

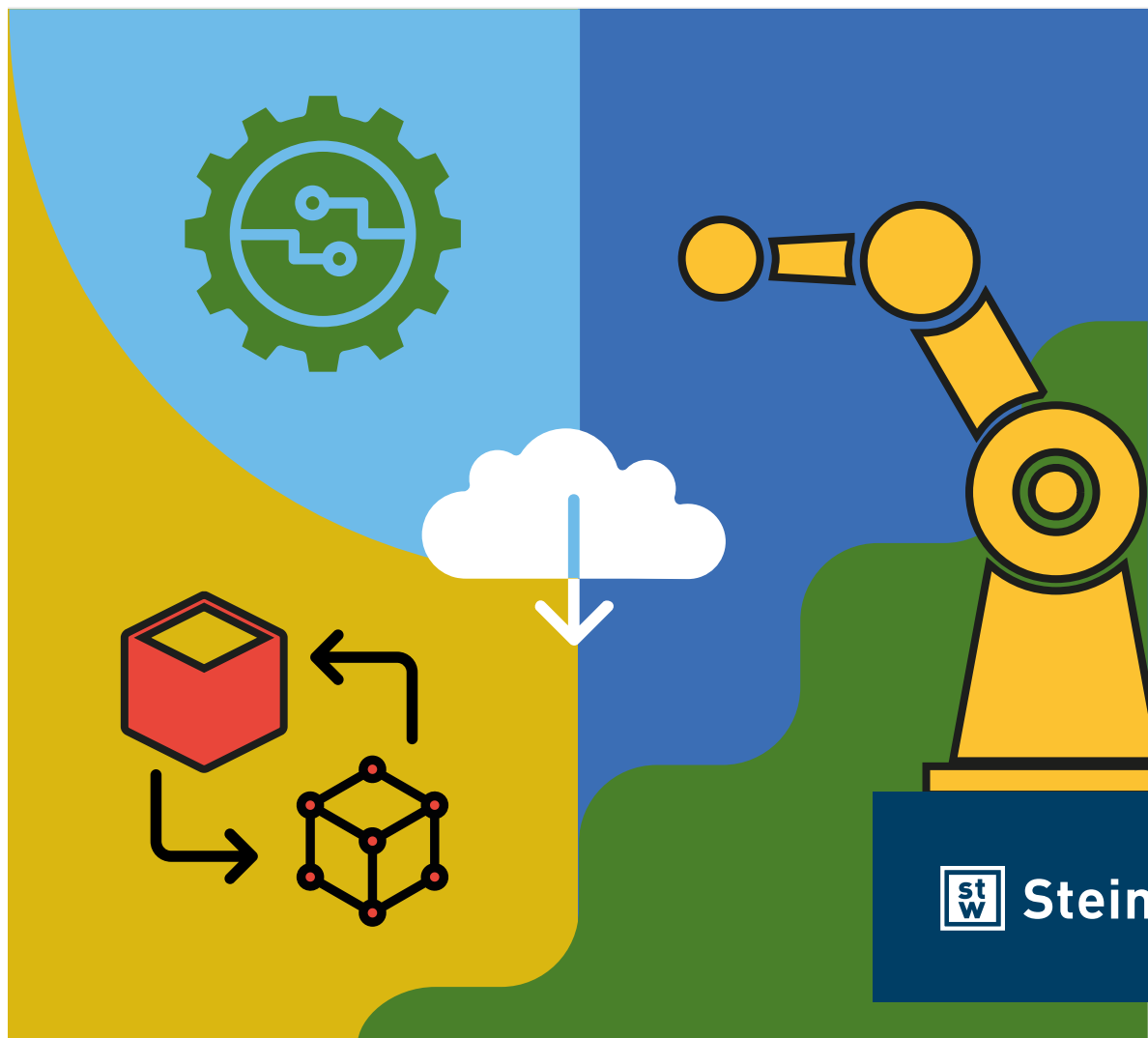
TRANSFER

DAS STEINBEIS-MAGAZIN 03|25

FOKUS

AUTONOMISIERUNG:

VOM DIGITALEN ZWILLING ZUM REALEN ABBILD



STEINBEIS: PLATTFORM FÜR ERFOLG

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen.

Über unsere Plattform wurden bereits über

2.500 UNTERNEHMEN

gegründet.

Entstanden ist ein Verbund aus **4.500 EXPERTINNEN UND EXPERTEN** in rund **1.000 UNTERNEHMEN**, die jährlich mit mehr als **10.000 KUNDEN** Projekte durchführen.

So werden Unternehmen und Mitarbeitende professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

Und unser Verbund wächst stetig: Infos und Kontaktdaten unserer aktuell gegründeten Unternehmen finden Sie unter

→ **STEINBEIS.DE/AKTUELLES**

WIR HALTEN SIE AUF DEM LAUFENDEN

→ **TRANSFERMAGAZIN.STEINBEIS.DE**

Das Steinbeis Transfer-Magazin liefert Einblicke in spannende Success Stories aus dem Steinbeis-Verbund. Sie möchten informiert werden, wenn unser Online-Magazin erscheint?

Hier geht's zu unserem Online-Verteiler:

→ **STEINBEIS.DE/ONLINEVERTEILER**



facebook.com/Steinbeisverbund



instagram.com/steinbeisverbund



youtube.com/c/steinbeisverbund



linkedin.com/company/steinbeis

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

der digitale Zwilling ist das Ergebnis einer langen Entwicklung, die mit dem Zählen an den Fingern (lateinisch: digiti) begann und über Mathematik und Digitalisierung zur Verbindung von realer und virtueller Welt führte. Im Kern ist er jedoch weit mehr als nur ein virtuelles Abbild – er ist die mathematische Übersetzung der realen Welt auf Basis von Modellen, Parametern und echten Daten.

Der große Vorteil eines digitalen Zwillings in der Simulation liegt in seiner Fähigkeit, virtuell in die Zukunft zu blicken. Dadurch wird es möglich, ein reales Objekt oder System virtuell zu überwachen, zu testen und Entscheidungen zu unterstützen, ohne es physisch anfassen zu müssen.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass heute kaum ein Begriff so stark für den digitalen Wandel steht wie der des digitalen Zwillings. Die grundsätzliche Idee dahinter ist nicht neu: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten seit Jahrzehnten daran, komplexe Prozesse in mathematische Gleichungen zu fassen. Neu ist, dass heute dank enorm gesteigerter Rechenleistung Simulationen möglich sind, die früher undenkbar waren – Fahrzeuge, die Verkehrsflüsse in Echtzeit intelligent vorhersagen, Energiesysteme, die smart auf Verbrauch und Wetter reagieren, oder virtuelle Fabriken, die ihre Abläufe selbst verbessern.

Doch warum nur verbessern, wenn wir mathematisch auch automatisiert optimieren können? Wenn digitale Zwillinge nicht nur analysieren, sondern selbst lernen, entscheiden und handeln, werden sie zu intelligenten digitalen Zwillingen. Und genau hier beginnt die Autonomisierung: Maschinen, Prozesse und Systeme, die eigenständig und optimal agieren.

Gerade kleine und mittlere Unternehmen können von solchen Entwicklungen profitieren – insbesondere im engen Schulterschluss mit Forschung und technologieaffinen Partnern, wie sie im Steinbeis-Verbund zu finden sind.

In dieser Ausgabe des Steinbeis Transfer-Magazins finden Sie inspirierende Perspektiven rund um Digitalisierung, autonome Systeme und die Brücke vom digitalen Zwilling zur realen Anwendung.

Viel Freude bei der Lektüre – und vielleicht auch Inspiration für Ihren eigenen digitalen Zwilling!

Christof Büskens und Mitja Echim



PROF. DR. CHRISTOF BÜSKENS
christof.bueskens@steinbeis.de (Autor)

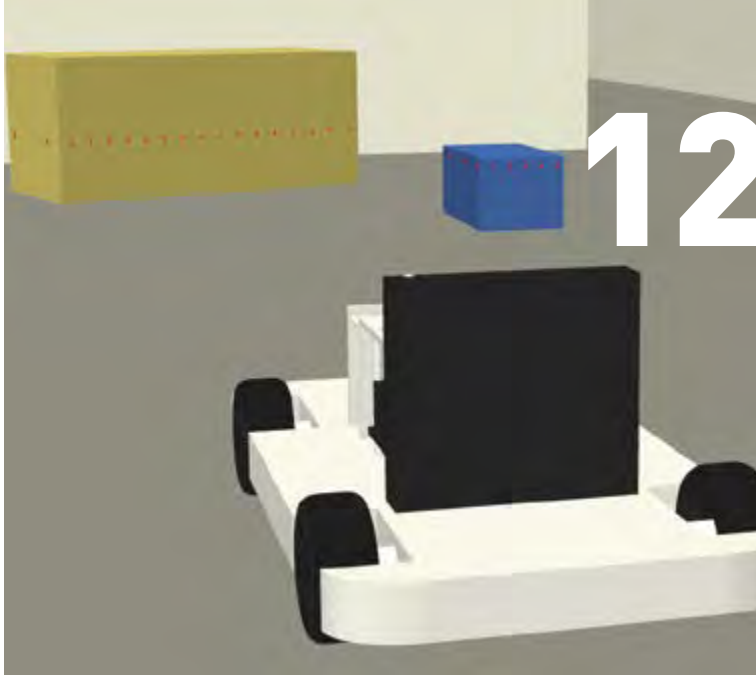


DR.-ING. MITJA ECHIM
mitja.echim@steinbeis.de (Autor)

Prof. Dr. Christof Büskens ist seit 2007 im Steinbeis-Verbund aktiv, derzeit als Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter der TOPAS Industriemathematik. Seine Forschung zur Optimierung und Optimalsteuerung findet in zahlreichen industriellen und wissenschaftlichen Projekten Anwendung.

Dr.-Ing. Mitja Echim ist Geschäftsführer der TOPAS Industriemathematik. Das Unternehmen bietet innovative Automatisierungslösungen, die passgenau auf die spezifischen Anforderungen seiner Kunden abgestimmt sind.

www.steinbeis.de/su/2420 | <https://topas.tech>



03 EDITORIAL

FOKUS

08

DIGITALE ZWILLINGE – DER STILLE MOTOR DER DIGITALISIERUNG

Von einem Werkzeug zu einem universellen Konzept: vernetzt, intelligent, autonom

12

DIGITALE ZWILLINGE ALS GRUNDLAGE SIMULATIONS-GETRIEBENER ENTWICKLUNG

Simulationen eröffnen neue Wege für Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren

14

DIGITALE ZWILLINGE EBEN DEN WEG ZUR NACHHALTIGEN WÄRME

Klimaneutrale Wärmeversorgung in Hennigsdorf

18

INTELLIGENT MANAGEMENT AUTOMATION: WENN FÜHRUNG AUF KI TRIFFT

Von der industriellen Automatisierung zur intelligenten Führungsunterstützung

20

PRÄZISE MODELLE

Mit TOPAS Model Fitting digitale Zwillinge benutzerfreundlich und einfach erstellen

23

DIGITALE ZWILLINGE: SCHLÜSSEL ZUR AGILEN FERTIGUNG FÜR KMU

Ein Steinbeis-Projekt zeigt, welche Möglichkeiten die Technologie auch für den Mittelstand eröffnet

26

DATEN TEILEN, (MEHR-)WERTE SCHAFFEN

Wie KMU vom sicheren Datenaustausch profitieren können

29

WIE DIGITALE ZWILLINGE DEN ENERGIEVERBRAUCH INTELLIGENTER MACHEN

Industrielle Verantwortung im Zeitalter der Energiewende

32

DIGITALISIERUNG ALS STRATEGISCHE NOTWENDIGKEIT UND ERFOLGSFAKTOR

Enterprise Architecture Management als digitaler Zwilling: Ein Plädoyer aus der Praxis

34

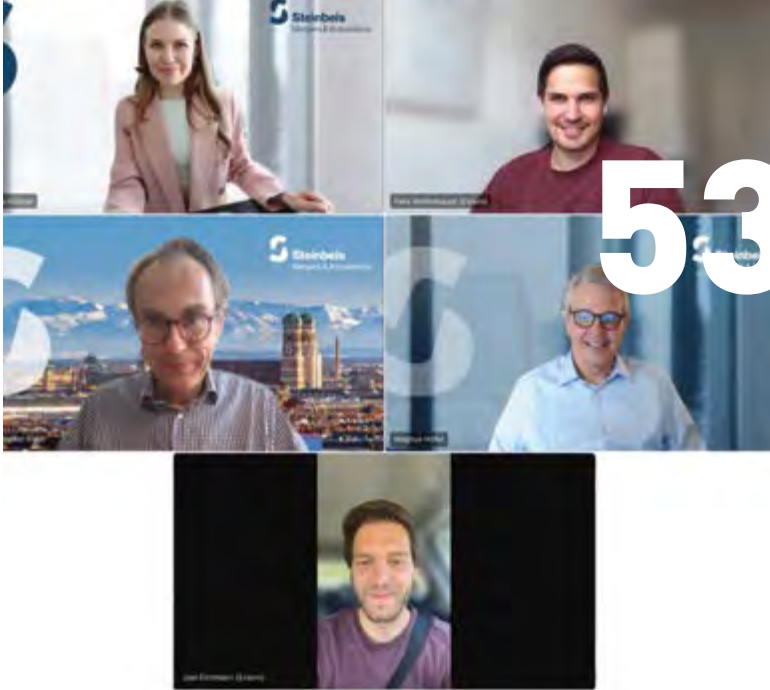
„WISSEN MACHT DEN UNTERSCHIED – NICHT DIE DATEN ALLEIN“

Wie digitale Zwillinge Kooperation auf Augenhöhe und neue Geschäftsmodelle ermöglichen

36

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ: DER UNSICHTBARE TSUNAMI IN DER ARBEITSWELT

Professor Dr. Sebastian Feldmann zeigt Chancen, Risiken und einen Weg in die Zukunft



40

SEMANTIK, STRUKTUR UND MASCHINELLE INTELLIGENZ

Vom Datencontainer zum semantischen Modell – oder warum der digitale Zwilling ein Fundament braucht

44

IDENTIFIKATION IM VIRTUELLEN: DER DIGITALE PRODUKTPASS HILFT

Die eindeutige Identifikation als Schlüssel zur Autonomisierung

47

VIRTUELLE PRODUKTENTWICKLUNG UND PROZESS- AUSLEGUNG AUF EINEM NEUEN EFFIZIENZLEVEL

OpenLB macht Simulationssoftware auch für KMU einsetzbar

QUERSCHNITT

50

STEINWURF!

53

WENN TECHNOLOGIE UND TEAMWORK DEN UNTERSCHIED MACHEN

Ein innovatives Zellkultursystem und ein M&A-Prozess mit Struktur: Green Elephant Biotech stellt die Weichen für Wachstum

56

NACHHALTIGKEIT TRANSPARENT GESTALTEN

Die Steinbeis Consulting Group Nachhaltigkeit unterstützt die ITSG GmbH bei der freiwilligen Berichterstattung nach dem VSME-Standard

59

ZWEI WELTEN, EIN ZIEL: GESCHÄFTSFÜHRUNG UND JURISTEN BAUEN GEMEINSAM EINE DATENTREUHAND

Das FSTI-Team will das Vertrauen in datenbasierte Kooperationen erhöhen

62

ZWEI, DIE UNZERTRENNLICH SIND: REPUTATION UND ORGANISATIONALE GLAUBWÜRDIGKEIT

Das 7FOR-Reputationsmodell von Werner Bruns erfasst systematisch die organisationale Glaubwürdigkeit

64

ABSCHLUSS MIT MEHRWERT

Abschlussarbeiten beruflicher Schulen bringen der regionalen Wirtschaft einen Mehrwert in Millionenhöhe, zeigt eine Analyse des Steinbeis-Teams aus Villingen-Schwenningen

68

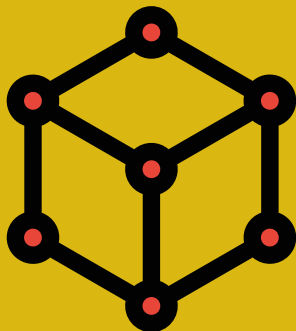
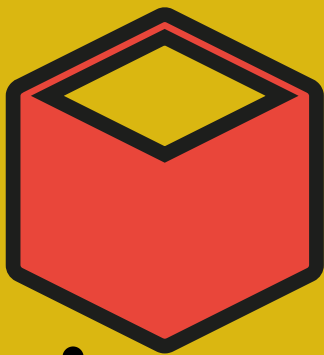
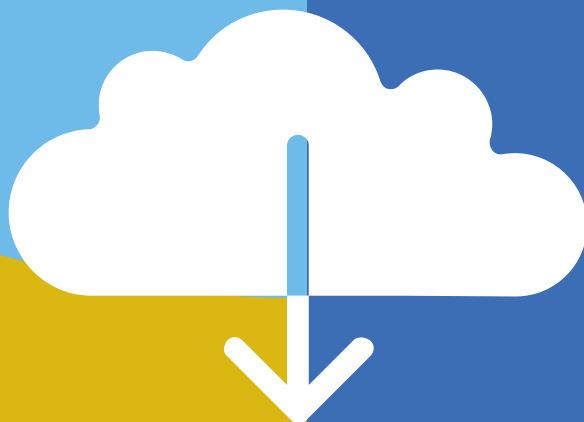
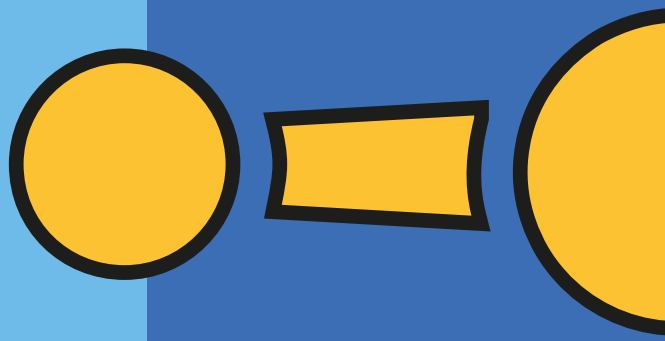
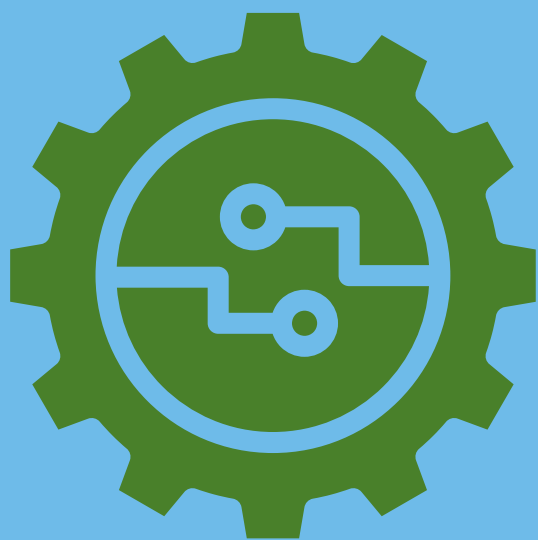
NEUERSCHEINUNGEN IN DER STEINBEIS-EDITION

70

VORSCHAU & UNSERE ONLINE-FORMATE

71

IMPRESSUM





FOKUS

AUTONOMISIERUNG:

VOM DIGITALEN ZWILLING ZUM REALEN ABBILD

Von der virtuellen **SIMULATION** bis zur realen **UMSETZUNG**: Die **AUTONOMISIERUNG** verändert unsere Welt grundlegend. **DIGITALE ZWILLINGE** ermöglichen es, komplexe Prozesse zu modellieren, zu testen und zu optimieren – lange bevor sie in der physischen Welt **REALITÄT** werden. Doch die Entwicklung geht weiter. Die gewonnenen Daten und Erkenntnisse fließen direkt zurück in **AUTONOME SYSTEME**, die selbstständig handeln und sich anpassen können. So wird aus dem digitalen Zwilling ein reales, intelligentes und lernfähiges **ABBILD**. In den folgenden Beiträgen stellen Steinbeis-Expertinnen und -Experten diese technologische Entwicklung in konkreten **PRAXISPROJEKTEN** vor und zeigen auf, wie Unternehmen davon profitieren können – und mit welchen **RISIKEN** dies verbunden ist.

DIGITALE ZWILLINGE – DER STILLE MOTOR DER DIGITALISIERUNG

VON EINEM WERKZEUG ZU EINEM
UNIVERSELLEN KONZEPT:
VERNETZT, INTELLIGENT, AUTONOM



Digitale Zwillinge haben sich in kurzer Zeit weitgehend unbeachtet von statischen Abbildern einzelner Produkte zu intelligenten und vernetzten Systemen entwickelt. Sie eröffnen neue Möglichkeiten für Effizienzsteigerung, Geschäftsmodelle und Wertschöpfung – vom Maschinenbau über urbane Infrastrukturen bis hin zu globalen Klimamodellen. Joachim Reinhard von der bwcon research gGmbH zeigt für die TRANSFER auf, wie sich digitale Zwillinge vom statischen Abbild zur (teil-)autonomen Steuerung entwickeln, welche Anwendungsfelder heute im Fokus stehen und welche Strategien Unternehmen nutzen können, um die Technologie erfolgreich und wertschöpfend einzusetzen.

Digitale Zwillinge sind zu einem zentralen Hebel der digitalen Transformation geworden – nicht nur in Konzernen, sondern auch im Mittelstand. Sie verknüpfen reale Objekte und Prozesse mit ihrem virtuellen Gegenstück und ermöglichen dadurch bessere Analysen, Simulationen und Entscheidungen bis hin zur (teil-)autonomen Steuerung. Seit den frühen 2000er-Jahren, geprägt durch erste Konzepte im Umfeld des Produktlebenszyklus, haben digitale Zwillinge dank Technologien wie Sensorik, Cloud und künstliche Intelligenz einen Reifegrad erreicht, der skalierbare Anwendungen ermöglicht. Die bwcon research gGmbH im Steinbeis-Verbund begleitet diese Entwicklung seit Jahren in Forschungs- und Transferprojekten und unterstützt Unternehmen dabei, das Potenzial der digitalen Zwillinge frühzeitig zu erschließen.

SAME SAME BUT DIFFERENT: DER KLASSISCHE DIGITALE ZWILLING

Das Konzept der digitalen Zwillinge wurde erstmals 2002 von Michael Grieves im Kontext des Produktlebenszyklusmanagements formuliert [1]. Ziel war es, ein virtuelles, kontinuierlich mit der Realität verknüpftes Modell eines physischen Systems zu schaffen, das dessen gesamten Lebenszyklus begleitet.

Traditionell wird die digitale Repräsentation eines realen Objekts, die über einen kontinuierlichen Datenaustausch mit diesem verknüpft ist, als digitaler Zwilling bezeichnet [2]. Eine zentrale Herausforderung ist die Pflege von Zwillingen für jede einzelne Produktinstanz über den gesamten Lebenszyklus. So kann dies zum Beispiel bei großen Fahr-

zeugherstellern schnell zu Millionen digitaler Zwillinge führen – mit enormen Datenmengen durch die Vielzahl an Sensoren und die lange Lebensdauer der Produkte. Hersteller wie Volkswagen können auf diese Weise gezielt Tausende Fahrzeuge zurückrufen [3]. Außerdem können gut gepflegte digitale Zwillinge mithilfe von künstlicher Intelligenz Anomalien erkennen und rechtzeitig Maßnahmen vorschlagen.

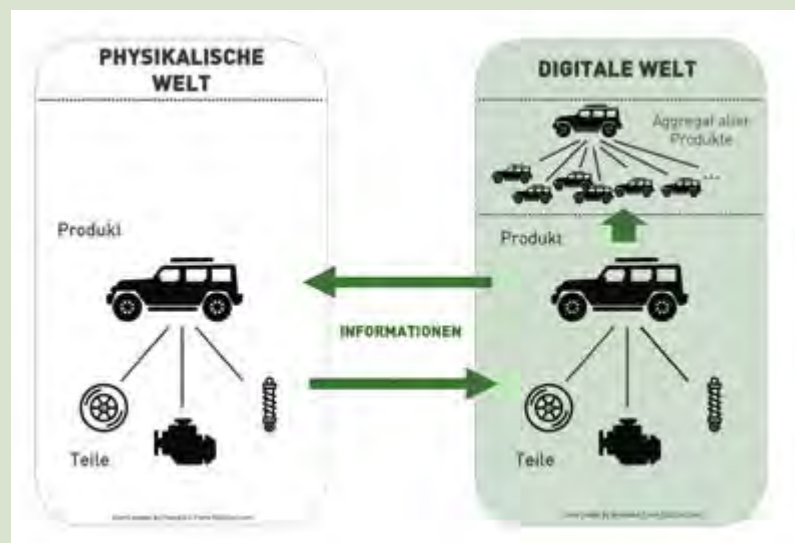
Inzwischen geht das Konzept weit über einzelne Produkte hinaus: Auch Produktsysteme, komplette Fabriken, Lieferketten, urbane Infrastrukturen oder Energiesysteme werden digital abgebildet [4]. Auch mittelständische Unternehmen können ganze Produktionslinien virtuell darstellen und optimieren. Damit hat sich der digitale Zwilling von einem ingenieurgetriebenen Werkzeug

zu einem universellen Konzept weiterentwickelt.

DIGITALE ZWILLINGE FÜR ALLES: ANWENDUNGSFELDER

In dieser erweiterten, modernen Auslegung umfasst der digitale Zwilling ein virtuelles, dynamisch verknüpftes Abbild eines spezifischen realen Objekts, Prozesses oder Systems. Er basiert auf einer Kombination von Technologien wie Sensorik, Datenplattformen, Simulation, künstlicher Intelligenz sowie Cloud- oder Edge-Computing. Drei Trends bestimmen seine aktuelle Entwicklung [2, 5]:

- Mehr Objekte: Immer mehr Dinge, Anlagen und sogar Menschen erhalten einen digitalen Zwilling.
- Mehr Vernetzung: Vom isolierten Zwilling hin zu „Systemen von Systemen“, zum Beispiel entlang von Lieferketten.
- Mehr Autonomie: Von einfachen Statusabbildern zu (teil-)autonomen Zwillingen mit eigener Entscheidungsfähigkeit.



➤ Das klassische Konzept digitaler Zwillinge am Beispiel eines Fahrzeugs: Sensoren erfassen reale Zustände, die ins digitale Modell gespiegelt werden – umgekehrt können Optimierungen aus dem Zwilling in die physische Welt zurückfließen. [in Anlehnung an 2]



**IMMER MEHR DINGE,
ANLAGEN UND SOGAR MENSCHEN
ERHALTEN EINEN
DIGITALEN ZWILLING.**



Stufenmodell der digitalen Zwillinge – von der Beschreibung bis hin zu (teil-)autonomen Entscheidungen mit wachsendem Nutzen und Schwierigkeitsgrad (eigene Darstellung)

Treiber dieser Entwicklung sind Technologien wie Standardisierung, Cloud- und Low-Code-Lösungen, künstliche Intelligenz, Edge-Computing, Blockchain-Technologien sowie steigende Anforderungen an Sicherheit. Das Stufenmodell verdeutlicht, wie sich diese Trends entfalten: Je mehr Objekte eingebunden werden, desto größer ist das Potenzial für Analysen und Prognosen. Je stärker sie vernetzt sind, desto wichtiger werden Simulation und Optimierung. Und je mehr Autonomie sie gewinnen, desto eher übernehmen Zwillinge aktive Steuerungsaufgaben. Mit jeder Stufe steigt der Nutzen, aber auch die Anforderungen an Datenqualität und Integration nehmen zu.

Praxisbeispiele verdeutlichen das breite Spektrum: Rolls-Royce setzt mit „Power-by-the-Hour“ auf ein nutzungsabhängiges Geschäftsmodell [12], S. 25], BMW optimiert mit seiner „BMW iFACTORY“ komplette Produktionslinien [6], das Projekt Digital Twin Earth modelliert das gesamte Erdsystem für präzisere Klima- und Wettervorhersagen [7] und in Singapur steuern Urban Mobility Twins die Verkehrsflüsse in Echtzeit [2].

MOBILITÄT 2030: EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

Ein Ausblick in die Mobilität 2030 zeigt, wie sich diese Trends im Alltag verbinden könnten: Tom, Vertriebsleiter eines Maschinenbauunternehmens, reist zu einem Kunden nach Shanghai. Seine digitale Assistentin Lara organisiert alles – vom autonomen Fahrzeug zum Flughafen über einen auf ihn zugeschnittenen Flug bis zum selbstfahrenden Wagen vor Ort. Überraschend wenig Fahrzeit in Shanghai erklärt Lara mit dem hohen Anteil autonomer Fahrzeuge und einer KI-gestützten Verkehrssteuerung.

Hinter dieser reibungslosen Reise steckt das Zusammenspiel zahlreicher digitaler Zwillinge – von Fahrzeugen und Verkehrsmanagement über Flugbetrieb bis hin zu persönlichen Serviceprofilen. Aus vormalig getrennten Angeboten entsteht so ein integriertes Kundenerlebnis, das neue Geschäftsmodelle ermöglicht und den Plattformbetreiber in die Schlüsselrolle des Integrators rückt.

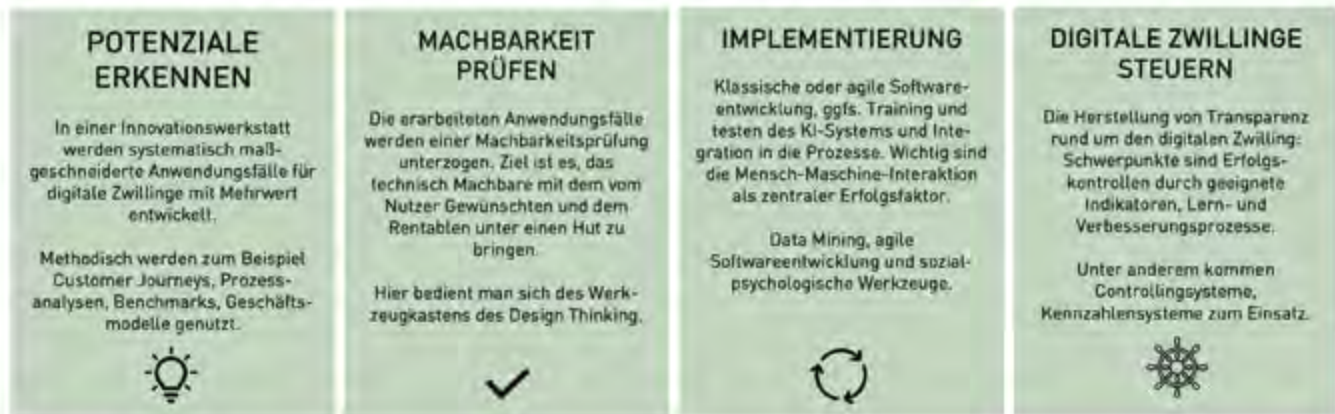
Digitale Zwillinge sind damit kein reines Ingenieurwerkzeug mehr, sondern

strategische Enabler neuer Geschäftsmodelle. Wer früh prüft, wie sich die drei Haupttrends im eigenen Umfeld nutzen lassen, kann Prozesse optimieren und neue Märkte erschließen.

IN VIER SCHRITTEN ZUM ERFOLG

Der erfolgreiche Einsatz digitaler Zwillinge erfordert eine systematische Vorgehensweise. In den von bwcon research begleiteten Projekten zeigt sich, dass eine strukturierte Herangehensweise entscheidend ist: von der Ideenfindung bis zum laufenden Betrieb. Hierfür hat sich der Vier-Phasen-Ansatz in der Praxis bewährt, der die Sichtweisen von Technologie, Kunden und Ökonomie vereint.

Zunächst gilt es, Potenziale zu erkennen: In Innovationsworkshops werden maßgeschneiderte Anwendungsfälle identifiziert, zum Beispiel mithilfe von Customer Journey Mapping. Anschließend wird die Machbarkeit geprüft: Dabei werden das technisch Machbare, die Nutzerwünsche und die wirtschaftliche Rentabilität unter einen Hut gebracht, etwa durch Design Thinking. In der Im-



Vier-Phasen-Ansatz zur erfolgreichen Umsetzung digitaler Zwillinge (eigene Darstellung)

plementierung kommen klassische oder agile Methoden wie Scrum zum Einsatz, ergänzt durch Change-Management. Im laufenden Betrieb steht das Steuern des digitalen Zwillings im Fokus: Kennzahlen wie Anlagenverfügbarkeit oder Energieverbrauch werden überwacht und optimiert.

DER NUTZEN IM MITTELPUNKT

Digitale Zwillinge haben sich zu einem strategischen Enabler für nahezu al-

le Branchen entwickelt. „Drei Trends prägen diese Entwicklung: mehr Objekte, mehr Vernetzung und mehr Autonomie. Mit wachsendem Reifegrad steigt auch der Nutzen, aber ebenso steigen die Anforderungen an Technik, Organisation und Wirtschaftlichkeit“, fasst Joachim Reinhart zusammen. Praxisbeispiele – von der Industrie bis hin zu globalen Klimamodellen – zeigen: Der digitale Zwilling ist längst mehr als ein reines Abbild. Er verknüpft reale Systeme mit ihrem virtuellen Gegenstück,

analysiert, simuliert und prognostiziert – und kann, je nach Reifegrad, aktiv auf die physische Welt einwirken. Unternehmen, die früh prüfen, wie sich der stille Motor „digitaler Zwilling“ einsetzen lässt, sichern sich Effizienzgewinne, Wettbewerbsvorteile und neue Marktchancen in einer datengetriebenen Wirtschaft.

Quellen

- [1] Grieves, M. (2002): Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. University of Michigan. PDF verfügbar über ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/307509727_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication
- [2] Reinhart, J., Hoisl, B., Baumgartl, J. (2019): Digital Twin – Grundlagen, Anwendungsfelder und Umsetzungsstrategien. Whitepaper. https://www.researchgate.net/publication/334697408_Whitepaper_Digital_Twin_Grundlagen_Anwendungsfelder_und_Umsetzungsstrategien
- [3] Heise (2025): „Airbags defekt: Volkswagen ruft tausende Fahrzeuge zurück“ <https://www.heise.de/news/Airbags-defekt-Volkswagen-ruft-tausende-Fahrzeuge-zurueck-10463600.html>, abgerufen am 12.08.2025
- [4] Lu, Y. et al. (2020): Digital Twin-driven Smart Manufacturing: Connotation, Reference Model, Applications and Research Issues. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 61, 101837. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101837>
- [5] Jones, D. et al. (2020): Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 29, 36–52. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581720300110>, abgerufen am 27.08.2025
- [6] BMW Group (2023): BMW iFACTORY: This is how DIGITAL the BMW iFACTORY is. <https://www.bmwgroup.com/en/news/general/2022/bmw-ifactory-digital.html>
- [7] Bauer, P. et al. (2024): The Digital Twin of Earth. <https://www.youtube.com/watch?v=7E5k8xLQzGY>, abgerufen am 24.08.2025

JOACHIM REINHART

joachim.reinhart@steinbeis.de (Autor)

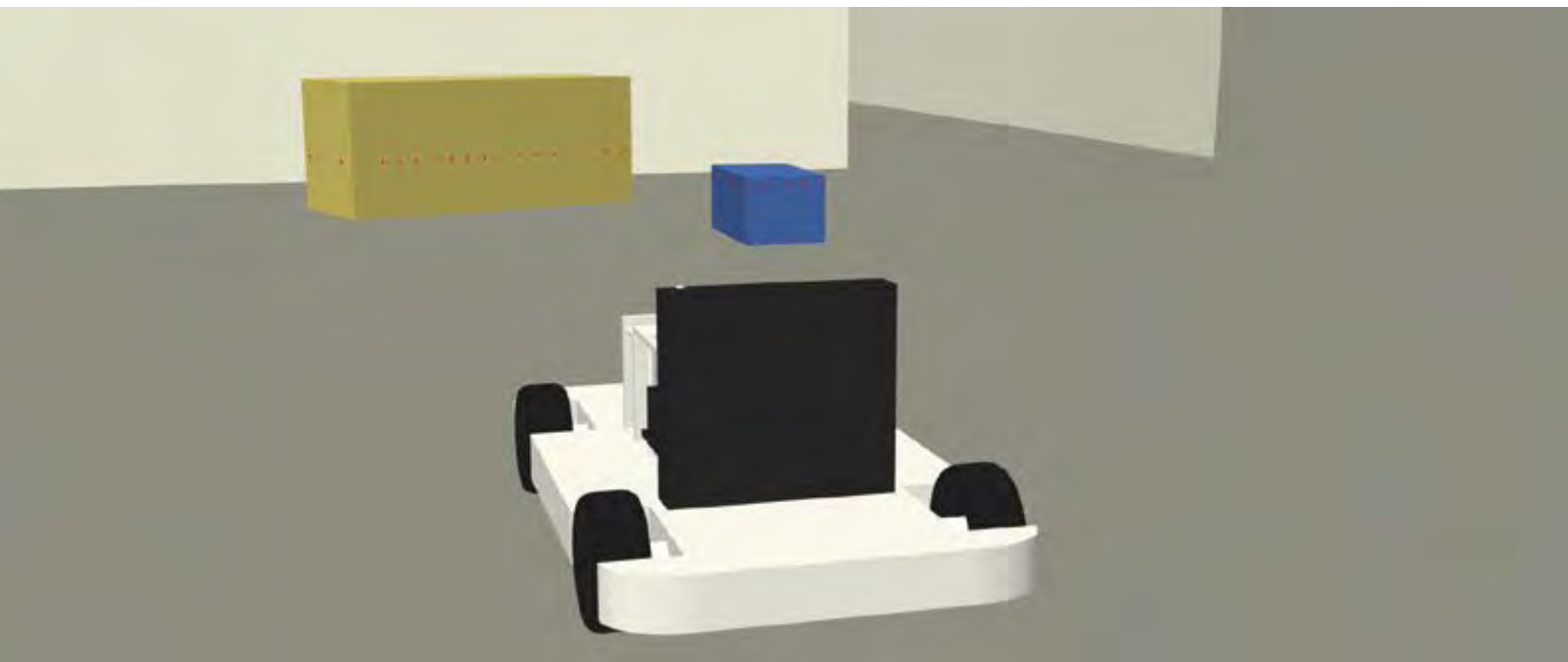


Projektleiter Innovations- und Forschungsprojekte
bwcon research gGmbH
(Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/2109

DIGITALE ZWILLINGE ALS GRUNDLAGE SIMULATIONS-GETRIEBENER ENTWICKLUNG

SIMULATIONEN ERÖFFNEN NEUE WEGE FÜR FAHRERASSISTENZSYSTEME UND AUTONOMES FAHREN



➤ Digitaler Zwilling des Modellautos im Simulator mit Visualisierung des Lidarsensors

Ziel der Entwicklung eines digitalen Zwillings ist üblicherweise die realitätsgetreue Abbildung eines realen Objekts und dessen Wechselwirkung mit der Umgebung. Idealerweise sollte sich das Verhalten in der digitalen Version nicht vom Verhalten des realen Objekts unterscheiden. Voraussetzung dafür ist, dass das reale Verhalten bekannt ist. Ein realitätsgetreuer digitaler Zwilling berücksichtigt nicht nur spezifizierte Eigenschaften, sondern auch jene, die während des Betriebs außerhalb der Spezifikation auftreten. Doch wie präzise muss das Abbild sein?

Mit dieser Frage beschäftigt sich das Team der Steinbeis Interagierende Systeme GmbH im SimOps-Projekt.

SimOps setzt sich aus den Begriffen „Simulation“ und „Operations“ zusammen und beschreibt die Verbindung der Softwareentwicklungsmethodik DevOps mit simulationsgetriebener Entwicklung. Digitale Zwillinge bilden hierfür die Grundlage [s. Steinbeis Transfer-Magazin 02|25, S. 52]. Ziel ist die frühzeitige Prüfung eingebetteter Systeme in einer simulierten physikalischen Umgebung. Eine belastbare Aussage über

das in der Realität zu erwartende Verhalten ist jedoch nur möglich, wenn die benötigten Systemkomponenten – egal ob bereits existierend oder noch nicht vorhanden – in der Simulation durch digitale Zwillinge ersetzt werden.

Das Herrenberger Steinbeis-Team hat auf Basis des SimOps-Ansatzes eine Lernplattform entwickelt, die Studierenden und neuen Mitarbeitenden in Unternehmen die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen und Algorithmen für autonomes Fahren praxisnah vermittelt. Im Zentrum dieser Plattform steht



WIE GENAU MUSS DAS ABBILD DEM REALEN OBJEKT ENTSPRECHEN?

die Simulation eines Modellautos. Sie ermöglicht die Implementierung und das Testen von Fahrzeugsoftware sowie der zugrundeliegenden Entwicklungsprozesse – ohne das reale Modellauto einsetzen zu müssen. Neben einem digitalen Zwilling für kinematische und dynamische Eigenschaften umfasst die Simulation auch digitale Zwillinge der verbauten Lidar- und Ultraschallsensoren sowie der Front- und Rückfahrkameras. So wurde ein virtuelles Abbild der Realität geschaffen. Das Motto des Projekts lautet daher: „Auto fahren ohne Auto“.

WIE PRÄZISE MUSS DER DIGITALE ZWILLING SEIN?

Bei der Entwicklung eines virtuellen Abbilds sind zwei Fragen unvermeidbar: „Wie genau muss das Abbild dem realen Objekt entsprechen?“ und „Ist es genau genug?“ Ein reales Beispiel verdeutlicht dies: Lidarsensoren liefern unter bestimmten Umständen – etwa bei transparenten oder lichtdurchlässigen Materialien wie Glas – abweichende Daten. Wird der Laserstrahl nur teilweise reflektiert, ist es dem Sensor nicht möglich, die Entfernung korrekt zu bestimmen. Ein vergleichbares Verhalten muss auch beim digitalen Zwilling berücksichtigt werden, da es ansonsten

zu abweichenden Reaktionen in der Simulation führen würde.

Das bedeutet: Digitale Zwillinge sollten ihrem realen Vorbild möglichst nahekommen. Gleichzeitig ist bei ihrer Entwicklung eine Abwägung zwischen Genauigkeit und Entwicklungsaufwand erforderlich. Eine hundertprozentige Übereinstimmung ist in der Praxis selten möglich. Die Reaktionen des simulierten Modellautos hängen daher maßgeblich von der Güte der digitalen Zwillinge ab. Belastbare Aussagen über das in der Realität zu erwartende Verhalten lassen sich nur dann treffen, wenn diese Güte bekannt ist und bei der Auswertung der simulierten Ergebnisse berücksichtigt wird.

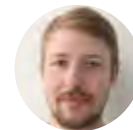
Das Herrenberger Steinbeis-Team beschäftigt sich deshalb mit der Frage, wie digitale Zwillinge für den jeweiligen Zweck funktional passend und effizient entwickelt sowie bewertet werden können. Ziel der SimOps-Lernplattform ist es somit auch, abstrakte Ansätze aus den Bereichen SOTIF, ISO 26262, Systems Engineering und szenariobasierte Methoden erlebbar zu machen – und aufzuzeigen, welchen Einfluss die Bewertung der Projektgüte durch eine systematische Verwendung von Kennzahlen auf das Projektergebnis haben kann.

Mehr zu SimOps finden Sie unter
www.interagierende-systeme.de/simops



FABIAN HUTZENLAUB

fabian.hutzenlaub@steinbeis.de (Autor)



Mitarbeiter
Steinbeis Interagierende
Systeme GmbH (Herrenberg)

www.steinbeis.de/su/1913
www.interagierende-systeme.de

STEFFEN WITTEL

steffen.wittel@steinbeis.de (Autor)



Softwarearchitekt
Steinbeis Interagierende
Systeme GmbH (Herrenberg)

www.steinbeis.de/su/1913
www.interagierende-systeme.de

DIGITALE ZWILLINGE EBENEN DEN WEG ZUR NACHHALTIGEN WÄRME

KLIMANEUTRALE WÄRMEVERSORGUNG IN HENNIGSDORF

Im brandenburgischen Hennigsdorf wurde bereits 2015 beschlossen, das Wärmenetz hin zur Klimaneutralität zu entwickeln. Damit wurde die Stadt zu einem Vorbild für die Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung. Ein großer Meilenstein für die Stadtwerke Hennigsdorf bestand darin, die jährlich im Wärmenetz verteilte Wärmemenge von 120 GWh zu 80 % aus klimaneutralen Quellen erzeugen zu können. Das war das Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie von 2016 bis 2025 geförderten Pilotvorhabens „Wärmedrehscheibe Hennigsdorf“, an dem das Steinbeis-Innovationszentrum für zukunftsfähige thermische Energiesysteme (Solites) beteiligt war. Die Aufgabe des Steinbeis-Teams: Das Gesamtsystem als digitalen Zwilling in Form von Simulationsmodellen umfassend zu analysieren und die Realisierungsschritte zu begleiten.

Über 50 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland werden für Wärme – ob in Gebäuden oder industriellen Prozessen – aufgewendet [1]. Eine zukunftsfähige Wärmeversorgung ist daher unerlässlich, um die nationalen Klimaziele zu erreichen. Wärmenetze sind eine gute Möglichkeit, die Gesamtenergieeffizienz in städtischen Gebieten zu steigern und den Anteil klimaneutraler Energie in der Wärmeversorgung zu erhöhen.

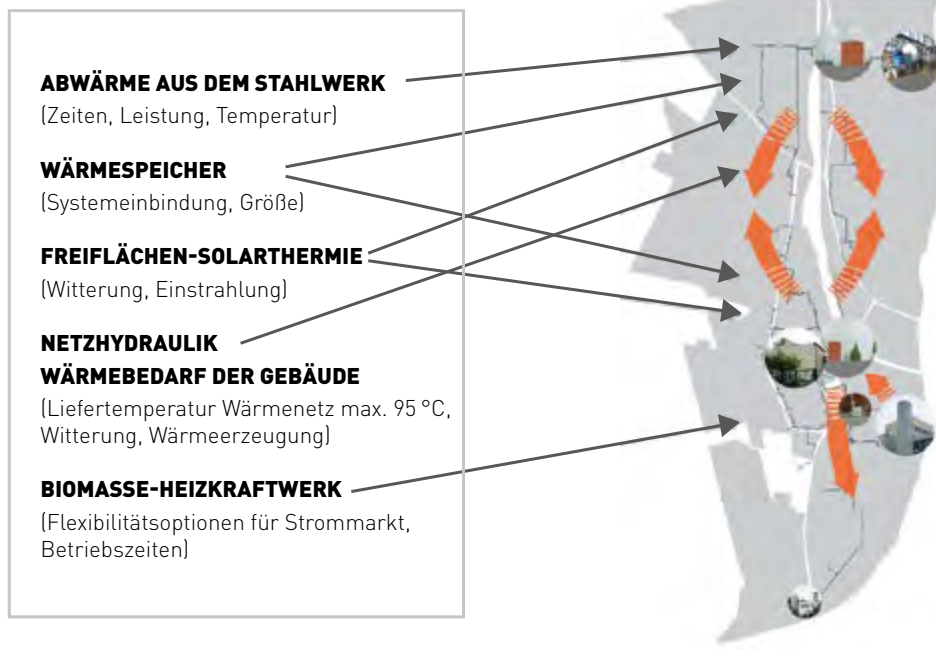
Auch in der brandenburgischen Stadt Hennigsdorf mit ihren 26.000 Einwohnern wird das Wärmenetz durch die Stadtwerke kontinuierlich ausgebaut. Eine Besonderheit ist seine weitläufige geografische Ausdehnung von Norden nach Süden. Stadt und Wärmenetz wuchsen seit dem Bau des ersten Heizhauses in den 1960er-Jahren stetig. Die Befeuerung durch Rohbraunkohle wurde schrittweise durch Steinkohle, Heizöl und schließlich Erdgas ersetzt. Heute werden etwa 80 % der Stadt über sieben zentrale Heizwerke mit Fernwärme versorgt und aus einzelnen Versorgungsbereichen ist ein zusammengeschaltetes Verbundnetz entstanden. Das Wärmenetz arbeitet mit Vorlauftemperaturen zwischen 85 °C und 108 °C sowie einer Rücklauftemperatur von rund 60 °C [2].

EIN GANZHEITLICHES KONZEPT FÜR EINE NACHHALTIGE TRANSFORMATION

2015 wurde mit einem Klimaschutzrahmenkonzept die nachhaltige Fernwärmeversorgung der Stadt Hennigsdorf beschlossen. Diese Entscheidung – lange vor den gesetzlichen Pflichten zur kommunalen Wärmeplanung und zu Transformationsplänen für Wärmenet-

ze – machte die Stadt und die Stadtwerke Hennigsdorf zu Vorreitern der Wärmewende. Daraufhin erarbeiteten die Stadtwerke Hennigsdorf, die Tetra Ingenieure GmbH, die Ruppin Consult GmbH und das Steinbeis-Forschungszentrum Solites gemeinsam ein ganzheitliches Konzept, das den Anteil klimaneutraler Wärme in der Fernwärmeversorgung Hennigsdorf von damals 50 % auf über 80 % erhöhte [2].





➤ Links: Die wesentlichen Komponenten des digitalen Zwillings (mit ihren Abhängigkeiten);
rechts: das Wärmenetzgebiet Hennigsdorf mit den realisierten Anlagen

Das Konzept umfasst zahlreiche Komponenten:

- die Nutzung von Abwärme aus dem örtlichen Stahlwerk,
- den Betrieb eines bestehenden Biomasse-Heizkraftwerks,
- die Erneuerung einer Solarthermieranlage,
- den Zusammenschluss der Versorgungsbereiche zu einem Verbund-Wärmenetz,
- den Ausbau neuer Trassen im Wärmenetz,
- die Absenkung der Vorlauftemperatur auf maximal 95 °C,
- den Umbau beziehungsweise Neubau von Heizzentralen,
- Optimierungen in Kundenanlagen und Hausanschlussstationen zur Rücklauftemperaturabsenkung und Effizienzsteigerung,
- eine übergeordnete intelligente Regelung des Gesamtsystems sowie

- die Integration zweier neuer Stahl-tank-Wärmespeicher mit 1.000 und 5.000 m³ Wasserinhalt.

Das Wärmenetz wird nun als offenes Verbundnetz betrieben und muss dabei hohe Wärmetransportleistungen bewältigen.

DIGITALER ZWILLING: MIT SIMULATIONEN DAS RISIKO REDUZIEREN

Die gewachsene Struktur der Wärmeversorgung in Hennigsdorf und die Einbindung neuer klimaneutraler, dezentraler Wärmequellen in das bestehende System stellen eine große Herausforderung bei der Planung und Umsetzung eines solchen Konzepts dar. Im Vergleich zu Wärmenetzen mit einem zentralen, fossilen und gut regelbaren Wärmeerzeuger sind hier viele Kom-

ponenten und ihre Abhängigkeiten zu berücksichtigen. Durch dezentrale Wärmeerzeuger auch am Stadtrand muss Wärme aus anderen Richtungen als bisher zu den Gebäuden transportiert werden. Wärmeerzeuger wie industrielle Abwärme, große Solarthermief Flächen und ein Biomasse-Heizkraftwerk mit gleichzeitiger Stromerzeugung (ORC-Prozess) haben zudem spezifische Charakteristika und können teilweise nicht bedarfsgerecht geregelt werden. Beispielsweise steht die Abwärme zeitlich sowie in Leistung und Temperatur gemäß dem industriellen Prozess zur Verfügung – was nicht zwingend mit dem Wärmebedarf im Netz übereinstimmt.

In diesem Fall ermöglicht der Einsatz digitaler Zwillinge die Betrachtung vieler verschiedener Varianten des Gesamtkonzepts, bevor dieses konkret geplant

und umgesetzt wird. Das gründliche digitale Überprüfen und Testen des Gesamtsystems reduziert das Investitions- und Betriebsrisiko und führt zu einem gut einschätzbaren Betriebsverhalten sowie abgestimmten Regelungsvorgängen. Der digitale Zwilling bildet alle Wärmeerzeuger, Speicher und das Wärmenetz in einem oder mehreren Simulationsprogrammen ab.

Die Steinbeis-Experten erstellten für Hennigsdorf Modelle der Wärmeerzeugung und -speicherung im dynamischen Systemsimulationsprogramm TRNSYS und führten Simulationsstudien durch. Gleichzeitig modellierte das Planungsbüro Tetra Ingenieure GmbH das Wärmenetz hydraulisch in Bentley sisHYD und simulierte zahlreiche Varianten und Lastfälle. Die netzhydraulischen Simulationen ergaben Massenstrombegrenzungen in einzelnen Leitungsabschnitten, die wiederum in den Systemsimulationen von Solites berücksichtigt wurden.

Auf diese Weise wurden mithilfe des digitalen Zwillings verschiedene Varianten analysiert, wie zum Beispiel verfügbare Abwärmemengen mit Betriebszeiten, Leistungen und Temperaturen, Dimensionierung von Solarthermie und Wärmespeichern, saisonale Betriebszeiten des Biomasse-Heizkraftwerks, zukünftige Wärmebedarfe im Wärmenetz etc. Die TRNSYS-Simulationen wurden mit einem Zeitschritt von zehn Minuten über einen Simulationszeitraum von drei Jahren durchgeführt. Ausgewertet wurden die Ergebnisse des dritten Jahres, da zu diesem Zeitpunkt eine realistische Temperaturverteilung im Wärmespeicher vorliegt. Ziele der Simulationen waren:

- die Erzielung von mindestens 80 % erneuerbarem Wärmeanteil an der Gesamtwärmeversorgung mit minimierten Investitionskosten und bester Wirtschaftlichkeit,



DIE MAßNAHMEN DES ERARBEITETEN KONZEPTS WURDEN AB 2017 SCHRITTWEISE IM LAUFENDEN BETRIEB DES WÄRMENETZES UMGESETZT.

- eine möglichst gute Nutzung der flexibel anfallenden industriellen Abwärme,
- die Optimierung der Betriebszeiten und der Effizienz des Biomasse-Heizkraftwerks,
- die Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung aller Kunden,
- die Entwicklung des übergeordneten Regelkonzeptes und
- die Dimensionierung der Wärmespeicher und möglicher weiterer erneuerbarer Wärmeerzeuger wie Solarthermieranlagen.

Zur Dimensionierung des multifunktionalen Wärmespeichers wurden zum Beispiel verschiedene Speichergrößen von 500 bis zu 150.000 m³ simuliert, jeweils für drei unterschiedliche Abwärmeprofile. Da die industrielle Abwärme über das ganze Jahr zur Verfügung steht, wurde ein großer multifunktionaler Wärmespeicher so konzipiert, dass er kurzfristig schwankende industrielle Abwärme in das Wärmenetz verteilen und den Solarthermieertrag saisonal speichern kann. Erste dynamische Systemsimulationen unterschiedlicher Varianten mit vielen Annahmen zeigten aufgrund dieser Anforderungen Speichervolumen bis zu 150.000 m³ und eine große Solarthermiefäche.

VOM KONZEPT ZUR UMSETZUNG

Die Maßnahmen des erarbeiteten Konzepts wurden ab 2017 schrittweise im

laufenden Betrieb des Wärmenetzes umgesetzt. Nach der Installation der Abwärmeauskopplung aus dem Stahlwerk im Jahr 2019 konnten erste Messungen und umfangreiche Analysen der Abwärmemengen und ihrer zeitlichen Verteilung im digitalen Zwilling berücksichtigt werden. Dieser Schritt erfolgte 2020 und 2021: In dieser Zeit war der Betrieb im Stahlwerk pandemiebedingt zeitweise durch Kurzarbeit eingeschränkt. Im digitalen Zwilling wurden daher mehrere Varianten simuliert, in denen die Abwärmemengen auf den üblicherweise zu erwartenden Betrieb hochgerechnet wurden, um die nächsten Bauabschnitte vorzubereiten. Die gemessenen Leistungen, Zeiträume und Temperaturen der im Wärmenetz nutzbaren Abwärme lieferten wichtige Daten, um die Dimensionierung des Wärmespeichers zu überprüfen und zu optimieren.

Detailliertere Analysen der geografischen Verteilung des Wärmeverbrauchs und der erneuerbaren Wärmequellen führten zur Realisierung eines Stahltank-Wärmespeichers mit 1.000 m³ Wasservolumen neben der Heizzentrale im Stadtzentrum. In diesem Zuge konnte auch der Betrieb des dort eingebundenen Biomasse-Heizkraftwerks und der Hydraulik optimiert werden.

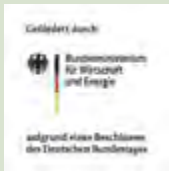
Auf eine Installation großer Solarthermiefächen wurde dagegen verzichtet, da der Platz für einen saisonalen Wär-

mespeicher nicht vorhanden war und zunächst die Abwärme aus dem Stahlwerk genutzt werden sollte. Der multifunktionale Wärmespeicher wurde 2024 als oberirdischer Stahltank mit 5.000 m³ Wasservolumen fertiggestellt (s. dazu

auch Steinbeis Transfer-Magazin 03|24 S. 70).

Auch nach der Umsetzung der Maßnahmen im Hennigsdorfer Wärmenetz kann der digitale Zwilling weiterhin zur

Betriebsoptimierung und Risikoabschätzung bei zukünftigen Veränderungen genutzt werden – etwa dann, wenn die Wärmeerzeugung vollständig klimaneutral gestaltet oder bestehende Erzeuger ersetzt werden sollen.



Das Projekt „Wärmedrehscheibe Hennigsdorf“ bekam eine Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 03ETS002 A und B aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Quellen

- [1] Umweltbundesamt. Energieverbrauch privater Haushalte. Online, Zugriff am: 29.09.2025. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte
- [2] Stadtwerke Hennigsdorf. Online, Zugriff am: 29.09.2025. Verfügbar unter: www.stadtwerke-hennigsdorf.de/fernwaerme

MAGDALENA BERBERICH

magdalena.berberich@steinbeis.de (Autorin)



Steinbeis-Unternehmerin
Steinbeis-Innovationszentrum
für zukunftsfähige thermische
Energiesysteme
(Solites) (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/1156
www.solites.de

DIRK MANGOLD

dirk.mangold@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Innovationszentrum
für zukunftsfähige thermische
Energiesysteme
(Solites) (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/1156
www.solites.de



3 FRAGEN AN...

Drei knappe Fragen an einen **STEINBEIS-EXPERTEN**, drei genauso knappe Antworten: In unserem Crossmedia-Format „3 Fragen an...“ gehen wir in den kurzen Austausch **ZU EINEM BEITRAG** im Steinbeis Transfer-Magazin.

215467-2025-12 | © istockphoto.com/Guzaliia Filimonova

WWW.STEINBEIS.DE/DREI-FRAGEN-AN



INTELLIGENT MANAGEMENT AUTOMATION: WENN FÜHRUNG AUF KI TRIFFT

VON DER INDUSTRIELLEN AUTOMATISIERUNG ZUR
INTELLIGENTEN FÜHRUNGSUNTERSTÜTZUNG

Automatisierung prägt die industrielle Wertschöpfung seit Jahrzehnten – von der Fließbandproduktion über die Robotik bis hin zu cyber-physischen Systemen. Während sich Automatisierung bisher vor allem auf Produktions- und Geschäftsprozesse konzentrierte, rückt nun zunehmend auch das Management in den Fokus. Mit dem Eintritt von künstlicher Intelligenz in den Managementbereich entsteht ein neues Paradigma: Intelligent Management Automation. Ziel ist es, Entscheidungsprozesse ähnlich effizient, adaptiv und skalierbar zu gestalten wie Produktions- oder Logistikprozesse. Dass Automatisierung dabei Führungskräfte nicht ersetzt, sondern intelligent unterstützt und neue Freiräume schafft, zeigt Steinbeis-Unternehmer Dr. Helmut Döring.

Unternehmen agieren zunehmend in disruptiven Märkten und unter hoher Unsicherheit. Die Herausforderungen sind vielfältig: komplexe Märkte, digitale Transformation und immer größere Datenmengen. Gleichzeitig eröffnen moderne Technologien neue Wege, strategische Entscheidungen fundierter, schneller und zukunftsorientierter zu treffen.

TECHNIK ALS TREIBER

Einen vielversprechenden Ansatz bietet die Intelligent Management Automation (IMA). Sie kombiniert künstliche Intelligenz, algorithmische Entscheidungsunterstützung und Prozessautomatisierung zu einem integrierten Ansatz, der Führung agiler, robuster und intelligenter macht.

Die technischen Grundlagen der IMA reichen von Predictive Analytics über Natural Language Processing bis hin zu Reinforcement Learning. So können Führungskräfte Entscheidungen verstärkt auf Basis von Modellen treffen. Beispiele aus der Praxis zeigen das Potenzial:

■ Supply Chain Management:

Engpässe lassen sich frühzeitig erkennen, Routen oder Lieferanten automatisiert bewerten und Alternativen nach Kosten, Zeit und Nachhaltigkeit vergleichen.

■ Finanzen und Controlling:

KI-Agenten können Budgets adaptiv verteilen und Szenarien simulieren, die in klassischen Kalkulationen kaum darstellbar sind. Damit

wird die Finanzplanung nicht nur präziser, sondern auch dynamisch automatisierbar.

■ Compliance und Risiko:

Automatisierte Analysen prüfen regulatorische Vorgaben, identifizieren Risikofaktoren und liefern Entscheidungsträgern klare Indikatoren für Handlungsbedarf.

DECISION INTELLIGENCE ALS ENTSCHEIDUNGSARCHITEKTUR

Ein zentrales Konzept im Kontext von IMA ist Decision Intelligence. Darunter versteht man die systematische Verknüpfung von Daten, KI-Methoden und Entscheidungsmodellen, um Managemententscheidungen fundierter und nachvollziehbarer zu machen.



KI UNTERSTÜTZT FÜHRUNGSKRÄFTE BEI DER ERKENNUNG KOMPLEXER ZUSAMMENHÄNGE, DER PRIORISIERUNG VON HANDLUNGSFELDERN UND DER BEWERTUNG STRATEGISCHER OPTIONEN.

Decision Intelligence bildet damit die methodische Architektur: Daten liefern die Basis, KI-Modelle prognostizieren Entwicklungen, Simulationen zeigen Handlungsalternativen auf und menschliche Expertise ergänzt die Bewertung. Ziel ist ein Entscheidungsrahmen, in dem Fakten, Modelle und Erfahrung ineinandergreifen – und Entscheidungen nicht nur schneller, sondern auch qualitativ besser werden.

Während Decision Intelligence also die Denkweise und Struktur vorgibt, stellt IMA die konkrete Umsetzung im Unternehmensalltag dar: Sie überträgt das Architekturprinzip in konkrete Anwendungen, Tools und Prozesse. Oder anders formuliert: Decision Intelligence liefert das Framework – IMA bringt es in die Praxis.

AUGMENTED LEADERSHIP STATT ERSATZ VON FÜHRUNG

Die Potenziale der IMA reichen von KI-gestützter Budget- und Ressourcenplanung über automatisierte Risiko- und Chancenanalysen bis hin zu dynamischen Frühwarn- und Entscheidungssystemen. Besonders innovativ ist das Augmented-Leadership-Konzept: KI unterstützt Führungskräfte bei der Erkennung komplexer Zusammenhänge, der Priorisierung von Handlungsfeldern und der Bewertung strategischer Optionen.

Dabei geht es nicht um den Ersatz von Management, sondern um Entlastung: Routineentscheidungen werden automatisiert, komplexe Entscheidungen datenbasiert unterstützt – Führungskräfte gewinnen Freiräume für Kreati-

vität, Kommunikation und strategische Weitsicht.

HERAUSFORDERUNGEN UND ERFOLGSFAKTOREN

Mit den neuen Möglichkeiten gehen auch Fragen der Akzeptanz, Transparenz und Verantwortung einher. „Black Box“-Algorithmen stoßen in der Unternehmenspraxis an Grenzen, wenn Entscheidungen nicht nachvollziehbar sind. Erfolgreiche Implementierungen setzen daher auf explainable AI und klare Governance-Modelle.

Zudem ist ein Kulturwandel notwendig: weg von rein erfahrungsgeleiteter Intuition hin zu einer Haltung, in der Daten, Modelle und menschliche Urteilstkraft komplementär zusammenspielen. IMA ist kein kurzfristiger Trend, sondern verändert das Fundament der Unternehmensführung: Sie macht Management resilienter, schneller und präziser, ohne den Menschen aus dem Zentrum zu verdrängen. Wer die Potenziale jetzt nutzt, steigert nicht nur die Effizienz, sondern sichert sich einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil.

FÜHRUNGSPROZESSE INTELLIGENT AUTOMATISIEREN

Das Steinbeis-Forschungszentrum Management Automation verbindet Forschung und Praxis für die intelligente Automatisierung von Führungsprozessen. Es unterstützt Unternehmen bei der Einführung von KI-basierten Lösungen – verantwortungsvoll, praxisnah und mit umfangreichen Aktivitäten:

- Potenzialanalysen und Strategieworkshops
- Pilotprojekte und wissenschaftlich begleitete Implementierung
- Entwicklung individueller Prototypen
- Weiterbildung und Qualifizierung

Ziel ist es, Managementprozesse effizienter, zukunftssicher und vertrauenswürdig zu gestalten – mit KI als Partner von Führungskräften.

DR. HELMUT DÖRING
helmut.doering@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Forschungszentrum Management Automation (Niederwenigern)
www.steinbeis.de/su/2602

PRÄZISE MODELLE

MIT TOPAS MODEL FITTING DIGITALE ZWILLINGE BENUTZERFREUNDLICH UND EINFACH ERSTELLEN

Digitale Zwillinge sind zentrale Bausteine der fortschreitenden Automatisierung. Sie ermöglichen es, technische Systeme virtuell abzubilden, Szenarien zu erproben und Prozesse zu optimieren. Voraussetzung dafür ist, dass der digitale Zwilling die Realität präzise widerspiegelt. Nur dann lassen sich aus den Simulationen verlässliche Rückschlüsse ziehen. Entscheidend ist dabei eine präzise Kalibrierung: Die Parameter des zugrundeliegenden Modells müssen so eingestellt werden, dass es das beobachtete Verhalten des realen Systems möglichst genau widerspiegelt. Dieser oft aufwendige Schritt wird als Parameteridentifikation bezeichnet und erfordert spezielles mathematisches Fachwissen, da Messdaten aufbereitet, Modelle angepasst und passende Lösungsansätze gewählt werden müssen. Um diese Hürden zu senken, hat das Steinbeis-Unternehmen TOPAS Industriemathematik Innovation gGmbH die Software TOPAS Model Fitting entwickelt.

Sie automatisiert wesentliche Teile des Prozesses und macht moderne mathematische Methoden auch für User zugänglich, die keine tiefgehenden mathematischen Fachkenntnisse mitbringen. Im Fokus stehen dabei dynamische Modelle, also Systeme, deren Verhalten durch zeitabhängige Prozesse beschrieben wird. TOPAS Model Fitting nutzt hierzu die mathematische Sprache der Differentialgleichungen, die sich in vielen technischen Anwendungen bewährt hat.

EIN WERKZEUG FÜR VERLÄSSLICHE MODELLE

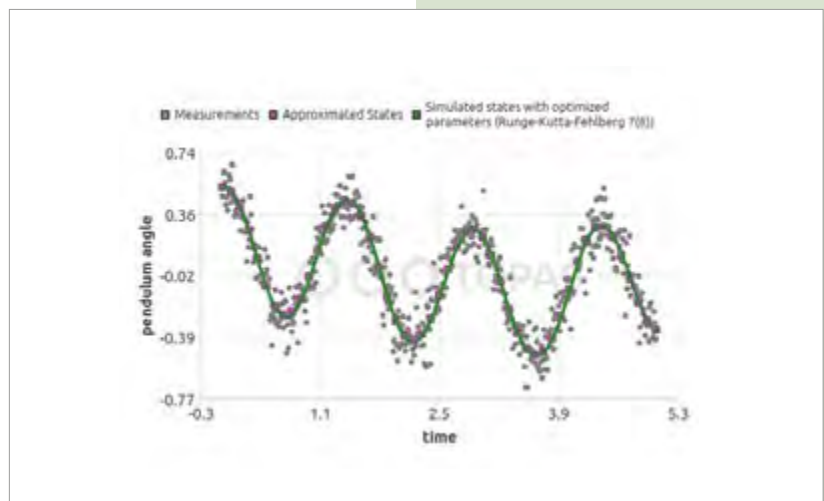
TOPAS Model Fitting kombiniert etablierte mathematische Verfahren mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche und ermöglicht so eine schnelle Umsetzung. Anwenderinnen und Anwender können Daten einlesen und vorverarbeiten, Modelle anpassen und die Güte der Ergebnisse durch visuelles Feed-

back unmittelbar überprüfen. In realen Anwendungsszenarien hat sich gezeigt, dass in unterschiedlichen Situationen verschiedene Parameteridentifikationsmethoden gut funktionieren. „Besonders wertvoll ist daher die Möglichkeit, mit TOPAS Model Fitting verschiedene Lösungsansätze zu testen und so direkt



➤ Bedienoberfläche von
TOPAS Model Fitting

➤ Grafisches Ergebnis der
Modellkalibrierung



miteinander vergleichen zu können. Auf diese Weise können Anwender die Erstellung digitaler Zwillinge effizient und robust gestalten“, betont TOPAS-Geschäftsführer Dr.-Ing. Mitja Echm.

Wie groß das Potenzial und vielfältig die Einsatzgebiete von automatisierter Parameteridentifikation sind, zeigen die folgenden Fallbeispiele, bei denen mithilfe von TOPAS Model Fitting digitale Zwillinge zu verlässlichen Abbildern der Realität geworden sind. Ob in maritimen Anwendungen, in Energiesystemen oder in der Landwirtschaft – eine exakte Kalibrierung der Modelle ist unerlässlich, wenn digitale Zwillinge das reale Verhalten eines Systems verlässlich abbilden sollen.

USE CASE: EIN AUTONOMER KATAMARAN ZUR MARITIMEN EXPLORATION

Ein Kooperationsprojekt der Universität Bremen und der DSI Aerospace Technologie GmbH, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

TOPAS Model Fitting kommt im Projekt iMarEx zum Einsatz. Ziel des Projekts ist es, neue Methoden für die autonome Navigation maritimer Robotersysteme zu entwickeln. Solche Systeme sollen zukünftig nicht nur Messungen im Ozean durchführen, sondern auch eigenständig auf unerwartete Ereignisse reagieren können, etwa bei der Ausbreitung von Schadstoffen. Als Testplattform wird ein speziell ausgerüsteter Katamaran eingesetzt. Damit dieser zuverlässig und kontrolliert manövrieren kann, braucht es ein präzises mathematisches Modell seines Bewegungsverhaltens. Die Herausforderung liegt darin, das Modell so zu kalibrieren, dass es den realen Katamaran möglichst genau widerspiegelt. Das übernimmt TOPAS Model Fitting: Anhand von Messdaten der Position und Geschwindigkeit und der aufgezeichneten Steuerbefehle werden die Modellpara-

meter automatisch identifiziert. So entsteht ein digitaler Zwilling, der die Basis für die Trajektorienplanung bildet und sich in Echtzeit zur automatisierten Steuerung und Optimierung des Katamarans nutzen lässt.

USE CASE: OPTIMALER EINSATZ VON ENERGIESPEICHERN

Ein Kooperationsprojekt der Universität Bremen, des Steinbeis-Innovationszentrums Optimierung, Steuerung und Regelung, der Q3 ENERGIE GmbH & Co. KG und der nD Enerserve GmbH, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

TOPAS Model Fitting wird auch im Projekt SmartFarm2 angewendet, in dem Potenziale zur Eigenverbrauchsoptimierung von erneuerbaren Energien im ländlichen Raum aufgezeigt und schließlich in der Praxis umgesetzt werden sollen. Im Zentrum stehen Energiespeicher, etwa Batteriesysteme oder thermische Systeme wie Wärmepumpen, Warmwasserspeicher und Milchkühltanks. Damit ein intelligentes Energiemanagementsystem diese Speicher optimal nutzen kann, braucht es präzise Modelle ihres Verhaltens, die mithilfe von TOPAS Model Fitting erstellt werden: Anhand gemessener Betriebsdaten lassen sich die Modelle automatisch kalibrieren, sodass sie den realen Lade- und Entladeprozessen entsprechen. Auf diese Weise entstehen digitale Zwillinge der Energiespeicher, die als Grundlage für Planung, Simulation und optimale Steuerung in echtzeitfähigen Energiemanagementsystemen dienen.

USE CASE: AUTONOME LANDWIRTSCHAFTLICHE MASCHINEN

Ein Kooperationsprojekt der Universität Bremen, der Hochschule Osnabrück und der NeXaT GmbH, gefördert aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank



➤ Mit Sensorik ausgerüsteter Katamaran



➤ Forschungshof mit Photovoltaikanlage



➤ NEXAT Trägerfahrzeug im Betrieb © NEXAT GmbH

Im Projekt NeXaTauto wird ein neuartiges landwirtschaftliches Fahrzeug entwickelt, das sich durch eine besonders breite Spur und vier einzeln steuerbare Antriebe auszeichnet. Dadurch kann es sich effizient und gleichzeitig bodenschonend über Felder bewegen. Ein Ziel des Projekts ist es, durch den Einsatz von digitalen Zwillingen die Grundlage für einen autonomen Betrieb der Maschine zu schaffen. Damit dieses Konzept in der Praxis umgesetzt werden kann, muss das Fahrverhalten präzise modelliert werden. Hier setzt TOPAS Model Fitting an: Mithilfe von Sensordaten aus realen Feldeinsätzen wurden die Modelle automatisch kalibriert. So entstand ein verlässlicher digitaler Zwilling, der die Grundlage für die Entwicklung autonomer Steuerungsstrategien bildet.



METHODEN DER INDUSTRIEMATHEMATIK WERDEN SO AUFBEREITET, DASS UNTERNEHMEN SIE UNMITTELBAR EINSETZEN KÖNNEN.

BRÜCKE ZWISCHEN FORSCHUNG UND PRAXIS

Die Entwicklung von TOPAS Model Fitting zeigt, wie Wissenstransfer gelingen kann: Methoden der Industriemathematik werden so aufbereitet, dass Unternehmen sie unmittelbar einsetzen können. Dadurch sinken die Ein-

stiegshürden erheblich, gerade für Unternehmen, die bislang wenig Berührungspunkte mit mathematischer Modellierung und Parameteridentifikation hatten. So wird der Einsatz digitaler Zwillinge auch für kleine und mittelständische Unternehmen realistisch und wirtschaftlich.

TOPAS MODEL FITTING

Mit der Software TOPAS Model Fitting entwickelt das Bremer Steinbeis-Team digitale Zwillinge, die exakt auf die Anforderungen der Kunden zugeschnitten sind. Diese leistungsstarke Lösung ermöglicht die präzise Abbildung selbst komplexer physikalischer Prozesse. Dank moderner Algorithmen gewinnen Kunden verlässliche Daten, die Entwicklungszeiten verkürzen und Kosten reduzieren – mit hoher Genauigkeit und Flexibilität.



Weitere Infos finden Sie unter <https://topas.tech>

DR.-ING. MITJA ECHIM
mitja.echim@steinbeis.de (Autor)



Geschäftsführer
TOPAS Industriemathematik
Innovation gGmbH (Bremen)
www.steinbeis.de/su/2420

PROF. DR. CHRISTOF BÜSKENS
christof.bueskens@steinbeis.de (Autor)



Geschäftsführer
TOPAS Industriemathematik
Innovation gGmbH (Bremen)
www.steinbeis.de/su/2420

MAREK WIESNER
marek.wiesner@steinbeis.de (Autor)



Algorithmusentwickler /
Software & Algorithmen
TOPAS Industriemathematik
Innovation gGmbH (Bremen)
www.steinbeis.de/su/2420

DIGITALE ZWILLINGE: SCHLÜSSEL ZUR AGILEN FERTIGUNG FÜR KMU

EIN STEINBEIS-PROJEKT ZEIGT, WELCHE MÖGLICHKEITEN DIE TECHNOLOGIE AUCH FÜR DEN MITTELSTAND ERÖFFNET



Digitaler Zwilling einer automatisierten Produktionslinie mit Robotik, Materialfluss und Prozessdaten (Quelle: Siemens, NVIDIA)

Digitale Zwillinge gelten als Schlüssel-technologie für die Industrie 4.0. Sie entwickeln sich rasch zu einem Eckpfeiler der modernen Automatisierung, indem sie eine Brücke zwischen der physischen und der virtuellen Welt schlagen – und sie sind längst nicht mehr nur großen Konzernen vorbehalten. Wie der praxisnahe Einsatz für kleine und mittlere Unternehmen aussehen kann, zeigt ein Projekt des Steinbeis-Transferzentrums Digital Workspace an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg am Campus Horb. Gemeinsam mit Partnern entwickelte das Zentrum im Rahmen des von der EU geförderten ERA-Shuttle-Programms einen digitalen Zwilling einer kollaborativen Roboterzelle. Das Ziel des Steinbeis-Teams: die virtuelle Entwicklung und Validierung der Abläufe, um Inbetriebnahmezeiten zu verkürzen, die Prozesssicherheit zu erhöhen und Mitarbeiterschulungen zu ermöglichen.

Im Kern sind digitale Zwillinge datengetriebene, interaktive Modelle, die nicht

nur die Geometrie einer Maschine oder eines Produktionsprozesses nachbilden, sondern auch deren Verhalten, Leistung und Reaktion auf Steuerungseingaben in Echtzeit. Das unterscheidet sie grundlegend von statischen CAD-Modellen oder Offline-Simulationen: Ein digitaler Zwilling ist „lebendig“, wird kontinuierlich mit Live-Daten aktualisiert und kann genau wie das reale System auf Befehle reagieren.

Im Kontext der industriellen Automatisierung bedeutet dies, dass Roboter, Produktionslinien und ganze Arbeitsabläufe sicher im Virtuellen entwickelt, getestet und optimiert werden können, lange bevor sie in der Fertigung zum Einsatz kommen. Die Vorteile für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind enorm:

- Digitale Zwillinge ermöglichen es, mit Prozessanpassungen zu experimentieren, Zykluszeiten zu optimieren und Anwender zu schulen, ohne die Produktion zu stören.

- Sie reduzieren die Inbetriebnahmezeit, indem sie die virtuelle Validierung von Automatisierungsabläufen ermöglichen.
- Sie verhindern kostspielige Fehler, indem sie Integrationsprobleme frühzeitig aufdecken.
- Sie verbessern die Sicherheit am Arbeitsplatz, weil Teams nun gefährliche Szenarien simulieren können, bevor sie in der Realität eintreten.

Entscheidend ist, dass diese Technologie nicht mehr nur großen Unternehmen mit umfangreichen F&E-Budgets vorbehalten ist. Mit verfügbaren Simulationsplattformen, cloudbasierter Infrastruktur und intuitiven Roboterprogrammierungstools können KMU nun Schritt für Schritt digitale Zwillinge einführen und deren Einsatz entsprechend den wachsenden Geschäftsanforderungen skalieren. Diese Demokratisierung der Technologie hilft kleineren Unternehmen, in einer Industrie-4.0-

Landschaft, in der Agilität, Effizienz und schnelle Innovation unerlässlich sind, wettbewerbsfähig zu bleiben.

SO FUNKTIONIERT EIN DIGITALER ZWILLING

Die Erstellung eines digitalen Zwillings ist ein strukturierter Prozess, der Datenerfassung, Modellierung und Echtzeitsynchronisation kombiniert. Ausgangspunkt ist die Datenerfassung: CAD-Modelle des Roboters oder der Maschine, kinematische Parameter, Nutzlastdaten und relevante Sensoreingaben werden gesammelt, um sicherzustellen, dass das virtuelle Modell das physikalische System genau abbildet.

Diese Informationen sind die Grundlage für eine physikalisch genaue Simulation in Anwendungen wie „NVIDIA Isaac Sim“, die die Bewegungen, Kollisionen und Interaktionen des Roboters mit seiner Umgebung unter realistischen Bedingungen nachbilden kann. Sobald das virtuelle Modell erstellt ist, folgt der nächste Schritt: die Steuerungsintegration. Plattformen wie das Roboterprogrammierungstool „Wandelbots NOVA“ verbinden physische und digitale Welt und ermöglichen es, dieselben Befehle, die den realen Roboter steuern, an den simulierten Roboter zu senden. Hier entwickelt sich der digitale Zwillling zu einem interaktiven, „lebendigen“ System, das in der Lage ist Automatisierungsabläufe in Echtzeit abzubilden. Der letzte Schritt ist die Synchronisation und Rückmeldung, bei der Live-Prozessdaten von der physischen Maschine (beispielsweise Gelenkwinkel, Sensorzustände, Kraft-Drehmoment-Messwerte) an den digitalen Zwillling zurückgemeldet werden. Dieser kontinuierliche Datenaustausch ermöglicht es dem virtuellen Modell, mit der Realität Schritt zu halten und sogar zukünftige Zustände vorherzusagen. Durch das Hinzufügen von Analyseebenen oder KI-Algorithmen kann der Zwillling verwendet werden, um „Was-wäre-wenn“-Szena-

rien durchzuspielen, Kurven zu optimieren oder Anomalien zu erkennen, bevor sie sich auf die Produktion auswirken. Dieser Workflow, von der Datenerfassung über die Modellerstellung bis hin zur Live-Synchronisation, verwandelt den digitalen Zwillling in ein leistungsstarkes Werkzeug, das nicht nur für Simulationen und Schulungen, sondern auch für die Prozessvalidierung, prädiktive Wartung und Systemoptimierung eingesetzt werden kann – das Ergebnis ist eine lebendige virtuelle Fabrik.

VON DER SIMULATION ZUR IMPLEMENTIERUNG

Einer der größten Vorteile eines digitalen Zwillings liegt in seiner Brückenfunktion zwischen virtueller Entwicklung und physischer Umsetzung. Sobald ein Prozess modelliert und in einer Simulation getestet wurde, kann er mit minimalen Anpassungen auf den realen Roboter übertragen werden, was die Inbetriebnahmezeiten erheblich verkürzt. Anstatt direkt in der Fertigung zu programmieren, was die Produktion stören und Sicherheitsrisiken mit sich bringen kann, können Ingenieure Abläufe virtuell validieren, Roboterpfade verfeinern und potenzielle Kollisionen oder Ineffizienzen im Voraus identifizieren.

Dieser Arbeitsablauf stand auch im Mittelpunkt des vom Steinbeis Transfer-Hub Berlin koordinierten Projekts von Andrea Bondin, Forschungsbeauftragter an der Universität Malta. Im Rahmen des ERA-Shuttle-Programms der EU entwickelte er am Steinbeis-Transferzentrum Digital Workspace in Horb in Zusammenarbeit mit Wandelbots NOVA und NVIDIA Isaac Sim einen digitalen Zwillling einer kollaborativen UR5-Pick-and-Place-Zelle.

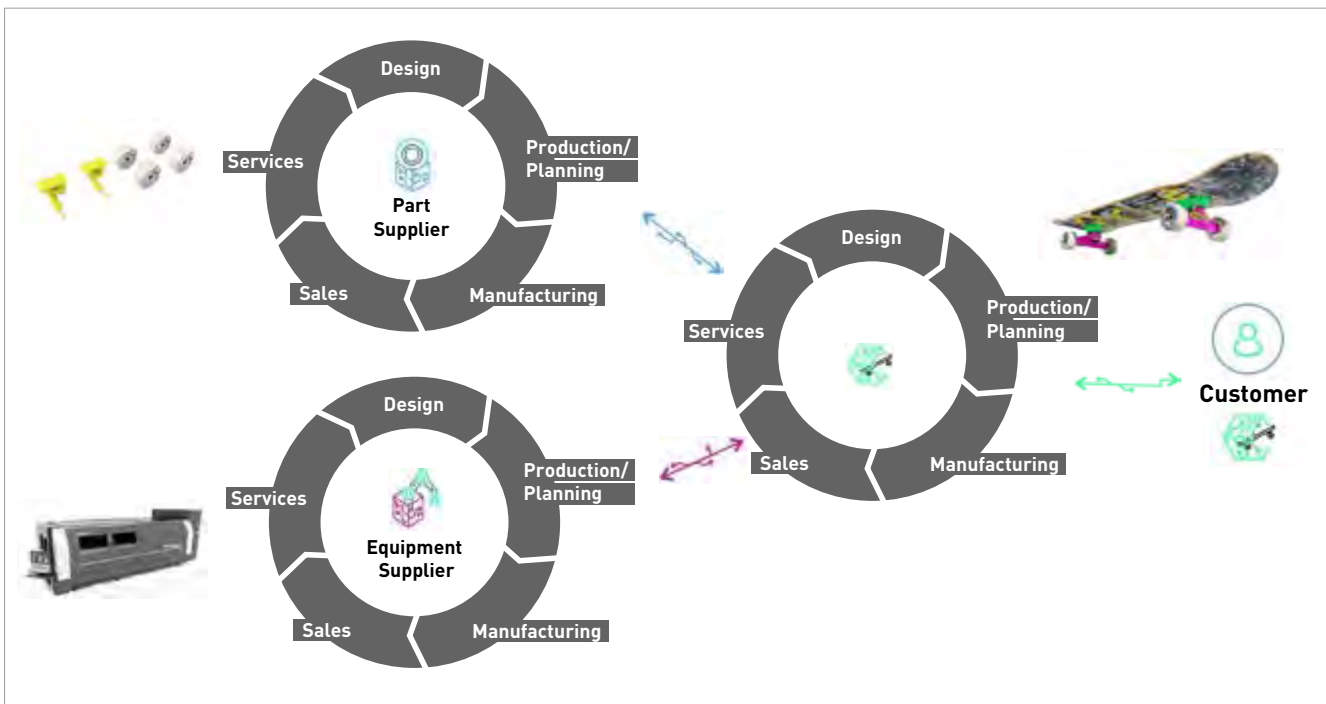
Der Prozess wurde zunächst in der virtuellen Umgebung repliziert, wo Roboteraufgaben ohne Verwendung der

physischen Hardware erstellt, sequenziert und optimiert werden konnten. „Der nächste Schritt wird darin bestehen, diese validierten Arbeitsabläufe auf den realen Roboter im Labor zu übertragen und so einen reibungslosen und zuverlässigen Übergang von der Simulation zur physischen Umsetzung zu demonstrieren“, erläutert Andrea Bondin. Diese Phase soll wichtige Erkenntnisse darüber liefern, wie digitale Zwillinge die Inbetriebnahmezeiten verkürzen und die Prozesssicherheit unter realen Bedingungen gewährleisten können.

„Diese Fallstudie veranschaulicht den praktischen Wert digitaler Zwillinge für KMU: Sie ermöglichen eine schnelle Prototypenerstellung von Automatisierungslösungen, ohne die Fertigungslinien anzuhalten, senken die Kosten für das Experimentieren mit neuen Layouts oder Prozessen und ermöglichen es Mitarbeiter sicher zu schulen, bevor sie mit der realen Maschine interagieren“, resümiert Professor Dr.-Ing. Tim Jansen, der das Steinbeis-Transferzentrum Digital Workspace verantwortet. Die Möglichkeit, Fehlerzustände und Wiederherstellungsstrategien zu simulieren, erhöht zudem die Ausfallsicherheit und bereitet die Anwender auf unerwartete Szenarien vor.

VORTEILE FÜR KMU

Für KMU erfordert die Einführung eines Digitaler-Zwillling-Ansatzes keine massiven Investitionen oder spezielle IT-Infrastruktur mehr. Dank cloudbasierter Simulationsplattformen, Low-Code-Roboterprogrammierungstools und skalierbarer Rechenleistung können selbst kleine Hersteller mit einer einzigen Prozesszelle beginnen und diese schrittweise erweitern, wenn der Bedarf wächst. Offene Standards wie OpenUSD gewährleisten zudem Interoperabilität, sodass KMU mehrere Tools ohne Herstellerabhängigkeit integrieren und nach und nach eine umfassenden



➤ Interoperable digitale Zwillinge entlang der gesamten Lieferkette, die Lieferanten, Fertigung und Kunden miteinander verbinden. (Quelle: SyncTwin)

de Digitaler-Zwilling-Umgebung aufbauen können.

Digitale Zwillinge tragen auch zur Personalentwicklung bei, indem sie sichere, virtuelle Schulungsumgebungen schaffen, in denen Mitarbeitende den Betrieb und die Wartung von Anlagen lernen können, ohne die Kosten oder Gefahren der Nutzung physischer Maschinen. Davon profitieren insbesondere KMU, wo Produktionsausfälle teuer

und qualifizierte Arbeitskräfte rar sind. Durch schnellere Einarbeitung, sicherere Experimente und bessere Planung helfen digitale Zwillinge kleineren Unternehmen, in einem sich schnell verändernden Markt wettbewerbsfähig zu bleiben.

Zukünftig wird die Integration von digitalen Zwillingen mit KI-gesteuerten Analyse- und prädiktiven Wartungssystemen ihren Wert weiter steigern und KMU

nicht nur die Simulation und Planung, sondern auch die Vorhersage von Ausfällen, die Reduzierung von Verschwendung und die Verbesserung der Energieeffizienz ermöglichen. Projekte wie diese zeigen, wie Wissenschaft und Industrie zusammenarbeiten können, um diese Technologien zugänglich und praktisch nutzbar zu machen und sicherzustellen, dass die Vorteile von Industrie 4.0 für Unternehmen jeder Größe greifbar werden.

Im Rahmen des EU-Projekts ERA Shuttle ist der Steinbeis Transfer-Hub Berlin Gastgeber für Wissenschaftler und Führungskräfte von drei Partneruniversitäten aus Polen, Malta und Kroatien. Sie haben bei ihren Entsendungen die Möglichkeit, Unternehmen des Steinbeis-Netzwerks kennenzulernen und mit ihnen zusammenzuarbeiten.

Interessiert? Hier gibt's weitere Infos:



<https://erashuttle.eu>

PROF. DR.-ING. TIM JANSEN
tim.jansen@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Digital Workspace (Horb)
www.steinbeis.de/su/2395
www.digital-workspace.eu

ANDREA BONDIN
andrea.bondin@um.edu.mt



Forschungsbeauftragter II
an der Universität Malta
www.um.edu.mt



© istockphoto.com/da-kuk

DATEN TEILEN, (MEHR-)WERTE SCHAFFEN

WIE KMU VOM SICHEREN DATENAUSTAUSCH PROFITIEREN KÖNNEN

In Wirtschaft und Wissenschaft wird seit Jahren über den Wert von Daten gesprochen. Kaum ein Unternehmen zweifelt noch daran, dass Daten zum Rohstoff neuer Geschäftsmodelle geworden sind. Doch während Großkonzerne bereits eigene Datenstrategien entwickeln, fragen sich viele kleine und mittlere Unternehmen: Was heißt das konkret für uns? Die Zurückhaltung ist verständlich – Daten gelten als wertvolles Gut, das man nicht leichtfertig preisgibt. Die Angst vor Kontrollverlust oder einem Know-how-Abfluss ist groß. Zugleich bleibt das Potenzial, mit Partnern gemeinsam neue Effizienzen und Services zu schaffen, häufig ungenutzt. Gerade für KMU ist dies eine verpasste Chance, denn sie könnten im Verbund mit anderen Organisationen deutlich schneller Innovationen vorantreiben, als es allein möglich wäre. Hier setzt das Forschungsprojekt „DT-INFODATVO“ des Ferdinand-Steinbeis-Instituts (FSI) an, das im Verbund mit dem Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik 2 der Universität Stuttgart vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.

„Unsere Forschung zeigt: Unternehmen sitzen zwar auf wertvollen Datenbeständen, doch die Entscheidung, ob, wie und mit wem man diese teilen soll, ist komplex“, fasst FSI-Research Fellow Maximilian Werling eine zentrale Herausforderung zusammen. Denn Daten sind nicht gleich Daten – manche sind hochsensibel, andere vergleichsweise unkritisch. Während Produktions- oder Kundendaten direkt mit Wettbewerbsvorteilen verbunden sein können, gibt es andere Daten, die erst

im Austausch einen zusätzlichen Nutzen stiften, etwa zum Nachweis von Nachhaltigkeit oder in der Zusammenarbeit entlang von Lieferketten.

Die Zurückhaltung auf Seiten der Unternehmen rührt oft daher, dass es an Strukturen und Werkzeugen zur Bewertung von Daten fehlt. Wer nicht einschätzen kann, welchen Schutzbedarf ein Datensatz hat oder welchen Wert er für andere besitzen könnte, hat keine ausreichende Entscheidungsgrundla-

ge, um die Folgen der Datenweitergabe abzuschätzen. Das Ergebnis: Chancen für Effizienzgewinne, neue Services oder gemeinsame Innovationen bleiben oft ungenutzt.

EIN METHODISCHER ANSATZ FÜR MEHR VERTRAUEN

Ziel des Forschungsprojekts „DT-INFODATVO“ ist die Entwicklung eines Konzepts zur Charakterisierung und Bewertung von Daten, das sowohl Un-

VORBEHALTE BEIM DATENTEILEN IN KMU

- Angst vor Kontrollverlust und Know-how-Abfluss: Viele Unternehmen befürchten, dass vertrauliche Informationen in falsche Hände geraten und Wettbewerbsvorteile verloren gehen.
- Unsicherheit über rechtliche Rahmenbedingungen: Unklare Datenschutz- und Haftungsfragen sorgen dafür, dass Unternehmen beim Teilen von Daten lieber auf „Nummer sicher“ gehen und Daten zurückhalten.
- Unklarheit über den Wert und Schutzbedarf von Daten: Häufig ist unklar, welche Daten tatsächlich kritisch sind und welche problemlos geteilt werden könnten – dadurch werden oft alle Daten pauschal geschützt.
- Fehlendes Know-how für die technische Umsetzung: Gerade im Mittelstand fehlen oft Ressourcen und Spezialwissen, um sichere Schnittstellen, Standards und Tools für den Datenaustausch einzurichten.

ternehmen als auch sogenannte Datentreuhänder unterstützt, eine verlässliche Entscheidungsgrundlage für das mögliche Teilen von Daten herzustellen. Datentreuhänder sind neutrale Intermediäre, die Datenangebote und -nachfragen zusammenbringen und für faire Spielregeln im Austausch sorgen.

„Konkret haben wir im Rahmen des Projekts zwei zentrale Bausteine entwickelt: Zum einen ein Raster zur Bewertung von Daten-Assets, das systematisch Eigenschaften wie Art, Sensibilität oder Verwendungszweck erfasst. Zum anderen ein Prozessmodell für den Austausch, das beschreibt, wie Anbieter, Nachfrager und Treuhänder strukturiert zusammenarbeiten können – von der Beschreibung der Daten über das Matching von Angebot und Nachfrage bis hin zu den anschließenden Verhandlungen über Leistung und Gegenleistung“, erläutert Dr. Jens Lachenmaier, Professorial Fellow am FSTI.

Entscheidend ist die strukturierte und umfängliche Beschreibung: Rein technische Metadaten wie das Format oder die verfügbaren Schnittstellen reichen nicht aus, um den Wert und die Risiken

eines Datensatzes abzuschätzen. Erst wenn diese Angaben um betriebswirtschaftliche Metadaten ergänzt werden – also um Informationen zum Nutzungskontext, zur erwarteten Wertschöpfung oder zum Schutzbedarf – entsteht eine verlässliche Entscheidungsgrundlage. Derart angereicherte Metadaten ermöglichen es, Daten nicht nur technisch nutzbar zu machen, sondern auch geschäftlich einzuordnen. Für potenzielle Anbieter von Daten bedeutet das, dass sie ihre Datenbestände gezielt positionieren können. Für Nachfrager wird auf Basis der strukturierten Beschreibung sichtbar, ob die angebotenen Daten tatsächlich zu ihren Bedürfnissen passen. Auch Datentreuhänder benötigen die möglichst vollständige Beschreibung, um ein strukturiertes und vertrauensvolles Matching zu ermöglichen.

Gerade für kleine und mittlere Unternehmen eröffnet das Vorgehen neue Möglichkeiten. Wer Daten systematisch beschreiben kann, positioniert sich leichter in Datenökosystemen und wird schneller Teil von branchenweiten Initiativen wie Catena-X oder dem Mobility Data Space. Datenbestände können so nicht nur intern besser genutzt, son-

dern auch entlang der Wertschöpfungskette angeboten werden. Gleichzeitig erhalten Unternehmen im Rahmen solcher Initiativen Zugang zu externen Datenquellen, die Innovationskraft freisetzen können – etwa durch die Möglichkeit, zusätzliche neue digitale Produkte und Services zu entwickeln und anzubieten, die im Alleingang schwer realisierbar wären. Nicht zuletzt schafft die Transparenz über Nutzungsrechte und Schutzbedarf Vertrauen in der Zusammenarbeit mit Partnern, sodass die Sorge vor einem möglichen Kontrollverlust spürbar sinkt.

PRAXISBEISPIEL: ERSATZTEILVERFÜGBARKEIT IM MASCHINENBAU

Ein mittelständisches Maschinenbauunternehmen erhält von seinen Kunden regelmäßig Anfragen bezüglich der Verfügbarkeit bestimmter Ersatzteile. Häufig fehlen dem Maschinenbauer jedoch aktuelle Daten über Lagerbestände und Lieferzeiten seiner Zulieferer. Ohne Austausch von Daten zwischen den Unternehmen bleiben die Anfragen langwierig und die Auskünfte ungenau, da sie auf Vermutungen und individuel-

ler Recherche basieren – im Zweifel verliert der Kunde Vertrauen und wechselt zu einem Wettbewerber.

Mit einem strukturierten Ansatz zum Datenteilen können die Zulieferer ihre Bestands- und Lieferdaten so beschreiben, dass klar wird, welche Daten geteilt werden dürfen und welche geschützt bleiben müssen. Über einen Datentreuhänder können im Anschluss die zu teilenden Daten in einen sicheren Austauschprozess gelangen, wobei der Datentreuhänder die Aufgabe übernimmt, die Daten so weiterzugeben, dass der Schutz der geteilten Daten gewährleistet bleibt. Im Ergebnis kann der Maschinenbauer seinen Kunden in Echtzeit Auskunft geben, die Kundenzufriedenheit steigt – und die Zulieferer gewinnen gleichzeitig Transparenz über Nachfrageentwicklungen.

In einem zweiten Schritt können die beschriebenen und geteilten Daten für Predictive Maintenance oder zur Optimierung genutzt werden. Der Maschinenbauer erkennt frühzeitig, wann ein Bauteil ausfallen könnte, und kann seinen Kunden rechtzeitig ein Ersatzteil und einen Serviceeinsatz anbieten. Das steigert nicht nur die Kundenbindung, sondern eröffnet auch neue Einnahmequellen – ein Beispiel dafür, wie aus dem sicheren Teilen von Daten konkrete Geschäftsmodelle entstehen.

INDIVIDUELLE DATENWEITERGABE LIEFERT MEHRWERTE

Daten zu teilen, heißt nicht automatisch, auch die Kontrolle über die eigenen Daten aufzugeben. Sind die notwendigen Entscheidungsgrundlagen gegeben und die Abläufe bei der Weitergabe bekannt

und beherrscht, wird es möglich, Daten als gestaltbare Ressource auch jenseits der Grenzen des eigenen Unternehmens zu begreifen: Es wird deutlich, dass manche Datensätze so sensibel sind, dass sie stets geschützt bleiben müssen, viele andere können jedoch im Austausch echte Mehrwerte schaffen. Mit strukturierten Bewertungsmethoden und neutralen Intermediären lassen sich Unsicherheiten abbauen und neue Chancen erschließen. Für KMU gilt deshalb: Wer frühzeitig lernt, die eigenen Datenbestände systematisch einzuordnen, schafft die Grundlage, um an zukünftigen Datenökonomien aktiv mitzuwirken – und nicht nur Zuschauer zu bleiben. Als nächster Schritt im Projekt entwickelt das FSTI-Team gemeinsam mit den Projektpartnern derzeit einen KI-Agenten, der die Bewertung der Daten unterstützt.

Die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem Forschungsprojekt „Konzept zur Charakterisierung und Bewertung des Schutzbedarfs von Daten und Informationen (DT-INFODATVO)“ (Förderkennzeichen 16DTM238A). Gefördert wurde das Projekt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), aktuell Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR).

MAXIMILIAN WERLING

maximilian.werling@steinbeis.de (Autor)



Research Fellow
Ferdinand-Steinbeis-Institut Stuttgart

www.steinbeis.de/su/2277 | <https://ferdinand-steinbeis-institut.de>

DR. JENS LACHENMAIER

jens.lachenmaier@steinbeis.de (Autor)



Professorial Fellow
Ferdinand-Steinbeis-Institut Heilbronn

www.steinbeis.de/su/2278 | <https://ferdinand-steinbeis-institut.de>

WIE DIGITALE ZWILLINGE DEN ENERGIEVERBRAUCH INTELLIGENTER MACHEN

INDUSTRIELLE VERANTWORTUNG IM ZEITALTER DER ENERGIEWENDE

Der Stromverbrauch der Industrie ist enorm, die Energiekosten sind hoch und die Konsequenzen für unser Klima negativ. Dies könnte sich in Zukunft dank der Nutzung von intelligenten Werkzeugen verbessern, die den Energieverbrauch flexibler gestalten und stärker auf die Integration erneuerbarer Energien setzen. In dem EU-Projekt „Flex4Fact“ entwickelt das Steinbeis Europa Zentrum zusammen mit 22 europäischen Partnern ein mögliches Szenario für eine Lösung. Das Projekt konzentriert sich auf die dynamische Anpassung von Produktionsprozessen an die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien unter gleichzeitiger Integration der Energieerzeugung und -speicherung vor Ort.

Die Industrie ist einer der größten Energieverbraucher weltweit und das mit weitreichenden Folgen: hohe Stromkosten, volatile Energiepreise und ein klimabelastender CO₂-Fußabdruck. Gleichzeitig sollen Unternehmen nachhaltiger produzieren, wettbewerbsfähig bleiben und sich auf eine zunehmend volatile Energiewelt einstellen.

Hier kommt die Energieflexibilität ins Spiel. Sie beschreibt die Fähigkeit eines industriellen Systems, seinen Energieverbrauch dynamisch an äußere Bedingungen anzupassen, etwa an die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien oder an aktuelle Strompreise. Produktionsprozesse können flexibel gestaltet werden, um günstige oder „grüne“ Energie optimal zu nutzen.

Diese tagesaktuelle Dynamik ist entscheidend, denn erneuerbare Energien wie Wind und Sonne sind naturgemäß schwankend. Wenn Unternehmen ihre Produktion flexibel an diese Bedingungen koppeln, können sie nicht nur Kosten sparen, sondern auch aktiv zur Netzstabilität beitragen und den Anteil erneuerbarer Energien im Gesamtsystem erhöhen. Diese Form der Flexibilität ist nicht nur ökologisch sinnvoll,

sondern wird zunehmend auch wirtschaftlich attraktiv: Durch die Teilnahme an sogenannten Flexibilitätsmärkten können Unternehmen ihre Anpassungsfähigkeit monetarisieren.

Flexibilität bedeutet also nicht, dass die Produktion leidet, sondern dass sie intelligenter wird. Möglich wird das durch digitale Werkzeuge, Echtzeitdaten, KI-gestützte Prognosen und automatisierte Steuerungssysteme. Und genau hier setzt Flex4Fact an: Das EU-Projekt entwickelt ein ganzes Ökosystem aus digitalen Lösungen, das Unternehmen dabei unterstützt, ihre Prozesse flexibel, nachhaltig und wirtschaftlich zu gestalten. Die Autonomisierung beginnt also nicht bei der Maschine – sondern bei der Entscheidung, wann und wie produziert wird. Und sie endet nicht beim Stromverbrauch, sondern bei einem neuen Verständnis von industrieller Verantwortung im Zeitalter der Energiewende.

DER DIGITALE ZWILLING: VOM VIRTUELLEN MODELL ZUR ECHTEN ENTSCHEIDUNGSHILFE

Ein zentraler Baustein von Flex4Fact sind die digitalen Zwillinge. Dabei han-

delt es sich um ein virtuelles Abbild eines realen Produktionsprozesses, das mit Echtzeitdaten gefüttert wird und so Simulationen, Prognosen und Optimierungen ermöglicht.

In den fünf Pilotfabriken des Projekts bei den Unternehmen Theben (Deutschland), Celsa (Spanien), Standard Profil Spain (SPS, Spanien), Seac Sub (Italien) und Inaventa Solar (Norwegen) wurden digitale Zwillinge für Produktionslinien, Energiesysteme und sogar einzelne Maschinen entwickelt. Diese Zwillinge helfen Energieflüsse sichtbar zu machen, Lastspitzen vorherzusagen und Produktionsabläufe so zu steuern, dass sie möglichst wenig Strom verbrauchen oder sogar gezielt dann laufen, wenn viel erneuerbare Energie verfügbar ist.

Digitale Zwillinge dienen also als Entscheidungshilfe für das Energiemanagement: Sie zeigen auf, wann es wirtschaftlich sinnvoll ist, Energie aus dem Netz zu beziehen, wann eigene Erzeugung genutzt werden sollte und wann eine Teilnahme am Flexibilitätsmarkt möglich ist. Damit sind sie nicht nur ein technisches Werkzeug, sondern auch ein strategisches Instrument für die nachhaltige Transformation der Industrie.



DIE ARCHITEKTUR HINTER DER AUTONOMISIERUNG: MODULAR, SKALIERBAR, VERNETZT

Damit all das funktioniert, braucht es eine durchdachte technische Basis. Flex4Fact hat eine modulare Systemarchitektur entwickelt, die aus vier Ebenen besteht:

1. Smart-Grid-Ebene:

Interaktion mit dem Stromnetz und externen Flexibilitätsdiensten

2. Aggregator-Ebene:

Verbindung zu Energiegemeinschaften und Märkten

3. Physische Ebene:

Produktionsanlagen, lokale Energieerzeugung (zum Beispiel Photovoltaik) und Speicher

4. Managementebene:

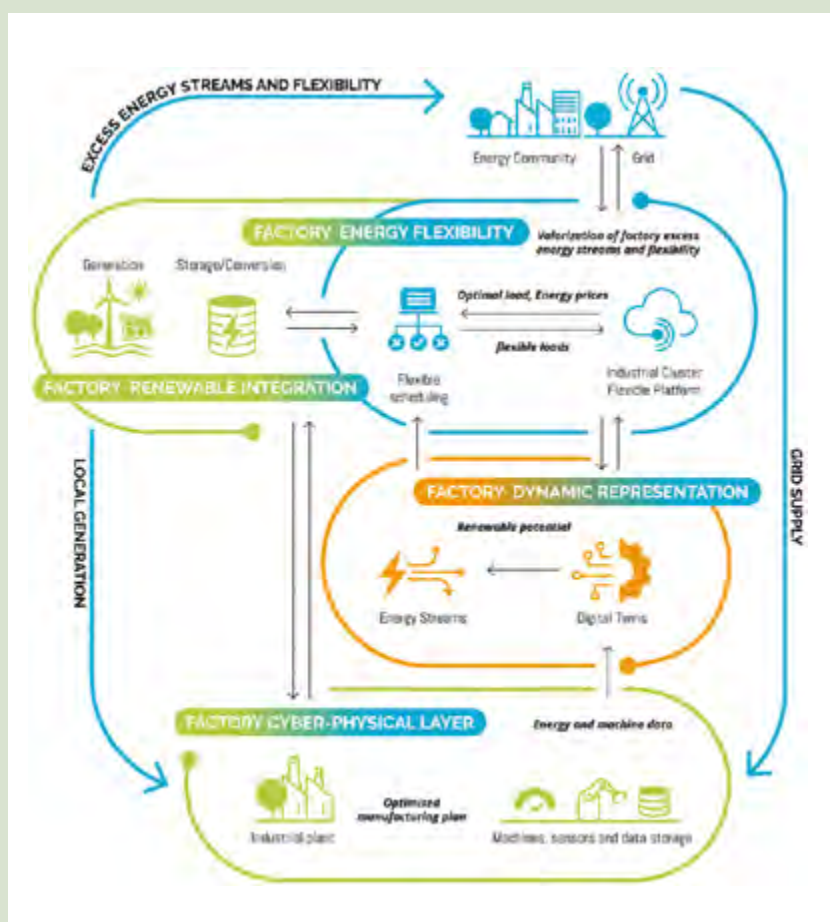
Energie- und Produktionsmanagement

Digitale Zwillinge:

Simulation, Optimierung, Visualisierung

Dateninfrastruktur:

Sensoren, Schnittstellen, Datenstrukturen und -speicherung



Flex4Fact-Architektur: vom digitalen Zwilling zur realen Industrie

Diese Architektur ist skalierbar und replizierbar – sie kann also auf andere Fabriken und Branchen übertragen werden. Und sie ist offen für Erweiterungen: Neue Technologien wie KI, Edge Computing oder Blockchain lassen sich problemlos integrieren.

AUTONOMISIERUNG IN DER PRAXIS: WIE FLEX4FACT DIE INDUSTRIE VERÄNDERT

Flexibilität ist kein Selbstzweck – sie muss sich lohnen. Deshalb zeigt Flex4Fact ganz konkret, wie sich digitale Werkzeuge in der Praxis einsetzen lassen. In den fünf Pilotanwendungen wurden unterschiedliche Szenarien getestet, zum Beispiel:

- Bei SPS in Spanien wurde ein KI-gestütztes Planungstool entwickelt, das Produktionsaufträge so verteilt, dass Stromverbrauch und Kosten minimiert werden und gleichzeitig Flexibilitätsangebote für den Energiemarkt entstehen.

- Die Theben AG nutzt digitale Zwillinge, um die Produktion mit der eigenen PV-Anlage zu synchronisieren. So wird der Eigenverbrauch maximiert und die Stromrechnung gesenkt.

- Celsa, ein spanischer Stahlhersteller, setzt auf Echtzeitdaten und Simulationen, um die energieintensive Schmelzphase besser zu steuern und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

All diese Anwendungen zeigen: Autonomisierung ist mehr als Automatisierung. Es geht darum, Entscheidungen datenbasiert und dynamisch zu treffen – und dabei ökologische und ökonomische Ziele zu vereinen.

DER REALE MEHRWERT: WENIGER EMISSIONEN, GERINGERE KOSTEN, NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Autonomisierung zahlt sich aus – ökologisch und ökonomisch:

■ Kostenersparnis:

Durch intelligente Planung und Nutzung von Eigenstrom sinken die Energiekosten deutlich. Bei SPS konnten durch den Wechsel auf ein Real-Time-Pricing-Tarifmodell bis zu 18 % eingespart werden.

■ CO₂-Reduktion:

Die Integration von erneuerbaren Energien und die Vermeidung von Lastspitzen führen zu messbaren Emissionsminderungen. Celsa spart jährlich über 160.000 Tonnen CO₂ durch den Einsatz von grünem Wasserstoff ein.

■ Marktzugang:

Unternehmen können ihre Flexibilität beispielsweise an Regelreservemärkten verkaufen und so zusätzliche Einnahmen generieren.

Das Steinbeis Europa Zentrum spielt im Projekt Flex4Fact eine entscheidende Rolle als strategischer Partner, indem es die Entwicklung tragfähiger Geschäftsmodelle unterstützt, um die Projektlösungen auf den Markt zu bringen. Es fördert die Zusammenarbeit zwischen industriellen, kommerziellen und privaten Akteuren, verbreitet die Ergebnisse und stellt die europaweite Skalierbarkeit des Projekts sicher. Mit seiner Expertise ermöglicht das Steinbeis-Team die Umsetzung innovativer Werkzeuge in praktische, nachhaltige Anwendungen, die sowohl der Industrie als auch den Energiesystemen zugutekommen. Flex4Fact zeigt: Der digitale Zwilling ist kein Selbstzweck, sondern ein Werkzeug, das reale Vorteile schafft. Die Autonomisierung industrieller Prozesse ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen, wettbewerbsfähigen und resilienten europäischen Industrie.

FLEX4FACT AUF EINEN BLICK

- 18 Mio. Euro EU-Förderung der Europäischen Kommission im Rahmenprogramm Horizont Europa
- 23 Partner aus Deutschland, Irland, Italien, Norwegen und Spanien
- Projektlaufzeit: Juni 2022 bis November 2025

Weitere Infos unter



<https://flex4fact.eu>



www.linkedin.com/in/flex4fact-project-041183251

IVO ZELLER

ivo.zeller@steinbeis.de (Autor)



Project Manager
Steinbeis Europa Zentrum
Steinbeis 2i GmbH (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/2017
www.steinbeis-europa.de

DIGITALISIERUNG ALS STRATEGISCHE NOTWENDIGKEIT UND ERFOLGSFAKTOR

ENTERPRISE ARCHITECTURE MANAGEMENT ALS DIGITALER ZWILLING:
EIN PLÄDOYER AUS DER PRAXIS



Um die enormen Chancen der digitalen Transformation gezielt nutzen zu können, brauchen Unternehmen strategische Werkzeuge, die Orientierung bieten und Veränderung ermöglichen. Enterprise Architecture Management (EAM) ist ein solches Instrument: Es schafft Struktur, reduziert Unsicherheit und macht Organisationen zukunftsfähig. Professor Dr. Helmut Beckmann vom Steinbeis-Beratungszentrum Electronic Business (EB) beschäftigt sich seit Jahren leidenschaftlich mit diesem Thema und ist überzeugt: Wer seine Organisation als digitalen Zwilling denkt, schafft die Grundlage für nachhaltige Innovation und strategische Steuerung.

Digitalisierung ist längst kein optionales Projekt mehr – sie durchdringt Geschäftsmodelle, Prozesse und Technologien und ist Voraussetzung für Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit. Doch ohne ein klares Architekturver-

ständnis droht Orientierungslosigkeit. Enterprise Architecture Management bietet an dieser Stelle einen strukturierten Ansatz, um digitale Potenziale zu erschließen und Komplexität zu beherrschen.

EAM ALS ENABLER DER TRANSFORMATION

EAM verbindet strategische Ziele mit operativer Umsetzung. Es fördert reichsübergreifende Zusammenarbeit,



DIE ENTERPRISE ARCHITECTURE BILDET ALS DIGITALER ZWILLING EIN VIRTUELLES ABBILD DER ORGANISATION.

macht Abhängigkeiten sichtbar und unterstützt Teams dabei, gemeinsam an einer agilen Organisation zu arbeiten.

Die wichtigsten Vorteile von EAM sind:

- Ganzheitliche Transparenz über Strukturen, Abhängigkeiten und Potenziale
- Fundierte Entscheidungsfindung durch vernetzte Architekturinformationen
- Risikominimierung und Effizienzsteigerung durch Simulationen
- Beschleunigte Umsetzung von Transformationsprojekten
- Nachhaltige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit

Diese Prinzipien prägen auch die Arbeit im Steinbeis-Beratungszentrum Electronic Business: Das Expertenteam um Professor Dr. Helmut Beckmann begleitet Unternehmen dabei, EAM nicht nur als Konzept, sondern als gelebte Praxis zu etablieren.

DER DIGITALE ZWILLING ALS STEUERUNGSTRUMENT

Die Enterprise Architecture bildet als digitaler Zwilling ein virtuelles Abbild der Organisation – von Geschäftsmodellen über Prozesse bis hin zu IT-Systemen. Auf diese Weise lassen sich Veränderungen simulieren, Risiken bewerten und Entscheidungen transparent vorbereiten.

In der Beratungspraxis erlebt das Team des Steinbeis-Beratungszentrums Electronic Business immer wieder, wie der digitale Zwilling Unternehmen befähigt, Transformation nicht nur zu planen, sondern aktiv zu gestalten. Er wird zum

strategischen Kompass in einer dynamischen Marktlandschaft.

EAM verknüpft Strategie, Geschäftsprozesse und Technologie. Führungskräfte erhalten damit ein zentrales Steuerungsinstrument, um Ressourcen optimal einzusetzen und ihre Organisation agil auszurichten.

Handlungsoptionen für Entscheider sind:

- EAM als festen Bestandteil der Unternehmensführung etablieren
- Den digitalen Zwilling als Werkzeug für Innovation nutzen
- Datenqualität und Systemintegration sicherstellen
- Mitarbeitende für die Nutzung qualifizieren
- Transformation als kontinuierlichen Prozess verstehen

Diese Schritte begleiten die Steinbeis-Experten mit methodischer Expertise und einem tiefen Verständnis für die individuellen Herausforderungen ihrer Partner.

PRAXISBEISPIELE AUS DER BERATUNG

In verschiedenen Branchen – etwa der Automobilindustrie, der Energieversorgung oder im Finanzsektor – zeigt sich die Wirksamkeit von EAM. So nutzte zum

Beispiel ein Automobilhersteller den digitalen Zwilling, um Produktionsprozesse zu optimieren und die Markteinführung neuer Modelle zu beschleunigen. Ein Energieversorger steigerte durch EAM die Effizienz seiner IT-Landschaft und reagierte schneller auf regulatorische Anforderungen. Im Finanzsektor ermöglichte der digitale Zwilling die Integration neuer digitaler Geschäftsmodelle und erhöhte die Kundenzufriedenheit.

Diese Beispiele spiegeln wider, was die Steinbeis-Experten auch in ihrer täglichen Arbeit erleben: EAM ist kein theoretisches Konstrukt, sondern ein praxisbewährtes und zentrales Werkzeug für nachhaltige Transformation. Als digitaler Zwilling erhöht es die Transparenz und Agilität von Unternehmen und unterstützt die strategische Weiterentwicklung. Das Team im Steinbeis-Beratungszentrum Electronic Business setzt genau hier an und hilft Unternehmen, ihre Architektur systematisch zu gestalten, den digitalen Zwilling als Steuerungsinstrument zu nutzen und Transformation als strategischen Erfolgsfaktor zu begreifen.

„EAM ist meine Passion – und mein tägliches Werkzeug, um Organisationen zukunftsfähig zu machen“, fasst Steinbeis-Experte Helmut Beckmann zusammen.

PROF. DR. RER. NAT. HELMUT BECKMANN
helmut.beckmann@steinbeis.de [Autor]



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum Electronic Business (EB) (Kirchheim)
www.steinbeis.de/su/1166

„WISSEN MACHT DEN UNTERSCHIED – NICHT DIE DATEN ALLEIN“

WIE DIGITALE ZWILLINGE KOOPERATION AUF AUGENHÖHE UND NEUE GESCHÄFTSMODELLE ERMÖGLICHEN

Kooperation, Kollaboration, Nachhaltigkeit, digitale Zwillinge – wie hängen diese Begriffe zusammen? Warum sind Daten ohne Spezialisten nur begrenzt wertvoll? Und welche Investitionen müssen Unternehmen tätigen, um digitale Zwillinge in ihre Prozesse zu integrieren? Diesen Fragen ist die TRANSFER nachgegangen. Im Gespräch mit Professor Dr. habil. Heiner Lasi, akademischer Leiter des Ferdinand-Steinbeis-Instituts (FSI) und Experte für digitale Transformation, wurde deutlich: Der Trend zu digitalen Zwillingen ist unaufhaltsam – und jedes Unternehmen kann davon profitieren.

Herr Professor Lasi, alle reden von Kooperation und Kollaboration: Welche Rolle können digitale Zwillinge dabei spielen?

Kollaboration klingt einfacher, als sie ist. In der Praxis gibt es meist einen Auftraggeber und einen Auftragnehmer – das klassische Kunden-Lieferanten-Verhältnis. Wir am Ferdinand-Steinbeis-Institut sind überzeugt: Echte Zusammenarbeit gelingt nur auf Augenhöhe. Dafür braucht es oft einen neutralen Moderator – eine Rolle, die wir übernehmen. Wir sprechen von Wertschöpfungsökosystemen, also Partnernetzwerken, in denen verschiedene Unternehmen ihre spezifischen Stärken einbringen und gemeinsam Mehrwert schaffen.

Gerade digitale Zwillinge ermöglichen diese Kooperation auf Augenhöhe. Ein Beispiel: Ein Pay-per-Use-Modell für eine Maschine oder ein landwirtschaftliches Gerät – etwa einen Mähdrescher. Viele wollen ihn nutzen, einer stellt ihn

bereit. Doch angeboten wird nicht nur das Gerät selbst, sondern ein Leistungsbündel: Versicherung, Wartung, Finanzierung durch eine Bank, Beteiligung des Herstellers und gegebenenfalls ein Reparaturservice. Damit das funktioniert, müssen alle Partner auf der Datenebene zusammenarbeiten. Der Versicherer benötigt Transparenz über Risiken, die Bank über den Restwert, der Service über den Wartungszustand. Hier schafft der digitale Zwilling die notwendige Transparenz und ermöglicht, dass jeder Partner seinen Teil der Wertschöpfung steuern kann.

Was ist das Besondere an diesem Ansatz?

Digitale Zwillinge gibt es seit Jahrzehnten. Oft werden sie als visuelle Abbilder im Kontext von Virtual Reality verstanden oder als Simulationsmodelle, die etwa bei Predictive Maintenance helfen Ausfallraten zu senken. Doch das allein schafft kein neues Geschäftsmodell – höchstens für den Software-

anbieter. Auch Banken haben bereits versucht, Pay-per-X-Modelle mit dynamischer Finanzierung anzubieten, standen jedoch vor Hürden wie der fehlende Zugriff auf Maschinendaten oder mangelndes technisches Know-how. Wenn Maschinenhersteller solche Modelle anbieten, handelt es sich meist nur um eine neue Form von Leasing – solange die Steuerung in der Automatisierungstechnik bleibt.

Wir am FSI orientieren uns an der Definition des Digital Twin Consortium: Ein digitaler Zwilling ist eine datenbasierte Repräsentanz eines realen Objekts, die aus einem konkreten Wertschöpfungspotenzial heraus motiviert ist. Digitale Zwillinge bilden Zustände ab und ermöglichen deren Veränderung – also die Steuerung realer Prozesse. Sie schaffen damit eine „Abstraktions- und Kooperationsschicht“, über die verschiedene Partner gemeinsam Prozesse steuern und Services anbieten können, ohne direkten Zugriff auf die Automatisierungstechnik zu benötigen.

Müssen digitale Zwillinge immer große, komplexe Vorhaben sein?

Nicht unbedingt. Wenn man vom klassischen Verständnis ausgeht, dass ein





© istockphoto.com/LagartoFilm

digitaler Zwilling ein vollständiges Modell von einem Produkt ist, inklusive Geometrie, Visualisierung etc., sind solche Projekte aufwendig und teuer. Wir am FSTI starten jedoch bewusst klein und pragmatisch – meist mit einem konkreten Business Case wie Pay-per-Use. Dabei identifizieren wir die Zustandswerte, die Partner wirklich benötigen, um ihre Leistung zu erbringen. Oft genügen dafür weniger als zehn Datenpunkte. Solche Zwillinge lassen sich schnell und kosteneffizient umsetzen. Da viele Sensoren ihre Werte ohnehin direkt in Cloud-Umgebungen übertragen, sind keine hohen IT-Investitionen nötig – die Einstiegskosten bleiben also überschaubar.

Viele Unternehmen zögern, ihre Daten mit Dritten zu teilen. Wie gehen Sie mit solchen Bedenken um?

Wir stellen sicher, dass nur die Daten geteilt werden, die für das jeweilige Geschäftsmodell und den jeweiligen Partner erforderlich sind. Entscheidend ist aber weniger, wer welche Daten hat, sondern wer sie sinnvoll nutzen kann. Denn seien wir ehrlich: Auch in den USA oder China existieren ähnliche Datensätze. Unser Vorteil in Europa liegt in der fachlichen Expertise –

in den Menschen, die verstehen, wie Strömungsgeschwindigkeiten oder Wärmeübertragungskoeffizienten wirken. Sie können Daten interpretieren und in Wissen verwandeln. Dieses Wissen macht den Unterschied – nicht die Daten allein. Wenn wir jedoch zu lange zögern, riskieren wir, in diesen Zukunftsthemen den Anschluss zu verlieren.

Wie können digitale Zwillinge Nachhaltigkeit fördern?

Zum einen schon in der Produktentstehung, indem sie helfen, die Effizienz zukünftiger Produkte zu steigern. In der Nutzungsphase ermöglichen sie einen energie- oder vielmehr CO₂-optimierten Betrieb – was nicht dasselbe ist. Darüber hinaus lassen sich mithilfe digitaler Zwillinge gesamte Systeme statt nur Einzelmaschinen optimieren. So können wir beispielsweise in der Kreislaufwirtschaft die Lebenshistorie von Produkten nachverfolgen und deren Wiederverwendung gezielt steuern.

Bedeutet das, dass in Zukunft kaum etwas ohne digitale Zwillinge funktioniert?

Ganz eindeutig: ja. Die Entwicklung schreitet weltweit voran. Am FSTI ar-

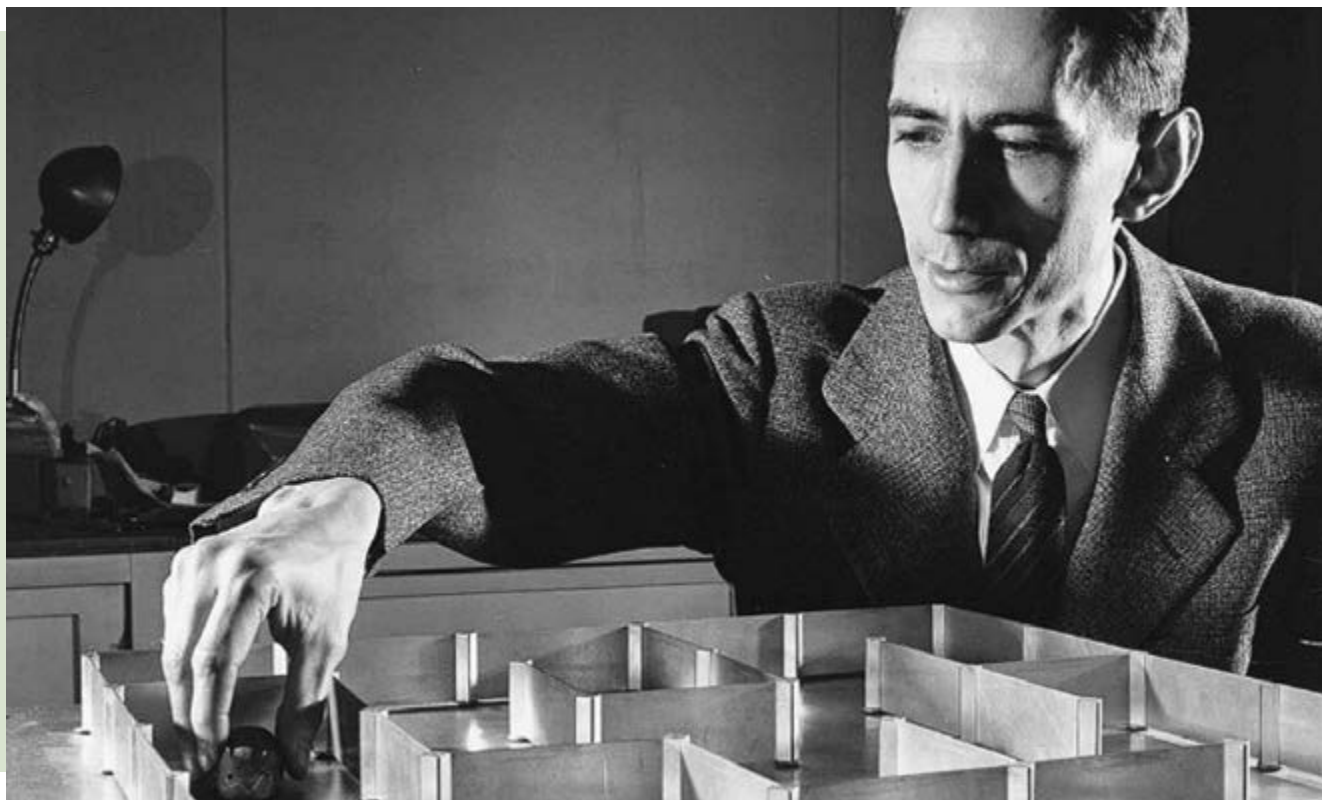
beiten wir eng mit dem Digital Twin Consortium zusammen und sehen, dass das Konzept in immer mehr Branchen Einzug hält – vom Maschinenbau über die Landwirtschaft bis hin zu kritischen Infrastrukturen. Der Trend ist klar. Noch aber sind wir an einem Punkt, an dem Unternehmen durch den Einsatz digitaler Zwillinge echte Wettbewerbsvorteile erzielen können.

PROF. DR. HABIL. HEINER LASI
heiner.lasi@steinbeis.de (Interviewpartner)



Akademischer Leiter
Ferdinand-Steinbeis-Institut
(Stuttgart/Heilbronn)

www.steinbeis.de/su/2277
www.steinbeis.de/su/2278
www.ferdinand-steinbeis-institut.de



Claude Shannon und Theseus (© MIT Museum)

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ: DER UNSICHTBARE TSUNAMI IN DER ARBEITSWELT

PROFESSOR DR. SEBASTIAN FELDMANN ZEIGT CHANCEN, RISIKEN UND
EINEN WEG IN DIE ZUKUNFT

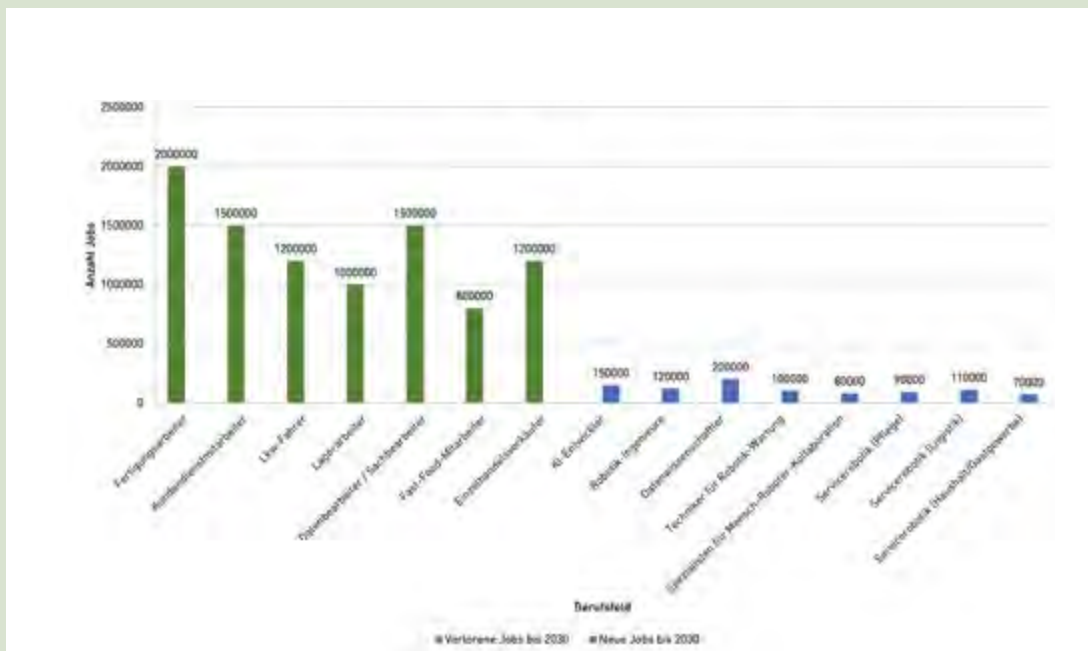
Stellen Sie sich vor: Es ist das Jahr 2030. Ihr Wecker piept nicht mehr, weil ein humanoider Roboter bereits Ihren Kaffee kocht und den Tag plant. Im Büro übernimmt eine KI die Routineaufgaben, während Sie sich auf kreative Ideen konzentrieren. Klingt utopisch? Oder dystopisch, wenn Sie zu den Millionen gehören, deren Job einfach... verschwindet? Aktuelle Studien aus dem Jahr 2025 zeigen: KI ist kein ferner Traum mehr, sondern geradezu ein Tsunami, der insbesondere auch die deutsche Wirtschaft umkrempeln wird. Steinbeis-Unternehmer Professor Dr. Sebastian Feldmann lehrt an der Hochschule Aalen und taucht in seinem Beitrag ein in die Geschichte, die Gegenwart und vor allem in die Perspektiven der KI, die uns erwarten.

KI ist keine Modeerscheinung, sondern eine Evolution, ähnlich dem Aufkommen der Elektrizität oder des Internets. Die Grundlagen der KI legten Pioniere wie Claude Shannon: Der US-amerikanische Mathematiker, der 1951 eine labyrinthlösende mechanische Maus namens

„Theseus“ baute, legte im Rahmen seiner Forschung den Grundstein für die heutigen neuronalen Netze – das sind künstliche, in der Regel computergestützte Systeme, die dem menschlichen Gehirn nachempfunden sind und heute beispielsweise Betrug erkennen, Logis-

tik optimieren oder medizinische Diagnosen stellen [1].

Die sogenannten Large Language Models (LLM) wie ChatGPT gehen noch einen Schritt weiter: Sie generieren Texte, übersetzen Sprachen und schreiben



Vergleich verlorener und neuer Jobs durch KI und Robotik in Deutschland (validierte Daten; Deutschland, Prognose bis 2030, Quelle: meist zitierte Studien von Bitkom, IAB, McKinsey, OECD zusammengefasst)

Programmcode. LLM basieren auf der Transformer-Architektur, die im Jahr 2017 aufkam. Zahlreiche Meilensteine markieren den Weg bis hin zur Entwicklung der heutigen LLM-Architektur: Alan Turings Test 1950, der erste Chatbot ELIZA 1966 oder auch Deep Blues Schachsieg 1997. Heute, im Dezember 2025, revolutioniert ChatGPT das Alltagsleben und Elon Musk prophezeit enthusiastisch, dass es Milliarden von Robotern geben wird, die Waren nahezu kostenlos produzieren. Im Kontrast zu dieser neuen Euphorie gibt es aber auch warnende Worte für die bevorstehende technische Disruption. Beispielsweise von Bill Gates: „Für die meisten Aufgabengebiete werden Menschen überflüssig sein“. Und selbst Shannon warnte schon: „Es besteht die Gefahr, dass wir für Roboter dasselbe werden könnten, was heutzutage als Äquivalent der Hund für den Menschen ist, er drückt dabei den Maschinen die Daumen“. Man muss unweigerlich die Frage stellen, wie sich also die Zukunft für die Menschen entwickeln wird: Wird

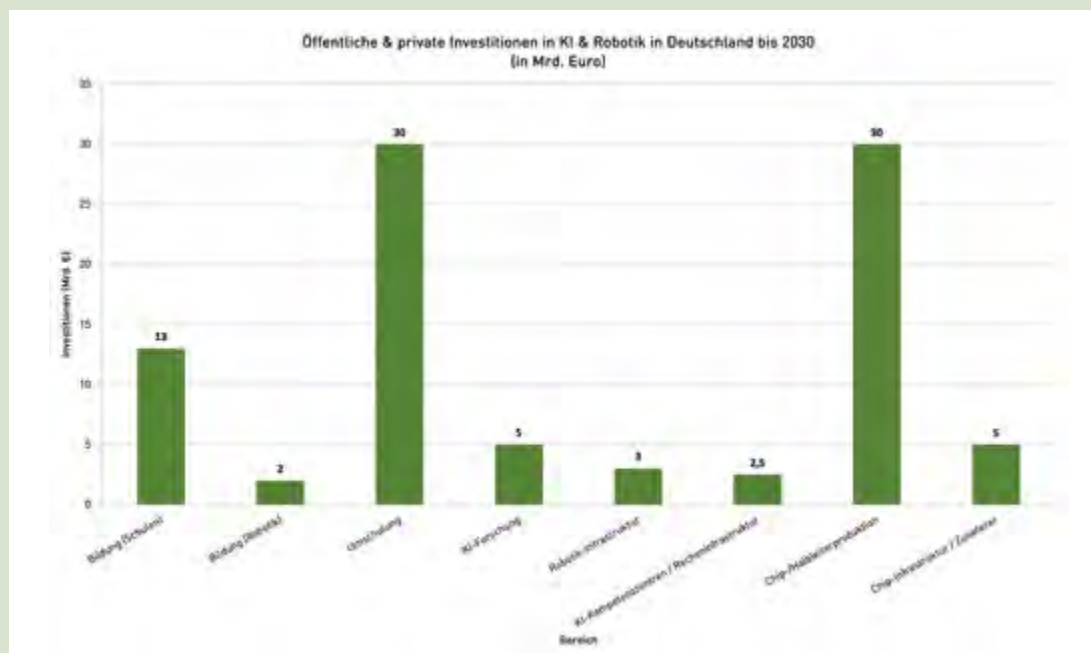
der Mensch nur noch eine Zuschauerrolle in der geschichtlichen Zukunft einnehmen? Vergleichbar mit einem Pferd, das einst unverzichtbares Arbeitstier war und heute größtenteils nur noch der Freizeitbeschäftigung dient? Quellen, die diese Befürchtung belegen, finden sich in vielen Studien [2].

DISRUPTION HAUTNAH: JOBVERLUSTE UND NEUE HORIZONTE

In Deutschland brodeln es. Eine Oxford-Studie prognostizierte bereits 2023, dass Fertigungsarbeiter und Kundendienstmitarbeiter ab 2025 von Jobverlusten betroffen sein könnten. Heute, 2025, bestätigen das die aktuellen Zahlen, wie die des „PwC AI Job Barometers“. Der Siegeszug der KI führt zu einer Transformation der Jobs in den hiesigen Unternehmen, steigert Gehälter, aber verlangt gleichzeitig eine wesentlich höhere Qualifikation der Mitarbeiter [3] – doch in Deutschland stagniert der Boom. Das Ifo-Institut

meldet: Unternehmen erwarten in den nächsten fünf Jahren Stellenabbau durch KI [4]. EYs „European AI Barometer“ enthüllt, dass 70 % der Beschäftigten Jobverluste fürchten, 36 % um ihren eigenen Job bangen. McKinsey erwartet 24 % automatisierte Jobs bis 2030, bei 10 Millionen Arbeitsplatzverlusten und nur 920.000 neuen Jobs – darunter KI-Entwickler und Robotikingenieure.

Es finden sich aber auch eine Reihe von positiven Aspekten dieser Transformation. Die generative KI verändert nicht nur Jobs, sondern schafft neuartige hybride Arbeitsmodelle. Daher ist die aktuelle Prognose nicht ganz so dystrophisch, wie befürchtet. Im Blog „Workday“ wird prognostiziert, dass neue Rollen in der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit entstehen. Etwa in der Pflege, wo Roboter in Zukunft bis zu 90.000 Jobs ergänzen könnten [5]. Das Bundesinstitut für Berufsbildung berichtet, dass die intensivere KI-Nutzung zu komplexeren Tätigkeiten führt



Notwendige Investitionen
speziell in Bildung
zum Thema künstliche
Intelligenz, Robotik
und Chips
(eigene Darstellung)

[6] – von Routine zu Kreativität. Auf X (ehemals Twitter) tobt die Debatte: Ein User warnt, dass autonomes Fahren in Deutschland scheitert – zu viel Regulierung, zu wenig Bandbreite. Ein anderer sieht die Zukunft der KI-Roboter auch im Handwerk: „1.000 Roboter sammeln in einer Woche 140.000 Stunden Erfahrung – mehr als ein Mensch in 74 Jahren.“ Die Alphabet-Tochter Waymo führt bereits 150.000 Roboter-Taxifahrten wöchentlich durch – deutsche Auto-konzerne fallen massiv zurück, behindert durch unnötige Regulierungen und zu hohe Kosten bei der Systementwicklung. Und in der Verwaltung? KI überwindet Sprachbarrieren und outsourcet Routineaufgaben – auch hier droht ein massiver Transfer von menschlichen Tätigkeiten hin zur künstlichen Intelligenz.

GESELLSCHAFTLICHE SPANNUNGEN BAHNEN SICH AN: UNGLEICHHEIT UND ETHISCHE FALLEN

Die dramatische Diskrepanz zwischen den prognostizierten 10 Millionen verlorenen Jobs und nur 920.000 neuen Jobs

durch KI und Robotik bis 2030 stellt Deutschland vor große Herausforderungen (eigene Prognose). Gesellschaftlich drohen Arbeitslosigkeit, soziale Spannungen und wachsende Ungleichheit, besonders für Geringqualifizierte und ältere Arbeitnehmer. Das Bildungssystem steht unter Druck und kulturelle Umbrüche könnten traditionelle Arbeitsidentitäten infrage stellen, während Tech-Regionen wirtschaftlich profitieren.

Deutschlands Demografie verstärkt den Druck: Durch Zuwanderung könnte der Fachkräftemangel gelindert werden, doch 42% der 19- bis 25-Jährigen mit Migrationshintergrund besitzen aktuell keinen beruflichen Abschluss [7]. Frühkindliche Bildung und Umschulungen sind der Schlüssel, um hier entgegenzusteuern – KI könnte bei der Sprachförderung helfen, aber auch die Betreuung in den Kitas muss ausgebaut werden [8]. Die hierfür benötigten Investitionen explodieren geradezu: Bis zum Jahr 2030 müssten 90,5 Milliarden Euro in das deutsche Bildungssystem fließen, davon 30 Milliarden für die Um-

schulung von zwei Millionen Arbeitnehmern, um diese für das KI-Zeitalter vorzubereiten [9]. Weiterhin sind massive Chip-Subventionen notwendig (20 Milliarden bis 2027 [10]), die die Entstehung von Fabriken fördern. Doch Bertelsmann warnt: Statt Boom stagniert der KI-Jobmarkt in Deutschland [vgl. 3].

Und auch ethische Fragen wollen beantwortet werden: Wer haftet bei KI-Fehlern in der Pflege? Wie finden wir Sinn, wenn Arbeit überflüssig wird? X-Nutzer plädieren für Gesetze, die menschliche Arbeit vorschreiben – um Abhängigkeit zu vermeiden und Notfallpläne zu haben. Soziale Jobs wie in der Pflege lassen sich ergänzen, aber nicht ersetzen. Und: KI könnte Lohn-dumping in Niedriglohnjobs wie in der Reinigung forcieren, da Einstiegsjobs verschwinden.

PERSPEKTIVEN FÜR DIE ZUKUNFT: VON DER ANGST ZUR GESTALTUNG

Umfragen zeigen, dass viele Menschen positive Effekte wie effizientere Arbeit,



KI KÖNNTE UNS BEFREIEN ODER SPALTEN.

aber auch Risiken erwarten [11]. Die Vision: Eine symbiotische Welt, in der KI die Routine übernimmt und Menschen innovieren. Bis 2025 könnte allgemeine KI mit Robotern verschmelzen. Hier setzt der geplante KI-Innovation HUB e.V. (www.KIIHUB.de) an, mit dem Ziel der Vernetzung von KI-Experten aus Forschung, Start-ups und Mittelstand mit der breiten Gesellschaft. Hierdurch sollen wichtige Themen zum anstehenden Umbruch in die Breite der Gesellschaft getragen und damit die wachsende Ungleichheit bekämpft werden, die unausweichlich durch die

immer schneller werdenden Technologiedisruptionen kommen wird. Die WirtschaftsWoche berichtet von verdoppelten Suchanfragen nach dem Stichwort „Arbeitslosigkeit“ seit 2021 [12] – ein deutliches Warnsignal.

Worin besteht nun die Lösung? Lebenslanges Lernen, kulturelle Sensibilität und Unterstützung aus der Politik sind notwendig. Insbesondere die Politik muss die Rahmenbedingungen schaffen, um Innovationen voranzutreiben sowie Gründungsinitiativen zu fördern, indem Barrieren abgeschafft und Ge-

setze an die heutige Zeit angeglichen werden. Im Rahmen der Forschung in der KI-Werkstatt Mittelstand [13] an der Hochschule Aalen werden aktuell Kollaborationen getestet – von Menschen, künstlicher Intelligenz und autonomen robotischen Systemen. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass wir uns gerade an einem wegweisenden Wendepunkt befinden. KI könnte uns befreien oder spalten. Die Frage ist nicht, ob sie kommt, sondern wie wir sie gestalten. Lassen Sie uns den Tsunami reiten, statt unterzugehen.

Quellen

- [1] A. Melanie, M. Baum (BIBB) und weitere: „Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe 2.0): Eine Datengrundlage für die Erforschung von Künstlicher Intelligenz und anderer Technologien in der Arbeitswelt“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2025
- [2] Ernst & Young Global Limited (EY): „Mehr als ein Drittel der Beschäftigten fürchtet wegen Künstlicher Intelligenz um den eigenen Job“, 2025
- [3] J. Büchel, J. F. Engler, A. Mertens: „KI-Jobs in Deutschland: Stagnation statt Boom“, Bertelsmann Stiftung Gütersloh, 2025, DOI 10.11586/2025025
- [4] K. Wohlrabe: „Mehr KI, weniger Jobs? Was Unternehmen in Deutschland erwarten“, IFO Institut, 2025, ISSN 2700-8371
- [5] M. Valero: „Neue Jobs durch KI: Wie sich die Arbeitswelt der Zukunft verändert“, Workday (Blog), 2025
- [6] Michael Bloss, Grünen-Europaabgeordneter, 19. November 2025: „Deutschland wird autonomes Fahren wohl verpassen. Zu viel Regulierung, zu wenig Bandbreite, zu wenig Mut.“, Post auf X, 2,3 Mio. Impressionen
- JulianRmm, 21. November 2025: „Ein Team von 1.000 KI-Robotern sammelt in einer Woche ~140.000 Stunden Erfahrung. Das entspricht mehr Erfahrung als ein einzelner Mensch in 74 Jahren Lebensarbeitszeit bekommt.“, Post auf X, 5 Mio. Impressionen
- [7] M. Baas: „Bildungsbeteiligung nach Migrationshintergrund“, Statistisches Bundesamt, 2021
- [8] S. Böhmer und weitere: „Gelebte Vielfalt: Familien mit Migrationshintergrund in Deutschland“, Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2020, Artikel: 2BR193
- [9] Schätzung basierend auf McKinsey- und BMBF-Daten zu Qualifizierungsbedarf von Arbeitnehmern
- [10] Die Bundesregierung hat 2023 angekündigt, 20 Mrd. Euro aus dem Klima- und Transformationsfonds bereitzustellen, um die Halbleiterproduktion zu stärken
- [11] Statista.de: „Rechnen Sie damit, dass sich künstliche Intelligenz in den kommenden fünf Jahren auf Ihren Arbeitsplatz auswirkt?“, 2025
- [12] F. Weyand: „Die Angst vor der Arbeitslosigkeit kehrt zurück“, WirtschaftsWoche, 2025
- [13] <https://www.hs-aalen.de/de/facilities/243>

PROF. DR. SEBASTIAN FELDMANN

sebastian.feldmann@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum Mechatronik und Robotik (NectOne) (Aalen)

www.steinbeis.de/su/2415 | www.nectone.com



SEMANTIK, STRUKTUR UND MASCHINELLE INTELLIGENZ

VOM DATENCONTAINER ZUM SEMANTISCHEN MODELL – ODER WARUM DER DIGITALE ZWILLING EIN FUNDAMENT BRAUCHT

Der digitale Zwilling gilt als Schlüssel zur vernetzten Industrie. Viele Unternehmen verstehen ihn jedoch nur als reines Abbild ihrer Produktionsdaten. Johannes Eckstein und Dr. Oliver Braun, Steinbeis-Geschäftsführer der Stuttgarter NuCOS GmbH, verweisen auf eine tiefere Ebene: Erst durch ein semantisches Fundament und maschinelle Intelligenz wird aus Daten tatsächlich Wissen – und aus digitaler Repräsentation ein lernendes System. Ihr Fazit: Digitale Zwillinge sind kein Selbstzweck, sondern entfalten ihre Wirkung erst dann, wenn Daten, Modelle und Menschen in einem gemeinsamen Verständnis zusammenarbeiten.

„Ein digitaler Zwilling ist dann ideal, wenn er den realen Kontext einer Maschine, eines Materials oder Prozesses versteht“, erklärt Johannes Eckstein. Das gelingt nur, wenn Begriffe, Parameter und Zustände eindeutig definiert und miteinander verknüpft sind. Solche anforderungsoptimierten Datenmodelle sind weit mehr als bloße strukturierte Datenbanken. Sie bilden die Sprache der Fachdomäne ab – also das Wissen, das bisher in Dokumenten, Köpfen oder Tabellen verborgen blieb. Und Oliver Braun ergänzt: „Wir betrachten den digitalen Zwilling als dynamisches System, das mit den Anforderungen seiner Umgebung mitwächst. Ohne ein semantisches Datenmodell bleibt er ein statisches Abbild – mit einem solchen Modell wird er zum Instrument für Interoperabilität, Automatisierung und Qualität.“

MASCHINELLE INTELLIGENZ ALS WERKZEUG, NICHT ALS ERSATZ

Für Johannes Eckstein ist der Begriff „künstliche Intelligenz“ irreführend: „Künstlich ist sie eigentlich nicht – es ist maschinelle Intelligenz, die wir trainieren und formen.“ Sie entsteht aus menschlicher Erkenntnis, übersetzt in Modelle, die Muster erkennen und Hypothesen bilden können. In der Praxis bedeutet das: Maschinelle Intelligenz hilft, Prozessdaten aus der Fertigung

zu analysieren, Abweichungen frühzeitig zu erkennen und Produktionsparameter selbsttätig zu optimieren. Die Voraussetzung bleibt jedoch dieselbe: hohe Datenqualität und ein klares Kontextverständnis. „KI allein löst keine Probleme. Erst wenn sie auf semantisch saubere, nachvollziehbare Daten trifft, kann sie wirken. Dann wird sie zum Partner, nicht zum Rätsel“, so der Steinbeis-Experte.

VON DER THEORIE ZUR INDUSTRIELLEN UMSETZUNG

NuCOS unterstützt Unternehmen dabei, digitale Zwillinge in der Praxis zu verankern. Das geschieht nicht durch monolithische Plattformen, sondern durch modulare, interoperable Lösungen. Mit

Systemen wie AddiPlan, AddiBase und AddiMap bietet das Unternehmen Werkzeuge, die von der Prozessplanung über die Qualitätssicherung bis hin zur Datenökonomie reichen – und das jeweils auf einer gemeinsamen semantischen Basis. Die Kunden des Steinbeis-Unternehmens starten oft klein, mit klar abgegrenzten Use Cases. Durch die strukturierte Datenbasis wächst der Zwilling mit. Das senkt Einstiegshürden und schützt vor technologischem Lock-in.

Ein weiteres Leitmotiv der NuCOS-Philosophie ist die Nutzerzentrierung. Johannes Eckstein und Oliver Braun sind überzeugt, dass Technologie ihren Wert erst dann entfaltet, wenn sie tatsächlich verwendet wird. Deshalb werden Nutzer früh in Entwicklungsprozesse



EIN VERSTÄNDLICHES INTERFACE STEIGERT NICHT NUR AKZEPTANZ, SONDERN AUCH DATENQUALITÄT.

eingebunden – durch Workshops, Prototypen und iterative Tests. Denn: Ein verständliches Interface steigert nicht nur Akzeptanz, sondern auch Datenqualität. Und saubere Daten sind die Lebensader jedes digitalen Zwilling.

VERNETZTE ZWILLINGE UND DATENRÄUME

In den kommenden Jahren werden sich digitale Zwillinge zu vernetzten, domänenübergreifenden Systemen ent-

wickeln. Sie verbinden Produktionsanlagen, Labore, Simulationen und Geschäftsprozesse über gemeinsame Datenräume – basierend auf offenen Standards und Cloud-Edge-Architekturen.

Beide Steinbeis-Experten sind überzeugt, dass dies gerade für kleine und mittlere Unternehmen eine Chance und keine Bedrohung ist: Wichtig ist, mit einem semantischen Fundament zu starten. Wer heute die Daten sauber

modelliert, kann morgen skalieren – unabhängig von Plattformen oder Anbietern.

Zusammengefasst: Der digitale Zwilling ist kein Abbild, sondern ein Versprechen – das Versprechen, Maschinen, Prozesse und Produkte in einer gemeinsamen Sprache erfassen und verstehen zu können. Maschinelle Intelligenz, semantische Datenmodelle und nutzerzentrierte Software bilden dafür das Rückgrat.

„KLEIN ANFANGEN, ABER RICHTIG“

EIN GESPRÄCH MIT JOHANNES ECKSTEIN UND DR. OLIVER BRAUN ÜBER DATENMODELLE, KI UND DIE ZUKUNFT DER DIGITALEN ZWILLINGE

Herr Eckstein, Herr Dr. Braun, was macht aus Ihrer Sicht einen idealen digitalen Zwilling aus – und welche Bedeutung kommt dabei anforderungsoptimierten Datenmodellen zu?

Johannes Eckstein:

Ein digitaler Zwilling ist dann ideal, wenn er nicht nur Daten abbildet, sondern Zusammenhänge versteht. Das bedeutet: Er muss den realen Kontext einer Maschine, eines Materials oder eines Prozesses semantisch erfassen können. Erst wenn Begriffe, Parameter und Zustände eindeutig definiert und miteinander verknüpft sind, kann man Daten wirklich interpretieren, vergleichen und in neuen Anwendungen wiederverwenden.

Dr. Oliver Braun:

Genau hier kommen anforderungsoptimierte Datenmodelle ins Spiel. Wir

unterscheiden zwischen einem reinen Informationscontainer und einem semantischen Modell, das fachliche Anforderungen explizit abbildet. Letzteres erlaubt, dass ein digitaler Zwilling nicht statisch bleibt, sondern mit den Anforderungen der Entwicklung, Fertigung oder Qualitätssicherung mitwächst. Für uns ist das der Schlüssel, um Interoperabilität und Automatisierung überhaupt möglich zu machen.

Welche konkreten Vorteile ergeben sich durch den Einsatz von KI in digitalen Zwillingen?

Johannes Eckstein:

Künstliche Intelligenz entfaltet ihren Wert erst dann, wenn sie auf konsistente, nachvollziehbare Daten zugreifen kann. In einem digitalen Zwilling kann KI Anomalien erkennen, Prozessparameter optimieren oder Entscheidungsprozesse unterstützen – aber nur, wenn

die Daten strukturiert, kontextualisiert und nachvollziehbar sind.

Dr. Oliver Braun:

Wir nutzen KI beispielsweise, um Prozessdaten aus additiven Fertigungsanlagen zu analysieren und daraus Qualitätsindikatoren abzuleiten. Damit lassen sich nicht nur Ursachen für Abweichungen schneller finden, sondern auch künftige Bauteilserien vorausschauend optimieren. KI wird so vom reinen Analysetool zum integralen Bestandteil des digitalen Zwillinges – als lernendes, erklärbares System.

Mit welchen Dienstleistungen unterstützen Sie Ihre Kunden bei der Umsetzung digitaler Zwillinge in der Praxis?

Dr. Oliver Braun:

Unsere Kunden kommen oft mit sehr spezifischen Anforderungen – von der

Fertigung über die Forschung bis hin zur Produktentwicklung. Wir begleiten sie beim Aufbau der semantischen Datenbasis, integrieren vorhandene Systeme über APIs und schaffen Schnittstellen zu MES-, ERP- oder Laborumgebungen.

Johannes Eckstein:

Darüber hinaus entwickeln wir auf Basis dieser Modelle praxisnahe Anwendungen – etwa für Prozessplanung, Traceability, Qualitätssicherung oder Datenökonomie. Wichtig ist uns immer, dass der Kunde nicht von einem monolithischen System abhängig wird, sondern dieses schrittweise aufbauen und erweitern kann. Deshalb setzen wir auf modulare Software wie AddiPlan, AddiBase oder AddiMap, die zusammen ein offenes, interoperables Ökosystem bilden.

Weshalb legen Sie in Ihrer Arbeit besonderen Wert auf eine hohe Bedienfreundlichkeit und ein positives Nutzererlebnis?

Johannes Eckstein:

Weil Technologie nur dann wirksam ist, wenn sie genutzt wird. In der Industrie gibt es unzählige gute Systeme, die jedoch scheitern, weil sie zu komplex in der Bedienung sind oder die Nutzer nicht mitgenommen werden. Unser Ansatz lautet: Usability ist kein Nice-to-have, sondern ein Produktivitätsfaktor.

Dr. Oliver Braun:

Wir integrieren Nutzerzentrierung von Anfang an. Das Ziel ist, dass Ingenieure, Fertiger oder Qualitätsmanager sich auf ihre Arbeit konzentrieren können, nicht auf das Tool. Eine gute Benutzeroberfläche senkt die Einstiegshürde und erhöht die Datenqualität – beides entscheidend für den Erfolg digitaler Zwillinge.

Welche technologischen Entwicklungen werden Ihrer Einschätzung nach die Zukunft digitaler Zwillinge prägen? Und wie können insbesondere kleine und mittlere Unter-

nehmen (KMU) mit dieser Dynamik Schritt halten?

Dr. Oliver Braun:

Wir sehen eine klare Bewegung hin zu vernetzten, domänenübergreifenden Zwillingen, die nicht nur einzelne Maschinen oder Produkte, sondern ganze Wertschöpfungsprozesse abbilden. Dafür braucht es standardisierte Schnittstellen, Cloud-Edge-Konzepte und interoperable Datenräume.

Johannes Eckstein:

Für KMU bedeutet das nicht, dass sie alles auf einmal umsetzen müssen. Wichtig ist, mit klar abgegrenzten, datengetriebenen Anwendungsfällen zu starten – etwa Traceability, Prozessüberwachung oder KI-gestützte Qualitätssicherung. Wenn die Datenmodelle richtig aufgebaut sind, kann man daraus Schritt für Schritt skalieren. Genau das ist unser Ansatz: klein anfangen, aber richtig – mit einem semantischen Fundament, das Wachstum ermöglicht.

DR. OLIVER BRAUN

oliver.braun.1987@steinbeis.de (Autor, Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum NuCOS (Stuttgart)
www.steinbeis.de/su/1987 | www.nucos.de

Geschäftsführer
NuCOS GmbH (Stuttgart)
www.steinbeis.de/su/2158 | www.nucos.de

JOHANNES ECKSTEIN

johannes.eckstein@steinbeis.de (Autor, Interviewpartner)

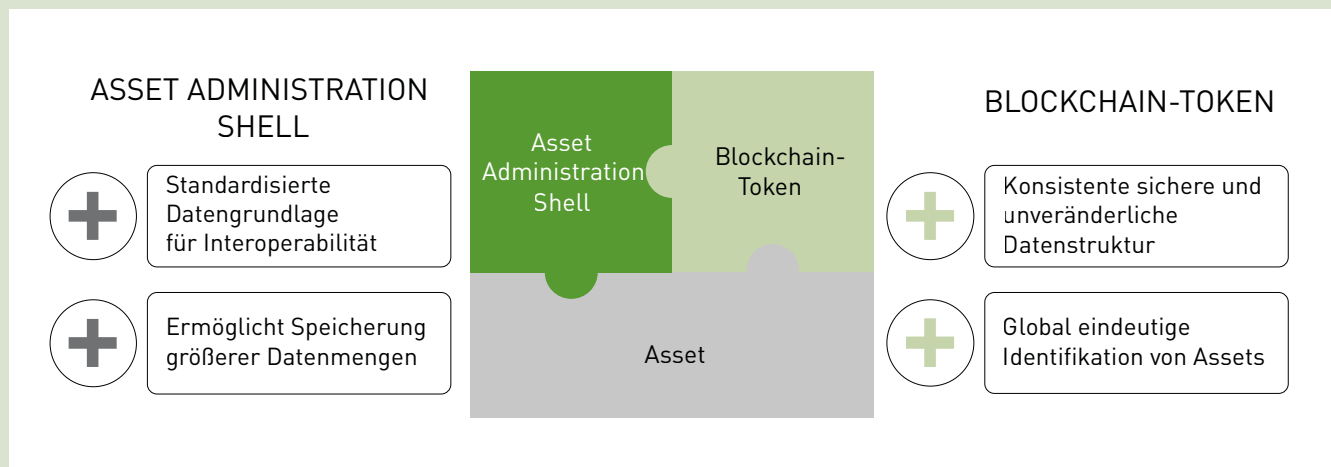


Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum NuCOS (Stuttgart)
www.steinbeis.de/su/1987 | www.nucos.de

Geschäftsführer
NuCOS GmbH (Stuttgart)
www.steinbeis.de/su/2158 | www.nucos.de

IDENTIFIKATION IM VIRTUELLEN: DER DIGITALE PRODUKTPASS HILFT

DIE EINDEUTIGE IDENTIFIKATION ALS SCHLÜSSEL ZUR AUTONOMISIERUNG



↑ Hybrides Identitäts- und Datenmodell aus Asset Administration Shell und Blockchain-Token

Die Diskussion um Autonomisierung in Technik und Wirtschaft ist untrennbar mit der Anforderung verlässlicher Daten und digitaler Abbilder verbunden. Während Automatisierung auf vordefinierten Prozessen basiert, bezeichnet Autonomisierung die Fähigkeit von Systemen, Entscheidungen eigenständig und adaptiv zu treffen. Eine notwendige Grundlage dafür ist die konsistente Verknüpfung zwischen physischen Objekten und ihren digitalen Repräsentationen. Der digitale Zwilling stellt eine solche Repräsentation dar, indem er alle relevanten Informationen über ein Produkt über den Lebenszyklus hinweg sammelt, aktualisiert und verfügbar macht. Mit dem digitalen Produktpass (DPP) wird dieses Konzept regulatorisch verankert und erweitert, um Transparenz, Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit sicherzustellen. Zentrale Voraussetzung für beide Konzepte ist die eindeutige Identifikation von Produkten und ihren Komponenten. Das Steinbeis-Innovationszentrum Künstliche Intelligenz für Mensch und Maschine führte in Zusammenarbeit mit dem Werk150 der Hochschule Reutlingen eine von der Baden-Württemberg Stiftung geförderte Studie durch, mit dem Ziel, die Rolle der eindeutigen Identifikation für die Umsetzung des digitalen Produktpasses im Maschinenbau zu analysieren.

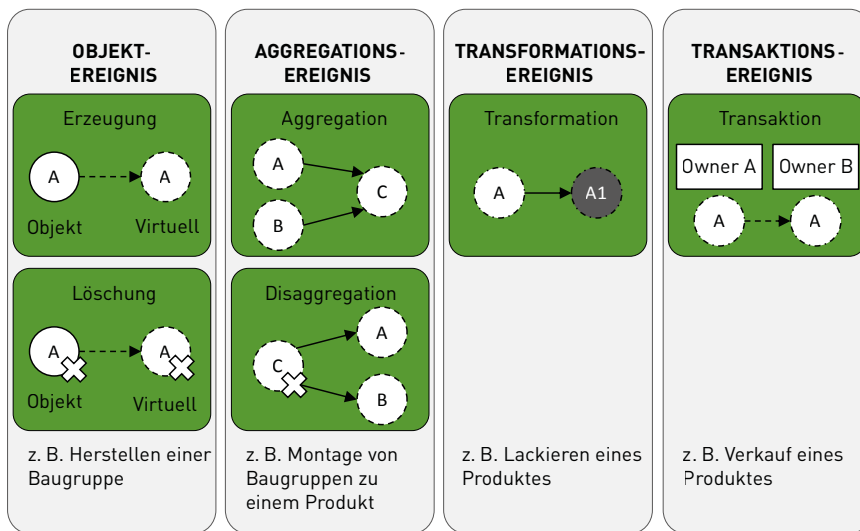
Der Nutzen des digitalen Produktpasses ist nur dann realisierbar, wenn ein Produkt über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg eindeutig identifizierbar bleibt. Dies betrifft sowohl das Gesamtprodukt als auch seine einzelnen Komponenten. Gerade im Maschinenbau können Teile nach der Erstnutzung in unterschiedlichen Kontexten weiterver-

wendet werden, sodass verschiedene R-Strategien – etwa Reuse (Wiederverwendung), Reparatur oder Recycling – parallel Anwendung finden können. Alle Identifikationen und die daraus abgeleiteten digitalen Produktpässe müssen dabei konsistent bleiben, um Nachvollziehbarkeit und Lebenszyklusorientierung sicherzustellen.

ANFORDERUNGEN AN IDENTIFIKATIONSSYSTEME

Ein zukunftsfähiges Identifikationssystem für den DPP muss mehrere Anforderungen erfüllen. Dazu gehören:

- **Modularität:** Produkte bestehen zunehmend aus komplexen Komponentenstrukturen. Jede Ebene



Ereignistypen für die blockchainbasierte Rückverfolgbarkeit von Assets

muss eindeutig identifizierbar sein, um im DPP adressiert werden zu können.

- **Interoperabilität:** Identifikatoren müssen über Systeme und Branchen hinweg einsetzbar sein, um internationale Lieferketten abzudecken.
- **Sicherheit:** Schutz vor Manipulation und Fälschung ist unerlässlich, insbesondere bei sicherheits- oder gesundheitskritischen Produkten.
- **Datenhoheit:** Unternehmen müssen steuern können, welche Daten für wen sichtbar sind, um Geschäftsgeheimnisse zu wahren.

Im Maschinenbau wird die Herausforderung besonders deutlich: Komplexe Investitionsgüter bestehen aus Tausenden von Komponenten, deren Identifikation nicht nur für Wartung und Service, sondern auch für Recycling- und Second-Life-Szenarien erforderlich ist. Insbesondere kleine und mittlere Un-

ternehmen (KMU) stehen hier vor Integrations- und Standardisierungsfragen.

KOMPLEXITÄT ALS HERAUSFORDERUNG

Klassische Methoden wie Barcode oder RFID ermöglichen zwar die Kennzeichnung, stoßen jedoch an ihre Grenzen hinsichtlich Fälschungssicherheit, Datenpersistenz und Lebenszykluslänge. Neue Ansätze setzen dagegen auf digitale Identitäten, die mit internationalen Standards wie dem GS1 Digital Link oder dem EPCIS-Datenmodell verknüpft werden. Besonders vielversprechend – insbesondere in stärker dezentral organisierten Wertschöpfungsnetzwerken wie im Maschinenbau – ist die Kombination der Asset Administration Shell (AAS) mit Blockchain-Technologien.

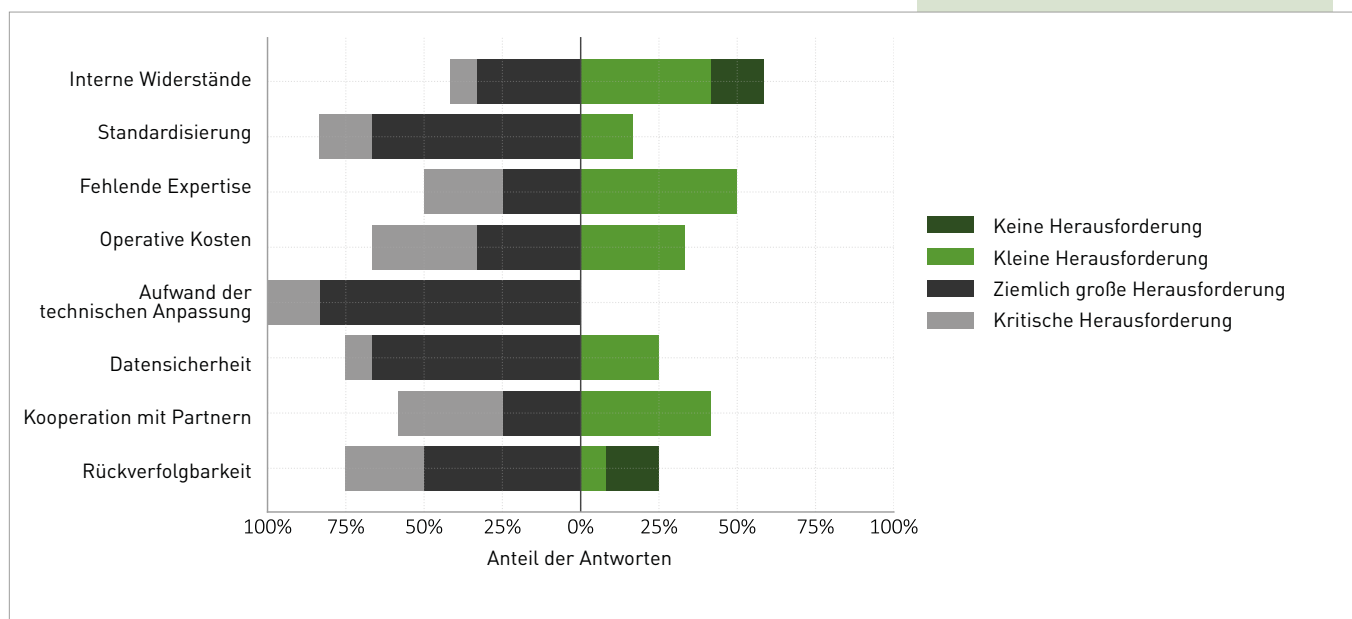
Der Maschinenbau ist im Vergleich etwa zur Automobilindustrie ein frag-

mentiertes Netzwerk ohne dominierenden Akteur, das stärker auf Koordination, Standardisierung und gemeinsame Infrastrukturen angewiesen ist. Die AAS fungiert als digitaler Zwilling des Produkts, strukturiert Merkmale, Zustände und Ereignisdaten und stellt diese über standardisierte Schnittstellen bereit. Die Blockchain ergänzt dies durch fälschungssichere Nachweise, die eine vertrauenswürdige Aggregation und Übertragung von Identitäten ermöglichen. Damit entsteht ein hybrides Modell, das sowohl technische als auch organisatorische Anforderungen erfüllt.

Auf diese Weise können Unternehmen identitäts- und ereignisbezogene Daten interoperabel austauschen und Abläufe wie Seriennummernvergabe, Servicebuchführung, Gewährleistungs- und Eigentumsnachweise nachvollziehbar automatisieren. Das stärkt die Komplexitätsbeherrschung in fragmen-



NUTZUNGS-, ZUSTANDS- SOWIE EIGENTUMSNACHWEISE WERDEN MANIPULATIONSSICHER GEFÜHRT, ABRECHNUNG UND SERVICE-LEVEL-PRÜFUNGEN WERDEN AUTOMATISIERBAR.



tierten Lieferketten und eröffnet zirkuläre Geschäftsmodelle wie Wiederverwendung, Refurbishment, Rücknahme und sortenreines Recycling bei gewahrter Datensouveränität. Der Ansatz unterstützt auch nutzungsbasierte Modelle wie Pay per Use: Nutzungs-, Zustands- sowie Eigentumsnachweise werden manipulationssicher geführt, Abrechnung und Service-Level-Prüfungen werden automatisierbar. Da Produkte planmäßig an den Hersteller zurückkehren, erleichtert die verknüpfte Identität Rücknahme, Refurbishment und erneute Vermarktung des gesamten Produkts oder einzelner Komponenten.

IDENTIFIKATIONSSYSTEME: HYBRID UND PRAXISTAUGLICH

Zur Untersuchung des Umsetzungsstands im Maschinenbau hat das Steinbeis-Innovationszentrum Künstliche Intelligenz für Mensch und Maschine im Sommer 2025 eine Nutzerbefragung bei Unternehmen durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass sich die Unternehmen des Bedarfs eindeutiger Identifikationssysteme bewusst sind, deren Umsetzung jedoch mit erheblichen Barrieren verbunden ist. Besonders deutlich wird dies bei der technischen

Integration in bestehende IT- und Produktionssysteme: Alle Befragten nannten sie als größte Herausforderung. Damit wird klar, dass die Einführung des digitalen Produktpasses nicht allein von regulatorischen Vorgaben oder technischen Standards abhängt, sondern vor allem von der Fähigkeit, neue Lösungen nahtlos in gewachsene Systemlandschaften zu integrieren.

Fehlende Standardisierung und die Sicherstellung einer durchgängigen Rückverfolgbarkeit wurden ebenfalls häufig genannt. Dies verdeutlicht, dass die Umsetzung des DPP vor allem technologisch-architektonische Fragestellungen aufwirft, die Unternehmen nur im Verbund mit standardisierten Ansätzen wie der AAS und interoperablen Datenräumen bewältigen können.

Mit dem vorgestellten hybriden Ansatz aus Asset Administration Shell und Blockchain wurde eine praxistaugliche Lösung zur eindeutigen Identifikation von Komponenten und Produkten in stärker dezentral organisierten Wertschöpfungsnetzwerken entwickelt, die sich ohne großen Anpassungsaufwand in bestehende IT- und Produktionssysteme integrieren lässt.

↑ Herausforderungen bei der Umsetzung des digitalen Produktpasses im Maschinenbau

Die Maßnahme wurde im Rahmen des Ideenwettbewerbs Blockchain von der Baden-Württemberg Stiftung gGmbH gefördert.

PROF. DR. DANIEL PALM
daniel.palm@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Innovationszentrum
Künstliche Intelligenz für
Mensch und Maschine (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/2399
www.siz-kimm.de

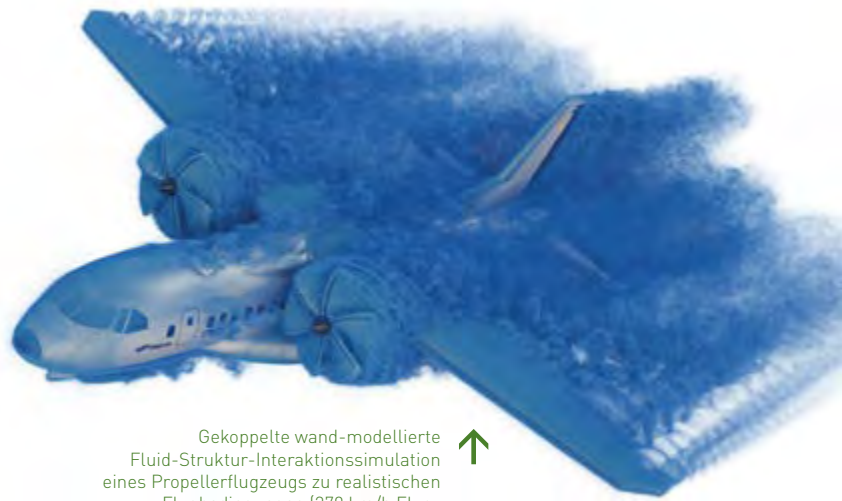
PROF. DR.-ING. VERA HUMMEL
vera.hummel@steinbeis.de (Autorin)



Steinbeis-Unternehmerin
Steinbeis-Innovationszentrum
Künstliche Intelligenz für
Mensch und Maschine (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/2399
www.siz-kimm.de

VIRTUELLE PRODUKT- ENTWICKLUNG UND PROZESS- AUSLEGUNG AUF EINEM NEUEN EFFIZIENZLEVEL



Gekoppelte wand-modellierte Fluid-Struktur-Interaktionssimulation eines Propellerflugzeugs zu realistischen Flugbedingungen (270 km/h Fluggeschwindigkeit, die Propeller rotieren mit 1.200 Umdrehungen pro Minute). ↑

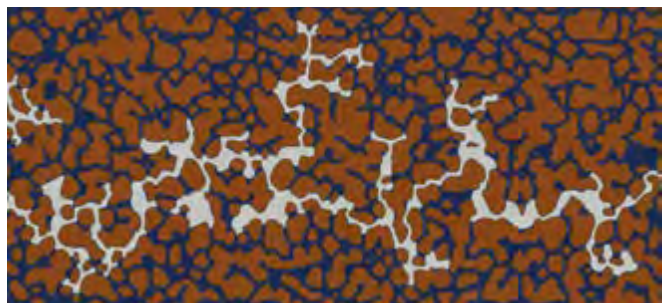
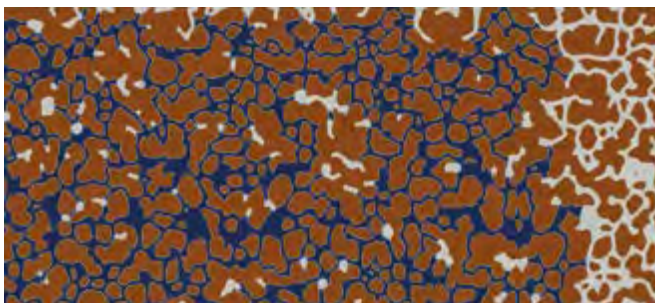
OPENLB MACHT SIMULATIONSSOFTWARE AUCH FÜR KMU EINSETZBAR

Sie sind Simulationsingenieur? Dann erkennen Sie sich vielleicht in diesen Routinen wieder: Wochenlang an der Vernetzung einer Geometrie arbeiten, das Setup aufbauen, mit fehlerhafter Gitterkonvergenz kämpfen – und dann den ganzen Prozess von vorne starten wegen einer ungeeigneten Gitterzelle, die zu Instabilitäten oder der nächsten manuellen Iteration des Optimierungsprozesses führt. Wie oft wünscht man sich, dass dieses ganze Verfahren robuster, schneller und automatisierter wäre? Große Konzerne leisten sich einen Dienstleister, der diesen Simulationsablauf ready-to-use aufstellt. Doch was tun mittelständische Unternehmen oder Entwicklungsingenieure in großen Konzernen, wenn sie eine neue Produkt- oder Prozessidee simulativ testen wollen? Das Steinbeis-Beratungszentrum Computational Engineering (CE) hat für diese Zielgruppe OpenLB entwickelt, eine einfach und effizient anwendbare Simulationssoftware.

OpenLB basiert auf der Lattice-Boltzmann-Methode (LBM). Fand diese früher aufgrund geringerer Rechenkapazitäten und der Andersartigkeit gegenüber

etablierten Ansätzen wenig Beachtung, hat sich die Welt heute zugunsten der Methode verändert: Die nötige Rechenpower haben inzwischen sogar Jugend-

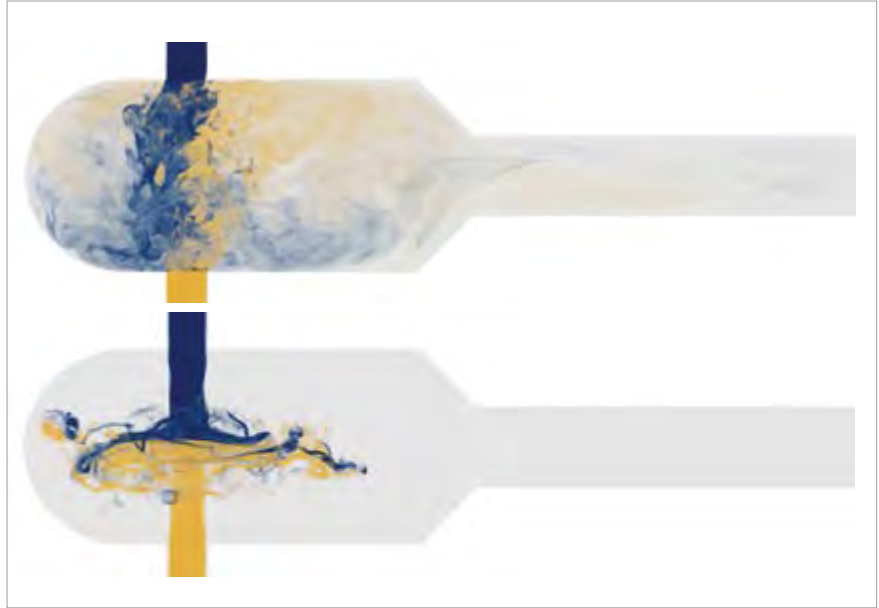
liche unter dem Schreibtisch, die nachts auf der Grafikkarte das neueste Computerspiel starten. Kommerzielle und auch Open-Source-LBM-Software ist



➔ Zwei separate mehrphasige Simulationen in der Geometrie eines realen porösen Gesteins. In der linken Simulation verdrängt flüssiges Wasser (blau) gasförmigen Wasserstoff (weiß), während in der rechten das Wasser durch das Gas verdrängt wird. Das Gesamtsystem wird durch eine Druckdifferenz von 50 kPa über die Gebietsbreite von 1,2 mm getrieben. Die Fluideigenschaften entsprechen komprimiertem Wasserstoff (7,1 kg/m³) bzw. flüssigem Wasser (992 kg/m³).



Referenzsimulation eines turbulenten reaktiven Mikromixers. Zwei chemische Substanzen (blau bzw. gelb) treffen in einer Mischkammer aufeinander und reagieren. Das turbulente Trägerfluid wird dabei als LES modelliert, während die Edukte und Produkte als separat gekoppelte Advektions-Diffusions-Gleichungen modelliert werden.



inzwischen in großer Breite verfügbar und wird bereits seit über zehn Jahren vom DLR, Airbus oder Porsche für Strömungssimulationen genutzt.

So umfangreich die Auswahl an Software, so aufwendig ist häufig auch die Einarbeitung und Entwicklung eines eigenen Setups. Hier kommt OpenLB des Steinbeis-Teams in Würth am Rhein ins Spiel: „Wir bieten mit OpenLB eine leistungsstarke Open-Source-Lösung für numerische Strömungssimulationen an und damit eine Lattice-Boltzmann-Alternative zu OpenFOAM mit zahlreichen vorgefertigten Tutorials und Beispielanwendungen“, ist Steinbeis-Unternehmer Dr. Mathias Joachim Krause überzeugt. Der entscheidende Unterschied: eine bis zu 32-fache Beschleunigung der Berechnungen auf herkömmlichen CPUs – und ein Vielfaches mehr auf GPUs. Damit werden Simulationen mit mehreren hundert Millionen Zellen sogar auf Desktop-Rechnern problemlos

möglich. Und auch eine Anpassung von OpenLB an unternehmensspezifische Anforderungen ist möglich.

DIE VERNETZUNG ÜBERNIMMT OPENLB

Die Gitterpunkte werden innerhalb der vorgegebenen Geometrie vollautomatisch und in wenigen Sekunden erzeugt – manuelle Vernetzungsarbeit gehört damit der Vergangenheit an. Tutorials stehen zur Verfügung und sind mit etablierten Benchmarks untermauert: Virtuelle Windkanäle, Rührkessel, Pumpen, Reaktoren, Filter oder sogar Blutgefäße, die nur durchströmt werden oder in denen auch gemischt und separiert, reagiert oder geheizt und gekühlt wird, sind nur einige Beispiele. Viele Modelle sind zudem auch für partikuläre und Nicht-Newtonsche-Strömungen einsatzbereit vorhanden, auch in aufgelösten und nicht-aufgelösten porösen Medien. Mit der skalierbaren Software

werden akkurate Large-Eddy- oder direkte numerische Simulationen mit und ohne Gitterverfeinerung für industrielle Anwendungen machbar.

MANUELLE PARAMETERSTUDIEN? DAS WAR EINMAL.

„Trial-and-Error-Verfahren und langwierige Parametereinstellungen vermeiden wir durch die integrierte Sensitivitätsanalyse und Optimierungsfunktionen“, hebt Mathias Joachim Krause hervor. Damit kann das Simulationssetup bereits während der Laufzeit automatisch auf relevante Abhängigkeiten untersucht und die passende Lösung direkt aus der Simulation heraus ermittelt werden. Das spart Zeit und Kosten: Wo früher Wochen vergingen, genügen jetzt Stunden. Das Steinbeis-Team ist stolz auf diesen Effizienzsprung – Produktentwicklung kann so auf das nächste Level gehoben werden.

PD DR. MATHIAS JOACHIM KRAUSE
mathias-joachim.krause@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum Computational Engineering (CE) (Würth am Rhein)
www.steinbeis.de/su/2588



QUERSCHNITT

AKTUELLE PROJEKTE AUS DEM STEINBEIS-VERBUND

WILLKOMMEN IN DER REALITÄT

DAS FAZIT EINER REISE NACH CHINA

„Bildung durch Reisen – tatsächlich gereist gebildet?“ Mit dieser Frage kamen Professor Dr. Michael Auer, Dr.-Ing. Walter Beck und Uwe Haug von einem geschäftlichen Aufenthalt in China zurück. Grund genug tradierte Vorstellungen zu hinterfragen und Impulse zum Nachdenken zu teilen. Welche Rahmenbedingungen sind förderlich und welche behindern uns dabei, einen Gestaltungsraum zu erschaffen und zu ermöglichen? Sind China und Deutschland „Systemrivalen“ oder nur zwei Seiten derselben Medaille? Dieser Steinwurf möchte die bei den drei Autoren in allen Richtungen durch die Reise und über sie hinaus ausgelösten und resonierenden Wellen zum Ausdruck bringen.

Wir drei sind als aktive Sportler groß geworden und haben auch Jugendliche bei deren sportlicher Entwicklung begleitet. Talent, Training, Einstellung und Wettbewerbsfähigkeit waren dabei wesentlich für den Erfolg wie auch den Misserfolg. Als Amateure konnten wir es uns leisten, jedes Ergebnis positiv zu deuten – unsere Existenz hing nicht davon ab. Es war uns dabei jedoch immer wichtig, das Positive für die Weiterentwicklung zu nutzen, und gleichzeitig das, was es zu verbessern galt, deutlich anzusprechen – realistisch, mit der passenden Zuversicht und eben auch zur Weiterentwicklung und Verbesserung unserer Leistungsfähigkeit.

Wir drei sind außerdem alle Ingenieure, die gelernt haben, komplexe Sachverhalte zu begreifen, Experimente zu gestalten sowie Lösungen für reale Probleme systematisch zu entwickeln und dabei im Wettbewerb zu stehen. Im Gegensatz zum Amateursport bewegen wir

uns hier im professionellen Umfeld, von dem Existenzen abhängen. Jedes Ergebnis positiv zu deuten dürfen wir uns nicht erlauben. Ein Misserfolg ist eben kein Erfolg. Wenn wir unterliegen, sind wir nicht guter Zweiter, sondern wir haben das Projekt, den Auftrag und damit den Umsatz verloren. Verlieren wir hier ein „Spiel“, dann war der andere bezüglich dem, was zählt, besser – er hat die Chance besser genutzt. Lange führend zu sein, kann zum Nimbus werden. Führend sind wir jedoch nicht, wenn wir nur daran glauben, sondern wenn es tatsächlich so ist, wir konsequent daran arbeiten und das Selbstbewusstsein durch die Selbstbestimmtheit geprägt ist.

ADIEU, DEUTSCHE TECHNOLOGIE-FÜHRERSCHAFT

Was hat dies mit Reisen zu tun? Wir durften jüngst nach China reisen und haben dort tiefe Einblicke in die staatli-

che Administration und Realisierung von Forschung, Technologien, Produkten, Dienstleistungen, aber auch in die Kompetenzbildung von Talenten und Unternehmen erhalten. Eine wichtige Erkenntnis daraus ist, dass es grob fahrlässig wäre zu glauben, dass es noch einen generellen Nimbus bezüglich einer deutschen technologischen, intellektuellen, kulturellen Leistungsfähigkeit, Führerschaft oder Überlegenheit gibt.

Wenn deutsche Hochschulen, Unternehmen oder die Administration überlegen sein wollen, dann müssen sie den Wettbewerb erfolgreich bestehen (auch ohne Schutzzölle und Verbote einer Zusammenarbeit, wenn es sein muss mit den notwendigen Förderungen), indem sie besser sind und „das Spiel“ gewinnen.

Wenn Kriterien zur Bewertung von individuellen Leistungen (wie Arbeit/Zeit

oder Note/Ergebnis] vereinfacht werden, dann mag man glauben lassen, man wäre immer noch besser – für eine erfolgreiche Teilnahme am Wettbewerb verbleibt zumindest die Hoffnung, erfolgreich sein zu können.

WER NICHT GEWINNT, HAT VERLOREN

Wir haben in China im Bereich der autonomen Systeme Produkte gesehen, die im einen oder anderen Fall vielleicht gar nicht gänzlich überlegen sind, die jedoch sehr schnell in die reale Anwendung gebracht werden (dürfen) und dadurch sehr schnell überlegen sind und sich durchsetzen werden. Wir haben Produktionsstätten gesehen, die bezogen auf das, was „rauskommt“, in allen Belangen überlegen sind und zur Marktdurchdringung der Produkte beitragen. Wir haben Administrationen erlebt, die Bürokratie zum realen Ermöglichen und nicht zum faktischen Verhindern nutzen. Wir haben bei der Bildung von Kompetenzen jüngere Men-

schen wie auch Unternehmen erlebt, die für sich und ihr Land weiterkommen und dafür leisten und gewinnen wollen. Vor allem aber haben wir Menschen erlebt, die den Wettbewerb angenommen haben und uns in immer mehr Teilen überlegen sind und gewinnen, wenn wir nicht wettbewerbsfähig sind und bleiben. Dies in einem harten Wettbewerb, in dem es um das Gewinnen geht – insbesondere, um das Geld zu verdienen, das wir ausgeben wollen.

Gleichzeitig sind wir bestätigt: Einen Wettbewerb gewinnen zu wollen darf uns nicht nur gegeneinander antreiben, sondern kann auch ein Anlass sein Brücken zu bauen, um dynamische Synergien zwischen zwei „Polen“ (Systeme, Wettbewerber, Konfliktparteien) zu nutzen. Indem wir zunächst unvereinbar Erscheinendes dynamisch für synergetische Beziehungen im internationalen Wettbewerb zusammenbringen, nutzen wir die in der Spannung enthaltene Energie und schaffen gemeinsame Fortschritte, die dabei gleichermaßen

unserer Wirtschaft, unserer Gesellschaft und der nächsten Generation zugutekommen.

Relativierungen verfangen bei uns nicht mehr. Wenn man das populäre Beispiel der Solarmodule betrachtet, dann müssen wir annehmen, dass dies auch im Bereich der Elektrolyseanlagen, der Automobile, allgemein der Fertigungstechnologien oder beispielsweise Antriebstechnologien so kommen wird. Auch das Argument „Einzelfälle“ kann bei uns nicht mehr verfangen, weil hier das Prinzip der großen Zahlen angenommen werden muss (und dies bei einem Verhältnis von ca. 1.400 zu 80).

MITEINANDER STATT GEGEN- EINANDER MUSS DAS MOTTO SEIN

Nach unseren eindrücklichen Erlebnissen können wir gar nicht in die Versuchung geraten, anderen etwas zu raten. Was wir können (und müssen), ist diese Erfahrungen für unsere Verantwortungsbereiche und unsere Entscheidungen



**WIR KÖNNEN DIE RANDBEDINGUNGEN UND DIE ENTSCHEIDENDEN
WETTBEWERBSNACHTEILE IN DEUTSCHLAND NICHT ÄNDERN. [...] WAS
WIR KÖNNEN UND MÜSSEN, SIND LÖSUNGEN MIT PARTNERN
IN CHINA ZU ENTWICKELN.**

gen für Steinbeis und die Menschen, die uns vertrauen, zu nutzen.

Wir können die Randbedingungen und die entscheidenden Wettbewerbsnachteile in Deutschland nicht ändern und wir gehen auch davon aus, dass dies niemand ohne Disruptionen kann. Was wir können und müssen, sind Lösungen mit Partnern in China zu entwickeln, um dort, wo man kann, darf und soll, im Wettbewerb mitwirken zu können und somit heute und in/nach der Disruption selbst wettbewerbsfähig zu sein – dies alles mit den Werten, denen wir uns verpflichtet fühlen. Dazu gehört insbesondere, auf der Würde des Menschen basierende, gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen, die Zukunft der nächsten Generation mitzudenken und Wettbewerb nicht als reines Gegen-einander, sondern als Chance für gemeinsame Wert(e)schöpfungen zu gestalten.

“De-Risking but not Decoupling” bedeutet für uns:

- nicht zu verbieten, um etwas nicht (falsch) zu machen, sondern etwas zu regeln, um es richtig (erfolgreich) zu machen und
- die verbleibenden Brücken nicht abzubauen, um sie auch in der Zukunft beidseitig begehen zu können.

Für uns wurde auf unserer Reise mehr als deutlich, dass

- wir in Deutschland keinen Fachkräftemangel, sondern (noch) einen Arbeitskräfte- und einen Fachkompetenzmangel haben,
- wir, wenn überhaupt, dann nur in Teilen noch führend sind (bezüglich dessen, was es tatsächlich bedarf),
- jede wettbewerbsschädliche administrative Einschränkung auf Bundes-, Landes- oder EU-Ebene Länder wie China freut, da es deren Wettbewerbsfähigkeit erhöht,
- wir in wesentlichen Teilen mehr von Chinesen gelernt haben als diese von uns,
- wir jedoch noch in Teilen mit Steinbeis attraktiv und besser sind.

Dies spornt uns an, mit unseren Möglichkeiten bei Steinbeis einen Beitrag zu leisten und Lösungen mit Steinbeis dort zu realisieren, wo sie besser realisierbar sind, um im herausfordernden Wettbewerb unsere Attraktivität zu erhalten.

Um uns ein Bild machen und die Realität beurteilen zu können, um ein eigenes Bild von der Zukunft gestalten zu können, war es für uns wichtig nun „geistig gebildet zu sein“. In jeder auch zufälligen Begegnung auf der Reise wurde uns ein ähnliches Bild beschrieben. Die „Bildung durch Reisen“ scheint jedoch grundsätzlich nur bedingt zu wirken, sonst müssten die für unsere Gesellschaft (und insbesondere die Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen als wichtige Säulen) notwendigen disruptiven Veränderungen der schädlichen Rahmenbedingungen durch die Verantwortlichen schon längst eingeleitet worden sein.

PROF. DR. MICHAEL AUER
michael.auer@steinbeis.de (Autor)



Vorstandsvorsitzender
Steinbeis-Stiftung (Stuttgart)
www.steinbeis.de

DR.-ING. WALTER BECK
walter.beck@steinbeis.de (Autor)



Geschäftsführer
SUTM Steinbeis Center of
Sustainable Technology and
Management GmbH (Filderstadt)
www.steinbeis.de/su/2506

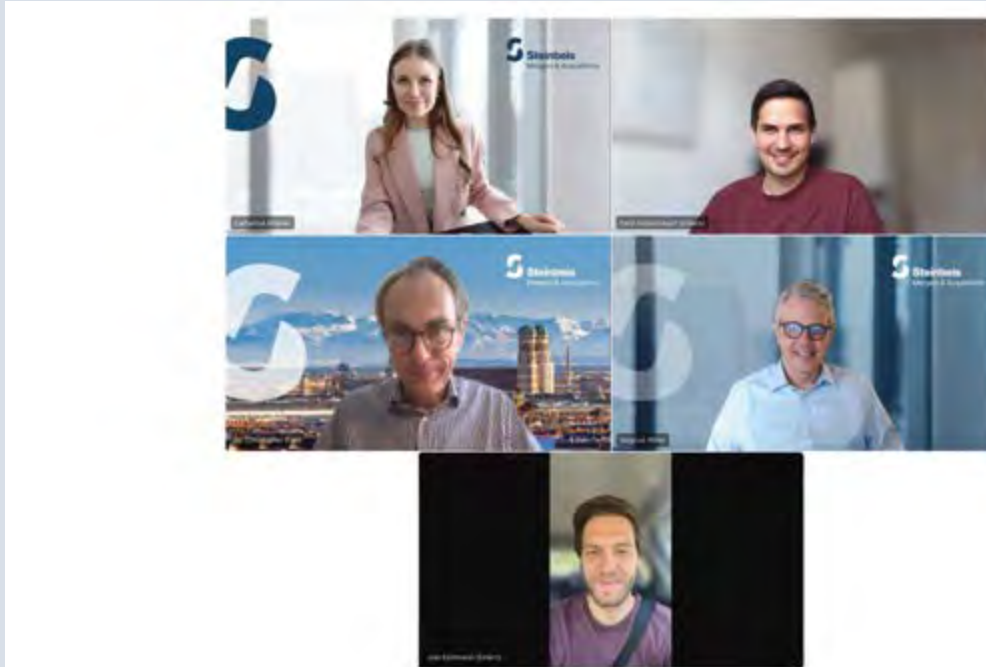
UWE HAUG
uwe.haug@steinbeis.de (Autor)



Geschäftsführer
Steinbeis GmbH & Co. KG für
Technologietransfer (Stuttgart)
www.steinbeis.de

WENN TECHNOLOGIE UND TEAM-WORK DEN UNTERSCHIED MACHEN

EIN INNOVATIVES ZELLKULTURSYSTEM UND EIN M&A-PROZESS MIT STRUKTUR:
GREEN ELEPHANT BIOTECH STELLT DIE WEICHEN FÜR WACHSTUM



Die beiden Gründer und das Steinbeis-Team in der digitalen Abstimmung.

Green Elephant Biotech ist ein junges Biotech-Start-up aus Gießen, das Großes vor hat: Mit „CellScrew“ haben die beiden Gründer Dr. Joel Eichmann und Felix Wollenhaupt ein innovatives Zellkultivierungssystem für den Einsatz in der biopharmazeutischen Industrie entwickelt, das die Produktion lebensrettender Medikamente und Impfstoffe verbessern kann. 2021 als Ausgründung aus der Technischen Hochschule Mittelhessen gestartet, haben die beiden mit Unterstützung der Steinbeis M&A Partners GmbH nun den nächsten Schritt gemacht: Der Einstieg der Bürkert GmbH & Co. KG als strategischer Investor eröffnet Green Elephant Biotech technologisch wie auch finanziell neue Möglichkeiten.

Steinbeiserin Catharina Hübner hat sich zum Gespräch mit Dr. Joel Eichmann und Felix Wollenhaupt sowie den Steinbeis-Beratern Magnus Höfer und Dr. Christopher Klein getroffen.

Joel, Felix, wann habt ihr gemerkt, dass ihr für eure geplante Finanzierungsrunde einen Partner braucht, und wie seid ihr auf Steinbeis gekommen?

Felix Wollenhaupt:

Im Biotech- und Biopharmabereich ist es nicht unüblich, für die Entwicklung

eines Produkts auf externe Finanzierungen zurückzugreifen. Der Weg bis zur Markteinführung ist sehr lang, da die Produkte erst erfolgreich platziert werden können, wenn sämtliche regulatorischen Anforderungen erfüllt sind. Bereits direkt nach der Gründung haben wir erste Mittel von Business Angels eingesammelt und waren anschließend

auch mit verschiedenen Venture Capitalists im Gespräch. Schließlich haben wir uns entschieden, einen größeren, strukturierten Prozess anzugehen und für die nächste Finanzierungsrunde eine umfassende Marktansprache vorzunehmen. Dabei kam mir Magnus Höfer in den Sinn, mit dem ich bereits in meinem ersten Start-up zusammengear-

beitet habe, wo er als Business Angel involviert war.

Joel Eichmann:

Ich fand die Rolle von Christopher Klein sehr stark, da er selbst auch einen technischen Hintergrund in Biopharma, Chemie, Life Science und Medizintechnik mitbringt und bereits im ersten Gespräch die richtigen Fragen gestellt hat. Unsere Technologie bewegt sich in einer Nische, in der es entscheidend ist, dass die Personen, mit denen wir zusammenarbeiten, die Branche aber auch die Technologie verstehen. Das Steinbeis-M&A-Team hat auf Anhieb verstanden, was wir tun und weshalb es ein Case ist, der es wert ist, begleitet und unterstützt zu werden.

Christopher, was hat dich an diesem Setup und Gründerteam fachlich besonders gereizt?

Dr. Christopher Klein:

Fachlich hat mich die Kommerzialisierung einer Technologie für die Kultivierung von adhärenenten Zellen fasziniert. Durch meinen Background kenne ich Suspensionskulturen. Und für die Nische adhärenenter Zellen gibt es seit 100 Jahren simple Schalen mit geringer spezifischer Oberfläche, auf denen die Zellen wachsen. Der technologische Sprung von Green Elephant ist genau das, was Industrie und Medizin brauchen – vor allem im Hinblick auf zunehmend benötigte Zelltherapien und Impfstoffe.

Ihr habt den Prozess gemeinsam in nur sechs Monaten zum erfolgreichen Abschluss gebracht. Gibt es einen Moment, auf den ihr besonders stolz seid?

Joel Eichmann:

Der Moment, in dem ich das Gefühl hatte, dass wir wirklich über die Ziellinie gekommen sind, war ein Treffen in großer Runde. Fast der gesamte Vorstand

von Bürkert war dabei, inklusive des CEO Georg Stawowy, und wir merkten, das funktioniert nicht nur auf der technischen Ebene, sondern auch mit den Menschen, die involviert sind. Die Leute im Vorstand verstehen uns und wissen, wie man mit Start-ups zusammenarbeitet. Nach diesem Treffen hatte ich das Gefühl, das kann was werden.

Magnus Höfer:

Auch ich habe genau an diesem Tag gespürt, dass da eine sehr gute Chemie entstanden ist. Oft neigen Berater dazu, ihre Kunden zu stark abzuschirmen, aber wir achten genauso darauf, dass genügend Raum bleibt, um Vertrauen zwischen den Personen aufzubauen.

Das bringt mich zum nächsten Thema: Würdet ihr im Nachgang sagen, dass es gerade im Team praktisch ist, so etwas wie eine „Handschrift von Steinbeis“ im Prozess zu haben?

Felix Wollenhaupt:

Auf jeden Fall. Es war unsere erste professionell durchgeführte Marktansprache. Der Prozess war deutlich strukturierter als in den vorherigen Runden, besonders von der Methodik her. Wir hatten einen klaren Zeitplan und einen definierten Ablauf, den wir stringent durchlaufen haben. In früheren Runden haben wir viel mehr iteriert und spontan angepasst. Das Wichtigste war für uns aber, einen Partner an der Seite zu haben, der sowohl über tiefes Marktverständnis verfügt, als auch unser Produkt versteht und ein starkes Netzwerk mitbringt.

Joel Eichmann:

Für uns war entscheidend, dass wir ein Komplettpaket an Know-how und Personen zur Verfügung hatten. Den Markt kennen wir auch, aber dieses Rundum-Paket hat den Unterschied gemacht.

Steinbeis M&A Partners hat ein speziell auf Start-ups adaptiertes Be-

wertungsmodell entwickelt. Inwiefern hat das für euch eine Rolle gespielt?

Magnus Höfer:

Unser Mehrwert als Berater besteht nicht nur darin, gescheite Fragen zu stellen und Green Elephant gegenüber Investoren möglichst vorteilhaft zu platzieren, sondern auch darin, überzeugende Argumente für eine angemessene Bewertung zu liefern. Die haben wir im Zusammenspiel mit Felix und dem gesamten Team erarbeitet, das bereits über einen sehr professionellen Businessplan verfügte. Daraus haben wir eine auf Start-ups adaptierte, fundierte Bewertungsunterlage entwickelt, die dann auch in den Verhandlungen eine wichtige Rolle gespielt hat. Am Ende sorgt so etwas für eine rationale Grundlage, über die man verhandeln kann. Das dient dem gesamten Prozess. Man legt dadurch die impliziten Annahmen offen und erkennt sofort, wo es hakt, welche Themen noch abgearbeitet werden müssen und wo es vielleicht grundlegende Meinungsverschiedenheiten gibt, die sich nicht überbrücken lassen.

Welche Rolle spielen Geschwindigkeit und Qualität in eurer Arbeit und wie balanciert ihr das aus?

Felix Wollenhaupt:

Als Start-up haben wir den großen Vorteil gegenüber etablierten Großunternehmen, dass wir allein durch unsere Strukturen sehr agil sind. Unsere Aufbau- und Ablauforganisation ermöglicht schnelle Entscheidungen und eine zügige Umsetzung von Innovationen in den Markt.

Dr. Christopher Klein:

Das können wir bestätigen: Oft müssen wir unsere Kunden pushen, bei euch war es anders. Ihr habt uns angetrieben, nachgefragt, wann der nächste Schritt kommt. Wir haben uns gegenseitig die

Bälle zugespielt, und genau deshalb haben wir das Projekt in nur sechs Monaten zum Abschluss gebracht. Das war auch wichtig im Hinblick auf die Fälligkeit der Wandeldarlehen. Wir haben alle Fristen eingehalten und das in einer Phase, in der Deals im Markt eher länger als kürzer dauern.

Was würdet ihr anderen jungen Biotech-Unternehmen raten, um sich im Marktumfeld zu behaupten?

Joel Eichmann:

Ein zentraler Rat: immer mehr Zeit einplanen! Das klingt banal, aber alle Biotech- und Biotech-Unternehmen, die ich kenne, berichten, dass die Timelines mit Kunden doch länger und komplexer sind, als man es sich wünscht.

Ein zweiter Punkt ist, sich so früh wie möglich ein breites Netzwerk aufzu-

bauen. Geht möglichst früh raus und erzählt der Welt, woran ihr arbeitet, auch wenn das Produkt noch nicht fertig ist. Dadurch bekommt man schnell Feedback, ob der Markt das Problem tatsächlich so sieht oder vielleicht schon andere Lösungen gefunden hat.

Dr. Christopher Klein:

Viele denken bei Fundraising sofort an Venture Capital. Aber die Landschaft hat sich verändert: Es gibt heute mehr Family Offices, Business-Angels-Netzwerke und natürlich die Corporate-Venture-Arme großer Pharma- und Medtech-Unternehmen, die irgendwo zwischen strategischem Investor und Finanzinvestor agieren. Gerade der strategische Ansatz, den wir hier gewählt haben und der trotzdem Freiräume lässt, ist aus meiner Sicht hochinteressant.

MAGNUS HÖFER

magnus.hoefer@steinbeis.de (Interviewpartner)



Partner
Steinbeis M&A Partners GmbH
(Frankfurt/Wien)

www.steinbeis.de/su/2152
www.steinbeis-finance.de

DR. CHRISTOPHER KLEIN

klein@steinbeis-finance.de (Interviewpartner)



Partner
Steinbeis M&A Partners GmbH
(Frankfurt/München)

www.steinbeis.de/su/2152
www.steinbeis-finance.de

CATHARINA HÜBNER

catharina.huebner@steinbeis.de (Autorin)



Managerin Marketing, HR & Finance
Steinbeis M&A Partners GmbH
(Frankfurt)

www.steinbeis.de/su/2152
www.steinbeis-finance.de

DIGITAL IMMER MIT DABEI: DIE ONLINE-AUSGABE DER TRANSFER



215467-2025-11

TRANSFERMAGAZIN.STEINBEIS.DE

NACHHALTIGKEIT TRANSPARENT GESTALTEN

DIE STEINBEIS CONSULTING GROUP NACHHALTIGKEIT UNTERSTÜTZT DIE ITSG GMBH BEI DER FREIWILLIGEN BERICHTERSTATTUNG NACH DEM VSME-STANDARD

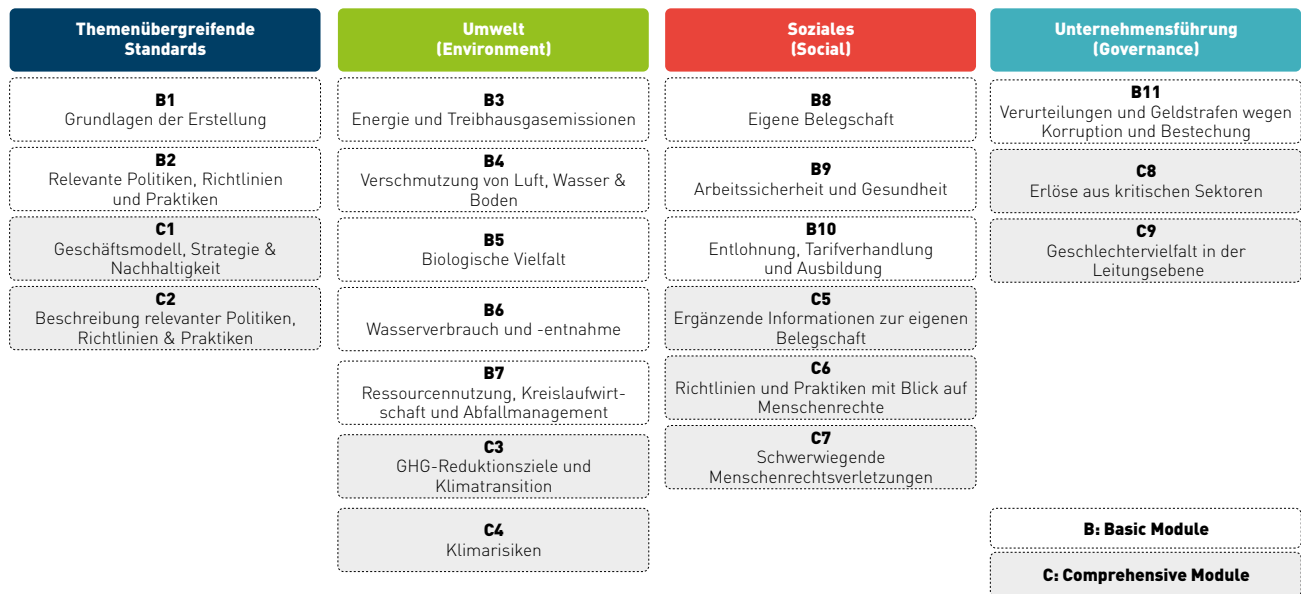
Die ITSG GmbH mit Sitz in Offenbach ist als zentrale IT-Dienstleisterin der gesetzlichen Krankenversicherung seit fast 30 Jahren ein Innovationstreiber im deutschen Gesundheitswesen. Mit rund 200 Mitarbeitenden entwickelt und betreibt das Unternehmen digitale Lösungen, die die Verwaltung effizienter und das Gesundheitswesen zukunftsfähiger machen. Wie viele andere mittelständische Unternehmen auch stand die ITSG vor der Herausforderung, sich auf die neuen Anforderungen der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) der EU vorzubereiten, während die regulatorischen Vorgaben lange unklar blieben. Die Steinbeis Consulting Group Nachhaltigkeit unterstützte das Unternehmen nun dabei, einen ersten freiwilligen Nachhaltigkeitsbericht nach dem VSME-Standard zu erstellen. Das positioniert die ITSG als verantwortungsvollen Partner gegenüber ihren Kunden.

Im Frühjahr 2025 änderte die EU-Kommission den Umfang einer möglichen Nachhaltigkeitsgesetzgebung mit der sogenannten Omnibus-Initiative nochmals grundlegend, mit dem Ziel die Berichtspflichten für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) deutlich zu vereinfachen. Für Unternehmen mit weniger als 1.000 Mitarbeitenden entfällt die Pflicht zur Nachhaltigkeitsberichterstattung nach CSRD voraussichtlich vollständig. Stattdessen wird der freiwillige VSME-Standard (Voluntary Sustainability Reporting Standard for Small and Medium-Sized Enterprises) als neuer, praxistauglicher Rahmen für die Nachhaltigkeitsberichterstattung empfohlen. Für die ITSG bedeutete dies, dass sie nicht nur später, sondern vermutlich gar nicht mehr verpflichtend über Nachhaltigkeit berichten muss.

ENTSCHEIDUNG FÜR TRANSPARENZ: FREIWILLIGE BERICHTERSTATTUNG TROTZ ENTPFLICHTUNG

Trotz dieser regulatorischen Entlastung hat sich die Geschäftsführung der ITSG entschieden, weiterhin transparent über die eigenen Nachhaltigkeitsaktivitäten zu berichten. Die Motivation hinter dieser Entscheidung ist, Nachhaltigkeit nicht nur als eine Frage der Compliance, sondern ganzheitlich als Ausdruck unternehmerischer Verantwortung gegenüber Gesellschaft, Umwelt und den eigenen Mitarbeitenden zu sehen.

Neben diesem proaktiven Umgang mit dem Thema Nachhaltigkeit steigt zudem der Druck von Kunden, Partnern und anderen wichtigen Stakeholdern,



➤ Schematische Darstellung des VSME-Berichtsstandards für Nachhaltigkeit im Mittelstand

nachvollziehbare Informationen zu Umwelt- und Sozialthemen bereitzustellen – vollkommen unabhängig von gesetzlichen Vorgaben. Grund genug für die ITSG, gemeinsam mit der Steinbeis Consulting Group Nachhaltigkeit einen freiwilligen Nachhaltigkeitsbericht nach dem VSME-Standard zu erstellen. Dieser Standard ist speziell auf die Bedürfnisse und Ressourcen mittelständischer Unternehmen zugeschnitten und ermöglicht eine strukturierte, vergleichbare und zugleich ressourcenschonende Berichterstattung.

VSME-STANDARD: PRAGMATISCHE LÖSUNG FÜR KMU

Der VSME-Standard bietet der ITSG die Möglichkeit, ihre Nachhaltigkeitsleis-

tungen strukturiert und vergleichbar darzustellen, ohne den bürokratischen Aufwand der CSRD erfüllen zu müssen. Der Standard gliedert sich in ein Basic- und ein Comprehensive-Modul. Während das Basic-Modul rund 40 zentrale Kennzahlen abdeckt, ermöglicht das Comprehensive-Modul auf Basis einer Wesentlichkeitsanalyse die vertiefte Berichterstattung zu allen als wesentlich identifizierten Nachhaltigkeitsthemen.

Dieser Rahmen gibt mittelständischen Unternehmen wie der ITSG die Möglichkeit, ihre Nachhaltigkeitsstrategie zu schärfen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. So wird sich die ITSG kurzfristig Klimaziele setzen, die sich am Pariser Klimaabkommen orientieren, und die Basis für einen ambitionierten Transitionsplan bilden. Neben

Rüdiger Senft war zu Gast in der Steinbeis Lunchbreak und gibt im Gespräch mit Dr. Christoph Soukup und Dr. Michael Ortiz auch Einblicke in die CSRD-Richtlinie der EU. Weitere Infos finden Sie unter



<https://tinyurl.com/Lunchbreak-Nachhaltigkeit>



DIE REGULATORISCHE UNSICHERHEIT DER LETZTEN JAHRE HAT VIELE MITTELSTÄNDLER VERUNSICHERT.

solchen strategischen Angaben werden im jährlichen VSME-Bericht insbesondere die dazugehörigen Kennzahlen transparent gemacht wie der Energieverbrauch, die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen, das Abfallaufkommen, die Beschäftigtenstruktur, Unfallraten oder auch Maßnahmen zur Weiterbildung. Die bereits zuvor mit Unterstützung der Steinbeis Consulting Group Nachhaltigkeit durchgeführte doppelte Wesentlichkeitsanalyse stellte dabei das Fundament dar.

NACHHALTIGKEIT ALS STRATEGISCHE CHANCE

Die regulatorische Unsicherheit der letzten Jahre hat viele Mittelständler verunsichert. Die ITSG zeigt, dass es sich lohnt, Nachhaltigkeit proaktiv und

transparent anzugehen – auch ohne gesetzliche Pflicht. Die freiwillige Berichterstattung nach VSME ermöglicht es, die eigene Nachhaltigkeitsagenda glaubwürdig zu kommunizieren, Risiken zu steuern und Chancen zu nutzen. Gleichzeitig bleibt die ITSG flexibel, um auf künftige regulatorische Entwicklungen zu reagieren. Mit diesem Ansatz der proaktiven, offenen Kommunikation und der konsequenten Einbindung von Stakeholdern positioniert sich das mittelständische Unternehmen über das geforderte Maß hinaus als verantwortungsvoller und zukunftsorientierter Partner in seiner Branche. Der VSME-Standard bietet Mittelständlern dafür den passenden Rahmen für mehr Transparenz und zur sukzessiven Verankerung von Nachhaltigkeit als Teil der eigenen Unternehmensstrategie.

RÜDIGER SENFT

ruediger.senft@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum Nachhaltige Transformation (Frankfurt a. M.)
www.steinbeis.de/su/2570 | www.steinbeis-nt.de

MIKE SCHMIDT

mike.schmidt@steinbeis.de (Autor)



Mitarbeiter
Steinbeis-Innovationszentrum Smart Solutions Überlingen
www.steinbeis.de/su/2365



Die Steinbeis Consulting Group Nachhaltigkeit (SCGN) ist ein Zusammenschluss von 15 Steinbeis-Unternehmen. Im Fokus stehen Nachhaltigkeit und vor allem die ESG-Kriterien Environmental, Social und Governance als zentrale Themen unserer Zeit.

Die breite Expertise und das Spektrum an nachhaltigkeitsrelevanten Beratungsleistungen machen die SCGN zum Lösungsanbieter für Unternehmen und Organisationen aller Größen und Branchen.

Weitere Informationen finden Sie unter:



www.linkedin.com/company/steinbeis-consulting-group-nachhaltigkeit/

ZWEI WELTEN, EIN ZIEL: GESCHÄFTSFÜHRUNG UND JURISTEN BAUEN GEMEINSAM EINE DATENTREUHAND

DAS FSTI-TEAM WILL DAS VERTRAUEN IN DATENBASIERTE KOOPERATIONEN
ERHÖHEN

Ob in der Industrie, im Handel oder im Dienstleistungssektor – datenbasierte Geschäftsmodelle gelten als Herzstück der digitalen Transformation und bieten enormes Potenzial. Voraussetzung dafür ist, dass die dafür notwendigen Daten zwischen verschiedenen Akteuren sicher, kontrolliert und effizient geteilt werden. In der Praxis zeigt sich jedoch häufig: Ohne klare Regeln und gemeinsame Strukturen bleibt dieses Potenzial ungenutzt. Im Forschungsprojekt KS-ROAD („Konzept für die Spezifikation rechtlicher und organisatorischer Aspekte für unterschiedliche Datentreuhandmodelle“) hat das Team am Ferdinand-Steinbeis-Institut (FSTI) untersucht, wie Datenkooperationen rechtssicher und zugleich praxisnah gestaltet werden können. Das Ergebnis ist ein Webtool, das wirtschaftliche Anforderungen in juristische Dokumente überführt. Damit werden Datentreuhandmodelle greifbar und können zielgerichtet sowie pragmatisch gestaltet werden – als Enabler für kooperative Wertschöpfung.

Datenübergreifende Geschäftsmodelle scheitern selten an der technischen Umsetzung, sondern meist an organisatorischen und rechtlichen Unsicherheiten. Fragen wie „Wem gehören die Daten?“, „Wer darf sie wofür nutzen?“ oder „Können sie weitergegeben oder kombiniert werden?“ blockieren Entwicklungen oft, noch bevor sie begin-

nen. Nicht selten finden Geschäftsführung und Rechtsabteilung keinen gemeinsamen Lösungsweg.

„Unser Forschungsprojekt zeigt, wie sich ein wachsendes Ökosystem mit mehreren Partnern durch ein klares rechtliches und organisatorisches Rahmenwerk absichern kann – durch eine

Datentreuhand“, erläutert Projektleiter Dr. Patrick Weber. Das Konzept der Datentreuhand wurde entwickelt, um Vertrauen und klare Regeln im Datenaustausch zu schaffen. Sie fungiert als neutrale Instanz zwischen Datengebern und -nutzern und ermöglicht dadurch Sicherheit, Kooperation und nachhaltige Wertschöpfung in Datenökosys-



➤ Prozess der automatisierten Übersetzung von Anforderungen an die Datentreuhand (Business-Input) in juristische Vertragsdokumente.

temen. Sie regelt Datenhoheit, Nutzungsrechte, Weiterverarbeitung und Governance – abgestimmt auf die jeweiligen Geschäftsmodelle.

DIE DATENTREUHAND IN DER PRAXIS

Wie können Unternehmen nun konkret mithilfe einer Datentreuhand datenbasierte Innovationen rechtskonform und kooperativ umsetzen? Das macht das FSTI-Team in einem Praxisbeispiel deutlich: In einem industriellen Logistikökosystem arbeiteten mehrere Partner gemeinsam an der digitalen Vernetzung von Materialflüssen. Ziel war es, durch den Einsatz von Datentreuhandstrukturen Transparenz über Warenbewegungen zu schaffen und gleich-

zeitig sensible Unternehmensdaten zu schützen. Im Prozess zeigte sich, dass insbesondere die Abstimmung zwischen den beteiligten Unternehmen sowie die Klärung rechtlicher Verantwortlichkeiten zentrale Herausforderungen darstellten. Dabei gingen die Projektpartner schrittweise vor:

■ Schritt 1:

Bestimmung der Entwicklungsstufe des Projekts (Initiierung, Pilotierung oder Skalierung)

■ Schritt 2:

Definition und anwendungsspezifische Ausgestaltung der relevanten Anforderungen an die Datentreuhand unter Einbezug der relevanten

Stakeholder (Geschäftsführung, Projektverantwortliche, IT-Spezialisten)

■ Schritt 3:

Zuordnung der ausgestalteten Anforderungen zu relevanten rechtlichen Dokumenten und Entwicklung projektspezifischer Vorschläge für deren Ausgestaltung

Die relevanten Anforderungen an eine Datentreuhand hat das Projektteam in einer Interviewreihe mit Expertinnen und Experten erhoben und anschließend zu spezifischen Funktionen einer Datentreuhand gebündelt. Dazu zählen unter anderem die Festlegung von Zugriffsrechten und Rollen im Ökosystem, die Balance von Einbringen und Nutzen



**DAS TOOL FUNGIERT ALS SCHNITTSTELLE ZWISCHEN
OPERATIVEN UND JURISTISCHEN TEAMS.**

zwischen den beteiligten Partnern sowie die Schaffung von Transparenz in der Datenerfassung. Im nächsten Schritt wurden diese Funktionen den entsprechenden rechtlichen Dokumenten zugeordnet.

Um die beteiligten Akteure bei der praktischen Umsetzung dieses Prozesses zu unterstützen, entstand am FSTI im Rahmen des KS-ROAD-Projekts ein Webtool. Es adressiert insbesondere den dritten Prozessschritt, in dem die erarbeiteten Anforderungen den passenden rechtlichen Dokumenten zugeordnet werden. Das Tool fungiert als Schnittstelle zwischen operativen und juristischen Teams: Juristinnen und Juristen können bestehende Vertragsvorlagen direkt in das System hochladen. Mithilfe eines Mistral Large Language Models (LLM) werden die zuvor definierten, projektspezifischen Anforderungen über einen vordefinierten Prompt automatisch mit den juristischen Dokumenten abgeglichen, um daraus einen ersten Entwurf der entsprechenden Ver-

tragsdokumentation zu erstellen. Dadurch entsteht ein signifikanter Mehrwert: Rechtliche und organisatorische Aspekte lassen sich konsistent zusammenführen, der Abstimmungsaufwand wird reduziert und der Prozess der Vertragserstellung beschleunigt sich deutlich. Das Webtool schafft somit eine gemeinsame, datengetriebene Arbeitsgrundlage und ermöglicht die Entwicklung skalierbarer und rechtssicherer Geschäftsmodelle.

ERGEBNIS: EIN DATENRAUM, DER VERTRAUEN SCHAFFT

In einem Illustrationsfilm veranschaulicht das FSTI das Ergebnis: Aus einem zuvor blockierten Datenfluss entsteht eine rechtssichere, gemeinsam gestaltete Lösung – verständlich nicht nur für Entwicklerinnen, Entwickler und Projektleitende, sondern auch für Juristen und Entscheidungsträger. So wird Datentreuhand zu einem Enabler der digitalen Transformation.

**Hier geht's
zum Illustrationsfilm:**



JULIAN HOFFMANN

julian.hoffmann@steinbeis.de (Autor)



Research Fellow
Ferdinand-Steinbeis-Institut Stuttgart

www.steinbeis.de/su/2277 | <https://ferdinand-steinbeis-institut.de>

ANJA LACOMBE

anja.la-combe@steinbeis.de (Autorin)



Project Expert
Ferdinand-Steinbeis-Institut Stuttgart

www.steinbeis.de/su/2277 | <https://ferdinand-steinbeis-institut.de>

DR. PATRICK WEBER

patrick.weber@steinbeis.de (Autor)



Senior Research Fellow
Ferdinand-Steinbeis-Institut Stuttgart

www.steinbeis.de/su/2277 | <https://ferdinand-steinbeis-institut.de>

Das Projekt **KS-ROAD** wird gefördert durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt und kofinanziert von der Europäischen Union (NextGenerationEU).

ZWEI, DIE UNZERTRENNLICH SIND: REPUTATION UND ORGANISATIONALE GLAUBWÜRDIGKEIT

DAS 7FOR-REPUTATIONSMODELL VON WERNER BRUNS ERFASST SYSTEMATISCH DIE ORGANISATIONALE GLAUBWÜRDIGKEIT

Reputation hat sich im Zuge der digitalen Transformation zu einer Schlüsselgröße organisationaler Wertschöpfung entwickelt. In einer durch Vernetzung, Informationsüberfluss und algorithmische Öffentlichkeit geprägten Umwelt entscheidet sie über Vertrauen, Legitimität und Wettbewerbsfähigkeit (Fombrun, 1996; Deephouse, 1999). Reputation fungiert als kollektiver Bewertungsmechanismus, der ökonomische, moralische und kommunikative Urteile bündelt und so Orientierung und Stabilität in unsicheren Kontexten ermöglicht. Hier setzt Professor Dr. Werner Bruns mit seiner Expertise an. Werner Bruns ist Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Beratungszentrum Management und Digitale Transformation und Studiengangsleiter im Fachbereich Wirtschaft und Psychologie, Schwerpunkt Digital Transformation Management an der Rheinischen Hochschule Köln. Er hat das 7FOR-Reputationsmodell entwickelt und stellt damit ein praxisorientiertes Instrument bereit, das Unternehmen dabei unterstützt, ihre organisationale Glaubwürdigkeit systematisch zu erfassen, zu entwickeln und strategisch zu steuern.

Historisch lässt sich die Entwicklung der Managementtheorie als Bewegung von Effizienz zu Glaubwürdigkeit beschreiben. Taylor (1911), Fayol (1916) und Weber (1922) entwarfen Organisationen als Systeme rationaler Ordnung, deren Ziel in der Optimierung von Prozessen und der Sicherung formaler Legitimität lag. Mit der zunehmenden Dynamik globaler Märkte und der Auflösung stabiler institutioneller Strukturen verschob sich der Fokus: Peters und Waterman (1982) verstanden Organisationen als kulturelle Sinnsysteme, in denen Werte, Engagement und Identifikation die Basis exzellenter Leistung bildeten. Schein (1985) führte diese Perspektive weiter, indem er Kultur als tiefenstrukturelles Orientierungs- und Integrationssystem konzipierte.

REPUTATION BEDINGT VERKNÜPFT LEISTUNG, WERTE UND KOMMUNIKATION

„Mit meinem 7-Faktor-Modell der organisationalen Reputation schließe ich an diese theoretische Diskussion an und interpretiere Organisationen als „Sys-

teme der Glaubwürdigkeit“, erläutert Werner Bruns. Das Modell integriert klassische Ordnungsprinzipien mit kultur-, kommunikations- und lernorientierten Ansätzen und zeigt, dass Reputation dort entsteht, wo Leistung, Werte und Kommunikation konsistent miteinander verknüpft sind. Organisationale Stabilität wird nicht durch Kontrolle, sondern durch Vertrauen erzeugt – Vertrauen, das aus der Kohärenz von Handeln und Haltung resultiert.

Das Modell unterscheidet sieben interdependente Dimensionen:

- **Verlässlichkeit & Konsistenz** (Stabilität und Einhaltung von Zusagen),
- **Integrität & Werteorientierung** (moralische Kohärenz und ethische Verantwortung),
- **Exzellenz & Qualität** (überdurchschnittliche Leistungsfähigkeit als Grundlage von Vertrauen),
- **Kommunikation & Transparenz** (Offenheit und Verständlichkeit nach innen und außen),
- **Beziehungen & soziales Verhalten** (Fairness und Empathie gegenüber Stakeholdern),

- **Feedback & Wahrnehmung** (Lernfähigkeit und dialogische Rückkopplung) sowie
- **Langfristigkeit & Beständigkeit** (Reputation als Ergebnis von Zeit und Kontinuität).

Diese sieben Faktoren bilden ein kohärentes System organisationaler Glaubwürdigkeit, in dem Reputation als emergente Eigenschaft aus der wechselseitigen Verstärkung der Dimensionen entsteht. Alle sieben Dimensionen lassen sich in bestehenden Organisationsstrukturen, Kommunikationssystemen und Governanceprozessen konkret abbilden. Ihre Operationalisierung kann über etablierte Indikatoren erfolgen, etwa die Einhaltung von Zusagen, die Wahrnehmung ethischer Standards oder die Stabilität von Führungs- und Vertrauensbeziehungen. Solche Messgrößen ermöglichen eine präzise und vergleichende Analyse organisationaler Glaubwürdigkeit. Durch die Integration entsprechender Items in Reputationsindizes und Stakeholderbefragungen wird das Modell empirisch überprüfbar, theoretisch konsistent und praktisch steuerungsrelevant.



7FOR-Modell © Werner Bruns

Steuerungsgröße zu begreifen. Die sieben Faktoren des Modells bilden dabei die Grundlage für Diagnose, Beratung und Entwicklung von Glaubwürdigkeitsstrukturen in Unternehmen.

Unternehmen profitieren ganz konkret durch

- die Steigerung von Vertrauen und Legitimität gegenüber Kunden, Mitarbeitenden und Stakeholdern,
- die Erhöhung der Resilienz in volatilen Märkten durch konsistente Werte-, Kommunikations- und Handlungsstrukturen,
- die Integration digitaler Reputationsanalysen in bestehende Managementsysteme
- sowie durch die nachhaltige Positionierung als glaubwürdige und lernfähige Organisation.

Das 7FOR-Modell verbindet so wissenschaftlich fundierte Theorie mit anwendungsorientierter Beratungspraxis. Für Werner Bruns stellt es das methodische Fundament für Beratungs- und Transformationsprojekte dar. Es zeigt, dass Reputation die zeitgemäße Form organisationaler Ordnung darstellt; stabil, weil sie auf Vertrauen basiert. Organisationen erweisen sich als resilient, wenn sie Reputation nicht als kommunikatives Ziel, sondern als gelebte Praxis verstehen: als Ausdruck der Fähigkeit, Werte, Verhalten und Kommunikation dauerhaft in Einklang zu halten.

PROF. DR. WERNER BRUNS
werner.bruns@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum
Management und Digitale
Transformation (Hohenfels)

www.steinbeis.de/su/1862

KI UNTERSTÜTZT DIE ERFASSUNG VON REPUTATION

Im digitalen Kontext erweitert künstliche Intelligenz die empirische Beobachtbarkeit reputationaler Prozesse. Sie ermöglicht Echtzeitanalysen, Feedbacksysteme und Frühwarnindikatoren, ohne jedoch den sozialen Kern von Glaubwürdigkeit zu ersetzen. Durch den Einsatz digitaler Analysetechnologien wie algorithmischer Reputationsmessung und Sentiment-Analysen lässt sich die Dynamik reputationaler Wahrnehmung in Echtzeit erfassen und empirisch in das 7-Faktoren-Modell integrieren.

KI kann Reputation messen, bewerten und modellieren, aber sie kann sie nicht erzeugen. Glaubwürdigkeit bleibt eine genuin soziale und kulturelle Ressource, die auf Verlässlichkeit, Integrität und Werteorientierung beruht.

REPUTATION IST EIN CONTROLLINGWERT

In der Praxis kann das Modell genutzt werden, um Organisationen in Veränderungsprozessen, insbesondere im Kontext digitaler Transformation, zu befähigen, Reputation als zentrale

Quellen

- Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). Organizational learning: A theory of action perspective. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Binns, R. (2021). Algorithmic accountability and public reason. *Philosophy & Technology*, 34(1), 41–63.
- Bruns, T. (2025). Reputation als System organisationaler Glaubwürdigkeit: Das 7-Faktoren-Modell. Berlin: Eigenverlag.
- Deephouse, D. L. (1999). To be different, or to be the same? It's a question (and theory) of strategic balance. *Strategic Management Journal*, 20(2), 147–166.
- Fayol, H. (1916). Administration industrielle et générale. Paris: Dunod.
- Fombrun, C. J. (1996). Reputation: Realizing value from the corporate image. Boston: Harvard Business School Press.
- Freeman, R. E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. Boston: Pitman.
- Peters, T. J., & Waterman, R. H. (1982). In search of excellence: Lessons from America's best-run companies. New York: Harper & Row.
- Schein, E. H. (1985). Organizational culture and leadership. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Spence, M. (1973). Job market signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355–374.
- Taylor, F. W. (1911). The principles of scientific management. New York: Harper & Brothers.
- Weber, M. (1922). Wirtschaft und Gesellschaft. Tübingen, Germany: Mohr Siebeck.

ABSCHLUSS MIT MEHRWERT

ABSCHLUSSARBEITEN
BERUFLICHER SCHULEN
BRINGEN DER REGIONALEN
WIRTSCHAFT EINEN MEHR-
WEHRT IN MILLIONENHÖHE,
ZEIGT EINE ANALYSE
DES STEINBEIS-TEAMS AUS
VILLINGEN-SCHWENNINGEN



Hochschulen und akademische Forschungseinrichtungen gelten seit jeher als Treiber für Innovationen. Seit einiger Zeit rückt die Bedeutung beruflicher Bildungseinrichtungen hierbei stärker in den Fokus. Gerade kleine und mittlere Unternehmen profitieren von den praxisnahen Abschlussarbeiten, die die angehenden Fachkräfte zum Ende ihrer Ausbildung erstellen. Welcher konkrete wirtschaftliche Nutzen mit diesen Abschlussarbeiten für regionale Unternehmen verbunden ist, hat das Team des Steinbeis-Transferzentrums Infothek in Villingen-Schwenningen exemplarisch am Beispiel der dortigen Feintechnikschule analysiert.

Die Staatliche Feintechnikschule in Villingen-Schwenningen bietet unter anderem die Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker an. Im Rahmen eines Innovationspreises begutachtet das

Steinbeis-Transferzentrum die Technikerarbeiten eines jeden Jahrgangs. Gegenstand der Arbeiten sind reale Fragestellungen von regional ansässigen Unternehmen. Um den Mehrwert, den diese Arbeiten für die kooperierenden Unternehmen bringen, monetär zu bewerten, hat das Steinbeis-Team folgende Daten herangezogen:

- Anzahl der Absolventinnen und Absolventen pro Jahr: 65
- Durchschnittlicher Zeitaufwand pro Arbeit: 360 Stunden
- Branchenüblicher Stundensatz: 45–60 Euro

Diese Daten liefern eine plausible Näherung für den betriebswirtschaftlichen Nutzen: Bei einem angenommenen Stundensatz von 45 bis 60 Euro beläuft

er sich auf 1,05 bis 1,4 Millionen Euro pro Jahr.

INNOVATIONSIMPULSE FÜR KMU

Von solchen Abschlussarbeiten profitieren vor allem kleine und mittlere Unternehmen, die keine eigene Forschungsabteilung haben. „Die Technikerarbeiten liefern ihnen echte Innovationsimpulse“, ist Steinbeis-Unternehmer Wolfgang Müller überzeugt. Mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern begleitet er Unternehmen dabei, neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen erfolgreich in den Markt zu bringen. Die Abschlussarbeiten sind seiner Erfahrung nach realwirtschaftlich verwertbar: „Sie bieten Lösungen, Produktoptimierungen und Prozessverbesserungen, die schnell in den betrieblichen Alltag übergehen können“, so Wolfgang Müller.



© istockphoto.com/Rudzhn Nagiev



FÜR KLEINERE UNTERNEHMEN SIND INVESTITIONEN IN RISKANTE PROJEKTE NUR SCHWER ZU STEMMEN.

Für Unternehmen in technologieintensiven Branchen ist Innovationskraft längst nicht nur Kür, sondern ein Überlebensfaktor. Neue Produkte, effizientere Prozesse und angepasste Geschäftsmodelle müssen in immer kürzeren Abständen auf den Markt gebracht werden. Doch für kleinere Unternehmen sind Investitionen in riskante Projekte nur schwer zu stemmen – umso wichtiger sind externe Impulse.

TRANSFER VON DER ABSCHLUSSARBEIT IN DIE SERIENFERTIGUNG

„Technikerschüler und Studierende bringen frische, unvoreingenommene Ideen in unser Unternehmen. Gemeinsam mit ihnen können wir Themen angehen, die wir ohne ihre Unterstützung oft nicht realisieren würden – weil sie innovativ, experimentell und mitunter risikoreich

sind“, sagt Unternehmer Stefan Huber. Rund 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in seinem auf innovative Audiokonzepte spezialisierten Unternehmen WHD. 2025 wurde ein seit längerem ruhendes Projekt durch einen Schüler der Feintechnikschule wiederbelebt: eine ausfahrbare Lautsprecher- und Lichtsäule für den Außenbereich. Christian Storz hat sie in seiner Abschlussarbeit so weiterentwickelt, dass sie jetzt in die Serienfertigung geht.

Rund 90 % der Partnerunternehmen liegen im unmittelbaren Einzugsgebiet der Feintechnikschule, in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg im Süden Baden-Württembergs. Daher richten sich die Abschlussarbeiten thematisch an den dominierenden Wirtschaftssektoren aus und tragen dort erheblich zur Innovationsfähigkeit und Effizienzsteigerung bei: Maschinen- und Anla-

genbau, Elektrotechnik und Automatisierung sowie Medizintechnik. Zwei weitere Beispiele des diesjährigen Abschlussjahrgangs sind die Arbeit von Robin Kauth – eine universelle Schnellspannvorrichtung als pragmatische Automatisierungslösung für Werkstätten – und die Arbeit von Niklas Naunapper – ein 3D-gedruckter Wirbelkörper, der in Ausbildung und Forschung eingesetzt werden kann.

NACHHALTIGER MEHRWEHRT FÜR DIE REGION

Für Unternehmen bietet die Kooperation mit beruflichen Schulen Vorteile, die auch abseits der bezifferbaren Entwicklungsleistung von strategischer Bedeutung sind: Die unvoreingenommene Herangehensweise und die Fähigkeit, eingespielte Prozesse infrage zu stellen, fördern kreative Lösungen, die in-

tern im betrieblichen Alltag häufig nicht zur Entfaltung kommen. Zentraler Faktor des Erfolgs ist dabei auch die Betreuung durch die Fachlehrkräfte. „Die Feintechnikschule wirkt wie ein Innovationsmotor mitten im Herzen der Region,“ sagt Schulleiter Thomas Ettwein. Darüber hinaus steigen viele Absolventinnen und Absolventen genau dort in das Berufsleben ein, wo sie ihre Abschlussarbeit geschrieben haben.

In Zeiten beschleunigter Innovationszyklen und des zunehmenden Fachkräftemangels kommt praxisnahen Bildungseinrichtungen eine wachsende Bedeutung zu. Sie sind ein Bindeglied zwischen Wissen, Können und wirtschaftlicher Wertschöpfung, und zwar mit regionalem Fokus. Das Modell der Feintechnikschule ist ein Beispiel für nachhaltige regionale Wirtschaftsförderung – ganz ohne Fördergelder, dafür mit Know-how, Motivation und handfesten Ergebnissen.

WOLFGANG MÜLLER

wolfgang.mueller@steinbeis.de



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Infothek (Villingen-Schwenningen)

www.steinbeis.de/su/252
www.steinbeis-infothek.de

MARLENE MÜLLER

mueller.mar@gmx.net (Autorin)



Freie Journalistin

STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM INFOTHEK

Das Steinbeis-Team in Villingen-Schwenningen unterstützt Unternehmen in den Bereichen neue Produkte, Technologie-Roadmaps und Marktanalysen, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit neuer Ideen zu sichern. Es erschließt Förderprogramme und berät zum Forschungszulagengesetz. Zugleich ist es darauf spezialisiert, die Innovationen durch Schutzrechte, Patentrecherchen und Monitoring langfristig abzusichern.

Weitere Infos:



www.steinbeis-infothek.de

STAATLICHE FEINTECHNIKSCHULE VILLINGEN-SCHWENNINGEN

Die Schule bietet verschiedene Aus- und Weiterbildungsangebote an. Dazu gehört die Ausbildung an der Technikerschule. Dort begleiten praxiserprobte Lehrerinnen und Lehrer, die meist zuvor in Betrieben und Hochschulen gearbeitet haben, die Schülerinnen und Schüler auf ihrem Weg zum „staatlich geprüften Techniker“.

Weitere Infos:



www.feintechnikschule.de



BLEIBEN SIE VERBUNDEN – NEWS, HIGHLIGHTS UND MEHR AUF UNSEREN SOCIAL-MEDIA-KANÄLEN!



linkedin.com/company/steinbeis



instagram.com/steinbeisverbund



facebook.com/Steinbeisverbund



youtube.com/c/steinbeisverbund

EXPERTEN.WISSEN.TEILEN.

NEUERSCHEINUNGEN IN DER STEINBEIS-EDITION

Wir teilen unser Wissen mit Ihnen. Die Steinbeis-Edition publiziert als Verlag der Steinbeis-Stiftung das Expertenwissen des Steinbeis-Verbundes. Dazu gehört ein breit gefächertes Themenspektrum mit Einzel- und Reihentiteln, Magazinen sowie Begleitpublikationen zu Tagungen und Fachveranstaltungen. Über den Onlineshop www.steinbeis-edition.de sind sämtliche Titel bestellbar.

STEINBEIS-EDITION

edition@steinbeis.de

www.steinbeis-edition.de



2025 | E-Paper (PDF)
kostenfrei
ISSN 2629-0162

DIE MEDIATION – SONDERAUSGABE: METHODEN DER KONFLIKTLÖSUNG

GERNOT BARTH (HRSG.)

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0941

Diese Sonderausgabe widmet sich der methodischen Vielfalt im Mediationsprozess und bietet einen fundierten Überblick über zentrale Handlungsansätze, praxisnahe Techniken sowie theoretische Hintergründe, die Mediatoren und Mediatorinnen sowie Kommunikationsprofis in ihrer Arbeit bereichern.

Der thematische Bogen reicht von bewährten Gesprächsstrategien wie dem Doppeln oder Storytelling über vertiefende Einblicke aus der Positiven Psychologie bis hin zu Stilrichtungen wie der Transformativen Mediation oder dem Relationalen Coaching. Darüber hinaus beleuchtet das Heft humorvolle und provokative Interventionsformen, vermittelt Wissenswerte über Körpersprache, Visualisierung und die Gestaltung eines wirkungsvollen Mediationssettings – stets mit Blick auf die praktische Anwendbarkeit.

Fachleute wie Dirk W. Eilert, Noni Höfner, Ansgar Marx, Hanna Milling und Sonja Radatz laden mit ihren Beiträgen zur Reflexion und Weiterentwicklung des eigenen methodischen Repertoires ein. Ob fundierte Wissenschaftskolumne, konkrete Fallanalyse oder praktisches Werkzeug – diese Ausgabe liefert wertvolle Impulse für alle, die professionell mit Konflikten arbeiten. Eine inspirierende Ressource für alle, die Mediation nicht nur als Methode, sondern als Haltung verstehen: klar, reflektiert und praxisnah.



2025 | E-Book (PDF)
kostenfrei | ISBN
978-3-95663-328-7

INTERNATIONAL BUSINESS LAW PROJECTS

WERNER G. FAIX, STEFANIE KISGEN, EVA FELDBAUM (EDS.)

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/1249

SIBE's Volume 2 International Business Law Projects builds on the first volume, on the one hand by providing a summary of outstanding LL.M. projects to illustrate the individual specialization paths of our IBL Master's students. On the other hand, it provides a very good overview of highly topical issues in international business law, including especially the areas of European Law, Contract Law / Legal Tech, Bank and Capital Markets Law, Media Law, Public Economic Law, Data Protection, etc., each with a strong international perspective. The compendium is highly interesting not only for our students, alumni and lecturers, but for all lawyers worldwide who have to deal with business law issues with a cross-border dimension these days.



2025 | Geheftet
13,90 € (D)
ISSN 2366-2336

2025 | E-Paper (PDF)
13,90 € (D)
ISSN 2629-0162

DIE MEDIATION – AUSGABE QUARTAL IV/2025

VIELFALT

GERNOT BARTH (HRSG.)

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0941

Ob im Arbeitsleben oder im privaten Alltag: Im Laufe der Zeit treffen wir zahlreiche Menschen, die sich bezüglich der sogenannten demografischen Faktoren wie Alter, Geschlecht und Herkunft, aber auch durch ihre jeweils einzigartige Persönlichkeit unterscheiden. Die damit einhergehende Vielfalt an Charakteren macht das Leben abwechslungsreich, bunt und interessant, führt aber nicht selten auch zu Reibereien. Zudem stellt sich mal mehr, mal weniger die Frage der (fehlenden) Gleichberechtigung. Das Thema Diversität birgt zahlreiche Chancen – aber auch die Gefahr von Konflikten. Im Rahmen dieser Ausgabe der Mediation erfahren Leserinnen und Leser, wie sich diese Herausforderungen überwinden lassen und was nötig ist, damit vielfältig aufgestellte Gemeinschaften – egal ob beruflicher oder privater Natur – ihr Potenzial voll ausschöpfen können. Thematisiert wird unter anderem, wie es gelingt, neurodiverse Personen sinnvoll in die Mediation zu integrieren, und warum Diversity in Krisenzeiten zum Lebensretter für Unternehmen werden kann. Darüber hinaus bietet die Ausgabe folgende Beiträge:

- Vielfalt als Chance für zeitgemäße Fehlerkultur
- Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz: Diskriminierung am Arbeitsplatz vorbeugen – mit Supervision
- Vielfalt als Chance für eine zeitgemäße Fehlerkultur: Wie Organisationen durch Vielfalt und Vertrauen eine lernförderliche Fehlerkultur entwickeln können
- Positive Emotionen: Energiequelle und Wachstumsmotor
- Diversität und Schulmediation: Konflikte verstehen, Vielfalt gestalten, Schule neu denken

Auch über den Schwerpunkt hinaus erwarten Leserinnen und Leser zahlreiche spannende Beiträge und wissenswerte Impulse. Beleuchtet wird unter anderem, warum Selbstermächtigung die Basis einer erfolgreichen Zukunft ist, was Konflikte im Innersten zusammenhält und welche Führungsqualitäten es braucht, um unternehmerische Krisen zu überwinden.



2025 | Softcover
39,90 € (D) | ISBN
978-3-95663-327-0

ENTWICKLUNG EINES ORGANISATIONSMODELLS ZUR GESTALTUNG VON ADDITIVE MANUFACTURING WERTSCHÖPFUNGSÖKOSystemEN

SIMON HILLER

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0403

Additive Manufacturing (AM) – besser bekannt als 3D-Druck – eröffnet enorme Potenziale für die industrielle Wertschöpfung. Doch wie können Unternehmen diese umfassend erschließen und nicht allein auf die Wertschöpfungsphase der Produktion beschränken?

Die vorliegende Arbeit präsentiert ein detailliertes Organisationsmodell für AM als eine Ausprägung von cyber-physischen Systemen. Basierend auf Praxisbeobachtungen, Fallstudien und Experteninterviews wurde ein Modell entwickelt, das Unternehmen strukturiert dabei unterstützt, AM Wertschöpfungsökosysteme zu gestalten. Im Fokus stehen zwei innovative Ergebnisse: Das Additive Manufacturing Organisationsmodell ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von Technologie, Prozessen, Wertschöpfung und Partnernetzwerken. Der Additive Manufacturing Ökosystem Navigator bietet als Methode einen praxisorientierten Leitfaden, um komplexe Zusammenhänge zu verstehen und konkrete Potenziale zu erschließen. Die Arbeit richtet sich an Führungskräfte und Forschende, die Additive Manufacturing strategisch nutzen und ihr Unternehmen innerhalb eines Ökosystems positionieren möchten.

VORSCHAU

AUSGABE 01|2026

Schwerpunkt

Re:source – Innovationen für unsere Umwelt

Erscheinungstermin Ende April 2026

Nicht nur Energie, sondern Ressourcen allgemein bilden die Grundlage für menschliches Leben und ermöglichen zugleich technischen Fortschritt. Mit dem Schwerpunkt „Re:source – Innovationen für unsere Umwelt“ möchten wir in der ersten Ausgabe des Transfer-Magazins 2026 gemeinsam mit unseren Steinbeis-Expertinnen und -Experten einen Blick in eine Zukunft werfen, in der wir Ressourcen intelligenter nutzen und Energie nachhaltiger erzeugen. Mit konkreten Projekten präsentieren wir Ihnen innovative Ansätze, die dazu beitragen, sowohl unsere Umwelt als auch unsere Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig zu stärken. Ob Kreislaufwirtschaft, intelligente Energiesysteme oder weitere zukunftsweisende Konzepte – im Mittelpunkt stehen nicht allein technische Lösungen, sondern ebenso das notwendige gesellschaftliche Umdenken. Denn die Lösungen von morgen beginnen bereits heute.



UNSERE ONLINE-FORMATE

Wir gehen online mit unseren Autorinnen und Autoren ins Gespräch:

In unseren beiden Formaten „**STEINBEIS LUNCHBREAK**“ und „**3 FRAGEN AN...**“

bekommen Sie einen weiterführenden Einblick in unsere in der **TRANSFER** vorgestellten Projekte.

STEINBEIS LUNCHBREAK | AUF EINEN HAPPEN MIT...

www.steinbeis.de/lunchbreak sowie www.youtube.com/c/steinbeisverbund



3 FRAGEN AN...

www.steinbeis.de/drei-fragen-an sowie www.youtube.com/c/steinbeisverbund



IMPRESSUM – TRANSFER. DAS STEINBEIS-MAGAZIN

Zeitschrift für den konkreten Wissens- und Technologietransfer
Ausgabe 3/2025
ISSN 1864-1768 (Print)

HERAUSGEBER

Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer
Adornostr. 8 | 70599 Stuttgart
Fon: +49 711 1839-5 | E-Mail: stw@steinbeis.de
Internet: transfermagazin.steinbeis.de | www.steinbeis.de

VERANTWORTLICHE REDAKTEURIN

Anja Reinhardt
Adornostr. 8 | 70599 Stuttgart
E-Mail: anja.reinhardt@steinbeis.de

REDAKTION

Anja Reinhardt, Marina Tyurmina
E-Mail: transfermagazin@steinbeis.de

Für den Inhalt der einzelnen Artikel sind die jeweils benannten Autoren und Interviewpartner verantwortlich. Die Inhalte der Artikel spiegeln nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Aufgrund der besseren Lesbarkeit werden in den Beiträgen in der Regel nur männliche Formen genannt, gemeint sind jedoch stets Personen jeglichen Geschlechts. Die Redaktion kann für die als Internetadressen genannten, fremden Internetseiten keine Gewähr hinsichtlich deren inhaltlicher Korrektheit, Vollständigkeit und Verfügbarkeit leisten. Die Redaktion hat keinen Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf Inhalte der verlinkten Seiten. Beiträge beziehen sich auf den Stand der genannten Internetseite, der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Ausgabe des Transfer-Magazins gilt.

ABBESTELLUNG

Möchten Sie das Steinbeis Transfer-Magazin in Zukunft nicht mehr erhalten, können Sie es jederzeit abbestellen. Bitte informieren Sie uns dazu per E-Mail an media@steinbeis.de oder telefonisch unter +49 711 1839-5. Ihre Abmeldung wird spätestens mit der übernächsten auf Ihre Abbestellung hin erscheinenden Ausgabe aktiv.

GESTALTUNG UND SATZ

Julia Schumacher

DRUCK

Berchtold Print-Medien GmbH, 78224 Singen

FOTOS UND ABBILDUNGEN

Fotos stellen, wenn nicht anders angegeben, die im Text genannten Steinbeis-Unternehmen und Projektpartner zur Verfügung.

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen. Über unsere Plattform wurden bereits über 2.500 Unternehmen gegründet. Entstanden ist ein Verbund aus 4.500 Expertinnen und Experten in rund 1.000 Unternehmen, die jährlich mit mehr als 10.000 Kunden Projekte durchführen. So werden Unternehmen und Mitarbeitende professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

231464-2025-03

