

Mittelstand-Digital  
**Zentrum  
Handwerk**



# Die Technologie des Digitalen Zwillings im Handwerk

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

In diesem Themenheft zeigen wir, was hinter der Technologie des „Digitalen Zwillinges“ steckt und welches Potenzial sich daraus für Ihren Handwerksbetrieb bzw. Ihr Gewerk ergibt. So viel sei schon hier verraten: Digitale Zwillinge machen Design, Erstellung, Nutzung und Wiederverwertung von Produkten effizienter und bieten vielfältige Möglichkeiten, Prozesse zu verbessern und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

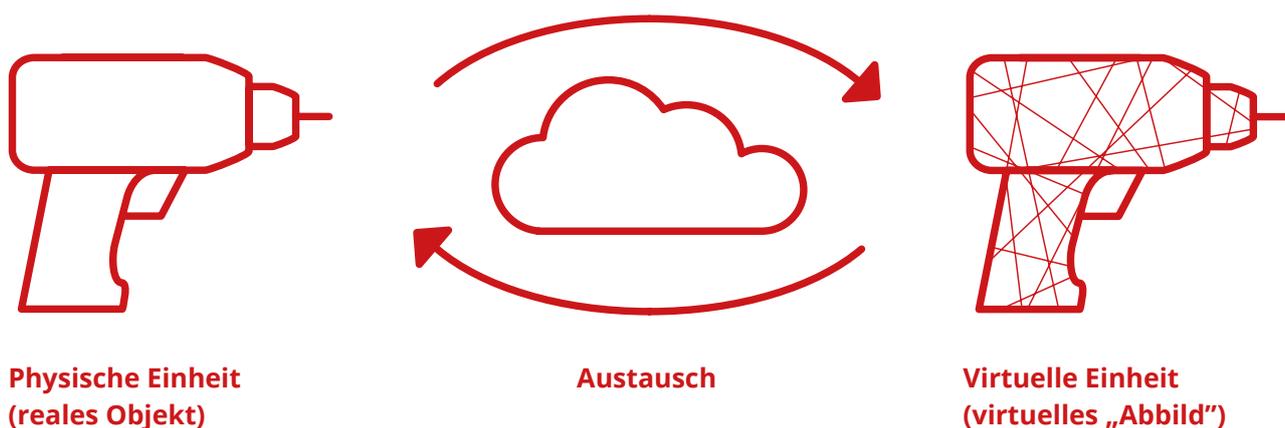
## Was ist ein Digitaler Zwilling?

Ein Digitaler Zwilling ist das **virtuelle „Abbild“** eines realen Objektes. Er enthält Informationen über dessen Maße, Material oder Verhalten. Auch Bedingungen wie Physik oder Mechanik werden abgebildet. Das reale Objekt kann ein materielles oder immaterielles Gut, z. B. ein Produkt, eine Anlage oder ein Prozess sein.

Der Digitale Zwilling und das reale Objekt stehen über den **Austausch von Daten** miteinander in Verbindung. Die Verbindung kann **manuell oder automatisiert** sein, wenn das reale Objekt über Sensoren verfügt (**Internet der Dinge**). Die Sensoren messen den Zustand, die Arbeitsbedingungen, die Position oder den aktuellen Status des realen Objekts.

Durch Software werden die generierten Daten gesammelt, analysiert und verarbeitet. Auf der Grundlage der Daten sind beispielsweise Vorhersagen über den zukünftigen Zustand des realen Objektes möglich, was sich z. B. auf Wartungszyklen auswirkt.

Eine Änderung des realen Objektes beeinflusst den Zustand der virtuellen Einheit. Dabei werden Daten **synchronisiert**. Der Digitale Zwilling kann aber auch die Entwicklung des realen Objekts beeinflussen und steuern. So entwickeln sich die virtuelle Einheit und das reale Objekt gemeinsam weiter.



So funktioniert ein Digitaler Zwilling

Ein Beispiel stellt **Building Information Modeling (BIM)**, auch Bauwerksmodellierung genannt, dar. Hierbei wird ein Gebäude vor dem Baubeginn als virtueller Prototyp entworfen. Alle relevanten Planungsdaten werden so frühzeitig in den Entwicklungsprozess einbezogen. Während der Bauphase werden Echtzeitdaten aufgezeichnet, in das Modell eingepflegt und aktuelle Informationen über den Baufortschritt Beteiligten zugänglich gemacht. Durch diese Offenheit werden nachträgliche Anpassungen, die arbeits- und kostenintensiv sind, stark reduziert.

Ein weiteres Beispiel sind **Online-Routenplaner**, die das virtuelle Abbild eines Straßennetzwerks in Echtzeit darstellen. Eine Routenplaner-App, die auf Navis oder Mobiltelefonen läuft, ist die Schnittstelle zwischen realem Objekt und virtueller Einheit. Die Software kann automatisiert Staulagen identifizieren, indem sie den Standort von Verkehrsteilnehmenden auswertet. Auf dieser Basis wird der Zustand des Digitalen Zwillings, also des Online-Routenplaners, aktualisiert und die Routenempfehlungen für beispielsweise Planungen von Auslieferungen werden optimiert.

Digitale Zwillinge sind vielfältig und umfassen zahlreiche Technologien bzw. Konzepte, z. B. das Internet der Dinge (IoT), vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), Big Data oder künstliche Intelligenz (KI).

Eine Anwendung des **Digitalen Zwillings im Handwerksbetrieb** kann viele Formen annehmen und sowohl einfach als auch komplex sein, je nach Anwendungsbereich. Dabei geht der Digitale Zwillings über die rein virtuelle Abbildung realer Objekte (Digitales Modell) oder die Sammlung von Daten (Digitaler Schatten), z. B. bei der Aufzeichnung der Historie einer Anlage, hinaus und eröffnet neue Einsatzmöglichkeiten.

Im **Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk** können sie sich über viele der Technologien, die Digitale Zwillinge ausmachen, informieren und sie hautnah erleben.



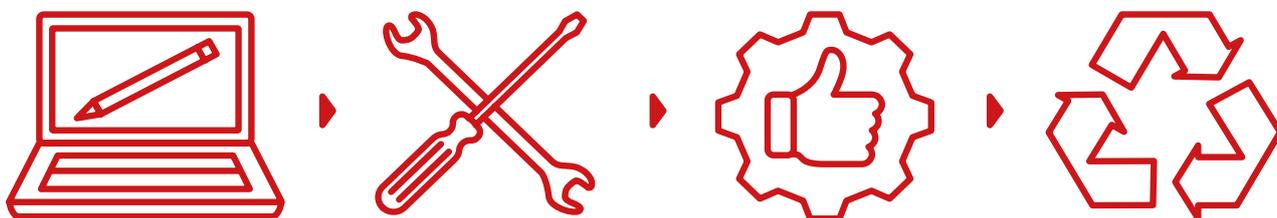
# Welche Vorteile bieten Digitale Zwillinge fürs Handwerk?

Digitale Zwillinge können Betriebe dabei unterstützen, Produktionsprozesse effizienter zu gestalten, die Produktqualität zu steigern oder den Einsatz von Ressourcen zu optimieren. Gerade im Kontext steigender Preise und knapper Materialien kann der Digitale Zwilling durch **Simulation, Modellierung** und **Optimierung** in Bereichen wie Produkt oder Produktion einen Mehrwert schaffen. Auch die Entwicklung oder Integration neuer Geschäftsmodelle ist möglich.

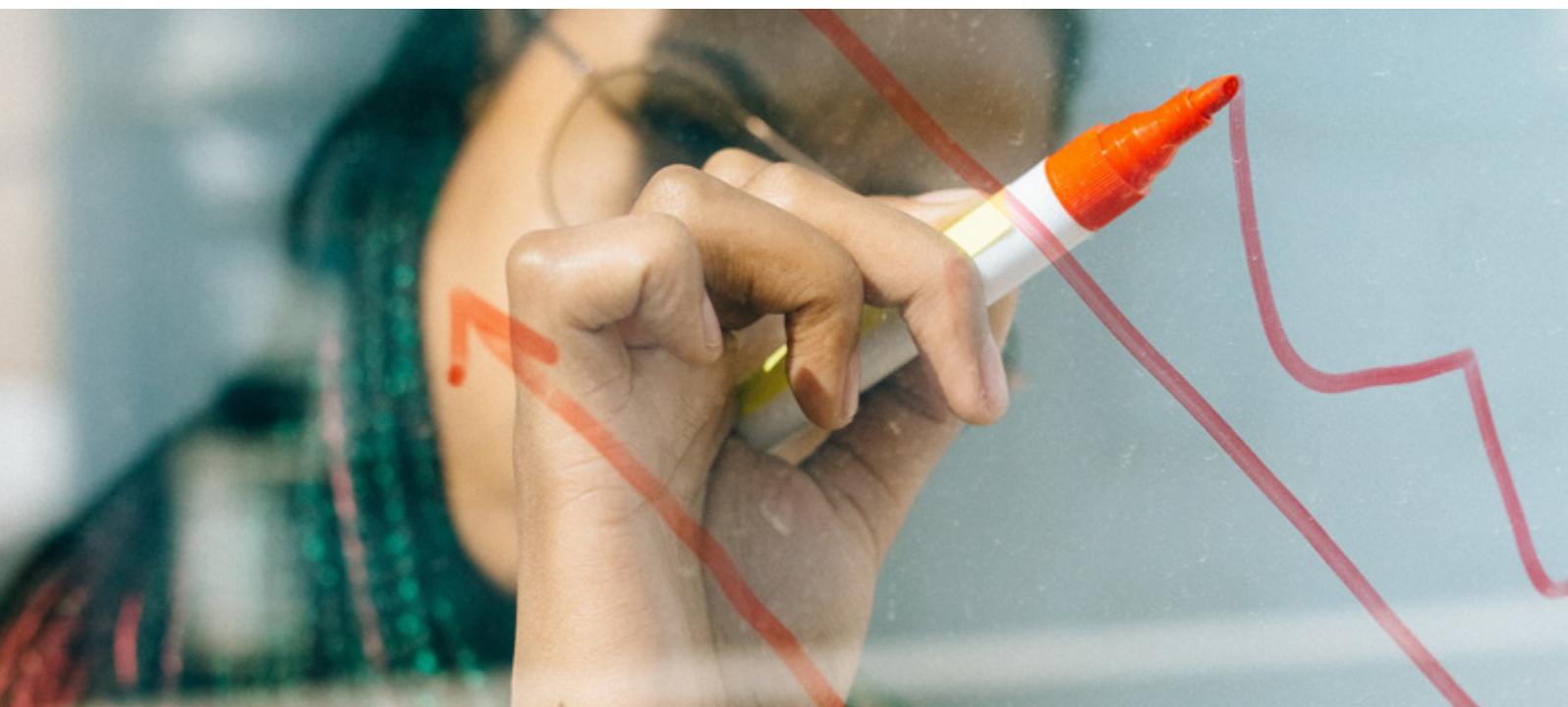
## Verbesserung der Phasen des Lebenszyklus von Produkten

Im Lebenszyklus komplexer Produkte mit den Phasen **Design, Erstellung, Nutzung** und **(Wieder-)Verwertung** eröffnet der Digitale Zwilling vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Handwerksbetriebe.

Komplexe Produkte können beispielsweise Bauwerke, Maschinen oder Anlagen sein und für Gewerke aus den Bereichen Elektronik, Mechatronik, Bau, Medizintechnik, Kfz, Produktion oder für Gewerke mit Industrienähe interessant sein. Für die Entwicklung Digitaler Zwillinge ist es außerdem wichtig, eine Daten-Durchlässigkeit sicherzustellen (wie das Zusammenspiel oder die Weiterverwendbarkeit von Daten aus unterschiedlichen Quellen) und zu gewährleisten, dass der Datenaustausch über die gesamte Produktlebenszeit hinweg möglich ist.



Phasen des Lebenszyklus von Produkten: Design – Erstellung – Nutzung – (Wieder-)Verwertung



## Einsatzszenario 1: Design von Produkten

Beim Design von Produkten können mithilfe Digitaler Zwillinge bestimmte **Anforderungen** schnell und unkompliziert **digital erprobt** werden, ohne dass am physischen Produkt gearbeitet werden muss.

Hierzu gehören z. B. **regulatorische, physikalische, produktionsrelevante** und weitere Anforderungen. Durch die frühe Beseitigung von Fehlern werden **Kosten reduziert**, Einstellungen und Funktionalitäten angepasst und die **Qualität gesteigert**. Der Digitale Zwilling kommt dadurch dem idealen Soll-Zustand des späteren Produktes immer näher.

Regulatorische Anforderungen beziehen sich beispielsweise auf die Einhaltung von Bauvorschriften oder den Einsatz von Materialien. Diese können durch Building Information Modeling vorab geplant und geprüft werden.

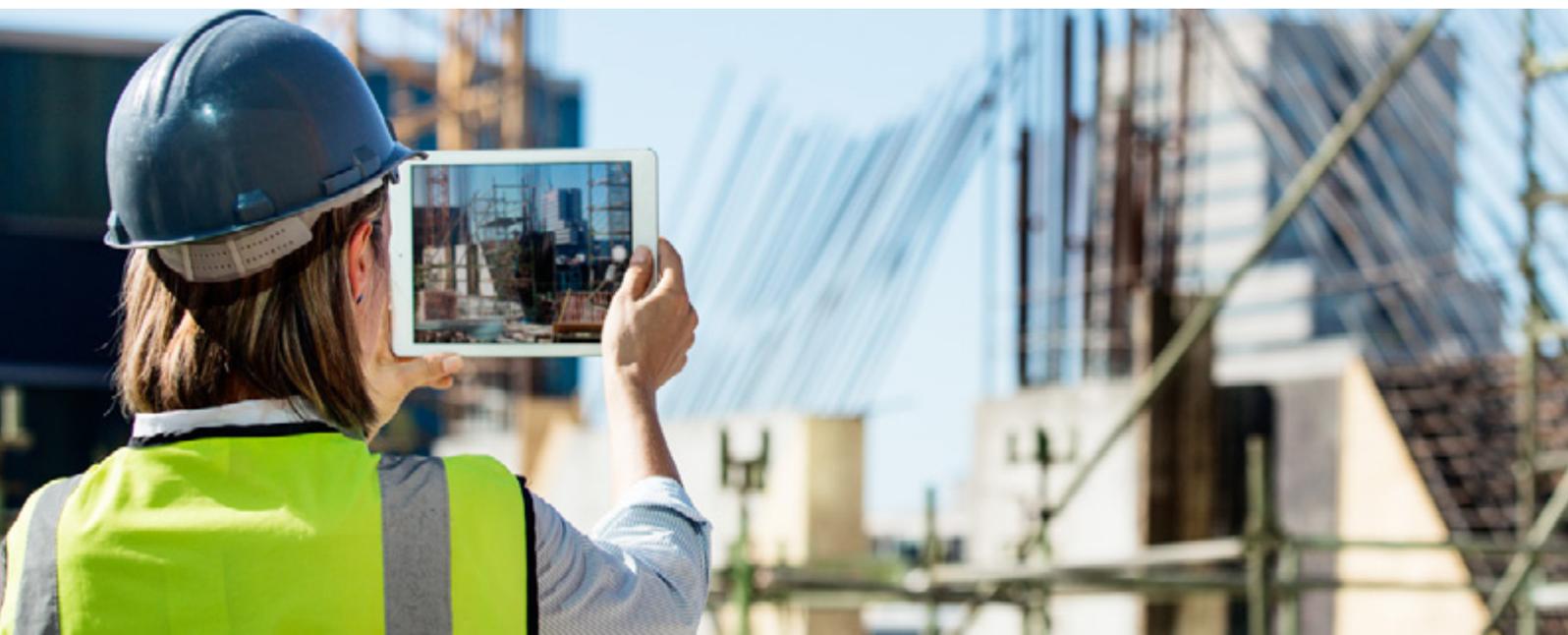
Der technische Übergang von einem digitalen Modell zu einem Digitalen Zwilling ist dabei jedoch fließend. Ein Digitaler Zwilling entfaltet dann sein volles Potenzial, wenn er bestehende reale Objekte kopiert und diese erweitert, z. B. bei einem An- oder Umbau eines Bauwerks oder der Erweiterung einer existierenden Anlage.

## Einsatzszenario 2: Erstellung von Produkten

Sobald der Digitale Zwilling entworfen und optimiert wurde, wird auf dieser Basis ein reales Produkt erstellt. Erfolgt die Erstellung des Produkts in mehreren Schritten, spiegelt der Digitale Zwilling immer den **aktuellen Produktions- bzw. Baustatus** wieder und kann insbesondere im **Qualitätsmanagement** unterstützen.

Im Bauwesen stellt ein Digitaler Zwilling das virtuelle „Abbild“ eines Bauwerks im aktuellen Bauzustand dar. Er kann beispielsweise genutzt werden, um **Baufehler zu erkennen** oder um bewusste **Abweichungen** vom eigentlichen Bauplan zu **dokumentieren**, die während der Bauphase auftreten. Hierdurch wird unter anderem nachvollziehbar, wo Verkabelungen oder Rohrleitungen tatsächlich verlaufen.

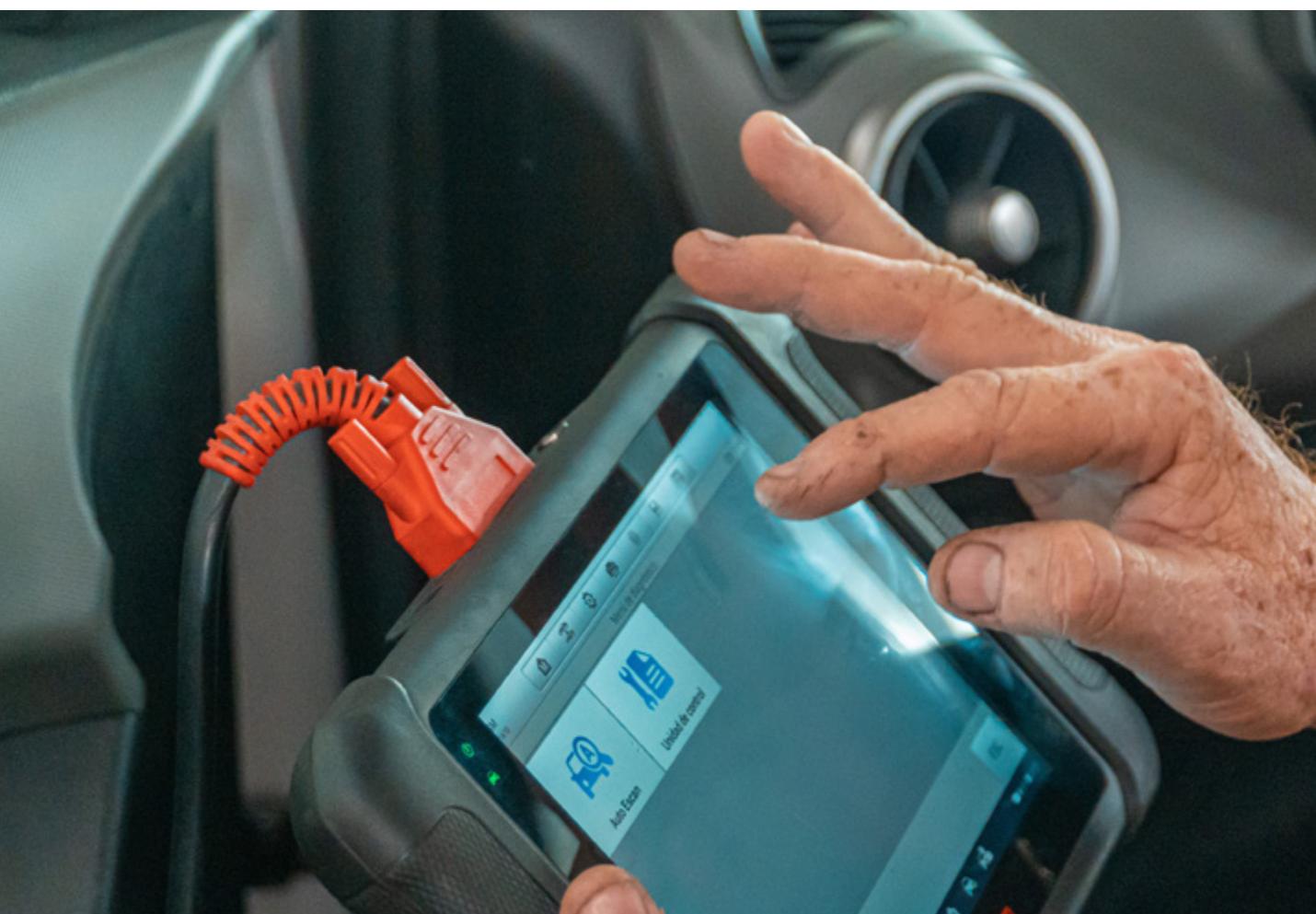
Das **Zusammenspiel unterschiedlicher Gewerke** oder die **Überwachung** kritischer Baubereiche wird durch den Digitalen Zwilling erleichtert oder erst ermöglicht. Das digitale Abbild stellt außerdem sicher, dass die detaillierten Baudaten bei der **späteren Nutzung des Gebäudes weiterverwertet** werden können.



### Einsatzszenario 3: Nutzung von Produkten

Bei der Nutzung von Produkten bietet der Digitale Zwilling unter anderem Vorteile bei der Analyse und Überwachung. So können beispielsweise **Probleme identifiziert** werden, bevor sie auftreten, wodurch **Instandhaltungsmaßnahmen** wie **Reparaturen**, der Austausch von Elementen oder das Fetten von Maschinen **intelligent geplant und vorhergesagt** werden können. Werden beispielsweise Ersatzteilkataloge mit dem Digitalen Zwilling verknüpft, sind unter anderem Nachbestellungen deutlich einfacher.

Sensortechnologie hilft dabei, Objekte wie Kraftfahrzeuge oder Maschinen zu überwachen, **Unregelmäßigkeiten zu erkennen** und frühzeitig Mitarbeitende für Reparaturen einzuplanen. Service- oder Instandhaltungstermine im Betrieb oder vor Ort werden exakt zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt, wodurch **Personalkosten und Ressourcen eingespart** werden.



Auch im Bereich **Smart Home** können Digitale Zwillinge dabei unterstützen, Geräte oder Anlagen intelligent miteinander zu vernetzen, individuell an Nutzungszwecke anzupassen oder Wartungszyklen voranzuplanen.

## Einsatzszenario 4: (Wieder-)Verwertung von Produkten

Digitale Zwillinge werden auch für den optimalen Rückbau von Anlagen oder Bauwerken eingesetzt. Hier liefern sie hilfreiche Informationen und unterstützen die bestmögliche Wieder- und Weiterverwendung.

**Ist ein Digitaler Zwilling in Ihrem Betrieb im Bereich von Produktlebenszyklen sinnvoll? Mit diesen Fragen finden Sie es heraus.**

- In welche Produktzyklus-Phasen ist Ihr Betrieb eingebunden?
- Welche Produkte betreuen Sie über deren gesamte Lebensdauer?
- Sind komplexere oder höherwertige Produkte wie Anlagen oder Maschinen vorhanden, die gewartet werden müssen?
- Arbeiten Sie im Bereich „Lebensdauer von Produkten“ mit Dritten zusammen, z. B. als Fach- oder Produktionspartner oder externer Dienstleister?

## Einsatzszenario 5: Optimierung der Produktion und Erprobung neuer Komponenten

Produktionsanlagen können als Digitale Zwillinge digital nachgebaut werden. Die reale Anlage wird mit Sensoren ausgestattet und mit dem Digitalen Zwilling vernetzt. Die gesammelten Daten ermöglichen es, Vorschläge zu entwickeln, wie sich **Abläufe optimieren** lassen. Mithilfe des Digitalen Zwillings kann die Produktionsweise der realen Anlage teilweise direkt angepasst werden.

Außerdem können neue Komponenten und deren Zusammenspiel mit einer bestehenden Produktionsanlage durch eine „**virtuelle Inbetriebnahme**“ getestet werden, ohne das Tagesgeschäft zu beeinflussen.

Auch für **Schulungsszenarien** ergeben sich neue Möglichkeiten. Auszubildende können beispielsweise erproben, wie sich Fehlplanungen auswirken, da der Digitale Zwilling die Produktionsanlage in ihrer realen Gestalt und Funktionsweise abbildet.

Daten am realen Objekt, die gesammelt werden, verbessern den Digitalen Zwilling. Je mehr Daten vorliegen, desto realistischer kann der Digitale Zwilling reales Verhalten simulieren.

## Einsatzszenario 6: Prozesse effizienter gestalten

Nicht nur steigende Energiepreise und eine erhöhte Nachfrage verlangen eine effiziente logistische Planung. Auch bei der Kundschaft sind die Erwartungen an eine schnelle und zeitgenaue Lieferung und Montage hoch. Ein Digitaler Zwilling kann den **aktuellen Stand der Auslastung** von z. B. einem logistischen Prozess oder einer Fahrzeugflotte abbilden. Basierend darauf können verschiedene Szenarien simuliert werden, um die Auslastung **weiter zu verbessern**.

Auch die Verbesserung innerbetrieblicher Abläufe ist denkbar, indem z. B. **Ersatzteilbestände** auf Basis der Überwachung von Anlagen optimiert und zeitnah aufgefüllt werden, sodass **Ausfallzeiten und Verzögerungen reduziert** werden.



## Einsatzszenario 7: neue Geschäftsmodelle entwickeln

Mithilfe von Digitalen Zwillingen lassen sich auch **neue Geschäftsmodelle, Geschäftsfelder und Einnahmequellen** erschließen. Besonderes Potenzial bietet die Zusammenarbeit mit **externen Partnern**, beispielsweise in der Industrie. Werden dort bereits Digitale Zwillinge eingesetzt, kann der eigene Betrieb z. B. Dienstleistungen wie Überwachung und proaktive Instandhaltung anbieten.

Betriebe verkaufen dann keine physischen Produkte, sondern bieten Serviceverträge, die die Funktionsfähigkeit von Produkten und Anlagen sicherstellen. Dies kann für Betriebe einen **Wechsel von Einzelaufträgen hin zu dauerhaften Serviceverträgen** auf Basis von Sensorwerten bedeuten. Bei Heizungen oder Rauchmeldern sind erste Entwicklungen dieser Art bereits erkennbar. Instandsetzungsaufträge werden bei Bedarf automatisch ausgelöst.

Aber auch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle von z. B. Banken, die auf Digitalen Zwillingen basieren, ist für handwerkliche Betriebe relevant. So bieten manche Banken Kredite an, die auf der Grundlage der tatsächlich genutzten Maschinenleistung abbezahlt werden (Pay-per-Use). Die Maschinenleistung muss hierfür allerdings (von Handwerksbetrieben) überwacht und dokumentiert werden.

**Welche neuen Geschäftsmodelle kann Ihr Betrieb mithilfe von Digitalen Zwillingen aufbauen? Mit diesen Fragen finden Sie es heraus.**

- Haben Sie Kontakte zu externen Unternehmen, die Digitale Zwillinge nutzen?
- Besteht die Möglichkeit einer Zusammenarbeit zur Erschließung neuer Geschäftsfelder?
- Bietet Ihr Betrieb bereits Leistungen im Bereich Reparatur, Inspektion, Instandhaltung oder Optimierung von Anlagen und Produkten an? Können Digitale Zwillinge automatische Aufträge für Sie generieren?



# Wie starte ich mit dem Thema Digitaler Zwilling in meinem Betrieb?

Als Betrieb sollte man sich zuerst die Frage stellen, welche Einsatzszenarien den größten Mehrwert für den eigenen Betrieb bieten. Sobald der Einsatzzweck feststeht, hat man verschiedene Möglichkeiten.

## 1. Bestehende digitale Zwillinge nutzen

Der einfachste Weg besteht darin, bereits bestehende Digitale Zwillinge zu nutzen, sei es in der Industrie oder beim Kunden, und daraus ein neues Geschäftsmodell abzuleiten. Viele Betriebe nutzen z. B. bereits Software von Anlagenherstellern oder bestimmten Produkten wie Heizungen und Photovoltaikanlagen, die Funktionen eines Digitalen Zwillings bieten.

## 2. Eigenständige Entwicklung Digitaler Zwillinge

Die eigenständige Entwicklung eines Digitalen Zwillings eignet sich vor allem für Betriebe, die bereits über ein hohes Digitalisierungsniveau verfügen. Hier sollte zunächst überlegt werden, welches neue Produkt bzw. welche Dienstleistung angeboten werden soll und welche IT und Sensorik hierfür nötig sind.

Software mit vorgefertigten Systembausteinen ermöglicht einen eher niederschweligen Zugang. Nutzt man hingegen Modellierungs- oder Simulationssoftware, ist der Gestaltungsspielraum größer, aber auch eine längere Einarbeitung bzw. Vorkenntnisse sind nötig.

Empfehlenswert sind **Kooperationen mit IT-Unternehmen**, um evtl. gemeinschaftliche Angebote zu entwickeln und potenziell bestehendes Silodenken zu überwinden. Durch z. B. einheitliche Datenstandards oder die Anbindung an Datenplattformen profitiert der einzelne Betrieb unmittelbar.

Manche Arten von Digitalen Zwillingen können auch relativ einfach durch das **digitale Aufmaß** realer Objekte erstellt werden.

## 3. Beauftragung eines Dienstleisters

Es ist auch möglich, einen Digitalen Zwilling durch einen Dienstleister erstellen zu lassen. Vor der Umsetzung werden alle Details gemeinsam Schritt für Schritt besprochen, damit individuelle Wünsche berücksichtigt werden können.

# Wie sieht die Zukunft von Digitalen Zwillingen im Handwerk aus?

Digitale Zwillinge und deren Anwendungsfälle können individuell sehr unterschiedlich sein. Hier eine Übersicht über aktuelle und zukünftig denkbare Einsatzbereiche:

- **Intelligente Werkzeuge**, die Hinweise zur optimierten Nutzung und zur Verlängerung ihrer Lebenszeit geben
- Überwachung und Steuerung des **Betriebsverhaltens von Anlagen und Robotern** in der Produktion
- Einsatz von BIM zur Planung und Überwachung von **Bauwerken** oder zum Management von **Baustellen**
- Entwicklung von **Geschäftsmodellen rund um Wartung und Instandhaltung**, beispielsweise zur Zustandsüberwachung von Photovoltaikanlagen oder Thermen oder zur intelligenten Vorhersage von Kfz-Servicebedarfen



- Anwendungen in der Medizintechnik wie die Erstellung und Nutzung **komplexer Prothesen oder Orthesen**, die überwacht und weiterentwickelt werden sollen. Zur Begleitung von Therapiemaßnahmen kann ein Digitaler Zwilling von einer Person und deren Prothese erstellt werden. Dieser dient dem individuellen Tracking des Nutzungsverhaltens, macht Vorschläge zur Verbesserung der Körperhaltung und unterstützt die Lebensqualität, das Self-Monitoring und die Langlebigkeit des Produktes.



- In der Zahntechnik: ein personalisierter Digitaler Zwilling des Kauapparats zur Erstellung von Implantaten und Kronen; Simulation des Kauverhaltens zur Vorbeugung von Fehlstellungen, Abnutzung, etc.; Begleitung von Therapien bei komplexeren Eingriffen
- Szenarien für **Trainings- und Schulungszwecke**, beispielsweise zur Simulation und Erprobung von Störfällen in Kraftwerken oder von Anlagen und zum Training an virtuellen Maschinen
- **Zulassungsuntersuchungen von Bauteilen**
- Entwicklung Digitaler Zwillinge in anderen Branchen, die auf handwerkliche Einsatzgebiete Einfluss haben und neue Geschäftsmodelle ermöglichen, z. B. im **Bauwesen, Anlagen-, Fahrzeug- oder Maschinenbau, in intelligenten Fabriken und in der Energiewirtschaft**
- Die Kommunikation mehrerer Digitaler Zwillinge untereinander
- Die gemeinsame Entwicklung einer betriebs-, gewerke- oder branchenübergreifenden Vernetzung

Die Technologie des Digitalen Zwillings entwickelt sich aktuell insbesondere in Industrie- und Wirtschaftszweigen schnell, die an das Handwerk angrenzen. Es kann daher bereits in wenigen Jahren neue Lösungen auf dem Markt geben, an die heute noch nicht zu denken ist. Prüfen Sie daher regelmäßig, ob Digitale Zwillinge für Ihren Betrieb einen Mehrwert bieten.

## Wo erhalte ich Unterstützung?

Sie haben schon eine erste Idee, wie ein Digitaler Zwilling Ihren Betrieb weiterbringen oder ein neues Geschäftsmodell etablieren könnte? Sprechen Sie mit den Profis vom Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk über die Details und mögliche Einsatzszenarien. Wir freuen uns auf Sie!

Kontaktieren Sie uns unter [info@handwerkdigital.de](mailto:info@handwerkdigital.de)



## Weiterführende Links

### Informationen

- Themenseite „**Digitaler Zwilling**“ des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk
- Themenseite „**Internet der Dinge**“ des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk
- Themenseite „**Digitales Bauen**“ des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk
- Themenheft zum Thema „**Virtuelle Inbetriebnahme**“ des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk
- Themenseite „**Digitaler Zwilling**“ des Mittelstand-Digital Zentrums Hannover

### Beispiele für Digitale Zwillinge:

- Mit **Radartechnologie** digitale Gebäudemodelle unterstützen – Beispiel für zerstörungsfreie digitale Bausubstanzuntersuchung vom DLR-Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme
- Beispiel eines auf einen Digitalen Zwilling basierenden Geschäftsmodells im Finanzsektor (**Pay-per-Use-Kredit**)

# Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk

Das vorliegende Themenheft ist eine Publikation des Mittelstand-Digital Zentrums Handwerk. Das Zentrum unterstützt Handwerksbetriebe in ganz Deutschland dabei, die Chancen digitaler Technologien, Prozesse und Geschäftsmodelle zu nutzen und Herausforderungen der Digitalisierung zu meistern. Die Angebote des Zentrums sind kostenfrei und anbieterneutral.

Informationen zu weiteren Digitalisierungsthemen finden Sie auf [handwerkdigital.de](https://handwerkdigital.de)

Das Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk gehört zur Förderinitiative Mittelstand-Digital. Mit dem Netzwerk von Mittelstand-Digital unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und im Handwerk.

Weitere Informationen zum Förderschwerpunkt finden Sie auf [mittelstand-digital.de](https://mittelstand-digital.de)

### Folgen Sie uns auf Social Media



[facebook.com/HandwerkDigital](https://facebook.com/HandwerkDigital)



[twitter.com/HaWe\\_Digital](https://twitter.com/HaWe_Digital)



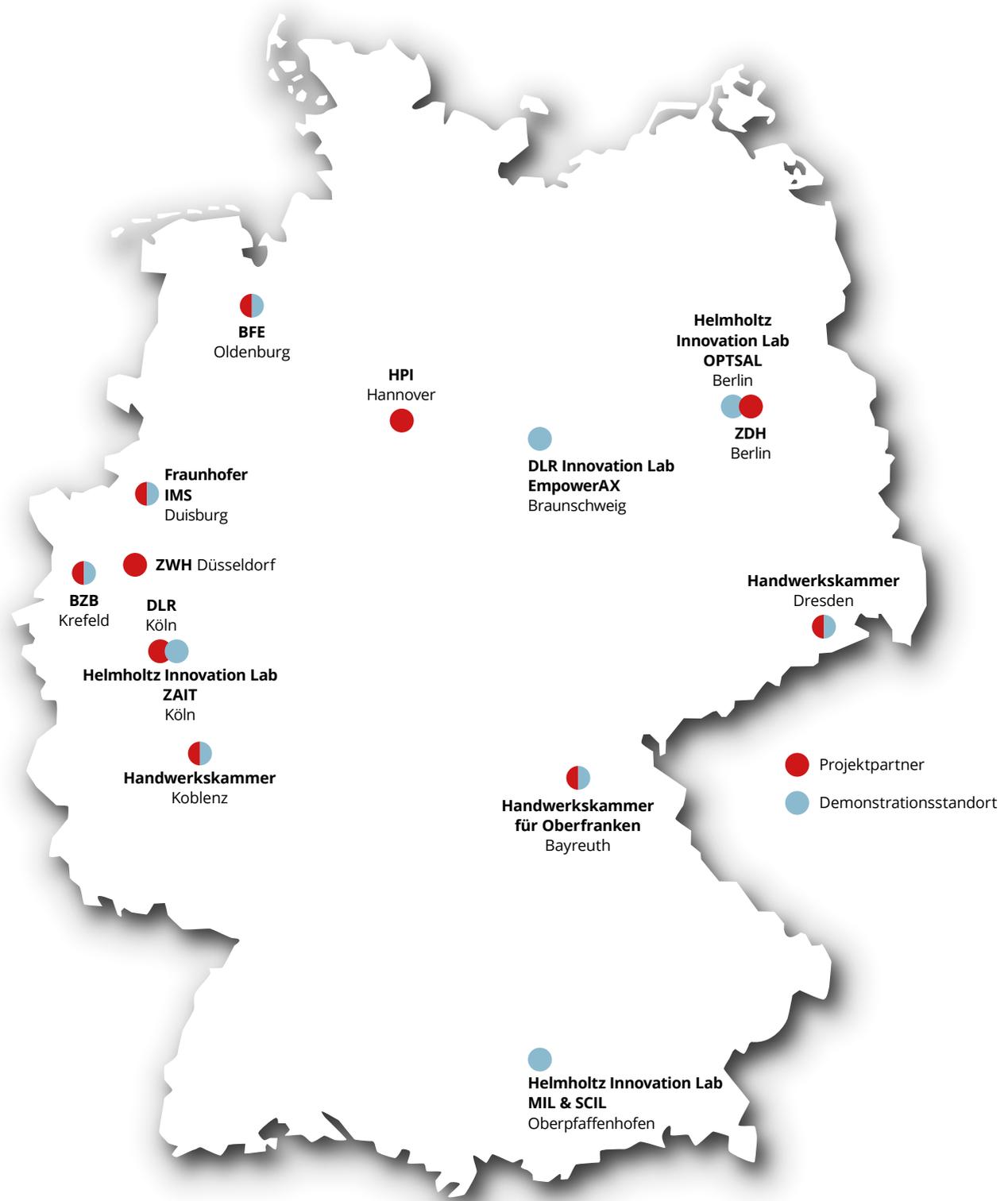
[instagram.com/digitales\\_handwerk](https://instagram.com/digitales_handwerk)

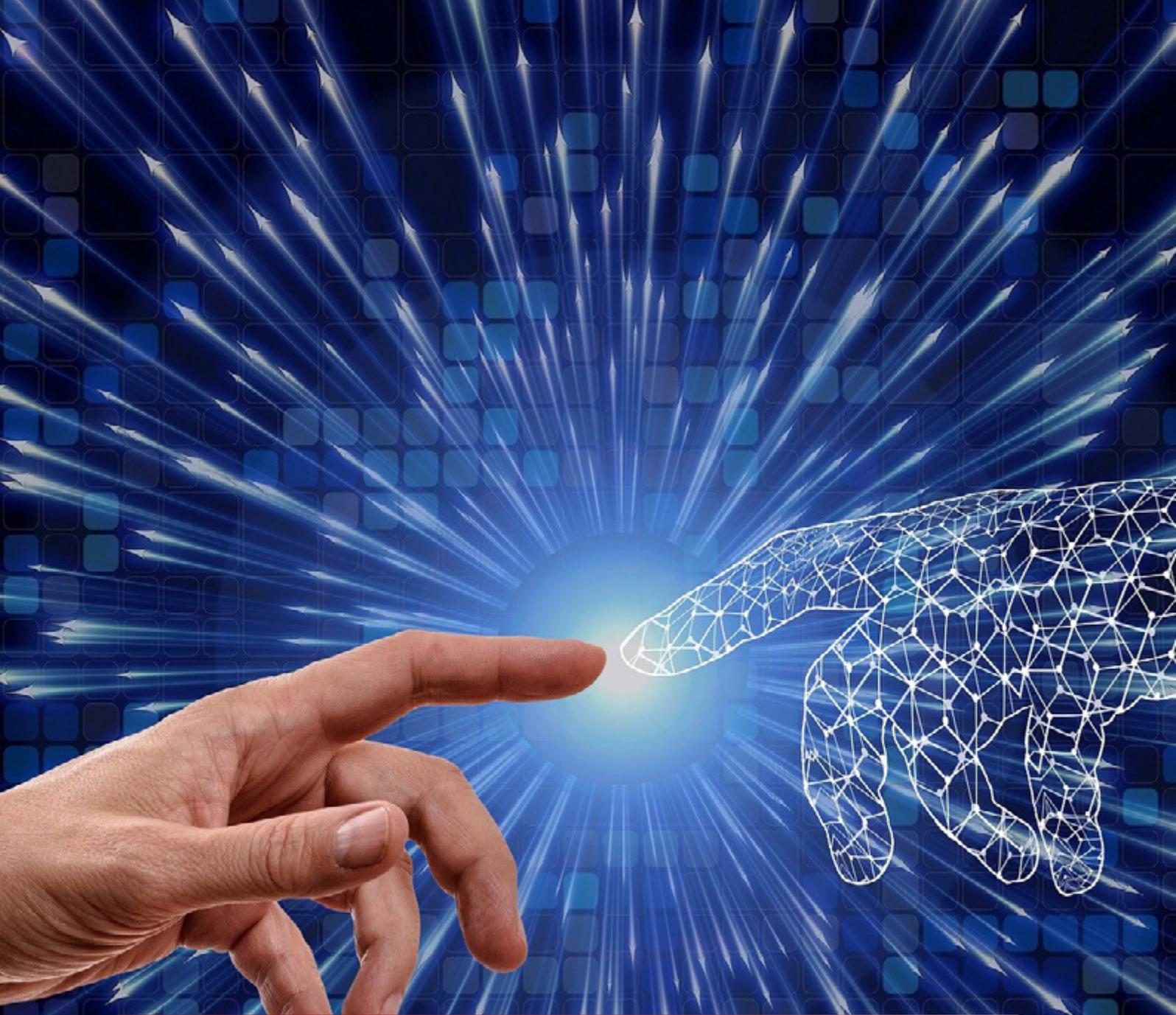


[Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk](#)

Abonnieren Sie unseren Newsletter

# Mit uns Digitalisierung gestalten handwerkdigital.de





## Impressum

<b>Herausgeber</b>	Mittelstand-Digital Zentrum Handwerk
<b>Anschrift</b>	Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V., Mohrenstraße 20/21, 10117 Berlin
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@handwerkdigital.de">info@handwerkdigital.de</a>
<b>Autorin</b>	Stephanie Schumacher   Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
<b>Redaktion</b>	Andreas Hoffmann   Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk (ZWH)
<b>Gestaltung</b>	Andrew Collar   ZWH

*Stand 11/2022*