



## In der Parallelwelt

**FOKUS:** Digitale Zwillinge für virtuelle Probeläufe werden immer leistungsfähiger – dank einheitlicher Standards.

VON MARTIN CIUPEK

**U**mbau in der Fabrikhalle: Neue Maschinen werden in die Fertigungsprozesse integriert, die Software bekommt ein Update. Doch der Wiederanlauf läuft noch nicht rund. Nachbesserungen sind nötig. Im Werk bekommt davon niemand etwas mit. Denn der Umbau wird zuvor an ei-

nem digitalen Zwilling der Anlage erprobt. Das Simulationsmodell kennt die Funktionen aller Maschinen, besitzt idealerweise historische Daten zu deren Betriebsverhalten und nutzt dieselben Steuerungsprogramme.

**In der Industrie ist das teilweise bereits Realität.** Auch in vielen anderen Branchen werden virtuelle Abbilder schon erprobt, beispielsweise,

um die Logistik in Städten zu optimieren oder individuelle Behandlungsmethoden in der Medizin zu entwickeln.

Für Michael Weyrich, Vorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA), haben die übersteigerten Erwartungen den Scheitelpunkt bereits überschritten. „Was jetzt noch fehlt, ist der Transfer in die Praxis, um damit tat-

sächlichen Mehrwert zu schaffen“, sagt er gegenüber VDI nachrichten.

Die Vorreiterrolle der Industrie begründet sich mit ihrer Arbeit an der Plattform Industrie 4.0, die Standards für die Beschreibung der virtuellen Abbilder definiert hat. Die Feinarbeit an den digitalen Zwillingen ist hier bereits im Gange, z. B. um damit produktspezifische CO<sub>2</sub>-Bilanzen zu erstellen. **20**

**Vorreiter Automobilindustrie:** In der Fahrzeugproduktion kommen schon länger digitale Zwillinge zum Einsatz. Die Software liefern Unternehmen wie Siemens. Foto: Siemens AG

## Verhaltene Bilanz nach dem Neustart der IFA



Smartphones gehören seit vielen Jahren zu den Publikumslieblingen auf der IFA. Foto: imago images/Stephan Zitz

**ELEKTRONIK:** Zwischen großen Flachbildschirmen zeigte die IFA, die Leitmesse der Unterhaltungselektronik, in diesem Jahr u. a. Rasierer, die sich zur Zahnbürste umbauen lassen. Am Dienstag endete die Messe. Doch wichtige Player fehlten. Mit nur 1100 Ausstellern erreichte sie nur knapp die Hälfte der Werte von 2019 (2000). Auch die Besucherzahlen sanken. **8**

## ZITAT

„Wenn Technik auf dem Markt entwickelt wird, um kurzfristig Gewinne zu erzielen, ist es sehr schwer, soziale und ökologische Kriterien gleichwertig aufzunehmen.“

Maja Göpel,  
Politikökonomin, Nachhaltigkeitswissen-  
schaftlerin und Bestsellerautorin **28**

## Erste Metallhütten müssen schließen

**INDUSTRIE:** Die hohen Energiepreise machen die Produktion von vielen Metallen unwirtschaftlich. Der Stahlkonzern ArcelorMittal kündigte bereits an, Werke in Bremen und Hamburg dichtzumachen. Umfangreiche Kurzarbeit und Produktionskürzungen sind auch an den ArcelorMittal-Standorten in Duisburg und Eisenhüttenstadt geplant. Der europaweite Trend führt nun dazu, dass erste Betriebsstätten dauerhaft schließen. Die Branche appelliert an die Politik, gegenzusteuern. **14**

## Einsatz für die Gesundheit

In der Medizin gibt es viele Ansätze, digitale Zwillinge einzusetzen. Sie reichen von Menschmodellen zur OP-Vorbereitung, über Modelle zum Verständnis biologischer Prozesse bis hin zur Medikamentenentwicklung (siehe S. 23). In einem internationalen Forschungsprojekt wurde an der RWTH Aachen beispielsweise ein Computermodell für Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems aufgebaut. Untersucht wurden dabei u. a. die Verwendung der Modelle im Zulassungsprozess medizintechnischer Geräte sowie deren Anwendung in der computergestützten und patientenindividualisierten Medizin.



Foto: panthermedia.net/lightsource

## Flug zum virtuellen Weltraumhabitat

Die Raumfahrt ist seit jeher Vorreiter in der digitalen Produktentwicklung. Auch Methoden wie das Systems Engineering haben hier ihr Ursprung. Künftig sollen aber nicht nur digitale Zwillinge von Trägerraketen, Satelliten oder Raumflugzeugen wie dem Dream Chaser (re. im Bild) genutzt werden, sondern auch ganze Weltraumhabitate damit entwickelt werden. Das Raumfahrtunternehmen Sierra Space hat z. B. das Habitat „Large Integrated Flexible Environment“ (LIFE) konzipiert. Die modulare, kommerzielle Wohn- und Wissenschaftsplattform wird auf einer Digitalplattform von Siemens mit Zwillings-technologie aufgebaut.

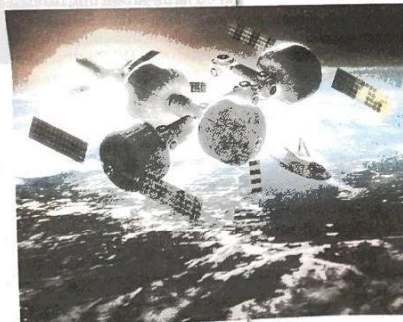


Foto: Sierra Space

## Zertifizierung erleichtern

Je umfangreicher technische Produkte werden, desto aufwendiger wird auch deren Zertifizierung. Digitale Zwillinge könnten den Zertifizierungsgesellschaften die Arbeit erleichtern. Einen wichtigen Schritt in diese Richtung machte kürzlich Bureau Veritas, eine der weltweit führenden Schiffsklassifizierungsgesellschaften und Prüfstellen für die Offshore-Sicherheit. Mit einer Software-Plattform für das Produktlebenszyklusmanagement werden dort nun die Prozesse für die Klassifizierung von Schiffen und Offshore-Anlagen weiterentwickelt. Auch Echtzeitdaten sollen dazu genutzt werden.

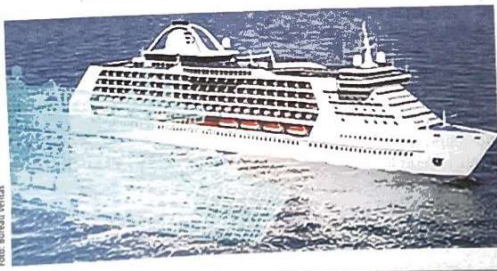


Foto: Bureau Veritas

# Digitale Zwillinge

**INDUSTRIE4.0:** Virtuelle Modelle werden immer noch Standards für den Datenaustausch. Die

VON MARTIN CIUPEK

Kaum eine Technikmesse kommt inzwischen ohne ihn aus: „Der digitale Zwilling ist aktuell in aller Munde“, bestätigt Michael Weyrich, Vorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA). Der Direktor des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme an der Universität Stuttgart sagt aber auch: „Für uns Forscher ist das aber etwas, was wir schon lange kennen.“ Für ihn haben die digitalen Zwillinge für die Industrie im Hypezyklus bereits den Punkt der übersteigerten Erwartungen überschritten. „Was jetzt noch fehlt ist der Transfer in die Praxis, um damit tatsächlichen Mehrwert zu schaffen“, so der Experte. Strukturen, die solche Mehrwerte schaffen, und Systeme, mit denen sich so etwas abbilden lässt, gebe es bereits. „Aber vieles wurde noch nicht zu Ende gedacht“, verdeutlicht Weyrich. Deshalb werde auch noch weiter an digitalen Zwillingen gearbeitet.

### Was macht einen digitalen Zwilling aus?

Für digitale Zwillinge gibt es bisher keine einheitliche Definition/Beschreibung. Die Gesellschaft für Informatik definiert digitale Zwillinge beispielsweise als „digitale Repräsentanzen von Dingen aus der realen Welt“, die sowohl physische Objekte als auch nicht-physische Dinge wie zum Beispiel Dienste beschreibt. Doch in der Praxis wird der Begriff aktuell als Synonym für verschiedene digitale Produktmodelle genutzt.

Frank Schnicke vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software-Engineering (IESE) empfiehlt daher bei Gesprächen vorab zu klären, was die Beteiligten

unter einem digitalen Zwilling verstehen. Eine gute Differenzierung bietet für ihn die Unterscheidung zwischen dem digitalen Modell, dem digitalen Schatten und dem digitalen Zwilling. „Das digitale Modell, beispielsweise ein CAD-Modell, beschreibt zwar die Realität, ist aber nicht damit verbunden. Der digitale Schatten bildet dagegen die Realität digital ab und stellt damit einseitig die Verbindung zwischen den beiden Welten her. Die Realität wirft im übertragenen Sinne einen Schatten in die digitale Welt. Wenn ich den Zyklus noch schließe und auch aus dem digitalen Modell die Realität beeinflussen kann, dann habe ich einen digitalen Zwilling. Das heißt, wenn ich Konfigurationen am virtuellen Modell ändere, verändert sich auch das reale Asset.“

### Welchen Bezug hat der digitale Zwilling zum digitalen Engineering?

Rene Fischer vom Fraunhofer IESE sagt dazu: „Der digitale Zwilling ist ein wesentliches Werkzeug für das digitale Engineering.“ Für digitales Engineering brauche man jedoch nicht zwingend einen digitalen Zwilling, aber er vereinfache das Engineering ungemein. Fischer: „Wenn ich einen digitalen Zwilling von einer Fabrik habe, kann ich im digitalen Engineering schauen, was passiert, wenn ich einen neuen Produkttyp einführe. Im digitalen Zwilling habe ich dann alle Informationen konsolidiert. Statt vieler Modelle habe ich damit nur einen interoperablen Zwilling. Wenn ich darüber die richtigen

Stellschrauben für den Prozess gefunden habe, kann ich die Änderungen auch direkt in die Realität übertragen.“

### In welchen Branchen bzw. Anwendungsbereichen werden bisher die meisten digitalen Zwillinge eingesetzt?

Rene Fischer sagt dazu: „Die stärkste Präsenz hat das Ganze aktuell in der Produktion. Das hängt auch mit den zahlreichen Aktivitäten dort bei der Standardisierung und Normung zusammen. Mir ist aus keiner anderen Domäne auch nur ansatzweise etwas wie die Verwaltungsschale bekannt.“

Traditionell sind digitale Zwillinge dabei in der Luft- und Raumfahrt stark vertreten, wo Methoden des digitalen Engineerings ihren Ursprung haben. Wie auch in anderen Branchen mit hohen Produktkosten, sind hier die vorherige Simulation und kostensparende Hardware-in-the-Loop-Tests unerlässlich. Auch in der Automobilbranche werden digitale Zwillinge deshalb stark genutzt. Beispielsweise lässt sich hier mit virtuellen Prüfständen viel Geld sparen.

### Welche Branchen sind darüber hinaus für die Nutzung digitaler Zwillinge prädestiniert?

Überall, wo die Flexibilität oder Individualisierung wichtig sind, kann sich der Einsatz lohnen. Anwendungen gibt es daher beispielsweise auch in der Medizin, der Baubranche und der Landtechnik. Der größte Bereich außerhalb der Produktion ist dabei der Gesundheitsbereich. „Da geht es unter anderem um die Herstellung von Impfstoffen und Pharmazeutika, beispielsweise für die individualisierte Krebstherapie“, erklärt Fischer. Eine solche Therapie koste schnell 300000 € pro Patient. Er sagt: „Die Idee ist, diese nun mit den Methoden der Industrie herzustellen und manuelle Abläufe abzulösen. Man zertifiziert Maschinen dafür und nutzt den digitalen Zwilling für das Produkt und die Qualitätssicherung.“

In der Landtechnik helfen digitale Zwillinge bei der vorausschauenden Wartung. So kann festgestellt werden, ob eine Wartungsmaßnahme vor oder nach dem nächsten Erntezeitfenster erfolgen muss. Perspektivisch lassen sich auch Felder und Arbeitsprozesse in digitalen Zwillingen abbilden. Die Experten des Fraunhofer IESE weisen aber darauf, dass hier im Gegensatz zur Produktionsumgebung zusätzliche, nicht beeinflussbare Umweltfaktoren auftreten sowie zusätzliche Daten erforderlich seien und Datenstandards fehlten.

In der Gebäudewirtschaft kann es darum gehen, mit Sensoren ausgestattete Gebäude oder Brücken mit definierten Qualitätsparametern zu überwachen, beispielsweise um Einsturzgefahren rechtzeitig zu erkennen.

### Wie läuft die dafür notwendige Harmonisierung der Daten?

Im industriellen Umfeld wurde dafür von der Plattform Industrie 4.0 die Verwaltungsschale entwickelt. Sie wird international auch als Asset Administration Shell – kurz AAS – bezeichnet. Hier geht es nicht nur um einheitliche Datenformate, sondern auch eine eindeutige Bedeutung der Bezeichnungen, also eine einheitliche Semantik. Die Verwaltungsschale ist dabei wie eine digitale Hülle, in der alle notwendigen Informationen zu einer Komponente, einer Baugruppe oder einer Maschine abgelegt werden. Auch Bestandsanlagen können damit in der digitalen Welt abgebildet werden.



Den Beitrag mit zusätzlichen Anwendungsbeispielen finden Sie auch hier

[vdi-nachrichten.com/digitaler-zwilling](http://vdi-nachrichten.com/digitaler-zwilling)



# nehmen Gestalt an

besser. Zum Durchbruch in der Praxis fehlen aber Industrie ist hier bereits auf dem richtigen Weg.

Aus der Plattform Industrie 4.0 wurde vor zwei Jahren die Vereinigung Industrial Digital Twin Association (IDTA) ausgegründet. In dieser entwickeln die beteiligten Unternehmen Standards für unterschiedliche Branchen und treiben die Internationalisierung voran.

Seitens der Forschung sind vor allem das Forschungsprojekt BaSys 4.0 und das aktuelle Nachfolgeprojekt BaSys 4.2 zu nennen, in dem das Fraunhofer IESE zusammen mit Partnern eine Middleware für ein flexibles Engineering wandelbarer Fertigungsstrukturen entwickelt. Dabei geht es nun auch darum, Entscheidungen per Edge Computing nahe an der Maschine treffen zu können.

Das gemeinsame Engagement hat für Frank Schnicke vom Fraunhofer IESE gute Gründe: „Kein Unternehmen und kein Institut ist in der Lage, so etwas allein umzusetzen. Der digitale Zwilling treibt damit die Harmonisierung voran und führt zu einer vereinheitlichten Schnittstelle.“ Im Industrie-4.0-Sektor sei die Harmonisierung mit der Verwaltungsschale daher schon sehr weit fortgeschritten und die Industrie Vorreiter auf dem Gebiet.

### Warum wurde neben der Plattform Industrie 4.0 inzwischen die Industrial Digital Twin Association IDTA gegründet?

Die Technologieentwicklung der Verwaltungsschale (ASS) hatte als Basis für die Entwicklung digitaler Zwillinge unter dem Dach der Plattform Industrie 4.0 bereits im Jahr 2019 einen hohen Reifegrad erreicht. Unter den zwei Bundesministerien für Wirtschaft und Klima (ehemals BMWi / heute BMWK) sowie Bildung und Forschung (BMBF) hat die Plattform aber keine Rechtsform, die zur Wahrung des geistigen Eigentums in Umsetzungsprojekten wichtig ist. Dafür waren Behelfskonstrukte bei den beteiligten Industrieverbänden entstanden.

Mit der Industrial Digital Twin Association (IDTA) wurde deshalb eine Rechtsform geschaffen. Die Gründung des Vereins erfolgte im September 2020 mit 23 Mitgliedsunternehmen. Seit März 2021 arbeitet die Vereinigung operativ. Sie ist inzwischen auf 80 Mitglieder angewachsen. Dahinter stehen die Industrieverbände Bitkom, VDMA und ZVEI.

**Auf welche Branchen konzentriert sich die IDTA?** „Wir konzentrieren uns klar auf die industrielle Fertigung und haben genug Arbeit damit, digitale Zwillinge für die Industrie sauber darzustellen und weiterzutreiben, sind aber prinzipiell offen“, erklärt Billmann. Die Technologie sei aber so offen, dass sie auch für andere Inhalte geeignet sei. Die IDTA fokussiere sich zunächst jedoch auf die Kompetenzen der beteiligten Unternehmen, nehme aber das Interesse bei Anknüpfungspunkten zu weiteren Branchen war.

### Welche Ziele verfolgt die IDTA?

Die IDTA hat von Anfang an die Internationalisierung gemeinsamer Standards für digitale Zwillinge zum Ziel und will diese ausbauen. Schon seit dem Start gibt es laut IDTA-Geschäftsführer Billmann ein sehr starkes Cluster in Südkorea, wo die Verwaltungsschale von Mitgliedern bereits in einigen Pilotanlagen eingesetzt werde. „Unser Fokus liegt dabei neben den zwei Satelliten in Südkorea und den USA aber vor allem auf dem europäischen Ausland“, erklärt er. Die Microsoft Corporation aus den USA sei beispielsweise Mitglied geworden, weil sie

die Verwaltungsschale als das am weitesten entwickelte Modell für digitale Zwillinge betrachte. Dazu kommt: Gerade auch vor dem Hintergrund, CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke nachvollziehbar abbilden zu können, soll die Verwaltungsschale zu einer offenen Lösung weiterentwickelt werden, mit der entsprechende Richtlinien erfüllt werden können. Stichwort ist hier der digitale Produktpass.

### Welcher Rolle spielen Datenräume beim Aufbau digitaler Zwillinge?

Weil für den Aufbau digitaler Zwillinge großer Produktionsanlagen, Infrastrukturen und anderen umfangreichen Modellen unternehmensübergreifend Daten zusammengeführt werden, sind Datenräume essenziell. Wichtig ist, dass alle, die ihre Daten dort teilen, auch davon profitieren. Auf europäischer Ebene wird dafür unter dem Namen Gaia X eine sichere und vernetzte Dateninfrastruktur aufgebaut, die den Ansprüchen an eine digitale Souveränität gerecht werden soll.

Einer der derzeit konkretesten Datenräume ist Catena X. Mehr als 100 Unternehmen, vorwiegend aus der deutschen Automobil- und IT-Branche, arbeiten hier zusammen. Im Mai 2022 hatte das Bundeskartellamt grünes Licht für diese Kooperation gegeben.

### Was umfasst der Datenraum von Catena X?

„Catena X zielt darauf, die Wertschöpfungskette nachvollziehen zu können, was auch im Sinne der Kreislaufwirtschaft absolut wichtig ist“, sagt Michael Weyrich, Vorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA). Um in derart komplexen Prozessen erfolgreich eine Kreislaufwirtschaft betreiben zu können, müssten die Zulieferteile elektronisch erfasst und verfolgt werden können. Diese könnten beispielsweise über einen Bilanzierungsmechanismus mit einer CO<sub>2</sub>-Bilanz versehen werden, um überhaupt verlässliche Aussagen für das Endprodukt treffen zu können. Auf diese Weise kann laut Weyrich auch verhindert werden, dass Teile zu Lasten der CO<sub>2</sub>-Bilanz und der deutschen Wirtschaft billig im Ausland produziert werden.

### Was ist nötig, um CO<sub>2</sub>-Bilanzen in digitalen Zwillingen abbilden zu können?

Um physische Teile in einer Wertschöpfungskette mit vielen verschiedenen Ebenen – die Automobilbranche spricht von Tiers – vertreiben zu können, wird man künftig zu jedem Teil einen digitalen Zwilling in der Catena-X-Welt initiieren müssen. Der soll dann neben der Herkunft alle Informationen enthalten, die für eine komplette CO<sub>2</sub>-Bilanz des jeweiligen Autos nötig sind. Nur durch entsprechende Bilanzierungssysteme kann laut Michael Weyrich verhindert werden, dass die hiesige Industrie im globalen Wettbewerb Nachteile erleidet, während zugunsten geringerer Beschaffungskosten andernorts Raubbau betrieben wird.

Für den GMA-Vorsitzenden ist der Klimaschutz deshalb nur eine von vielen Optionen, die digitale Zwillinge bieten. „CO<sub>2</sub> ist jetzt in aller Munde. Das lässt sich aber auch auf andere Aspekte übertragen, wie faires Arbeiten“, sagt Weyrich.



Foto: KUKA Group

## Produktion flexibel gestalten

Die Flexibilität von Produktionssystemen nimmt durch den Robotereinsatz und autonome mobile Systeme kontinuierlich zu. Umso wichtiger ist es, deren Wechselwirkungen schon in der Planung richtig bewerten zu können. Beispielsweise nutzt die Anlagenbauparte von Kuka beim Virtual Engineering (VE) den digitalen Zwilling als virtuelles 3D-Abbild. Die Fotomontage zeigt beispielhaft die Anlagenplanung für ein Unternehmen, das Komponenten für die E-Mobilität produziert. Ausgangspunkt ist hier ein virtuelles Anlagenmodell. Im Zwilling werden dann alle verfügbaren Daten gesammelt, anschaulich visualisiert und schließlich bewertet. Andere Unternehmen nutzen digitale Abbilder von großen Anlagen auch dazu, das Bedienpersonal vorab an echten Leitständen zu trainieren.

## Helfer für die Stadtlogistik

Wer kennt sie nicht: Lieferdienste, die an Engstellen halten, um ihr Tagespensum an Auslieferungen zu erreichen. Mit digitalen Zwillingen und künstlicher Intelligenz könnte das bald besser organisiert werden. Ein entsprechender Zwilling für die Citylogistik wird aktuell im KI-Innovationsprojekt Bauhaus.MobilityLab für die Stadt Erfurt aufgebaut. Dafür werden unter anderem Daten zum Verkehrsnetz, dem Verkehrsaufkommen, der Luftqualität und Vorhersagen zum Bestellaufkommen in Abhängigkeit von Haushaltsgröße gesammelt und analysiert. Auch Daten realer Lieferketten mitsamt der zugehörigen Prozesse und Kapazitäten sollen in das Modell einfließen. Das Ziel: Veränderungen im urbanen Logistiksystem vorab simulieren, um ihre Wirkung auf den Gesamtprozess zu bewerten. Im kommenden Jahr soll das Forschungsprojekt als urbanes KI-Reallabor in den Regelbetrieb übergehen.



Foto: Bauhaus.MobilityLab

## Wasserwirtschaft wird digital

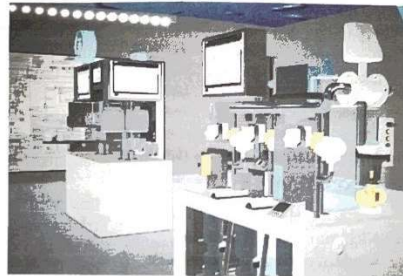


Foto: Siemens AG

Wie wichtig ein sparsamer Umgang mit Wasser sein kann, wurde in diesem Sommer in vielen Teilen Europas deutlich. Die Überwachung von Versorgungsnetzen kann hier einen wichtigen Beitrag leisten. Dazu wurde kürzlich auf der Branchenmesse IFAT in München ein digitales Wassermodell vorgestellt. Es soll den Verantwortlichen in der Wasserwirtschaft helfen, besser auf die Herausforderungen durch Klimawandel, Urbanisierung,

Wasserverschmutzung sowie striktere Gesetze und Regularien eingehen zu können. In der typischen Pumpenanwendung aus der Wasser- bzw. Abwasseranlage kann damit die komplette Anlage als digitaler Zwilling abgebildet werden. Künstliche Intelligenz hilft dann z. B. Leckagen zu erkennen und auch den Energiebedarf durch die eingesetzten Pumpen zu optimieren.