

DIGITALER ZWILLING

als Themenschwerpunkt im Digital Hub Nordschwarzwald

Hochschule Pforzheim



KURZ
ERKLÄRT

MAI 2021

Themenschwerpunkte

Inhalt

1. Digitaler Zwilling	2
1.1 Allgemeine Beschreibung	2
1.2 Vorteile	3
1.3 Herausforderungen	3
1.4 Praxisbeispiel	3
Literaturverzeichnis	6

1. Digitaler Zwilling

1.1 Allgemeine Beschreibung

Der digitale Zwilling oder englisch „digital twin“ lässt sich allgemein als das virtuelle Abbild eines realen Objekts beschreiben (vgl. Klostermeier et al. 2018). Über Daten und Algorithmen werden dabei die Eigenschaften und das Verhalten des realen Objekts unter bestimmten Betriebsbedingungen virtuell abgebildet und mit Hilfe von Sensoren mit der realen Welt in Verbindung gebracht (vgl. Luber 2018). Die Sensoren erheben fortlaufend Daten über das reale Objekt und übermitteln diese in die digitale Welt, sodass sich der digitale Zwilling und das reale Gegenstück gleichförmig weiterentwickeln. Das Konzept des digitalen Zwillings basiert somit auf dem Internet der Dinge, Big Data und dem maschinellen Lernen (vgl. Heil 2019). Das reale Objekt, das durch einen digitalen Zwilling repräsentiert werden soll, kann dabei sowohl physischer als auch nicht-physischer Natur sein, also beispielsweise Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse betreffen. Des Weiteren ist es irrelevant, ob das Objekt in der realen Welt bereits existiert oder erst existieren wird.

Die prominenteste Anwendungsdomäne von digitalen Zwillingen ist bis dato die Produktionstechnik (vgl. Kuhn 2017). Dabei stellen die Zwillinge im Kontext der Digitalisierung von Produktionsprozessen und der Industrie 4.0 die Grundlage für Simulations-, Analyse-, Produktions- und Entwicklungsprozesse dar. In der Industrie 4.0 begleiten die digitalen Zwillinge den kompletten Entwicklungs-, Produktions- und Betriebszyklus eines Produktes oder Services. So lassen sich Abläufe dank virtueller Simulationsmodelle planen, optimieren und anpassen (vgl. Luber 2018).

Um einen digitalen Zwilling zu erstellen werden grundsätzlich verschiedene Elemente benötigt. In der Regel sind das zum einen das reale, abzubildende Objekt und zum anderen ein virtueller Darstellungsraum als auch Daten zu den Umgebungsbedingungen. Die Zwillinge werden dann durch gesammelte Echtzeitdaten des realen Objekts und beschreibende Algorithmen erstellt und in dem Darstellungsraum digital abgebildet. Oft kommt ein modulares Konzept bei der Erstellung zum Einsatz. Dabei wird der digitale Zwilling eines Gesamtsystems aus vielen einzelnen digitalen Zwillingen der Subsysteme zusammengesetzt (vgl. Luber 2018). Nachfolgende Abbildung zeigt ein vereinfachtes Beispiel aus dem Bereich der Luftfahrt. Der digitale Zwilling des Gesamtsystems „Flugzeug“ setzt sich wiederum aus den Teilkomponenten und deren digitalen Zwillingen „Tragfläche“ und „Fahrgestell“ zusammen. Jeder Zwilling der Teilkomponenten enthält Simulationsmodelle. Der Zwilling des Gesamtsystems greift auf die Simulationsmodelle der Teilkomponenten zu (vgl. Kuhn 2017).

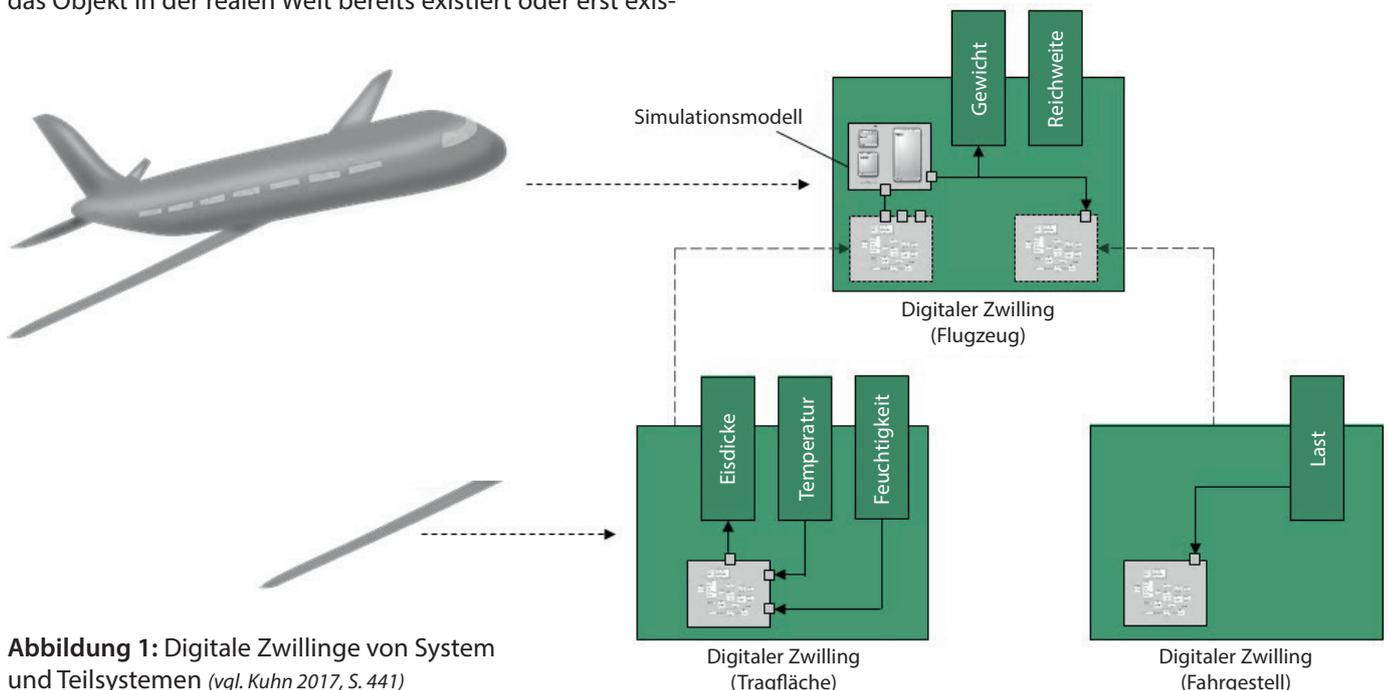


Abbildung 1: Digitale Zwillinge von System und Teilsystemen (vgl. Kuhn 2017, S. 441)

1.2 Vorteile

- Zeitersparnis in der Entwicklung und Produktion
- Von Beginn an fehlerfreie und optimierte Betriebsprozesse
- Optimierung des Anlagen- und Prozessdesigns schon während der Planungsphase
- Tiefes Verständnis von Abläufen und Prozessen durch eingehendes Studium des Verhaltens digitaler Zwillinge
- Reibungslose Inbetriebnahme durch vorherige Simulationen und Tests im virtuellen Raum
- Ganzheitliche Sicht auf Produkte und Anlagen in Echtzeit
- Aussagekräftige Prognosen über Eigenschaften, Leistungen und Betriebsverhalten von Produkten und Anlagen
- Einfachere und schnellere Abstimmung mit Zulieferern durch Prüfung der Produkteigenschaften eines Werkstücks mithilfe seines digitalen Zwillings
- Effiziente Modifikationen von Produkten und Prozessen durch Tests und Simulation der Auswirkungen in digitalen Umgebungen

1.3 Herausforderungen

- Die Leistungsfähigkeit des digitalen Abbilds muss dem geplanten Einsatzzweck angepasst werden
- Alle Produkteigenschaften sowie Stellgrößen und die Leistungskennzahlen müssen im Modell abgebildet sein
- Das digitale Abbild muss in der Lage sein die erfassten Daten des realen Gegenstücks zu verarbeiten.
- Die Fähigkeit der Datenerfassung bezüglich des realen Produkts muss gegeben sein
- Die Fähigkeit der Verarbeitung muss gegeben sein. Das reale Produkt muss dazu über notwendige Stellmechanismen verfügen, um die ermittelte Optimierung überhaupt umsetzen zu können
- Optimierte Parameter müssen also vom Produkt bzw. der Anlage empfangen, verarbeitet und in die Konfiguration übernommen werden

1.4 Praxisbeispiel

Regional

Das in Straubenhardt-Conweiler ansässige Unternehmen **OTEC** ist auf den Bau von Gleitschleifanlagen spezialisiert. Das Unternehmen legt Wert darauf die Digitalisierung innerhalb des Betriebes voranzutreiben. In diesem Zusammenhang findet die Entwicklung eines Digitalen Zwillings statt.

Die Technologie wird zukünftig eingesetzt, um ein System zur virtuellen Inbetriebnahme zu etablieren. Das Ziel ist es schon vor der physikalischen Inbetriebnahme der realen Maschine eine Simulation durchführen zu können, indem der Steuerungscode an dem digitalen Abbild der Maschine getestet wird. Hierdurch werden frühzeitig mögliche Störfaktoren identifiziert und Optimierungen können in einer sicheren Umgebung frühzeitig umgesetzt werden. Als Folge verkürzt sich die Lieferzeit, da die Probleme bei der realen Inbetriebnahme bereits drastisch reduziert wurden (vgl. *OTEC 2019; Roller 2018*).

Die **HOMAG Group**, die 1960 in Schopfloch gegründet wurde, ist Weltmarktführer für Holzbearbeitungsmaschinen. Damit eine optimale, und schnelle Inbetriebnahme ihrer Anlagen stattfinden kann, geschieht dies mittlerweile digital. Durch die virtuelle Echtzeit-Simulation können frühzeitig mögliche Komplikationen, die bei der realen Inbetriebnahme auftreten könnten, identifiziert werden. So können z.B. mögliche Probleme bei Schnittstellen erkannt und ausgebessert werden, weshalb die reale Inbetriebnahme in der Regel kürzer ausfällt. Anlagen erhalten dadurch eine hohe technische Verfügbarkeit und können, ohne den Wertschöpfungsprozess zu stoppen optimiert werden. Zudem erhalten Anlagen durch 3D-Verhaltensmodelle einen digitalen Zwilling, der genutzt wird, um Anlagen und Zellen in ihrem Aufbau und Verhalten nachzubilden. Aufgrund der verwendeten realen Steuerungskomponenten und Simulation-PCs ist es für Nutzer nicht erkennbar, dass lediglich mit dem digitalen Zwilling und nicht mit der tatsächlichen Anlage gearbeitet wird. Des Weiteren können Mitarbeiter frühzeitig am digitalen Zwilling geschult werden, wodurch sie nach Inbetriebnahme der realen Anlage direkt daran arbeiten können (vgl. *HOMAG Group AG 2017*).

Der Anlagenlieferant für Pressen- und Beschichtungstechnologien **Robert Bürkle GmbH** ist zur Realisierung eines Digitalen Zwillings eine Partnerschaft mit Siemens eingegangen. Die Konstrukteure der Bürkle GmbH nutzen diesen für die Konstruktion, Entwicklung, Inbetriebnahme und Simulation von komplexen Anlagen. So kann der Anlagenbauer Änderungen bereits virtuell absichern. Schätzungen zufolge werden bis zu 25 % Zeitersparnis bei der Inbetriebnahme und dem Produktionsstart erzielt. Dies stellt nicht nur für den Anlagenbauer, sondern auch für seine Kunden einen enormen Vorteil dar. Bereits vor der physischen Inbetriebnahme können die Konstrukteure so schon Abläufe

präzise simulieren und beispielsweise Bearbeitungen von Rohmaterialien beliebig oft testen und verbessern, was vor Ort oftmals nicht mehr möglich ist. Zudem werden Machbarkeitsstudien ermöglicht, bevor die Maschine installiert ist, wodurch teure Nachbesserungen verhindert werden (vgl. Huber 2020).

Überregional

Der Maschinenbauer Bausch + Ströbel aus Ilshofen in Baden-Württemberg nutzt die Potenziale des digitalen Zwillings. Die Firma stellt Abfüll- und Verpackungsmaschinen für die Pharmaindustrie her. Als Ersatz für konventionelle Holzmodelle im Maßstab 1:1 setzt der Hersteller bei der Entwicklung mittlerweile auf das Konzept des digitalen Zwillings. Mit Hilfe der Siemens NX CAD-Software wird ein 3D-Modell der Maschine als erste Version des digitalen Zwillings erstellt. Mit der Software Mechatronics Concept Designer lassen sich frühzeitig Designalternativen erstellen und validieren. Zudem simulieren die Ingenieure die Bewegungsabläufe, legen die kinematischen und dynamischen Eigenschaften fest, programmieren Kurvenscheiben und dimensionieren die Antriebe (vgl. Siemens 2020). Mit Hilfe von Virtual Reality wird das digitale Modell in Originalgröße abgebildet. So können Kunden das Design und die Funktionen realitätsnah testen. VR-Brillen und stereoskopisches 3D sorgen für einen realistischen Eindruck und durch Controller und einem Mockup-Rahmen können haptische Eindrücke und die Ergonomie getestet werden. Gewonnene Erkenntnisse und Verbesserungen werden anschließend am digitalen Zwilling vorgenommen. Während der Nutzung hat Bausch + Ströbel Zugriff auf den digitalen Zwilling, wodurch schnelle, zielgerichtete Serviceleistungen und vorausschauende Wartung stattfinden kann (vgl. Butschek 2018).

Der Entsorgungsverband Saar unterhält ein weit verteiltes System aus Kanalrohren und Kläranlagen zur Abwasserentsorgung und -aufbereitung. Hierzu gehören komplexe Anlagen, die regelmäßig gewartet und inspiziert werden müssen. Aufgrund der weit verteilten Standorte der Anlagen, fallen hohe Reisekosten und -zeiten an. Zusätzlich müssen die Maschinen für die Arbeiten heruntergefahren werden, wodurch Stillstände entstehen. Um diesen negativen Folgen entgegenzuwirken, wird ein Digitaler Zwilling für die Anlagen entwickelt. Sensoren und Kameras innerhalb der Anlagen übermitteln Informationen an das digitale Abbild.

Die Visualisierung findet dabei durch eine Virtual-Reality-Brille statt. Der Techniker kann ortsunabhängig Daten von der Anlage anfordern. Anschließend setzt er die VR-Brille auf und sieht einen 360°-Livestream, der durch Betriebsdaten angereicht wird. Der Mitarbeiter sieht nun ein Livebild der Maschine mit allen wichtigen Informationen und kann hierdurch neben einer visuellen Inspektion auch mit der Maschine interagieren. Durch Auswahl verschiedener Bauteile sieht er aktuelle Betriebsdaten und -zustände. Hiermit kann der Betriebszustand unabhängig von Standort und Zeit überwacht werden und auf Basis der Informationen der Wartungsaufwand vorausschauend ermittelt werden (vgl. Bender et al. 2020).

Eine typische Herausforderung im Bestandsbau des Dachdecker- und Zimmerergewerkes ist die Aufnahme von Dachstrukturen im Zuge der Angebotserstellung und abschließenden Abrechnung. Das Team, bestehend aus den beiden Unternehmen Dachdeckermeister Hombach & Schäfer GmbH und dem AIRTEAM Aerial Intelligence GmbH, setzt ein modernes Verfahren ein, um die Dachstruktur mit drohnengestützten Bildaufnahmen zu erfassen. Hierdurch können die geometrischen Parameter sowie spezifische Merkmale wie Versprünge oder Unregelmäßigkeiten aufgenommen werden. Es kann zwar keine hundertprozentige Sicherheit über die konstruktive Verfassung gegeben werden, aber die Bilddokumentation reicht aus, um wichtige geometrische Parameter sowie den Zustand zu erfassen. Die Daten sind transparent nachvollziehbar und aufgrund der Bilddokumentation in sich konsistent. Diese Informationen reichen als Grundlage für Sanierungsplanung und Angebotserstellung aus. Neben der gesparten Zeit ist vor allem auf die Sicherheit dieses Verfahrens zu verweisen, denn es ist nicht nötig einen Dachdecker vor Ort zu haben oder die Dachfläche zu betreten (vgl. Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Planen und Bauen 2019).

Kontakt

Digital Hub Nordschwarzwald

www.digitalhub-nordschwarzwald.de

Patrice Glaser

Digital Hub Managerin

E-Mail: digitalhub@nordschwarzwald.de



Der Digital Hub Nordschwarzwald ging im Oktober 2018 als einer von zehn regionalen Digital Hubs an den Start. Mit dem Ziel, Baden-Württemberg auch im digitalen Zeitalter als führenden Innovations- und Wirtschaftsstandort zu erhalten, unterstützt das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau dieses Förderprojekt. Der Digital Hub Nordschwarzwald wird getragen von 11 Konsortialpartnern und steht in der Projekttürgerschaft der Wirtschaftsförderung Nordschwarzwald. Mit seinen drei Standorten Pforzheim, Nagold und Horb bietet der Digital Hub passgenaue Informations- und Unterstützungsangebote für kleine und mittelständische Unternehmen sowie für Selbstständige und Start-ups und agiert als Plattform für Erfahrungsaustausch, Wissenstransfer, Beratung und Kollaboration.

Literaturverzeichnis

Bender, S.; Greff, T.; Eiletz, Matthias, Werth, Dirk (2020): Mit dem Digitalen Zwilling zur virtuellen Inspektion industrieller Anlagen 2020, 2020, S. 17–21. Online verfügbar unter https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/Wissenschaft-trifft-Praxis/magazin-wissenschaft-trifft-praxis-ausgabe-13.pdf?__blob=publicationFile&v=5, abgerufen am 14.05.2021.

Butschek, M. (2018): Digitale Fabrik. Das Digital Enterprise in der Industrie. In: Lars Fend und Jürgen Hofmann (Hg.): Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen. Konzepte - Lösungen - Beispiele. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 149–171.

Heil, F. (2019): Digitaler Zwilling in der Industrie 4.0. In: Digitaler Mittelstand, 23.01.2019. Online verfügbar unter <https://digitaler-mittelstand.de/technologie/ratgeber/digitaler-zwilling-in-der-industrie-4-0-55690>, abgerufen am 18.03.2020.

HOMAG Group AG (2017): Anlagentechnik: Ihre Lösung auf der LIGNA 2017. Hg. v. HOMAG Group AG. Online verfügbar unter <https://www.homag.com/news-events/news/artikel/anlagentechnik-ihre-loesung-auf-der-ligna-2017>, abgerufen am 14.05.2021.

Klostermeier, R.; Haag, S.; Benlian, A. (2018): Digitale Zwillinge. Eine explorative Fallstudie zur Untersuchung von Geschäftsmodellen. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 55 (2), S. 297 – 311.

Kuhn, T. (2017): Digitaler Zwilling. In: Informatik Spektrum 40 (5), S. 440 – 444.

Luber, S. (2018): Was ist ein Digitaler Zwilling? Online verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-ein-digitaler-zwilling-a-728547/>, abgerufen am 18.03.2020.

Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Planen und Bauen (2019): Drohnenflug statt Kletterei auf dem Dach. Online verfügbar unter <https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/kos/WNetz?art=Project.show&id=39>, abgerufen am 14.05.2021.

Otec (2019): Otec NEWS. Hg. v. Otec Präzisionsfinish GmbH. Online verfügbar unter https://www.otec.de/fileadmin/uploads/Aktuelles/Otec_News/ote_190757_news_02_2019_de_fin_screen.pdf, abgerufen am 14.05.2021.

Roller, N. (2018): Straubenhardter Firma Otec schickt den digitalen Zwilling ins Rennen. In: Pforzheimer Zeitung 2018, 2018. Online verfügbar unter https://www.pz-news.de/wirtschaft_artikel,-Straubenhardter-Firma-Otec-schickt-den-digitalen-Zwilling-ins-Rennen-_arid,1223924.html, abgerufen am 14.05.2021.

Siemens (2020): Get to market faster by reducing machine development time with MCD. Online verfügbar unter <https://www.plm.automation.siemens.com/global/de/products/mechanical-design/mechatronic-concept-design.html>, abgerufen am 18.03.2020.



Dieses Werk der Hochschule Pforzheim ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.