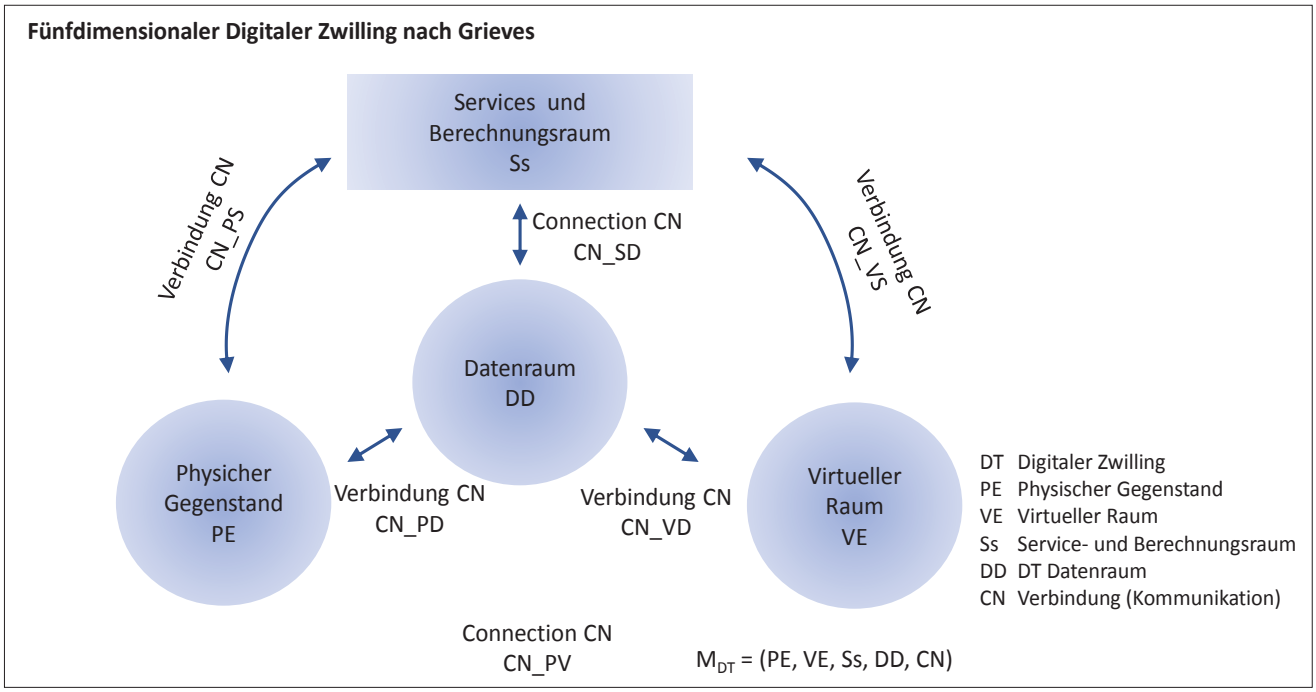
**Arbeiten mit dem Digitalen Zwilling.** *(Bild: iStock, gorodenkoff)*

# Der «Digital Twin» – das unbekannte Wesen

*Der «Digitale Zwilling» ist in aller Munde. Oft ist jedoch unklar, was genau mit dem Begriff gemeint ist. Prof. Markus C. Krack, am Institut für Business Engineering FHNW verantwortlich für das Forschungsgebiet Smart Factory, und Simona Burri sowie Manuel Fischer, die am selben Institut ihr Masterstudium absolvieren und als wissenschaftliche Assistenten arbeiten, versuchen, den Digitalen Zwilling zu definieren, dessen Aufbau und Einsatzmöglichkeiten zu betrachten und Vorteile und Nutzen aufzuzeigen.*

Der Begriff «Digitaler Zwilling» (engl. Digital Twin) muss für vieles herhalten, was nur am Rande mit einem solchen zu tun hat. Ein 3D-CAD-Modell als Digitalen Zwilling zu bezeichnen, ist schlichtweg falsch. Auch die Behauptung, dass dieser längst Stand der Technik ist und in den meisten Unternehmen eingesetzt wird, ist sehr verwegen.

Wie also ist ein Digitaler Zwilling definiert? Wenn man in der Literatur nach diesem Begriff sucht, stellt man schnell fest, dass es keine einheitliche Definition dafür gibt. Eine erste, sehr spezifische Definition findet man im Jahr 2010 in einer Veröffentlichung der NASA (Shafto M, et al., 2010). Konkrete Aussagen finden sich in den Ausführungen «Digital Twin Driven Smart Factory» (Tao et al., 2019). Hier wird zwischen zwei verschiedenen Ausführungen im Aufbau von Digitalen Zwillingen unterschieden. Als traditionell wird der dreidimensionale Digitale Zwilling beschrieben. Dieser wurde 2003 das erste Mal unter M. Grieves im Rahmen einer




**Definition eines fünfdimensionalen Zwillings.** *(Grafiken: FHNW)*

Vorlesung zum Thema Product Lifecycle Management vorgestellt. Der dreidimensionale Digitale Zwilling besteht aus dem physischen Gegenstand (physical entity), seiner virtuellen Repräsentanz (virtual entity) und der Verbindung der beiden mittels Daten und Informationen.

Später wurde mit dem fünfdimensionalen Zwilling das klassische Modell des 3D-Zwillings von Grieves um die Dimension Daten und Services erweitert. Ein Digitaler Zwilling besteht somit gemäss (Tao et al., 2019) aus:

- einem physischen Gegenstand
- Aufteilung in einen Geometrieraum und Simulationsraum
- Aufteilung in einen Service-Raum und Berechnungsraum
- einem Datenraum
- den Verbindungen für die Kommunikation

Man kann auf Grundlagen dieser Arbeiten einen Digitalen Zwilling wie folgt definieren: Ein Digitaler Zwilling ist die virtuelle Repräsentanz eines physischen Gegenstands. Physischer Gegenstand und virtuelle Repräsentanz sind miteinander verbunden und exakt synchronisiert, sodass sie sich in beiden Richtungen in Echtzeit beeinflussen können. Der physische Gegenstand lässt sich mit dem Digitalen Zwilling steuern. Gleichfalls kann im Digitalen Zwilling der Zustand des physischen Gegenstands erkannt werden.

Somit kann festgehalten werden, dass ein Digitaler Zwilling zwingend das folgende Kriterium erfüllen muss: Er stellt eine Kopplung zwischen realen Systemen und deren virtuellen Repräsentanzen dar. Diese kommunizieren in Echtzeit miteinander.

Oftmals werden digitale Mock-Up (DMU) fälschlicherweise als Digitaler Zwilling bezeichnet. Dies kann aus der Ähnlichkeit der beiden Systeme herrühren. Ein Digital Mock-Up ist aber nur eine rechnergestützte Methode, bei der ein digitales Modell eines realen Produkts beziehungsweise Gegenstands wiedergegeben wird und gewisse Eigenschaften simuliert werden. Das Kriterium der Kopplung des realen und digitalen Gegenstands ist aber nicht gegeben, stellt jedoch ein Muss-Kriterium für den Digitalen Zwilling dar.

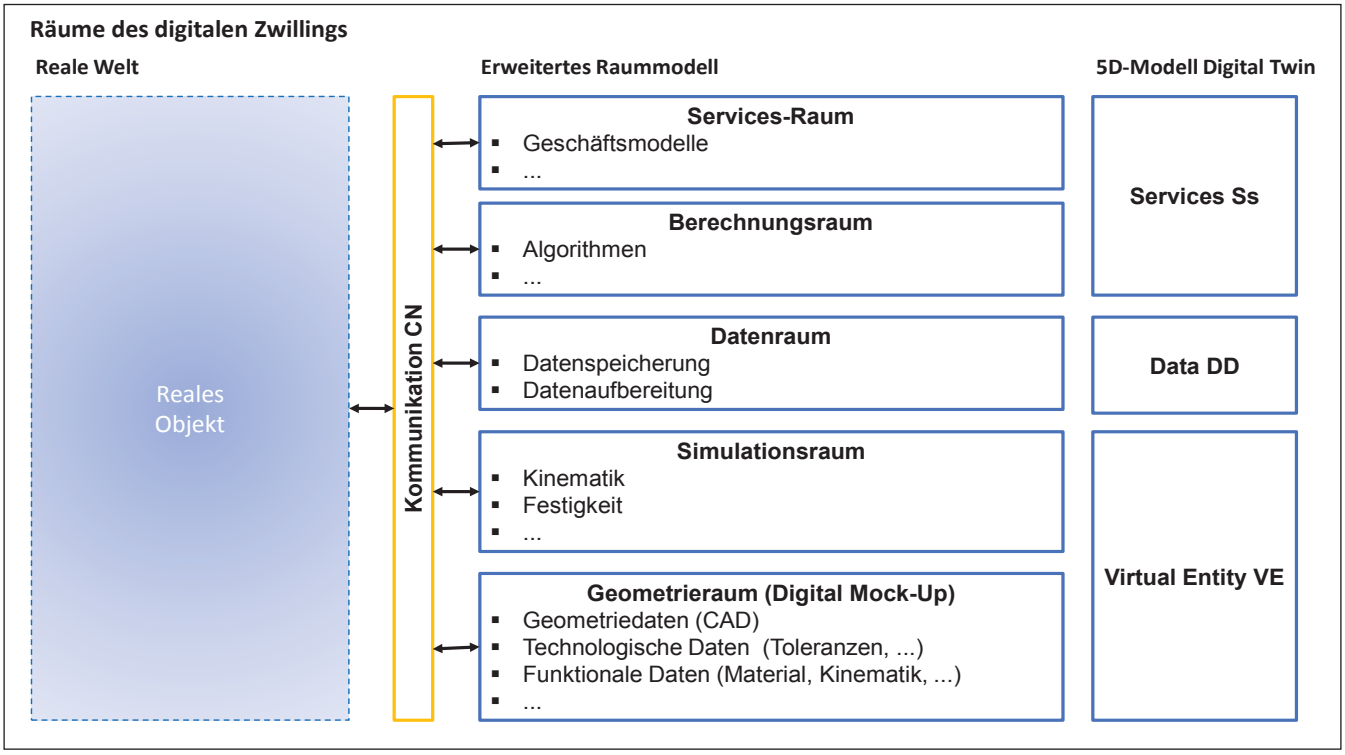
## Digitaler Zwilling ist nicht gleich Digitaler Zwilling

Nach heutigem Stand werden drei Arten von Digitalen Zwillingen unterschieden:

- Digitaler Produktzwilling: Er wird in der Produktentwicklung eingesetzt, um ein Produkt virtuell in Betrieb zu nehmen, bevor mit der Fertigung begonnen wird. Der Produktzwilling hilft 3D-/CAD-Modellen, Prüfmerkmale oder deren Produkteigenschaften zu verbessern.
- Digitaler Produktionszwilling: Er wird bei der Planung von Fabriken, Maschinen und Anlagen, Werkzeugen, und Prüfprogrammen eingesetzt. Dieser Digitale Zwilling unterstützt, überwacht und optimiert die Produktionsprozesse.
- Digitaler Performancezwilling: Er wird auch als das digitale Gedächtnis eines Produktes oder einer Produktion bezeichnet. Produktionskennzahlen und Daten, wie Durchlaufzeiten, Einhalten von Lieferzeiten, Qualitätsmerkmale et cetera, können in einem Performancezwilling abgebildet und verbessert werden.

## Aufbau eines Digitalen Zwillings

Der formalisierte Aufbau eines Digitalen Zwillings ist erst im Aufbau. Im Entwurf der ISO/DIS 23247-2 «Automation systems and integration – Digital Twin framework for manufacturing» wird eine Referenz-Architektur vorgestellt. Der Digitale Zwilling besteht hierin aus vier Einheiten. Vereinfacht kann man den Aufbau auch mit einem Haus vergleichen, das verschiedene Räume beinhaltet. In der auf der nachfolgenden Grafik wird das Raummodell mit dem ➔




5D-Modell von Grieves referenziert (Abbildung oben). Die einzelnen Räume übernehmen hierbei verschiedene Funktionalitäten und werden über eine Kommunikationsschicht untereinander und mit dem realen Objekt (Asset) verbunden.

### Nutzen und Chancen eines Digitalen Zwillings

Digitale Zwillinge können während allen «Lebensphasen» eines Produkts von Nutzen sein. In der Entwicklung soll der Digitale Zwilling die Zusammenarbeit zwischen Softwareentwicklern und Konstrukteuren erleichtern, indem er hilft, die Wechselwirkungen im System zu verstehen. Zukünftig sollen die physischen Teile erst gefertigt werden, wenn die virtuelle Entwicklung abgeschlossen ist. Damit sollen zeitraubende Zwischenfälle bei der Instandsetzung des Produkts verhindert werden. Treten dann im Betrieb Störungen auf, kann einfacher auf die Daten zugegriffen und Expertenrat eingeholt werden.

Während des Betriebs der Anlage werden laufend Daten erhoben. Aufgrund dieser Daten und der Erfahrungswerte aus typengleichen Anlagen können Schäden vorhergesagt werden. Dies erlaubt es, Wartungsarbeiten zu planen, bevor die Schäden auftreten. So können teure Ausfallzeiten verhindert werden.

Neben den ökonomischen und technologischen Vorteilen bergen Digitale Zwillinge auch ökologische Vorteile. Ein signifikanter Teil der investierten Ressourcen wird für Teile verwendet, welche nicht eingesetzt werden können. Diese Einsparungen fallen in allen Lebensphasen des Produkts an. Durch den Einsatz von Digitalen Zwillingen sollen diese Ressourcen eingespart werden, wobei der zusätzliche Ressourcenbedarf für Informationsbeschaffung und Datenauswertung mehr als kompensiert werden kann.

*Fachhochschule Nordwestschweiz*
*FHNW, Hochschule für Technik*
5210 Windisch, Tel. 056 202 99 55
weiterbildung.technik@fhnw.ch

### Ausblick

Die Entwicklung des Digitalen Zwillings steht erst am Anfang einer vielversprechenden Technologie. Die bereits eingesetzten Zwillinge stehen stellvertretend als Prototypen für Anwendungen, die standardisiert werden müssen. Zielsetzung wären Baukastensysteme, mit denen Unternehmen einfach und schnell Digitale Zwillinge für ihre Anwendungen erstellen und in Betrieb nehmen können. Dies benötigt noch einigen Entwicklungsaufwand.

*Prof. Markus C. Krack*
*Simona Burri B.Sc., Manuel Fischer B.Sc.*

Auf einen Blick

## *CAS Digital Industry*

Individualisierte Produkte, innovative Dienstleistungen, geringere Kosten: Industrie 4.0 macht neue Geschäftsmodelle möglich. Die Implementierung birgt aber auch Schwierigkeiten: Datensicherheit, ungenügende Standardisierung der technischen Systeme oder veränderte Geschäftsprozesse sind einige Stichworte dazu. Der Weiterbildungslehrgang CAS Digital Industry macht die Absolvierenden darum mit den neusten Technologien wie IoT, Data Analytics, Digitaler Zwilling und Mixed Reality bekannt.

Studiengangleiter der Weiterbildung «CAS Smart Industry» ist Prof. Markus C. Krack. Er ist am Institut für Business Engineering FHNW für das Forschungsgebiet Smart Factory verantwortlich.

fhnw.ch/cas-digital-industry

swissprofessionalmediaAG

TECHNISCHE
RUNDSCHAU

Bleiben Sie informiert!

Mit einem Klick – rundum informiert.

Mit der Technischen Rundschau sind Sie immer auf dem neusten Stand.

www.technische-rundschau.ch

SINDEX
MASSGEBEND IN TECHNOLOGIE

Halle 3
Stand D-11

## Vakuumtechnik, Automation, Handhabung, Robotik

Schmalz ist Marktführer in der Automatisierung mit Vakuum sowie für ergonomische Handhabungssysteme. Die Produkte des international aufgestellten Unternehmens kommen in Anwendungen der Logistik genauso zum Einsatz wie in der Automobilindustrie, der Elektronikbranche oder der Möbelproduktion. Zum breiten Spektrum im Geschäftsfeld Vakuum-Automation zählen einzelne Komponenten wie Sauggreifer oder Vakuum-Erzeuger, komplette Greifsysteme und Spannlösungen zum Festhalten von Werkstücken, beispielsweise auf CNC-Bearbeitungszentren. Im Geschäftsfeld Handhabung bietet Schmalz mit Vakuumhebern und Kransystemen innovative Handhabungslösungen für Industrie und Handwerk.Wir bieten ein breites Sortiment an Neuheiten an.

**Ihr Ansprechpartner an der Messe**
Philippe Rigazzi
philippe.rigazzi@schmalz.ch

SCHMALZ

**Schmalz GmbH**
Eigentalstrasse 1
8309 Nürensdorf (ZH)
Tel. 044 888 75 25
schmalz@schmalz.ch
www.schmalz.com

GEISS® AG
... one step ahead!

# Innovationen

## CNC 10 von Geiss
## der ultimative Weg zur besseren Erstellung Ihrer Produkte

**Die neue Baureihe zum Beschnitt von Kunststoffteilen bis hin zur Herstellung von Formen aus Aluminium für technische Kunststoffteile.**

Neben dem Einsatz zukunftsorientierter und weltweit verfügbarer Antriebs- und Steuerungstechnik waren
-hoher Wiedererkennungswert (CorporateDesign)
-kompakter Maschinenaufbau
-verbesserter Kraftverlauf in der Mechanik
-höhere Steifigkeit des Maschinengehäuses und der Maschinenachsen
-modernes Erscheinungsbild
-Reduzierung der Varianten und Optionen
Ideengeber für das neue Maschinenkonzept.

GEISS® AG
... one step ahead!

D-96145-Sesslach ▪ Tel.: (+49) 9569 9221 0 ▪ Fax: (+49) 9569 9221 810 ▪ www.geiss-ttt.com