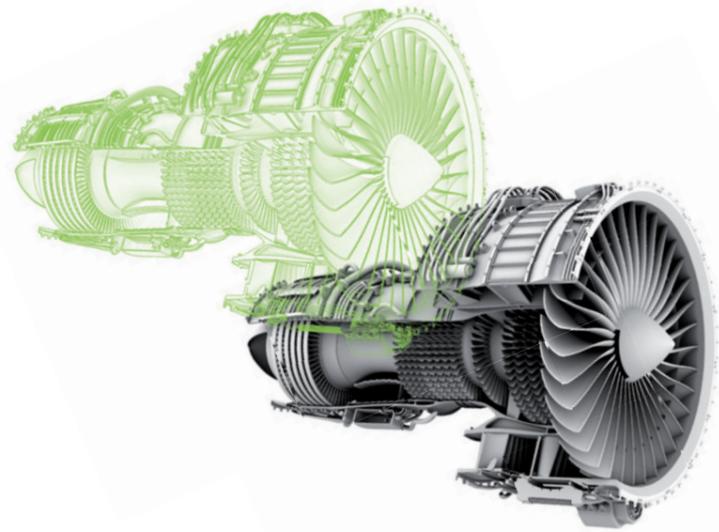


DIALOG 55

DIGITAL PROCESS TWIN –
Effizienzschub für die Fertigung

SCHRITT FÜR SCHRITT



NEUE CHANCEN FÜR DIE PRÄZISERE ANALYSE UND GESTALTUNG VON WERTSCHÖPFUNGSNETZWERKEN

Von Hans-Georg Scheibe,
Vorstand,
ROI Management Consulting AG

Digitale Zwillinge, also virtuelle Modelle, die ihre physische Entsprechung möglichst umfassend und in Echtzeit abbilden, gehören zu den besonders beeindruckenden Beispielen für Industrie 4.0 und das Internet der Dinge. Die transformative Rolle dieses Ansatzes wird in den kommenden Jahren mit Sicherheit noch wesentlich deutlicher werden, wenn er sich auf breiter Front durchsetzt. Bis dahin ist es allerdings noch ein weiter Weg. Wirft man einen Blick darauf, wo Digital Twins, die diesen Namen tatsächlich verdienen, zum Einsatz kommen, dann sieht man insbesondere den Bereich hochkomplexer Investitionsgüter: **Windräder und Turbinen, Kraftwerkelemente und spezielle Maschinen.** Hier lohnt sich der Aufwand für den Aufbau eines digitalen Zwillings und hier besteht auch die Möglichkeit, genügend Betriebs- und Zustandsdaten zu sammeln, um ein valides Abbild zu entwerfen. Und hier bietet der digitale Zwilling einen wirklichen Mehrwert.

Denn wenn man beispielsweise zu einer Flugzeugturbine, die sehr teuer, kritisch und langlebig ist, einen Digital Twin aufbaut, kann man im Idealfall sehr genau voraussagen, wann es zu einer Materialermüdung oder Funktionsstörung kommt, wann die Turbine präventiv überholt werden muss und welche Umweltbedingungen besonders kritisch ist. Damit **spart man natürlich sehr**

ZUM VIRTUELLEN PROZESSZWILLING

1

Digital Twins in der Industrie

2

Digital Twin für einen Prozess aufbauen:
So wird's gemacht

3

Neue Optionen zur Bewertung,
Steuerung und Qualifizierung von Lieferanten

viel Geld, denn es gibt nichts Teureres als ein im Hangar stehendes Flugzeug. Und darüber hinaus kann man auch lernen, wo generell die Schwachstellen der Konstruktion sind, und daraus wichtige Schlüsse für die zukünftige Fertigung ziehen.

So weit, so gut, spannend und vielversprechend. Und dennoch greift diese Interpretation eines Digital Twin viel zu kurz. Denn mit dem oben beschriebenen Ansatz gewinnt man durchaus wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf die Optimierung eines Produktes und seine Wartung. Aber **einen richtigen Optimierungshebel erhält man erst, wenn nicht nur das Produkt, sondern der gesamte Prozess oder sogar das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk verbessert ist.** Erst wenn Digital Twins für Prozesse und nicht nur für Produkte etabliert sind, kann man das ganze Potenzial der Digitalisierung und Vernetzung heben.

Den Startpunkt bildet die Definition von Prozessparametern, die einen Einfluss auf die Performance der Anlage haben können

WIE KANN MAN SICH DEN AUFBAU EINES DIGITAL TWIN FÜR EINEN PROZESS VORSTELLEN?

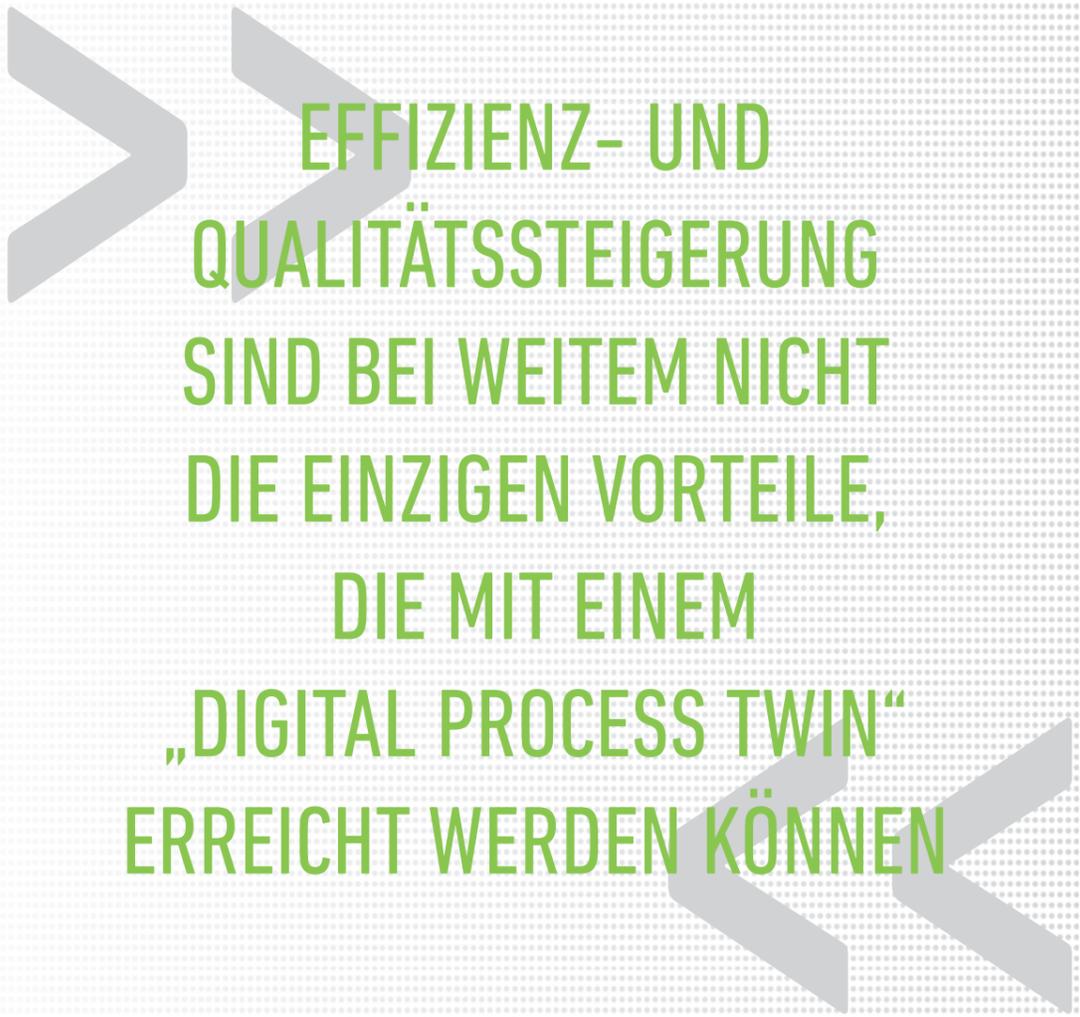
Nehmen wir beispielsweise eine Fertigungsanlage für Armaturentafeln in der Automobilindustrie, in der Polyurethan-Schaum verarbeitet, also geformt und gehärtet wird. Dabei hat man häufig eine verhältnismäßig niedrige Effizienz und hohe Ausschussrate, gerade vor dem Hintergrund der sehr hohen Standards der Branche. **Das Problem liegt hier nicht auf der Ebene des Produktes, sondern auf der Ebene des Prozesses.** Um diesen Prozess zu verbessern, wird nun ein Digital Twin aufgebaut.

Den Startpunkt bildet dabei die Definition von Prozessparametern, die potenziell einen Einfluss auf die Performance der Anlage haben können. Die Ableitung dieser Werte ist erfahrungsbasiert und kann zunächst weit über hundert unterschiedliche Parameter erfassen, die im weiteren Analyseverlauf reduziert oder auch ergänzt werden können. Im zweiten Schritt gilt es dafür zu sorgen, dass die vorhandenen Prozessdaten richtig aggregiert und aufbereitet werden, Daten, die erfassbar sind, aber bislang nicht aufgenommen wurden, gesammelt werden oder dass bislang nicht erfasste, aber

im Hinblick auf die definierten Parameter notwendige Daten durch zusätzliche Sensorik gemessen werden. Die auf diese Weise generierte Datenbasis wird anschließend in einer Cloud-Anwendung zusammengeführt und analysiert. Auf dieser Grundlage entsteht nun ein Modell, das den zu verbessernden Prozess möglichst genau abbildet: die relevanten Parameter, deren Wechselwirkungen und kritische Werte. **Besonders interessant dabei ist, dass dieses Modell auch weit über das eigene Unternehmen hinausreichen kann – wie der Prozess selbst.** So kann er im obigen Beispiel auch zum Logistiker, der den Schaum transportiert, oder sogar zum Hersteller des Schaums reichen. Denn die Problemursachen – etwa die für das empfindliche Polyurethan gefährlichen Temperaturschwankungen – können an jeder Schnittstelle der Wertschöpfungskette entstehen. Im Ergebnis erhält man ein digitales Prozessabbild, das den gesamten physischen Prozess in Echtzeit überwacht und ein frühzeitiges Eingreifen auf Basis kritischer Prozessparameter erlaubt – einen „Digital Process Twin“.

DIE EFFIZIENZ- UND QUALITÄTSSTEIGERUNG

sind die naheliegenden, doch bei Weitem nicht die einzigen Vorteile, die mit einem „Digital Process Twin“ erreicht werden können. So bietet der Ansatz **völlig neue Möglichkeiten in der Bewertung, Steuerung und Qualifizierung von Lieferanten.** Denn durch den Einsatz der virtuellen Prozessmodelle lassen sich die tatsächlichen Strukturen und Prozesse in der Wertschöpfungskette sehr viel präziser und tiefgreifender analysieren als mit den heute üblichen Checklisten und Lean-Manuals. Damit hat man einerseits einen sehr guten Hebel zur Qualifizierung der Lieferanten. Andererseits können neue Partner wesentlich schneller und einfacher integriert werden, was Abhängigkeiten reduziert und den Aufbau neuer lokaler Produktionsstätten erleichtert. Damit werden virtuelle Prozesszwillinge auch zu einem eminent strategischen Faktor beim Aufbau eines smarten Supply Chain Managements.

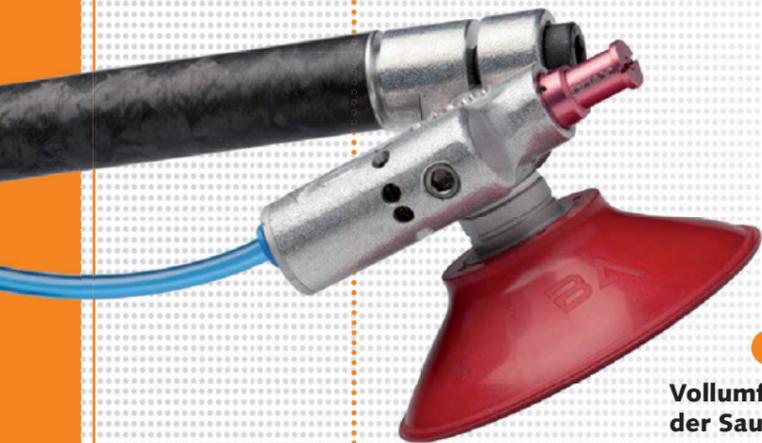


EFFIZIENZ- UND QUALITÄTSSTEIGERUNG SIND BEI WEITEM NICHT DIE EINZIGEN VORTEILE, DIE MIT EINEM „DIGITAL PROCESS TWIN“ ERREICHT WERDEN KÖNNEN

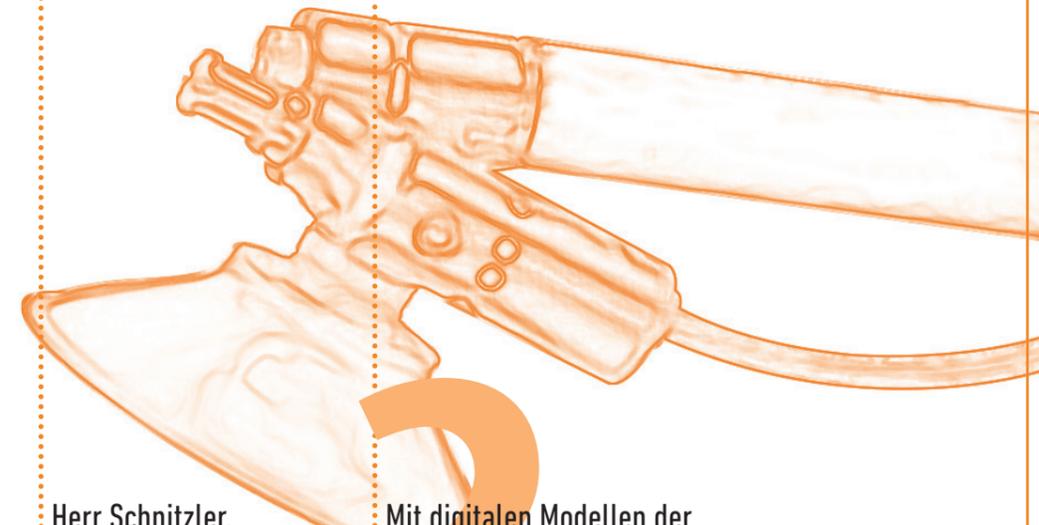
DIGITAL TWIN

KUNDEN PROFITIEREN VON PROZESSÜBERGREIFENDER QUALITÄT

Interview mit Daniel Schnitzler, Head of Supply Chain Management, Bilsing Automation GmbH



- 1 **Vollumfängliche Simulation der Saugerfertigung**
- 2 **Vorteile in der Fertigungslinie**
- 3 **Standardsoftware genügt nicht**



Herr Schnitzler, Ihr Unternehmen bildet den Vulkanisationsprozess der Saugerfertigung virtuell ab – was muss man sich darunter vorstellen?

Mit digitalen Modellen der Fertigungslinie können Sie verschiedene Produktionsszenarien virtuell ablaufen lassen. Welche Vorteile ergeben sich daraus für Ihre Kunden?

Wir fertigen Sauger, insbesondere für den Bereich Rohbau- und Presswerksautomation. Problematisch bei der Vulkanisation ist, dass man Fehler im Prozess nicht sofort am Produkt erkennen kann, sondern dass sich diese Fehler erst nach einigen Monaten beim Kunden feststellen lassen, etwa durch einen erhöhten Verschleiß der Sauger. **Der nachträgliche Austausch kostet ein Vielfaches, als wenn der Fehler direkt im Prozess behoben wird.** Der digitale Twin bildet hierbei nicht nur die Vulkanisation an sich, sondern auch vor- und nachgelagerte Stufen als Modell ab. Somit besitzen wir eine vollumfängliche Simulation unserer Saugerfertigung.

Der digitale Twin ermöglicht es uns unter anderem, qualitätsrelevante Aspekte zu analysieren. Insbesondere schauen wir uns den Einfluss von vor- oder nachgelagerten Stufen der Vulkanisation an. Die Lagerung der Sauger bzw. des Rohmaterials hat zum Beispiel einen erheblichen Einfluss auf die Haltbarkeit der Produkte, da sie bei falscher Lagerung schneller hart und damit spröde werden. Der Twin hat hierbei zu einer deutlichen Verbesserung der Prozesse der Lagerung des „work in progress“-Materials geführt, sodass wir die Haltbarkeit der Sauger verbessern konnten. **Somit stellen wir eine prozessübergreifende Qualität sicher** – wovon letztendlich unsere Kunden profitieren, da sie Produkte mit einer erhöhten Haltbarkeit gegenüber vergleichbaren Wettbewerbsprodukten erhalten.

Welche besonderen Herausforderungen gibt es bei Pressen- und Robotbewegungen in der Automobilindustrie und wie hilft Ihr Twin, diese zu bewältigen?

4 Wie entwickeln Sie Ihren Digital Twin zukünftig weiter?

Der Twin hilft uns, eine **holistische Sicht auf den Gesamtprozess** zu erhalten. Bei anderen Modellen ist die Reduktion auf den Kernprozess oftmals zu scharf, sodass wichtige Aspekte nicht abgebildet werden. Als Beispiel möchte ich die oftmals universellen Simulationen aus gängigen Softwaresystemen anführen. Sicherlich lässt sich hiermit einfach feststellen, welche Übergaben der einzelnen Prozessschritte nicht optimal verlaufen und wo es so zu Wartezeiten kommt, zum Beispiel bei einer Warteschlange vor dem Werkzeuglager, was zu ungeplanten Stillständen der Maschinen führt. Die Auswirkung einer falschen Temperatur des Härteofens, da falsche Papiere vorlagen, lässt sich aber nicht simulativ im Rahmen von Standardsoftware betrachten.

Zurzeit führen wir Digital Twins im Bereich der CNC-Fertigung ein. Hintergrund ist, dass wir angefangen haben, einen Teil der Vorarbeiten für den Bilsing-Werkzeugbau in Tschechien vorzufertigen, der auf die Herstellung von Hitzeschutzblechen spezialisiert ist. Die Prozesse für das Fräsen eines Werkzeugs sind jedoch andere als für Teile, die in der Automation benötigt werden (Toleranzen etc.). Ziel ist es, vor- und nachgelagerte Stufen zu glätten, um so die Produktivität der Engpassmaschinen zu erhöhen.



Bilsing Automation ist einer der führenden Lieferanten von flexiblen Greif- und Handlingsystemen. Nach über 30 Jahren im automobilen Umfeld verfügt das Unternehmen u.a. über weitreichende Erfahrungen im Bereich Presswerk, im Karosserierohbau sowie in der Entwicklung von automatisierten Handhabungslösungen für die Kunststoff- und Verpackungsindustrie.

www.bilsing-automation.com

WERTSTROM-ZWILLINGE IN DER PRODUKTION

DIGITAL PROCESS TWINS FÜR EIN HOLISTISCHES FERTIGUNGSMANAGEMENT

1

Warum eine komplette Abbildung des Wertstroms als Digital Twin sinnvoll ist

2

Wie man einen Digital Process Twin aufbaut

3

Grundregeln für die Weiterentwicklung des Zwillings

Vor gut 150 Jahren etablierte sich beim westafrikanischen Volk der Yoruba ein interessanter Brauch: Über Jahrhunderte hatten die Yoruba Zwillinge als Teufelswerk angesehen, doch nun wendete sich der Aberglaube plötzlich ins Positive, ein Zwillings-Kult entstand. Einen besonderen Ausdruck fand diese Verehrung in der Anfertigung von Ibeji, holzgeschnitzten Zwillingsfiguren, die als Behälter für die Seele verstorbener Zwillinge dienen. Denn im Yoruba-Glauben sind die Seelen der Zwillinge über den Tod hinaus miteinander verbunden – stirbt ein Zwilling, muss er wie ein lebendes Familienmitglied gefüttert, gebadet und angesprochen werden, um das Überleben des anderen Zwillings zu sichern. In gewisser Weise prägt diese Vorstellung einer Interdependenz zwischen realer und symbolischer Welt auch unser heutiges Bild von „digitalen Zwillingen“. Natürlich geht es beim „Digital Twin“ in unseren Fertigungshallen nicht mehr um Aberglaube, sondern um das digitale Abbild eines konkreten, physischen Gegenstands bzw. Produktes – etwa einer Turbine, deren Laufparameter gemessen und virtuell dargestellt werden, um Vorhersagen über mögliche Veränderungen der Leistung oder Materialeigenschaften zu treffen. Das eröffnet zwar bereits sehr spannende Perspektiven für

Von Robert Benacka,
Vorstand,
ROI Management Consulting a.s.

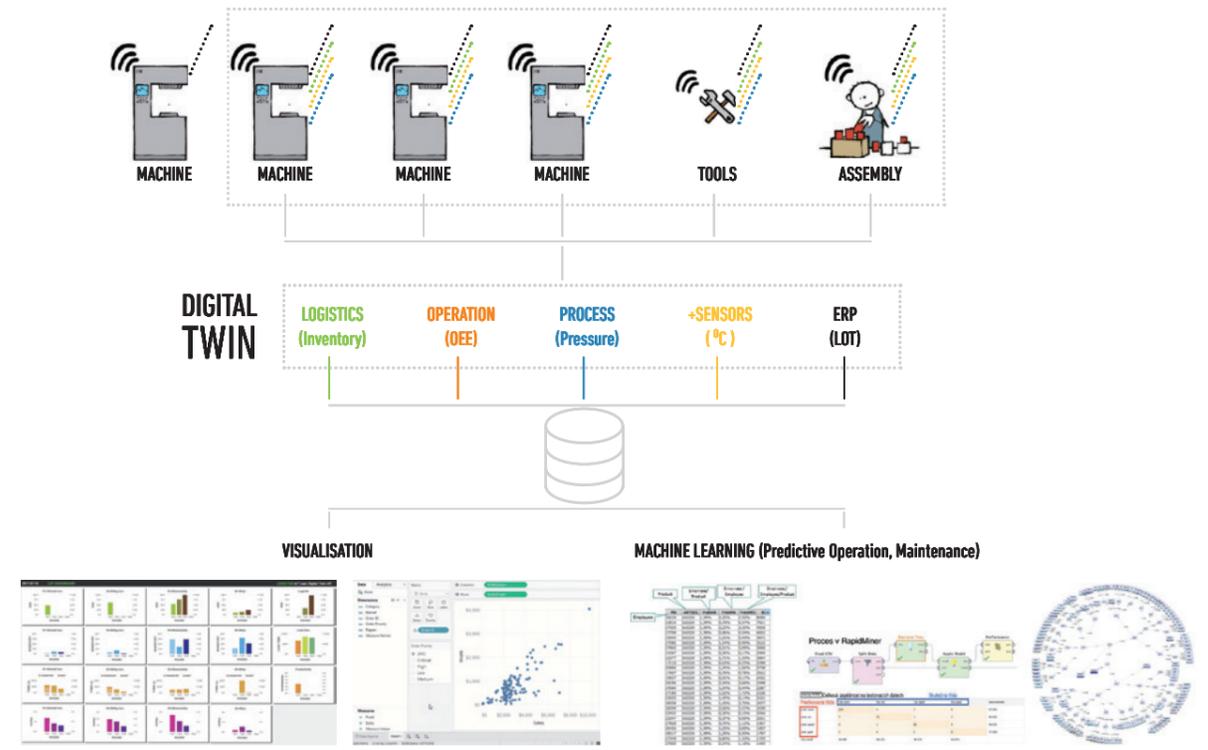
die Weiterentwicklung von Produkten im Sinne einer cyber-physischen Vernetzung der Industrie 4.0. Aber wie bei den Ibeji der Yoruba steht hier in der Regel im ersten Schritt nur das Zusammenspiel eines Zwillingspaars im Vordergrund.

Der Digital-Twin-Ansatz birgt aber ein wesentlich größeres Potenzial: Was kann erreicht werden, wenn man den kompletten Wertstrom mit seinen Prozessen als „digitalen Zwilling“ darstellt, also einen „Digital Process Twin“? Damit ließen sich u.a. Qualitätsprobleme im Fertigungsprozess verhindern, bevor sie überhaupt auftreten, Ausfallzeiten vermeiden und neue Kundenanforderungen vorausschauend simulieren.

3 ASPEKTE SIND BEI DER WEITERENTWICKLUNG DES DIGITAL-TWIN-ANSATZES BESONDERS WICHTIG:

- effektiverer Einsatz bereits vorhandener technologischer Infrastrukturen
- ganzheitliches Wertstrom- und Prozessverständnis
- datengestützte Vorhersage von Ereignissen in Wertstrom und Prozess

BEISPIEL EINES DIGITAL PROCESS TWIN ZUR KONSOLIDIERUNG UND VISUALISIERUNG VON WERTSTROMDATEN



Sie möchten mehr über unseren Digital-Twin-Ansatz erfahren? Unter www.roi.de finden Sie eine große Darstellung der Grafik. Oder kontaktieren Sie uns gerne via kontakt@roi.de!

VERÄNDERTER BLICK AUF DEN WERTSTROM

Neue Technologien allein schaffen keinen Digital Process Twin; auch das Verständnis vom Wertstrom und Wertstrommanagement muss sich dazu verändern. Bisher beschäftigt Produktionsverantwortliche hier vor allem eine Frage: Wie konfiguriere ich den Wertstrom, damit er effektiver wird? Die Frage ist richtig, doch hat man damit höchstens einen geringen Einfluss auf die Qualität bzw. die OEE (Overall Equipment Effectiveness) des Prozesses. Um diese ebenfalls zu steigern, sollte man Qualitäts-/OEE-Ergebnisse mit weiteren Informationen aus den IT-Systemen der Produktion in Einklang bringen, also ganzheitlich betrachten. Genau dies wird aber in den meisten Fertigungssystemen nicht getan. Im Gegenteil, ein Produktionsplanungs- und Steuerungssystem

(PPS) hat eine „eigene Sicht“ auf den Fertigungsprozess, ebenso die Steuereinheiten in den Maschinen, die Mitarbeiter an den Arbeitsstationen usw. Hinzu kommt, dass viele Fertigungslinien komplexe Systeme sind, vor allem in der Zulieferindustrie: Der Produktionsprozess verändert sich dynamisch im Laufe der Zeit, Maschinen werden nicht optimal aufgestellt, Fluktuation und unterschiedliche Qualifizierungsniveaus im Fertigungsteam sind üblich. **All das belastet die Fertigung, während in der Regel keine Personalkapazitäten vorhanden sind, um die Probleme gezielt zu lösen.** Die Qualitätssicherung greift hier zu kurz, da sie die Symptome, aber nicht die eigentlichen Ursachen von Prozessfehlern erkennt und behebt.

Ein Digital Process Twin zielt darauf ab, solche Problemstellungen aufzulösen. Er sammelt und visualisiert Informationen, die vor, während und zwischen den Fertigungsabschnitten relevant sind (siehe Grafik). Dies ist in zweierlei Hinsicht wertvoll. Ist ein Twin erfolgreich aufgebaut, lässt er sich zum einen auch für weitere Fertigungssysteme adaptieren. Zum anderen macht er alle relevanten Korrelationen transparent und somit den Prozess beherrschbarer. **Hierbei sind vor allem zweierlei „Outputs“ an Informationen wichtig:** erstens direkt sichtbare Werte wie Lead Time oder Produktivität und zweitens die Historie der Maschinen- und Prozessdaten, die über die Digitalisierung abbild- und auswertbar wird.

Als direkt sichtbare Werte sollte man zum Beispiel verschiedenste KPIs identifizieren, etwa zu Effektivität, Produktivität, OEE. Bei einer umfassenden Bewertung der Fertigungsprozesse ist allerdings zu berücksichtigen, dass verschiedene Wertströme, etwa beim Injection Molding oder Die Casting, auch unterschiedliche Anforderungen stellen und verschiedene Templates benötigen: So kann zum Beispiel beim Injection Molding die Temperatur des Trockners oder des Werkzeugs für den Fertigungsprozess relevant sein, da schon geringe Abweichungen bei der Temperaturhöhe und Trockenzeit die Qualität beeinflussen können. Beim Die Casting oder Stanzen können wieder andere Faktoren wichtig sein.

TECHNOLOGIEN UND PROZESSE IM EINKLANG

Wesentliche Informationen für einen Digital Process Twin liefert das PPS- oder Enterprise-Resource-Planning(ERP)-System: zum Beispiel Auftragsnummern, Fertigungszeiten, Materialverbräuche und die Zuordnungen der Mitarbeiter zu den Maschinen. Wie viel Material wann und wie von welcher Maschine verbraucht wird, bringt allerdings noch längst nicht genug Fehlerquellen und Prozesshürden ans Tageslicht. Auch die (oft manuellen) Zwischenarbeitsgänge führen zu Ausschuss und Unterbrechungen – das kann schnell vierstellige Verluste pro Tag verursachen.

➤ **Je mehr relevante Werte,
desto mehr Korrelationen,
desto mehr Erkenntnisse**

UM DIE KOSTEN ZU REDUZIEREN, SOLLTE MAN BEI DER EINFÜHRUNG EINES DIGITAL PROCESS TWIN DIE FOLGENDEN PUNKTE BERÜCKSICHTIGEN:

1

Die vorhandenen PPS-Systeme bilden den Fertigungsprozess in der Regel nur unzureichend ab. Bei der Entwicklung eines Digital Twin des Wertstroms sind folgende Fragestellungen hilfreich: **Wie erfolgte die Qualifikation der Implementierungsdaten?** Welche wichtigen Informationen werden noch nicht erfasst? Passen die aufgesetzten Modelle überhaupt zur Fertigungspraxis?

2

Einmal implementiert, sehen viele Teams eine Standardisierung der Arbeitsabläufe durch das PPS-System als gegeben an. Hier ist zu prüfen: **Entsprechen die Standards überhaupt noch den aktuellen Anforderungen bei Chargen, Taktzeiten oder Materialeinsatz?** Dabei sollte ein Twin zum Beispiel auch klassische „Black Box“-Bereiche transparent machen, etwa Details der Werkstattabwicklung oder der Nachbearbeitung von Werkstücken: Welches Material ging auf welche Maschine? Mit welchen Programmen wurde was gefahren? Welche Mitarbeiter sind für welche Aufgaben besonders gut geeignet?

3

Sind Fertigungslinien in viele Segmente zerlegt, erschwert dies den Überblick über den gesamten Prozess. Obwohl mitunter allen Beteiligten die vorhandenen Probleme und Lösungswege durchaus bekannt sind, scheitern Veränderungsinitiativen an Abteilungs- bzw. Bereichsgrenzen. Hier ist genau zu hinterfragen, an welchen Stellen **Kompetenzbrüche** bestehen und wie sie sich mithilfe eines Digital Process Twin auflösen lassen.

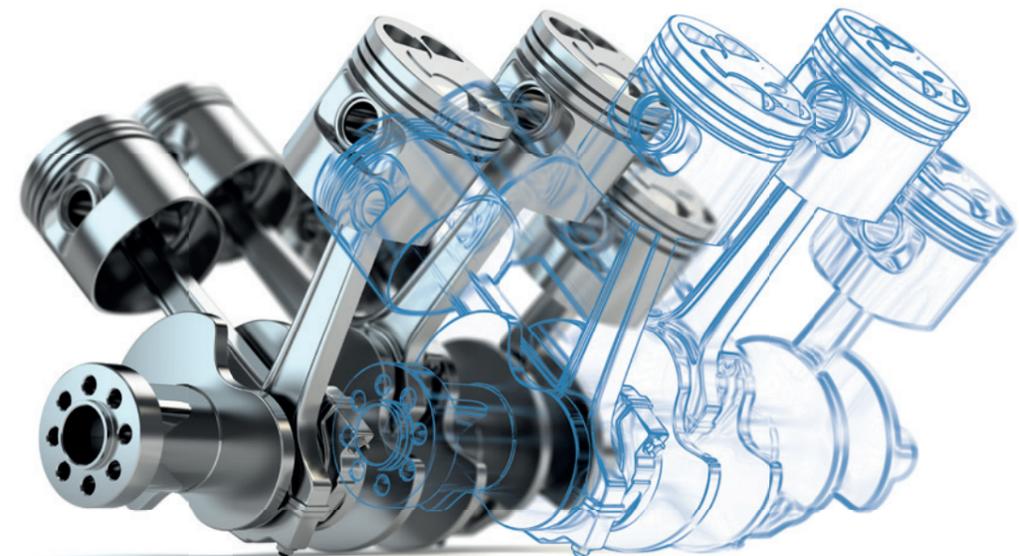
OFFENHEIT FÜR NEUE ERKENNTNISSE

Der Digital Process Twin eines Wertstroms konzentriert sich aber nicht nur auf die Darstellung von Korrelationen zwischen Maschinen und in der Mensch-Maschine-Interaktion. Er berücksichtigt auch Werkzeuge und die Arbeitsplatzausrüstung, um hier weitere mögliche Fehlerquellen aufzudecken. Zudem gleicht er vergangene und aktuelle Informationen aus dem gesamten Wertschöpfungsprozess miteinander ab. Dabei gilt: Je mehr relevante Werte, desto mehr Korrelationen, desto mehr Erkenntnisse.

Das schafft die Informationsbasis für den „präventiven Modus“ des Twin, also eine vorrauschauende Planung, die den Mitarbeitern zum Beispiel das passende Werkzeug zuteilt. Anhand zukünftiger Schicht- bzw. Urlaubspläne könnte sich zeigen, welche Mitarbeiter mit welcher Qualifikation für neue Kundenaufträge zur Verfügung stehen und eventuell rechtzeitig entsprechend geschult werden müssen. Könnte – denn die PPS-Systeme in den heutigen Fertigungslinien erzeugen die Arbeitsaufträge in der Regel anonym.

Doch auch ohne diese Information ermöglicht es ein Digital Process Twin, sich relativ schnell über die Grenzen des bestehenden Fertigungssystems hinaus ein umfassendes Bild vom Fertigungsprozess zu machen. Es lohnt sich, hierbei für spontane Ideen, neue Entwicklungen und außergewöhnliche Ergebnisse offen zu sein.

Eine spezielle Wendung gibt es übrigens auch im Fall der eingangs erwähnten Ibeji: Der Kult um die Holzfiguren mag seinen Teil dazu beigetragen haben, dass heute im Schnitt jede sechste Geburt bei den Yoruba eine Zwillinggeburt ist – ein globaler Spitzenwert, denn weltweit ist nur jedes 40. Neugeborene ein Zwilling. Geplant hatten dies die ersten Ibeji-Künstler sicher nicht.



WIR BEHEBEN PROBLEME DIREKT DORT, WO SIE ENTSTEHEN

WIE AUS DER „BAUTEIL-DNA“ EINES ZAHNRADES
DESSEN DIGITALES ABBILD ENTSTEHT

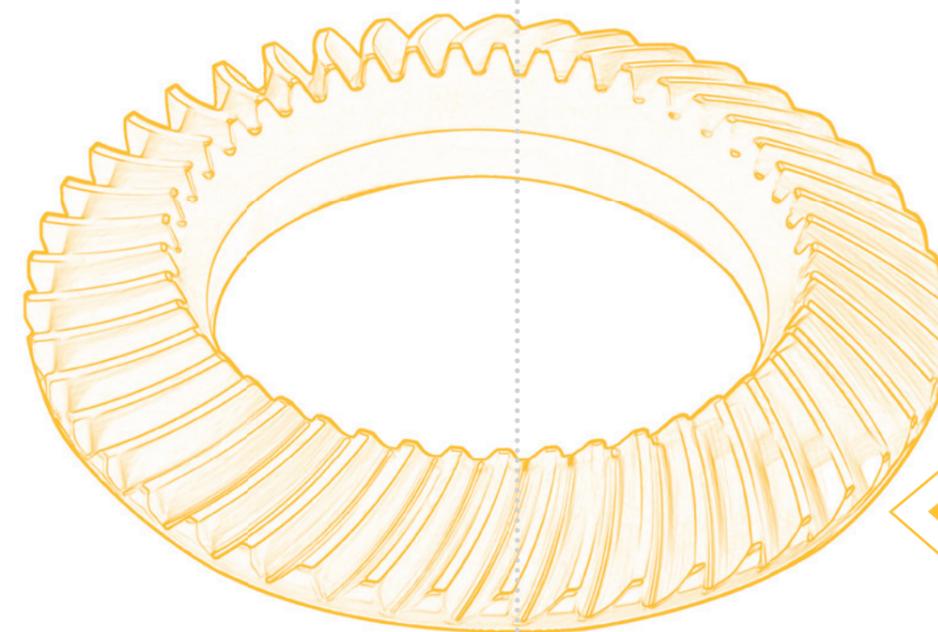


- 1 **Sieger-Platzierung beim „Industrie 4.0 Award“**
- 2 **Mit Big Data Komplexität reduzieren**
- 3 **Mitarbeiter einbinden und motivieren**

Interview mit
Dr. Hartmuth Müller,
Leiter Bereich
Technologie und Innovation,
Klingelberg GmbH

Herr Dr. Müller, mit einer „Digital Twin“-Umsetzung in der Zahnradproduktion gewann Ihr Unternehmen den „Industrie 4.0 Award“. Was ist das Besondere an Ihrer Lösung?

Die einfache Grundidee: Wir wollten ein komplettes digitales Abbild der realen physikalischen Fertigungswelt schaffen, in diesem Fall der Zahnradproduktion. Wenn man sich ein Zahnrad vorstellt, denkt man ja an eine bestimmte Anzahl von Zähnen, Flankenformen – und für dessen „Abbildung“ müsste ja eine geometrische Beschreibung völlig ausreichend sein. Das ist aber nicht der Fall, denn **ein Zahnrad hat auch „innere Werte“**, die mit dem Material zusammenhängen, beispielsweise Druckeigenspannungen, Härteverläufe. Wir haben aus all diesen Informationen, also quasi aus der „DNA“ des Bauteiles ein digitales Abbild erstellt, das entlang der gesamten Prozesskette in der Fertigung auf Knopfdruck abrufbar ist.



Welche Vorteile haben Sie sich davon erhofft und wie hat sich Ihr Fertigungsprozess verändert?

Ein großer Vorteil hat sich zum Beispiel beim Thema Qualitätskontrolle ergeben. Vor der Digitalisierung war dieser Prozessabschnitt beim Abschluss der Zahnradfertigung auch bei uns nach einem simplen Schema gestaltet: Funktionierte das Zahnrad, war man glücklich – waren die Kontaktbedingungen schlecht, war man nicht glücklich und „reparierte“ den Radsatz. Die komplette digitale Durchgängigkeit unseres Zahnrad-Twin bedeutet, dass wir für jeden Prozessschritt eine spezifizierte, individuelle Geometrie definiert haben. Daher erfahren wir es heute sofort, wenn innerhalb dieses Prozessschrittes etwas schiefgeht – und können sofort korrigierend eingreifen. Gleiches gilt für das Einrichten der Verzahnwerkzeuge. Da die Geometrie eines Stabmesserkopfes in der digitalen Welt vorliegt, kann durch einen Vergleich mit der realen Werkzeug-Geometrie und einen überlagerten Closed-Loop-Prozess ein hochpräzises Verzahnwerkzeug für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt werden. **Der Effizienzgewinn liegt in einem hohen First Pass Yield**, also der äußerst kleinen Anzahl fehlerhafter Bauteile, sowie in sicheren Rüst- und Bearbeitungsprozessen. Dank dieser automatischen Closed-Loop-Assistenzsysteme haben wir einen Fertigungsprozess, der sehr gut geradeaus läuft. Ergo bessern wir nicht mehr nach, sondern beheben Probleme direkt dort, wo sie entstehen.

Das klingt allerdings nach einem gewaltigen Datenpensum – wie stellen Sie sicher, dass der „Digitale Twin“ nicht zum Komplexitätstreiber wird?

Mit unserem Big-Data-Ansatz: Wir sammeln nur die Daten, die uns helfen, diesen Prozess besser zu verstehen. Beim Härten von Zahnrädern gibt es immer Härteverzüge. Wir haben versucht, dazu analytisch eine Kausalkette herzustellen, um die Härteverzüge im Voraus zu berechnen. Das war aber nicht zu schaffen, sodass wir uns stattdessen **für eine Korrelation als Lösungsweg** entschieden haben. Wir sammeln die geometrischen Abweichungen, die bei Härteprozessen entstehen, und bilden daraus eine Wissensbasis. Somit können wir relativ genau vorhersagen, welches Bauteil mit welcher Geometrie sich im Härteprozess wie verhalten wird. Damit können wir wiederum ein minimales, aber sicheres Aufmaß berechnen. So schaffen wir für die nachfolgenden Prozessschritte in der Hartfeinbearbeitung die günstigsten Voraussetzungen.

Welche Aufgaben übernimmt die IT-Plattform GearEngine in Ihrem Closed-Loop-Produktionssystem?

Hier laufen mehrere Dienste zusammen: GearEngine verwaltet die Daten des Zahnrades, alle Daten der Produktionsmittel und **sichert die Rückverfolgbarkeit des Herstellprozesses jedes einzelnen Zahnrades** – wenn dieses über DMC-Codes oder RFID-Chips identifizierbar ist. Sobald ein Zahnrad das erste Mal in der Prozesskette identifiziert wird, legt die GearEngine eine digitale Bauteilakte an. Jede am Prozess beteiligte Maschine meldet der Plattform die vorab definierten Parameter für das gerade bearbeitete Zahnrad zurück. Somit entstehen im Verlauf der Wertschöpfungskette das reale Bauteil und die digitale Akte. Durch die Vernetzung der Bearbeitungsmaschinen und der Zahnrad-Berechnungssoftware mit der GearEngine sind die Daten stets für jede beteiligte Maschine unmittelbar verfügbar. Außerdem überwacht die IT-Plattform den aktuellen Verschleißzustand aller Produktionsmittel.

Welche Herausforderung sollten Fertigungsunternehmen bei der Entwicklung und Einführung eines Digital Twin unbedingt im Blick haben?

Die **größte** Herausforderung liegt darin, die Mitarbeiter ganz zu Beginn richtig in das Projekt miteinzubinden – wenn das Team nicht mitzieht, kann so ein Vorhaben nicht von Erfolg gekrönt sein. Bei der Entwicklung des gerade genannten Assistenzsystems befürchteten zum Beispiel einige Mitarbeiter, dass ihr Know-how in die Software fließt und damit ihre Arbeit überflüssig wird, was überhaupt nicht der Fall war. Dann **muss man eine gute Überzeugungsarbeit leisten** und vermitteln, dass die Software ohne das Wissen der Mitarbeiter gar nichts leisten wird, auch in Zukunft nicht. Das ist uns gelungen: Der Digital Twin erfreut sich nicht nur einer sehr hohen Akzeptanz bei den Mitarbeitern, wir konnten auch die erwähnten Benefits von Beginn an heben.

Das Video zum „Digital Twin“ von Klingelberg sowie weitere Videoclips zum Thema Digitalisierung finden Sie unter: www.youtube.com **Channel ROI Management Consulting AG**



Wir sammeln nur die Daten, die uns helfen, diesen Prozess besser zu verstehen

Das Maschinenbauunternehmen Klingelberg GmbH ist Weltmarkt- und Technologieführer in der Entwicklung und Herstellung von Maschinen für die Fertigung von Verzahnungen, von Präzisionsmesszentren für rotationssymmetrische Objekte aller Art sowie bei der Fertigung hochpräziser Getriebekomponenten im Kundenauftrag. Mit rund 1.300 Mitarbeitern, 220 F&E-Ingenieuren rund um den Globus und über 100 erteilten Patenten stellt das Unternehmen seine Innovationskraft stetig unter Beweis.



www.klingelberg.com

Herr Höller, Biohort ist europäischer Marktführer für Gartengerätehäuser – ein grundsolides Geschäft. Wofür müssen Sie sich denn mit Industrie 4.0 beschäftigen?

Mit Industrie 4.0 oder, allgemeiner gesprochen, mit der Digitalisierung muss sich heute jedes produzierende Unternehmen befassen. Wir bauen gerade im oberösterreichischen Herzogsdorf eine neue Fabrik auf 4 Hektar Fläche. Das ist zwar nur 15 Kilometer von unserem alten Standort in Neufelden entfernt, steht aber für **eine neue Welt**. Wir brauchen das Werk natürlich auch, weil wir seit Jahren stabil wachsen und dafür sorgen müssen, dass wir langfristig ausreichende Kapazitäten haben. Das ist eine logische Entwicklung. Aber wir wollen, ja wir müssen mit dieser Fabrik auch neue Pfade betreten: Wir müssen unsere Fertigung so aufstellen, dass sie **den komplexen Marktbedingungen gewachsen ist** – und die Dynamik unseres Marktes kann man leicht unterschätzen. Mit der neuen Fabrik wollen wir unser Geschäft auch zukunftssicher machen, nicht nur die Kapazitäten skalieren.

Eine längere Version
des Interviews
finden Sie unter
www.roi.de

Wo liegen diese besonderen Herausforderungen und entsprechende Lösungsansätze?

Das sind zum einen die großen Umsatzschwankungen. Zwischen schwachen und starken Monaten kann der Umsatz um das Fünffache schwanken. Dass das neue Werk **mit diesen Schwankungen künftig mitatmen** kann, das ist schon eine enorm wichtige Geschichte und zumindest für uns ein Blueprint dafür, wie wir in Zukunft Produktion denken müssen. Das geht natürlich nur mit digitalen Ansätzen. Wir brauchen also zunächst Daten, die wir übrigens seit Jahren sammeln. Zudem brauchen wir eine Software, die in der Lage ist, die komplexen Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen diesen Daten zu analysieren. Darüber verfügen wir seit rund eineinhalb Jahren. Im Endeffekt bauen wir hier einen digitalen Zwilling auf – **eine komplette Echtzeit-Modulation** unserer Produktion und der relevanten Rahmenbedingungen. Damit lässt sich eine völlig neue Steuerungs- und Planungsqualität umsetzen als mit herkömmlichen Ansätzen.

Wie komplex muss man sich ein Datenmanagement vorstellen, das einen Digital Twin ermöglicht?

Ein cyber-physisches Produktionssystem (CPPS) lebt im Wesentlichen von Daten und durch Daten. Und zwar in einer Dimension, die wirklich enorm ist. Uns war deshalb von Anfang an klar, dass die richtige Aufbereitung der vorhandenen und stetig neu generierten Daten von zentraler Bedeutung ist. Mittlerweile hat unsere Simulationssoftware Zugriff auf historische und aktuelle Daten aus den ERP-, CAD- und MES-Systemen, die sie in analytische Modelle einbindet und so unterschiedliche Szenarien simulieren kann. Der digitale Zwilling kann auf dieser Basis **Entscheidungen für Erstinvestitionen validieren** oder sogar vorschlagen.

Sie werden immer
die menschliche
Erfahrung und Intuition
als Korrektiv brauchen

DAS IST STRATEGISCHE INTELLIGENZ

DER GERÄTEHAUSERSTELLER BIOHORT
ARBEITET MIT EINEM DIGITALEN ZWILLING
AN DER ZUKUNFT DER FERTIGUNG

- 1 Gartengerätehäuser 4.0
- 2 Echtzeit-Modulation der Fertigung
- 3 Grenzen für Digital Twins

Wann wird der digitale Zwilling so fit sein, dass kein menschliches Eingreifen mehr nötig ist?

Ich glaube nicht, dass das ein realistisches Szenario ist. Am Ende hat die Software, die rein rational vorgeht, dann doch zu wenig Gespür für ein **lebendiges System**, wie es die Produktion ist. Sie werden immer die menschliche Erfahrung und Intuition als Korrektiv brauchen. Digital Twins helfen uns dabei, Produktionsstörungen präventiv zu verhindern, sie steigern massiv unsere Analysekapazitäten. Das ist schon ein enormer Fortschritt. Anstatt darüber nachzudenken, wann die Systeme autonom agieren werden, beschäftigen wir uns lieber mit der Frage, wie wir sicherstellen können, dass die Mitarbeiter mit dem technologischen Fortschritt mitwachsen können.



Biohort ist Marktführer in Europa für Stauraumlösungen aus Metall für den Garten- und Freizeitbereich. Mit 250 Mitarbeitern und einem Umsatz von 47,5 Millionen Euro (2016) produziert das in Neufelden, Österreich, ansässige Unternehmen u.a. Gerätehäuser, Boxen sowie Geräteschränke.

www.biohort.com

EXZELLENZ IN PRODUKTION UND ENTWICKLUNG

ROI gehört mit mehr als 3.000 erfolgreichen Projekten zu den führenden Unternehmensberatungen für operative Exzellenz in Forschung & Entwicklung, Produktion und Supply Chain Management (SCM).

ROI hilft Industrieunternehmen weltweit, ihre Produkte, Technologien und globalen Produktionsnetzwerke zu optimieren und die Potenziale des Internet of Things (IoT) für Geschäftsmodell- und Prozessinnovationen zu nutzen. Als Initiator und Mitausrichter des erstmals im Jahr 2013 vergebenen „Industrie 4.0 Awards“ fördert ROI aktiv die Entstehung technologischer Innovationen in Deutschland.

Für die stark umsetzungsorientierten Projekte erhielt ROI mehrere wichtige Auszeichnungen. Das Unternehmen beschäftigt über 100 Experten an den Standorten München, Stuttgart, Peking, Prag, Wien und Zürich und ist über Partnerbüros in Italien, Frankreich, Großbritannien, Thailand, Indien und den USA vertreten.



ABONNIEREN SIE JETZT DEN ROI DIALOG

Nutzen Sie den nebenstehenden QR-Code und gelangen Sie direkt zum Bestellformular. Oder einfach unter **www.roi.de** den Navigationspunkt ROI DIALOG aufrufen.

IMPRESSUM

V.i.S.d.P.: Hans-Georg Scheibe | ROI Management Consulting AG
Infanteriestraße 11, D-80797 München | Tel. +49 (0) 89 12 15 90 0
E-Mail: dialog@roi.de | Vorstand: Michael Jung, Hans-Georg Scheibe
Grafik-/Bildrechte: Soweit nicht anders vermerkt, liegen die Bildrechte bei der ROI Management Consulting AG und den einzelnen Autoren.