

01 Möglichkeiten durch Analytik [4]

Datenanalyse: Schlüsseltechnologie für die digitale Transformation

Datenanalyse und künstliche Intelligenz sind Schlüsseltechnologien in den augenblicklichen Digitalisierungsbemühungen der Industrie. Unternehmen haben jedoch immer noch große Probleme, deren Nutzen und Einsatz in ihrem Produktionssystem zu erkennen. Immer ausgefeiltere Algorithmen werden eingesetzt, um die menschliche Tätigkeit zu unterstützen, nicht nur bei Vorhersageaufgaben, sondern auch beim Treffen tatsächlicher Entscheidungen, die sich auf die Fabrik, Produktion und Mitarbeiter auswirken. Einer der Hauptgründe dafür ist die Notwendigkeit, viele verschiedene Interessengruppen, wie IT-Spezialisten, Ingenieure, Datenwissenschaftler und das Management, einzubeziehen. Dies erfordert eine bereichsübergreifende Kommunikation.

Text: Thomas Schulz

Die Datenanalyse in Produktionssystemen verbindet Mathematik und Statistik, Informatik und den jeweils spezifischen Anwendungsbereich. Eine digitale Repräsentation

als Auszug der Realität wird durch einen digitalen Zwilling beschrieben. Diese Grundidee ist leicht verständlich und wurde bereits in vielen Anwendungsfällen beschrieben. Digitale Zwillinge können somit ein wahrer Nährboden für Innovationen sein und Möglichkeiten für eine verbesserte Produktivität und einen höheren Unternehmenswert bieten. Obwohl der Begriff digitaler Zwilling nicht formal als Teil eines internationalen Standards definiert wurde und

SPS smart production solutions

➤ GE Digital: Halle 6, Stand 150C

im industriellen Kontext mehrere Definitionen existieren, soll die folgende Definition des technischen Komitees ISO/TC 184 – Automation Systems and Integration als Einstieg für die weiteren Betrachtungen dienen.

Digitaler Zwilling

Ein digitaler Zwilling ist eine zweckdienliche digitale Darstellung realisierter Dinge oder Prozesse mit der Befähigung, eine Konvergenz zwischen der realisierten Instanz und der digitalen Instanz mit angemessener Synchronisierungsrate zu ermöglichen [1]. Ergänzend hierzu lässt sich feststellen, dass der digitale Zwilling eine virtuelle, dynamische Abbildung physischer Artefakte oder Prozesse ist und Daten automatisch und bidirektional zwischen dem digitalen Zwilling und dem physischen Artefakt oder dem Prozess ausgetauscht werden [2]. Ein digitaler Prozesszwilling kann darauf aufbauend für Prozesse und Prozessabläufe definiert werden:

Ein digitaler Prozesszwilling ist die intelligente Aufbereitung und Auswertung von bereits vorhandenen und aktuell anfallenden Prozessdaten zu einem Informationsmodell [3]. Er stellt somit einen innovativen Ansatz zur Interpretation von Prozessabläufen dar. Nach der Vorverarbeitung der Daten werden Modelle erstellt und anschließend ausgewertet. Die hier eingesetzten digitalen Prozesszwillinge bilden sämtliche Daten ab, die während des Produktionsprozesses anfallen und geben Auskunft über Leistungswerte und Abweichungen in den einzelnen Fertigungsschritten und berechnen vorausschauende Prognosen. Die Ergebnisse führen im Allgemeinen zu einem besseren Verständnis der Prozesse und Abläufe des ausgewählten Bereichs. Dieses bessere Verständnis kann wiederum zur Verbesserung der Modellierung genutzt werden. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Modell das Problem als hinreichend repräsentativ erachtet. Dann wird das Modell im Anwendungskontext eingesetzt. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die Abbildung einzelner Prozesse und Abschnitte von Produktionsabläufen.

Methoden zur Analyse

Die Analyse bezieht sich auf den Prozess der Umwandlung von Daten in kontextbezogene und zuverlässige Informationen, um darauf basierende Entscheidungen zu treffen. Es gibt mehrere Möglichkeiten, Daten sinnvoll zu nutzen. Welche Methode Anwender wählen, hängt von der aktuellen Aufgabenstellung ab, und von den Informationen, die sie aus ihrem Datensatz gewinnen möchten. Wenn sie erklären wollen, was passiert ist und warum, sind deskriptive und diagnostische Analysen sehr nützlich. Wenn sich die Fragen eher darauf beziehen, was in Zukunft passieren könnte, sollten prädiktive und präskriptive Analysen verwendet werden. Anwendungen können durch vier Arten der Datenanalyse charakterisiert werden: deskriptiv, diagnostisch, prädiktiv und präskriptiv. **Bild 1** enthält eine Übersicht der vier Arten der Datenanalyse [4].

Die Bandbreite von Datenanalysetechniken und -prozessen reicht von beschreibenden Diagnosemethoden zur reaktiven Entscheidungsfindung bis hin zu anspruchsvollen Vorhersagen und Optimierungen zur proaktiven Entschei-

ungsfindung. Während die einfacheren Prozesse noch unter dem Namen Operational Intelligence bekannt sind, hat sich der Begriff Advanced Analytics für prädiktive und präskriptive Analysen durchgesetzt [5, 6].

Operational Intelligence – Diagnostik zur reaktiven Entscheidungsfindung

Operational Intelligence ist eine Form der dynamischen Echtzeit-Datenanalyse, die Transparenz und Einblicke in Prozesse und Abläufe liefert. Es ist ein Ansatz zur Analyse maschinengenerierter Daten, der es ermöglicht, Entscheidungen und Maßnahmen auf der Grundlage von erzeugten und gesammelten Echtzeitdaten zu treffen [7]. Zu ihr gehören die Verfahren der deskriptiven und der diagnostischen Analytik.

Im überwachten Modus arbeiten Systeme auf der Grundlage von Daten, die von Menschen aufgrund ihrer Eigenschaften und ihrer bekannten Auswirkungen auf das Ergebnis ausgewählt wurden. Die Intelligenz wird in diesem Fall hauptsächlich durch den Menschen bereitgestellt. Systeme werden dann vor allem für ihre Berechnungsleistungen auf der Grundlage mehrerer Datenreihen herangezogen. Anwendungen richten sich in erster Linie an Mitarbeiter, welche prozessnahe arbeiten, die so durch den Zugang zu aktuellen Daten besser informierte Entscheidungen treffen oder schneller auf Probleme reagieren können.

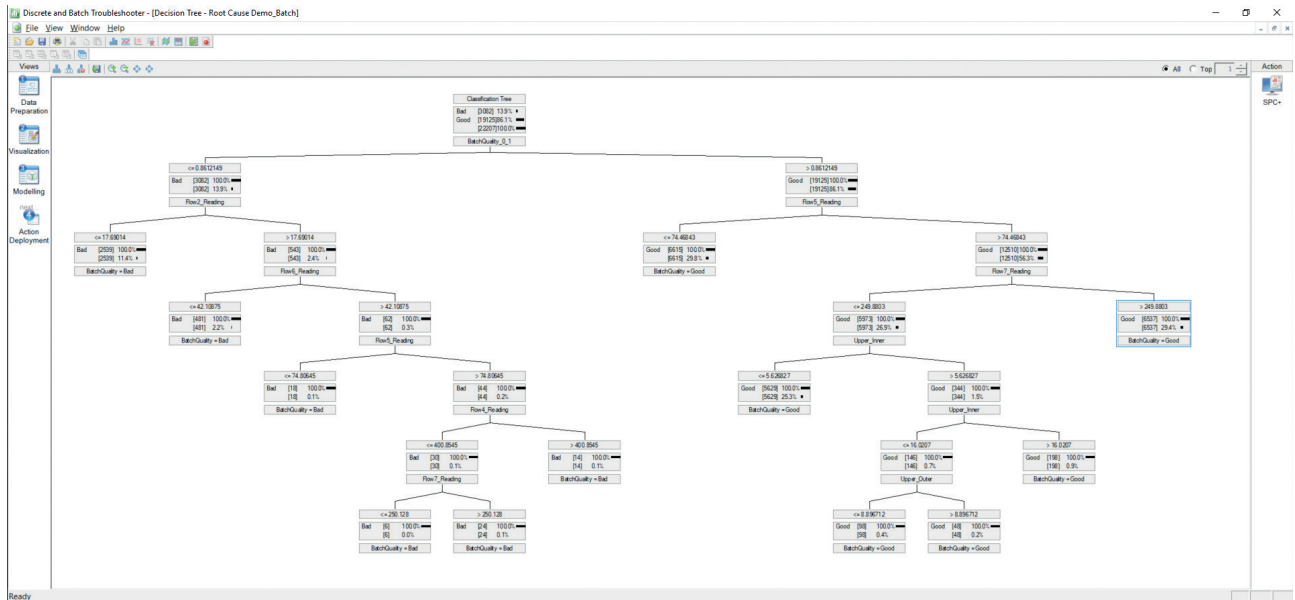
Deskriptive Analytik ist die Untersuchung von eingehenden Daten zur Steuerung von Maßnahmen und Warnungen. Mithilfe der deskriptiven Analyse kann ein Unternehmen seine Daten erkenntnisreich machen und feststellen, was im vorangegangenen Zeitraum geschehen ist. Hauptbestandteile sind Standardberichte für kurzfristige Zielsetzungen (Was ist passiert? Wann ist es passiert?) sowie Adhoc-Berichte für Problemlösungen (Wie viele? Wie oft? Wo?).

Die einfachste und schnellste Art, Daten zu untersuchen, ist die Verwendung von Häufigkeits-Tabellen und Balkendiagrammen. Mithilfe der Pivot-Tabellenfunktion in Excel, können beispielsweise eine Vielzahl von Informationen dargestellt werden.

Diagnostische Analytik ist die intelligente Analyse von Daten zur Erkennung von Mustern und Ursachen. Mit ihr



02 Visuelle Darstellung von Daten



03 Entscheidungsbaum zur automatischen Klassifikation von Datenobjekten

sind komplexere Analyseabfragen für Ursachenanalyse und Stratifikation möglich (Wo genau ist das Problem? Wie finde ich die Antwort? Wie lautet die Ursache für den vorliegenden Sachverhalt?).

Die Erkennung von Anomalien wird für Anwendungen verwendet, bei denen es wichtig ist, eine Abweichung von einem erwarteten Muster zu erkennen. Dies kann in einer Vielzahl von Szenarien der Fall sein. Unüberwachte Verfahren erkennen Anomalien in einem unmarkierten Testdatensatz unter der Annahme, dass die Mehrheit der Instanzen im Datensatz normal ist, im Gegensatz zu Instanzen, die am wenigsten zum Rest des Datensatzes zu passen scheinen.

Störungsmeldungen sind Alarme bei Grenzwertüberschreitungen zum Beispiel von Temperaturen, Spannungen und Strömen, bei denen keine unmittelbare Gefahr vorliegt. Grenzwertüberschreitungen für vordefinierte Prozesse geben Echtzeit-Feedbacks (Wann sollte ich reagieren? Welche Handlungen sind jetzt erforderlich?).

Die statistische Analyse umfasst Korrelations-, Diskriminanz- und Regressionsanalyse. Die Korrelationsanalyse untersucht die Abhängigkeit zweier Variablen bzw. Merkmale und gibt Auskunft über deren Zusammenhang. Die Diskriminanzanalyse ist eine Methode multivariater Verfahren, die dazu dient, zwei oder mehr Gruppen zu unterscheiden, die durch mehrere Merkmale (auch Variablen) beschrieben werden. Regressionsanalysen berechnen, ob eine oder mehrere unabhängige Variablen eine abhängige Variable beeinflussen. Mit diesen Analysemethoden ist es möglich, Antworten auf die Fragen warum etwas passierte und welche Möglichkeiten versäumt wurden zu geben.

Software-Framework für industrielle Analysen

„Proficy CSense“ ist ein Software-Framework für industrielle Analysen mit der Möglichkeit, Erkenntnisse aus historischen Daten zu gewinnen und einfache Berechnungen, prädiktive Analysen sowie Optimierungs- und Steuerungslösungen

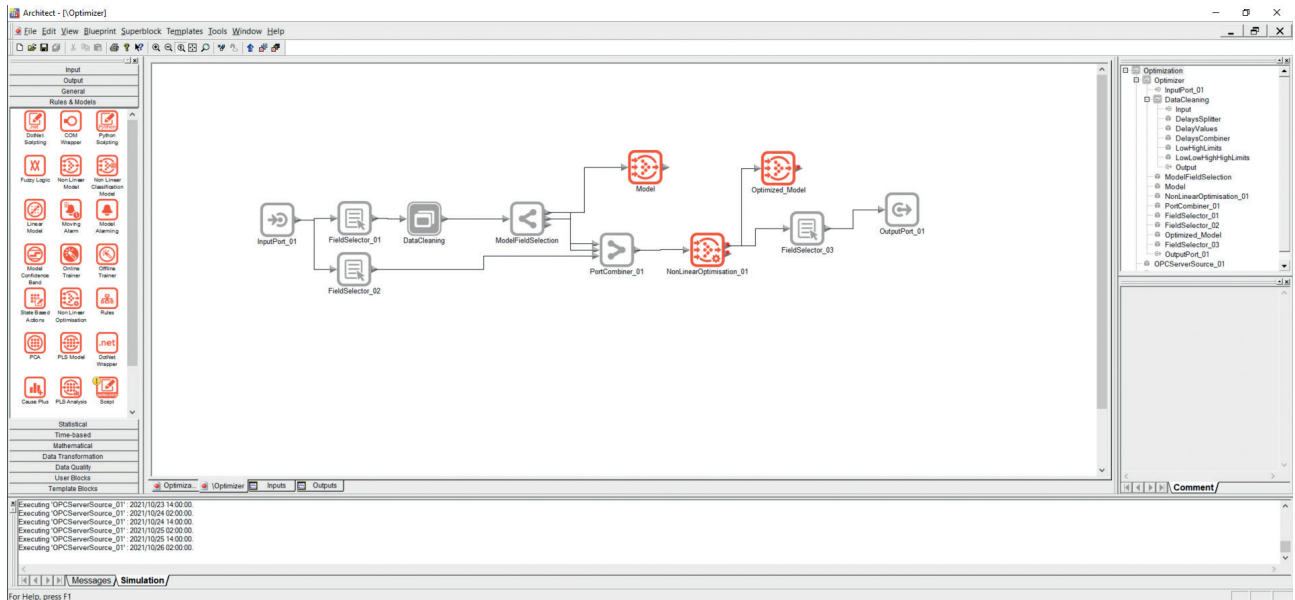
schnell zu entwickeln, zu testen und einzusetzen. Die Leistungsfähigkeit beruht auf einem digitalen Prozesszwilling. Damit können Ingenieure Prozessprobleme vorhersagen und verhindern sowie die Abläufe optimieren. Mit einer Kombination aus maschinellem Lernen und Datenanalyse können mit „Proficy CSense“ digitale Zwillinge für Anlagen, Netzwerke und Prozesse entwickelt werden. Die Kombination aus einem digitalen Prozesszwilling und fortschrittlicher Analytik kann dazu beitragen, Produktivität zu steigern, Ausfallzeiten von Anlagen zu verringern und die Produktvariabilität zu reduzieren [8].

Das Modul Troubleshooter von „Proficy CSense“ ermöglicht die schnelle Fehlerbehebung bei zeitkontinuierlichen, diskreten oder chargenorientierten Prozessen, indem Produktionsdaten aus einer Vielzahl von historischen Datenquellen untersucht werden. Daten werden aufbereitet und wie in Bild 2 dargestellt visualisiert (Histogramm mit Grenzen, Streuwolkendiagramm, Trendlinien sowie Prozessstatistik). Es können regelbasierte und datengetriebene Prozessmodelle erstellt werden. Das aus diesen Modellen extrahierte Wissen ermöglicht es, den Nutzen die vorgeschlagenen Prozessänderungen mit wenigen Klicks abzuschätzen.

Bild 3 veranschaulicht Entscheidungsbaum-Bausteine mit Einflussdiagramm und Aufteilungspfaden zur automatischen Klassifikation von Datenobjekten. Mit dem so modellierten System werden die Ursachen von Prozessabweichungen identifiziert, sodass Prozesse korrigiert werden, um ein konsistentes Produkt mit optimalen Ausbeuten zu produzieren [9].

Advanced Analytics – Vorhersage und Optimierung für eine proaktive Entscheidungsfindung

Advanced Analytics ist eine Datenanalysemethode, die Modellierung, maschinelle Lernalgorithmen, Deep Learning, Prozessautomatisierung und andere statistische Methoden



04 Grafische, blockorientierte Programmierung für eine optimale Regelung

zur Analyse aus einer Vielzahl von Datenquellen verwendet [9]. Zu ihr gehören die Verfahren der prädiktiven und der präskriptiven Analytik. Advanced Analytics nutzt die Datenwissenschaft über die traditionellen Operational-Intelligence-Methoden hinaus, um Muster vorherzusagen und die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Ereignisse abzuschätzen. Dies wiederum kann in Produktionsprozessen helfen, reaktionsschneller zu sein und die Genauigkeit bei der Entscheidungsfindung deutlich zu erhöhen.

Mithilfe der prädiktiven Analytik können bisherige Beobachtungen vorhergesagt und dargestellt werden. Es erfolgt eine Vorhersage von Ereignissen auf Basis von empirischen Daten über zurückliegendes Verhalten. Mit den Erkenntnissen aus der deskriptiven und diagnostischen Analyse kann die prädiktive Analyse genutzt werden, um Cluster, Tendenzen oder vielleicht Ausnahmen zu erkennen, die eine bestimmte Vorhersage ermöglichen. Dabei wird versucht, die Frage zu beantworten: Was wird wahrscheinlich passieren?

Die Mustererkennung analysiert die eingehenden Daten und versucht, Muster zu erkennen. Während die explorative Mustererkennung darauf abzielt, Datenmuster im Allgemeinen zu erkennen, beginnt die deskriptive Mustererkennung mit der Kategorisierung der erkannten Muster. Die Mustererkennung befasst sich also mit beiden Szenarien, und je nach Anwendungsfall und Form der Daten werden unterschiedliche Mustererkennungsmethoden angewandt. Mustererkennung und Entscheidungsfähigkeit ist die Grundlage für Vorhersagen (Was, wenn diese Trends anhalten? Wie viel ist erforderlich? Wann ist es erforderlich?).

Das Ziel von Prognosemodellen ist es, zukünftige Ereignisse frühzeitig und besser einschätzen zu können. Insbesondere bei immer komplexeren Abläufen und Prozessen ist ein solches Wissen von entscheidendem Vorteil. Je differenzierter ein Prognosemodell ist, desto genauer wird es Vorhersagen treffen. Um verlässliche Vorhersagen zu erhalten, ist es

nicht immer notwendig, möglichst viele Daten auszuwerten – mehr bedeutet nicht automatisch eine bessere Qualität der Vorhersagen. Prognosen und datengesteuerte Entscheidungen beinhalten mögliche zukünftige Entwicklungen (Was wird als Nächstes passieren? Wie wirkt sich auf meine Prozesse aus? Wann ist sehr wahrscheinlich womit zu rechnen?).

Präskriptive Analytik beinhaltet die Empfehlung optimaler Maßnahmen auf Basis von prädiktiver Analytik. All die bisherigen Beobachtungen und Vorhersagen sind großartig, aber wie können wir daraus konkrete Maßnahmen ableiten? Es bleibt nicht nur bei Vorhersagen. Wir würden vorzugsweise direkt auf diese Signale reagieren. Mit präskriptiver Analytik erstellen wir einen konkreten Ratschlag, was passieren soll, bis hin zur direkten Umsetzung.

Die Online-Optimierung dient der kontinuierlichen Überwachung des Prozesses und der Vorhersage eines optimalen Ablaufes durch Modellbezug. Sie umfasst modellbasierte Software, die eine vollautomatisierte adaptive Rückkopplung mit intelligenten Systemen zur Steuerung des Prozesses verwendet wird. Die Ergebnisse der Optimierungssoftware können dem Bediener in Form von Entscheidungsunterstützungen präsentiert oder als neue Zielvorgabe für eine untergeordnete Regelstrategie automatisch festgelegt werden (Warum wird etwas geschehen? Was ist die beste Entscheidung für ein komplexes Problem? Welche Maßnahmen müssen wir ergreifen, um das zu verhindern?).

Entwicklungsplattform und Runtime

Die umfassende Entwicklungsplattform des Moduls Architect von „Proficy CSense“ bietet wie beispielhaft in Bild 4 dargestellt Drag-and-drop-Bausteine, um schnell skalierbare, robuste Lösungen zu entwickeln. Diese Lösungen können dann online entweder in Echtzeit oder als geplante Ereignisse über den Action-Object-Manager bereitgestellt werden. Eine Lösung wird im Allgemeinen aus einer Kombination von Rezepten zur Datenaufbereitung, einem

Entwurf von Datenaktionen und einer Möglichkeit entwickelt, Daten zur Wiederverwendung entweder im Action-Object-Manager oder einer Reihe von Drittanbieteranwendungen abzubilden.

Action Object Services werden verwendet, um Aktionsobjekte bereitzustellen und auszuführen. Die eigentliche Anwendung, die für die Bereitstellung verwendet wird, ist der Action-Object-Manager. Er bietet eine schnelle Möglichkeit, Actions Objects bereitzustellen und zu überwachen. Ein Action Object ist dabei der Name einer ausgeführten Konfiguration, die aus einer Reihe von Quellen erstellt und bereitgestellt werden könnte. Ein ausführendes Aktionsobjekt kann zum Beispiel ein OPC-Server sein, der von OPC-Clients aus verbunden werden kann. Es gibt ereignisbasierte, Echtzeit- und geplante Action Objects.

Fortgeschrittene Benutzer können mit dem Action Object Toolkit selbst programmgesteuerte Blueprints und Action Objects erstellen. Diese können in einer beliebigen Anzahl von Drittanbieteranwendungen erstellt und in die „Proficy CSense“-Software integriert werden. Folgende Unterkomponenten sind enthalten: Blueprint-SDK, COM Wrapper Blueprint-Block, .NET Wrapper Blueprint-Blöcke, .NET Wrapper-Datenrezeptoperationen und ISV-Objekt [10].

Resümee

Die Herausforderung besteht darin, moderne KI-Technologien mit fortschrittlichen Fertigungstechnologien und -systemen zu integrieren, um die Qualität von Produkten und Prozessen zu verbessern. Leistungsfähige Software-Framework wie „Proficy CSense“ stehen dafür zur Verfügung und es gibt bereits viele erfolgreiche Beispiele für deren Einsatz [11]. Wichtig dabei ist, dass der Mensch im Zentrum der KI stehen sollte, um KI zu entwickeln, zu betreiben und zu warten, und dass sie daher in optimaler Komplementarität zusammenarbeiten sollten. Dies erfordert neue Fähigkeiten wie Datenwissenschaftler, Wahrnehmungsexperten, Sicherheitsdesigner und kreative Maschinenbauingenieure, die durch lebenslanges Lernen im Rahmen eines Lehrfabrikkonzepts unterstützt werden. (mh)

Literatur

- [1] ISO/TC 184: Ad Hoc Group: Data Architecture of the Digital Twin, Version 1 Revision 8. Geneva: International Organization for Standardization (ISO), 7. Juli 2019
- [2] Trauer, J.; Schweigert-Recksiek, S.; Engel, Chr.; Spreitzer, K.; Zimmermann, M.: What is a digital twin? – Definitions and insights from an industrial case study in technical product development. Proc. of the Design Society: Design Conference, 2020, Nr. 1, S. 757–766
- [3] Werth, D.; Linn, Chr.: Der digitale Prozesszwilling. Vom klassischen Geschäftsprozessmodell zum steuerbaren, digitalen Abbild des Realprozesses. IM+io [2017] H. 1, S. 38–43
- [4] Linden, A.; Kart, L.; Schulte, W. R.: Extend Your Portfolio of Analytics Capabilities. Gartner research note G00254653, 2013. www.gartner.com/doc/2594822/extend-portfolio-analytics-capabilities [abgerufen am 11. 10. 2021]
- [5] SAS Institute: Eight Level of Analytics. sascom magazine, 4. Quartal 2008

- [6] Bauer, P.: IT-Serviceoptimierung nach dem Reifegradmodell. Otterfing: IT Verlag für Informationstechnik, 2015, www.it-daily.net/it-management/business-software/11532-it-serviceoptimierung-nach-dem-reifegradmodell [abgerufen am 11. 10. 2021]
- [7] The Splunk Guide to Operational Intelligence. Turn Machine-Generated Data Into Real-Time Visibility, Insight and Intelligence. White Paper. San Francisco, CA: Splunk Inc. <https://zh-hant.splunk.com/pdfs/solution-guides/splunk-guide-to-operational-intelligence.pdf> [abgerufen am 28. 10. 2021]
- [8] Proficy CSense 8.5 from GE Digital. San Ramon, CA: GE Digital, 2021, www.ge.com/digital/sites/default/files/download_assets/proficy-csense-from-ge-digital.pdf [abgerufen am 11. 10. 2021]
- [9] Chae, B. (K.); Yang, C.; Olson, D.; Sheu, C.: The impact of advanced analytics and data accuracy on operational performance: A contingent resource based theory (RBT) perspective. Decision Support Systems 59 (März 2014) S. 119–126
- [10] Proficy CSense 8.0. Getting Started. San Ramon, CA: GE Digital, 2020. www.ge.com/digital/sites/default/files/download_assets/getting-started-with-csense.pdf [abgerufen am 11. 10. 2021]
- [11] Machine Learning and Predictive Analytics Guidebook for Engineers. San Ramon, CA: GE Digital, 2021. www.ge.com/digital/lp/machine-learning-and-predictive-analytics-guidebook-engineers [abgerufen am 11. 10. 2021]

Autor



Dipl.-Ing. Thomas Schulz ist als Channel Manager Central and Eastern Europe für GE Digital tätig. t.schulz@ge.com