmen und die Auswirkungen auf den Körper und die Organe des Patienten simulieren. Dadurch erhalten sie wertvolle Hinweise zur weiteren Behandlung.

Neben Digitalen Zwillingen in der Produktion und im Gesundheitswesen beschäftigen wir uns am Fraunhofer IESE auch intensiv mit dem Potenzial Digitaler Zwillinge in der Smart City.

Hier geht es um mehr als nur die Digitalisierung von Gebäuden und Straßen, denn Städte sind komplexe dynamische Systeme, in denen zum Beispiel die Optimierung der Energieversorgung oder der Mobilität eine große Rolle spielt. Und wie viel umweltfreundlicher wäre es, wenn die Straßenlaternen nur dann brennen würden, wenn sich Fahrzeuge oder Fußgänger nähern oder wenn wir in unserer Smart City direkt zum nächsten verfügbaren Parkplatz geleitet würden?!?

Aus all den genannten Gründen und immer mit konkreten Verbesserungszielen vor Augen forscht das Fraunhofer IESE schon seit vielen Jahren an der Technologie des Digitalen Zwillinges und bietet Lösungen für unterschiedliche Anwendungsbereiche – zum Wohle der Wirtschaft und Gesellschaft sowie für eine nachhaltige, resiliente und sichere Zukunft. Mehr dazu in der ersten Ausgabe unseres MORGEN DENKER Magazins!

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre!

Ihr


Peter Liggesmeyer

Inhalt

Digitale Zwillinge in der Praxis – mit Eclipse BaSyx	6-7
BaSyx legt die Basis für Industrie 4.0	8
Der Digitale Zwilling wird grün.	9
Der digitale Produktpass	10-11
Mit Digitalen Zwillingen den Batteriepass einfach erstellen	12
AAS Dataspace for Everybody	14-15
SICK AG – Das sagt die Wirtschaft	16
Digitale Zwillinge in der Praxis – mit FERAL	18-19
Mit FERAL Fahrerassistenzsysteme in virtuellen Welten testen	20
Robert Bosch GmbH – Das sagt die Wirtschaft.	21
Projekt VALU3S – effiziente Validierung automatisierter Systeme.	21
Virtuelle Validierung in der Landwirtschaft	22-23
Verlässlichkeit von Systemen.	24-25
Robert Bosch GmbH – Das sagt die Wirtschaft.	26
Hitachi, Ltd. – Das sagt die Wirtschaft	27
Revolution im Gesundheitswesen?!	28-29
Pharma 4.0	30-31
Zukunft der Städte	32-33
Die Stadt von morgen denken	34-35
3 Fragen an... Dr. Nora Reinecke.	36-37
Impressum	38
Unsere Kontakte	39



Digitale Zwillinge in der Praxis

mit Eclipse BaSyx

Wie Unternehmen von der Industrie-4.0-Middleware profitieren

Dazu im Interview: Frank Schnicke, Department Head Digital Twin Engineering am Fraunhofer IESE

Ein Digitaler Zwilling ist das virtuelle Abbild von Systemen und Prozessen. Er ermöglicht virtuelle Tests, verkürzt die Entwicklungszeiten und damit die Marktreife neuer Produkte. Die IESE-Expertinnen und -Experten konzipieren Digitale Zwillinge gezielt nach den Wünschen ihrer Wirtschaftskunden. Wie dabei die Lösung Eclipse BaSyx zum Einsatz kommt, erklärt Frank Schnicke im Interview.

Was sind die Vorteile von Eclipse BaSyx?

Die Idee hinter der Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSyx ist es, eine schnelle und vor allem kostengünstige Umsetzung von standardisierten Digitalen Zwillingen – auch Verwaltungsschalen genannt – und deren Infrastruktur zu ermöglichen. Und das nicht nur in Bezug auf die Funktion, also ob der Digitale Zwilling das tut, was er soll, sondern auch auf die Aspekte, die nicht funktional sind. Zum Beispiel: Ist das Ganze sicher im Sinne von »secure«, aber auch skalierbar? Es stehen tatsächlich Zahlen im Raum, dass wir nicht von mehreren Tausend oder Hunderttausend Digitalen Zwillingen einzelner Unternehmen sprechen, sondern es geht schnell um dreistellige Millionen, wenn nicht sogar um Milliarden. Diese Zahlen zeigen, was dort an Datenmengen und an Mengen von Digitalen Zwillingen anfällt.

In welchen Branchen kommt BaSyx zum Einsatz?

Der Hauptfokus, den wir mit Eclipse BaSyx bespielen, ist ganz klar die Produktion. Wir sind aber auch in vielen anderen Bereichen mit BaSyx unterwegs, wie in Smart City, Smart Grids oder Digital Healthcare. Wir haben in den Forschungsprojekten, die wir hier am IESE durchführen, festgestellt, dass die Herausforderungen mit Digitalen Zwillingen mehr oder weniger immer dieselben sind. Zuerst einmal brauche ich eine Infrastruktur, die – wie erwähnt – secure skalierbar ist. Ich benötige Informationen über die Assets, ob das jetzt ein Energienetz oder eine Produktionsanlage oder eine medizinische Maschine ist, das ist in den Details zwar ein Unterschied, auf der hohen Abstraktionsebene aber vollkommen unerheblich.

Was hebt die Lösung vom Wettbewerb ab?

Ein großer Mehrwert von Eclipse BaSyx ist, dass es Open Source ist. Das bedeutet, jeder, der es verwendet, ist befähigt, eigenständige Modifikationen vorzunehmen. Wir als Fraunhofer IESE unterstützen die Unternehmen natürlich sehr gerne dabei. Wenn aber ein Unternehmen zusammen mit uns etwas aufbaut und dann im Nachgang noch kleinere Modifikationen vornehmen möchte, können diese Anpassungen selbstständig durchgeführt werden. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass man an der Weiterentwicklung der Lösung partizipiert. Wir updaten die Software immer weiter und auch unsere Partner. Und so bekommen alle Nutzer kostenlosen Zugriff auf den aktuellen Stand der Open-Source-Software – ohne dass sie etwas dafür investieren müssen.

Wie läuft der Prozess mit den Kunden ab?

Vom Prinzip her lautet die Fragestellung am Anfang eines Projekts immer: Wo steht der Kunde? Also sprich, hat man schon festgestellt, wo die Herausforderungen liegen, oder hat man erst mal nur das diffuse Gefühl, dass es nicht rund läuft. Wenn dies noch unklar ist, führen wir zunächst Workshops durch, in denen wir die Vision des Unternehmens erarbeiten – also wo soll die Reise mit dem Digitalen Zwilling hingehen.

Aber ganz wichtig ist auch: Was sind die Zwischenschritte und die »Low Hanging Fruits«? Denn aus meiner Erfahrung heraus wird die Umsetzung von Industrie 4.0 oft als Big-Bang-Migration angegangen. Das heißt also, man hat ein hochgestecktes Ziel, das aber nur schwer zu erreichen ist. Wir legen viel Wert darauf, als erste Maßnahmen das zu tun, was auf dieses hochgesteckte Ziel einzahlt, aber gleichzeitig bereits sehr früh einen Return on Investment garantiert.

Was ist ein beispielhafter Use Case?

Ein typischer Use Case unserer Arbeit ist das Aufbrechen von Datensilos. Heutzutage existieren sehr viele Daten in Datensilos. Das heißt, man hat immer denselben Datenpunkt, aber in unterschiedlichen Ablagen. Die spannende Frage ist jetzt: Wie gehe ich damit um? Der Digitale Zwilling kann dabei helfen, indem wir einheitliche Schnittstellen einführen, die diese Datensilos aufbrechen und eine zentrale Anlaufstelle schaffen. Sofern der Digitale Zwilling auch standardisiert ist, können wir zusätzlich eine vereinfachte Kommunikation erreichen. Zum Beispiel kaufe ich eine neue Fräse und habe dann direkt – anstatt eines gigantischen Papierstapels – einen Digitalen Zwilling dabei, der alle Informationen bereits interoperabel, also in eigene IT-Systeme integrierbar, mitbringt.

Wie setzt das Fraunhofer IESE den Digitalen Zwilling in Unternehmen um?

Wenn der passende Use Case identifiziert ist, gibt es verschiedene Herangehensweisen, wie wir vorgehen. Typischerweise unterstützen wir dabei, den Kunden zu befähigen, die Infrastruktur für den Digitalen Zwilling aufzusetzen. Wir modellieren relevante Daten in der Verwaltungsschale – natürlich immer mit Blick auf die neusten Forschungsergebnisse. Anschließend binden wir die Digitalen Zwillinge in Applikationen ein, wie Dashboards oder ähnliches, um den Mehrwert auch sichtbar zu machen.

Gibt es hierzu konkrete Projektbeispiele?

Ein sehr anschauliches Projekt hatten wir mit einem Unternehmen, das Textilie beschichtet. Man muss sich den Prozess so vorstellen: Große Rollen aus Stoff laufen durch Maschinen. Dabei wird ein Pulver aufgetragen, das anschließend mit Brennern erhitzt wird. Dadurch wird der Stoff eingefärbt. Das war ein manueller Prozess, der viele einzelne Arbeitsschritte von mehreren Mitarbeitenden erforderte. Wir haben gemeinsam mit dem Unternehmen ein Retrofitting durchgeführt.

Das bedeutet, wir haben Sensoren angebracht, die feststellen, ob die Brenner noch das tun, was sie sollen. Wir haben die Daten in Digitalen Zwillingen der Maschinen gesammelt und in einem Dashboard optisch schön dargestellt. Der Produktionsverantwortliche kann nun ganz einfach von seinem Büro aus sehen, ob der Prozess noch richtig läuft. Im Gegensatz zu früher, denn da musste er noch zur Maschine laufen, eine Klappe öffnen und in die Maschine hineinschauen. Der Digitale Zwilling bringt eine echte Arbeitererleichterung!

»Wir legen viel Wert darauf, als erste Maßnahmen das zu tun, was auf das hochgesteckte Ziel einzahlt, aber gleichzeitig bereits sehr früh einen Return on Investment garantiert.«

**Frank Schnicke**

Department Head
Digital Twin Engineering

**PODCAST-TIPP****DEEP DIVE**

Digitale Zwillinge für KMU –
schnell und einfach in die
Anwendung bringen

BaSyx legt die Basis für Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist die Digitalisierung der Produktion. Sie integriert Prozesse, Geräte, Mitarbeitende, Produkte und alle anderen relevanten Assets in ein einheitliches digitales System. Industrie 4.0 ermöglicht somit Konnektivität, ganzheitliche Datenanalyse, ein besseres Verständnis von Produktionssystemen und revolutionäre Ansätze für Produktionssysteme. Eclipse BaSyx implementiert die technische Grundlage für Industrie 4.0.

BaSyx ist eine Open-Source-Middleware für Industrie 4.0, die auf der Verwaltungsschale (Asset Administration Shell) basiert und die Digitalisierung der Produktion ermöglicht. Eclipse BaSyx wurde vom Fraunhofer IESE und zahlreichen weiteren Partnern bereits 2016 im Rahmen des Forschungsprojekts BaSys 4.0 konzipiert und seither kontinuierlich weiterentwickelt. Inzwischen können mit Eclipse BaSyx auch kleinere und mittlere Unternehmen standardisierte Digitale Zwillinge entlang ihrer Fertigungsprozesse erstellen.

Auch bei Losgröße 1 effizient produzieren

Die Fertigungsprozesse sind hoch automatisiert und daher bei großen Losgrößen sehr effizient. Die Märkte verlangen jedoch immer mehr Flexibilität. Traditionelle Automatisierungsarchitekturen erfordern einen hohen Aufwand, um die Programmierung zu ändern und neue Produkte einzuführen. Eclipse BaSyx unterstützt servicebasierte Fertigungsarchitekturen, die jedes Produkt auf Basis individueller Rezepte erstellen. Die Middleware bietet die notwendigen

Software-Komponenten, um die Losgröße-1-Fertigung bereits heute zu realisieren.

End-to-End-Digitalisierung macht Fertigungsprozesse transparent

Produktionsprozesse sind komplex und manchmal schwer zu verstehen. Fragestellungen wie die folgenden werden oft nur unzureichend beantwortet: Wie hoch ist die Effizienz der vorhandenen Anlagen? Wo liegen die Engpässe? Warum gibt es Qualitätsprobleme? Denn die Antworten erfordern ein gründliches Verständnis der Fertigungsprozesse.

**»Mit dem
Fraunhofer IESE
arbeiten wir an
der Nutzung
Digitaler Zwillinge
auf der Grundlage
einer performanten
IT-Infrastruktur.«**



Jürgen Hamm
Lead Architect
NetApp Twin Solution

proprietären Protokollen kommunizieren. Die Verwaltungsschale führt eine einheitliche Schnittstelle zu den Assets ein und ermöglicht die Erstellung von Digitalen Zwillingen, die die Analyse von Fertigungsprozessen sowie die Prozessanalyse unterstützen. Auch in Sachen Nachhaltigkeit punkten Digitale Zwillinge und bieten Unternehmen die Möglichkeit, ein aussagekräftiges Reporting für den CO₂-Fußabdruck zu erstellen.

Die Digitalisierung der Fertigung braucht eine passende Infrastruktur

Insbesondere bei größeren Unternehmen können im Zuge der Digitalisierung der Fertigung so gut und gerne rund eine Milliarde Digitaler Zwillinge entstehen. Für deren Erstellung braucht es die notwendige Infrastruktur, wie auch Jürgen Hamm, Lead Architect NetApp Twin Solution, erklärt: »Gemeinsam mit dem Fraunhofer IESE arbeiten wir seit Jahren an zukunftsfähigen Lösungen für die Nutzung Digitaler Zwillinge auf der Grundlage einer performanten IT-Infrastruktur. Um passende Anwendungsfälle über die gesamte Prozesskette effizient testen zu können, bauen wir auf unsere Expertise im Datenmanagement und setzen flexibel die gesamte Produktpalette von NetApp ein.«



Weitere Infos:
<https://eclipse.dev/basyx/>

Heute sind bereits viele Daten verfügbar. Diese sind jedoch oft gekapselt und liegen in Maschinen vor, die mit

Der Digitale Zwilling wird grün

Das produzierende Gewerbe ist einer der größten Verursacher von CO₂-Emissionen und steht für ca. 31 % des Primärenergiebedarfs. In der industriellen Fertigung könnten laut einer Bitkom-Studie bei einer beschleunigten Digitalisierung bis zu 12,7 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden. Um das Potenzial auszuschöpfen, befasst sich das vom Fraunhofer IESE geleitete Projekt »greenProd« mit energieoptimierter Produktion.

Die Vision des Forschungsprojekts greenProd besteht darin, die Transformation der produzierenden Industrie zu fördern und die Nutzung von erneuerbaren Energien zu maximieren. Dies wird durch die Reduzierung der Verwendung fossiler Brennstoffe angestrebt, um einerseits die Emissionen von Treibhausgasen zu verringern und andererseits die Energiekosten in Betrieben zu senken, um deren Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

Digitale Energiezwillinge als Basis

Zur Umsetzung dieser Ziele entwickeln die Projektpartner grüne Digitale Energiezwillinge (gDEZ). Diese gDEZ umfassen Verwaltungsschalen (Asset Administration Shells), die eine Darstellung von Produktionsschritten, Produkten und Schnittstellen sowie die Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie ermöglichen. Sie erfassen auftretende Emissionen und ordnen sie zu, beschreiben den Energieverbrauch bestimmter Schritte sowie den CO₂-Fußabdruck des Energiemixes und stellen Vorhersagen über die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien bereit. Dadurch wird ein umfassendes Tracking des CO₂-Fußabdrucks über alle Produktionsschritte hinweg ermöglicht, was die Messbarkeit und Vergleichbarkeit fördert. So können beispielsweise Kunden verschiedene Produkte miteinander vergleichen oder Hersteller Optimierungen durchführen.

Optimierungspotenziale nutzen

Die gesammelten Daten bieten die Möglichkeit, Entscheidungen zu treffen, um den Produktionsablauf zu optimieren. Ein Ansatzpunkt hierfür ist die Berücksichtigung des energetischen Anteils in der Produktionskette bei Investitionsentscheidungen,

um Effizienzkriterien besser zu integrieren. Eine weitere Option besteht darin, die Fertigungsgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Produktionsauslastung und Liefertermine anzupassen. Zum Beispiel könnte eine Pumpenanwendung so eingestellt werden, dass die Pumpe mit konstanter Drehzahl im effizienteren Betriebsbereich läuft. Ebenso wäre es möglich, die Fertigungsgeschwindigkeit von Maschinen anzupassen, um einen effizienten Betrieb sicherzustellen. Die Auswirkungen können anschließend anhand der Daten im gDEZ abgelesen werden.

Energieeffizient planen

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit besteht in der Ablaufplanung der Produktion. In einer Fabrikhalle müssen verschiedene Produktionsschritte durchlaufen werden, wobei nicht alle Maschinen ständig ausgelastet sind und nicht jeder Prozess dieselbe Energiemenge benötigt. Durch die Ausführung energieintensiver Prozesse während Phasen hoher Verfügbarkeit erneuerbarer Energien lässt sich der CO₂-Fußabdruck reduzieren. Dies führt zudem zu einem Kostenvorteil, da die Strompreise zu diesem Zeitpunkt tendenziell niedriger sind. Unternehmen mit flexiblen Stromtarifen oder eigenem Stromkauf an der Börse können hiervon profitieren.

Das Projekt greenProd zeigt, wie durch den Einsatz Digitaler Zwillinge die energieeffiziente Fertigung gefördert werden kann und dadurch Produkte deutlich nachhaltiger werden. Und wer gleichzeitig umweltschonend und effizient produziert, bleibt auch in Zukunft wettbewerbsfähig.

Der digitale Produktpass

Das Ticket zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft



Umweltschutz und Nachhaltigkeit sind heutzutage wichtige Werte, die vielfach Einfluss auf unser Konsumverhalten nehmen. Mit dem digitalen Produktpass ist aus einer innovativen Idee ein Konzept entstanden, welches das Potenzial hat, die Art und Weise, wie wir mit Produkten interagieren, grundlegend zu verändern. Dank digitalem Produktpass können Verbraucher bewusst Entscheidungen treffen und Produkte wählen, die ihren Werten und Bedürfnissen entsprechen. Gleichzeitig eröffnet er den Unternehmen neue Möglichkeiten, ihre Nachhaltigkeitsbemühungen transparent zu kommunizieren und das Vertrauen der Kunden zu stärken. Dadurch haben sie die Chance, digitale Geschäftsmodelle aufzubauen und die eigene Wertschöpfungskette neu zu denken. Mit dem Industrie-4.0-Werkzeug Eclipse BaSyx ist der digitale Produktpass für Unternehmen aller Branchen umsetzbar.

Der digitale Produktpass ist Teil eines EU-weiten Maßnahmenpakets zur Förderung der Kreislaufwirtschaft. Er enthält nicht nur Informationen darüber, woher das Produkt stammt, sondern auch über seine genaue Zusammensetzung und wie es hergestellt wurde. Der digitale Produktpass bietet sogar Einblicke in die Reparatur- und Demontagemöglichkeiten inkl. Recycling und korrekter Entsorgung des Produkts. Die Umsetzung betrifft alle Branchen und Dienstleistungen, mit weitreichenden Auswirkungen auf nahezu sämtliche unternehmerischen Geschäftsprozesse.

Der Schlüssel des digitalen Produktpasses liegt jedoch in der standardisierten Datenkommunikation. Diese ermöglicht es Herstellern, Anwendern und Entsorgern, den Datenaustausch über den kompletten Produktlebenszyklus sicherzustellen.

Vorschriften und Vorteile

Der digitale Produktpass wird in verschiedenen Branchen eingeführt und ist beispielsweise für Batterien ab 2027 in Form des Batteriepasses verpflichtend. Er ist Kern der umweltpolitischen Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), in enger Zusammenarbeit mit der EU-Kommission. Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitenden müssen bereits heute die meisten Informationen erheben, um das ESG-Reporting (Environment, Social, Governance) der EU und das Deutsche Lieferkettengesetz zu erfüllen:

- Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Nachrüstbarkeit und Reparierbarkeit von Produkten
- Transparenz über den gesamten Lebenszyklus unter Einbeziehung der Rohstoffkette
- Ökologische Informationen zu Treibhausgasemissionen, Wasserverbrauch und anderen Umweltauswirkungen
- Alle Informationen mit Relevanz für das Recycling, wie Inhaltsstoffe, Gefahrenpotenziale, Hinweise zur Demontage und zur richtigen Entsorgung

Als Unternehmen kann man zudem weitere Vorteile aus der Implementierung des digitalen Produktpasses ziehen. Er könnte mit verschiedenen Diensten erweitert werden und so beispielsweise aktiv über Maßnahmen informieren, die sich positiv auf die Lauf- oder Standzeiten eines Produktes auswirken. Langfristig kann dieser Produktpass zu einer Steigerung der Effizienz in den Wartungs-, Service- und Recyclingprozessen führen. Prozesse in der Wertschöpfungskette lassen sich auf Basis der Daten deutlich zuverlässiger planen und steuern.



Ein Beispiel aus der Praxis: die Metallindustrie

In der Studie »Digital Product Passport: the ticket to achieving a climate neutral and circular European economy?«, durchgeführt vom Institute for Sustainability Leadership der Universität Cambridge (CISL) und Forschenden des Wuppertal Instituts, gibt es ein anschauliches Beispiel zum Einsatz des Produktpasses:

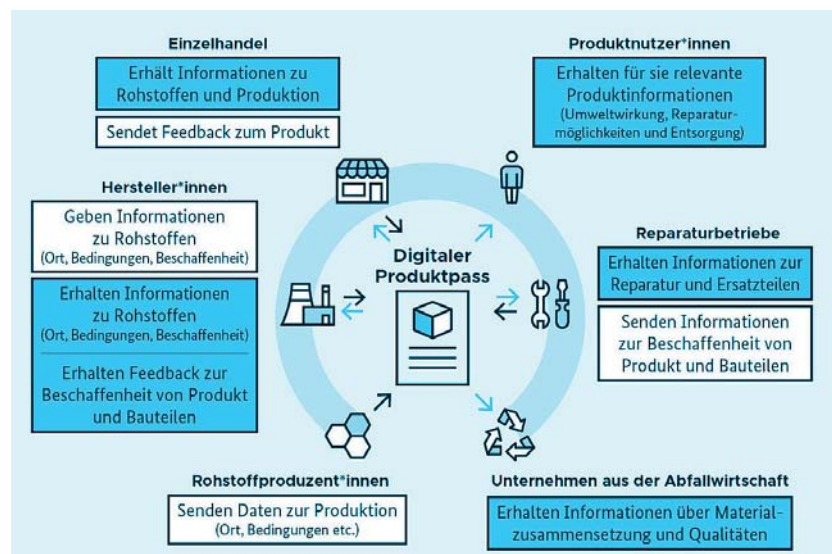
In der Metallindustrie ist es von großer Bedeutung, genaue Informationen über die Produkte zu haben: Woher stammen sie, wie viel Energie wurde bei ihrer Herstellung verbraucht und welche Emissionen sind damit verbunden? Auch die Verfolgung des Recyclingprozesses gestaltet sich oft als Herausforderung, insbesondere bei Metallen wie Aluminium, die eine lange Lebensdauer von 35-50 Jahren haben, bevor sie recycelt werden.

Hydro, ein führender Aluminiumhersteller, hat in Zusammenarbeit mit einem Kunden, einem renommierten Möbelhersteller, einen Pilotversuch gestartet. Gemeinsam haben sie einen Produktpass entwickelt, der wichtige Informationen über eine Sitzbank enthält, die aus recyceltem Aluminium und Holz gefertigt wurde. Dieser Produktpass bietet den Verbrauchern die Möglichkeit, einen Einblick in die Produktion zu erhalten und die Geschichte hinter dem Möbelstück zu entdecken. Anhand dieser Transparenz werden die Kaufentscheidungen von Kunden positiv beeinflusst, denn sie können ausgewählte Informationen über die Produktion der Sitzbank einsehen und besser verstehen, wie und wo das Produkt und die Materialien beschafft und hergestellt wurden.

Die Technologie dahinter einfach erklärt

Mit Eclipse BaSyx ist der digitale Produktpass für Unternehmen aller Branchen umsetzbar. Alles basiert dabei auf diesem Industrie-4.0-Werkzeug und der Verwaltungsschale als branchen- und industrieweitem Standard für Digitale Zwillinge. So können verschiedenste Anforderungen an den digitalen Produktpass realisiert werden.

Mit Eclipse BaSyx hat das Fraunhofer IESE eine Plattform geschaffen, auf der die standardkonforme Kommunikation zwischen Maschinen oder Gütern und Software stattfindet. BaSyx stellt dabei nicht nur die IT-Infrastruktur bereit, sondern bietet auch weitere Komponenten, die eine schnelle Umsetzung von Industrie 4.0 ermöglichen. So können unterschiedliche Einsatzszenarien, wie der digitale Produktpass, mit der gleichen technologischen Basis realisiert werden.



Der digitale Produktpass verbindet die wichtigsten Elemente zur Förderung der Kreislaufwirtschaft.

Mit Digitalen Zwillingen den Batteriepass einfach erstellen

Ab Februar 2027 wird der digitale Batteriepass in der EU zur Pflicht. Für alle hier auf den Markt gebrachten Antriebsbatterien, Batterien von Zweirädern und Industriebatterien über 2 kWh Kapazität muss dieser angefertigt werden. Welchem Zweck dient dieser und wie kann man ihn einfach erstellen? Dazu haben wir Dr. Thomas Kuhn, Division Manager am Fraunhofer IESE, und Jürgen Hamm, Lead Architect NetApp Twin Solution, befragt.

Was genau versteht man unter einem Batteriepass?

Jürgen Hamm: Ein Batteriepass ist ein standardisiertes digitales Abbild, also ein Digitaler Zwilling der physischen Batterie. Er begleitet idealerweise den gesamten Lebenszyklus der Batterie vom Design bis zum Recycling. Als Digitaler Zwilling wird er dafür permanent mit aktuellen Daten angereichert, zum Beispiel zu genutzten Rohstoffen, deren Herkunft und CO₂-Fußabdruck, Herstellung, Qualitätsdaten oder dem gesamten Ladezyklus der Batterie.

Welchem Zweck dient er?

Thomas Kuhn: Der Digitale Zwilling repräsentiert den gesamten Lebenszyklus der Batterie und ist damit nicht nur auf die Herstellung beschränkt. Dies verbessert die Transparenz über den Zustand der Batterie am Ende ihrer Nutzung im Fahrzeug, ist Ausgangspunkt für Prozessverbesserungen zur CO₂-Einsparung und erleichtert die Weiternutzung der Batterie oder die Rückgewinnung der Materialien.

Wie können Daten über Unternehmensgrenzen hinweg ausgetauscht werden?

Thomas Kuhn: Dazu ist es wichtig, einen Standard als einheitliche technische Grundlage festzulegen. Für Digitale Zwillinge haben die Plattform Industrie 4.0 als Community der Automatisierungswelt, die Industrial Digital Twin Association (IDTA) und unter anderem auch das Fraunhofer IESE die Verwaltungsschale entwickelt. Diese stellt eine vereinheitlichte Schnittstelle sicher und gewährleistet damit, dass Daten maschinenlesbar sind und über Unternehmensgrenzen hinweg ausgetauscht werden können.

Wie kann ein Batteriepass umgesetzt werden?

Jürgen Hamm: Der digitale Batteriepass ist ein Aspekt des Digitalen Zwillinges der Batterie und wird technisch als Verwaltungsschalenteilmodell realisiert. Im Rahmen der Hannover Messe haben das Fraunhofer IESE, NetApp und Congatec dies an einem Demonstrator gezeigt. Dort wurde illustriert, wie sich der CO₂-Fußabdruck eines Batteriemoduls während der Batterieherstellung mit jedem Produktionsschritt verändert.

NetApp stellt die dafür notwendige intelligente und skalierbare Datamanagement-Infrastruktur bereit, um sicherzustellen, dass die Daten stets dort zur Verfügung gestellt werden, wo sie benötigt werden und die Anzahl der Digitalen Zwillinge in einem Unternehmen fast unbegrenzt skaliert werden kann. Digitale Zwillinge können dabei nahe am Entstehungsort,

im lokalen Rechenzentrum oder auch in der Cloud abgelegt werden.

Wie können Unternehmen Digitale Batteriepässe einfach erstellen?

Thomas Kuhn: Um Unternehmen den Einstieg in die Digitalisierung so einfach wie möglich zu machen, werden vorkonfigurierte Lösungen für Digitale Zwillinge und digitale Batteriepässe zur Verfügung gestellt. Das Fraunhofer IESE, NetApp, Congatec und weitere Partner bieten diese als Software-as-a-Service-Container im Rahmen des AAS Dataspace for Everybody an.



Dr. Thomas Kuhn,
Division Manager
Embedded Systems,
Fraunhofer IESE



Jürgen Hamm,
Lead Architect
NetApp Twin Solution

COMING SOON



BaSys vor Ort

Industrie 4.0 – konkrete Anwendungsfälle auch in Ihrer Nähe erleben!

Erfahren Sie mehr über den Einsatz der Eclipse BaSys Middleware in unterschiedlichen Industrie-4.0-Anwendungsfällen im Praxiseinsatz.

Jede Station bietet Ihnen einen Einblick in die Potenziale der Middleware. Neben Demonstrationen wird es auch interaktive Workshops und ausreichend Gelegenheit für den Austausch mit Anwendern und den Industrie-4.0-Expertinnen und -Experten des Fraunhofer IESE geben.

Die Roadshow macht von Oktober 2024 bis September 2025 u.a. Station an folgenden Orten:

- Augsburg
- Berlin
- Hannover
- Kaiserslautern
- München
- Saarbrücken
- Scharnhausen (Großraum Stuttgart)
- Ulm
- Weinheim



Weitere Details und Termine finden Sie online!

<https://s.fhg.de/basys-roadshow>

AAS Dataspace for Everybody – einfach einsteigen durch vorkonfigurierte Softwarecontainer



Mit niedrigschwelligem Zugang können Produktions- unternehmen neue Chancen von Datenräumen nutzen

In einer Welt, in der Digitalisierung und Datenmanagement zunehmend an Bedeutung gewinnen, rücken auch industrielle Datenräume für Fertigungsunternehmen mehr und mehr in den Fokus. Unternehmensübergreifende Datenräume können Firmen entscheidend dabei helfen, Skaleneffekte zu erreichen, neue Geschäftsfelder zu erschließen und somit insgesamt **effizienter zu wirtschaften**.

Um eine umfassende Vernetzung zu ermöglichen, müssen jedoch die Fertigungsprozesse selbst bereits ausreichend ausgereift sein. Genau an dieser Stelle stoßen aktuell jedoch noch viele Unternehmen an ihre Grenzen. Die benötigten Softwaresysteme sind oft komplex und erfordern spezifisches Fachwissen, was die Digitalisierung der Fertigung wiederum sehr zeit- und kostenintensiv macht.

Der Schlüssel für digitale Lieferketten

Dieser Herausforderung hat sich das Fraunhofer IESE gemeinsam mit der NetApp Deutschland GmbH, der Industrial Digital Twin Association (IDTA), der Plattform Industrie 4.0, der Xitaso GmbH sowie der Congatec GmbH angenommen und mit dem AAS Dataspace for Everybody eine Software-as-a-Service-Lösung entwickelt. Diese soll es gerade auch kleineren und mittleren Unternehmen ermöglichen, Fertigungsprozesse zu digitalisieren, Digitale Zwillinge zu erstellen und diese in Datenräume zu integrieren. Der AAS Dataspace for Everybody bietet eine Plattform für das unkomplizierte Teilen von Daten und vorkonfigurierte Softwarelösungen auf Grundlage der Open-Source-Middleware Eclipse BaSyx. Damit können Unternehmen Digitale Zwillinge entlang ihrer Fertigungslinien realisieren und so beispielsweise ihren CO₂-Fußabdruck berechnen, einen Batteriepass erstellen oder digitale Produktpässe anfertigen. Die Digitalen Zwillinge lassen sich anschließend in unternehmensübergreifenden Datenräumen entlang von Lieferketten teilen – souverän und unter Einhaltung klar definierter Vorgaben. Somit kann man Störungen in der Wertschöpfungskette frühzeitig erkennen und die Resilienz und Nachhaltigkeit der Industrie entscheidend stärken.



Weitere Infos:

[www.iese.fraunhofer.de/de/
loesung/datenraum.html](http://www.iese.fraunhofer.de/de/loesung/datenraum.html)



Wirtschaft und Forschung trafen sich bei der Eröffnung des AAS Dataspace.

AAS Dataspace offiziell eröffnet

Am 7. Mai 2024 fand die Eröffnungsfeier des AAS Dataspace for Everybody statt. Über 60 Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft kamen in Kaiserslautern am Fraunhofer IESE zusammen, um sich über die Mehrwerte und Einsatzmöglichkeiten von digitalen Datenräumen auszutauschen.

Zu den Highlights der Eröffnungsveranstaltung zählten die verschiedenen Anwendungen und Nutzungsszenarien des AAS Dataspace for Everybody. Namhafte Industrieunternehmen wie SAP, Wittenstein, Thyssenkrupp, Bosch und Mitsubishi waren vor Ort und teilten ihre Erfahrungen zu digitalen Datenräumen und Industrie 4.0. Zudem hielten Forschungs- und Wirtschaftspartner Impulsvorträge über die vielfältigen Möglichkeiten der Nutzung.

Stimmen zum AAS Dataspace for Everybody



Dr. Thomas Kuhn,
Division Manager
Embedded Systems,
Fraunhofer IESE

»Die Softwarecontainer in Kombination mit der eingebetteten Middleware Eclipse BaSyx sind auf dem Markt bislang absolut einzigartig. Mit dem AAS Dataspace for Everybody haben Unternehmen jeder Größe die Chance, Datenräume wirklich nahtlos in ihre Fertigung zu integrieren und so von einer erheblichen Zeit- und Kostenersparnis bei der Digitalisierung zu profitieren.«



Bernd Vojanec
Senior Expert
Industrial Digital Twin,
WITTENSTEIN group

»Mit dem AAS Dataspace for Everybody wollen wir bei Wittenstein unsere bereits erzeugten Verwaltungsschalen publizieren, uns vernetzen und Konnektivität herstellen – vom Engineering bis in den After Sales. Außerdem sehen wir einen großen Mehrwert in den Daten, die wir zurückbekommen, wenn wir auch unsere Produktdaten bzw. -modelle in diesem Datenraum teilen.«



Meik Billmann,
Geschäftsführer
IDTA

»Der AAS Dataspace for Everybody ist ein wichtiger Meilenstein für die Entwicklung von industriellen Ökosystemen basierend auf der Asset Administration Shell. Wir sind stolz, mit unseren Partnern Fraunhofer IESE, NetApp Deutschland und weiteren diese Möglichkeit für die Erprobung von Geschäftsprozessen entlang der Lieferkette in einem realen Ökosystem der Industrie zur Verfügung zu stellen. Gemeinsam bringen wir so die industrielle Implementierung von interoperablen Digitalen Zwillingen entscheidend voran.«



Begoña Jara,
Vice President
Area Germany,
NetApp

»Der Nutzen von Daten endet nicht an den Unternehmensgrenzen. Die Daten müssen einfach fließen können. Und Datenräume bilden die Basis dafür. Alle Interessierten können schon heute mit dem AAS Dataspace for Everybody wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen sammeln. Ich bin überzeugt, dass das ein wichtiger Wettbewerbsvorteil sein wird.«

SICK AG

Das sagt die Wirtschaft!

Schaffung eines harmonisierten Datenraums für eine effiziente Intralogistik

Die SICK AG ist einer der weltweit führenden Anbieter von Sensorlösungen für Automatisierungsanwendungen in Fabriken, Logistik und Prozessen. Als Technologie- und Marktführer schafft SICK mit Sensorintelligenz und Anwendungslösungen die Basis für sicheres und effizientes Steuern von Prozessen, für den Schutz von Menschen vor Unfällen und für die Vermeidung von Umweltschäden.

Das Unternehmen steuert seine Intralogistik über eine ereignisbasierte dynamische Disposition mit dem Ziel, die Effizienz und Flexibilität zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Asset-Schnittstellen harmonisiert und Datensilos aufgebrochen werden, um einen integrierten und harmonisierten Datenraum zu schaffen.

SICK erkannte schnell die Vorteile der Implementierung von Verwaltungsschalen (engl. Asset Administration Shell, kurz AAS) mit Eclipse BaSyx für diesen Zweck. In enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE definierte SICK seine eigenen Teilmodellvorlagen und nutzte das Eclipse BaSyx Java SDK, um einen auf die Bedürfnisse von SICK zugeschnittenen AAS-Generator zu implementieren. Durch die Nutzung verschiedener Komponenten und Funktionen von BaSyx konnte SICK die Verwaltungsschale innerhalb weniger Tage für den produktiven Einsatz aufsetzen.

»Durch den Einsatz von Eclipse Basyx haben wir die Verwaltungsschale innerhalb weniger Tage zum produktiven Einsatz gebracht.«

SICK AG

Als Ergebnis des Projekts verfügt SICK nun über ein AAS-basiertes Logistikdispositionssystem, das Datensilos aufricht und harmonisierte Schnittstellen für Assets schafft. Dadurch konnte das Unternehmen nicht nur seine Ziele erreichen, sondern auch von anderen Funktionen des AAS-Ökosystems profitieren, wie der AAS GUI und der einfachen Integration mit anderen AAS-basierten Lösungen. Das implementierte System wird jetzt in einer Reihe von Fabriken eingesetzt und ermöglicht weitere Anwendungsfälle wie die Überwachung von Assets und Fabriken.

BaSyx schafft die Schnittstelle für Assets und Fabriken.



ENGINEERING THE DIGITAL FUTURE

Ihr Partner für die digitale Transformation.

Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern ist seit fast 30 Jahren eine der führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet des Software- und Systems-Engineerings.

Mit seiner angewandten Forschung unterstützt das Institut Unternehmen bei der Bewältigung von Herausforderungen u.a. mit Hilfe des Digitalen Zwillings.



Kontakt: Ralf Kalmar

Mail: anfrage@iese.fraunhofer.de
www.iese.fraunhofer.de



Digitale Zwillinge

in der Praxis

mit FERAL

Wie Digitale Zwillinge die Automobilindustrie transformieren

Dazu im Interview: Dr. Pablo Oliveira Antonino, Department Head Virtual Engineering am Fraunhofer IESE

Die beiden IESE-Technologien Eclipse BaSyx und FERAL ergänzen sich optimal in der Erstellung und Anwendung von Digitalen Zwillingen. BaSyx bietet eine standardisierte Beschreibung von physischen Objekten, die für die Simulationen mit FERAL genutzt werden können. FERAL konzentriert sich besonders auf die Fahrzeugbranche, während BaSyx vorrangig in der Produktion eingesetzt wird. Beide Lösungen verdeutlichen die Expertise des Fraunhofer IESE in dem Themenfeld des Digitalen Zwillinges. Die speziellen Eigenschaften von FERAL und welche Vorteile die Kunden durch den Einsatz des Simulationsframeworks haben, stellt Dr. Pablo Oliveira Antonino im Interview vor.

Was ist das Besondere an FERAL?

FERAL ist eine vielseitige Toolbox, die es ermöglicht, hochkomplexe Digitale Zwillinge verschiedener Komponenten, hauptsächlich im Automotive-Bereich – onroad und offroad – zu erstellen. Dazu gehören die eingebettete Elektronik, die Steuergeräte und die Kommunikationssysteme im Fahrzeug wie CAN, CAN XL, Lean, FlexRay usw. FERAL bietet nicht nur die Möglichkeit, Digitale Zwillinge für diese verschiedenen Elemente zu erstellen, sondern auch die Fähigkeit zur Simulation. Wir können »Was-wäre-wenn-Szenarien« simulieren, um herauszufinden, welche Auswirkungen bestimmte Entscheidungen mit sich bringen und ob das Verhalten des Systems so ist, wie man es erwartet hätte.

Gibt es ein anschauliches Beispiel einer Simulation?

Vor Kurzem haben wir ein Projekt durchgeführt, in dem es um den Einfluss von Security-Aspekten auf die Fahrzeugsicherheit geht. Alle modernen Fahrzeuge sind heutzutage mit dem Internet verbunden und die Frage ist, was passiert, wenn sich ein Hacker Zugang zu den Autosystemen verschafft. Beispielsweise fahre ich gerade mit meinem Fahrzeug auf der Autobahn mit 200 km/h, und wenn dann ein Hacker einen Angriff

unternimmt und ich mein Auto nicht mehr bremsen kann, ist das eine sehr kritische Situation. Mit FERAL erstellen wir Digitale Zwillinge von verschiedenen Fahrzeugkomponenten, um mögliche Angriffsszenarien in der virtuellen Welt zu testen und das Auto sicherer zu machen.

Letzte Woche hatte ich ein Gespräch mit dem Manager eines Unternehmens, welcher den Mehrwert von FERAL mit seiner Aussage treffend auf den Punkt gebracht hat: »Ihr habt schon Tausende von Probetests gespeichert für uns. Das heißt, ihr könnt schon Tausende von Szenarien mit FERAL und den Digitalen Zwillingen nicht nur in die virtuelle Welt bringen, sondern auch simulieren und ihre Folgen für uns analysieren.«

Wie hebt sich FERAL vom Wettbewerb ab?

In diesem Zusammenhang möchte ich unbedingt die Aspekte Anpassbarkeit und Herstellerunabhängigkeit nennen. Da wir kein kommerzielles Unternehmen sind, sind wir nicht von bestimmten Firmen-Tools abhängig. Und das ist unser großer Vorteil! Wir können verschiedene Werkzeuge von verschiedenen Unternehmen zusammenbringen. Und am Ende kann der Kunde auswählen, für welche Simulationen und Analysen er welches Werkzeug aus der FERAL-Toolbox verwenden möchte.



»Am Ende können wir ein Fahrzeug mit hoher Präzision simulieren, weil wir das Beste aus allen Tools in FERAL vereinen.«

Dr. Pablo Oliveira Antonino

Department Head Virtual Engineering

Wir haben zum Beispiel in einer strategischen Partnerschaft mit der amerikanischen Firma ANSYS und deren europäischen Partnern einen gemeinsamen Demonstrator entwickelt. In diesem verwenden wir die Technologie CARLA für 3D-Modelle, Matlab/Simulink für funktionelle Modelle und viele weitere Lösungen. Am Ende können wir ein Fahrzeug mit hoher Präzision simulieren, weil wir das Beste aus allen Tools in FERAL vereinen.

Ein weiterer Aspekt, der ebenso wichtig zu betonen ist, dass wir als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler immer den neusten Stand der Forschung in unsere Lösungen einbringen. Somit sind wir bestens gewappnet, um unsere Softwaretools an die Herausforderungen unserer Industriekunden anzupassen und können wirklich präzise Analysen liefern.

Welche Optionen der Zusammenarbeit bestehen für Unternehmen?

Typischerweise läuft der Prozess so ab: Es tritt ein Kunde an uns heran mit einem besonderen Bedarf, wie beispielsweise dem Einfluss von Security auf die Fahrzeugsicherheit. Wir passen FERAL intern an die Anforderungen an, erstellen verschiedene Modelle des Digitalen Zwillinges und bestimmen, was analysiert werden soll. Anschließend liefern wir dem Unternehmen die fertige Diagnose und verschiedene Strategien. Bei diesem Vorgehen hat der Kunde keinen direkten Zugang zu FERAL, sondern nur zum finalen Ergebnis.

Es gibt natürlich auch die Option, dass der Kunde FERAL intern in seinem Unternehmen einsetzen möchte. In dem Fall kann die Lösung in der Infrastruktur des Kunden genutzt werden. FERAL steht unseren Kunden dann über ein Lizenzmodell zur Verfügung. Das Unternehmen erhält aber auch Entwicklungsunterstützung von uns – was Teil des Lizenzmodells ist.

Und etwas ganz Neues, das wir anbieten, ist der »Digital-Twin- oder Simulation-as-a-Service«. Das bedeutet, wir haben FERAL weiterhin hier in unserer IESE-Infrastruktur integriert und der Kunde erhält von uns Zugang zu FERAL. Das ist ein sehr interessantes Konzept, denn die Kunden müssen nichts in ihrer Unternehmensinfrastruktur installieren, haben aber trotzdem Zugang zu FERAL.

In welchem Unternehmen wird FERAL beispielsweise eingesetzt?

Ein Beispiel, das ich hier nennen kann, ist die langjährige Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Robert Bosch. Seit 2016 unterstützen wir Bosch bei der Erstellung von Digitalen Zwillingen und der Simulation von Fahrzeugkommunikationssystemen – bis hin zu autonomen Fahrfunktionen.



PODCAST-TIPP

Digitale Zwillinge – Potenziale nutzen

Hier mehr dazu erfahren,
wie die Lösung FERAL zum
Einsatz kommt.



Mit FERAL Fahrerassistenzsysteme in virtuellen Welten testen

Das Testen von Fahrfunktionen erfordert nach jeder Softwareänderung Tausende von Kilometern an Testfahrten. Und je später Fehler im Prozess der Softwareentwicklung erkannt werden, desto mehr Zeitverzögerungen gibt es. Außerdem steigen die damit verbundenen Kosten, die eben durch die anfallenden Korrekturen entstehen. Deshalb bietet das Fraunhofer IESE eine Lösung, um die Programme für moderne Fahrerassistenzsysteme (Advanced Driver-Assistance System, kurz: ADAS) möglichst effizient zu entwickeln.

Mit FERAL von Fraunhofer IESE als Werkzeug für virtuelle Prüfstände werden virtuelle Testfahrten möglich, wenn reale Testfahrten in diesem großen Umfang nicht mehr machbar wären. Durch den Einsatz virtueller Prüfstände können Unternehmen ihre Entwicklungsprozesse beschleunigen. Teure und begrenzte HiL-Prüfstände (Hardware in the Loop) gehören somit der Vergangenheit an und Design- und Softwarefehler können kontinuierlich, schneller und genauer erkannt werden.

Und ein besonderer Vorteil von FERAL: Das Simulationsframework unterstützt das mobile Arbeiten, denn das Testteam kann Fahrfunktionen auch unkompliziert von zu Hause aus validieren.

Wie arbeitet FERAL als Werkzeugkasten für virtuelle Prüfstände?

FERAL ermöglicht die technische Kopplung von verschiedenen Simulatoren und ausführbaren Softwarekomponenten durch virtuelle Kommunikationsbusse über verschiedene Abstraktionsebenen hinweg. Dadurch können ausführbare virtuelle Testszenarien für CI/CD-Pipelines (Continuous Integration und Delivery) erstellt werden. Die Toolbox integriert zahlreiche Aspekte: E/E-Plattformen, Netzwerke, Fahrfunktionen sowie Fahrer-, Kamera- und Umgebungsmodelle.

Die Vorteile von FERAL im Überblick

1. Testen von ADAS-Funktionen durch Millionen von virtuellen Kilometern
2. CI/CD für die Entwicklung von Fahrzeugfunktionen
3. Bewertung der Systemstabilität durch das Injizieren von Fehlern
4. Umsetzung von Testszenarien auf realistischen virtuellen Plattformen
5. Einsetzbar auch bei mobilen Arbeitsmodellen



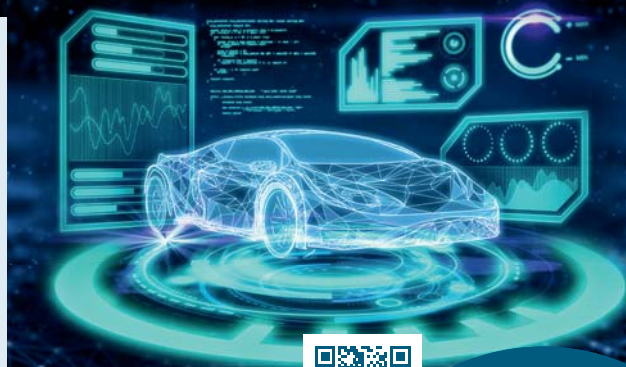
Weitere Infos:

www.iese.fraunhofer.de/de/leistungen/digitaler-zwilling/FERAL.html

embedded world 2024

Auf der embedded world Exhibition & Conference 2024 in Nürnberg präsentierte das Fraunhofer IESE vom 9. bis 11. April 2024 seine neuesten Entwicklungen rund um die Validierung von Fahrfunktionen in virtuellen Welten.

Ein besonderes Highlight des Messeauftritts des Fraunhofer IESE auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft war der Fahrsimulator, der mit Hilfe von »FERAL« neue Fahrfunktionen frühzeitig und effizient validiert. Die IESE-Expertinnen und -Experten demonstrierten vor Ort, wie Unternehmen durch den Einsatz von FERAL Fehler frühzeitig im Entwicklungsprozess ihrer Fahrerassistenzsysteme (ADAS) erkennen können.



FILM-TIPP

Fahrzeuginnovation durch Simulation

Hier mehr dazu erfahren, wie die Lösung FERAL zum Einsatz kommt.

Robert Bosch GmbH

Das sagt die Wirtschaft!**Bosch sichert elektronische Steuergeräte mit FERAL**

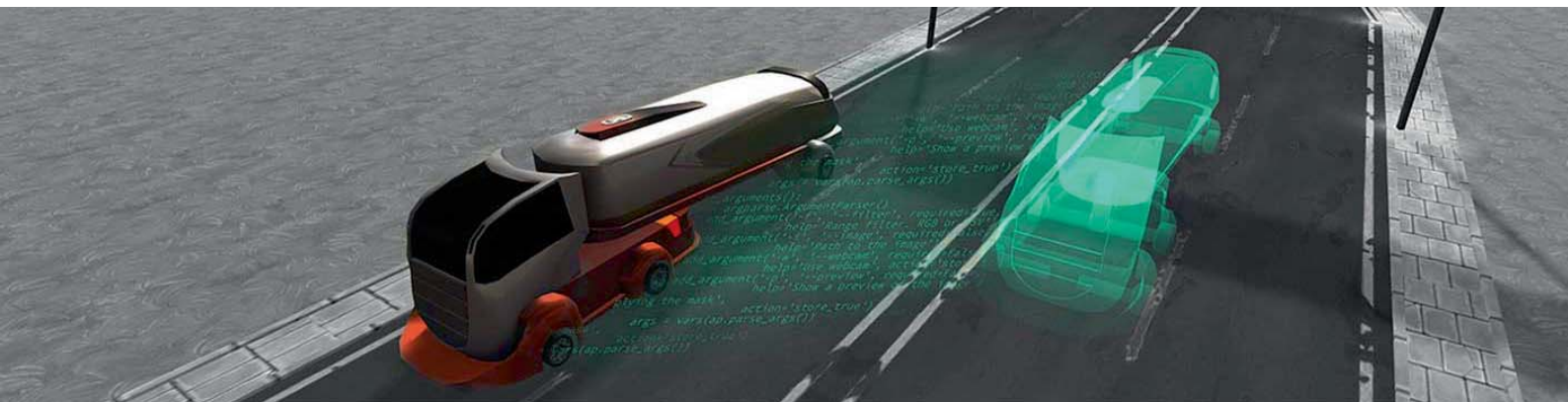
Das Fraunhofer IESE und die Robert Bosch GmbH arbeiten in einem gemeinsamen Projekt daran, Steuergeräte virtuell in das SiL-Framework (Software in the Loop) zu integrieren und zu validieren. Dazu wurde die IESE-Technologie FERAL verwendet.

Bosch beauftragte das Fraunhofer IESE mit der Entwicklung einer Schnittstelle zu FERAL für Tests während der Steuergeräteentwicklung. Das Projekt integrierte verschiedene Systemkomponenten in ein gemeinsames Simulationsmodell, um wichtige Qualitätsinformationen wie Auslastung der Fahrzeugbusse und Antwortzeiten zu liefern. Bosch stattete die virtuellen Steuergeräte mit Schnittstellen aus, integrierte Simulatoren für die Fahrzeugdynamik und nutzte FERAL für die Simulation von Fahrzeugbussen (CAN und Flexray). Das Simulationssystem ermöglicht eine detaillierte Beobachtung des Systemverhaltens und die Nachstellung kritischer Zustände zur Analyse. Bosch hat FERAL weiterhin lizenziert, um weitere Aufgaben im virtuellen Engineering umzusetzen.

»Wir haben erfolgreich den FERAL Virtual Bus in unser SiL-Framework integriert, was unseren Netzwerkverifizierungsprozess erheblich verbessert hat. Dadurch konnten wir nicht nur Netzwerkszenarien einfach simulieren, sondern auch unsere Time-to-Market verkürzen.«

Shenoy Ganesh

Tech Expert,
Bosch Global
Software Technologies

**Projekt VALU3S – effiziente Validierung automatisierter Systeme**

Das Fraunhofer IESE arbeitete im Projekt VALU3S mit rund 40 Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen, um die Sicherheit automatisierter Systeme zu überprüfen und zu validieren.

Das Projekt wurde von der Europäischen Union (ECSEL Joint Undertaking) unterstützt. VALU3S steht für »Verification and Validation (V&V) of Automated Systems' Safety and Security«. Das Ziel war es, fortschrittliche V&V-Methoden und -Tools zu entwickeln, damit der Aufwand

für die Sicherheits-, Cybersicherheits- und Datenschutzprüfung automatisierter Systeme reduziert werden kann.

Um für die Markteinführung zu gewährleisten, dass automatisierte Systeme sicher und zuverlässig sind, müssen sie strenge Sicherheitsstandards erfüllen. Die Komplexität dieser Systeme macht den V&V-Prozess zeitaufwändig und kostspielig. Im Rahmen von VALU3S wurde ein Framework entwickelt, das alle relevanten Informationen zum V&V-Prozess enthält, um ihn zu

vereinfachen und Kosten sowie Zeit zu sparen. Das Framework trägt auch dazu bei, Schwachstellen zu identifizieren und geeignete V&V-Konzepte zu entwickeln. Das Fraunhofer IESE beschäftigte sich im Projekt mit Lösungen zur frühzeitigen virtuellen Validierung von Produkteigenschaften. Hierbei wurde das institutseigene Simulations- und Validierungswerkzeug FERAL erweitert und in einer industriellen Fallstudie im Bereich der Automatisierungstechnik eingesetzt und validiert.

Virtuelle Validierung in der Landwirtschaft

Aufwendige Feldtests gehören bald der Vergangenheit an

In Zusammenarbeit mit Balanced Engineering LLC hat das Fraunhofer IESE ein Konzept entwickelt, um die Prüfung und Entwicklung autonomer landwirtschaftlicher Fahrzeuge zu verbessern und voranzutreiben.

Gemeinsam mit dem Beratungsunternehmen für Landmaschinenhersteller Balanced Engineering hat das Team des Fraunhofer IESE das Projekt »Virtual Validation and Development for Autonomous Agricultural Vehicles« umgesetzt, um die Entwicklung und das Testen autonomer landwirtschaftlicher Fahrzeuge zu optimieren. Das Projekt umfasste die Erstellung einer virtuellen Simulationsumgebung mit dem »Car Learning to Act«-Simulator (CARLA), der realistische landwirtschaftliche Szenarien nachbildet.

Steigerung der Effizienz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen mit Hilfe von FERAL

Durch die Integration verschiedener Sensor-, Steuergeräte- und Aktuator-Modelle konnten autonome Traktoren unter unterschiedlichen Wetterbedingungen und in verschiedenen Hindernissituationen getestet werden. Das Simulationsframework FERAL, entwickelt von den Expertinnen und Experten des Fraunhofer IESE, ermöglicht die Verbindung mehrerer Simulatoren und Modelle, um die Entscheidungsfindung und Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge zu validieren. Verschiedene Szenarien – von optimalen Sichtbedingungen bis hin zu extremen Wetterverhältnissen – wurden in dem Projekt mit Balanced Engineering simuliert, um die Robustheit und Effizienz der autonomen Systeme zu bewerten und zu verbessern.

Teure Feldtests für autonome Landmaschinen durch Simulationen ersetzen

Balanced Engineering wandte sich an das Fraunhofer IESE mit der Herausforderung, eine effiziente und realistische Testumgebung für autonome landwirtschaftliche Fahrzeuge zu schaffen. Das Ziel war es, die Leistung und Sicherheit dieser Fahrzeuge unter verschiedenen Bedingungen zu validieren und zu optimieren – ohne dabei auf kosten- und zeitintensive Feldtests angewiesen zu sein.

Virtuelle Validierung mit FERAL steigert die Leistungsfähigkeit von Traktoren

Das Fraunhofer IESE unterstützte Balanced Engineering durch die Entwicklung einer umfassenden virtuellen Simulationsumgebung, die auf dem CARLA-Simulator basiert. Diese Umgebung ermöglichte es, realistische landwirtschaftliche Szenarien nachzubilden und verschiedene Sensor-, ECU- und Aktuator-Modelle zu integrieren. Das Werkzeug FERAL spielte dabei eine entscheidende Rolle, indem es verschiedene Simulatoren und Modelle miteinander verband und eine flexible, event- und zeitgesteuerte Simulation zuließ.

Somit konnte das Projektteam automatisierte Testpipelines implementieren und die kontinuierliche Integration und Validierung der autonomen Systeme sicherstellen. Durch die Simulation unterschiedlicher Szenarien – von idealen Bedingungen bis hin zu extremen Wetterverhältnissen – konnte die

Leistungsfähigkeit der Traktoren hinsichtlich Objekterkennung, Entscheidungsfindung und Sicherheitsmechanismen umfassend getestet und verbessert werden. Die detaillierte Auswertung der Simulationsergebnisse, einschließlich der Analyse der Prozessorauslastung und der Sensorleistung, unterstützte die Optimierung der Fahrzeugarchitektur und die Sicherstellung einer effizienten Datenverarbeitung und -übertragung.

Neue Testumgebung treibt Effizienz und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft voran

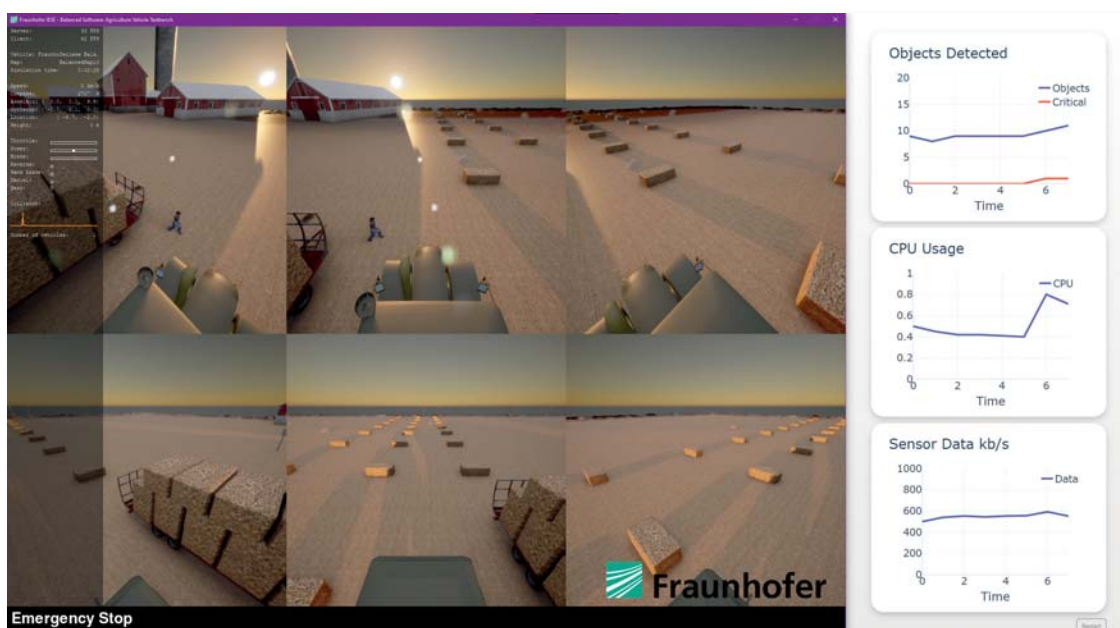
Das Projekt resultierte in einer robusten virtuellen Testumgebung, die es ermöglicht, autonome landwirtschaftliche Fahrzeuge unter vielfältigen Bedingungen effizient zu testen und zu optimieren. Die entwickelten Methoden und Werkzeuge trugen maßgeblich dazu bei, die Sicherheit und Leistungsfähigkeit der autonomen Traktoren zu verbessern. In Zukunft plant Balanced Engineering, die gewonnenen Erkenntnisse und Technologien weiter zu nutzen, um die Entwicklung autonomer landwirtschaftlicher Systeme voranzutreiben – und dadurch die Effizienz und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft zu steigern. Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE legte den Grundstein für weitere innovative Projekte im Bereich der autonomen Fahrzeugtechnologie.

»Bei unseren jüngsten Projekten mit einem der weltweit führenden Hersteller von Landmaschinen trug der Beitrag des Fraunhofer IESE als Unterauftragnehmer wesentlich zu der hohen Kundenzufriedenheit bei, die wir erreicht haben.«



Rick Weires

Partner bei Balanced Engineering LLC



Monitoring der Simulationen mit FERAL und CARLA zur Validierung von autonomen landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Verlässlichkeit von Systemen

Mit dem Digitalen Zwilling macht das Fraunhofer IESE Systeme sicher

Dazu im Interview: Dr. Daniel Schneider, Division Manager Dependable Systems am Fraunhofer IESE

Ein wichtiger Forschungsbereich am Fraunhofer IESE beschäftigt sich mit der Verlässlichkeit von Systemen. Dazu zählen »Safety« im Sinne der funktionalen Sicherheit und »Security« im Sinne der IT-Sicherheit. Bei der Umsetzung der Sicherheitsmodelle und -lösungen verwenden die Expertinnen und Experten häufig den Digitalen Zwilling. Wie der Digitale Zwilling genau eingesetzt wird und welche Rolle er spielt, um Systeme verlässlicher zu machen, erläutert Dr. Daniel Schneider im Interview.



Dr. Daniel Schneider
Division Manager
Dependable Systems

Wie werden Systeme mit Hilfe Digitaler Zwillinge verlässlicher?

Generell sind Digitale Zwillinge die digitalen Abbilder von Systemen, die gewisse Aspekte der Systeme beschreiben – die sich aber durchaus dynamisch und kontinuierlich updaten können. Aktuelle Daten werden aus einem Prozess heraus, aus dem System und der Umgebung heraus immer mit einbezogen und so existiert ein akkurates Abbild für einen bestimmten Belang des Systems im Digitalen Zwilling. In gewisser Hinsicht beschäftigen wir uns mit diesem Thema schon seit über 15 Jahren – länger als es den Begriff der Digitalen Zwillinge tatsächlich gibt. Wir nannten das vorher Models@Runtime, also Laufzeitmodelle. Das heißt, man erstellt Modelle von Systemen, die zur Laufzeit verwendet und gepflegt werden, um Aspekte wie dynamische Adaption oder die Gewährleistung von Safety und Security zu unterstützen. Bezüglich der Gewährleistung von Safety und Security geht es dann oft darum, dynamische Änderungen im System oder Kontext zu erfassen und zu bewerten, um dann zur Laufzeit adäquat darauf reagieren zu können.

In den letzten Jahren betrachten wir vermehrt die Absicherung von Systemen mit Künstlicher Intelligenz und insbesondere mit Neuronalen Netzen. Unser Uncertainty Wrapper ist eine Art Digitaler Zwilling, der zur Laufzeit kontinuierlich Aussagen zu der Unsicherheit der KI-Ausgabe macht.

Welche Vorteile bringen Digitale Zwillinge für die Verlässlichkeit?

Das hängt stark von der Anwendung ab. Häufig können Laufzeitmodelle dafür sorgen, dass man die Performanz der Systeme deutlich verbessern kann. Anstatt basierend auf Worst-Case-Abschätzungen zu agieren, können Systeme nun die tatsächliche Situation erfassen und bewerten und dann eben nur das tun, was für die Gewährleistung der Sicherheit wirklich nötig ist.

Ein weiteres positives Beispiel stammt aus der Pharmaproduktion. Im Rahmen des Leitprojekts RNAuto setzen wir den Digitalen Zwilling zur Qualitätssicherung von medizinischen Produkten ein. Jedes Gerät im Produktionsprozess wurde mit einem modularen Digitalen Zwilling ausgestattet, um den Produktionsprozess umfassend zu überwachen und alle relevanten Parameter dynamisch miteinzubeziehen. Falls die Qualität abweichen sollte, kann ggfs. eingegriffen werden, um dies zu

mitigieren. Außerdem kann eine automatische Qualitätsdokumentation erstellt werden, da alle relevanten Daten bereits in den Digitalen Zwillingen gespeichert sind.

Welche Anwendungsfälle gibt es noch?

Zurzeit befassen wir uns zunehmend mit dynamischen Systemen, die sich zur Laufzeit integrieren. Wenn das der Fall ist, stammen die Systeme häufig von verschiedenen Herstellern und sollen sich aber ad hoc zusammenfinden und zusammenarbeiten. Gemäß unserer Ansätze besitzt jedes dieser Einzelsysteme seinen eigenen Digitalen Zwilling, der alle wesentlichen Merkmale der Verlässlichkeit beschreibt. Damit können dann Aussagen über die Verlässlichkeit des integrierten Gesamtsystems getroffen werden und dieses auch kontinuierlich überwacht und gesteuert werden.

Abgesehen davon beschäftigen wir uns mit Systemen zur Entwicklungszeit und deren Lieferketten. Oft ist es so, dass verschiedene Zulieferer an den OEM, den Original Equipment Manufacturer, liefern und dieser die Aufgabe der Integration hat. Hier haben wir die Herausforderung, dass die Modelle und Arbeitsprodukte zu den Verlässlichkeitseigenschaften, die oft recht umfangreich und kompliziert sind, korrekt integriert werden müssen. Auf Basis unserer Digitalen Zwillinge für Verlässlichkeit – sogenannte Digital Dependability Identities – können solche Integrationsszenarien werkzeuggestützt und semi-automatisch dargestellt werden.

Wird der Digitale Zwillinge für Verlässlichkeit immer wichtiger – auch in der Industrie?

Der Begriff »Digitaler Zwilling« hat eindeutig einen Hype erlebt, besonders im Bereich der Produktion. Hier gibt es umfassende Zielvisionen und noch jede Menge Potenzial. Aber auch in anderen Domänen wird der Begriff zunehmend verwendet. So forschen wir zurzeit im Gesundheitsbereich an unterschiedlichen Anwendungen von Digitalen Zwillingen, wie zum Beispiel an digitalen Patientenzwillingen zur Verbesserung der Vorsorge.

Das sagt die Wirtschaft!

Robert Bosch GmbH

Bosch beschleunigt Softwareentwicklungszyklen durch systematische Change-Impact-Analysen

In bestimmten Branchen wie der Automobilindustrie ist die System-sicherheit von größter Bedeutung, aber auch mit hohen Kosten verbunden. Insbesondere bei Systemen, die von häufigen Änderungen betroffen sind, wie autonome Fahrzeuge, führt ineffizientes Change-Management zu einer Verschwendung von Entwicklungsressourcen und langen Aktualisierungszyklen für Funktionen.

In dem Projekt mit der Robert Bosch GmbH befasste sich das Fraunhofer IESE mit der Frage, wie Safety-Ingenieure eine bessere Unterstützung bei der Bestimmung der Auswirkungen von Änderungen an neuen oder aktualisierten Fahr-funktionen, bei kritischen Fehlern oder neuen Erkenntnissen über Gefährdungen erhalten können. Die Expertinnen und Experten des IESE entwickelten ein web-basiertes Tool für interaktive Change-Impact-Analysen, d.h. für Analysen der Auswirkungen von Änderungen. Das neue Werkzeug ermöglicht es Bosch, effizient und kontextbezogen zu analysieren, welche Elemente des Sicherheits-nachweises von einer vorgeschlagenen Änderung betroffen sind.

Neues IESE-Tool verbessert mit Digitalen Zwillingen die Sicherheit bei Bosch

Das Team des Fraunhofer IESE prüfte den von Boschs Safety-Ingenieuren verwendeten Ansatz und erkannte, dass es eine Vielzahl von Szenarien gab, in denen eine Change-Impact-Analyse für die Entwicklungsprozesse gemäß der Normung ISO 26262 nützlich wäre. Daraufhin

wurde das von Bosch bereitgestellte Beispielszenario in eine Digital Dependability Identity (DDI) überführt. Das bedeutet, es wurden Digitale Zwillinge der relevanten Systemaspekte und der zugehörigen Sicherheitsanalyseartefakte erstellt.

»In enger Zusammenarbeit entwickelte das Fraunhofer IESE ein Proof-of-Concept-Tool, das bereits grundlegende Änderungsszenarien unterstützt.«



Markus Schweizer

Projektleiter zentrale Forschung,
Robert Bosch GmbH

Der wichtigste Vorteil der Umstellung auf eine DDI bestand jedoch darin, dass das Ingenieurteam des IESE die Darstellung des Modells um ein (Meta-) Modell zur Nachverfolgbarkeit der Auswirkungen von Änderungen erweitern konnte. Auf diese Weise »wusste« der Digitale Zwilling nun, wie sich Änderungen an bestimmten Teilen des Modells auf andere Teile des Modells auswirken würden.

Das neue Tool ist für kollaboratives Arbeiten ausgelegt, denn es gibt den Kolleginnen und Kollegen in Safety-Teams die Möglichkeit, die Analyse zu wiederholen und ihre Ergebnisse übersichtlich

in dem Modell zusammenzuführen. Dadurch kommt es nicht zu Verwirrungen oder unnötigem Informationsverlust. Um die Visualisierung der Change-Impact-Analysen benutzerfreundlich zu gestalten, wurden zusätzliche Automatisierungsfunktionen implementiert – wie das Ausblenden von Teilbäumen und die rekursive Beschriftung der betroffenen Knoten. Schließlich erstellte das IESE eine detaillierte Dokumentation, die die Verwendung des Tools, die Methodik, die Hintergrundforschung und die Evaluierungsdokumentation für das Tool auf dem Beispielsystem umfasste.



Weitere Infos:

www.iese.fraunhofer.de/de/referenz/bosch-softwareentwicklungszyklen.html

Hitachi, Ltd.

Hitachi realisiert die urbane Mobilität der nächsten Generation

In Hitachi-City, Japan, sollen autonome Shuttles das Bus-Rapid-Transit-System (BRT) verbessern. Hitachi-City will die Effizienz und Zuverlässigkeit des öffentlichen Nahverkehrs steigern und gleichzeitig dem zukünftigen Mangel an qualifizierten Fahrern entgegenwirken. Diese autonomen Shuttles verkehren auf speziellen BRT-Straßen, die eine reibungslose und unterbrechungsfreie Fahrt abseits des regulären Verkehrs gewährleisten. Allerdings kreuzen die BRT-Straßen reguläre Fahrspuren und Fußgängerüberwege, was das potenzielle Risiko von Zusammenstößen und damit von Schäden sowohl für andere Verkehrsteilnehmer als auch für die Busfahrgäste erhöht.

Hitachi, Ltd. hat diese Herausforderungen erkannt und in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE einen dynamischen Safety-Engineering-Prozess entwickelt. Diese innovative Lösung erhöht die Sicherheit von autonomen Shuttles, insbesondere bei Interaktionen mit Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmern.

Klassische Ansätze versus neue Sicherheitsmodelle

Bei herkömmlichen Ansätzen werden beim Betrieb des autonomen Fahrzeugs oft Worst-Case-Annahmen getroffen, insbesondere in Bezug auf das Verhalten von Fußgängern. Diese Methode führt zu übermäßig konservativen Reaktionen an Fußgängerüberwegen und damit zu einer Leistung, die hinter der von menschlichen Fahrern zurückbleibt. Ein solches vorsichtiges Verhalten kann sich nachteilig auf die Effektivität, den Nutzen und die Akzeptanz von autonomen Shuttles sowohl bei den Betreibern als auch bei den Fahrgästen auswirken. Um dieses Problem anzugehen, sind neue Lösungen erforderlich, die ein Gleichgewicht zwischen funktionaler Sicherheit und betrieblicher Effizienz in hochgradig dynamischen städtischen Umgebungen herstellen.

Im gemeinsamen Projekt mit Hitachi haben die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IESE verschiedene Modelle zur dynamischen Sicherheit mit Hilfe der »Digital Dependability Identities«-Technologie in ausführbare Software umgewandelt und in die reale Zielsystemarchitektur des autonomen Shuttlebusses bzw. des BRT-Systems integriert.

Das Gesamtsystem einschließlich der verschiedenen Technologien wurde für Fußgängerüberwege sowohl in Simulationen in Digitalen Zwillingen als auch an einem realen System auf einem geschlossenen Testgelände auf dem Hitachi-Campus in Japan erfolgreich getestet. Der autonome Bus war nicht übermäßig vorsichtig gefahren und seine Leistung war mit der eines menschlichen Fahrers vergleichbar. Durch das erworbene Fachwissen ist Hitachi, Ltd. nun gut aufgestellt, um den dynamischen Safety-Engineering-Prozess in anderen Anwendungsfällen und zukünftigen Entwicklungsprojekten in verschiedenen Bereichen anzuwenden.

»Die entwickelte Sicherheitstechnologie wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IESE, das über umfassende Kenntnisse industrieller Anwendungen verfügt, in einer realen Umgebung demonstriert.«



Dr. Masaya Itoh

Senior Manager,
Forschungsabteilung
für autonome Steuerung,
Hitachi, Ltd.



Weitere Infos:

www.iese.fraunhofer.de/de/referenz/hitachi-ltd-urbane-mobilitaet.html

Revolution im Gesundheitswesen?!

Digitale Patientenzwillinge sollen Diagnose und Therapie verbessern

Einen Digitalen Zwilling von einer statischen Maschine zu erstellen, das ist sicher schon sehr komplex. Aber wie komplex muss es erst sein, einen menschlichen, dynamischen Organismus digital nachzubauen? Mit dieser Frage und den Herausforderungen sowie Potenzialen Digitaler Patientenzwillinge beschäftigt sich das Fraunhofer IESE im Bereich Digital Health. Die Forschenden des Instituts bringen hier ihre umfassende Expertise ein, damit in Zukunft die Medikation am digitalen Abbild getestet werden kann, bevor der reale Mensch die erste Tablette schluckt.

Was ist ein Digitaler Patientenzwilling?

Grundsätzlich definiert man den Digitalen Zwilling von Patientinnen und Patienten als virtuell präzises, dynamisches Ebenbild biologischer Einheiten. So ein hochentwickeltes Modell kann zum Beispiel Zellstrukturen, Gewebe, Organe oder ganze Personen nachbilden und enthält idealerweise sämtliche Informationen des realen Gegenstücks, also des echten Patienten oder der echten Patientin. Digitale Patientenzwillinge sind dynamisch, das heißt, sie berücksichtigen Veränderungen im Laufe der Zeit und können grundlegende physiologische Prozesse simulieren. Dadurch können Vorhersagen etwa über physiologische Funktionen getroffen werden, beispielsweise bei einer angedachten Einnahme von bestimmten Medikamenten.

Der Weg zur vorausschauenden Gesundheitsüberwachung

Digitale Patientenzwillinge weisen ein enormes Potenzial für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern auf. So könnten die Modelle helfen, Stoffwechselprozesse im Körper abzubilden. Eine große Chance in der Medizin ist es, dass anhand des virtuellen Zwillings abgeklärt werden kann, welche Wirkung bzw. Wechsel- oder Nebenwirkung ein Medikament hat – und zwar bevor der Mensch die erste Tablette einnimmt. Ähnlich eines Digitalen Zwillings in der Produktion, wo man Maschinen vorausschauend warten kann, verhält es sich auch hier: Der Weg ist also geebnet für eine vorausschauende Gesundheitsüberwachung. Und in puncto Vorsorge und Prävention öffnen sich

ebenfalls neue Türen, denn das virtuelle Abbild kann frühzeitig auf eine beginnende Krankheit hinweisen oder ein erhöhtes, spezifisches Erkrankungsrisiko aufdecken. Dadurch können Patientinnen und Patienten durch entsprechendes zeitnahe Gesteuern vor Langzeitfolgen bewahrt werden.

Auch auf das Thema »klinische Studien« könnte sich der Digitale Patientenzwilling günstig auswirken: Solche Studien an echten Personen sollten sich hoffentlich in der Tendenz vereinfachen und in der Dauer verkürzen lassen, indem man die Wirksamkeit oder auch die Dosierung vorab simuliert. Es finden sich weltweit einige wenige Beispiele klinischer Studien mit Digitalen Patientenzwillingen – insbesondere Diabetes dient hier mehrfach als Modellkrankheit.

Herausforderung menschlicher Organismus

Prinzipiell weiß man schon sehr viel über die molekularen Mechanismen – also wie Zellen arbeiten und miteinander kommunizieren. Dennoch sind Menschen keine Maschinen, die man präzise nachbauen und exakt vorhersagen kann. Somit wird man bei Digitalen Patientenzwillingen immer an eine Grenze stoßen, da man diese molekulare Komplexität zumindest Stand heute nicht nachbauen kann.

Allerdings macht es trotz der notwendigen Abstraktion und Beschränkung Sinn, weil auch der Nachbau einzelner Organe in der Medizin schon viel bewirken kann. Ein gutes Beispiel dafür ist der erfolgreiche Einsatz eines Digitalen Zwillingsherzes, in

der Kardiologie. Ein weiteres Beispiel ist der Digitale Lungenzwilling, der für Patientinnen und Patienten individualisiert wird. Dieser Zwilling soll es Ärztinnen und Ärzten künftig ermöglichen, mittels Computer vorab verschiedene Behandlungs- und Beatmungsmethoden durchzutesten – mit dem Ziel, jeden Patienten und jede Patientin so schonend wie möglich zu beatmen.

Enorme Datenmengen sind die Basis

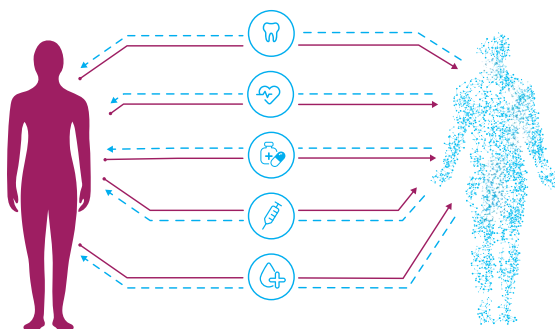
Um Digitale Patientenzwillinge erstellen zu können, benötigt man riesige Mengen qualitativ hochwertiger Daten – also Langzeitdaten über das ganze Leben eines Menschen. Mal angenommen, man hätte alle Daten vorliegen, so wäre es dennoch eine technische Herausforderung, die Informationen aus verschiedenen Datenquellen in einen gemeinsamen Kosmos zu integrieren. Und der Datenschutz ist in diesem Kontext natürlich auch ein heikles und entscheidendes Thema. Wer darf auf diese Daten zugreifen und von wo? Wer autorisiert die Zugriffe? Auch die Verlässlichkeit der verwendeten Algorithmen, die den Analysen zugrunde liegen, ist ein entscheidender und nicht unkritischer Faktor.

Digitale Patientenzwillinge versprechen ein enormes Potenzial für die Medizin, da sich hoffentlich bald viele Erkrankungen frühzeitig erkennen lassen – im Idealfall natürlich, bevor man Symptome verspürt. Weniger Erkrankungen durch mehr Prävention und eine sinkende Anzahl an Behandlungen könnten die Zukunft sein. Daran arbeitet das Fraunhofer IESE mit seiner umfassenden Expertise zu Digitalen Zwillingen, Data Science und Datenschutz.



Weitere Infos zur Digitalisierung im Gesundheitswesen:

<https://www.iese.fraunhofer.de/de/trend/digitalisierung-gesundheitswesen.html>



Der Digitale Patientenzwilling kann physiologische Prozesse im menschlichen Körper abbilden.

Digital Twin Hackathon

Am Fraunhofer IESE fand im Oktober 2023 der Digital Twin Hackathon statt. Kreativität lag in der Luft und Tastaturen klickten im Rhythmus der Innovation – alles im Wettkampf gegen die Zeit. Innerhalb von 24 Stunden stellten sich 13 Teams der Herausforderung, mit Hilfe der Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSyx die Kluft zwischen hochmodernen medizinischen Therapien und ihrer manuellen Fertigung zu überwinden.

Das Gewinnerteam des Hackathons präsentierte einen Ansatz, bei dem Digitale Zwillinge zur Verbesserung von Laboreinrichtungen eingesetzt werden, um die Geräteverwaltung zu erleichtern. Das zweitplatzierte Team nutzte AR-Brillen, Digitale Zwillinge und KI-Modelle, um den Laborbetrieb zu optimieren und die Effizienz von Experimenten zu steigern. Das Team, das den dritten Platz belegte, konzentrierte sich auf die Schaffung eines Digitalen Zwillinges für Labore, um Arbeitsabläufe zu optimieren und den Datentransfer zu verbessern. All diese innovativen Lösungen verdeutlichen das Potenzial der Digitalisierung im Gesundheitswesen.



Viele kreative Köpfe codeten beim Digital Twin Hackathon am Fraunhofer IESE.



Hier einige Impressionen vom Digital Twin Hackathon und weitere Infos:

<https://basyxhack.iese.de/>

Pharma 4.0

Digitaler Zwilling als zentrales Element in der automatisierten Produktion von mRNA-Medikamenten

Die Automatisierung der Medikamentenproduktion, auch Pharma 4.0 genannt, bietet große Potenziale! Ein Anwendungsbeispiel: Auf mRNA (messenger-RNA) basierende Impfstoffe sowie Gen- und Zelltherapeutika eröffnen Medizinerinnen und Medizinern neue Möglichkeiten im Kampf gegen Krebs, Infektions- und Erbkrankheiten. Doch diese innovativen Medikamente sind teuer und aufwendig in der Herstellung. Darum ist es das Ziel des Fraunhofer-Leitprojekts RNAuto, mit Hilfe von automatisierten Produktionstechnologien mRNA-Substanzen sowie Medikamente für individualisierte Therapien künftig kostengünstiger in großen Mengen herzustellen und zu einem bezahlbaren Preis verfügbar zu machen.

Um möglichst vielen Patientinnen und Patienten maßgeschneiderte, personalisierte Therapien anbieten zu können, bedarf es vollständig digitalisierter, automatisierter Produktionsprozesse. Im Leitprojekt RNAuto bündeln seit Beginn 2022 sieben Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen aus den Bereichen Medizin, Biologie und Ingenieurwissenschaften, um mRNA-Impfstoffe sowie Gen- und Zelltherapeutika, die mRNA als Ausgangsstoff nutzen, automatisiert, schnell und kostengünstig in großen Mengen herstellen zu können.

Modulare Screening-Anlage zur Herstellung von mRNA-Wirkstoffen

Ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten liegt in der Entwicklung einer bis hin zum Industriemaßstab skalierbaren Screening-Anlage mit digitaler Prozesssteuerung und datengetriebener Online-Qualitätskontrolle, mit der sich mRNA in Nanotransportern aus Lipiden verkapseln lassen. Dabei strebt das Projektteam zunächst die mRNA-Wirkstoffproduktion im Labormaßstab bis 20 ml an. In Kooperation mit den Fraunhofer-Instituten für

Mikrosysteme und Mikrotechnik IMM, für Produktionstechnologie IPT und für Zelltherapie und Immunologie IZI koordiniert das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE die Konzeption und den Aufbau der automatisierten, komponentenbasierten Screening-Anlage. Die Anlage mit einer Größe von 1,4 m x 0,8 m x 1,6 m besteht aus skalierbaren, flexiblen und herstellerunabhängigen Produktionsmodulen, die sich im Falle eines Defektes einfach austauschen lassen.

Einsatz von Digitalen Zwillingen in der Qualitätskontrolle und Prozesssteuerung

Zur Herstellung eines zuverlässigen mRNA-Medikaments muss eine gleichbleibende Produktqualität gewährleistet sein, die beispielsweise auch die Quantifizierung der Menge verkapselter mRNA in den Nanotransportern einbezieht. Das ungleichmäßige Verhältnis verkapselter mRNA im Anlauf des Mischprozesses und hohe Durchflussraten im Produktionsprozess stellen Herausforderungen für eine fortlaufende Qualitätskontrolle dar. Wegen resultierender Schwankungen

in den Viskositäten der Mischung, Brechungsindizes, Leitfähigkeiten, Temperaturen sowie pH-Werten und dem entsprechenden Einfluss auf die Produktqualität ist nicht nur eine Prozessoptimierung, sondern auch eine umfassende Qualitätskontrolle der Fraktionen entscheidend.

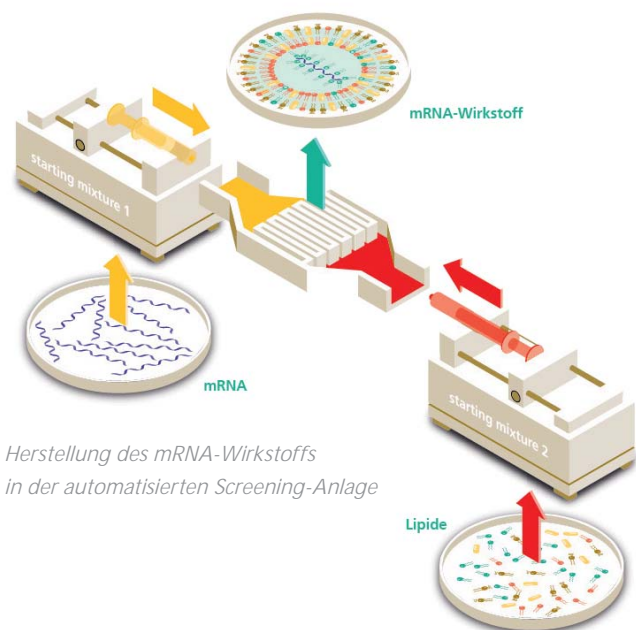
Die Qualitätssicherung sowie die Prozesssteuerung, sprich die Steuerung von Pumpe, Mischer und Co., werden vollständig digital abgebildet – über Digitale Zwillinge und KI-gestützte Software-Tools – ein Novum in der Herstellung von mRNA-Wirkstoffen. Hierfür nutzen die Forschenden ihre Erfahrungen aus der Industrie 4.0 und setzen Software, wie die Industrie-4.0-Middleware Eclipse BaSyx vom Fraunhofer IESE und die Prozesssteuerungssoftware COPE vom Fraunhofer IPT, ein. Die erforderlichen digitalen Informationen werden über eine dynamische Lichtstreuung (DLS) – eine Messtechnik zur Charakterisierung von Partikelgrößen in Emulsionen – an die Digitalen Zwillinge geliefert und dokumentiert. Weitere Daten werden über Temperatur- und Drucksensoren, Flusssensoren, Viskositätssensoren und pH-Sensoren erfasst. Dabei wird jede Komponente durch ihren eigenen Digitalen Zwilling repräsentiert.

Digitaler Zwilling ermöglicht Online-Analytik und digitale Dokumentation

Mit der Screening-Anlage können die Projektpartner die optimale Kombination von mRNA und Lipiden und den besten Verpackungsgrad ermitteln. Jeder einzelne Versuch mit veränderten Parametern lässt sich digital mit Hilfe des Digitalen Zwillinges der Produktqualität protokollieren. Etwaige Fehler, wie zu niedrige Temperaturen, werden auf diese Weise dokumentiert und die zugehörigen Informationen digital zur Verfügung gestellt.

In der letzten Ausbaustufe wird der Digitale Zwilling in der Lage sein, in einer solchen Situation entsprechende Korrekturmaßnahmen zu initiieren. Mit der integrierten Online-Analytik kann bereits während des Herstellungsprozesses die Qualität automatisiert gemessen und so die optimale Wirkstoffzusammensetzung bzw. die Produktionsparameter ermittelt werden. Die Anlage wird eine automatisierte, komponentenbasierte, flexible und validierbare Produktion ermöglichen und damit der Vision einer Pharma-4.0-Produktion Schritt für Schritt näherkommen. Das Team der Forschenden wird bei ihrer Fertigstellung in der Lage sein, innerhalb von wenigen Sekunden 20 ml mRNA-Wirkstoff qualitätsgesichert herzustellen.

Sobald die Anlage fertig aufgebaut ist, wird der mRNA-Wirkstoff im Projekt RNAuto zur Prophylaxe gegen die Viruserkrankung West-Nil-Fieber automatisiert hergestellt und am Fraunhofer IZI in Leipzig auf seine Wirksamkeit getestet. Ende 2025 soll sie am Fraunhofer IMM in Mainz fertig aufgebaut sein und auch Industriepartnern zur Verfügung gestellt werden.



Weitere Infos:

<https://www.iese.fraunhofer.de/de/referenz/rnauto.html>



Zukunft der Städte

Wie Digitale Zwillinge Smart Cities transformieren

Städte sind das pulsierende Herz der Gesellschaft. Über die Jahre hinweg haben sie sich zu komplexen Systemen entwickelt, weshalb die Verbesserung ihrer Nachhaltigkeit eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt. Der Einsatz Digitaler Zwillinge kann hier Abhilfe schaffen und die Lebensqualität sowie Nachhaltigkeit in urbanen Räumen fördern. Das Fraunhofer IESE bringt die notwendige Expertise mit, um Städte auf dem Weg zur Smart City zu begleiten.

Das Konzept der Smart City

Zunächst sollte man Städte nicht nur als Ansammlung physischer Einheiten betrachten. Vielmehr sind sie ein System ineinandergreifender Bausteine, die auf die Bedürfnisse ihrer Bewohner und die Dynamik ihrer Umgebung reagieren und miteinander kommunizieren können. Mit den Fortschritten in der Informationstechnologie und der Digitalisierung wurde das Konzept der Smart City eingeführt, um diese Einheiten geschickt miteinander zu verbinden und Mehrwerte zu schaffen. Smart Cities nutzen digitale Technologien, Kommunikationstechnologien und Datenanalysen, um ein effizientes und effektives Dienstleistungsumfeld auf- und auszubauen, das die städtische Lebensqualität verbessert und die Nachhaltigkeit fördert. Diese Technologien können in verschiedenen Bereichen wie Gesundheitsversorgung, Mobilität, Bildung und Verwaltung zum Einsatz kommen.

Das Herzstück der Smart City

Unter einem urbanen Digitalen Zwilling versteht man ein digitales Modell eines geplanten oder tatsächlichen physischen Produkts, Systems oder Prozesses. Dieses Modell nutzt Live-Daten von Sensoren, die in der Stadt verteilt sind, um das Verhalten verschiedener Komponenten der Stadt zu visualisieren und zu simulieren. Beispielsweise könnten hier Daten über das

Verkehrsaufkommen oder die Parkplatzsituation zu bestimmten Uhrzeiten geliefert werden. Urbane Digitale Zwillinge haben einen bemerkenswerten Einfluss auf die Verbesserung der Nachhaltigkeit von Städten. Mit Hilfe der von ihnen gesammelten Daten und durchgeführten Analysen kann man ein tiefes Verständnis der Gegebenheiten vor Ort erlangen und erkennen, wie die verschiedenen Einheiten miteinander und mit der Umwelt aktuell und in verschiedenen Szenarien interagieren. All dies hilft, die drei Säulen der Nachhaltigkeit – soziale, ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit – zu erhalten und eine nachhaltige Stadtentwicklung zu fördern.

Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

1. Soziale Nachhaltigkeit

Soziale Nachhaltigkeit dreht sich um die Erhaltung und Entwicklung des sozialen Kapitals. Der Einsatz Digitaler Zwillinge in digitalen Anwendungen der Stadtverwaltung kann die Bürgerbeteiligung erleichtern und einen gemeinschaftlichen Entscheidungsprozess unterstützen. Ein gutes Beispiel hierfür ist ein Digitaler Zwilling für die Stadtplanung, mit dem Einrichtungen wie Kliniken, Märkte und Cafés geplant werden sollen. Wenn der Stadtplaner die Anfragen und Wünsche der Bürgerinnen und Bürger direkt mit dem Wissen über den Zustand und die Anforderungen der Einrichtungen vor Ort durch den Digitalen Zwilling verschmelzen kann, kann er den besten Standort finden, der den Bedürfnissen der Bevölkerung entspricht.

2. Ökologische Nachhaltigkeit

Der Schutz der Umwelt und die Erhaltung des Ökosystems sind die Hauptziele der ökologischen Nachhaltigkeit. Digitale Zwillinge können dazu beitragen, die Auswirkungen einiger durch den Klimawandel bedingter Katastrophen wie Überschwemmungen oder Hitzewellen zu mindern und die Umwelt zu schützen. Beispielsweise kann man durch die Anbringung von Sensoren im Boden von Grünflächen eine ständige Messung von lebenswichtigen Indikatoren wie Bodenfeuchtigkeit,



Luftqualität und Temperatur vornehmen. Diese Indikatoren spielen eine wichtige Rolle bei der Erhaltung des Ökosystems der Vegetation, in dem entsprechend der erhobenen Messdaten und den daraus entwickelten Szenarien zukunftsfähig geplant wird.

3. Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

Ein kontinuierliches Monitoring von Daten zum Energieverbrauch sowie Informationen zu den Bedürfnissen der Menschen und dem Zustand der Umwelt führen zu einer effizienteren Ressourcennutzung. Dadurch lässt sich der Energieverbrauch minimieren und es entstehen wirtschaftliche und kosteneffektive Einheiten in der Stadt. Darüber hinaus wirkt sich dies auf die Attraktivität der Stadt als Wohn- und Geschäftsort aus.

Ein gutes Beispiel, wie eine Stadt den Energieverbrauch merklich senken kann, ist die Steuerung der Straßenbeleuchtung – je nach Sonneneinstrahlung, Tageszeit und Verkehr. Die Straßenbeleuchtung wird an sonnigen Tagen oder sogar in der Nacht, wenn die Straßen leer sind und kein Verkehr herrscht, gedimmt. Dies geschieht durch den Einbau von optischen Sensoren, die über ein zentrales Managementsystem den gewünschten Beleuchtungsgrad berechnen und die Straßenbeleuchtung dann entsprechend steuern. So konnte beispielsweise im schweizerischen Urdorf der Energieverbrauch um 70 % reduziert werden.

Nachhaltige Städte in die Realität umsetzen

Die Transformation zu Smart Cities durch den Einsatz urbaner Digitaler Zwillinge verspricht eine nachhaltige und lebenswerte Zukunft für urbane Räume: Durch die Berücksichtigung sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte können Städte effizienter und ressourcenschonender gestaltet werden. Hierbei unterstützen die Smart-City-Expertinnen und -Experten des Fraunhofer IESE, indem ein nahtloser Übergang zwischen der analogen in die digitale Welt eröffnet und eine nachhaltige Stadtentwicklung in die Realität umgesetzt wird.

Lesetipp

Studie: Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung

Ein urbaner Digitaler Zwilling ist ein digitales Modell einer Stadt oder eines Stadtteils. Mit ihm können Kommunen beispielsweise den Verkehr oder die Folgen von Starkregen simulieren und andere Szenarien für die Stadtentwicklung entwerfen. Eine vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) herausgegebene Publikation »Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung« zeigt, wie der Aufbau Digitaler Zwillinge gelingen kann.

Die Veröffentlichung ist das Ergebnis aus der Begleitforschung der Koordinierungs- und Transferstelle (KTS) der Modellprojekte Smart Cities (MPSC). Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE und das Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO haben die Studie gemeinsam erarbeitet.

Hinweis: Interessierte können die Veröffentlichung online abrufen oder ein gedrucktes Exemplar per E-Mail kostenfrei bestellen unter: publikationen.bbsr@bbr.bund.de



Die Stadt von morgen denken

Das Fraunhofer IESE begleitet Braunschweig in Richtung Digitales Ökosystem

Das Zielbild und die Vision für den Einsatz urbaner Datenplattformen (UDP) und Datenzwillinge (UDZ) ist für die meisten solcher Umsetzungsprojekte identisch: Neue, ungenutzte Datenquellen in einer Kommune sollen digital erfasst und existierende Datensilos in Verwaltung und Wirtschaft aufgebrochen und deren Daten in einer gemeinsamen Plattform zusammengeführt werden. Dies soll eine intelligente Kontrolle der kommunalen Infrastruktur, Prozesse und Güter gestatten, um effizientere, verbesserte oder ganz neue Dienste für öffentliche, private und kommerzielle Zwecke zu ermöglichen. Aber wie werden solche Systeme in einer Stadt etabliert? Für den Einstieg einer Kommune in die Welt von UDP und UDZ existiert kein Patentrezept, denn alle Ortschaften sind einzigartig. Das zeigt auch das Projekt der Stadt Braunschweig zur Planung ihrer digitalen kommunalen Zukunft.

Ein Konzept so individuell wie die City selbst

Jede Stadt stellt sich ihren eigenen geografischen, wirtschaftlichen, sozialen – und zunehmend auch klimatischen – Herausforderungen. Sie ist einzigartig organisiert und besitzt eine individuelle, historisch gewachsene digitale Infrastruktur. Diese existierende Infrastruktur kann jedoch nur stufenweise integriert und erweitert werden. Dazu müssen auch die Schwerpunkte und konkreten Anwendungsfälle für die ersten Schritte Richtung Datenplattform und Digitalem Zwilling individuell konzipiert und geplant werden. Abgeschlossen ist die Entwicklung eines solchen Digitalen Ökosystems nie: Solange sich die Stadt verändert, muss sich auch das Ökosystem mit ihr ändern.

Die Stadt Braunschweig hat sich für den Weg Richtung digitaler kommunaler Zukunft schlagkräftige planerische Unterstützung gesichert: Initiiert von der Abteilung Geoinformation der Stadt Braunschweig arbeitet das Fraunhofer IESE im Unterauftrag der »PD – Berater der öffentlichen Hand GmbH«. PD ist ausschließlich für öffentliche Auftraggeber in Fragen der strategischen Verwaltungsmodernisierung sowie in den Bereichen Bau, Infrastruktur und Kommunalberatung tätig.

Ziel des gemeinsamen Projektes ist die Anforderungserhebung und maßgeschneiderte Konzeption einer urbanen Datenplattform und eines urbanen Datenzwillings für die Stadt Braunschweig. Hauptsächliche Projektanteile des Fraunhofer IESE liegen in der gemeinsam mit PD durchgeführten Anforderungserhebung, Bestandsaufnahme und Konzeptionsphase,

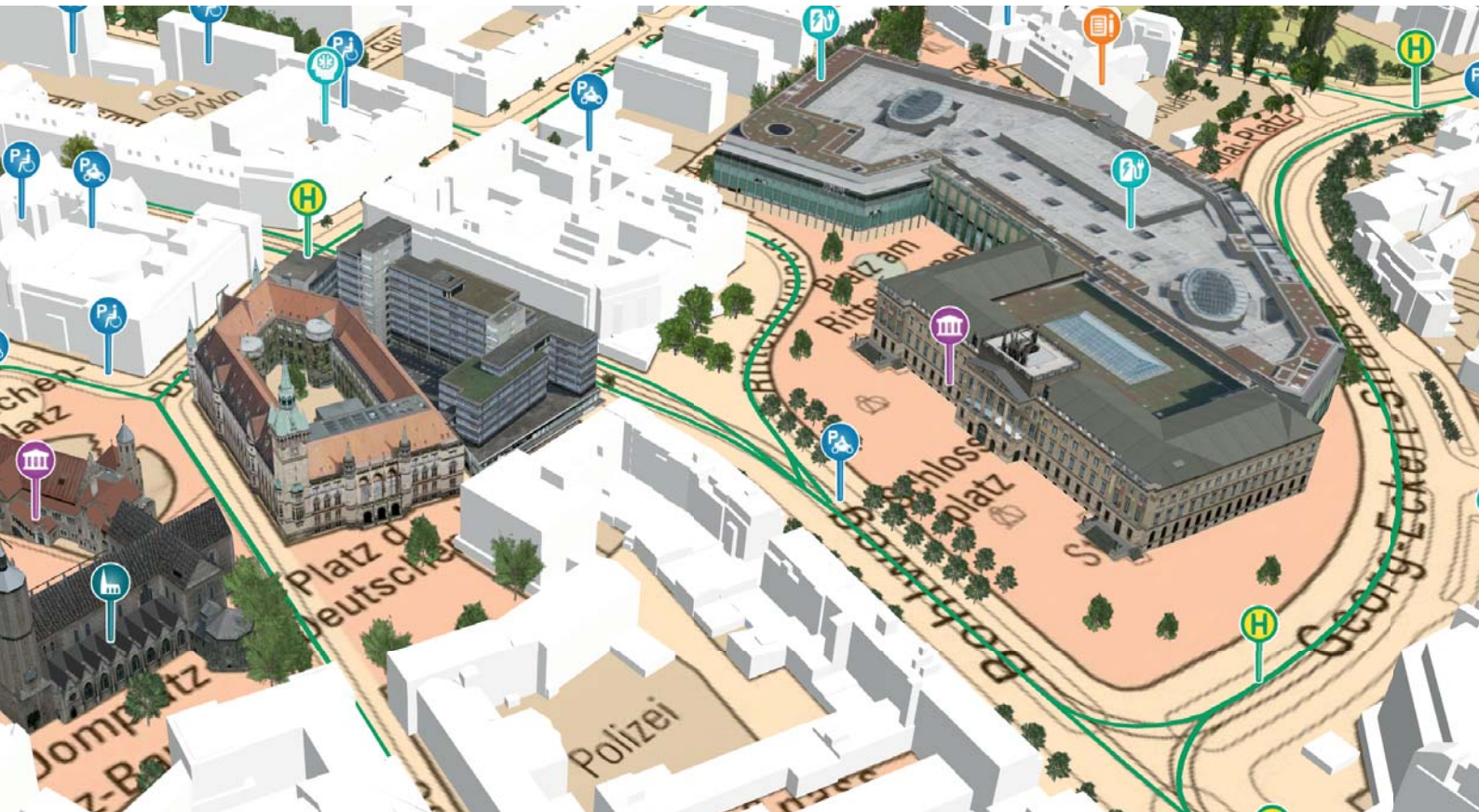


aber insbesondere in der Implementierung eines Prototypen oder sogenannten Proof-of-Concepts (PoC) für UDP und UDZ.

Anwendungsfall Bauvorhaben und ihre Auswirkungen auf das Stadtklima

Erster Schritt nach den Anforderungsworkshops wird damit die Auswahl eines geeigneten Anwendungsfalles für den PoC aus den kommunalen Handlungsfeldern sein. Als valider Konzeptdemonstrator muss der Prototyp Stärken und Vorteile einer urbanen Datenplattform aufzeigen und die Fähigkeit eines Datenzwillings zur Beantwortung von »Was-wäre-wenn«-Szenarien, z. B. mittels Simulation, demonstrieren können. In der aktuellen Projektphase ist diese Entscheidung für den konkreten Anwendungsfall noch nicht getroffen, trotzdem lohnt sich ein Blick auf eine der möglichen Varianten:

Neue Bauvorhaben – insbesondere größerer Natur – sollten vorab auf ihre möglichen Folgen für das Stadtklima geprüft werden. Bisher besteht nur die Option, ein solches Gutachten über eine extern ausgeschriebene und durchgeführte Klimasimulation zu erstellen. Dies ist eine bürokratische, langwierige und teure Prozedur, die für kleine und mittlere Bauvorhaben zu aufwändig ist. Darüber hinaus erlaubt dieses Vorgehen keine iterativen Planungsschleifen unter Einbeziehung von Verbesserungsvorschlägen mit Beteiligung anderer Fachbereiche der Stadtverwaltung.



Mit dem 3D-Basis-Zwilling verfügt die Stadt Braunschweig bereits über eine leistungsfähige Infrastruktur.

Wünschenswert wäre es hingegen, mittels eines digitalisierten Prozesses eigenständig Klimasimulationen für neue Bauvorhaben im Stadtgebiet durchzuführen. Eine prototypische urbane Datenplattform würde in diesem Fall das Teilen und Transformieren von Daten zwischen den verschiedenen Fachbereichen, z. B. Bau-, Umwelt- und Grünflächenamt, ermöglichen und den digitalen Prozess steuern. Ein auf Open-Source-Software basierender urbaner »Klimazwilling« würde die aufwändigen Simulationsberechnungen durchführen und die Ergebnisse in einer 3D-Darstellung der Stadt visualisieren. Iterative Planungsschleifen unter Beteiligung verschiedener Fachbereiche wären so möglich. Ob dieser Anwendungsfall jedoch im Rahmen des Projektes als PoC ganz oder teilweise umsetzbar ist, muss noch in Abstimmung mit den involvierten Fachabteilungen und Technologielieferanten geprüft werden.

Voraussetzungen schaffen für das Digitale Ökosystem

Parallel zur Entwicklung des PoCs wird von PD und dem Fraunhofer IESE in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Braunschweig ein Gesamtkonzept für die UDP und weitere »Fachzwillinge« der UDZ entwickelt. Dazu müssen für die erhobenen Anforderungen ungedeckte Datenbedarfe, relevante Anwendungsfälle und gegebenenfalls notwendige, organisatorische Veränderungen identifiziert werden. Ziel dieser Analysen ist die Entwicklung geeigneter Prozesse, die als Basis für die Operationen von urbanen Datenplattformen und Datenzwillingen dienen. Die Gesamtheit dieser Anforderungen und Prozesse liefert die Voraussetzung für die Konsolidierung einer Zielarchitektur des Digitalen Ökosystems, aus der konkrete Technologien und Infrastrukturen abgeleitet werden können.



Smart-City- und Smart-Region-Lösungen in die Fläche verbreiten

Der vom Fraunhofer IESE entwickelte Marktplatz »DEUTSCHLAND.DIGITAL« ist Teil des neuen Stufenplans »Smarte Städte und Regionen« des Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB). Dieser soll ein Rahmenwerk für die Digitalisierung der Städte und Kommunen in Deutschland schaffen und sie bei der Implementierung digitaler Lösungen unterstützen.



Weitere Infos zum Marktplatz:
www.deutschlanddigital.org/



Hier geht's zum Stufenplan:
s.fhg.de/stufenplan-bmwsb

3 Fragen an...

...Dr. Nora Reinecke, die seit 2021 Projektleiterin des Kooperationsprojekts Connected Urban Twins (CUT) ist.

Als Partner im Konsortium der Koordinierungs- und Transferstelle Smart City (KTS) unterstützt das Fraunhofer IESE gemeinsam die »Modellprojekte Smart Cities« dabei, die Digitalisierung im Sinne einer integrierten, nachhaltigen und gemeinwohlorientierten Stadtentwicklung zu gestalten. Das IESE ist hier insbesondere in Digitalisierungsthemen, wie beispielsweise urbane Datenplattformen, urbane Digitale Zwillinge, City Apps und Open Source aktiv.

Dr. Nora Reinecke koordiniert federführend ein städte- und ressortübergreifendes Projektteam, das die Weiterentwicklung von urbanen Datenplattformen und Digitalen Zwillingen in den Städten Hamburg, Leipzig und München vorantreibt. Wie urbane Digitale Zwillinge eine zukunftsfähige Stadtentwicklung vorantreiben können, haben wir sie persönlich gefragt.

Was ist Ihre Vision einer Smart City?

1

Meine Vision einer Smart City ist eine nachhaltige, lebenswerte und zukunftsfähige Stadt, die durch urbane Datenplattformen und Digitale Zwillinge unterstützt wird. Mit innovativen digitalen Technologien und Anwendungen können wir digitale Abbilder der Stadt erstellen, um »Was-wäre-wenn«-Szenarien für unterschiedliche Fragestellungen der Stadtentwicklung zu simulieren.

»Digitale Zwillinge von Städten sind mehr als reine 3D-Modelle!«

3

Wie können urbane Digitale Zwillinge zu einer nachhaltigen Stadt der Zukunft beitragen?

Durch die Verknüpfung verschiedener Datenquellen und die Integration von Bürgerbeteiligung können komplexe städtische Entwicklungen besser verstanden und gesteuert werden. Unsere drei Projektstädte Hamburg, Leipzig und München setzen dabei auch neue Maßstäbe für die interkommunale Kooperation und den Wissensaustausch, indem wir gemeinsam replizierbare und anpassbare Lösungen für Smart Cities entwickeln.

Was halten Sie von der Aussage: »Digitale Zwillinge von Städten sind mehr als reine 3D-Modelle«?

Da stimme ich absolut zu! Urbane Digitale Zwillinge umfassen nicht nur die dreidimensionale visuelle Darstellung der physischen Stadt, sondern sie haben über urbane Datenplattformen Zugriff auf umfangreiche städtische Daten aus verschiedenen Quellen, die mit dynamischen und interaktiven Modellen Szenarien entwickeln. Diese Modelle ermöglichen es, komplexe urbane Prozesse zu simulieren und zu analysieren, was zu einer verbesserten Planung und Entscheidungsfindung beiträgt. Digitale Zwillinge gehen also weit über die reine Visualisierung hinaus. Sie sind als Werkzeuge der integrierten Stadtentwicklung und Beteiligung der Stadtgesellschaft zu verstehen – also unsere Schwerpunkte im CUT-Projekt. Daneben gibt es viele weitere Bereiche wie Mobilität, soziale Infrastruktur, Umwelt- und Grünplanung, um nur einige zu nennen.

Als Werkzeuge zur Planung, Überwachung und Optimierung urbaner Prozesse können urbane Digitale Zwillinge erheblich zur Nachhaltigkeit von Städten der Zukunft beitragen. Durch die Integration und Analyse von Echtzeitdaten ermöglichen sie eine präzisere Ressourcennutzung, etwa durch die Optimierung des Energieverbrauchs und die Verbesserung der Verkehrsflüsse, was zu einer Reduzierung von Emissionen und Staus führt. Durch die Kombination sozioökonomischer Indikatoren und baulicher sowie infrastruktureller Informationen können Stadtentwicklungs- und auch Verdrängungsprozesse antizipiert, überwacht und gesteuert werden.

Urbane Digitale Zwillinge unterstützen die Entwicklung nachhaltiger Infrastrukturprojekte, indem sie die Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien auf die Umwelt simulieren und so fundierte Entscheidungen fördern. Nicht zuletzt tragen sie zur Stärkung der Bürgerbeteiligung bei, indem sie transparente und zugängliche Daten bereitstellen, die es den Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, aktiv an der Gestaltung ihrer Stadt mitzuwirken. Urbane Digitale Zwillinge können auch zur Resilienz von Städten beitragen, indem sie potenzielle Risiken frühzeitig identifizieren und die Planung von Notfallmaßnahmen unterstützen.

Zusammengefasst stellen Digitale Zwillinge also nicht nur innovative Werkzeuge für vielfältige Anwendungsfälle in der Integrierten Stadtentwicklung dar, sondern sie ebnen den Weg zu nachhaltigen und zukunftsfähigen Städten.



Impressum

Redaktion & Interviews

Claudia Reis, Dipl.-Kauffrau (verantw.)

Fabienne Bäcker, M.A.

Layout & Satz

Julia Kirch-Hegenbarth, M.A.

Druck

Kerker Druck GmbH, Kaiserslautern

Dieser Jahresbericht wurde klimaneutral produziert. Das verwendete Papier ist FCS-zertifiziert und stammt zu 100% aus Recycling-Materialien.



Bildquellen

Cover: Fraunhofer IESE | S. 6: iStock.com/onurdongel; Fraunhofer IESE | S. 8: Portrait: Netapp | iStock.com/PhonlamaiPhoto; Fraunhofer IESE | S. 9: iStock.com/ Petmal | S. 10: freepik; Fraunhofer IESE | S. 11: BMUV; Fraunhofer IESE | S. 12: Portrait unten NetApp AG | S. 13: unsplash+ / Getty Images; Fraunhofer IESE | S.15: Portraits: IDTA; WITTENSTEIN Group; Netapp Deutschland GmbH | S. 15: Gruppenfoto: Fraunhofer IESE | S. 16: iStock.com/gorodenkoff | S. 17: unsplash+/Osarugue Igbinoba | S. 18: Aleksej Keksel | S. 18: freepik.com/Who is Denny; freepik.com/kjpargeter; Fraunhofer IESE | S. 19: Portrait: Robert Bosch GmbH | S. 18: Aleksej Keksel | S. 19: freepik.com/svstudioart | S. 20: unsplash+/Joe Eitzen | S.21: Portrait: Balanced Engineering LLC | S.24: Portrait: Robert Bosch GmbH | S. 25: Portrait: Hitachi, Ltd. | S. 26–27: iStock.com/Shaumiaa Vector; Fraunhofer IESE | S.27: Fraunhofer IESE | S. 28-29: Unsplash.com/PlanetVolumes; Fraunhofer IESE | S. 32: Illustration: Franziska Ruffler | S. 32: iStock.com/JIE GAO | S. 34–35: Stadt Braunschweig, Fachbereich Stadtplanung und Geoinformation | S. 35: freepik.com/rawpixel.com | S. 36-37: freepik.com/baivector; Portrait: Angela Pfeiffer

Ihre Ansprechpartnerin für PR und Marketing

Claudia Reis

Team Leader

Corporate Communications & Technology Marketing

Tel. +49 631 6800-0

presse@iese.fraunhofer.de

www.iese.fraunhofer.de

Unsere Kontakte zum Digitalen Zwilling auf einen Blick



Dr. Thomas Kuhn

Division Manager
Embedded Systems
Tel.: +49 631 6800-2177
E-Mail:
thomas.kuhn@
iese.fraunhofer.de

Magazinthemen

BaSyx, FERAL, AAS Dataspace
for Everybody



Dr. Daniel Schneider

Division Manager
Dependable Systems
Tel.: +49 631 6800-2187
E-Mail:
daniel.schneider@
iese.fraunhofer.de

Magazinthemen

Safety, Digital Health



Steffen Hess

Division Manager
Digital Innovation & Smart City
Tel.: +49 631 6800-2275
E-Mail:
steffen.hess@
iese.fraunhofer.de

Magazinthemen

Smart City, Smart Region

Wir machen Software und Systeme verlässlich – nachhaltig, resilient und sicher.

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Experimentelles
Software Engineering IESE

Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Tel. +49 631 6800-0
info@iese.fraunhofer.de
www.iese.fraunhofer.de

#STAYCONNECTED

