



Digitale Daten

Treibstoff für Prozess- und Geschäftsmodellinnovationen

Mittelstand-Digital Magazin
WISSENSCHAFT TRIFFT PRAXIS
Ausgabe 13

Impressum

Herausgeber/Redaktion:

Begleitforschung Mittelstand-Digital
WIK GmbH
Rhöndorfer Straße 68
53604 Bad Honnef
HRB: Amtsgericht Siegburg, 7225
Tel. +49 (0)2224-9225-0, Fax +49 (0) 2224-9225-68
E-Mail: mittelstand-digital@wik.org
www.mittelstand-digital.de

Verantwortlich: Martin Lundborg

Redaktion: Dr. Isabel Gull

Satz und Layout: Karin Wagner

Urheberrechte:

Namentlich gekennzeichnete Texte geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für den Inhalt der Texte sind die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Bildnachweis:

Titel: phonlamaipphoto - adobe.stock
Seite 5: Nmedia - adobe.stock
Seite 11: Belkin & Co - adobe.stock
Seite 13: Swen Leugner
Seite 17-19: Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken
Seite 22: Rymden - adobe.stock
Seite 30: JackF - adobe.stock
Seite 37: IFR Engineering GmbH
Seite 42: Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt
Seite 47: Rabea Aschenbruck
Seite 52: Shutter2U - adobe.stock
Seite 59: rawpixel - unsplash

Stand: Januar 2020

Druck:

Medienhaus Plump GmbH
Rolandsecker Weg 33, 53619 Rheinbreitbach

ISSN (Print) 2198-8544

ISSN (Online) 2198-9362

Mittelstand-Digital Magazin WISSENSCHAFT TRIFFT PRAXIS - Ausgabe 13

Digitale Daten

Treibstoff für Prozess- und Geschäftsmodellinnovationen

Inhalt

Editorial	3
Roland Hallau, Michael Rätze Datenflut - Behalten Sie Ihre digitalen Daten im Griff!	5
Swen Leugner, Christoph Linse, Horst Hellbrück, Martin Leucker, Thomas Martinetz Digitale Daten - Woher kommen sie und was hat ein Digitaler Zwilling damit zu tun?	11
Simon Bender, Tobias Greff, Matthias Eiletz, Dirk Werth Mit dem Digitalen Zwilling zur virtuellen Inspektion industrieller Anlagen	17
Sebastian Lodemann, Wolfgang Kersten Identifikation und Umsetzung der Potenziale von Data Analytics im Supply Chain Management	22
Marcus Röhler, Laura Merhar Industrielle Datenanalyse - wichtige Einblicke in Unternehmensprozesse oder doch nur bunte Graphen?	30
Matthias Pohl, Peter Schreiber, Günther Tengg Werkzeugeinlagerungshelfer - Assistenzsystem für Zerspanungsunternehmen	37
Christian Kubik, Thomas Kessler, Dominik Huttel, Peter Groche Profilbiegen - Industrie 4.0-Ansätze für die Qualitätskontrolle	42
Rabea Aschenbruck, Gero Szepannek Einsatz von KI zur Qualitätssicherung	47
Jörg Becker, Michael Schnaider, Ann-Kristin Cordes, Benjamin Barann, Andreas Hermann, Torsten Gollhardt Vorgehensmodell zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle	52
Andreas Johannsen, Tarek Annan, Felix Eifert Der IT-Mittelstand als Wegbereiter für datengetriebene und kooperative Geschäftsmodelle	59

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

Daten sind eine unverzichtbare Wissensquelle für Unternehmen und bergen neue Möglichkeiten der Wertschöpfung. Produktionsprozesse, der Zustand der Produktionsanlagen, das Konsumentenverhalten oder die Qualität des gefertigten Produkts – die Erfassung und die Analyse von Daten liefern wertvolle Informationen anhand derer Kosten gesenkt, Umsätze erhöht oder Ausfälle vermieden werden können. Digitale Technologien ermöglichen es, Daten automatisiert zu erfassen, zu speichern und zu analysieren. Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) können auf der Basis von Daten Muster erkennen und entsprechende Schlussfolgerungen ableiten.

Um diese Vorteile zu nutzen, sind nicht immer hohe Investitionen notwendig. Diese Ausgabe des Mittelstand-Digital Magazins zeigt in Praxisbeispielen, wie digitale Daten genutzt werden können, um Produktions- und Logistikprozesse oder die Qualitätssicherung zu verbessern und weiter zu automatisieren. Des Weiteren können auf Grundlage von Datenauswertungen Geschäftsmodelle neu gedacht und umgesetzt werden. Bei all dem dürfen die Datensicherheit und die Datensicherung nicht außer Acht gelassen werden.

Datensicherheit

Wie können kleine und mittlere Unternehmen die wachsenden Datenbestände managen? Welche Anforderungen bestehen bezüglich Speicherkapazitäten und Strukturierung? Welche Rechtspflichten müssen bei Datensicherung und Datenschutz erfüllt werden? Diese grundlegenden Fragen im Umgang mit digitalen Daten beantworten Roland Hallau und Michael Rätze vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz im Eröffnungsbeitrag.

Prozessoptimierung durch digitale Daten

Woher kommen digitale Daten, wie kann man mit ihnen einen Digitalen Zwilling erstellen und was kann diese virtuelle Nachbildung einer Maschine oder eines Prozesses bringen? Anhand eines Praxisbeispiels aus der Produktionslogistik zeigen Swen Leugner, Christoph Linse, Prof. Dr.-Ing. Horst Hellbrück, Martin Leucker und Thomas Martinetz vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel, wie Verzögerungen im Produktionsablauf mithilfe von IoT-Sensoren und KI verringert werden können.

Ein Pilotprojekt des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Saarbrücken zeigt die Einsatzpotenziale eines Digitalen Zwillings für kleine und mittlere Unternehmen. Simon Bender, Tobias Greff, Matthias Eiletz und Dr. Dirk Werth erklären anhand eines Praxisbeispiels, wie eine innovative Lösung für die Inspektion von Anlagen mittels Digitalem Zwilling und Virtual Reality aussehen kann und so Wartungsaufwände deutlich reduziert werden können.

Wie kann ich identifizieren, wo der Einsatz von Datenanalyse in meinem Unternehmen sinnvoll ist? Für welche Fragestellung kann ich welche Daten erfassen und auswerten und mit welchem Mehrwert kann ich die gewonnenen Informationen weiter nutzen? Diese Fragen können mithilfe der Data Analytics-Canvas beantwortet werden, die das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg in einem Praxisprojekt zur Unterstützung der aufwändigen Preiskalkulation bei einer Spedition angewendet hat. Sebastian Lodemann und Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten erklären in ihrem Beitrag das Vorgehen.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, bei rasantem Datenwachstum und großer Datenvielfalt die Potenziale ihrer „Datenschätze“ zu erkennen und hieraus einen Mehrwert zu generieren. Der Artikel von Laura Merhar und Marcus Röhler vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg erklärt die wesentlichen Zielsetzungen und Fehlerquellen von Datenanalysen. Das Praxisbeispiel der vorausschauenden Wartung bei einem Produzenten für Aufzugsteuerungen verdeutlicht Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Nutzung von Datenanalysen.

Der Weg zur Industrie 4.0 bringt für Zerspanungsunternehmen eine Entwicklung in Richtung kundenindividueller Produkte mit geringer Losgröße. Werkzeugmaschinen verwenden für einen Fertigungsauftrag eine Vielzahl variabler Werkzeuge. Wie ein solch überwiegend manueller Zu- und Rückführungsprozess der Werkzeuge gemäß eines Werkzeugplans mithilfe digitaler Daten automatisiert werden kann und wie der Nutzer softwaregestützt eine Entscheidung erhält, ob das Werkzeug eingelagert, ausgebessert oder aussortiert werden soll, erklären Matthias Pohl, Peter Schreiber und Günther Tengg vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg.

Qualitätssicherung mithilfe von digitalen Daten

Flexible Produktionsprozesse mit geringem Automatisierungsgrad haben meistens personal- und zeitintensive manuelle Qualitätskontrollen. Durch die Erfassung und Digitalisierung von Produktdaten, wie in dem hier vorgestellten Praxisbeispiel des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Darmstadt, können diese Prozessnebenzeiten um bis zu 70 Prozent reduziert werden. Christian Kubik, Thomas Kessler, Dominik Huttel und Peter Groche erklären, wie es gelingen kann.

Verfahren des maschinellen Lernens sind ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Auswertung großer Datenmengen. Insbesondere bei einer großen Anzahl an Daten und einer immer wiederkehrenden Analyse schont die automatisierte Auswertung Zeit- und Personalressourcen. Rabea Aschenbruck und Prof. Dr. Gero Szepannek legen dar, wie das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Rostock die Datenbank der Points of Interest für den Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern mithilfe von Text Mining überprüft und analysiert hat.

Datengetriebene Geschäftsmodelle

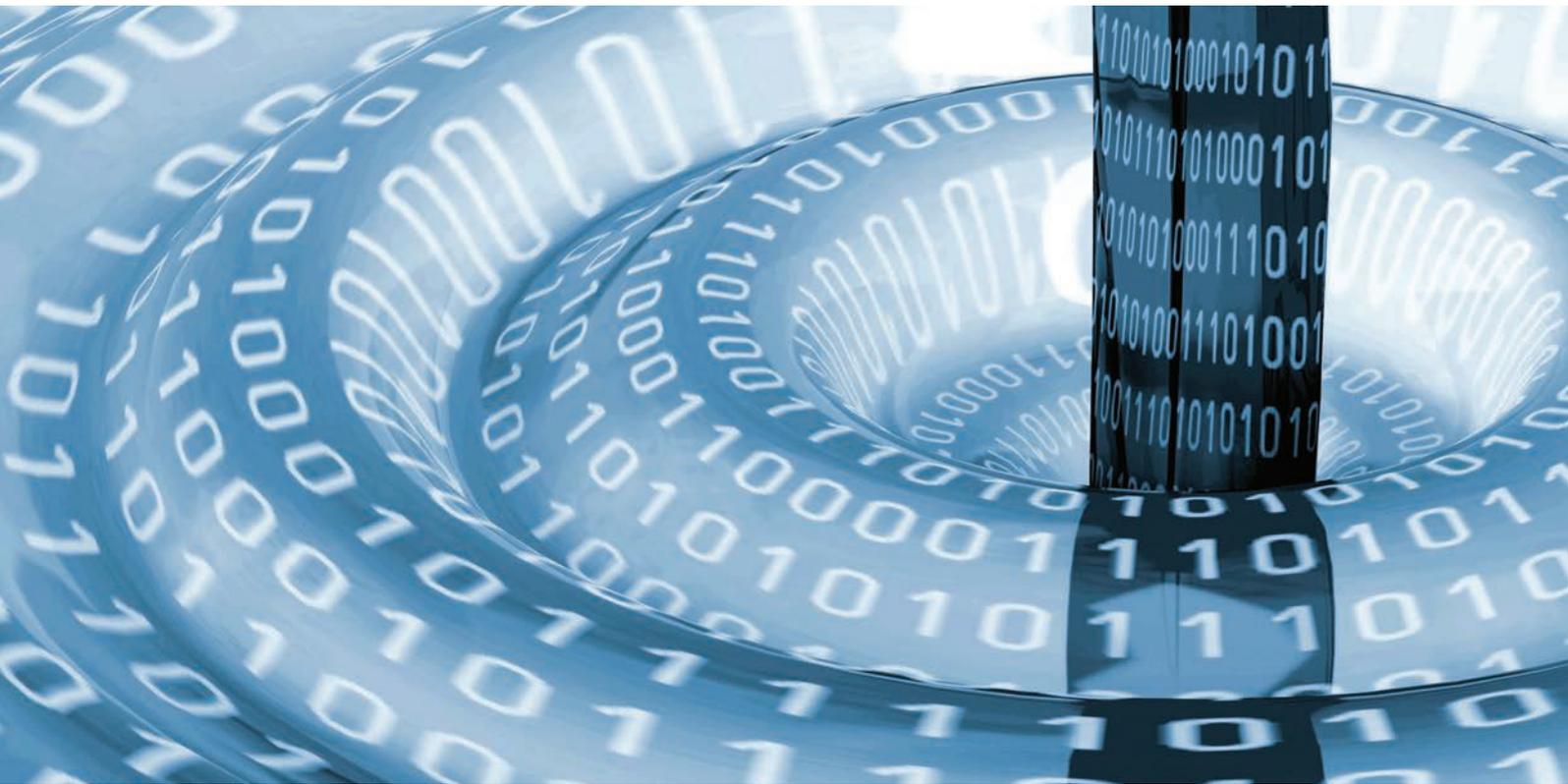
Bereits seit einigen Jahren erobern Unternehmen mit datengetriebenen Geschäftsmodellen den Markt. Doch wie genau funktionieren solche Geschäftsmodelle? Ein Beitrag von Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. h.c. Jörg Becker, Michael Schnaider, Dr. Ann-Kristin Cordes, Benjamin Barann, Andreas Hermann und Torsten Gollhardt aus dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen stellt einen Ansatz vor, wie es mithilfe eines systematisierten Vorgehens gelingen kann, die zündende Idee zu identifizieren und dafür die nötigen technologischen Schritte zur Nutzung von digitalen Daten für die Wertschöpfung zu planen.

Wer es schafft, aus digitalen Daten Informationen und Wissen zu generieren und dieses Wissen marktrelevant einzusetzen, wird auch in Zukunft ein relevanter Akteur am Markt sein. Hierbei können KMU der IT-Branche einen Beitrag zur Digitalisierung des gesamten deutschen Mittelstandes leisten, wenn sie zusammenarbeiten und so eine Gesamtlösung für Unternehmen entwickeln können. Wie das aussehen kann zeigen Prof. Dr. Andreas Johannsen, Tarek Annan und Felix Eifert vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft anhand von drei Beispielen aus der Praxis.

Diese zehn Beiträge werfen Spotlights auf die Themenvielfalt der 26 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren in ganz Deutschland. Informationen über die mehr als 130 Anlaufstellen und einen umfassenderen Einblick in die Expertise des Mittelstand-Digital-Netzwerks erhalten Sie auf www.mittelstand-digital.de. Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Dr. Isabel Gull

Begleitforschung Mittelstand-Digital



Roland Hallau, Michael Rätze

Datenflut – Behalten Sie Ihre digitalen Daten im Griff!

Im Zuge der Digitalisierung wachsen die Datenbestände nicht nur in den Unternehmen überproportional an. Die Speicherkapazitäten der genutzten Server müssen daher permanent erweitert und die gehosteten Daten nachfrageorientiert strukturiert werden. Diese Anforderung schlägt auch auf die Unternehmen zurück, die überlegen müssen, welche Strukturen auch im Hinblick auf bestehende (Rechts-)Pflichten passend sind. Ferner müssen sie sich um eine ausreichende Datensicherung kümmern, die auch die Belange des Datenschutzes berücksichtigt.

Daten müssen gesichert werden

Kunden- oder Lieferantendaten sowie Daten von Produktionsprozessen, insbesondere von Aufträgen, Prozessen und Maschinen, zählen heute zu den wichtigsten Gütern im Unternehmen. Sie ausreichend zu schützen, ist für Unternehmen eine Überlebensfrage. Viele Studien machen deutlich, dass ein Verlust von Daten in der Wirtschaft zum Alltag gehört.

In schwerwiegenden Fällen kann dies zu einer Bedrohung der Existenz führen. Bedrohungen entstehen dabei u. a. durch Viren, Würmer und andere Schadsoftware, die unternehmensrelevante Daten vernichten können. Mindestens genauso hoch ist das Risiko des Datenverlustes durch Ausfälle von Hard- und Software oder durch Fehlbedienung, wie etwa versehentliches Löschen. Weitere Ursachen sind auch Cyber-Attacks und Naturkatastrophen. Wenn beispielsweise Daten von Kunden, Aufträgen, Buchhaltung und Personal vernichtet werden, können kleine Unternehmen praktisch schon vor dem Aus stehen.

Die Lösung besteht in einer hinreichenden Sicherung der Daten. Mit einer gut funktionierenden und gleichermaßen gut strukturierten Datensicherung ist man gegen Bedrohungen gewappnet, kann Schadensfälle abwehren und obendrein die rechtlichen Pflichten erfüllen, die von den Unternehmen auch im Umgang mit Daten angefordert werden. Die Sicherung sollte auf Basis einer Analyse und Kategorisierung des Datenbestandes aufgebaut werden.

Pflichten der Unternehmen

Datensicherung

Die Sicherung von Daten erfolgt nicht immer im rein unternehmerischen Interesse. Teilweise gibt auch das Gesetz vor, dass Daten gespeichert und gesichert werden müssen. Als Beispiel können die § 257 HGB und § 147 AO genannt werden (siehe Tabelle 1)¹. Weitere Datensicherungspflichten folgen aus den Grundsätzen ordnungsgemäßer Buchführung (GoB) sowie aus den Grundsätzen zur ordnungsgemäßen Führung und Aufbewahrung von Büchern, Aufzeichnungen und Unterlagen in elektronischer Form sowie zum Datenzugriff (GoBD).²

Die Datensicherungspflichten dienen dabei zumeist Beweissicherungszwecken. Auf die zu sichernden Dokumente und Informationen soll man zurückgreifen können, etwa wenn es zu Rechtsstreitigkeiten kommt.

¹ Weitere gesetzliche Aufbewahrungsfristen.

² Vgl. Scheja/Quae/Conrad/Hausen, 2019, Rn. 54.

Dabei ist die Aufbewahrung der Dokumente und Informationen im Aufbewahrungszeitraum so zu gestalten, dass sich ein sachverständiger Dritter in angemessener Zeit einen Überblick über die Geschäftsvorfälle und über die Lage des Unternehmens verschaffen kann. Die Geschäftsvorfälle müssen sich in ihrer Entstehung und Abwicklung verfolgen lassen (§ 238 Abs. 1 S. 2, 3 HGB).

Verhältnis zur DSGVO

Es stellt sich die Frage, wie diese Aufbewahrungspflichten mit den Grundsätzen der DSGVO zur Datensparsamkeit und Speicherbegrenzung sowie den dort normierten Löschpflichten verhalten. Weiter kann man sich fragen, ob eine Verschlüsselung, eine Anonymisierung oder eine Pseudonymisierung durchgeführt werden und wann die Information gelöscht werden muss. Anwendung findet die DSGVO nur bei personenbezogenen Daten. Diese sind etwa bei Handelsbriefen gegeben, da darunter sämtliche Schriftstücke, unabhängig von ihrer postalischen Versendungsform, zu verstehen sind, die ein

Speicherdauer nach § 257 HGB	
10 Jahre	6 Jahre
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Handelsbücher ▶ Inventare ▶ Eröffnungsbilanzen ▶ Jahresabschlüsse ▶ Einzelabschlüsse nach § 325 Abs. 2a HGB ▶ Lageberichte ▶ Konzernabschlüsse ▶ Konzernlageberichte sowie die zu ihrem Verständnis erforderlichen Arbeitsanweisungen und sonstigen Organisationsunterlagen ▶ Buchungsbelege i.S.d. § 238 Abs. 1 HGB 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Die empfangenen Handelsbriefe ▶ Wiedergaben der abgesandten Handelsbriefe
Speicherdauer nach § 147 AO	
10 Jahre	6 Jahre
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bücher und Aufzeichnungen ▶ Inventare ▶ Jahresabschlüsse ▶ Lageberichte ▶ Die Eröffnungsbilanz sowie die zu ihrem Verständnis erforderlichen Arbeitsanweisungen und sonstigen Organisationsunterlagen ▶ Buchungsbelege ▶ Unterlagen nach Art. 15 Abs. 1 und Art. 163 des Zollkodex der Union 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Die empfangenen Handels- und Geschäftsbriefe ▶ Wiedergaben der abgesandten Handels- oder Geschäftsbriefe ▶ Sonstige Unterlagen, soweit sie für die Besteuerung von Bedeutung sind

Tabelle 1: Speicherdauer nach § 257 HGB und § 147 AO

Handelsgeschäft betreffen.³ Erfasst sind somit auch geschäftliche E-Mails. Ein weiteres Beispiel stellen die Buchungsbelege im Sinne des § 147 AO dar. Dazu gehören Rechnungen, Lieferscheine, Quittungen, Auftragszettel und Gehaltslisten,⁴ bei welchen ein Personenbezug gegeben sein kann.

Grundsätzlich dürfen Daten nur solange gespeichert werden, wie es der Zweck der Verarbeitung erfordert. Fällt der Zweck weg, kann eine Löschung nötig werden, wenn keine gesetzlichen Aufbewahrungsfristen entgegenstehen. Art. 17 Abs. 1 DSGVO besagt, dass Betroffene die Löschung ihrer Daten verlangen können, wenn sie für die Zwecke, für die sie erhoben wurden, nicht mehr notwendig sind. Ebenso fordert EG 39 der DSGVO „... insbesondere, dass die Speicherfrist für personenbezogene Daten auf das unbedingt erforderliche Mindestmaß beschränkt bleibt“. Den Verantwortlichen treffen also aus Art. 17 Abs. 1 DSGVO Löschpflichten, sobald die Aufbewahrung der Daten nicht mehr durch den Zweck gedeckt ist.

Eine Ausnahme dieser Löschpflichten normiert Art. 17 Abs. 3 b) DSGVO, sofern rechtliche Verpflichtungen entgegenstehen. Dies sind insbesondere gesetzliche Aufbewahrungsfristen, etwa aus dem HGB und der AO.

Das Löschen im Sinne des Art. 17 Abs. 1 DSGVO meint einen endgültigen Vorgang. Die Daten stehen nach dem Löschen nicht mehr zur Verfügung, lassen sich nicht mehr verarbeiten und dürfen auch nicht wiederherstellbar sein. Insofern steht das Verschlüsseln oder Anonymisieren dem Löschen nicht gleich. Bei einer Verschlüsselung wird lediglich ein Zugriffshindernis geschaffen und kein Zustand, in dem die Daten nicht mehr verarbeitet werden könnten. Trotz der Verschlüsselung existieren die Daten noch und können von einem bestimmten Personenkreis verarbeitet werden. Auch eine Anonymisierung kann das Löschen nicht ersetzen. Diese führt lediglich dazu, dass die Identifizierungsmerkmale entfernt werden. Damit entfällt zwar der Personenbezug, die Daten sind aber dennoch vorhanden und können weiter verarbeitet werden. Diese noch mögliche Verarbeitung soll das Löschen aber gerade verhindern (vgl. EG 65 der DSGVO). Die Anonymisierung ist also ein Weniger im Verhältnis zum Löschen, auf welches sich die Betroffenen auch nicht einlassen müssen.

Unter Pseudonymisierung ist eine Verarbeitung zu verstehen, bei der ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen kein Rückschluss auf die betroffene

Checkliste⁵

Das Löschkonzept sollte die folgenden Fragen beantworten:

- ▶ Für welche konkreten IT-Systeme und Datenbestände gilt es und ist dieser Anwendungsbereich ausreichend?
- ▶ Welche Datenarten werden im Regelungsbereich verwendet?
- ▶ Für welche dieser Datenarten ist welche Löschregel anzuwenden?
- ▶ Welche technischen Bedingungen gelten für die Umsetzung bzw. durch welchen Mechanismus wird die Löschung durchgeführt? Gegebenenfalls ist dafür auch zu klären, ob sich aus dem Schutzbedarf der Daten Sicherheitsanforderungen an den Löschrmechanismus ergeben.
- ▶ Soweit Löschrmechanismen konfigurierbar sind: Welche Parameter sind mit welchen Werten zu verwenden, um die zu löschenden Daten zu bestimmen?
- ▶ Wer ist für den Start und die Überwachung des Mechanismus verantwortlich?
- ▶ Wem gegenüber sind Nachweise über die Löschung zu führen und wie ist die Durchführung von Löschrmaßnahmen zu dokumentieren?

Person erfolgen kann. Der Personenbezug lässt sich also mithilfe bestimmter Informationen herstellen und somit besteht auch bei der Pseudonymisierung ein Restrisiko, da der Personenbezug reversibel ist und somit dem irreversiblen Ansatz des Löschrns nicht genügt.

Löschrkonzept

Die DSGVO enthält nicht unmittelbar die Pflicht ein Löschrkonzept zu erstellen. Allerdings ergibt sich diese Pflicht mittelbar aus der Rechenschaftspflicht und den sich daraus ergebenden Dokumentationspflichten gem. Art. 5 Abs. 2 DSGVO.⁶ Das Deutsche Institut für Normung hat mit der DIN 66398 einen Leitfaden zum Erstellen eines Löschrkonzepts erstellt. Ein Löschrkonzept soll dabei helfen, festzustellen,

³ Regierer, 2019, Rn. 7.

⁴ Rätke, 2018, Rn. 24.

⁵ Conrad, 2019, Rn. 630.

⁶ Kühling/Klar/Sackmann, 2018, Rn. 301.

welche Daten vorhanden sind und welche Löschpflichten bestehen. Dabei helfen eine Übersicht der Datenarten und der Löschfristen sowie der Beginn der Fristen. Eine Datenart meint eine Gruppe von Datenobjekten, die zu einem einheitlichen fachlichen Zweck verarbeitet werden. Datenarten können sein: Buchhaltungsdaten, Vertragsdokumente, Bewerberdaten, Standortdaten, Abrechnungsdaten oder Protokolle von Anmeldungen an IT-Systemen. Zur Datenart Buchhaltungsdaten zählen etwa Angaben zu Kreditoren und Debitoren, Zahlungspunkt und Betrag.⁷ Die Fristen beginnen für die Aufbewahrung nach der AO und dem HGB zum Schluss des Kalenderjahres, in dem etwa die letzte Eintragung in das Handelsbuch aufgenommen wurde. Somit kann die Aufbewahrung nahezu ein Jahr länger sein, wenn das Ereignis zu Beginn eines Kalenderjahres stattfindet. Nach der Zuordnung der Datenobjekte zu den Datenarten müssen diese mit den entsprechenden Löschregeln, also der Löschfrist und dem Startpunkt des Fristlaufs, zusammengeführt werden. Bei den Löschfristen unterscheidet die DIN-Norm zwischen Vorhaltefristen und Regellöschfristen. Die Vorhaltefristen meinen Fristen, bei denen der Verantwortliche gesetzlich verpflichtet ist, die Daten vorzuhalten (z.B. HGB und AO, siehe oben). Über diese Frist hinaus kann die Aufbewahrung datenschutzrechtlich gerechtfertigt sein. Das kann der Fall sein, wenn ein Zweck dafür noch besteht. Die Summe dieser beiden Fristen ergibt die sog. Regellöschfrist.

Organisation und Durchführung von Datensicherungen

Was sollte gesichert werden?

Neben den o.g. Daten, die mit Sicht auf die rechtlichen Anforderungen zu sichern sind, sollten auf jeden Fall die Daten gesichert werden, die selbst erzeugt wurden. Dazu zählen die Daten, die durch Anwendungsprogramme (z.B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation, E-Mail, Rechnungswesen, Konstruktion, Lager und Finanzen) erstellt oder die man im Rahmen von Geschäftsbeziehungen mit den Kunden (z. B. Artikeldaten, Preisangaben, Informationen zu den Angeboten und zum Auftrag) erhalten hat. Weiterhin ist es wichtig, dass auch produktionspezifische Daten (Auftrags- und Prozessdaten, Maschinenprogramme wie z. B. für die Steuerung von CNC-Maschinen) gesichert werden.

- Tipp: Datenbestand strukturieren

Die zu sichernden Daten auf den Rechnern sollten in möglichst wenigen Ordnern in einer klaren Struktur organisiert werden. Diese Ordner können dann komplett gesichert werden. Dazu sind entsprechende Zugriffsrechte zu definieren. Auch für die relevanten Daten aus dem Produktionsbereich ist eine transparente Struktur für eine effektive Datensicherung sinnvoll.

Wann sollte gesichert werden?

Wie oft Daten gesichert werden, hängt davon ab, welche Risiken man in Kauf nehmen will. Generell ist jedoch eine tägliche Sicherung empfehlenswert.

- Tipp: Sicherungsintervall festlegen

Für die Datensicherung in einem Unternehmen sollte ein Verantwortlicher bestimmt werden. Wenn täglich gesichert wird, sollte die Sicherung nach Feierabend erfolgen.

Wie sollte gesichert werden?

Da eine manuelle Sicherung immer mit einem gewissen Risiko (Sicherung wird vergessen, Sicherung mit fehlerhaften oder wechselnden Einstellungen u.a.) verbunden ist, sollten KMU den Sicherungsvorgang idealerweise automatisieren. Für die Datensicherung gibt es professionelle Programme, die teilweise auch als freie Software zur Verfügung stehen.

- Tipp: Sicherung automatisieren

Schon die vom Betriebssystem bereitgestellten Systemprogramme zur Datensicherung (Backup) genügen den Grundanforderungen in Bezug auf eine automatisierte Sicherung der Daten in KMU. Ggf. können am Markt erhältliche Lösungen die automatische Sicherung übernehmen.

Wohin sollten die Daten gesichert werden?

Grundsätzlich sind alle Medien geeignet, auf die sich Daten speichern lassen (z. B. CD/DVD, Magnetband, externe Festplatte, USB-Stick). Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass auf Grund der Fehleranfälligkeit und der Kapazität einige Medien (CD/DVD, USB-Stick) nur eingeschränkt zu empfehlen sind. Mit Sicht auf die begrenzte Haltbarkeit von Datenträgern sollten diese regelmäßig getestet und vor Ablauf der zugesicherten Haltbarkeit ausgetauscht werden. Für die tägliche automatische Sicherung sind insbesondere Magnetbänder oder Festplatten geeignet, welche z. B. auch in einem NAS-System (Network Attached Storage) Verwendung finden.

⁷ Conrad, 2019, Rn. 623-624.

- ▶ Tipp: Das richtige Medium auswählen

Bei der Auswahl des Datenträgers sollte u.a. auch auf die Kapazität geachtet werden, sodass ein Medium für mindestens eine Sicherung reicht.

- ▶ Tipp: Angebote von Online-Diensten prüfen

Die Datensicherung kann auch über verschiedene Anbieter im Internet online durchgeführt werden. Insbesondere hier ist es sinnvoll, sich durch einen IT-Dienstleister bzw. Experten beraten zu lassen. Aus Sicht des Datenschutzes muss dabei auch beachtet werden, dass sich der Speicherort der Sicherung im Geltungsbereich der DSGVO befindet.

Wo sollten die Sicherungsmedien aufbewahrt werden?

Je nach Vertraulichkeit (z. B. personenbezogene Daten) und Wichtigkeit (z. B. für Betriebsprüfungen, Produktionsplanung und -steuerung) der Daten sollten die Medien in einem verschließbaren Schrank oder Safe aufbewahrt werden. Für einen zusätzlichen Schutz vor Feuer- oder Wasserschäden muss bei der Auswahl auf eine entsprechende Schutzklasse geachtet werden.

- ▶ Tipp: Den Aufbewahrungsort richtig wählen

Eine zusätzliche Sicherungskopie sollte an einem anderen sicheren Ort (z. B. Bankschließfach) aufbewahrt werden.

Worauf sollte besonders geachtet werden?

Bei einer automatisierten Sicherung sollte regelmäßig geprüft werden, ob die Datensicherung auch tatsächlich erfolgt ist und ob sie vollständig war. Die IT-Infrastruktur eines Unternehmens ändert sich im Lauf der Zeit (neue Hard- und Software). Aus diesem Grund muss die Datensicherung periodisch überprüft und entsprechend angepasst werden.

- ▶ Tipp: Sicherungsprotokolle einsehen

Sicherungsprogramme erstellen in der Regel ein Protokoll, aus dem man ersehen kann, was und wann gesichert wurde. Insbesondere Fehlerhinweise müssen beachtet und ausgewertet werden.

- ▶ Tipp: Prüfen und Wiederherstellung von Daten

Damit man für einen Ernstfall gerüstet ist, sollten die Arbeitsschritte für eine Wiederherstellung regelmäßig getestet bzw. geübt werden. Das verantwortliche Personal muss hier ausreichend geschult werden.

- ▶ Tipp: Konzept der Datensicherung fortschreiben

Bei Neuanschaffungen von Hard- und Software oder bei Änderungen in der IT-Infrastruktur muss die Datensicherung angepasst werden. Die Produktions-IT inkl. deren Datenbestände müssen zwingend einbezogen werden.

Was ist keine Datensicherung?

Die Daten sind nicht ausreichend gesichert, wenn man diese einfach nur auf dieselbe Festplatte in ein anderes Verzeichnis kopiert oder auf eine andere interne Festplatte. Ebenso wenig reicht das Speichern von Daten auf einem Server oder der Einsatz von gespiegelten Festplatten (z. B. RAID-Systeme) aus.

- ▶ Tipp: Speichermedium nach Sicherung vom IT-System trennen

Das Medium, auf das die Daten gesichert werden, sollte nach einer erfolgten Datensicherung physisch von der vorhandenen IT-Infrastruktur getrennt werden (z.B. Speicherband herausnehmen, USB-Stick sicher trennen und abziehen, Verbindung zur externen Festplatte trennen).

Für weitere Informationen zum richtigen Umgang mit Daten in Unternehmensprozessen steht Ihnen das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz zur Verfügung. Eine erste Orientierung bieten auch die „Wissensbox Recht 4.0“ und das Sicherheitstool Mittelstand „SiToM“, welche Sie auf unserer Homepage www.betrieb-machen.de finden.

Literatur

Conrad in: Auer-Reinsdorff/Conrad Handbuch IT- und Datenschutzrecht 3. Auflage 2019, § 34

Kühling/Klar/Sackmann, Datenschutzrecht, 4. Auflage 2018

Rätke in: Klein AO, 14. Auflage 2018, § 147

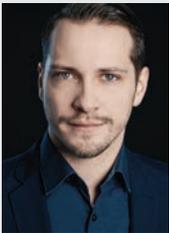
Regierer in: Häublein/Hoffmann-Theinert BeckOK HGB, 26. Edition, Stand: 15.07.2019, § 257

Scheja/Quae/Conrad/Hausen in: Forgó/Helfrich/Schneider, Betrieblicher Datenschutz, 3. Auflage 2019, Teil IV, Kap. 1

Autoren



Roland Hallau studierte Konstruktion Maschinenbau an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg mit der Spezialisierung auf rechnergestützte Konstruktion. Seit 1992 ist er als Berater Ingenieur und IT-Administrator bei der tti Magdeburg tätig. Als TÜV-zertifizierter IT-Grundschutz-Experte und Datenschutzbeauftragter unterstützt er das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz.



Ass. iur. **Michael Rätze** studierte Rechtswissenschaften an der Universität Leipzig und absolvierte sein Referendariat am Landgericht Dresden. Seit Februar 2018 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an dem Lehrstuhl für Privatrecht und Recht des geistigen Eigentums von Prof. Dr. Gesmann-Nuissl und Promotionsstudent an der Technischen Universität Chemnitz. Für das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz ist er als Fachkoordinator „Recht 4.0“ tätig.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz unterstützt kleine und mittlere Unternehmen, sowie das Handwerk, bei der digitalen Transformation. Neben der Begleitung zur technischen Veränderung der Produktions- und Arbeitswelt, liegt der Fokus auf der Wissensvermittlung für die Themen Datensicherheit, Datenschutz und Recht. Das Zentrum pflegt hierzu das Sicherheitstool Mittelstand (SiToM) zur Einschätzung des vorhandenen IT-Sicherheitsniveaus und die „Wissensbox Recht 4.0“. Hier finden sich wichtige Rechtsvorschriften und Literatur in der Übersicht und es werden aktuelle Urteile zum Thema des digitalen Rechts mittelstandsgerecht aufbereitet. Beide Onlineangebote sind auf der Webseite www.betrieb-machen.de für jeden Interessierten zugänglich.

Schwerpunkte des Zentrums sind u.a.:

- ▶ Sicherheitstest & -analysen
- ▶ IT-Sicherheitskonzepte
- ▶ IT-Sicherheitsmanagement
- ▶ Datensicherheit
- ▶ Datenschutz

www.betrieb-machen.de



Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
Chemnitz



Swen Leugner, Christoph Linse, Horst Hellbrück, Martin Leucker, Thomas Martinetz

Digitale Daten – Woher kommen sie und was hat ein Digitaler Zwilling damit zu tun?

In Deutschland sind 99,6 % der Unternehmen klein und mittelständisch, sogenannte KMUs. 1307 der 2700 weltweiten „Hidden-Champions“ stammen aus Deutschland¹. Auf einmal ist die Rede von Digitalen Daten, dem Internet der Dinge (IoT) und Künstlicher Intelligenz (KI). Deren Bedeutung für KMUs ist oft nicht einfach zu bewerten. Weshalb Risiken eingehen, neue Geschäftsmodelle erschließen und Ressourcen in die Entwicklung neuer Lösungsstrategien investieren? Hat es nicht schon immer ohne funktioniert? Haben Sie sich schon einmal gefragt, welche Rolle digitale Daten für Ihr Unternehmen spielen können, wie das IoT konkret in der Produktion zum Einsatz kommt und was für einen Mehrwert KI dabei schaffen kann?

Was sind die Vorteile?

Diese Fragen stellen sich zurzeit viele KMUs und eine Antwort erhalten sie nicht von digitalen Sprachassistenzsystemen, wie beispielsweise Google Assistant

mit Google Home oder Amazon Echo mit Alexa. Die Sprachassistenten der Internetriesen kennen Ihre Firma vielleicht über Ihren Internetauftritt und Ihre Anschrift, die Firma in ihren Strukturen kennen jedoch nur Sie. Stellen Sie sich vor, Sie könnten Ihre Prozesse digital abbilden, um diese zu überblicken, zu optimieren oder um Fallbeispiele ohne vermehrten Aufwand oder Risiko durchzuspielen. Dabei wird auf Datensicherheit und Privatsphäre geachtet. Denn auch nach der Einführung von digitalen Prozessen sollen digitale Sprachassistenten nur Ihre Anschrift und Ihren Internetauftritt kennen.

Das Erzeugen der digitalen Daten erfolgt über IoT-Geräte, die mittels Sensorik physikalisch messbare Größen aufnehmen und damit Ihren Prozess digital abbilden. Wir schaffen damit einen sogenannten Digitalen Zwilling. Der Digitale Zwilling bildet damit Ihre Sichtweise auf das Unternehmen ab, um dieses ohne viel Aufwand zu überblicken und zu simulieren. Neue Regelmechanismen können z.B. in der Produktion eingeführt werden, die zu einer Optimierung des Produktionsflusses führen.

¹ Quelle: <https://www.bvmw.de/themen/mittelstand/zahlen-fakten>

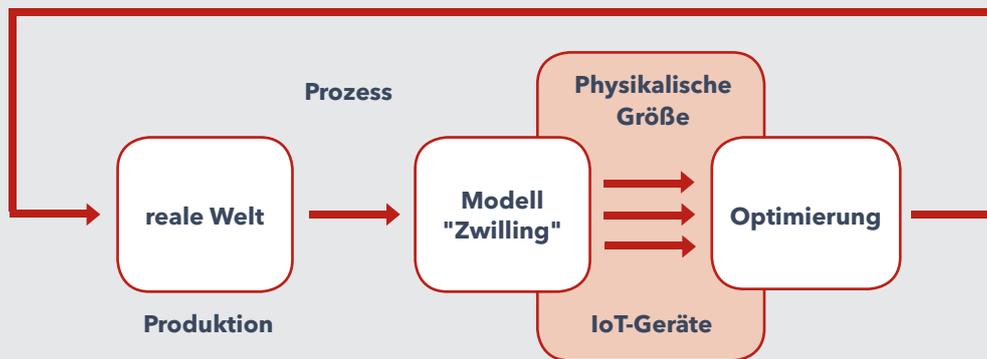


Abbildung 1: Optimierung der Produktion mit Regelmechanismus

Welche IoT-Geräte gibt es, was können sie messen und wie sind sie integrierbar?

Dies sind häufige Fragen, die von Unternehmen an das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel herangetragen werden. Man erwartet als Antwort einen übersichtlichen Leitfaden. Bei näherer Betrachtung jedoch zeigt sich, dass IoT-Geräte in einer Fülle, Vielfalt und Schnelligkeit auf den Markt kommen, dass eine aktuelle Übersicht kaum möglich ist. Hier kommt es auf das konkrete Problem, den konkreten Prozess an.

Die Anwendungsszenarien für Sensoren sind vielfältig. Bei vergangenen Projekten, die das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel bei Unternehmen durchgeführt hat, wurden IoT-Geräte zur Aufnahme von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Geräuschen, CO₂-Gehalt oder Beschleunigung verwendet. Dabei wurden die Sensoren innerhalb oder außerhalb von Gebäuden lokalisiert. IoT-Geräte, die Beschleunigung aufnehmen können, protokollieren beispielsweise den unsachgemäßen Transport von Objekten oder Paketen. Mit diesen Sensoren lassen sich auch in Ihrem Unternehmen vielfältige Einsatzszenarien abbilden. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel bietet Ihnen hierbei Unterstützung an.

Wie sieht eine IoT-Infrastruktur aus?

Tatsächlich ist es oft nicht nötig, Ihre IoT-Geräte an das Internet anzuschließen. Zur Integration oder Vernetzung bietet sich eine schematische, einfache Architekturdarstellung wie in Abbildung 2 an. Die IoT-Geräte stehen bei Ihnen vor Ort, nämlich dort wo die Informationen und Daten gesammelt werden.

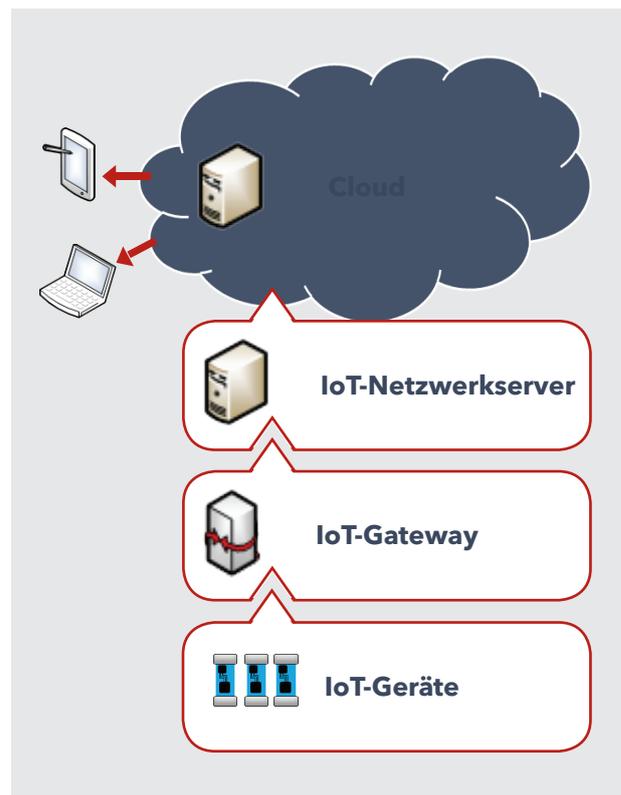


Abbildung 2: IoT-Geräte Architektur

Dabei verwenden IoT-Geräte häufig Technologien, die keine direkte Verbindung zum Internet herstellen, da der Aufbau von Internetverbindungen nur mit hohem Energieeinsatz möglich ist und IoT-Geräte häufig auf batterie-sparenden Betrieb hin optimiert werden. In diesem Fall werden sogenannte IoT-Gateways

genutzt, um die Internetverbindung für eine Vielzahl von IoT-Geräten herstellen zu können. Die Gateways können dann über IoT-Netzwerkserver zur Authentifizierung zusammengeführt werden, welche die Daten an einen Cloud-Dienst ihres Vertrauens senden können.

Die Cloud-Dienste stellen dabei Web-Applikationen wie zum Beispiel Daten-Visualisierungen bereit. Weiter verfügen sie über geeignete Schnittstellen, um die Daten abzurufen und in andere Systeme zu integrieren. Beispielsweise können Sie die Daten in Enterprise-Resource-Planning-Systeme einbinden oder sie offline mit Excel verarbeiten. Im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel setzen wir für Demonstrationen eigene Cloud-Dienste und IoT-Netzwerkserver ein. Somit landen die Daten auch nicht bei ausländischen Internet-Konzernen.

Fallbeispiel Transportwagen in der Produktion

Lassen Sie uns dies nun in einem Fallbeispiel näher betrachten: Sie besitzen eine Firma, die Produkte mit Losgröße 1 kundenspezifisch anfertigt. Die Fertigung erfolgt an einzelnen Fertigungsinseln und Sie haben bereits eine erste Einschätzung davon, wie lange Ihr Produktionsprozess dauert. Wieviel Zeit mussten Sie für diese Einschätzung aufwenden? Wahrscheinlich zu viel, um diese Einschätzung kontinuierlich durchzuführen. Wieviel mehr Aufwand würde es bedeuten, auf dieser Informationsgrundlage Ihren Produktionsprozess zu optimieren?



Abbildung 3: IoT-Transportwagen, digitalisiert mit einer IoT-Box

Nehmen wir an, Ihre Fertigungsinseln werden über handgeschobene Transportwagen miteinander verbunden. Sie wissen aus Ihrer Erfahrung, dass Optimierungspotential vorhanden ist, da Mitarbeiter häufig über lange Standzeiten der Transportwagen klagen. Dann eignet sich der Transportwagen hervorragend, um physikalisch messbare Größen aufzunehmen, aus denen der Herstellungsprozess digital abgebildet werden kann. Der Transportwagen soll die Standzeit indirekt über eine Lokalisierungssensorik erfassen. Das bekannte Global Positioning System (GPS) wäre hier allerdings innerhalb von Gebäuden zu ungenau. Daher nutzt die Lokalisierungssensorik stationäre IoT-Geräte. Diese IoT-Geräte übernehmen für die Transportwagen die Rolle der GPS-Satelliten. Der Ort jedes Transportwagens wird nun in der Produktion sichtbar. Standzeiten können damit automatisiert ermittelt und berichtet werden. Um die Ursache langer Standzeiten zu protokollieren, besitzt der Transportwagen vier Rückmeldebuttons, die typische Fehler abbilden. Im Fallbeispiel sind dies:

- ▶ **Reparatur** – die Teile befinden sich in der manuellen Reparatur, die Standzeit variiert und birgt hohes Optimierungspotential
- ▶ **Material** – die weitere Bearbeitung benötigt Teile, die nicht vorhanden sind
- ▶ **Maschine** – die Teile können nicht weiterbearbeitet werden, da die Maschine belegt ist
- ▶ **Mensch** – die Teile können nicht weiterbearbeitet werden, da der Mitarbeiter, der den Produktionsschritt ausführt, nicht verfügbar ist



Abbildung 4: IoT-Box mit Rückmeldungen für Reparatur, Material, Maschine, Mensch und Freigabe

Der Transportwagen erfüllt damit die Aufgabe, Ihre Produktion transparenter zu gestalten und die Informationen in Echtzeit zu senden. Dazu übertragen die IoT-Geräte die Information an ein IoT-Gateway. Das IoT-Gateway sendet die Daten mittels LTE an einen Clouddienst, worüber die Daten im Anschluss visualisiert werden.

Mit der digitalen Nachbildung der Produktion wurde ein Digitaler Zwilling geschaffen. Dieses Anwendungsbeispiel zu Lokalisation und Datenerfassung wurde bereits in einer Elektronik-Produktion umgesetzt und erprobt.

Künstliche Intelligenz und Digitaler Zwilling

„Lieber Sprachassistent, wann kommt es zu einer Verzögerung in meiner Produktionskette und wie kann ich diese verhindern?“ Nein, eine Schnittstelle für natürliche Sprache wird Ihre KI wahrscheinlich nicht besitzen und auch im menschlichen Sinne intelligent wird sie nicht sein. Bleiben wir stattdessen bei dem oberen Anwendungsbeispiel der Elektronik-Produktion. Aus den gesammelten Daten könnte im ersten Schritt ein Controller manuell entscheiden, welche Ursachen es für einen Stillstand gibt und wie diese zukünftig zu vermeiden sind.

Eine effizientere Methode ist es, den Controller bei dieser Aufgabe zu unterstützen und mittels KI, genauer gesagt des maschinellen Lernens, die Prozessabläufe

automatisiert zu modellieren. Im Falle des oben genannten Beispiels können so Eng- und Schwachstellen in der Produktion identifiziert und Änderungen vor der realen Umsetzung virtuell simuliert werden. Werden die Modelle dahingehend trainiert auf Veränderungen zum Normalzustand zu reagieren, sprechen wir von Anomaly Detection. Erfolgt der Einsatz mit dem Ziel, Wartungstermine für Maschinen im Voraus zu bestimmen, sprechen wir von Prädiktiver Instandhaltung (Predictive Maintenance). Damit können drohende Maschinenausfälle vor dem tatsächlichen Defekt vorhergesagt und vermieden werden. In diesem Szenario hat der KI-Algorithmus keine autonome Entscheidungsgewalt, sondern unterstützt den Controller mit relevanten Informationen und bereitet die durch die IoT-Geräte aufgenommenen Daten in gewünschter Weise auf.

Ein KI-Algorithmus muss auf seine konkrete Aufgabe hin trainiert werden. In den letzten Jahrzehnten haben sich Techniken etabliert, um Eingabe-Ausgabe-Relationen datengestützt zu erlernen. Wir können dies nutzen, um z. B. drohende Verzögerungen im Betriebsablauf oder Maschinendefekte vorherzusagen, bevor sie auftreten. Somit lässt sich die Anzahl von Wartungen so weit verringern, dass keine zu hohen Kosten durch präventive Wartung entstehen. Vollziehen Sie die Wartung genau dann, wenn Sie die Wartung auch benötigen, abgestimmt auf die Beanspruchung und Abnutzung Ihrer Maschine. Sie reduzieren somit Wartungskosten und vermindern Maschinenausfallzeiten. Eine fixer Wartungsplan ist nicht mehr erforderlich.

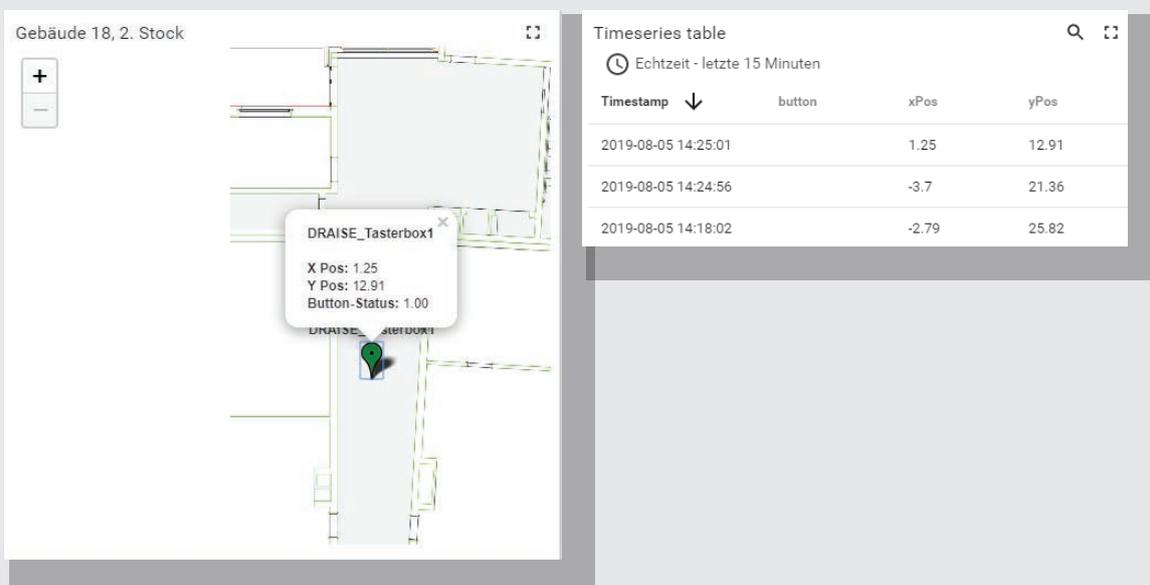


Abbildung 5: Dashboard-Übersicht der IoT-Box 1 mit aktuellem Zustand (Freigabe) und historischen Daten

Letzterer mag auf jahrelanger Erfahrung und Herstellerdaten basieren, ist aber nicht unbedingt auf die tatsächliche Beanspruchung und Abnutzung Ihrer Maschine abgestimmt. Auch das Ersatzteillager muss nur noch die nötigen Teile vorlagern.

Wie funktioniert der Einsatz Künstlicher Intelligenz?

Doch wie funktioniert nun so ein KI-Vorhersagesystem und worauf ist zu achten? Hier kommt das Internet der Dinge ins Spiel. Die Daten der IoT-Sensoren werden zusammengeführt und vorverarbeitet. Die Sensordaten können mit zusätzlichen Informationen kombiniert werden, um eine umfassendere Repräsentation Ihres Digitalen Zwillings zu erreichen. So könnte man die aktuellen Lagerbestände berücksichtigen oder die derzeitige Personalbesetzung in die Daten miteinfließen lassen. Für die Erfassung von Maschinen eignet sich auch die Erfassung von Vibration, Wärmebildern oder dem Ölzustand.

Das Kernstück der KI ist ein Algorithmus, der die vorverarbeiteten Daten analysiert und einem Fehlerzustand zuordnet. Damit handelt es sich um ein Klassifikationsproblem, denn einem Datenpunkt wird eine Klasse, der Fehlerzustand, zugeordnet. Für die Lösung solcher Klassifikationsprobleme wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte Techniken entwickelt. Dazu zählen z.B. der Bayes Klassifikator, Random Forests, Support Vector Machines oder Neuronale Netze. Welcher Ansatz der Beste für Ihre konkreten Daten sind, muss im Einzelfall geklärt werden.

Traditionelle Algorithmen wie der Bayes Klassifikator, Random Forests oder Support Vector Machines vereinen einen wichtigen Vorteil. Ihre Entscheidungen sind nämlich für den Datenanalysten nachvollziehbar. Das heißt, dass mit relativ einfachen Mitteln geprüft werden kann, weshalb die Eingabedaten einem Fehlerzustand zugeordnet wurden. Damit lassen sich Fehlerquellen leichter identifizieren und in der Zukunft wegoptimieren. Bayes Klassifikatoren haben die willkommene Eigenschaft, dass sie auch Unsicherheiten modellieren können.

Neuronale Netze hingegen genießen zurzeit die Aufmerksamkeit aktueller Forschung und der Presse. In vielen Bereichen der Verarbeitung von natürlichen Signalen wie Video- oder Audiodaten sind sie den oben genannten traditionellen Techniken des maschinellen Lernens überlegen, sofern eine gute Datelage besteht. Neuronale Netze zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine geeignete Repräsentation gestellten

Daten trainiert werden. Somit sind neuronale Netze oft nicht nur besser in ihren Entscheidungen, sondern benötigen auch weniger manuelle Arbeit, wenn es um die Vorverarbeitung der Daten geht. Es lernt Teile der Vorverarbeitung der Daten einfach selbst, wie etwa die sogenannte Merkmalsextraktion.

Leider mangelt es neuronalen Netzen immer noch an Transparenz. Es ist aufwendig und manchmal sogar praktisch unmöglich, den Grund für eine konkrete Entscheidung eines neuronalen Netzwerkes zu ermitteln. Damit ist die Fehleranalyse in der Prozesskette mühseliger. Prognostiziert ein neuronales Netz eine Verzögerung im Betriebsablauf wird es den entsprechenden Fehlerzustand anzeigen. Es ist aber nicht einfach einsehbar, aus welchen Mustern in den Daten es zu der Entscheidung gekommen ist. Bei den anderen genannten Techniken hingegen wäre einsehbar, dass es z. B. an dem knappen Lagerbestand eines bestimmten Bauteils liegt, dass eine Produktionsverzögerung droht.

Die Datengrundlage ist der entscheidende Faktor bei der Einführung von KI. In der Praxis ist die Aufnahme einer genügend großen Datenmenge oft die größte Herausforderung und macht anteilig hohe Kosten aus. Eine KI, die mit mangelhaften Daten trainiert wurde, kann nicht gut funktionieren. Sind Datenqualität und -quantität aber gut, gestaltet sich das Training einfacher und die KI wird auch zuverlässiger funktionieren. IoT eignet sich sehr gut zur automatisierten Aufnahme von Daten und bietet daher sehr gute Voraussetzungen für KI-Anwendungen.

Wann lohnt sich der Einsatz von KI?

Der Nutzen muss den Aufwand für den Einsatz von KI rechtfertigen. Das abzubildende System sollte daher ein kritischer Teil des Produktionsprozesses sein. Außerdem sollten die möglichen Fehlerzustände bereits vorher benennbar sein. Im oberen Beispiel sind die Fehlerzustände durch Reparatur, Material, Maschine und Mensch gegeben.

In vielen Fällen bringt Digitalisierung Vorteile für Ihre Firma. Dabei sind die Investitionskosten meist geringer, als man es sich vorstellt. Es reichen schon geringe Investitionen, um an den richtigen Stellen Sensorik anzubringen und anschließend zu analysieren. Sei es mittels statistischer Auswertung oder maschineller Lernverfahren - die Anwendungsmöglichkeiten in der Prozessoptimierung, Predictive Maintenance und Entscheidungsunterstützung bringen Qualitätssicherung, Kostenersparnis, Zeitersparnis und viele weitere Vorteile mit sich.

Autoren



Swen Leugner, M.Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum Kommunikation Systeme und Anwendungen (CoSA) der Technischen Hochschule Lübeck und des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Kiel. Swen Leugner studierte Angewandte Informationstechnik an der Technischen Hochschule Lübeck und ist Doktorand am Institut für Telematik der Universität Lübeck. Er forscht im Bereich der Verteilten Systeme und deren Integration.



Christoph Linse, M.Sc. promoviert am Institut für Neuro- und Bioinformatik an der Universität zu Lübeck und arbeitet für das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel. Christoph Linse studierte zuerst Physik in Bonn und in Trondheim, Norwegen. Seinen zweiten Masterabschluss erhielt er an der Universität zu Lübeck im Bereich Informatik. Zu seinen Forschungsgebieten gehören Deep Learning und Bilderkennung.



Prof. Dr.-Ing. Horst Hellbrück ist Professor für Kommunikationssysteme und Verteilte System der Technischen Hochschule Lübeck, leitet das Kompetenzzentrum Kommunikation Systeme und Anwendungen (CoSA) und ist Teilprojektleiter des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Kiel. Im Verbundprojekt DRAISE (BMBF 2016-2019) wurden drahtlose Kommunikationssysteme für die Produktions- und Intralogistik erforscht und entwickelt, die Daten zuverlässig per Funk aus Industrieumgebungen erfassen, zu relevanten Informationen kondensieren und korrelieren, um einen messbaren Mehrwert für das Unternehmen zu erzielen. Ein weiterer Schwerpunkt von Prof. Hellbrück ist die Modellbildung, Simulation und Entwicklung sowie Visualisierung von drahtlosen Ortungssystemen.



Martin Leucker leitet das Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen an der Universität zu Lübeck. Er promovierte an der RWTH Aachen und arbeitete anschließend als Postdoc an der Universität Philadelphia, USA und an der Universität Uppsala, Schweden. Er habilitierte sich an der TU München und ist Autor von mehr als 100 geprüften Konferenz- und Zeitschriftenartikeln zu den Themen Software Engineering, Formale Methoden und Theoretische Informatik.



Thomas Martinetz ist Professor an der Universität zu Lübeck und Leiter des Instituts for Neuro- and Biocomputing. Er hat eine langjährige Expertise auf dem Gebiet der Neuronalen Netze und des maschinellen Lernens. Seine Anwendungsdomäne ist die Mustererkennung und Bildanalyse mit Methoden des Deep Learnings, von medizinischen Daten bis zur Gestenerkennung. Er ist Mitgründer von mehreren KI-Unternehmen.

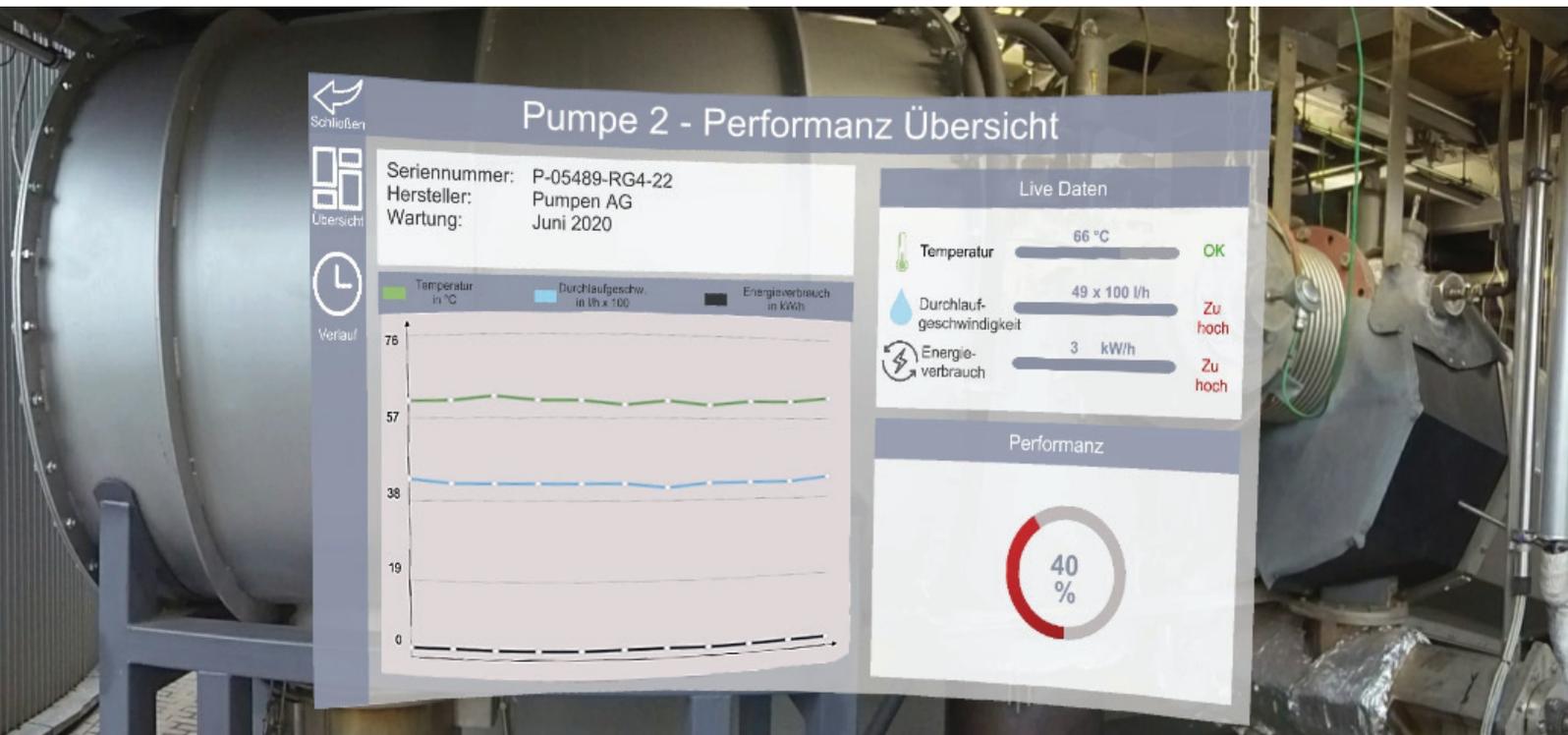
Als Teil des Förderschwerpunkts Mittelstand-Digital unterstützt das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel Ihr Unternehmen bei Digitalisierungsfragen. In einem Bündel aus Maßnahmen informieren wir, qualifizieren wir Ihre Mitarbeiter oder setzen kleinere Projekte mit Ihnen zusammen um. Unsere Experten stehen Ihnen engagiert und kompetent zur Seite. Dabei vereinen wir Kompetenzen aus den Bereichen

- ▶ Maschinenbau
Fertigung digitalisieren
- ▶ Medizintechnik
Intelligente Prozesse
- ▶ Lebensmitteltechnik
Sicher produzieren
- ▶ Innovationsmanagement
Digitale Geschäftsmodelle
- ▶ Interoperabilität
Vernetzte Daten
- ▶ Wirtschaftlichkeit
Projekte absichern

Dabei sind unsere Leistungen für Sie grundsätzlich kostenlos. Nehmen Sie also Kontakt mit uns auf!

www.digitales-kompetenzzentrum-kiel.de





Simon Bender, Tobias Greff, Matthias Eiletz, Dirk Werth

Mit dem Digitalen Zwilling zur virtuellen Inspektion industrieller Anlagen

Digitale Zwillinge, d.h. virtuelle Projektionen von physischen Objekten und Prozessen, bieten Unternehmen zahlreiche neue Potenziale für die Darstellung und die Analyse ihrer Daten. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken begleitet den Entsorgungsverband Saar (EVS) zusammen mit dem August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse (AWSi) bei der Umsetzung einer innovativen Lösung für die Inspektion von Anlagen mittels Digitalem Zwilling und Virtual Reality Technologie. Dieses Pilotprojekt zeigt die Einsatzpotenziale eines Digitalen Zwillings für KMU.

Wartung vor Ort ist zeitintensiv

Klassische Ansätze zur Inspektion und Wartung von Maschinen sind oft ressourcenintensiv und erfordern Spezialwissen durch jahrelange Praxiserfahrung. Eine Möglichkeit, die Inspektion und Wartung effizienter zu gestalten, ist es, ein digitales Abbild der jeweiligen Anlage, einen sogenannten Digitalen Zwilling anzufertigen. Dieser ermöglicht es, den Betriebszustand eingesetzter Maschinen von jedem beliebigen Ort

aus zu überwachen und bei Unregelmäßigkeiten direkt einzugreifen. Die Sensoren der Maschine senden ihre Informationen an den Digitalen Zwilling, in welchem sie mit anderen Informationen zusammengeführt, aggregiert, interpretiert und anschließend auf ein virtuelles Modell übertragen werden. Auch visuell wird das aktuelle reale Verhalten durch Animationen dargestellt.

Das Konzept Digitaler Zwilling

Ein Digitaler Zwilling ist per Definition eine virtuelle Kopie von einem physisch real existierenden Produkt, Service oder Prozess.¹ Die virtuelle Kopie ermöglicht die Analyse von Daten und die Überwachung von Systemen, um bereits im Vorfeld Probleme zu erkennen, Stillstandszeiten zu vermeiden, neue Potenziale zu erschließen und Simulationen durchzuführen. Damit der Digitale Zwilling den Zustand und das Verhalten seines realen Vorbilds möglichst präzise wiedergeben kann, benötigt er eine breite Datengrundlage

¹ Boschart S., Rosen R. (2016) Digital Twin –The Simulation Aspect. In: Hehenberger P., Bradley D. (eds) Mechatronic Futures. Springer, Cham.

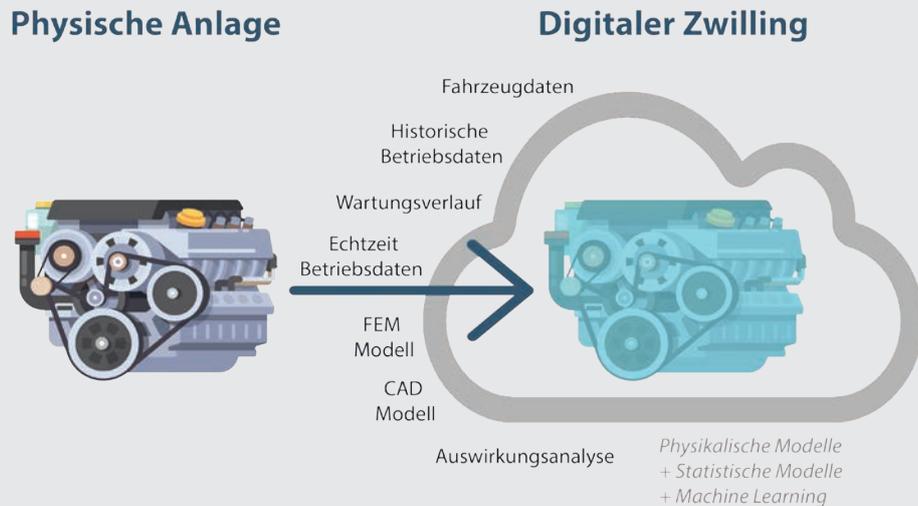


Abbildung 1: Aus einem physischen Produkt entsteht der Digitale Zwilling.

aus Sensorwerten und weiterführenden Information aus Drittsystemen wie z.B. ERP Software. Die Visualisierung des Zwillings kann auf verschiedene Arten erfolgen und hängt meist von dem Einsatzzweck ab. In Kombination mit den Technologien Augmented- und Virtual Reality lassen sich die virtuellen Kopien realitätsnah und ortsunabhängig begutachten und ermöglichen eine erweiterte Mensch-Maschine Interaktion.

Praxisbeispiel Entsorgungsverband Saar - Der Digitale Zwilling als Lösung für die Inspektion

Ausgangssituation

Die saarländische Infrastruktur zur Abwasserentsorgung und -aufbereitung besteht aus einem komplexen System aus kilometerlangen Kanalrohren und einer Vielzahl von Kläranlagen, die mit verschiedenen Verfahren und Technologien das Abwasser reinigen und in den Wasserkreislauf zurückführen. Dazu gehören komplexe Anlagen, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb regelmäßig inspiziert und gewartet werden müssen. Aufgrund dieser Komplexität und den zahlreichen Standorten, ist diese Tätigkeit mit einem hohen Aufwand verbunden. Entweder muss spezialisiertes Personal an jedem Standort anwesend sein oder ein Team aus Fachkräften die insgesamt 140 Kläranlagen nach und nach abarbeiten. Dabei entstehen nicht nur hohe Reiseaufwände sondern oft müssen die Maschinen für Inspektions-, und Wartungsvorgänge heruntergefahren werden, was mit Ausfallzeiten verbunden ist.

Mit Virtual Reality zu einer besseren User Experience

In Kooperation mit dem Entsorgungsverband Saar (EVS) wird hierzu ein erstes Pilotprojekt umgesetzt und eine Maschine für das Recycling von Klärschlamm mit einem individualisierten Digitalen Zwillings ausgestattet. Dieser soll auch zukünftig einfach in bestehende weitere Systeme integriert werden können und so insbesondere für KMU die Technologie zugänglich machen. Die moderne Referenzanlage des EVS kann aus Klärschlamm Phosphor-Dünger herstellen, besteht aus einer Vielzahl an mechanischen Komponenten und verfügt über zahlreiche Sensoren, die aktuelle Betriebsdaten generieren. Das Ziel des Projekts ist es, den Inspektions- und Wartungsaufwand zu verringern, indem die Anlage über den Digitalen Zwillings nachgebildet wird. Anders als viele bestehende Ansätze, soll die Visualisierung nicht an einem Monitor stattfinden, sondern in Virtual Reality dargestellt werden und einen 360° Livestream von einer Kamera auf der Anlage wiedergeben. Das Videobild ermöglicht im Gegensatz zu einem reinen 3D-Modell die visuelle Inspektion von Bauteilen und Oberflächen und wird angereichert durch die Betriebsdaten, die übersichtlich und interaktiv in das Livebild integriert werden.

Sobald Kameradaten von einem Wartungsmitarbeiter angefordert werden, sendet die Kamera einen hochauflösenden Videostream an einen Server. Dort werden die Bilder verarbeitet und an die Virtual Reality Brille des Mitarbeiters weitergeleitet. Dieser sieht nicht wie bisher eine abstrakte Zeichnung der Maschine an



Abbildung 2: Der Livestream zeigt den direkten Blick auf die reale Anlage und deren Umgebung.

einem Monitor, sondern betrachtet das Livebild mit seiner Virtual Reality Brille, wodurch das Gefühl entsteht direkt vor der Anlage zu stehen. Mit Hilfe der Brille kann er seinen gewünschten Bildausschnitt selbst bestimmen, sich frei umsehen und bestimmte Teile der Anlage fokussieren und inspizieren. Hilfreich ist dabei der intuitive Zugriff auf die Betriebsdaten, die nicht wie bisher in zahlreichen Untermenüs verborgen sind, sondern per Knopfdruck auf das entsprechende Bauteil verfügbar werden.

Der Nutzer kann dadurch gezielt die für ihn relevanten Daten bestimmen und sich weiterführende Informationen wie Stammdaten, technische Zeichnungen oder Bedienungs- und Wartungshinweise auf einem übersichtlichen Dashboard anzeigen lassen. Diese Darstellungsart in Kombination mit einer Virtual Reality Brille eröffnet neue Möglichkeiten für die Visualisierung und die Interaktion mit den Daten. So lassen sich z. B. bestimmte Teilinformationen aus dem Dashboard herausziehen, indem der Nutzer einfach mit

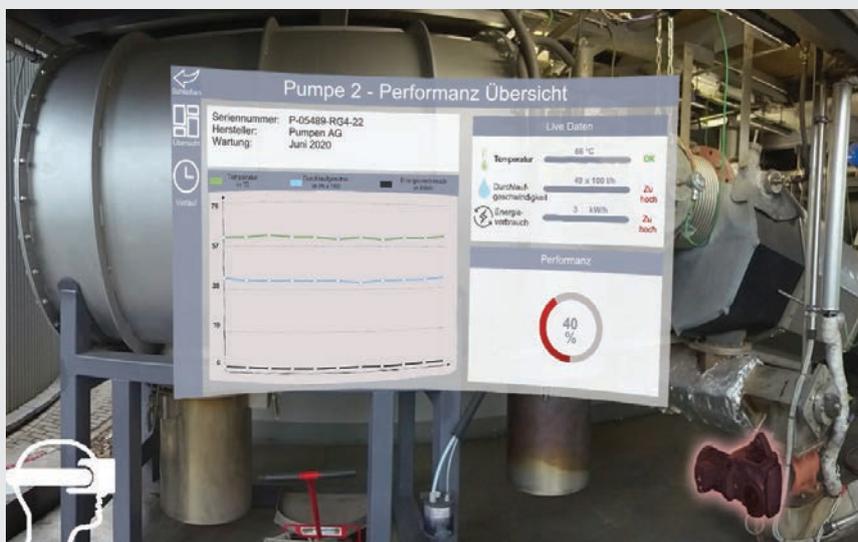


Abbildung 3: Der Blick durch die VR-Brille zeigt die Anlage mit Betriebsdaten im Prototyp.

seinen VR-Controllern danach greift. Per Drag und Drop Verfahren können die Daten neu organisiert und in einer personalisierten Übersicht angeordnet werden. Möglich wird dies durch die Verwendung eines auf Computerspiele ausgelegten Frameworks, das neben der erweiterten Interaktion auch neue Potenziale für die Darstellung bietet. Die bisherige, auf zweidimensionale Dashboards beschränkte Ansicht, kann durch dreidimensionale Darstellungen ergänzt oder vollständig abgelöst werden. Damit werden die Möglichkeiten für die Datenanalyse deutlich erweitert.

Die Datenbasis des Digitalen Zwillings - Betriebsdaten werden zu Big Data

Moderne Maschinen wie die des EVS verfügen über zahlreiche integrierte Sensoren. Die darüber gesammelten Daten werden über eine Schnittstelle zugänglich gemacht. Bevor diese jedoch in der Virtual Reality Anwendung visualisiert werden können, müssen sie durch einen Dienst in eine zentrale Datenbank geschrieben werden. Alle zehn Sekunden sendet das Programm die aktuellen Werte der 71 Sensoren in die Cloud. Pro Tag entstehen dadurch 630.720 Werte. Diese Rohdaten sind zwar wichtig für die Echtzeit-Überwachung, eignen sich jedoch nur eingeschränkt für eine manuelle Analyse. Damit der Anwender den Zustand der Anlage richtig einschätzen kann, braucht er sowohl die Livedaten, als auch individuelle Abfragen mit einem historischen Bezug. Über eine Schnittstelle können diese Abfragen an die Datenbank gesendet werden, die dann die gewünschten Werte aggregiert und übermittelt. Möchte ein Mechaniker etwa die mittlere Temperatur in der Brennkammer aus den letzten 30 Tagen wissen, berechnet die Datenbank Mittelwerte und sendet diese 30 Werte zur Visualisierung an die VR-Anwendung. Dieses Vorgehen reduziert die zu speichernde Datenmenge und lässt gleichzeitig eine maximale Freiheit zur Datenanalyse auf Seiten des Anwenders zu.

Einfache und automatisierte Datenüberwachung als Ziel

Durch den Einsatz einer modernen und modularen Cloud-Architektur können die erhobenen Sensordaten komfortabel in die bestehende IT-Architektur integriert und dort mit anderen, bereits bestehenden Daten verknüpft oder angereichert werden. Die systematische Speicherung, auch über Einzelsystemgrenzen hinweg, ermöglicht die automatisierte Überwachung und Analyse der Daten mittels regelbasierter Algorithmen oder erweiterten Verfahren mit Künstlicher Intelligenz. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen lassen dieses Potenzial

oft ungenutzt, weil sie entweder nicht wissen, welche Möglichkeiten zur Analyse existieren, unklar ist welcher Mehrwert daraus entsteht oder das notwendige Knowhow für eine Implementierung fehlt.

Die Erfahrung zeigt, in den meisten Fällen kann mit wenig Aufwand schon eine große Wirkung erzielt werden. Freie Softwareumgebungen wie ELKI, mit einer ganzen Reihe an integrierten Algorithmen für die Datenauswertung, können bereits nach kurzer Einarbeitungszeit von KMU eingesetzt werden und das Potenzial der eigenen Daten offenbaren. Auch die Cloudangebote der bekannten Anbieter sind auf eine schnelle Integration in das eigene Unternehmen ausgelegt und können oft ohne tiefgreifende Kenntnisse angewendet werden.

In der Virtual Reality entstehen neue Möglichkeiten für die Visualisierung der Anlagendaten und für die Darstellung darauf aufbauender Analysen. Auch hier können einfache, regelbasierte Verfahren sinnvoll unterstützen. Beispielsweise warnt die Anwendung den Nutzer sofort, wenn eine Maschine von ihren Sollwerten abweicht oder ein definierter Grenzwert erreicht wird, indem ein optischer Indikator das betroffene Bauteil farblich hervorhebt. Die Interaktion mit dem Bauteil zeigt dann den Grund für die Warnung und hilft dem Anwender notwendige Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Neben einer regelbasierten Überwachung können auch erweiterte Verfahren für eine Datenanalyse eingesetzt werden. Hiermit lassen sich Muster in den Daten aufspüren, die bestimmte Verhaltensweisen der Anlage erklären. Gab es in der Vergangenheit z.B. immer wieder eine Notabschaltung, lässt sich dieses Ereignis isolieren und in Bezug zu den übrigen Sensorwerten setzen. Sorgt eine bestimmte Konstellation immer wieder zu Ausfällen, findet der Algorithmus dieses Muster und liefert die Grundlage für Gegenmaßnahmen.

Der IT-Architekturansatz des Projekts liefert das Fundament für die Erweiterung der gerade vorgestellten Bedarfe um neue Analysemöglichkeiten und die skalierbare Ausweitung des Pilotprojektes auf weitere Anlagen. Generell fordert die Digitalisierung von den Marktteilnehmern schnell und agil, mit innovativen und wettbewerbsentscheidenden Lösungen auf neuartige Anforderungen reagieren zu können. Durch den modularen Aufbau der im EVS Projekt eingesetzten Cloud Architektur des Digitalen Zwillings, mittels kleiner Service-Bausteine (sogenannten Microservices), ist die Integration neuer Services jederzeit möglich. Eine Erweiterbarkeit zu einer ganzheitlichen Projektion des Referenzwerks ist damit sichergestellt.

Fazit

Das Konzept des Digitalen Zwillings wurden bisher vorrangig von Großunternehmen behandelt und in deren Produkte integriert. Das Projekt mit dem EVS zeigt, auch KMU können mit individuellen Umsetzungsstrategien ihren eigenen Digitalen Zwilling erzeugen und in ihre Organisation integrieren. In Zusammenhang mit Virtual Reality und intelligenten Analysemethoden wird daraus ein mächtiges Tool, um das Potenzial der eigenen Daten zu heben und den Aufwand für die Inspektion nachhaltig zu reduzieren.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken unterstützt kleine und mittlere Unternehmen auf ihrem Weg in die Digitalisierung. Zu dem Unterstützungsangebot zählen kostenfreie Informationsveranstaltungen, Workshops sowie Lab Touren und Sprechstunden.

Zu den Themen dieses Kompetenzzentrums zählen u. a.:

- ▶ Digitalisierung von Geschäftsprozessen
- ▶ Digitale datenzentrierte Vernetzung von Unternehmen und Unternehmensbereichen
- ▶ Kognitive Unterstützung von Mitarbeitern im Produktionsumfeld
- ▶ KI in Produktion und Büro

<https://kompetenzzentrum-saarbruecken.digital>



Autoren



Simon Bender betreut am August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse (AWSi) den Forschungsbereich Digital Realities und begleitet Unternehmen bei der Entwicklung und Einführung innovativer Lösungen mit den Schwerpunkten Digitaler Zwilling, Aus- und Weiterbildung, virtuelle Kollaborationsumgebungen und digitale Assistenzsysteme.



Tobias Greff ist Projektleiter und KI-Trainer im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken. Zudem ist er Leiter der Digital Consulting Group am AWSi. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung Digitaler Geschäftsmodelle insbesondere im Kontext datenzentrierter und unternehmensübergreifender Prozesse.



Matthias Eiletz arbeitet am August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse (AWSi) im Bereich Verteilte Systeme. Sein Forschungsschwerpunkt liegt hierbei auf Cloud-Architekturen und deren Umsetzung mittels Microservices.



Dr. Dirk Werth ist wissenschaftlicher Direktor und Geschäftsführer des AWSi. Zuvor arbeitete er über 12 Jahre am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI). Dort übernahm er verschiedene Führungsaufgaben, war Vice President Innovation & Research Consulting und Leiter der Business Integration Technologies Group an den Standorten Saarbrücken und Berlin. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Feld der Empfehlungsassistenzsysteme und unternehmensübergreifender digitaler Prozesszwillinge insbesondere unter Einsatz von KI im Büro.



Sebastian Lodemann, Wolfgang Kersten

Identifikation und Umsetzung der Potenziale von Data Analytics im Supply Chain Management

Die zunehmende Digitalisierung in Unternehmen und ihrem Umfeld führt zu einer erhöhten Menge von speicher- und auswertbaren Daten im Unternehmensumfeld. Das World Wide Web, Bild- und Video-Applikationen, Sensoren und weitere Datenquellen generieren weltweit mehr als 2,5 Trillionen Byte pro Tag.¹ Dies birgt für Unternehmen neue Möglichkeiten der Wertschöpfung: mittels dieser Daten entstehen Produkte und Prozesse und werden weiterentwickelt. Herausfordernd ist hingegen, ihre Wettbewerbsvorteile zu halten und auszubauen. Auch die fundamentale Änderung von Geschäftsmodellen wird vielfach durch eine vermehrte oder veränderte Nutzung von Daten vorangetrieben.

Data Analytics - was ist es und warum wird es in Zukunft noch wichtiger?

Der Begriff "Big Data" ist in diesem Kontext vielfach gebraucht und kann über drei Dimensionen abgegrenzt werden: den Umfang der Datenmengen (volu-

me), die Geschwindigkeit der Datengenerierung und -verarbeitung (velocity) und die Vielfalt an Datentypen (variety). Konventionelle Möglichkeiten der Datenverarbeitung mussten angepasst werden, um diese Datenmengen zu bewältigen und Informationen zu gewinnen sowie diese für die Entscheidungsfindung einzusetzen. Dies führte zu einem Anstieg neuer digitaler Technologien, die gemeinsam mit klassischen Verfahren zur Datenanalyse unter dem Bereich Data Analytics subsumiert werden können.

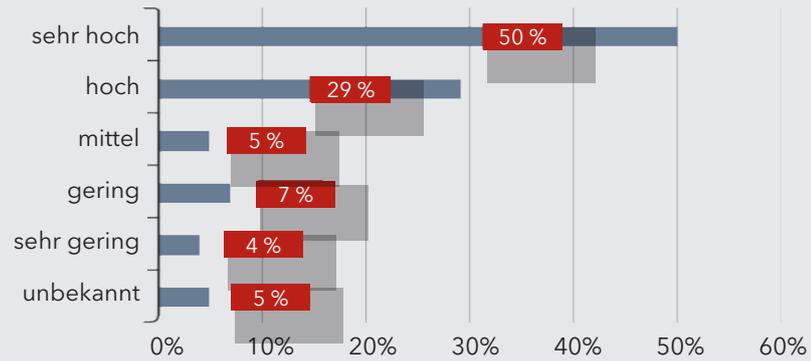
Besonders im Supply Chain Management (SCM) spielt der Einsatz von Data Analytics-Anwendungen eine wichtige Rolle.² Durch die Masse an Daten und miteinander interagierenden Akteuren entsteht eine Vielzahl möglicher Anwendungen, die zur Differenzierung von Wettbewerbern genutzt werden können.

Im Rahmen einer Befragung von Supply Chain-Experten konnte ein klarer Kontrast zwischen der empfundenen Relevanz des Themas *Data Analytics im Supply Chain Management* und dem aktuellen Umsetzungsstand im jeweiligen Unternehmen identifiziert werden

¹ Vgl. Sedkaoui (2018), S. 8f.

² Vgl. Dubey & Gunasekaran (2019), S. 2105.

Relevanz Supply Chain Analytics



Umsetzungsstand Supply Chain Analytics

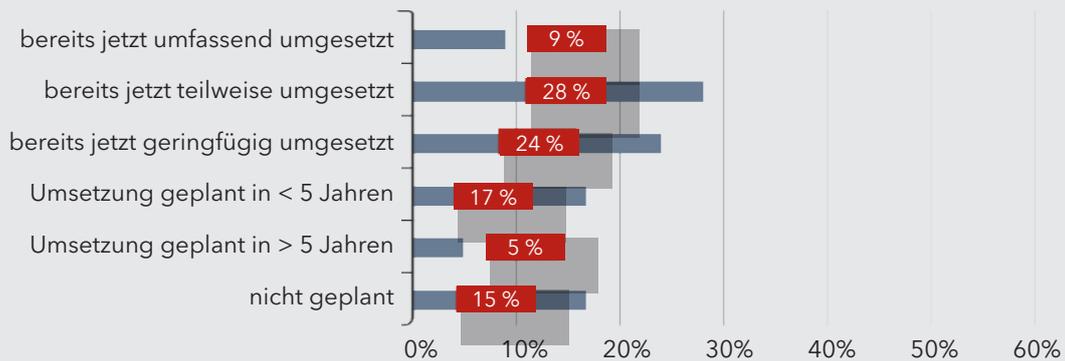


Abbildung 1: Relevanz und Umsetzungsstand von Data Analytics im Supply Chain Management deutscher Unternehmen, eigene Befragung im Oktober 2018, n=86

(siehe Abbildung 1). Daher gibt das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg den Unternehmen Mittel an die Hand, um Data Analytics-Anwendungen zu identifizieren und umzusetzen.

Identifikation von Anwendungsfällen - eine strukturierte Herangehensweise

In KMU ist vielfach bereits eine Nutzung kleinerer Datenmengen ein erster Schritt, der gar nicht notwendigerweise einen Eintritt in den komplexeren Bereich der „Big Data“ notwendig macht. Im Gegenteil sind wertschöpfende Anwendungen oft auch mit bereits vorliegenden, kleineren Datenmengen möglich. Für die Nutzung bereits erhobener Daten ist eine organisationsweite Herangehensweise, welche die vorliegenden Bedingungen hinsichtlich Technologien und Unternehmensprozesse berücksichtigt, wichtige Voraussetzung.³ Daher ist es zunächst sinnvoll, den aktuellen Stand im Unternehmen bezüglich Daten und Datenanalyse-Fähigkeiten zu reflektieren. Bei dieser Betrachtung der Fähigkeiten ist es sinnvoll die Berei-

che Strategie & Vision (Wo will ich hin?), Kultur & Mitarbeiter (Wie ist die Mentalität im Unternehmen?), Technologie (Welche Tools und Infrastruktur liegen vor?), Datenmanagement (Welche Datenquellen gibt es und wie werden diese gepflegt?) und Analytics-Kompetenzen (Wie werden die Daten bereits ausgewertet?) zu evaluieren. Auf dieser Basis können Handlungsfelder identifiziert und anschließend prototypische Umsetzungen angestrebt werden.

Für die oben angeführte Abweichung zwischen Relevanz und Umsetzungsstand von Data Analytics-Anwendungen im SCM gibt es verschiedene Gründe. Mittels einer Interviewstudie von über 20 Experten an der Schnittstelle von SCM und Data Analytics wurden diese im Detail beleuchtet. Einer der vorstehenden Gründe für unzureichende Data Analytics-Initiativen in Unternehmen ist die scheinbar überwältigende Komplexität des Themas und die resultierende Schwierigkeit, einen relevanten, konkreten Anwendungsfall zu identifizieren und umzusetzen. Für die Identifikation und Einordnung eines passenden Anwendungsfalls kann daher das in Abbildung 2 abgebildete *Data Analytics-Canvas für das Supply Chain Management* als kompaktes Modell genutzt werden.

3 Vgl. Vilminko-Heikkinen & Pekkola (2019), S. 76.

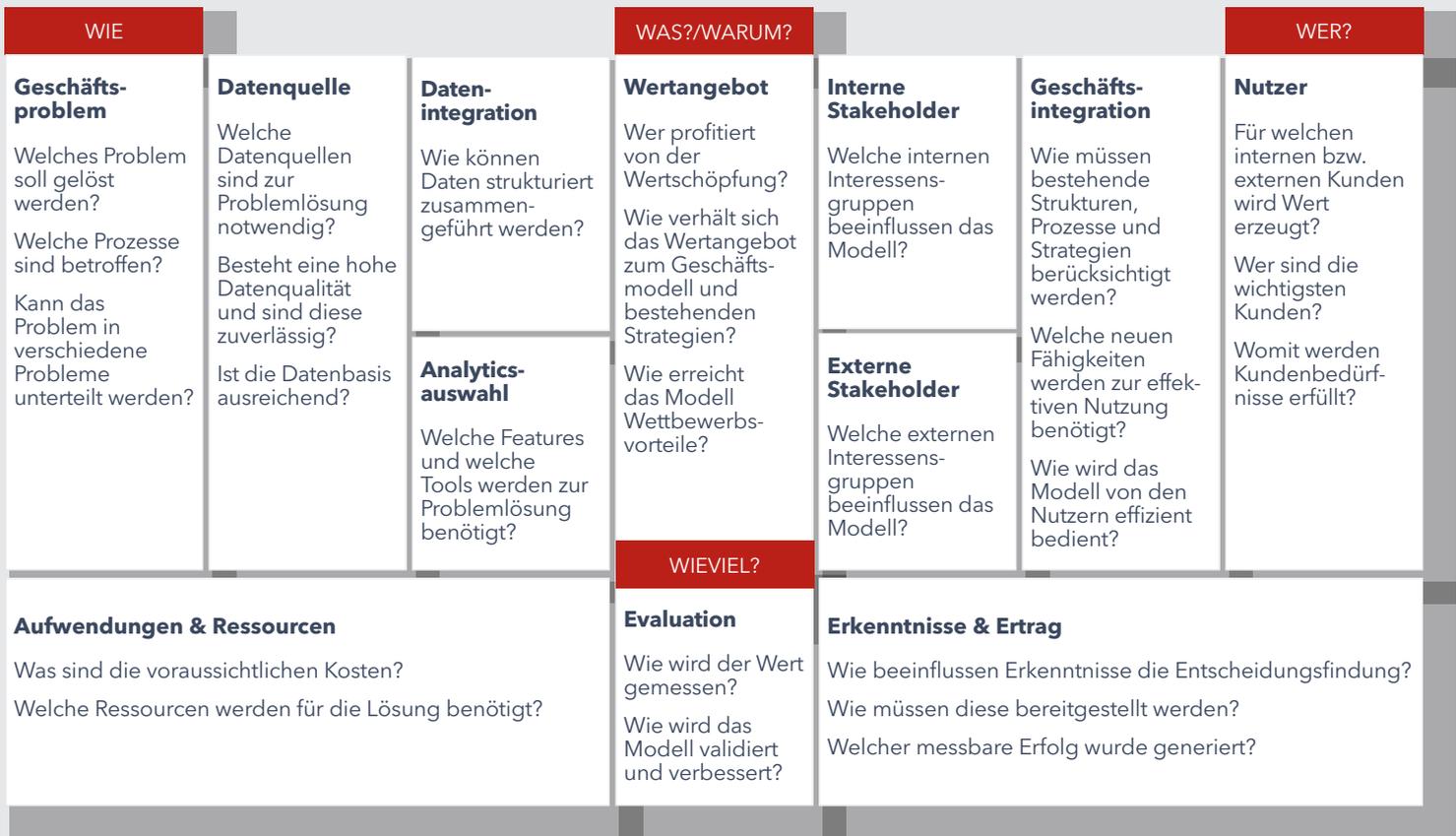


Abbildung 2: Data Analytics-Canvas für das Supply Chain Management zur strukturierten Analyse von Data Analytics Anwendungen

Auf Basis des Business Model Canvas⁴ kann dieses komprimierte Modell genutzt werden, um für den jeweiligen Anwendungsfall die relevanten Dimensionen in der Umsetzung zu reflektieren. Ausgehend von dem Wertangebot („Was?/Warum?“), also des spezifischen Mehrwerts der Analytics Anwendung, werden die Fragen der *relevanten Stakeholder* („Wer?“), des Vorgehens bei der Umsetzung („Wie?“) und einer Betrachtung der *Ressourcen* und generierten *Erkenntnisse* oder monetären *Mehrwerte* („Wieviel?“) reflektiert. Die untergeordneten Fragen innerhalb der Kategorien werden unter Einbeziehung der relevanten Ansprechpartner beantwortet und ausgefüllt. Diese Interdisziplinarität, also die Einbeziehung von Stakeholdern mit technischem Hintergrund und jenen mit dem relevanten unternehmerischen und prozessualen Wissen, ist ein Erfolgsfaktor von Data Analytics-Projekten.

Gründe und Motivatoren zur Einführung

Es ist wichtig, die zugrunde liegende Motivation vor der Implementierung einer Data Analytics-Applikation zu hinterfragen. Abbildung 3 liefert einen Überblick über Gründe und relevante Erfolgsfaktoren. Beispielsweise sind datengetriebene Ansätze eher ressourcenorientiert und beantworten die Frage „Welche Potentiale bieten die vorliegenden Daten zur Wertschöpfung?“. Problemgetriebene Ansätze gehen von einer konkreten, im Tagesgeschäft auftretenden Herausforderung aus und beantworten die Frage „Wie kann ich Daten nutzen, um das vorliegende Problem zu lösen?“.

In der Praxis ist situativ zu reflektieren, wann welche Erfolgsfaktoren besonders zu berücksichtigen sind. Abbildung 3 ordnet daher einen der besonders relevanten Erfolgsfaktoren den verschiedenen möglichen Motivationen und ihren jeweiligen Bezugsdimensionen zu. So hat z. B. eine technologiegetriebene Initiative einen externen Bezug – die Motivation ist

⁴ Vgl. Osterwalder & Pigneur (2010).

durch einen externen Faktor geprägt, in diesem Fall die Entwicklung oder Reife einer bestimmten Technologie. Bei einer solchen Initiative ist es besonders wichtig, dennoch eine konkrete und relevante Problemstellung aus der Praxis des Unternehmens zu definieren, die mit der jeweiligen Methode zu lösen ist. Dies erhöht die Einbindung der Beteiligten und ermöglicht mittelfristig, das Projekt als Referenz zu nutzen, an dem eine spezifische Auswirkung des Data Analytics-Projektes und Verbesserung eines existierenden Problems als „Proof of concept“ aufgezeigt werden kann. Im Gegensatz dazu hat eine problemgetriebene Initiative bereits einen konkreten Fokus auf eine existierende Fragestellung im Unternehmen. Hier ist es von besonderer Relevanz, die passenden Stakeholder von Beginn an in die Umsetzung einzubinden.

Die jeweiligen Erfolgsfaktoren sind hier nur als hervorgehobene Beispiele zu sehen – ein erfolgreiches Data Analytics-Projekt erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Facetten, insbesondere die Reflek-

tion der Einflüsse von technologischen, organisationalen und vor allem menschlichen Anpassungen. Bei einer solchen soziotechnischen Herangehensweise stehen im Gegensatz zu einem rein technologisch fokussierten Ansatz sehr relevante Bereiche, wie die notwendige Schulung der Mitarbeiter im „Data Thinking“ im Zentrum.⁵

Beim Aufsetzen einer unternehmensweiten Data Analytics-Initiative wird zwischen der Fokussierung auf *strukturelle* oder *anwendungsbetonte Ansätze* unterschieden. Erstere schaffen zunächst eine breite Grundlage sowohl hinsichtlich technischer Erfordernisse als auch innerer Einstellungen und Werte bei den Mitarbeitern, um anschließend auf Basis dieses Fundaments Anwendungen aufzubauen. Letztere sind fokussiert auf die möglichst schnelle Umsetzung initialer Analytics-Anwendungen auf Basis der zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Ressourcen.

⁵ Vgl. von See & Kersten (2018), S. 10.

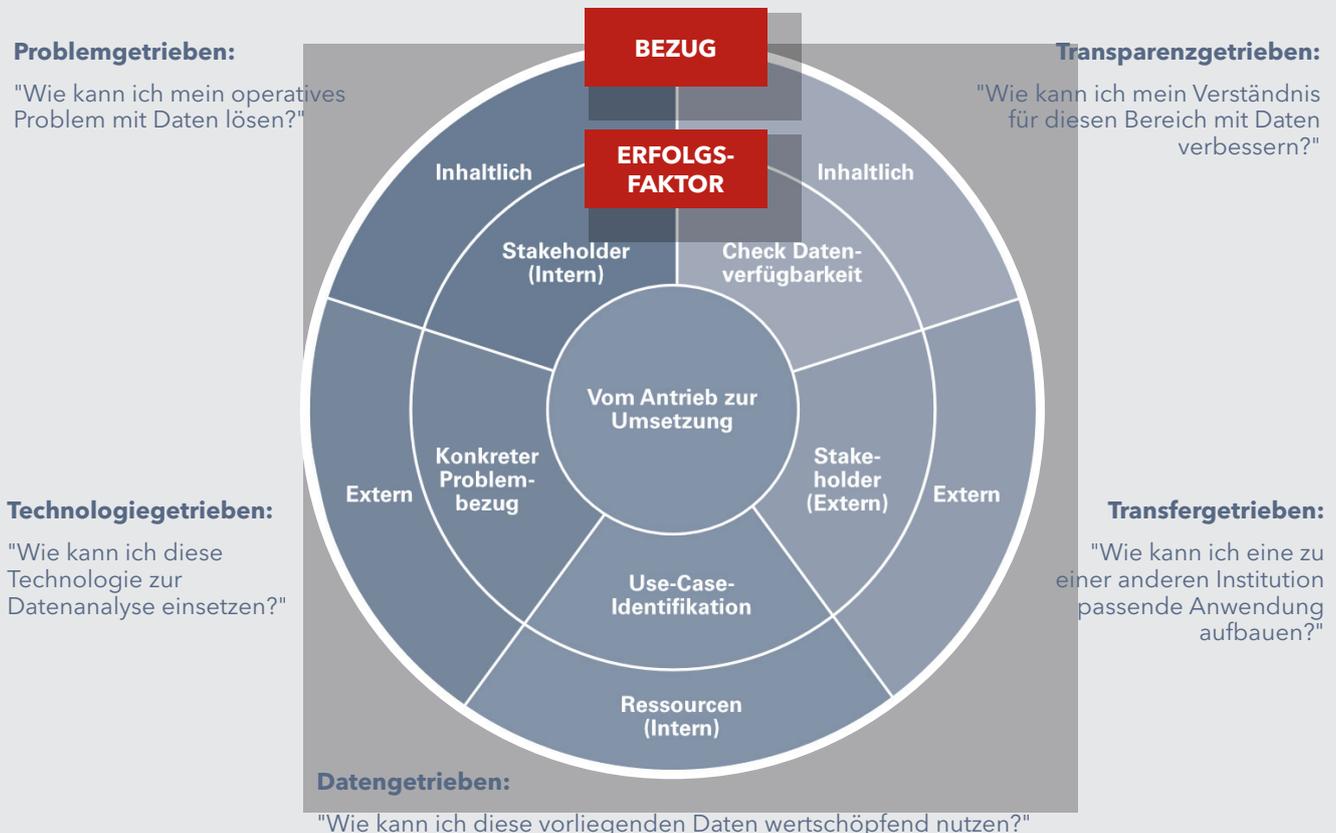


Abbildung 3: Mögliche Antriebe für eine Data Analytics-Initiative mit verknüpften Erfolgsfaktoren

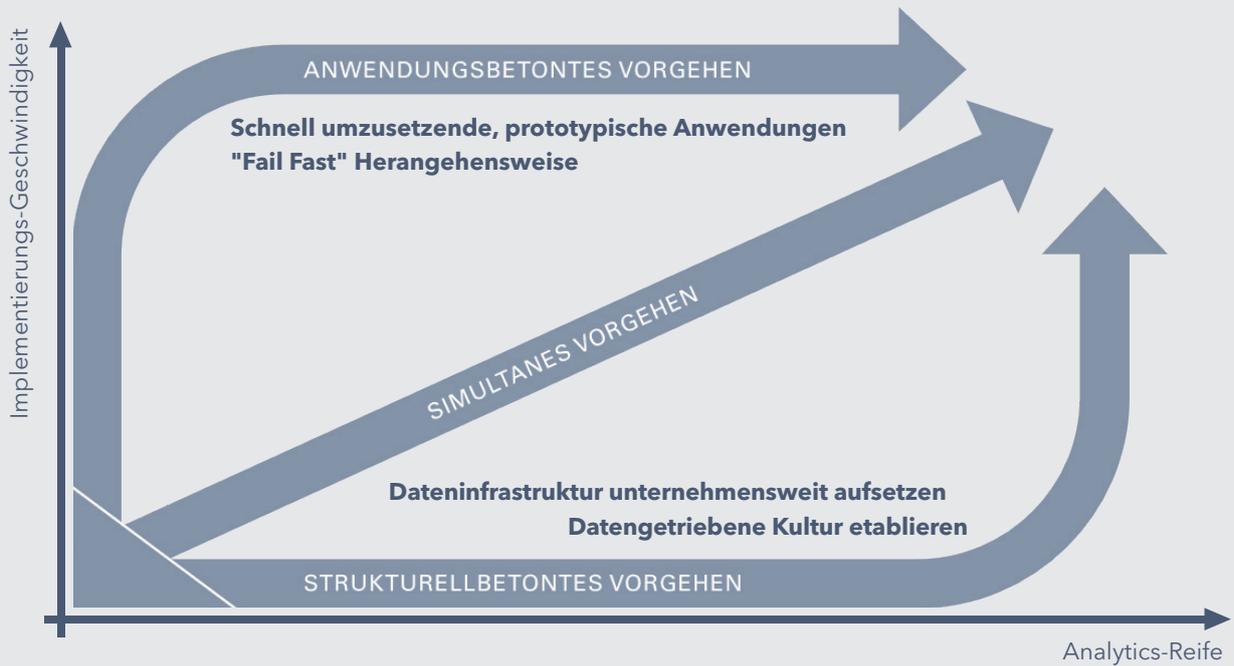


Abbildung 4: Strategisches Vorgehen bei der Ausrichtung der Data Analytics-Initiative im Unternehmen

Ogleich beide Vorgehensweisen ihre Berechtigung haben und sich in Unternehmen wiederfinden, ergeben sich verschiedene Vor- und Nachteile durch die jeweilige Ausrichtung, welche sie für ein Unternehmen passender oder unpassender machen können. Während anwendungsbetontes Vorgehen den Vorteil schneller Ergebnisse aufweist, die anschließend als Beleg für den Mehrwert von Analytics-Anwendungen aufgezeigt werden können, ist strukturell betontes Vorgehen konservativer ausgelegt und bietet gerade traditionelleren Unternehmen die Möglichkeit eines langsameren Wandlungsprozesses. Dieses graduelle Vorgehen findet bei Unternehmen oft Anklang, da sie skeptisch sind, sich direkt Anwendungen zuzuwenden ohne „ihre Hausaufgaben gemacht“ zu haben. Im Bereich der Data Analytics ist es jedoch auch Unternehmen mit konservativen Strukturen und Kulturen anzuraten, eine gewisse Experimentierfreude mitzubringen. Das Aufschieben spezifischer Umsetzungen zugunsten des Aufbaus weitreichender Infrastruktur reduziert das Engagement der beteiligten Mitarbeiter und kann zum Aufbau redundanter Systeme führen, die nicht den tatsächlichen Erfordernissen entsprechen. Ein simultanes Vorgehen ist daher ein Kompromiss, der zum Ziel hat, iterative Fortschritte bei wahrnehmbaren Anwendungen mit dem Aufbau eines soliden Fundaments zu verbinden.

Datenanalyse in der Anwendung: algorithmische Preisgestaltung

Ein strukturiertes Vorgehen ist bei der Implementierung eines Data Analytics Projekts hilfreich. Abbildung 5 betont die verschiedenen, relevanten Phasen, die ein derartiges Vorhaben durchläuft. Besonderer Wert ist auf die Schleifen zu legen, die das organisationale Lernen während und nach dem Vorhaben repräsentieren sollen. Die einfache Schleife⁶ betont das direkte Lernen aufgrund der getroffenen Entscheidung. Hier kann hinterfragt werden, ob die Ergebnisse den auf der Grundlage der Datenanalyse erwartbaren Resultaten entsprechen oder warum es Abweichungen gibt. Die doppelte Schleife (double loop) ist jedoch im Analytics Bereich besonders relevant: Sie hinterfragt im Falle einer Abweichung, ob ein Ergebnis durch das Zustandekommen des Lösungsprozesses (in diesem Falle der Datenoffenlegungs- und Analytics-Prozess vor der Entscheidungsfindung) beeinflusst wurde. Wenn ein Ergebnis also nicht die gewünschten Resultate produziert, sind sowohl der Entscheidungsprozess als auch die zugrunde liegende Analyse zu hinterfragen.

⁶ Single loop nach Argyris (1977).

Dieser Prozess wird am Beispiel des Umsetzungsprojekts mit dem Unternehmen SITRA Spedition GmbH verdeutlicht. Das mittelständische Familienunternehmen mit Sitz in Hamburg-Wilhelmsburg wurde im Jahr 1994 gegründet und bietet verschiedene speditionelle Dienstleistungen an. In einem Umsetzungsprojekt mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg wurde zunächst eine übergreifende Analyse der Datenlage und vorhandenen Auswertungsmöglichkeiten im Unternehmen durchgeführt. Das Ziel bestand darin, die sehr aufwendige Preiskalkulation mit einem algorithmischen Verfahren zu unterstützen und somit die Arbeitslast bei den Spediteuren in der Angebotserstellung zu reduzieren. Anschließend wurden mögliche Anwendungen von Data Analytics evaluiert und als prototypischer Anwendungsfall ein maschinelles Lernmodell aufgebaut, das die Durchführung einer automatisierten, kundenauftragspezifischen Preisermittlung ermöglichen soll.

Damit bewegt sich der Use Case im Bereich der Prädiktiven Analyse, welche die Vorhersage der Ausprägung bestimmter Variablen anstrebt. Es existieren verschiedene maschinelle Lernverfahren zur Entwicklung eines Modells zur Vorhersage und Erzeugung von Handlungsempfehlungen. Eine recht einfache Möglichkeit, bestehende Analytics-Probleme zu lösen, ist dabei die Durchführung einer multiplen Regressionsanalyse, bei der neben der Fortschreibung der historischen Daten auch branchenspezifische Indikatoren als weitere Parameter in die Analyse einfließen. Diese wurde im Projekt als erster Schritt umgesetzt, um zeitnah eine wertschöpfende Lösung

zu implementieren. Präzisere, aber auch komplexere, Analyseverfahren können weiterführend implementiert werden.

Nachdem bei SITRA die betriebswirtschaftliche Problemstellung – die schnelle und präzise Durchführung individueller Preisermittlungen – definiert wurde, konnte anschließend daraus das Analytics-Problem abgeleitet werden. Die zur Lösung des Analytics-Problem notwendigen Ressourcen, insbesondere die notwendigen Daten, wurden anschließend gesammelt und strukturiert. Bevor ein maschinelles Lernverfahren ausgewählt und entwickelt werden konnte, musste sich zunächst ein Überblick über den existierenden Datensatz verschafft werden. Dazu wurde für ein besseres Verständnis über die Daten eine erste deskriptive und graphische statistische Analyse durchgeführt, um so erste Erkenntnisse zu gewinnen, einen Eindruck über die Datenqualität zu erhalten und Muster zu entdecken. In diesem Zuge wurden die bestehenden Datensätze integriert und miteinander verknüpft.

Unabhängig von der Wahl der Analytics-Methode zeigte sich, dass die Datenqualität im Rohdatensatz nicht für die Erstellung eines analytischen Modells, das valide und wertstiftende Ergebnisse liefert, ausreicht. Aus diesem Grund wurden in einem nächsten Schritt Überlegungen angestellt, welche Maßnahmen getroffen werden können, um die Datenqualität zu steigern und inhaltliche Verzerrungen in dem Datensatz zu eliminieren. Mithilfe dieser Maßnahmen, wie beispielsweise der Entfernung fehlender Werte oder

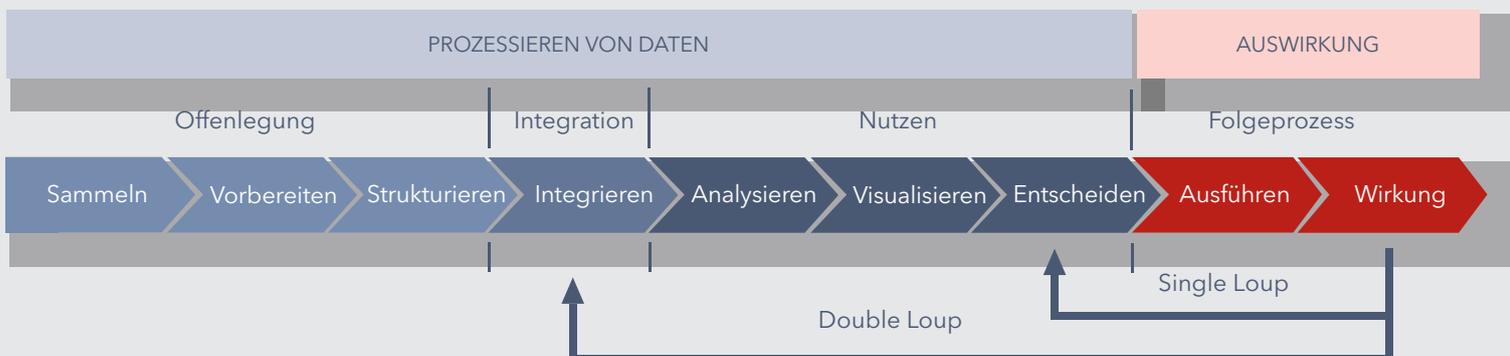


Abbildung 5: Organisationales Lernen im Analyse Prozess, erweitert und angepasst auf Grundlage von Miller und Mork (2013, S. 58) und Argyris (1977, S. 122)

die Identifizierung und Eliminierung von Ausreißern, konnte die Datenqualität hinsichtlich der Dimensionen Vollständigkeit und Korrektheit gesteigert werden. Nach Durchführung dieser Maßnahmen war der Datensatz für die Anwendung des maschinellen Lernmodells aufbereitet.

Neben der Vorbereitung des Datensatzes auf die Anwendung der Analytics-Methode ist auch die Wahl einer geeigneten Methode selbst von entscheidender Bedeutung und hängt dabei entscheidend von der Definition des Analytics-Problems ab. Im Fall der SITRA Spedition GmbH wurde das Ziel definiert, den Preis eines Auftrags automatisiert zu ermitteln. Der Preis stellt also eine konkrete Antwortvariable dar, die es mithilfe der für die Preisbildung entscheidenden Parameter unter Verwendung eines maschinellen Lernmodell vorherzusagen gilt. Es zeichnete sich ab, dass die Durchführung einer Regressionsanalyse ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung des Preises auf Basis der vorliegenden Daten darstellt. Die Regressionsanalyse ist ein weitverbreitetes und gut dokumentiertes Verfahren und zur Konstruktion eines Prognosemodells geeignet. Aus der deskriptiven Analyse des Datensatzes und den in den Gesprächsrunden berichteten bisherigen Preisbildungen konnte angenommen werden, dass der Preis von mehr als einem Parameter abhängt. Es wurde daher ein Prototyp eines multiplen linearen Regressionsmodells zur Bestimmung des Preises entwickelt und die Prognosegenauigkeit des Modells validiert, um das Modell in den praktischen Einsatz zu bringen. Mithilfe des Modells können nun Entscheidungen zur Preisfindung unter gegebenen Bedingungen getroffen werden.

Was sind die zentralen Erkenntnisse zum Projekt?

- ▶ Externe methodische, organisatorische bzw. fachliche Unterstützung z. B. durch universitäre Partner kann die Erreichung der Projektziele deutlich unterstützen.
- ▶ Neben der technischen Seite (Tool / Software usw.) spielen beim Thema Data Analytics auch menschliche Faktoren eine große Rolle. Bei der Einführung kann dies bei einem Teil der Mitarbeiter zu zusätzlichen persönlichen Veränderungsprozessen führen, da eine Umstellung in der Arbeitsweise für den Erfolg notwendig ist. Mitarbeiter sollten aus diesem Grund frühzeitig über Veränderungen unterrichtet und in das Projekt einbezogen werden.
- ▶ Die Sensibilisierung der Mitarbeiter für die Wichtigkeit einer vollständigen und korrekten Datenerhaltung ist für den Projekterfolg entscheidend.
- ▶ Der beste Motivator für die Umsetzung und Akzeptanz von Data Analytics-Projekten ist der Beleg eines Mehrwerts für den einzelnen Mitarbeiter
- ▶ Der Ausbau von technischer Infrastruktur zur Verarbeitung von Daten sollte im Dialog mit den Mitarbeitern vorgenommen werden
- ▶ Für den Erfolg einer Data Analytics-Anwendung steht die Datenqualität im Mittelpunkt. Nur bei guter Datenqualität kann das entwickelte datengetriebene Modell gute Ergebnisse liefern.
- ▶ Mögliche Maßnahmen: Vermeidung von Freitexteingaben, Inputvalidierung bei Dateneingabe, Etablierung eines Data Governance-Programms im Rahmen der Entwicklung zur datengetriebenen Organisation.

Mehrwert schaffen mit Analytics

Data Analytics kann helfen, Erkenntnisse aus verfügbaren Daten für betriebliche Entscheidungen zu gewinnen und sich damit einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Ziel der SITRA Spedition GmbH ist es, die Rolle des digitalen Vorreiters kleiner und mittlerer Speditionsunternehmen einzunehmen. Das vorliegende Umsetzungsprojekt hat die Spedition auf diesem Weg bei den ersten Schritten begleitet. Das Unternehmen wurde dabei bei der Entwicklung und Einführung von Data Analytics-Anwendungen unterstützt. Das vorliegende Projekt kann ein gutes und lehrreiches Praxisbeispiel für andere Unternehmen darstellen, da es zeigt, wie Projekte im Bereich von Data Analytics angegangen werden und welche Probleme auftreten können.

Literatur

- Chaudhary, R.; Pandey, J. R.; Pandey, Pr. (2015): Business model innovation through big data. In: Green Computing and Internet 08.10.2015, S. 259-263.
- Sedkaoui, S. (2018): Data analytics and big data. Hoboken, London, UK: John Wiley & Sons Inc; ISTE Ltd (Information systems, web and pervasive computing series).
- Kersten, W.; Dörries, F.; Lodemann, S.; Indorf, M.; Müller, M. A. (2019): Qualifizierung von Führungskräften für die digitale Ökonomie. In: Dieter Spath und Birgit Spanner-Ulmer (Hg.): Digitale Transformation - gutes Arbeiten und Qualifizierung aktiv gestalten (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation), S. 163-186.
- Dubey, Rameshwar; Gunasekaran, Angappa (2019): Big data analytics capability in supply chain agility. In: Management Decision 57 (8), S. 2092-2112.
- Vilminko-Heikkinen, R., & Pekkola, S. (2019). Changes in roles, responsibilities and ownership in organizing master data management. International Journal of Information Management, 47, 76-87.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y.: Business model generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers (Strategyzer series), Hoboken NJ 2010
- von See, B. & Kersten, W. (2018). Arbeiten im Zeitalter des Internets der Dinge. Wie Qualifikation, Organisation und Führung digital transformiert werden. Industrie 4.0 Management, 34(3), S. 8-12.
- Seiter, M. (2017): Business Analytics. Effektive Nutzung fortschrittlicher Algorithmen in der Unternehmenssteuerung. München: Franz Vahlen.
- van der Aalst, Wil M. P. (2011): Process Mining. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Argyris, Chris (1977): Double loop learning in organizations. In: harvard business review 55 (5), S. 115-125.
- Miller, H. Gilbert; Mork, Peter (2013): From data to decisions: a value chain for big data. In: It Professional 15 (1), S. 57-59.

Autoren



Sebastian Lodemann, M. Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Logistik und Unternehmensführung der Technischen Universität Hamburg und arbeitet im Projekt Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind Einführungsstrategien und die Identifikation von Anwendungen für Data Analytics im Supply Chain Management.



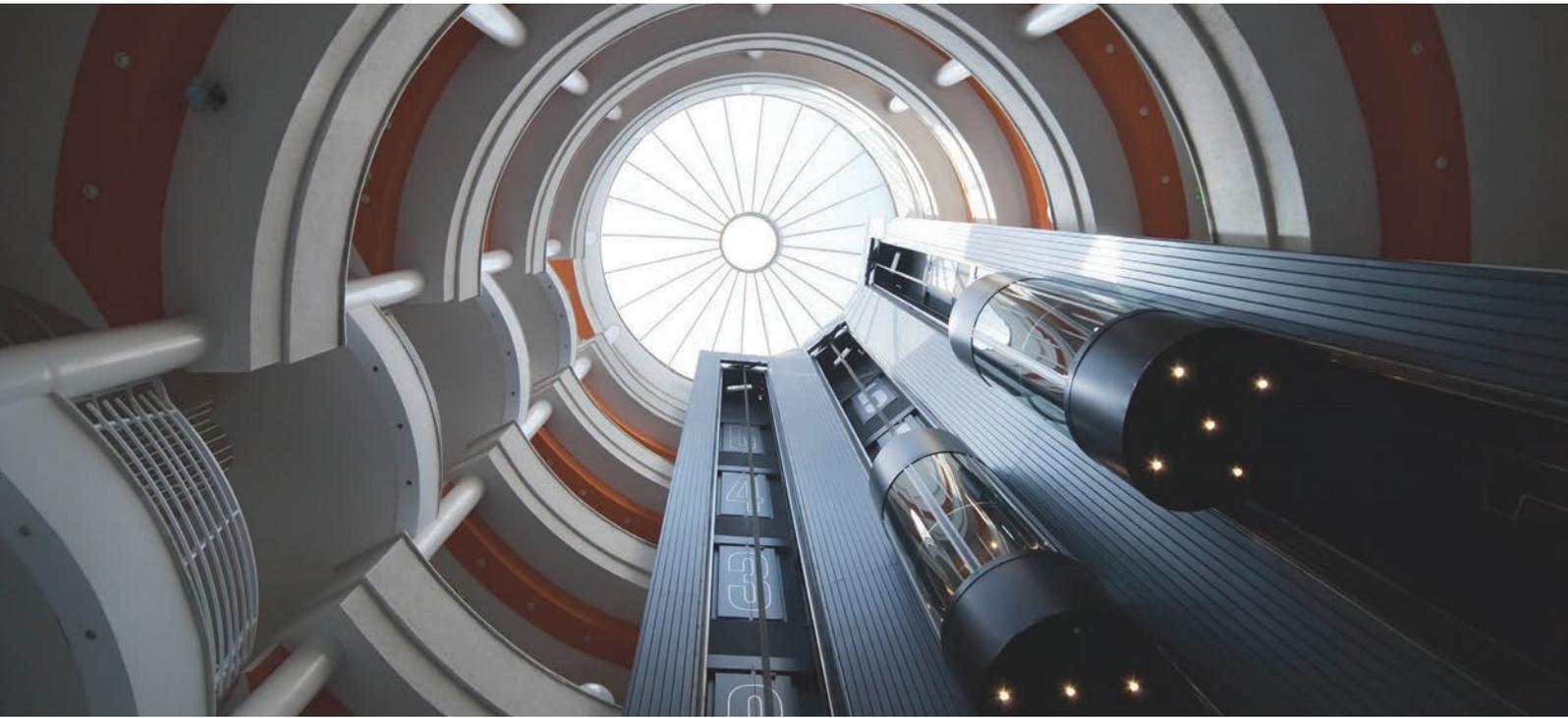
Prof. Dr. Dr. h. c. **Wolfgang Kersten** ist Leiter des Instituts für Logistik und Unternehmensführung der Technischen Universität Hamburg (TUHH) und Mitglied der Lenkungsgruppe im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg. Nach verschiedenen Führungspositionen bei der Mercedes Benz AG erfolgte 1998 die Berufung auf den Lehrstuhl für Produktionswirtschaft der TUHH. Seit März 2018 ist er Dekan des Studiendekanats Managementwissenschaften und Technologie. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf dem Gebiet der digitalen Transformation der Logistik sowie des Komplexitäts-, Risiko- und Nachhaltigkeitsmanagements von Wertschöpfungsketten.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg unterstützt kleine und mittelständische Unternehmen dabei, das Potenzial der Digitalisierung zu erkennen, die Herausforderungen zu meistern und die Chancen zu nutzen. Dafür vermitteln wir qualifizierte Informationen zu Technologien und Methoden durch Veranstaltungen, Workshops, Leitfäden, Best Practice und andere Formaten zu unseren Schwerpunkten:

- ▶ Digitalisierung logistischer Prozesse
- ▶ Datendurchgängigkeit in Wertschöpfungsketten
- ▶ Methodische Geschäftsmodellentwicklung
- ▶ Arbeits-, Führungs- und Organisationsformen

www.kompetenzzentrum-hamburg.digital





Marcus Röhler, Laura Merhar

Industrielle Datenanalyse – wichtige Einblicke in Unternehmensprozesse oder doch nur bunte Graphen?

Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz basieren auf vielen neuen Konzepten, bei denen es um Vernetzung und die Nutzung der neu gewonnenen Daten geht, zum Beispiel Sensor-, Log- oder Umgebungsdaten. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, bei rasantem Datenwachstum und großer Datenvielfalt die Potenziale dieser „Datenschätze“ zu erkennen und hieraus einen Mehrwert zu generieren. Das Ziel der industriellen Datenanalyse ist es, für das Unternehmen wichtige Informationen aus den Daten zu gewinnen und diese zur Entscheidungsfindung bzw. Optimierung ihrer Prozesse zu nutzen. Dieser Artikel erklärt Ihnen die wesentlichen Zielsetzungen und Fehlerquellen von Datenanalysen, um bereits aus Ihrem ersten Projekt einen Gewinn ziehen zu können.

Warum Datenanalyse?

Viele Ansätze der Datenanalyse werden bereits seit einigen Jahrzehnten verwendet. Erst durch die Digitalisierung und die Bereitstellung von Daten konnten sich die Methoden verbreiten und einen größeren

Einzug in die Wirtschaft erhalten¹. Durch das Sammeln und Auswerten der Daten aus Quellen wie ERP (Enterprise Resource Planning) oder CRM (Customer Relationship Management) entsteht ein tieferes Verständnis für das Zusammenspiel einzelner Elemente innerhalb der Prozesse, wodurch eine strategische Planung einfacher und sicherer wird. Auf Basis der Analyseergebnisse können Unternehmen weitere Ressourcen und Produktionsschritte besser planen. Letztlich können so z. B. Stillstandzeiten vermieden und die Liefertreue erhöht werden. Um die industrielle Datenanalyse auch wirklich gewinnbringend im Unternehmen einzusetzen, sollte vor der Durchführung eines Datenanalyseprojekts oder der Suche nach externen Partnern zunächst klar definiert werden, welches Ziel verfolgt wird. Sonst besteht die Gefahr, einen unnötigen Mehraufwand zu verursachen und sich in Kleinigkeiten zu verlieren oder bereits im Vorhinein nicht den optimalen externen Partner auszuwählen. Die folgenden vier Analysearten helfen Ihnen dabei, den richtigen Fokus in Ihrem Datenanalyse-Projekt zu setzen.

¹ Vgl. Rokach (2015).

Welche Arten von Daten gibt es?

Durch die zunehmende Ansammlung **unternehmensinterner Daten** (z. B. Sensordaten, Daten aus der Qualitätssicherung, Absatzzahlen) und der Vielzahl **öffentlich zugänglicher Datenbanken** (z. B. Wetterdaten, Daten des Statistischen Bundesamts) ist heutzutage eine Überflutung von Daten zu erkennen. Die Selektion und Nutzbarkeit der Daten rückt somit in den Vordergrund. Welche Methoden im Umgang mit den Daten Anwendung finden, hängt von der Art der vorliegenden Daten ab. Sie können **unstrukturiert** (z. B. Bilder, Text, Sprache), **semistrukturiert** (z. B. Webseiten) oder **strukturiert** (z. B. Tabellen) vorliegen. Wichtige Unternehmensdaten können zumeist aus den internen Systemen abgerufen und in einer strukturierten Form mit diversen Merkmalen zur Datenanalyse herangezogen werden.

Analysearten - Welches Ziel verfolgt die Analyse?

Um einen Nutzen aus den Daten zu ziehen, können sehr verschiedene Ziele verfolgt werden. Eine Unterteilung der Datenanalyse kann daher durch die zugrundeliegende Fragestellung durchgeführt werden. Gartner (2018) grenzt hierbei **vier wesentliche Analysearten** voneinander ab: Deskriptive, diagnostische, prädiktive und präskriptive Analyse. Diese Analysearten unterscheiden sich neben ihrer **Fragestellung** auch durch die **Rolle des Menschen** während der Analyse und in der Entscheidungsfindung (siehe Abbildung 1). Vor Beginn eines Datenanalyse-Projekts

sollte die Zielsetzung klar definiert werden, da diese oftmals unterschiedliche Methoden und unterschiedliche externe Projektpartner erfordern.

Erste Analyseart: Deskriptive bzw. beschreibende Analyse

Fragestellung der Datenanalyse: „Was ist passiert?“

In der deskriptiven Analyse werden statistische Methoden angewandt, um **vorhandene Daten für den Menschen aufzubereiten** und ihm damit ein **Werkzeug zur Reduktion der Datenkomplexität** und zur Interpretation der vorliegenden Information an die Hand zu geben. Dies kann in Form von Visualisierungen wie Graphen, Diagrammen, Berichten und interaktiven Dashboards erfolgen. Auch die Berechnung relevanter Kennzahlen kann Menschen bei der Interpretation und Entscheidungsfindung unterstützen. Es wird dabei nur gezeigt, was falsch und was richtig ist, nicht aber wie es zu diesen Zuständen kommt. Die deskriptive Analyse findet in unterschiedlichen Formen in fast allen Unternehmen Einsatz. Datengetriebene Unternehmen setzen auf dieser Form der Analyse auf, verwenden allerdings noch weitere Arten der Datenanalyse, um ihre Daten als nutzenbringendes Asset einzusetzen.

Typische Anwendungsfälle in der Industrie sind:

- ▶ Reporting von Kennzahlen
- ▶ Zustandsüberwachung (Condition Monitoring)
- ▶ Überwachung der Gesamtanlageneffektivität (OEE - Overall Equipment Effectiveness)

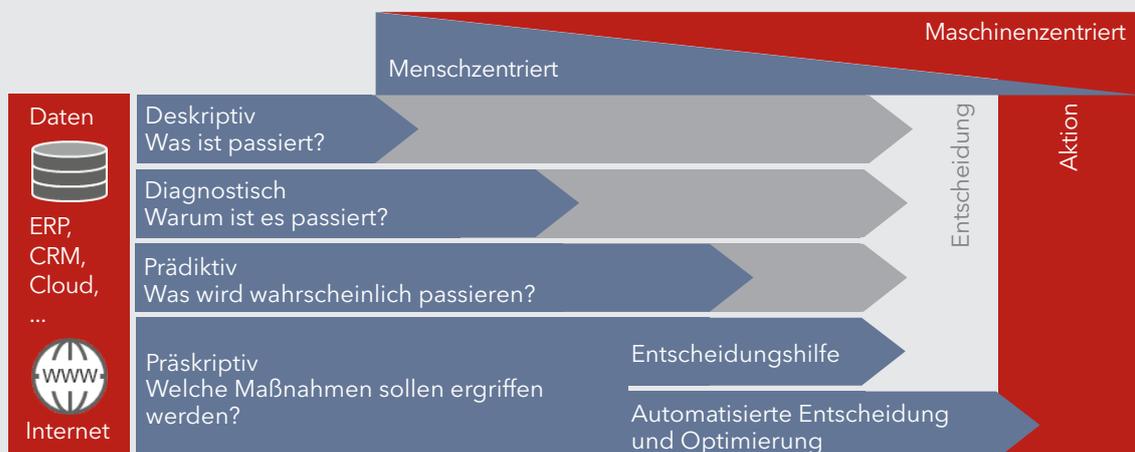


Abbildung 1: Übersicht der vier Analysearten (in Anlehnung an Gartner (2018))

Welche Fehler gilt es zu vermeiden?

Bei der deskriptiven Analyse steht der Mensch im Mittelpunkt. Fehlerquellen ergeben sich hier daher weniger aus dem falschen Einsatz von Methoden, sondern vielmehr aus typischen Denkfehlern², welchen wir uns als Menschen bewusst sein müssen:

- ▶ Confirmation Bias: Wir konzentrieren uns unterbewusst auf Ergebnisse, welche unsere eigenen Ansichten bestärken und ignorieren diejenigen, die diesen widersprechen.
- ▶ Regression zur Mitte: Wenn wir ungewöhnliche Abweichungen erkennen, sind wir schnell dazu geneigt ein Muster wahrzunehmen und eine Weiterführung des Trends zu erwarten. Oftmals sind diese Abweichungen zufälliger Natur und verfolgen langfristig einen Trend zurück zum Mittelwert.
- ▶ Spielerfehlschluss: Wir unterliegen oftmals dem logischen Fehlschluss, dass zufällige Ereignisse wahrscheinlicher werden, wenn diese längere Zeit nicht eingetreten sind bzw. unwahrscheinlicher, wenn diese gehäuft aufgetreten sind.

Zweite Analyseart: Diagnostische bzw. erklärende Analyse

Fragestellung der Datenanalyse: „Warum ist es passiert?“

Die diagnostische Analyse beschäftigt sich ebenfalls mit historischen Daten. Sie verfolgt das Ziel **Ursachen und Wechselwirkungen** zu ermitteln und quantitativ abzubilden, um tiefgehende Einblicke in konkrete Problemstellungen zu erhalten. Hierzu sollen grundlegende **Kausalitäten** gefunden und unbekannte **Muster** identifiziert werden. Diese Muster können die Auswirkungen dieser Ursachen auf erfolgskritische Parameter des Unternehmens abbilden. Kausale Zusammenhänge lassen sich aus Daten alleine allerdings nicht oder nur im beschränkten Maße³ ableiten. Im industriellen Kontext spielt daher das Domänenwissen des Menschen eine entscheidende Rolle, um aus Mustern bzw. Korrelationen Schlüsse auf kausale Zusammenhänge ziehen zu können. Wichtige Instrumente sind hierbei Methoden zur Generierung von Hypothesen in Form von Mustern (explorativ) und zur Validierung vorhandener Hypothesen auf Basis der vorliegenden Daten (induktiv)⁴.

² Vgl. Dobelli (2014) und Kahneman (2012).

³ Neue Methoden der kausalen Inferenz können zur Ermittlung gerichteter kausaler Zusammenhänge in Daten eingesetzt werden. Die hierbei verwendeten Ansätze sind derzeit allerdings vornehmlich im Bereich der Forschung angesiedelt und finden daher noch keine Anwendung in der Industrie. (vgl. Peters (2017)).

⁴ Vgl. Polasek (1994).

Typische Anwendungsfälle in der Industrie sind:

- ▶ Identifikation von Betriebszuständen von Maschinen die zu mangelhafter Produktqualität führen
- ▶ Analyse der Auswirkung von Werbekampagnen auf verschiedene Zielgruppen

Welche Fehler gilt es zu vermeiden?

Wie auch in der deskriptiven Analyse steht dem Menschen hier eine wesentliche Rolle in der Identifikation kausaler Zusammenhänge und der Ableitung von Handlungsempfehlungen zu. Ein wesentlicher Unterschied liegt in der Komplexität der Muster, die innerhalb der Datenmenge identifiziert werden. Mangelnde Kommunikation zwischen Data Analyst bzw. Data Scientist und Domänenexperten und die Fehlinterpretation von Korrelationen stellen wesentliche Fehlerquellen für die diagnostische Datenanalyse dar⁵:

- ▶ Falsche Kausalität: Korrelationen können sehr unterschiedliche kausale Ursachen haben, aus welchen unterschiedliche Handlungen abgeleitet werden können. So können zwei stark korrelierende Merkmale direkt voneinander abhängen oder aber eine gemeinsame Ursache haben, welche zu dieser Korrelation führt, obwohl die beiden Merkmale keinen Einfluss aufeinander ausüben.
- ▶ Simpson-Paradoxon: Es kann bei der Auswertung dazu kommen, dass in der Gesamtbetrachtung der Daten andere Zusammenhänge vorgefunden werden, als wenn die einzelnen Teilmengen betrachtet werden. Hier muss genauer hingeschaut werden und sich mit den Hintergründen der Fragestellung auseinandergesetzt werden, um durch gesunden Menschenverstand zu erkennen, welche Betrachtung richtig ist.

Dritte Analyseart: Prädiktive Analyse bzw. Vorhersageanalyse

Fragestellung der Datenanalyse: „Was wird wahrscheinlich passieren?“

Prognosen stellen ein wichtiges Instrument zur Unterstützung des Mitarbeiters in der Entscheidungsfindung dar. Durch die **Vorhersage von Verläufen und zukünftigen Zuständen** wird der Mitarbeiter dazu befähigt, frühzeitig einzugreifen und ungewünschte Zustände zu vermeiden bzw. Prozesse langfristig zu optimieren. Ziel der prädiktiven Analyse besteht darin, aus historischen Daten Modelle abzuleiten,

⁵ Vgl. Pearl (2018).

welche zukünftige Trends möglichst genau vorhersagen oder Abweichungen von Normwerten frühzeitig erkennen. Hierbei ist es wichtig zu verstehen, dass diese Prognosen stets Schätzungen sind. Die Genauigkeit der Prognosen hängt zum einen von der Wahl geeigneter Methoden zur Erstellung eines Prognosemodells und zum anderen von der Qualität der verfügbaren Daten ab. So ist entscheidend, wie detailliert die Daten die Dynamik des betrachteten Systems abbilden können. Diese Beschränkung kann nicht durch datenbasierte Ansätze überwunden werden, sondern erfordert eine Hinzunahme zusätzlicher Merkmale (z. B. durch zusätzliche Sensorik). Die Entscheidung, welche zusätzlichen Merkmale zum Informationsgehalt der Daten beitragen und wie deren Erfassung umgesetzt werden kann, erfordert allerdings das Domänenwissen des Menschen. In der Realität wird es aber immer nicht messbare bzw. vom Zufall abhängige (stochastische) Einflüsse geben, welche der Genauigkeit der Prognose eine natürliche Grenze setzen. Dennoch können die prognostizierten Werte und deren Schwankungsbreite eine wichtige Entscheidungsgrundlage bilden, um Transparenz zu schaffen und um Risiken abwägen zu können.

Typische Anwendungsfälle in der Industrie sind:

- ▶ **Prädiktive Ressourcenanalyse:** Bei dieser Analyse ist das Ziel, den Bedarf und die Verfügbarkeit von Ressourcen vorherzusagen. Das können sowohl Material, Energie, Wasser oder Anlagen als auch Personal sein.
- ▶ **Vorausschauende Wartung:** Die Analyse dient dazu, Ausfallmöglichkeiten und deren Ursache vorherzusagen. So kann die Wartung oder Reparatur bedarfsorientiert geplant werden, um Stillstandzeiten von Maschinen zu vermeiden.

Welche Fehler gilt es zu vermeiden?

Während der prädiktiven Analyse kann das Domänenwissen des Menschen die Qualität der Prognosemodelle wesentlich steigern und sollte daher nicht vernachlässigt werden. Bei der Bildung von Prognosemodellen auf Basis historischer Daten sind allerdings auch Fehlerquellen zu berücksichtigen, welche allgemein bei der Modellbildung berücksichtigt werden müssen⁶:

- ▶ **Stichprobenverzerrung:** Der betrachtete Zeitraum kann falsch gewählt sein und nur einen Teil der Phänomene abdecken, welche das Verhalten beschreiben und Einfluss auf zukünftige Zustände

haben. So können Prognosemodelle auf Basis zu klein gewählter Zeiträume später zu falschen Vorhersagen führen.

- ▶ **Concept Drift:** Reale Systeme verändern sich meist mit der Zeit, wodurch initial erstellte Prognosemodelle sich typischerweise mit der Zeit verschlechtern. Zur dauerhaften Nutzung der Prognosemodelle muss daher die Qualität des Modells fortlaufend überwacht und unter Umständen auf Basis aktuellerer Datensätze angepasst werden.

Vierte Analyseart: Präskriptive bzw. verordnende Analyse

Fragestellung der Datenanalyse: „Welche Maßnahme soll ergriffen werden?“

Ziel der präskriptiven Analyse ist die **direkte Ableitung von Handlungsempfehlungen bis hin zur direkten Ausführung von Aktionen**. Sie bildet somit den höchsten Grad der Automatisierung. Dadurch ist sie entsprechend mit hohen Aufwänden in der Umsetzung und Risiken im Einsatz verbunden. In der Umsetzung ist besonders auf die Ableitung eines korrekten Prognosemodells zu achten und die im vergangenen Abschnitt angesprochenen Fehler sind zu vermeiden, da hier kein Mensch zwischen der Prognose und abgeleiteten Entscheidungen steht. Die Ergebnisse der Prognosemodelle fließen in Mechanismen zur Ableitung optimaler Entscheidung ein. Hierbei kann Domänenwissen zur Implementierung von manuell definierten Regeln eingesetzt werden. Auch können Methoden wie Simulationen, maschinelle Lernverfahren und mathematische Optimierungsverfahren zur Ableitung von Aktionen eingesetzt werden.

Typische Anwendungsfälle in der Industrie sind:

- ▶ **Qualitätskontrolle:** Aufgrund der analysierten Prozessdaten während des Fertigungsprozesses werden Empfehlungen für Nachbearbeitungsprozesse gegeben. Eine Qualitätskontrolle, mit der der Nachbearbeitungsprozess normalerweise ausgewählt wird, entfällt (Prescriptive Quality).
- ▶ **Warenbeschaffung:** Ergebnisse der prädiktiven Ressourcenanalyse können zur direkten Ableitung von Bestellvorgängen eingesetzt werden, um hohe Lagerbestände und Ressourcenengpässe zu vermeiden.

Welche Fehler gilt es zu vermeiden?

Die vollständige Automatisierung des Entscheidungsprozesses birgt nicht nur Risiken auf Basis falscher

⁶ Vgl. Géron (2017).

Prognosen. Auch bei der Automatisierung der Entscheidungsfindung selbst können Probleme auftreten⁷:

- ▶ **Kontrollproblematik:** Der Mensch definiert eine mathematische Funktion, die die Entscheidungen des Systems bewertet. Nicht immer kann eine mathematische Funktion die Vorstellungen des Menschen vollständig abbilden: Gerade in komplexen Problemstellungen kann es daher vorkommen, dass das System Lösungen zur Optimierung dieser mathematischen Funktion findet, welche nicht der eigentlichen Aufgabe entsprechen.
- ▶ **Interpretierbarkeit:** Die Entscheidungsgrundlage von Algorithmen ist gerade bei datenbasierten Ansätzen schwer nachvollziehbar. Für das Vertrauen in die abgeleiteten Entscheidungen oder gar eine Zertifizierung sind oftmals zusätzliche Methoden notwendig, um die Entscheidungen des Systems erklärbar zu machen.

Praxisbeispiel prädiktive Analyse: Vorausschauende Wartung von Aufzügen

Die Zukunft der Aufzugsbranche, die täglich mehr als eine Milliarde Menschen weltweit befördert, ist geprägt von Big Data und Künstlicher Intelligenz. Die NEW Lift Steuerungsbau GmbH aus Gräfelfing fertigt mit 190 Mitarbeitern an drei Standorten Steuerungen für Aufzüge, vor allem für die produzierende Industrie, Chemiebranche und für Krankenhäuser. In diesen Branchen spielen Sonderfahrten und die hohe Verfügbarkeit des Aufzugs eine wichtige Rolle. Ausfälle können in der Produktion zu Störungen in der Auftragsabwicklung führen oder im Krankenhaus sogar Leben beim Transport von Patienten in die Notaufnahme gefährden. Mit einer Cloud-Lösung für die vorausschauende Wartung werden fortan Ausfälle verhindert und damit die Sicherheit und Verfügbarkeit erhöht sowie Wartungskosten gesenkt. „Die Vielzahl an Daten, mit denen wir Ausfälle erkennen und abwenden können, gewinnen wir aus der Steuerung. Diese ist mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet“ sagt Peter Zeitler, Geschäftsführer von NEW Lift.

Wie funktioniert die vorausschauende Wartung?

Die Sensoren in der Aufzugssteuerung erfassen Temperaturen, Öffnungs-, Schließ- und Bewegungszeiten, Vibrationen, Antriebsdaten und akustische Auffälligkeiten. Seit ca. einem Jahr speichert NEW Lift

die Daten in einer Cloud-Umgebung und wertet sie dort direkt aus. Auffälligkeiten oder kontinuierliche Abweichungen von Soll-Werten werden dann sichtbar. Das Wartungspersonal wird vom System informiert und kann gezielt reagieren: So können schnell und gezielt Bauteile ausgetauscht oder Anpassungen in der Steuerung vorgenommen werden, bevor es zum Ausfall kommt. Die vorausschauende Wartung bringt gleich mehrere Vorteile: Ausfälle können frühzeitig verhindert werden, womit sich die Verfügbarkeit der Lifte sowie die Sicherheit erhöhen. Wartungskosten und Ressourcenverbrauch sinken, wenn Bauteile erst bei Verschleißerscheinungen und nicht pauschal ausgetauscht werden können. Außerdem hebt sich der Wartungsbetrieb so von der Konkurrenz ab und die Servicekosten für den Betreiber werden transparenter.

Wie lernt das System, Auffälligkeiten zu erkennen?

Am Anfang steht die Frage, wie verschiedene Werte mit Störungsfällen und der Lebensdauer von Bauteilen zusammenhängen. Dazu muss erst eine Vielzahl an Daten gesammelt werden, um durch statistische Analysen die Grenzwerte zu berechnen. Auch Erfahrungs- und Domänenwissen von Wartungsexperten kann dazu genutzt werden. Neben den Steuerungsdaten können auch Zusammenhänge mit Umgebungsfaktoren untersucht werden: Zum Beispiel Geodaten, Luftfeuchtigkeits- oder CO₂-Werte, die sich unter Umständen auf einzelne Bauteile auswirken. Weiß das System erst einmal, bei welchen Werten es Alarm schlagen muss, kann es im laufenden Aufzugsbetrieb angewendet werden. Über die grafische Benutzeroberfläche erhält der zuständige Mitarbeiter alle wichtigen Daten über die Anlagen und einzelnen Liftfahrten im Echtzeit-Monitoring (Abbildung 2). Dieses sogenannte Dashboard wurde in einem Projekt mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg konzipiert. In gemeinsamen Workshops sammelte das Projektteam Anforderungen an die übersichtliche Darstellung der für die Zielgruppe interessanten Analyseergebnisse.

Was sind die nächsten Schritte?

Aktuell arbeitet das Unternehmen daran, die intelligente Steuerung mit weiteren Vorhersagen zu kombinieren. Aufzüge könnten dann zu bestimmten Zeitpunkten in bestimmte Stockwerke geschickt werden, zum Beispiel, wenn im Krankenhaus Schichtwechsel ist, am Flughafen ein großes Flugzeug landet oder im Produktionsbetrieb die Fertigstellung einer größeren Charge kurz bevorsteht. Auch können dann Fahrten z. B. nach dem optimalen Energieverbrauch geplant werden. Darüber hinaus befasst sich NEW Lift auch

⁷ Vgl. Russell (2019).

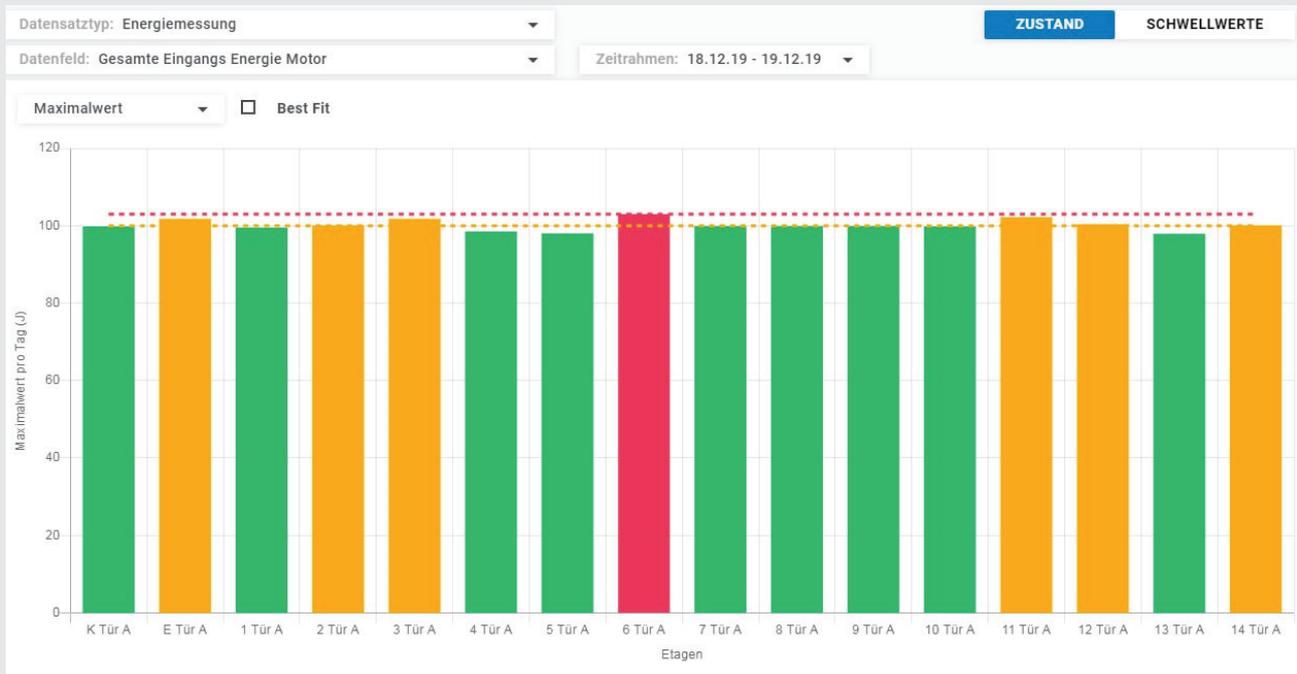


Abbildung 2: Darstellung der grafischen Benutzeroberfläche zum Echtzeit-Monitoring. (Bildquelle: NEWLift)

mit dem Thema, ob und wie sich die Geschäftsmodelle in der Aufzugsbranche ändern könnten. Mit den Experten vom Kompetenzzentrum Augsburg entwickelte das Team in Workshops erste Ideen dazu: Denkbar ist zum Beispiel, Aufzüge nicht mehr als Produkt zu verkaufen, sondern Fahrten beim Kunden einzeln abzurechnen. „Aufzug as a Service“ basiert auch auf den Ergebnissen der Datenanalyse, denn so wird die Rentabilität überhaupt kalkulier- und planbar. Letztlich ist so ein Geschäftsmodell auch davon abhängig, ob die Nachfrage dafür überhaupt vorhanden ist oder Kunden lieber mit Fixkosten rechnen.

Literatur

- Dobelli, Rolf (2014): Die Kunst des klaren Denkens: 52 Denkfehler, die Sie besser anderen überlassen. München: Carl Hanser Verlag München.
- Gartner (2018): 2019 Planning Guide for Data and Analytics. Gartner Technical Professional Advice.
- Géron, Arélie (2017): Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn und TensorFlow: Konzepte, Tools und Techniken für intelligente Systeme. 1. Aufl. Heidelberg: O'Reilly.
- Kahneman, Daniel (2012): Schnelles Denken, langsames Denken. 5. Aufl. München: Siedler.
- Pearl, Judea; Mackenzie, Dana (2018): The Book of Why: The New Science of Cause and Effect. New York: Basic Books.
- Peters, Jonas; Janzing, Dominik; Schölkopf, Bernhard (2017): Elements of Causal inference. Foundations and Learning Algorithms. Cambridge, Massachusetts, London, England: MIT Press.
- Polasek, Wolfgang (1994): EDA Explorative Datenanalyse. Einführung in die deskriptive Statistik. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rokach, Lior; Maimon, Oded (2015): Data mining with decision trees: Theory and applications. 2. Aufl.: Worldscientific.
- Russell, Stuart (2019): Human Compatible. Artificial Intelligence and the Problem of Control. London: Allen Lane.

Autoren



Marcus Röhler, M.Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IGCV und beschäftigt sich hier mit dem Einsatz maschineller Lernverfahren in der Produktion (Prescriptive Quality, Deep Reinforcement Learning). Er leitet den Themenschwerpunkt „Künstliche Intelligenz“ am Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum

Augsburg und unterstützt als KI-Trainer Unternehmen darin, die Möglichkeiten und Risiken der Künstlichen Intelligenz abzuschätzen.

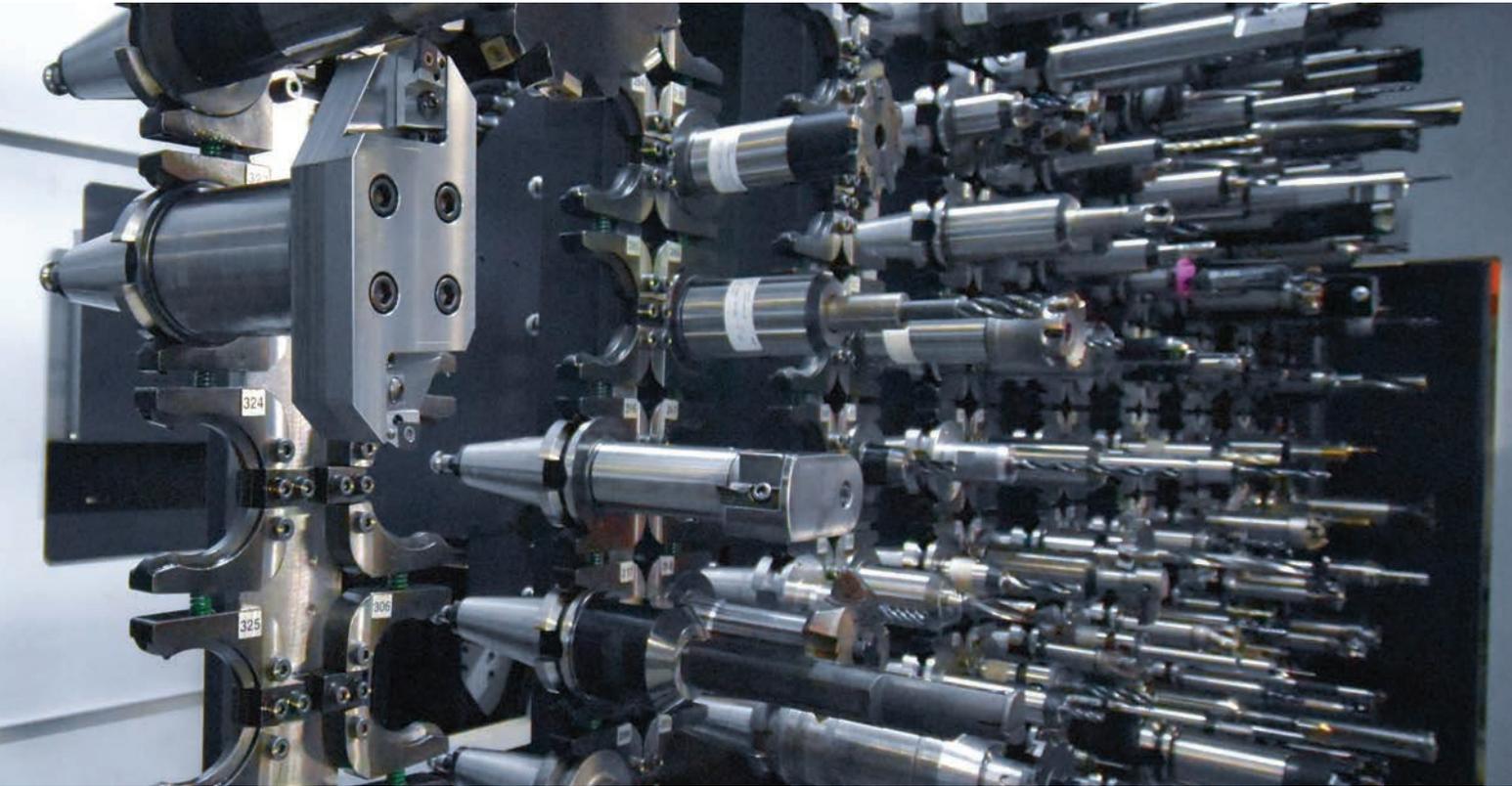


Laura Merhar, M.A., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IGCV und bearbeitet die Themen Weiterbildung, Kommunikation und Mediendidaktik. Sie leitet das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg und ist für das Publizieren von Praxisbeispielen und Leitfäden zuständig.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg unterstützt kleine und mittlere Unternehmen auf dem Weg in die Digitalisierung. Dazu bietet es kostenfreie Infoveranstaltungen, praxisorientierte Schulungen sowie individuelle Potenzialanalysen bei Unternehmen vor Ort. Außerdem finden Factory-Touren zu Unternehmen statt, die unterschiedliche Digitalisierungslösungen bereits erfolgreich anwenden. Im Schwerpunkt Künstliche Intelligenz geht es hier um die Themen Datenanalyse und Machine Learning, zum Beispiel zur automatisierten Qualitätskontrolle oder vorausschauenden Wartung.

<https://kompetenzzentrum-augsburg-digital.de/>





Matthias Pohl, Peter Schreiber, Günther Tengg

Werkzeugeinlagerungshelfer – Assistenzsystem für Zerspanungsunternehmen

Der Weg zur Industrie 4.0 bringt für Zerspanungsunternehmen, wie der IFR Engineering GmbH in Magdeburg, eine Entwicklung in Richtung kundenspezifischer Produkte mit geringer Losgröße. Die Werkzeugmaschinen der IFR Engineering GmbH verwenden für einen Fertigungsauftrag teilweise mehr als 70 variable Werkzeuge. Gegenwärtig werden diese Werkzeuge gemäß eines Werkzeugplanes der Maschine zugeführt und mit einer Rückführungsliste an das Werkzeuglager zurückgegeben. Der überwiegend manuelle Prozess soll nun mit Hilfe des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Magdeburg digitalisiert werden: unmittelbar nach Einlesen der Werkzeug-Identifikationsnummer des schneidenden Werkzeuges, z. B. mit einem Barcode-Leser, und der zurückgemeldeten Reststandzeit erhält der Nutzer softwaregestützt eine Entscheidung, ob das Werkzeug eingelagert, ausbessert oder aussortiert werden soll.

Das betriebswirtschaftliche Problem

Für die IFR Engineering GmbH sind Werkzeuge in Verbindung mit leistungsstarken Werkzeugmaschinen und qualifizierten Facharbeitern die Schlüsselressourcen für die Wertschöpfung im Unternehmen. Besonders schneidende Werkzeuge haben eine begrenzte Nutzungsdauer, z. B. von 60 Minuten. Sie können über eine begrenzte Anzahl von Nachschleifungen regeneriert werden. Eine Missachtung von Standzeiten führt mit höherer Wahrscheinlichkeit zu Werkzeugbruch. Dabei kann bspw. ein Werkzeug mit Anschaffungskosten von 30 € ein Werkstück mit Herstellungskosten von 3000 € zerstören. Die Zuführung der richtigen Werkzeuge zur richtigen Zeit ist eine erfolgsentscheidende Optimierungsaufgabe für die IFR Engineering GmbH. Produktionsmittelkosten bilden laut Statistik mit einem Anteil von ca. 50% zum Bruttoproduktionswert den größten Kostenfaktor und sind damit doppelt so hoch wie die durchschnittlichen Personalkosten¹.

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt, 2018.

Wie Recherchen der IFR Engineering GmbH zeigten, haben mehr als 1000 Unternehmen allein in Deutschland eine ähnliche Problemstellung zu bewältigen, wenn nicht sogar alle ca. 8000 Unternehmen der Branche der Metallbearbeitung und Hersteller von Metallzeugnissen².

Das prozessuale Problem

In unmittelbarem Zusammenhang mit der betriebswirtschaftlichen Betrachtung steht die Untersuchung der notwendigen Arbeitsschritte im Fertigungsprozess. Die Aufnahme der Reststandzeiten und die Registrierung sowie Rückführung der Werkzeuge erfolgt über Stücklisten in einem manuellen Arbeitsschritt. Der anschließende Abgleich der Standzeiten erfolgt im Controlling und führt nach Einzelprüfung zur Entscheidung, ob ein Werkzeug erneuert oder aussortiert wird. Die Einlagerung ist zu diesem Zeitpunkt bereits erfolgt oder wird verzögert. Im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (Vermeidung von Verschwendung)³ sollen einerseits Arbeitsschritte rationalisiert und Arbeitsschritte durch digitale Technologie automatisiert werden. Hierfür sind eine exakte Aufnahme der Arbeitsschritte des Produktionsprozesses und eine einheitliche Datenbasis, die aus den bestehenden Informationssystemen bezogen wird, notwendig. Weiterhin ist eine Orientierung an Standards aus dem Werkzeugmanagement hilfreich. Die Verbesserung im Ablauf der Arbeitsschritte im Fertigungsprozess kann Zeit und Kosten sparen.

Die Digitalisierungssprechstunde

Die IFR Engineering GmbH hat Schnelligkeit, Kreativität und Innovationsfähigkeit als Erfolgsfaktoren für die Zukunftssicherung einer langen Tradition am Standort nicht nur erkannt, sondern auch gekonnt mit Spitzentechnologie gepaart.

Mit diesem Blick wurde die IFR Engineering GmbH über einen Unternehmensbesuch durch das VLBA Lab der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg auf das Leistungsspektrum des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Magdeburg aufmerksam. Im Rahmen der Veranstaltung „Digitalisierung zum Anfassen“ in einem anderen Magdeburger Fertigungsunternehmen und eines Workshops zu digitalisierten Geschäftsprozessen kam ein Umsetzungsprojekt zu Stande,

in dem das Kompetenzzentrum Magdeburg die IFR Engineering GmbH bei der Konzipierung eines intelligenten Assistenzsystems für das Werkzeugmanagement unterstützt.

Das Umsetzungsprojekt

Das Unternehmen sieht in der gemeinsamen Zusammenarbeit die Möglichkeit, mit digitalen Lösungen Geschäftsprozesse zu verbessern und gegebenenfalls neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dementsprechend war von Anfang an ein außerordentlich hohes persönliches Engagement der IFR-Geschäftsführung vorhanden. Die Wandlungsbereitschaft und der Zugriff auf finanzielle als auch physische Ressourcen sind entscheidende Faktoren für die Organisationsentwicklung⁴.

Im Vorfeld waren bereits über ein studentisches Praktikum umfangreiche Ist-Daten zu Werkzeugen erhoben worden. Das Unternehmen hatte weiterhin mit einer Klassifizierung über Merkmale begonnen. Im Eröffnungsworkshop des Umsetzungsprojekts sichtete das Team vom Kompetenzzentrum die Fertigungsanlagen und den Werkstattbereich. Gemeinsam mit den Verantwortlichen aus der Fertigung und der Geschäftsführung wurden die Kernprozesse im Werkzeugmanagement aufgenommen. Anschließend wurden in einem Kreativworkshop⁵ aus der Sicht der prozessbeteiligten Mitarbeiter User Stories⁶ ermittelt.

Die Nutzung der Methoden im Anforderungsmanagement⁷ führte bspw. zu folgender User Story: *„Als Verantwortlicher für das Werkzeuglager benötige ich für die Bearbeitung der von den Maschinen zurückkommenden schneidenden Werkzeuge einen Einlagerungshelfer, so dass ich datenorientiert einen Entscheidungsvorschlag erhalte, wie mit dem Werkzeug weiter zu verfahren ist.“* Daraus ließ sich der Use Case ableiten, dass unmittelbar nach Einlesen der Werkzeugidentifikationsnummer des schneidenden Werkzeuges, z.B. mit einem Barcode-Leser, und der zurückgemeldeten Reststandzeit der Mitarbeiter eine Entscheidung erhalten muss, ob das Werkzeug eingelagert, ausgebessert oder aussortiert werden soll.

Die Erkenntnisse des Workshops wurden im Anschluss in Einzelgesprächen verifiziert und zu einem Anwendungsfalldiagramm (siehe Abbildung 1) zusammengefasst. Als erstes Modell verdeutlicht es die beiden primären Use Cases zum Werkzeugmanagement.

² Vgl. Statistisches Bundesamt, 2018.

³ Vgl. Brunner, 2017.

⁴ Vgl. Bergmann, 2016.

⁵ Vgl. Mootee, 2013.

⁶ Vgl. Cohn, 2004.

⁷ Vgl. Rupp, 2004.

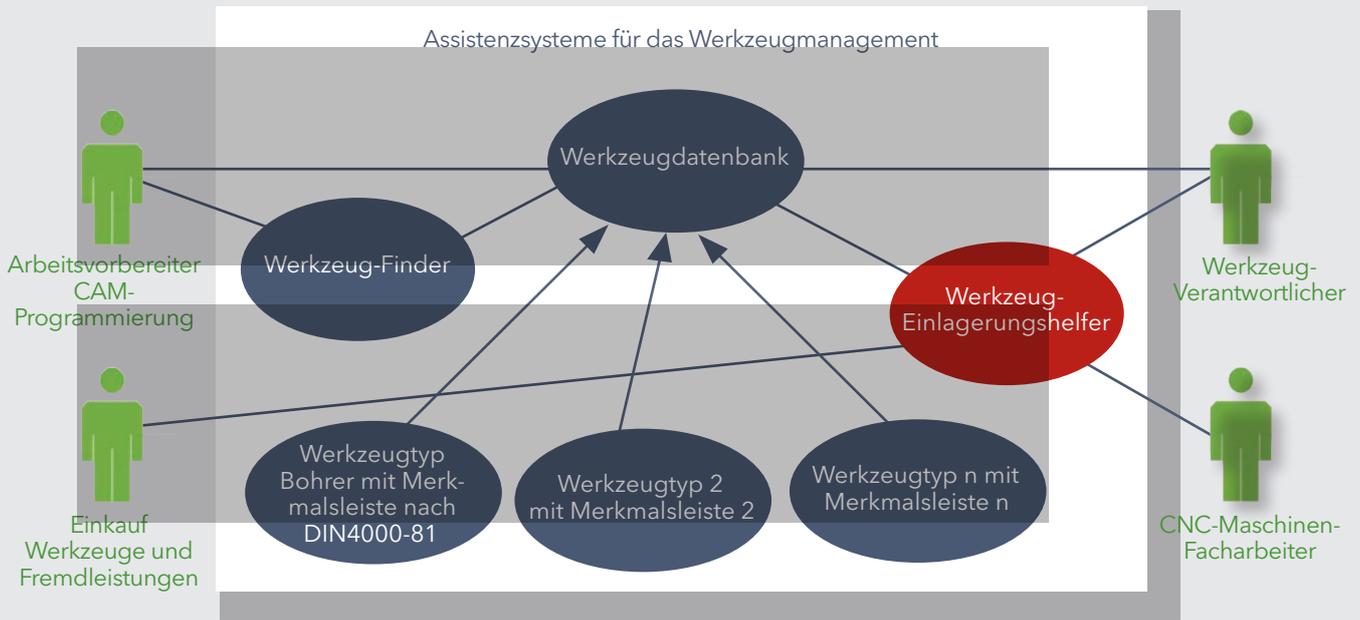


Abbildung 1: Anwendungsfalldiagramm der Werkzeugmanagement-Assistenz

Anschließend wurden die Nutzerthemen zu Assistenzsystemen für das Werkzeugmanagement in zwei Bereiche zerlegt, in einen für die Werkzeugauswahl und in einen für die Werkzeugeinlagerung. Eine Priorisierung führte zu einer Fokussierung auf die Werkzeugeinlagerung zum gegebenen Zeitpunkt. Anschließend wurde die Werkzeugeinlagerung in einzelne Aufgabenpakete zerlegt. In einem ergänzenden Workshop wurden weiterhin Grundlagen des agilen Projektmanagements⁸ und der kollaborativen Zusammenarbeit vermittelt. Das veranlasste die IFR Engineering GmbH zur Nutzung von Cloud-Technologien zur Dokumentenablage und Kommunikation. Die Projektvorlage zur Realisierung des Assistenzsystems zur Werkzeugeinlagerung soll im Anschluss an das Umsetzungsprojekt entweder von einem internen Projektteam oder einem externen Dienstleister der IT-Branche ausgeführt werden. Eine Recherche nach Software-Produkten und -Lösungen für das Werkzeugmanagement führte zu keiner geeigneten Auswahl, die die Anforderungen der IFR Engineering GmbH in Hinblick auf die derzeitige IT-Systemlandschaft erfüllt haben. Insbesondere die individuelle Gestaltung der Software-Lösung für die interne Prozesslandschaft gab den Ausschlag für die eigene Projektrealisierung.

⁸ Vgl. Schwaber, 2004.

Der Einlagerungshelfer für Werkzeuge

Die Anforderungen an die Gestaltung des Assistenzsystems zur Werkzeugeinlagerung wurden überwiegend aus der funktionalen Perspektive betrachtet. Nicht-funktionale Anforderungen wurden überwiegend von allgemeinen und firmeninternen Standards geprägt⁹. Das zentrale Merkmal für den Einsatz des Einlagerungshelfers ist die Anbindung an das ERP-System („Enterprise Resource Planning“) und das CAM-System („Computer-Aided Manufacturing“) des Unternehmens. Über diese Schnittstellen sollen sowohl Informationen über Werkzeuge, Lieferantpreise und andere entscheidungsrelevante Daten verfügbar sein als auch Informationen für die weitere Ressourcenplanung zurückfließen. Ebenso ist eine Schnittstelle zu den Fertigungsanlagen notwendig, sodass automatisiert Informationen zu den Standzeiten aufgenommen werden können. Eine Betrachtung des Werkzeuginformationssystems führte zu der Erkenntnis, dass Werkzeuge bisher nicht eindeutig identifizierbar sind, sodass eine Werkzeug-Datenbank, einerseits zur Datengrundlage des Assistenzsystems und andererseits zur strategischen Vorbereitung eines Werkzeugmanagementsystems¹⁰, implementiert werden soll. Das Technologie- und Architekturkonzept soll unter Verwendung von quelloffener Software als auch offener Standards entwickelt werden

⁹ Vgl. Rupp, 2004; vgl. ISO/IEC 9126.

¹⁰ Vgl. Geib, 1997.

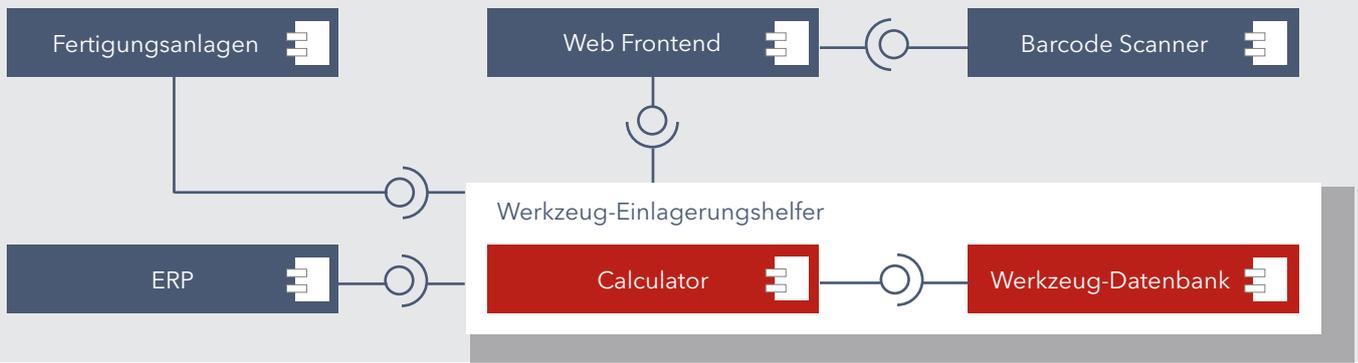


Abbildung 2: Architekturkonzept des Werkzeug-Einlagerungshelfers

und unabhängig von vorhandenen Betriebs- und Datenbanksystemen die nachhaltige Nutzbarkeit fördern. Die Barriere zur Anbindung unterschiedlicher betrieblicher Anwendungen (bspw. Microsoft Excel) und zukünftiger KI-Anwendungen soll somit verringert werden. Abschließend wurde die Forderung nach der Standardisierung der Merkmalsbeschreibungen von Werkzeugen (DIN 4000)¹¹ aufgenommen.

Der grundlegende Aufbau der Architektur setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen (siehe Abbildung 2), die im weiteren Verlauf des Projektes weiter detailliert werden.

Das Herzstück des Assistenzsystems ist die zentrale Recheneinheit ("Calculator"), die die Datenverarbeitung und die Ausführung des Entscheidungsmodells übernimmt. Alle prozessrelevanten Daten werden in der systemeigenen Datenbank gespeichert.

Die Datenbank enthält neben den Basisinformationen zu den Werkzeugen nach DIN-Norm und den Nutzungsdaten (z.B. geplante Standzeiten, Restnutzungszeiten, Wiederbeschaffungskosten, Aufarbeitungskosten etc.) auch die eindeutigen Identifikationsnummern der eingesetzten Werkzeuge.

Die Auftragsdaten und Werkzeugdaten werden aus dem ERP-System bezogen. Über diese Schnittstelle können ebenso Aufträge zur Einlagerung, interne/externe Aufträge zur Nachbearbeitung, sowie die Beschaffung neuer Werkzeuge ausgelöst werden. Das Web-Frontend dient dem Nutzer als Schnittstelle zum Assistenzsystem. Einerseits übermittelt der Nutzer dem System den Barcode des Werkzeugs und erhält andererseits die Information zur weiteren Verwendung des Werkzeugs.

Der Ablauf der Nutzung des Assistenzsystems ergibt sich wie folgt. Nach Beendigung des Fertigungsauftrags kann der Benutzer mittels Barcode-Scanner die Standzeiten aus dem beendeten Auftrag an das System zurückmelden. Die zentrale Recheneinheit gibt dem Benutzer nach Abgleich mit der Datenbank eine Rückmeldung, wie mit dem Werkzeug verfahren werden soll (Entscheidungsproblem). Diese Rückmeldung erfolgt zunächst nach einer regelbasierten Berechnungslogik. Die Entscheidung soll zukünftig algorithmisch auf Basis der historischen Daten erfolgen.

Weiterhin ist eine (teilweise automatische) Ergänzung der Informationen (Hinzufügen, Bearbeiten, Entfernen von Werkzeugen) im System über das Frontend vorgesehen.

Die Komponenten werden im Projekt weiter detailliert und Technologien zugeordnet, die einerseits geringe Kostenaufwände erzeugen und mit den Kompetenzen des Unternehmen IFR Engineering GmbH vereinbar sind.

Ausblick

Das Unternehmen IFR Engineering GmbH erhofft sich eine Vermeidung wirtschaftlicher Verluste durch defekte Werkzeuge und eine zeitliche Verbesserung im Produktionsablauf mit dem Werkzeugeinlagerungshelfer zu erreichen. Die ausgearbeiteten Konzeptansätze sollen im nächsten Schritt mit weiteren Standards der Softwareentwicklung unteretzt und kurzfristig umgesetzt werden. Die Verwendung von Standards soll die zukünftige Erweiterung durch eine Komponente zur automatisierten optimalen Entscheidungsfindung und einem entsprechenden Wissensmanagement vereinfachen. Methoden der Sprach- und Bilderkennung zur Vereinfachung

¹¹ Vgl. DIN 4000, 2019.

und Automatisierung weiterer Arbeitsschritte könnten ebenso zum Einsatz kommen. In weiteren Workshops zu Geschäftsmodellen sind bereits erste Ideen zur weiteren Nutzung der Software entstanden. Eine Veräußerung der Software an andere Zerspanungsunternehmen oder Werkzeuglieferanten als auch der Ausbau der Entscheidungsunterstützung zu einem Service-Modell wären denkbar. Die Erweiterung der Software zur Nutzung in anderen Branchen erfordert weitere Fachexpertise, wird jedoch ebenso in Erwägung gezogen.

Das datengetriebene Anwendungsbeispiel des Werkzeug-Einlagerungshelfers zeigt, welchen Nutzen eine gezielte Datenaufnahme und -verarbeitung im Fertigungsprozess erzeugen kann. Neben der prozessualen Verbesserung ist vor allem der betriebswirtschaftliche Mehrwert ausschlaggebend.

Literatur

- Bergmann, R., Garrecht, M.: „Organisation und Projektmanagement“, Springer Gabler, 2016
- Brunner, F. J.: „Japanische Erfolgskonzepte“, Hanser Verlag, 2017
- Cohn, M.: „User stories applied: for agile software development“, Addison-Wesley, 2004
- DIN 4000-1:2019-03: „Sachmerkmal-Listen - Teil 1: Begriffe und Grundsätze“, Beuth, 2019
- Geib, T.: „Geschäftsprozessorientiertes Werkzeugmanagement“, Gabler Verlag, 1997
- Hofmann, J.: „Die digitale Fabrik: Auf dem Weg zur digitalen Produktion“, VDE-Verlag, 2016
- Mootee, I.: „Design Thinking for Strategic Innovation“, Wiley, 2013
- Rupp, C.: „Requirements-Engineering und -Management“, Carl Hanser Verlag München, 2014
- Statistisches Bundesamt (Destatis): „Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden“, 2018
- Schwaber, K.: „Agile project management with Scrum“, Microsoft Press, 2004
- Stober, T., Hansmann, U.: „Agile software development - Best practices for large software development projects“, Springer, 2010

Autoren



Dipl.-Math. **Matthias Pohl** ist seit 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Very Large Business Application Lab (VLBA) an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und seit 2017 für das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg tätig. Seine Hauptforschungs- und Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Data Science, statistische Modellierung und effizienter Entwurf innovativer IT-Lösungen.



Dipl.-Math. **Peter Schreiber** ist seit 2018 am VLBA Lab der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg als wissenschaftlicher Mitarbeiter für das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg tätig. Seine Themenschwerpunkte sind IT-Anwendungssysteme für mittelständische Wertschöpfungsprozesse in Geschäftsmodellen auf dem Weg zum digitalen Unternehmen.



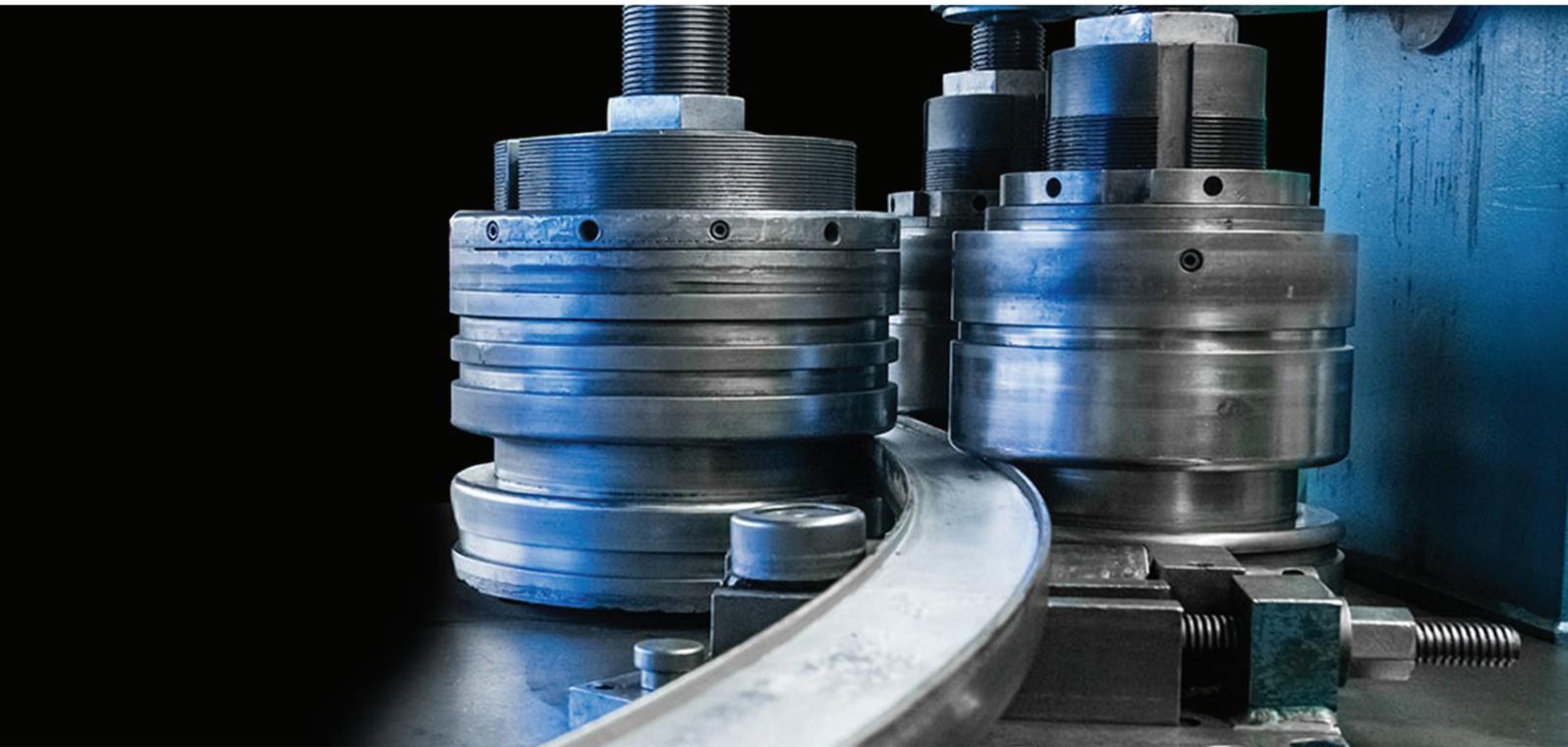
Mag. **Günther Tengg** ist geschäftsführender Gesellschafter der IFR Engineering GmbH. Seit 15 Jahren leitet er das Zerspanungsunternehmen IFR Engineering GmbH in Magdeburg. Schwerpunkt der IFR Engineering GmbH ist die Präzisionszerspanung von Werkstücken für den Maschinenbau. Seine Leidenschaften liegen im Bereich der Logistik sowie in der Effizienzsteigerung im produzierenden Gewerbe.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Magdeburg unterstützt mittelständische Unternehmen beim Einsatz innovativer digitaler Lösungen zur Optimierung innerbetrieblicher Prozesse, Vernetzung von Unternehmen und Entwicklung neuer Geschäftsfelder. Der mittelstandsgerechte Wissenstransfer erfolgt in den Schwerpunkten:

- ▶ Digitale Geschäftsmodelle
- ▶ Digitale Vernetzung & Standardisierung
- ▶ Safety & Security
- ▶ Nutzerfreundlichkeit & Akzeptanz
- ▶ Künstliche Intelligenz & Maschinelles Lernen

www.vernetzt-wachsen.de





Christian Kubik, Thomas Kessler, Dominik Huttel, Peter Groche

Profilbiegen – Industrie 4.0-Ansätze für die Qualitätskontrolle

Das Drei-Rollen-Profilbiegen von Metallbauteilen hat den Vorteil einer hohen Flexibilität hinsichtlich der fertigmöglichen Konturen. Durch den geringen Automatisierungsgrad und die weitgehend manuelle Qualitätskontrolle ist das Verfahren jedoch personal- und zeitintensiv. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt hat gemeinsam mit der Herkules Wetzlar GmbH ein Handmessgerät prototypisch umgesetzt, das die Profilkontur von Biegeteilen erfasst und digitalisiert. Damit können die Prozessnebenzeiten – je nach Biegeteil – um bis zu 70 Prozent reduziert werden. Zusätzlich wurde ein Konzept erarbeitet, das eine durchgängige Produktdatenerfassung und -nutzung vorsieht. Mittel- bis langfristig können so die Prozessabläufe in Produktion sowie Wissens- und Qualitätsmanagement verbessert werden.

Hintergrund: Profilbiegen

Gebogene Profile haben als Struktur- und Designelemente ein breites Anwendungsspektrum, vom Schienen- und Schiffsbau bis hin zum Automobilbau und Baugewerbe. Daraus resultiert eine Vielzahl

unterschiedlicher Profilmaterialien, -querschnitte, -konturen und -größen. Das Drei-Rollen-Profilbiegen ist flexibel genug, um dieser Produktvielfalt fertigungstechnisch gerecht zu werden. Durch seine nicht werkzeuggebundene Formgebung ist es zum einen möglich, mit einfachen Werkzeugen eine Vielzahl von Profilkonturen zu fertigen und zum anderen auf Schwankungen der Halbzeugeigenschaften zu reagieren. Die hohe Prozessflexibilität geht jedoch mit einem hohen Personal- und Zeitaufwand zum Einstellen des Prozesses einher. Grund hierfür ist der geringe Automatisierungsgrad.

Insbesondere die auf die Qualitätskontrolle entfallenden Prozessnebenzeiten tragen zu dem hohen Personal- und Zeitaufwand bei. Dies betrifft vor allem die manuelle Vermessung der Profilkontur und Anpassung des Biegeprozesses.

Der hohe Zeit- und Personalaufwand erhöhen die Kosten der Biegeteulfertigung. In Kombination mit einem zunehmenden Fachkräftemangel gefährdet dies die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen am Produktionsstandort Deutschland und stellt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor Herausforderungen.

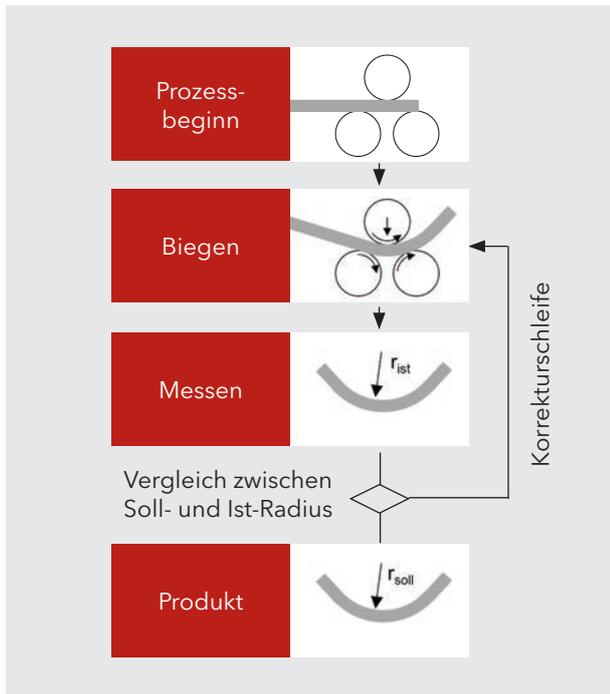


Abbildung 1: Prozessführung beim Drei-Rollen-Profilbiegen (vgl. Kessler et al. (2018))

Industrieller Standard im Drei-Rollen-Profilbiegen

Abbildung 1 zeigt schematisch den Prozessablauf beim Drei-Rollen-Profilbiegen. Zunächst wird das Profil in die Biegemaschine eingelegt und basierend auf der Erfahrung des Personals in einer ersten Biegung umgeformt. Anschließend wird die Profilkontur meist manuell vermessen – mithilfe von Schablonen, 1:1-Anrissen auf dem Hallenboden und Ersatzgrößen wie Sekanten- und Stichmaßen zur Bestimmung des Biegeradius. Stimmen die erfassten Biegeradien und Konturdaten nicht mit der Soll-Geometrie des zu fertigenden Bauteils überein, wird eine Korrekturbiegung vorgenommen. Dies erfolgt solange, bis das Sollmaß erreicht ist. Bei Bauteilen mit Profillängen von bis zu 24 Metern können sich diese Nebenzeiten auf bis zu 70 Prozent der Gesamtprozesszeit aufsummieren. Zusätzlicher Zeitaufwand fällt meist noch an, wenn eine Dokumentation des Prozesses erstellt werden soll, da diese in der Regel ebenfalls nicht automatisch bzw. digital erfolgt.

Der industrielle Standard im Drei-Rollen-Profilbiegen ist demnach stark durch das bedienende Personal geprägt: Für die Anpassung des Prozesses und die Fertigung eines Biegeteils sind die Erfahrung und das Wissen des Personals wesentliche Erfolgsfaktoren. Damit weist das Drei-Rollen-Profilbiegen

im Vergleich zu anderen industriellen Fertigungsverfahren einen sehr geringen Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad auf. Dies liegt auch daran, dass es an industrietauglicher Messtechnik zur Erfassung der Profilgeometrie mangelt. Um die Grundlagen für eine industrielle Umsetzung von Automatisierungslösungen zu schaffen und das Personal bei der Prozessführung zu unterstützen, besteht daher noch ein hoher Entwicklungsbedarf.

Qualitätskontrolle bei der Herkules Wetzlar GmbH

Die in Solms-Oberbiel ansässige Herkules Wetzlar GmbH hat ihre Kernkompetenz im Bereich des Biegemaschinenbaus sowie der Lohnfertigung von gebogenen Profilen. Das Produktspektrum in der Lohnfertigung umfasst dabei Querschnittsgrößen von wenigen Millimetern bis hin zu mehreren hundert Millimetern und Profillängen bis zu 24 Metern. Um die Qualitätskontrolle der Biegeteile einfacher und effizienter zu gestalten und die Grundlagen für eine Prozessautomatisierung zu schaffen, wandte sich die Herkules Wetzlar GmbH an das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt.

Zu Beginn der Zusammenarbeit führten die Experten des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt gemeinsam mit den Mitarbeitern der Herkules Wetzlar GmbH eine Analyse vorhandener Messsysteme zur Konturvermessung durch. Sie ergab, dass die bestehenden technischen Messverfahren nicht ausreichend genau oder nur eingeschränkt einsetzbar sind. Um Profilkonturen in der Fertigung mit der industriell geforderten Genauigkeit vermessen zu können, wurde daher ein neues Messkonzept verfolgt.

Prototypische Umsetzung eines Handmessgeräts

Gemeinsam entwickelten die Experten des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Darmstadt mit der Herkules Wetzlar GmbH ein prototypisches Handmessgerät zur Erfassung und Digitalisierung der Profilkonturen von Biegeteilen.

Abbildung 2 zeigt die Funktionsweise des Messgeräts: Durch manuelles „Abfahren“ des Biegeteilprofils erfasst das Messgerät die Profilkontur.

Die gewonnenen Konturdaten dienen einerseits dazu, die Krümmung in Abhängigkeit von der Bogenlänge des Profils zu ermitteln und ermöglichen es andererseits, die Profilkontur als Ganzes zu rekonstruieren.

Die Messergebnisse werden dem Anlagenbediener digital zur Verfügung gestellt und visualisiert. So kann das Personal durch einen digitalen Soll-Ist-Abgleich der Profilkontur Abweichungen einfach und zeitsparend quantifizieren und lokalisieren.

Um die Messgenauigkeit des Handmessgeräts zu untersuchen, wurden die Außenkonturen verschiedener Profile mit dem entwickelten Prototyp und mit einem optischen 3D-Scanner gemessen. Anschließend wurden die digitalisierten Konturen anhand des Biegewinkels und der Konturabweichung abgeglichen. Der Abgleich der Messergebnisse zeigte sehr geringe Abweichungen.

Neben der Umsetzung des Handmessgeräts erarbeiteten die Experten des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Darmstadt mit der Herkules Wetzlar GmbH ein Konzept zur ganzheitlichen Nutzung der gewonnenen Produktdaten in der Fertigung von Biegeteilen (siehe Abbildung 3). Alle Daten der Auftragsabwicklung, Produktentwicklung und Beschaffung – vom Auftrag über die Ressourcen- und Fertigungsplanung (ERP und MES) sowie das Produktdatenmanagement (PDM) bis hin zur Bauteilkonstruktion (CAD) – werden zentral gespeichert und mit den, über das Handmessgerät erfassten, tatsächlichen Produktdaten verknüpft.

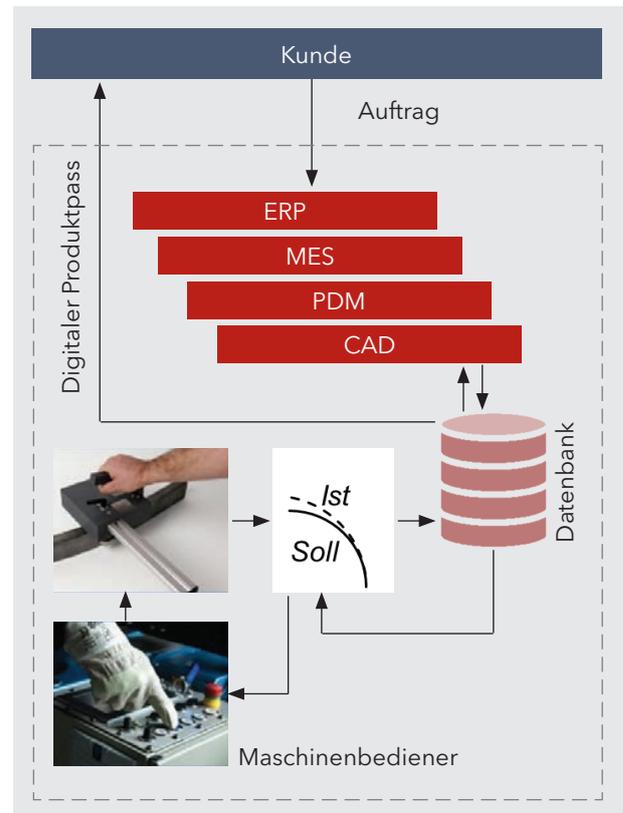


Abbildung 3: Ganzheitliche Datennutzung in der Produktion von Biegeteilen

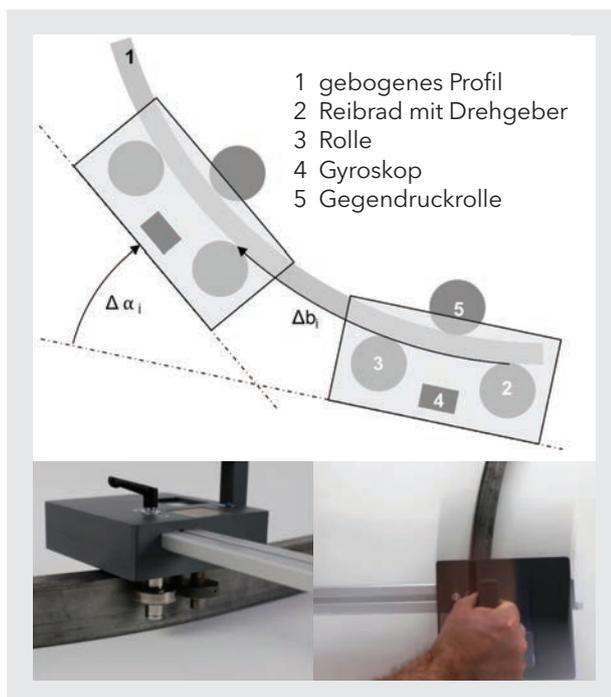


Abbildung 2: Funktionsprinzip des Messgeräts und Prototyp (vgl. Kessler et al. (2018))

Direkter und perspektivischer Nutzen für die Herkules Wetzlar GmbH

Ein direkter Nutzen des Handmessgeräts für die Herkules Wetzlar GmbH ist der messtechnisch erfasste Soll-Ist-Vergleich der Profilkontur von Biegeteilen und die daraus resultierende Zeitersparnis bei der Qualitätskontrolle. Bei der Herkules Wetzlar GmbH macht diese Zeiteinsparung – je nach Biegeteil – zwischen 30 und 70 Prozent aus.

Durch eine Realisierung des Konzepts zur ganzheitlichen Datennutzung wird zudem eine durchgängige Produktdatenerfassung möglich. Die so gesammelten Informationen können dann mittel- bis langfristig für die weitere Prozessverbesserung genutzt werden:

- In der Produktion: Durch die mit dem Handmessgerät gesammelten Daten werden die einzelnen Prozessschritte transparenter. Mittel- bis langfristig können so optimierte, standardisierte Prozessfolgen definiert werden und Abläufe für die Bauteilrückverfolgung abgeleitet werden. Dies trägt zur weiteren Verringerung der Durchlaufzeiten bei.

- ▶ Im Wissensmanagement: Durch die Aufbereitung von Prozessdaten zur Bereitstellung des Wissens und der Produktionshistorien kann das bedienende Personal bei der Prozessführung unterstützt und die Ausbildungszeit neuer Fachkräfte verkürzt werden.
- ▶ Im Qualitätsmanagement: Durch die digitale Produktdatenerfassung kann die Qualitätssicherung unterstützt und deren (digitale) Dokumentation erleichtert werden. Denkbar ist auch, die digitalen Produktdaten für die Nachweispflicht nach ISO 9001:2015 (Qualitätsmanagement) einzusetzen.
- ▶ Im Customer Relationship Management: Wird das Konzept zur ganzheitlichen Datennutzung umgesetzt, können Auftrag und Produkt in einem „digitalen Produktpass“ miteinander verknüpft werden. Dadurch können den Kunden der Auftragsstatus und die erhobenen Produktdaten bereitgestellt werden.

Fazit und Ausblick

Das Handmessgerät hat das Potenzial, sich in der industriellen Fertigung als Messmittel zu etablieren. Bei der Vermessung komplexer Profilkonturen spart es viel Zeit gegenüber manuellen Vermessungsmethoden.

Zugleich wird durch die digitale Produktdatenerfassung mit dem Handmessgerät das Fundament für erste Industrie 4.0-Ansätze gelegt: Die Digitalisierung und Überwachung von Bauteileigenschaften stellen eine Grundlage für die langfristige Produktionsoptimierung und -vernetzung dar.

Das mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt durchgeführte Umsetzungsprojekt und die erarbeiteten Ergebnisse lieferten den Impuls für ein weiterführendes Projekt der Herkules Wetzlar GmbH in Kooperation mit dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der TU Darmstadt. Dieses wird im Rahmen von Hessen Modellprojekte aus Mitteln der *LOEWE - Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben* gefördert. Im Rahmen dieses Projekts wird unter anderem das Handmessgerät weiterentwickelt. Teile der in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse stammen aus diesem Projekt.

Literatur

Kessler T., Huttel D., Kilz J., Groche P.: Profilbiegen 4.0 -Roadmap für die Automatisierung des Drei-Rollen-Profilbiegens, In: 13. Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt (Tagungsband), 2018

Kessler, T., Traub, T.; Groche, P.: Perspektiven der Automatisierung von Biegeprozessen, In: 33. ASK Umformtechnik (Tagungsband), Aachen, 2019

Autoren



M. Sc. **Thomas Kessler** ist seit 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) tätig. In der Fachabteilung Prozessketten und Anlagen sind seine Forschungsschwerpunkte Prozessautomatisierung und Sensorsysteme im Bereich der Profilumformung.



M. Sc. **Christian Kubik** ist seit 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) tätig. In der Fachabteilung Prozessketten und Anlagen ist sein Forschungsschwerpunkt die Prozessanalyse in der Blechumformung als Grundlage einer digitalen Produktion.



Dr.-Ing. **Dominik Huttel** promovierte 2015 am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) und übernahm im Anschluss die Geschäftsführung der Herkules Wetzlar GmbH.



Peter Groche, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., ist seit 1999 Leiter des Instituts für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt.

Mit praxisorientierten Angeboten begleitet das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt produzierende mittelständische Unternehmen zu folgenden Schwerpunkten bei der Digitalisierung:

- ▶ Arbeit - Auswirkungen des digitalen Wandels für die Arbeitswelt erkennen und nutzen
- ▶ Effizienz - Unternehmensprozesse mit digitalen Technologien optimieren
- ▶ Energie - Einsparpotenziale der Digitalisierung erkennen und realisieren
- ▶ Ideen - Chancen des digitalen Wandels erkennen und neue Geschäftsmodelle entwickeln
- ▶ Sicherheit - IT-Risiken der digitalen Vernetzung effizient adressieren

www.kompetenzzentrum-darmstadt.digital



```

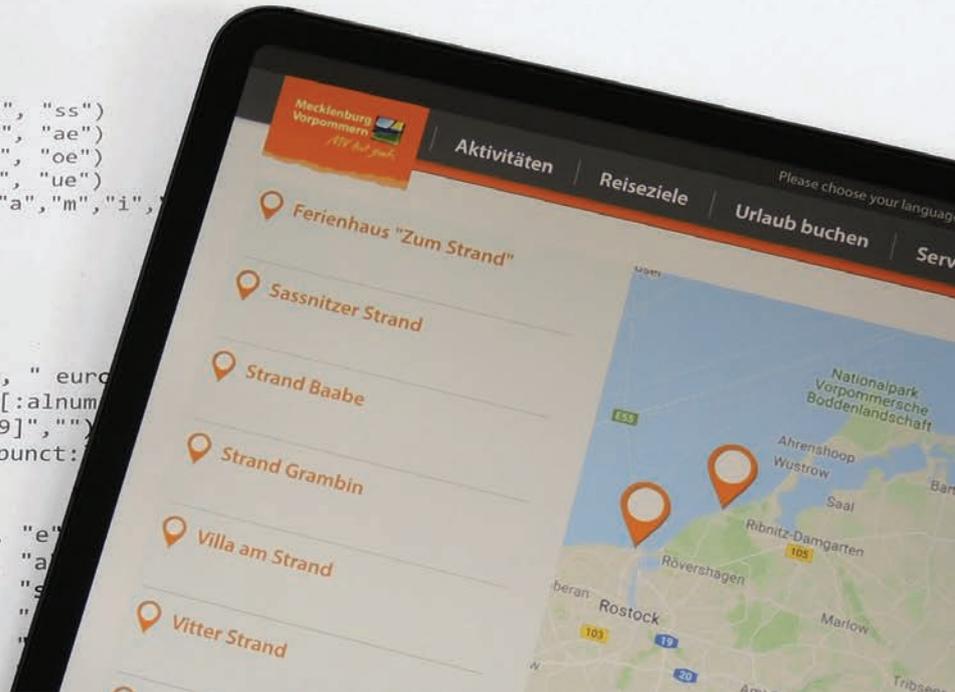
x_tmv <- readRDS("Daten_PL.rds")
x_tmv <- x_tmv[,1:4]
onlineKat <- readRDS("x_tmv_onlineKat.rds")
x_tmv <- cbind(x_tmv, onlineKat)

myStopwords <- stopwords(kind="german")
myStopwords <- str_replace_all(myStopwords, "ß", "ss")
myStopwords <- str_replace_all(myStopwords, "ä", "ae")
myStopwords <- str_replace_all(myStopwords, "ö", "oe")
myStopwords <- str_replace_all(myStopwords, "ü", "ue")
myStopwords <- c(myStopwords, "e", "v", "s", "de", "a", "m", "i",
                 "wurde", "beim")

create.preprocessing_tmv <- function(x_tmv){
  for(i in c(2,3,4)){
    x_tmv[,i] <- tolower(x_tmv[,i])
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "€", " euro")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "[^:alnum")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "[0-9]", "")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "[[:punct:"))
    x_tmv[,i] <- stripWhitespace(x_tmv[,i])

    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "é", "e")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "à", "a")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "ß", "s")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "ä", "a")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "ö", "o")
    x_tmv[,i] <- str_replace_all(x_tmv[,i], "ü", "u")
  }
}

```



Rabea Aschenbruck, Gero Szepannek

Einsatz von KI zur Qualitätssicherung

Die Auswertung großer Datenmengen kann in fast allen Bereichen dabei helfen, vorhandene Potenziale zu identifizieren. Dabei sind Verfahren des maschinellen Lernens ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Sie erfordern aber eine ausreichende Datenqualität. Durch den Einsatz trainierter Machine Learning Modelle können Zeit- und Personalressourcen in Prozessen optimiert werden.

Umsetzung in der Praxis

In einem Pilotprojekt hat das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Rostock gemeinsam mit dem Tourismusverband Mecklenburg-Vorpommern e.V. die Datenbank der Points of Interest (Abk.: POIs; hier: touristisch interessante Orte)¹ für das gesamte Bundesland überprüft und analysiert (s. Abbildung 1).

Die in der Datenbank enthaltenen POIs sind dabei in Kategorien eingeteilt, beispielsweise Unterkünfte, Restaurants, verschiedene Freizeitaktivitäten oder Ausflugstipps in die Natur. Derzeit erfolgt die Zuweisung eines neuen Datenbankeintrags in eine der

vorhandenen 77 Kategorien händisch. Diese manuelle Vorgehensweise hat neben der zeitlichen Komponente für den Mitarbeitenden den Nachteil, dass stets eine subjektive Einordnung des touristisch sehenswerten Ortes durchgeführt wird. Ziel dieser Untersuchung war es, Verfahren zu bewerten, die POI-Daten automatisiert analysieren und in Kategorien einteilen. Die Automatisierung erleichtert die Arbeit in der Qualitätssicherung und -entwicklung.

Vorgehen beim Einsatz von maschinellem Lernen

Im Allgemeinen folgt der Prozess der Analyse der Daten den folgenden fünf Schritten:

1. Beschaffung der Daten,
2. Datenvorverarbeitung,
3. Modifikation der Daten,
4. Data Mining und
5. Interpretation.

¹ Tourismusverband Mecklenburg-Vorpommern e. V. (2019).
URL: <https://www.auf-nach-mv.de>



Abbildung 1: Screenshot der Suchmaske nach POIs (Webseite: www.auf-nach-mv.de)

Grundsätzliches Ziel dieses mehrstufigen Prozesses, genannt KDD (engl. *Knowledge Discovery in Databases*, Abbildung 2)², ist die Identifikation von Strukturen, Abhängigkeiten und Mustern in Daten.

Dazu sucht bei dem Einsatz von maschinellen Lernverfahren (engl. Machine Learning) ein Computeralgorithmus in Daten nach diesen Strukturen und Zusammenhängen³. Anschließend können die gewonnenen Erkenntnisse automatisiert auf neue Daten übertragen werden.

Durch die zunehmende Digitalisierung werden immer mehr Daten erfasst und gespeichert. Nahezu bei allen Anwendung werden Daten hinterlassen – oft sogar freiwillig vom Nutzer preisgegeben⁴. Um diese Daten effizient nutzen zu können wird die Fähigkeit zur Dateninterpretation immer wichtiger. Hierbei gilt zusätzlich: **Je höher die Qualität ist, desto wertvoller sind diese Daten und die daraus resultierenden Analyseergebnisse.**

Viele Unternehmen verfügen über große Mengen an Textdaten, beispielsweise aus Gästeanfragen oder Kundenfeedback. Diese Daten automatisiert in

² Azevedo/Santos (2008).

³ James et al. (2013).

⁴ Wirtschaftswoche, Krooker's look @ IT: <https://blog.wiwo.de/look-at-it/2018/11/27/weltweite-datenmengen-sollen-bis-2025-auf-175-zetabyte-wachsen-8-mal-so-viel-wie-2017/>

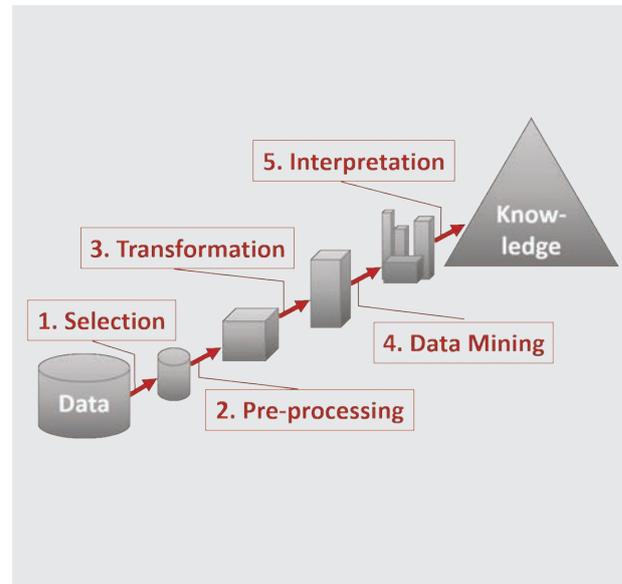


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Knowledge Discovery in Databases-Prozess

Klassen einzuteilen (bspw. in positives und negatives Feedback zu sortieren, um insbesondere auf negatives Feedback schnell reagieren zu können) kann einen enormen wirtschaftlichen Vorteil bedeuten.

Open Source Software R

Die Durchführung des Projekts erfolgte mit Hilfe der **frei verfügbaren Datenanalyse-Software R**⁵. Die Open Source Software R ist eine der verbreitetsten Programmierumgebungen für Statistik und Datenanalyse. Neben dem finanziellen Aspekt, welcher gerade für kleine und mittelständische Unternehmen ein Anreiz zur Umstellung von zum Teil hochpreisigen Alternativen darstellt, bietet die Open Source Eigenschaft einen weiteren entscheidenden Vorteil: Durch die diversen Erweiterungen ist der Anwender mit R in der Lage, unter Anderem alle gängigen Datenformate einzulesen und auch direkt auf Datenbanken zugreifen zu können. Zur Auswertung stehen verschiedenste Analysemethoden zur Verfügung. Die große Anzahl an Nutzern bietet darüber hinaus online frei verfügbaren Zugriff auf zahlreiche Hilfestellungen die gerade kleinen Unternehmen im Vergleich zu anderer Analysesoftware einen leichten Einstieg ermöglichen.

⁵ R Core Team (2019).

Voraussetzungen

Datenmenge und Datenqualität spielen eine entscheidende Rolle beim Einsatz von maschinellen Lernverfahren. **Da die Automatisierung und das sogenannte „Lernen“ der Verfahren auf Grundlage von gefundenen Mustern in den Daten geschehen, wird eine hinreichend große Datenmenge zum Training benötigt.** Je mehr Daten zur Verfügung stehen, desto treffsicherer ist im Allgemeinen das resultierende Modell.

Eine niedrige Datenqualität könnte andersherum dazu führen, dass der Algorithmus falsche Zusammenhänge erlernt. Sind zum Beispiel in den vorhandenen Daten der POIs Cafés von Freizeiteinrichtungen auch oft als Restaurant klassifiziert. So würden in der Konsequenz durch den trainierten Algorithmus auch andere Freizeiteinrichtungen als Restaurant erkannt werden. Auch können aus demselben Grund einseitige Stammdaten das Machine Learning Modell negativ beeinflussen (man spricht in diesem Kontext auch von Verzerrung oder engl. Bias). Beispielsweise gelang es der Firma Amazon nicht, Stellenbewerbungen durch einen Algorithmus geschlechtsneutral zu bewerten. Aus dem überproportionalen Anteil männlicher Einstellungen des Unternehmens in der Vergangenheit hatte das maschinelle Lernverfahren gelernt, Männer zu bevorzugen⁶. **Es ist wesentlich, repräsentative Daten von hoher Qualität zum Training maschineller Lernverfahren zu nutzen.**

Durchführung von Text Mining

Eine spezielle Form von Verfahren zur maschinellen Analyse von Textdaten sind Methoden des Text Mining⁷. Dabei werden Informationen zum Inhalt aus Wörtern, Sätzen oder ganzen Texten extrahiert. Die in Textform vorliegenden Daten werden dabei häufig auch als unstrukturierte Daten bezeichnet. Gerade die Analyse solcher Textdaten ist durch Mitarbeitende in der Regel nur mit sehr hohem zeitlichem Aufwand zu leisten, wie etwa bei der Analyse von Kundenfeedback. Der Einsatz von Text Mining Verfahren läuft im Allgemeinen nach dem folgenden Schema ab.

Datenvorverarbeitung (Preprocessing)

Damit Machine Learning Modelle Informationen aus Textdaten erhalten, müssen diese Daten zuerst vereinfacht werden. Die Datenvorverarbeitung hat im Zusammenhang mit dem Einsatz von Text Mining

Verfahren einen zentralen Stellenwert⁸: Es werden in den Texten unter anderem Groß- und Kleinschreibung sowie Satzzeichen entfernt und irrelevante Füllwörter wie beispielsweise „und“, „mit“ und „da“ gelöscht. Abbildung 3 veranschaulicht die beschriebenen typischen Prozessschritte der Datenvorverarbeitung im Text Mining.



Abbildung 3: Beispiel einer Textvorverarbeitung und Standardisierung

Zum Schluss wird die Häufigkeit von den aussagekräftigen Wörtern für jeden Text gespeichert. Die so extrahierten Informationen werden anschließend zur Entwicklung des Machine Learning Modells, dem sogenannten Training, genutzt.

Training des Modells

Auf Grundlage der Auftretenshäufigkeiten und den bekannten Klassenzugehörigkeiten der Datenbankeinträge wird ein maschinelles Lernverfahren angepasst. Dieses weist neuen POIs in der Datenbank automatisch entsprechende Kategorien zu.

Der Algorithmus soll selbstständig Strukturen oder Muster bzw. Zusammenhänge in den Daten erkennen, die den interessierenden Aspekt der Daten beschreiben. Im Anwendungsfall sind dies die Kategorien der touristisch interessanten Orte, die durch ein sogenanntes Multi-Label-Klassifikationsverfahren automatisch erkannt werden sollen.

Zum Training des Modells wird in aller Regel nur ein Teil der Daten verwendet. Der ungenutzte (meist kleinere) restliche Teil der Daten wird für die Bewertung des angepassten Modells benötigt und als Validierungsdaten bezeichnet.

⁶ <https://www.theguardian.com/technology/2018/oct/10/amazon-hiring-ai-gender-bias-recruiting-engine>

⁷ Robinson/Silge (2017).

⁸ Meyer et al. (2008).

Validierung

Um die Qualität des Modells zu bewerten, wird das angepasste Modell auf diese neuen (also nicht für das Training des Modells verwendeten) Validierungsdaten angewendet und der Output des Modells mit dem gewünschten Resultat verglichen. So kann die Vorhersagekraft des Modells unter realistischen Bedingungen bewertet werden. Mit dieser Vorgehensweise wird verhindert, dass ein Modell einfach nur die Trainingsdaten auswendig lernt und diese perfekt vorhersagt. Dieses unerwünschte Phänomen wird auch als Überanpassung eines Modells (engl. overfitting) bezeichnet. In dem Fall würde ein Modell eine schlechte Vorhersage für Daten erzeugen, die nicht in den Trainingsdaten vorkommen. Aber gerade dies ist die Aufgabe eines trainierten Machine Learning Modells.

Fazit

Der Artikel beschreibt die Prozessschritte und Verfahren zur automatisierten Auswertung großer Mengen an Textdaten, wie sie in vielen Unternehmen anzufinden sind am Beispiel der Qualitätsverbesserung einer Tourismusdatenbank. Die Analyse der POI-Datenbankinhalte durch das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Rostock verdeutlicht das Potenzial einer automatisierten Verarbeitung von Daten. Es konnten durch die Analyseergebnisse konkrete Ansatzpunkte zur Steigerung der Datenbankqualität ermittelt werden. Anhand der Beschreibungen der touristisch interessanten Orte kann bei guter Datenqualität automatisiert eine Zuweisung in die verschiedenen Kategorien erfolgen.

In Abbildung 4 ist beispielhaft die automatische Zuordnung von „Alte Boote - Törns & Meehr“ anhand der Kurzbeschreibung gezeigt. Dieser POI werden mit hoher Wahrscheinlichkeit richtigerweise die Kategorien Segelbootvermieter und Anbieter von Boots-/Schiffsausflügen zugewiesen. Den möglichen anderen 75 Kategorien weist der Algorithmus eine geringere Wahrscheinlichkeit zu.

Alte Boote - Törns & Meehr

Vermietung traditioneller hölzerner Fischerjollen zum Rudern und Segeln, Törns unter Anleitung - jeder kann Segeln, Bootsrestaurierungen und Verkauf, Fertigung von Masten u. Riemen u.a. Zubehör, Neubau der Fischländer Segelschlitten und Peikschlitten nach historischem Vorbild, feine Holzarbeiten und Fertigung regionaltypischer Giebelzeichen, Verkauf und Vermietung maritimer Dekoration

- ✓ **Segelbootvermieter: 0.999**
- ✓ **Anbieter von Boots-/Schiffsausflügen: 0.414**
- **Historische Bauwerke: 0.286**

Abbildung 4: Ausgabe der 3 Kategorien mit der höchsten Wahrscheinlichkeit des angepassten Machine Learning Verfahrens

Einsatzmöglichkeiten in KMU

Mit Hilfe von maschinellem Lernen ist es möglich, gerade auch in kleinen und mittelständischen Unternehmen die zunehmende Masse an (Text-)Daten auszuwerten und vorhandene Potenziale zu nutzen. Insbesondere bei einer großen Anzahl an Daten und einer immer wiederkehrenden Analyse schont die automatisierte Auswertung Zeit- und Personalressourcen.

Mögliche Einsatzgebiete von Text Mining liegen beispielsweise in der automatisierten Analyse von Online-Kundenfeedback⁹. Hierbei ist es enorm wichtig, zeitnah reagieren zu können. Daher bietet sich eine automatisierte Analyse und Zusammenfassung der Kundenmeinungen an. Ein weiterer Einsatz ist beispielsweise die automatisierte thematische Einteilung von eMail-Kundendienstankfragen. Wenn diese Anfragen maschinell in verschiedene Kategorien eingeteilt werden, dann kann dem zuständigen Mitarbeiter die Anfrage ohne zeitliche Verzögerung durch manuelle Durchsicht weitergeleitet werden.

⁹ Tetzlaff et al. (2019).

Literatur

- Azevedo, A., Santos, M. F. (2008). KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview, Europ. Conf. Data Mining (IADIS), p. 182-185.
- Meyer, D., Hornik, K., Feinerer, I. (2008). Text Mining Infrastructure in R, Journal of Statistical Software, 25 (5), p. 1-54.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Springer, New York.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Robinson, D., Silge, J. (2017). Text Mining with R, O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA.
- Tetzlaff, L., Rulle, K., Szepannek, G., Gronau, W. (2019): A Customer Feedback Sentiment Dictionary - Towards Automatic Assessment of Online Reviews, European Journal of Tourism Research 23, p. 28-39.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Rostock unterstützt kleine und mittelständische Unternehmen in den Bereichen Gesundheit, Tourismus und Medizintechnik mit kostenlosen Informationsveranstaltungen, Praxisvorträgen oder Schulungen rund um das Thema Digitalisierung.

Inhaltliche Schwerpunkte liegen unter anderem bei

- ▶ der Prozessoptimierung hinsichtlich digitaler Innovationen
- ▶ der Unterstützung zum Einsatz von Machine Learning Verfahren
- ▶ spezialisierten Prüf- und Prozessverfahren in der Medizintechnik
- ▶ der interaktiven Herausarbeitung von individuellen Digitalisierungsstrategien für KMU

www.kompetenzzentrum-rostock.digital



Autoren



Rabea Aschenbruck, M.Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Stralsund. Nach dem Statistik-Studium an der technischen Universität Dortmund liegt der Aufgabenschwerpunkt im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Rostock auf Datenanalysen in kleinen und mittelständischen Unternehmen und der Vermittlung und der Weitergabe von diesem Wissen in Schulungen.



Seit 2016 bekleidet **Gero Szepannek** die Professur für Statistik und Wirtschaftsmathematik an der Hochschule Stralsund. Dort widmet er sich in seiner Forschung besonders den Gebieten Machine Learning sowie Data Literacy.

Seine Doktorarbeit verfasste er an der Schnittstelle von Statistik, maschinellem Lernen und automatischer Spracherkennung an der TU Dortmund in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für digitale Medientechnologie (IDMT, Ilmenau). Von 2009 an arbeitete er für sieben Jahre als Head of Scoring and Rating Models für die Santander Consumer Gruppe.



Jörg Becker, Michael Schnaider, Ann-Kristin Cordes, Benjamin Barann, Andreas Hermann, Torsten Gollhardt

Vorgehensmodell zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle

Digitalisierung ermöglicht es Unternehmen nicht nur, ihr wirtschaftliches Handeln für mehr Effizienz neu zu strukturieren und zu automatisieren. Digitalisierung führt auch zu einem erhöhten Aufkommen digitaler Daten, die - den passenden Einfall vorausgesetzt - für neue, datengetriebene Geschäftsmodelle genutzt werden können. Der nachstehende Beitrag stellt einen Ansatz vor, wie es mithilfe eines systematisierten Vorgehens besser gelingen kann, den „passenden Einfall“ zu identifizieren und dafür die nötigen technologischen Schritte zur Nutzung von digitalen Daten für die Wertschöpfung zu planen.

Daten intelligent nutzen

Bereits seit einigen Jahren erobern Unternehmen, die mit digitalen Daten Geld verdienen, den Markt. Doch wie genau funktionieren solche Geschäftsmodelle? Bei datengetriebenen Geschäftsmodellen geht es darum, Daten die einen Mehrwert haben, zu

sammeln, diese zu interpretieren und anschließend mit relativ geringem Aufwand daraus abgeleitete Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen. Dabei kann es sich beispielsweise um personenbezogene Daten, Absatzzahlen oder Informationen zu Angebot und Nachfrage handeln. Zugleich können die Daten auch dazu genutzt werden, um die Effizienz von Geschäftsprozessen im eigenen Unternehmen zu steigern.

Bevor es jedoch an die Entwicklung eines datengetriebenen Geschäftsmodells geht, gilt es einiges zu beachten. Eine zentrale Voraussetzung ist es, die eigenen Datenvorkommen¹ wahrzunehmen. So stellen das Sammeln und Bereitstellen von Daten nur den ersten Schritt dar. Viel wichtiger ist die Interpretation dieser Daten und das Wertschöpfungspotential, das sich daraus erschließen lässt. Zudem müssen geeignete Technologien für die Umsetzung zur Verfügung stehen.

¹ Z. B. Stamm- und Bewegungsdaten, Produktions- und Maschinendaten, Daten zur Produktqualität, etc.

Ein weiterer, oftmals übersehener Punkt ist, dass Unternehmen, die schon länger am Markt etabliert sind, andere Voraussetzungen haben als z. B. digitale Startups. Bei etablierten Unternehmen ist typischerweise ein Großteil der vorhandenen Ressourcen bereits gebunden und die „Experimentierbereitschaft“ zur Entwicklung eines datengetriebenen Geschäftsmodells ist geringer. Um das „experimentelle Risiko“ zu reduzieren, soll im Folgenden ein Vorgehensmodell vorgestellt werden, dass bei der Entwicklung eines datengetriebenen Geschäftsmodells helfen kann. Ziel ist es dabei,

- ▶ datenbezogene Wertschöpfungspotentiale innerhalb des eigenen Unternehmens zu identifizieren,
- ▶ geeignete Technologien für die Realisierung zu bestimmen und
- ▶ die Lücke zwischen Ist- und Soll-Zustand, die sich bezüglich der nötigen technologischen und organisatorischen Reife des Unternehmens auftut, zu erfassen und zu bewerten.

Herausforderungen digitaler Veränderung

Digitale Transformation ist ein kontinuierlicher und sich wiederholender Veränderungsprozess mit dem Ziel, durch den Einsatz von digitalen Technologien positive Effekte auf die Effizienz der Unternehmensprozesse zu bewirken und veränderten Kundenanforderungen gerecht zu werden. Diese Veränderungen wirken allerdings nicht nur innerhalb der digitalisierenden Unternehmen, sondern führen zu veränderten Voraussetzungen und neuen Anforderungen an die bisherige Geschäftstätigkeit der Unternehmen.

Aus diesem Grund suchen Unternehmen nach geeigneten Wegen, ihr Geschäftsmodell auf den Prüfstand zu stellen und an die Veränderungen durch neue (digitale) Technologien anzupassen. Die vorhandenen technologischen Möglichkeiten auszunutzen und in Innovationen für das eigene Unternehmen umzusetzen, spielen dabei eine wichtige Rolle.

Herausforderung 1: Anpassung des Geschäftsmodells an digitale Veränderung

Die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft auf Unternehmens- wie auf Konsumentenseite bewirkt, dass zuvor gültige Regeln außer Kraft gesetzt werden. War es etwa vor Jahren noch von Vorteil, in der Nähe der Kunden ansässig zu sein, seine Produkte am Ort verfügbar zu haben oder Leistungen vor Ort erbringen zu können, verliert dies in der digitalisierten Welt zunehmend an Bedeutung. Es sind neue

Regeln entstanden, die insbesondere aufgrund des Einsatzes von digitalen Technologien hervorgerufen werden. Anforderungen wie ständige Erreichbarkeit (z. B. über digitale Kundenschnittstellen), mehr Individualisierung (z. B. aufgrund digitaler Konfiguratoren), aber auch höherer Kosten- und Preisdruck aufgrund höherer Transparenz und größerer Konkurrenz sind ein Teil der Wahrheit. Doch auch vielfältige Chancen, etwa aufgrund einer größeren Sichtbarkeit oder aufgrund der Erreichbarkeit neuer Kundensegmente, bieten sich an. Dies alles erfordert es, das eigene Geschäftsmodell kritisch zu beleuchten und anzupassen.

Herausforderung 2: Digitale und datengetriebene Innovationspotentiale identifizieren

Faktisch beeinflussen die veränderten Rahmenbedingungen in dramatischer Weise die Geschäftsmodelle der Unternehmen. Ohne Ausnahme gilt für alle Branchen: Es reicht nicht mehr aus, allein auf Qualität und Effizienz zu setzen. Um im Wettbewerb längerfristig bestehen zu können, müssen neue Mehrwerte für Kunden generiert oder lukrative Marktnischen erfolgreich besetzt werden.

Doch in welche Richtung muss das bisherige Geschäftsmodell verändert, oder durch ein neues Geschäftsmodell ersetzt werden? Um darauf eine Antwort zu finden, ist es nötig, zu verstehen, welche der veränderten Rahmenbedingungen das bisherige Geschäftsmodell schon jetzt oder zukünftig negativ beeinflussen. Ein wichtiger erster Schritt ist es deshalb, die bisher erfolgreichen Geschäftsmodelle auf Schwachstellen und Verbesserungspotentiale zu durchleuchten. Dabei sollte nicht allein die Suche nach verbesserter Effizienz im Vordergrund stehen. Vielmehr ist es ratsam nach solchen (Innovations-) Potentialen zu suchen, bei denen Vorteile und neue Mehrwerte durch die Ausnutzung digitaler Daten und digitaler Technologieoptionen entstehen können.²

Herausforderung 3: Auswahl geeigneter digitaler Technologien

Sind Innovationspotentiale erkannt, braucht es wiederum deren technische Umsetzung, um die positiven Effekte auch nutzen zu können. Dabei kommt der Auswahl geeigneter Technologien eine wichtige Bedeutung zu. Denn idealerweise gilt: „Das eine tun, das andere nicht lassen“. Es zahlt sich aus, Technologien daraufhin auszuwählen, dass sie sowohl die Effizienz

² Beispiele für datengetriebene Mehrwerte sind die Sendungsverfolgung bei Paketen, die Bereitstellung von Ortsinformationen bei Bike-Sharing-Diensten, Bereitstellung von Produktbewertungen am Verkaufspunkt, o.ä.

steigern als auch die neuen Innovationsanforderungen adressieren.

Um aus den vielfältigen technologischen Optionen eine geeignete Auswahl treffen zu können, die es erlaubt, eine datenbasierte Wertschöpfung zu betreiben, bedarf es einer klaren Sicht auf drei Dinge:

- (1) die für die Innovation notwendigen Daten,
- (2) die passenden Technologien zur digitalen Erzeugung, Speicherung und Bereitstellung der Daten und
- (3) die passenden Technologien zur Analyse, Bewertung und Verwendung der Daten.

Herausforderung 4: Schaffung von Werten aus digitalen Daten

Digitalisierung nur mit der Zielstellung zu betreiben, einen höheren Effizienzgrad zu erwirken, wird dem Potential nicht gerecht. Vereinfacht gesprochen schafft ein Unternehmen mit diesem Ansatz nur „mehr vom Gleichen“. Zukünftig wird es jedoch zunehmend wichtiger sein, auch die Fähigkeit zu haben, das eigene Geschäftsmodell zu erneuern. Denn mit zunehmender Digitalisierung der Wirtschaft verkürzt sich die Lebensdauer von Geschäftsmodellen.³

Für die Entwicklung eines datengetriebenen Geschäftsmodells ist es wichtig, dass zunächst Klarheit darüber besteht, welche neuen Werte geschaffen werden sollen. Entscheidend ist, dass die gesammelten, digitalen Daten dazu genutzt werden können, neue Dienstleistungen oder Produkte zu gestalten, die wiederum bestimmten Bedürfnissen und Anforderungen gerecht werden. Auf diese Weise bekommen die Daten einen Wert, der im Rahmen eines geeigneten Geschäftsmodells verwertet werden kann.

Vorgehensmodell zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle

Um Unternehmen auf dem Weg zu datengetriebenen Geschäftsmodellen zu unterstützen und sie zu motivieren, die Option zur Verwertung digitaler Daten im Rahmen ihrer zumeist effizienzorientierten Digitalisierungsmaßnahmen mitzudenken, hat das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen ein Vorgehensmodell zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle entwickelt.

Es gliedert sich in drei Schritte und ist auf die Unterstützung von mittelständischen Unternehmen angepasst. Ergänzend dazu wurden „Technologiemaps“ eingeführt, mit deren Hilfe Themenaspekte bzgl. ihrer Digitalisierungstiefe strukturiert und bezüglich ihrer Wichtigkeit für datengetriebene Geschäftsmodelle und die damit verbundenen, strategischen Ziele bewertet werden können.

Strukturiertes Vorgehen zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle

Abbildung 1 stellt das strukturierte Vorgehen dar. Dabei werden die unterschiedlichen Themen und Trends den drei Kategorien (1) „Was und Warum“, (2) „Wodurch“ und (3) „Wie“ zugeordnet. Die erste Kategorie (1), die das „Was und Warum“ beschreibt, legt die operativen Ziele und die Gründe für die digitale Transformation fest. Beides wird aus den bestehenden, übergeordneten Unternehmenszielen abgeleitet. Ein typisches Beispiel aus dem Handel für ein neues operatives Ziel ist, dass der Händler eine personalisierte Kundenerfahrung in Form einer individuellen Kundenansprache erzielen möchte. Die zweite Kategorie (2), die das „Wodurch“ umschreibt, legt die **relevanten Themenfelder** fest, die zu der digitalen Transformation des Unternehmens beitragen. Um eine personalisierte Kundenerfahrung zu erreichen, ist hier die Kanalpersonalisierung, bei der die Kundenansprache für die verschiedenen Verkaufs- und Kommunikationskanäle individualisiert und personalisiert wird, ein wichtiger Themenbereich für einen Händler. In der letzten Kategorie (3), in der das „Wie“ bestimmt wird, werden die Technologien ausgewählt und bewertet, um die Maßnahmen durchführen und die Ziele der digitalen Transformation erreichen zu können. Die Technologien und Trends, die das Ziel der personalisierten Kundenerfahrung unterstützen, sind bspw. digitale, stationäre Kontaktpunkte, digitale Produkte und Services, das Management der Kanäle, über die die Kunden angesprochen werden, aber auch die Datenanalyse unter Einsatz von KI-basierten Ansätzen.

(1) Festlegen operativer Ziele

Zu Beginn des digitalen Transformationsprozesses ist es wichtig, dass das Unternehmen zunächst die eigene aktuelle Situation und das Umfeld, in dem es agiert, versteht. Dazu gehören das Verständnis der aktuellen Ausgangslage (z. B. technische oder organisatorische Herausforderungen, Kundenanforderungen und -bedürfnisse) sowie das Verständnis der eigenen Geschäftsmodelle (Wertversprechen, Leistungsversprechen, Wertschöpfungsmechanik, etc.).

³ Vgl. auch „2018 Corporate Longevity Forecast: Creative Destruction is Accelerating“, <https://www.innosight.com/insight/creative-destruction/>

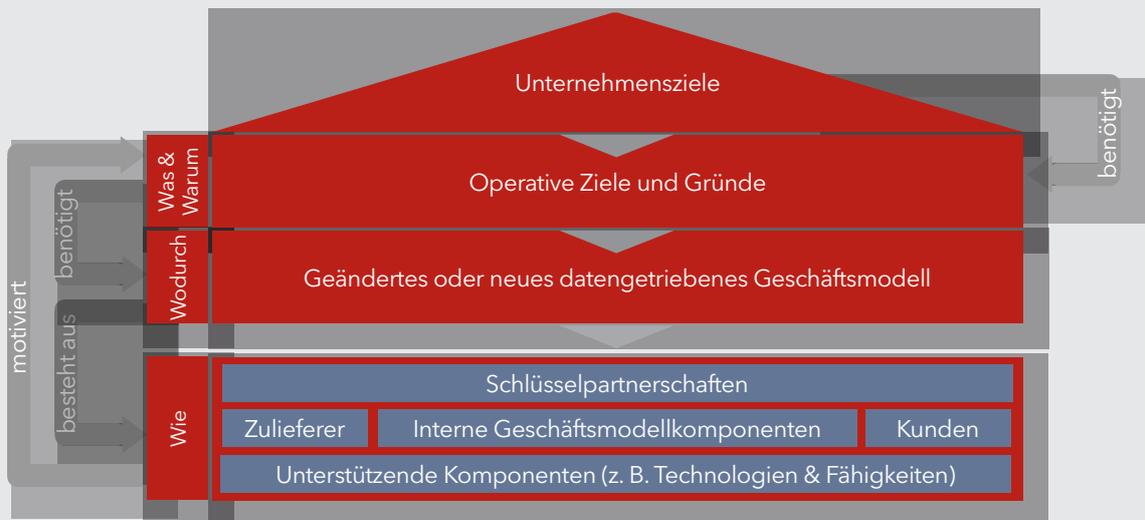


Abbildung 1: Strukturiertes Vorgehen zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle

Das Verständnis der Ausgangslage soll dazu dienen, neue operative Ziele zu definieren und zu beantworten, **was und warum** verändert werden soll.

Hierzu bietet das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen interaktive Workshop-Formate und Qualifizierungen an, in denen systematisiert die Ausgangslage, das Leistungsversprechen und die Innovationsmöglichkeiten des jeweils teilnehmenden Unternehmens sowie aktuelle und zukünftige Kundenbedarfe ermittelt werden.

(2) Festlegen relevanter Themenfelder

Im nächsten Schritt werden anhand der neu definierten, operativen Ziele technologische und/oder organisatorische Themen aus der eigenen, aber auch aus anderen Branchen, reflektiert und bewertet. So kann festgelegt werden, **wodurch** die neuen, operativen Ziele erreicht werden können. Hier werden also die digitalen Themenfelder ausgewählt, mit denen das bestehende Geschäftsmodell zu einem datengetriebenen weiterentwickelt werden soll.

Im Rahmen der Angebote des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Lingen wird dafür in Expertendialogen ein sogenanntes Digitalization Canvas herangezogen, das dabei unterstützt, die für das jeweilige Unternehmen relevanten Themen festzulegen.

(3) Technologieauswahl und -bewertung

Wenn definiert ist, was und wodurch verändert werden soll, muss im letzten Schritt bestimmt werden, **wie** die neuen, operativen Ziele umgesetzt werden können, sodass ein neues oder angepasstes, daten-

getriebenes Geschäftsmodell entsteht. Das bedeutet, dass im Detail die einzelnen Technologien bewertet und anschließend ausgewählt werden.

In diesem Schritt wird im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen innerhalb eines Expertendialoges mit den Unternehmen daran gearbeitet, die für die Realisierung relevanten Technologien zu identifizieren. Dabei werden der bestehende Ist-Digitalisierungsgrad je Technologie bestimmt und der zukünftige Soll-Digitalisierungsgrad festgelegt. Damit wird erkennbar, welche nächsten Schritte bei der Einführung bzw. Weiterentwicklung von Technologien für das Unternehmen durchzuführen sind.

Technologiemap

Das Resultat aus diesem Vorgehen ist eine individualisierte Technologiemap. Mithilfe dieser wird der Digitalisierungsgrad für die einzelnen Technologien sowohl für den Ist- als auch den Soll-Zustand bestimmt. Für jede Technologie werden die verschiedenen Digitalisierungsstufen aufgezeigt, wobei von links nach rechts die Digitalisierungstiefe zunimmt. Die Technologiemap wird zusammen mit dem Unternehmen entwickelt. Sie hilft dabei, die Ausgangslage besser zu verstehen und dient bei der Ideengenerierung dazu auszuwählen, welche digitalen Technologien wie umgesetzt werden, um das eigene Geschäftsmodell zu einem datengetriebenen Geschäftsmodell weiterzuentwickeln. Dabei werden nur Technologien berücksichtigt, die für das in Schritt 1 festgelegte Ziel relevant sind. Für bspw. das Ziel der **Personalisierten Kundenerfahrung** ist in Tabelle 1 eine solche Technologiemap exemplarisch aufgeführt.

		Digitalisierungsgrad KMU 4.0				
		Themen				
Was und warum: Ziele	Personalisierte Kundenerfahrung					
		Keine Personalisierung	Grobe Personalisierung	Reaktive Personalisierung	Proaktive Personalisierung	Individuelle Kommunikation
Wodurch: Datengetriebene Geschäftsmodelle	Digitales Geschäftsmodell					
		Analoges Geschäftsmodell	Erweitertes Geschäftsmodell	Digitales Geschäftsmodell		
	Kanal-personalisierung					
		Einer für alle	Einer zu vielen	Einer zu einigen	Einer zu wenigen	Einer zu einem
Wie: interne Komponenten	Digitale Produkte & Services					
		Analoges Produkt	Digitalisiertes Produkt	Intelligentes Produkt	Digitales Produkt	
	Digitaler stationärer Kontaktpunkt					
		Betriebliche Effizienz	Optimierte Kundenerfahrung	Kundenverständnis	Kundenorientierung	Leistungs-optimierung
	Digitale Daten					
		Manuelle Eingabe	Übernommene Daten	Transformation analoger Daten	Internet und Sensoren	
Wie: Zulieferer und Partner	Vernetzung der Wertschöpfungskette					
		Reagieren	Antizipieren	Integrieren	Kollaborieren	Orchestrieren
	Digitale Lieferantenanbindung					
		Analog Anbindung	Digital Anbindung	Einseitige Integration	Beidseitige Integration	
Wie: Kunden	Kanalmanagement					
		Ein Kanal	Viele Kanäle	Kanalübergreifend	Omni-Kanal	
Wie: Analysefähigkeit	Analytics					
		Verbunden	Bewusst	Reaktiv	Voraussagend	Proaktiv
	Künstliche Intelligenz					
		Desktop Automation	Mini-bots	Robotische Automatisierung	Digital Assistenten	Kognitives Computing
Wie: IT-Infrastruktur	Cloud Services					
		Separat	Konsolidiert	Aggregiert	Automatisiert	Befreien

Tabelle 1: Exemplarische Technologiemap für das beispielhafte Ziel „Personalisierte Kundenerfahrung“ in Unternehmen

Für jeden Themenbereich wird zusammen mit den Unternehmen festgelegt, welcher Digitalisierungsgrad bereits im Unternehmen besteht und wie weit dieser im Rahmen der digitalen Transformation für das gewünschte Ziel ausgebaut werden soll. Beispielsweise kann das Ziel *Personalisierte Kundenerfahrung* (Was und Warum) mithilfe des Themenfeldes *Kanalpersonalisierung* (Wodurch) und auf Basis der ausgewählten Technologie *digitaler, stationärer Kontaktpunkte und Datenanalyse* (Wie) erreicht werden. Auf Basis der Bewertung des eigenen Reifegrads in Bezug auf die Themenbereiche (z. B. Datenanalyse) können kleine und mittlere Unternehmen ihre eigene Ausgangslage bewerten und weitere Entwicklungsschritte planen. Dadurch sind kleine und mittlere Unternehmen mit einem pragmatischen Werkzeug ausgestattet, sodass deren digitale Transformation schrittweise und zielführend vorangetrieben werden kann.

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend wird festgehalten, dass sowohl das strukturierte Vorgehen zur Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle als auch die Technologiemap für einzelne, unternehmerische Ziele dazu beitragen, den oben genannten Herausforderungen bei der digitalen Transformation in Unternehmen zu begegnen. Es können Innovationspotenziale identifiziert (Herausforderung 2) und adäquate Technologien ausgewählt werden (Herausforderung 3), um das Geschäftsmodell zu einem datengetriebenen Geschäftsmodell anzupassen (Herausforderung 1). Dadurch können aus Daten Werte geschaffen werden (Herausforderung 4).

Zudem hat die Arbeit aus dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen zu der Erkenntnis geführt, dass die Unternehmen von der strukturierten Vorgehensweise, dem Aufzeigen der Zusammenhänge und der detaillierten Technologiemap sehr überzeugt sind, da diese für ein besseres Verständnis einzelner Themen sorgen und auf ihr eigenes Unternehmen übertragen werden können.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen unterstützt kleine und mittlere Unternehmen bei der Identifizierung und Umsetzung „datengetriebener Geschäftsmodelle“ und begleitet den Entwicklungsprozess. Es hilft dabei, Dienstleistungen und Produkte um digitale Wertschöpfung zu erweitern, und die dafür nötigen Schritte festzulegen. Entlang eines „Lehrpfads“ bieten die Experten des Kompetenzzentrums Unternehmen fachliche und methodische Hilfe zur Selbsthilfe.

Zu den Schwerpunkten des Kompetenzzentrums zählen u.a.:

- ▶ Entwicklung datengetriebener Geschäftsmodelle
- ▶ Gewinnung und Verwertung digitaler Geschäftsdaten
- ▶ Einsatz von Cloud Computing und Künstlicher Intelligenz

<https://kompetenzzentrum-lingen.digital/>



Autoren



Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. h.c. Jörg Becker ist Geschäftsführender Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement und Akademischer Direktor des European Research Center for Information Systems (ERCIS). Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Informationsmodellierung, Daten- und Prozessmanagement, Handelsinformationssysteme, E-Government und Smart City. Mit dieser Expertise unterstützt er die Arbeit im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen.



Michael Schneider ist Geschäftsführer der it.emsland und Konsortialleiter des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Lingen. Nach seiner Forschungstätigkeit an der TU Darmstadt und dem ZGDV e.V. beschäftigt er sich mit Zukunftsfragen zur Nutzung digitaler Technologien im unternehmerischen Kontext, insbesondere für den Mittelstand. Sein aktueller Themenfokus liegt auf dem Bereich datengetriebene Geschäftsmodelle und Konzepte zur Datennutzung.



Dr. Ann-Kristin Cordes ist als Akademische Rätin auf Zeit an der Westfälischen-Wilhelms Universität Münster am European Research Center for Information Systems (ERCIS) und dort am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement von Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. h.c. Jörg Becker im Bereich „Digital Transformation in Retailing“ tätig. Sie leitet und koordiniert im Rahmen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Lingen den Bereich, der sich auf die Unterstützung der mittelständischen Händler fokussiert.



Benjamin Barann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Lehrstuhl für Informationssysteme und Informationsmanagement der Westfälische Wilhelms-Universität Münster, welcher Teil des European Research Center for Information Systems (ERCIS) ist. Derzeit forscht er auf dem Gebiet der digitalen Transformation im Handel mit dem Fokus auf dem Management von Kundenkontaktpunkten. Sein Ziel ist es, Einzelhändler bei der gezielten Einführung digitaler Kontaktpunkte in das physische Ladengeschäft zu unterstützen.



Andreas Johannsen, Tarek Annan, Felix Eifert

Der IT-Mittelstand als Wegbereiter für datengetriebene und kooperative Geschäftsmodelle

Für den deutschen Mittelstand als Fundament unserer Wirtschaft sind Vernetzung und Kooperation die richtige Antwort auf die Herausforderungen der Zukunft. Die Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft liegt vor diesem Hintergrund in der Nutzbarmachung ihrer Daten.

Vom analogen zum digitalen Datenmanagement in Betrieben

Wer es schafft, aus digitalen Daten Informationen und Wissen zu generieren und dieses Wissen marktrelevant einzusetzen (siehe Abbildung 1), wird auch in Zukunft ein relevanter Akteur am Markt sein. Hierbei können IT-KMU (hiermit sind im Folgenden kleine und mittlere Unternehmen der IT-Branche gemeint) einen relevanten Beitrag zur Digitalisierung des gesamten deutschen Mittelstandes leisten.

Dies erfordert zunehmend integrierte Lösungen, der IT-Mittelstand bietet jedoch vornehmlich Speziallösungen. Um hier den großen Konzernen etwas entgegen setzen zu können, will das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft kleine IT-Unternehmen zu wettbewerbsfähigen Kooperationen zusammenführen.

Praktisch bedeutet das, dass IT-KMU sich vernetzen und neue Geschäftsmodelle und Lösungen in digitalen Ökosystemen schaffen müssen.¹ Ein Geschäftsmodell ist die Abbildung des betrieblichen Produktions- und Leistungssystems eines oder mehrerer Unternehmen.² Wenn mehrere Unternehmen ein integriertes Leistungssystem aufbauen oder betreiben, spricht man von einem kooperativen Geschäftsmodell.³

1 Siehe Johannsen et al. 2019.

2 Siehe Krmar 2015, S. 47.

3 Siehe Johannsen et al. 2019, S. 245.

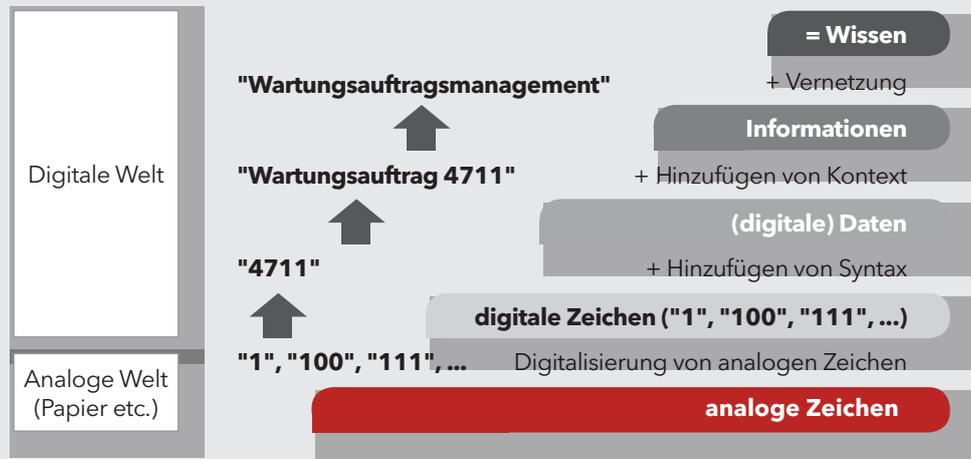


Abbildung 1: Der Weg von analogen zu digitalen Daten, Informationen und Wissen in der Instandhaltung

In diesen Ökosystemen besinnt sich jeder Anbieter auf seine Stärken und formt gemeinsam mit anderen Unternehmen Gesamtprodukte, die all jene Stärken vereinen. So entstehen Innovationen *Made in Germany*, welche jenseits von isolierter Basis- oder Anwendungssoftware den Mittelstand in der digitalen Transformation nach vorne bringen.

Ein „datengetriebenes Geschäftsmodell“ bezeichnet die Geschäftsaktivität eines Unternehmens, das als Datenintermediär einen Mehrwert durch die Analyse, Aufbereitung und Nutzung von Daten für Kunden erzielt.⁴

Beim Aufbau datengetriebener Geschäftsmodelle sollte sich der IT-Mittelstand in seinen digitalen Ökosystemen auf eigene offene Schnittstellen und Datenstrukturen einigen. Nur damit ist sichergestellt, dass die Unternehmen weiterhin für neue Kooperationen und Innovationen offen sind und sich nicht von Standards großer Anbieter abhängig machen. Mit gemeinsam entwickelten, datenbasierten Produkten kann der IT-Mittelstand so neue Märkte erobern. Gleich, ob es sich dabei um eine Vertriebspartnerschaft oder um eine strategische Allianz, ob es sich um ein inländisches oder um ein übernationales Engagement handelt, eine Partnerschaft muss von beiden Seiten „gelebt“ und ernst genommen werden. Sie ist nicht zum „Nulltarif“ zu haben.⁵

Wichtig beim Austausch digitaler Daten in Softwarekooperationen sind sichere Datenflüsse über Unternehmensgrenzen hinweg. Drei aus der IT-Wirtschaft initiierte Kooperationen können vor diesem Hintergrund als Erfolgsbeispiele Schule machen:

Datenflüsse über Unternehmensgrenzen hinweg

Ob im Rahmen von kooperativen oder datengetriebenen Geschäftsmodellen: Schnittstellen schaffen die Grundlage für die sichere Interoperabilität von Systemen in und zwischen Unternehmen. Das ist die Voraussetzung, um die Digitalisierung im gesamten Mittelstand umzusetzen. Ziel des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft ist es daher, IT-Mittelständler in die Lage zu versetzen, aus ihren Einzelprodukten eigene All-in-One-Lösungen als Alternativen zu den Marktführern aufzubauen und zukunftssicher zu vermarkten.

Drei Praxisprojekte erfolgreicher Konsortien mit Unterstützung des Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft zeigen unterschiedliche Umsetzungsszenarien und auch Ansatzpunkte für weitere mögliche Geschäftsmodelle im IT-Mittelstand auf.

⁴ In Anlehnung an Dorfer, 2018, S. 38 und Gadatsch/Landrock 2017, S. 18.

⁵ Vgl: Lippold 2013. S. 235.



Abbildung 2: Stellwerk 4 – ein KIW-initiiertes Konsortium zum integrierten Instandhaltungsmanagement

Szenario 1: Nutzung von Instandhaltungs- und Gebäudedaten für Industrieparks („Data Enhanced Products“)

Bei einem Konsortium für das Facility Management (siehe Abbildung 2) besteht das Ziel darin, eine Gesamtlösung für produzierende Unternehmen in größeren Industrieparks zu realisieren, die in der Lage ist, einen vollständigen Überblick zu allen notwendigen Abläufen für einen Instandhaltungsvorgang eines Objektes zu gewährleisten.

Die beteiligten Akteure sind mehrere Industriebetriebe in einem idealtypischen Gewerbepark, ein Facility Management Unternehmen des Industrieparks mit einer Instandhaltungs-Software der Firma Greengate AG und einer Dokumentenmanagementsoftware der Firma Starke + Reichert GmbH & Co. KG, einer Zutrittskontroll- und Zeiterfassungssoftware der Firma PCS Systemtechnik GmbH, sowie ein Anbieter einer Indoor/Outdoor-Navigationslösung der Firma Tryformation.

Der vom Szenario unterstützte Geschäftsprozess sieht folgende Schritte vor:

1. In einer Werkshalle eines Industrieunternehmens meldet eine Maschine eine notwendige Wartungsarbeit. Diese Wartungsarbeit wird über eine Störungsmeldung der Instandhaltungssoftware des Facility Managers für den gesamten Industriepark gemeldet.
2. Die Instandhaltungssoftware erzeugt einen Wartungsauftrag, und leitet diesen automatisiert an das Dokumentenmanagementsystem des Facility Managers weiter, welches den betreffenden Wartungsvertrag und Dienstleister identifiziert und die Wartung freigibt.
3. Jetzt ordnet ein Mitarbeiter des Facility Managers den Wartungsauftrag einem Unterauftragnehmer (Handwerksbetrieb) zu, und bestellt die Wartungsleistung. Gleichzeitig wird in der Instandhaltungssoftware eine Terminverwaltung und Ressourcenklärung (Handwerkerdaten) angestoßen und die relevanten Daten für das Sicherheitsunternehmen des Industrieparks an ein Zutrittssystem gesandt, welches daraufhin automatisch Zutrittsausweise für die gemeldeten Personen und den avisierten Reparaturtag erzeugt.
4. Der Dienstleister wird am Tag der Wartung nach Zutrittskontrolle über einen Barcode-Leser mittels einer App des Navigationsanbieters (sowohl Outdoor als auch Indoor) über das Betriebsgelände zum entsprechenden Einsatzort, und danach wieder zum Werkstor, geführt. Das Auschecken aus dem Industriegelände wird festgehalten und später mit den Daten der Reparaturrechnung des Dienstleisters in der Instandhaltungssoftware verglichen.
5. Der gesamte Vorgang läuft in ein Berichtswesen, über das eine monatliche Sammelrechnung und ein Controlling aller Dienstleister je Mandant mit Monatsalden und bearbeiteten Maschinen/ Geräten erzeugt werden kann (Betriebsdatenerfassung und Produktionscontrolling).

Dieses datengetriebene Geschäftsmodell verdankt seinen Erfolg nicht den einzelnen Funktionalitäten der beteiligten Softwaresysteme, sondern der Anreicherung und Nutzung vielfältiger Daten (Vertragsdaten zur Störung, Handwerkerdaten, Navigationsdaten) im integrierten Geschäftsprozess. Hierzu ist die DSGVO-konforme und sichere Einbindung und Pflege der diversen Datenbestände beim zentralen Instandhaltungssystem des Facility Managers des Industrieparks erfolgskritisch. Digitale Zutritts- und Navigationsdienste werden nach Auftragsvolumen abgerechnet.

Szenario 2: Vermittlung von Zielkundendaten und Routenvorschlägen für den Vertrieb („Data as Insights“)

In einem zweiten Konsortium wurden Daten von Zielkunden aus einer CRM-Applikation eines Beratungsunternehmens der Bauwirtschaft mittels einer standardisierten, offenen Schnittstelle auf Basis von OData in die Besuchsvorschläge eines ERP-Systems für den Außendienst eines Bauausrüsters (Drahtspleisserei Köppen GbR) eingespielt, die dann mittels GoogleMaps-Daten zu einer Routenplanung transformiert wurden. Hierzu hat sich der IT-Anbieter der ERP-Software des Bauausrüsters mit dem Bau-Beratungsunternehmen zusammengeschlossen, um über offene und schlanke, aber sichere Schnittstellen Zusatzdienste (Zielkunden und Routenvorschläge) zu generieren.

Das Bauberatungsunternehmen erhält für die Besuchsvorschläge eine jährliche Provision, wobei sich das Projekt für den Bauausrüster aufgrund von Mehrumsätzen bereits schätzungsweise nach einem Jahr Betriebszeit rentiert. Der ERP-Anbieter kann die entwickelte Schnittstelle und somit auch die gewonnene Funktionalität im Vertriebsmodul für weitere Kunden verwenden. Dieses vergleichsweise einfache Beispiel kann Ansporn für IT-KMUs sein, durch zusätzliche digital eingebundene Dienstleistungen den Weg in die Produktvernetzung und in datengetriebene Geschäftsmodelle zu wagen.

Szenario 3: „ERP-Nutzungsdaten einsetzen“: datengetriebenes IT-KMU („Data as a Service“)

Unser drittes Szenario betrifft sowohl mittelständische Software-Anbieter, als auch und insbesondere Systemhäuser, die Software für Ihre Kunden betreiben. Diese können in einem ersten Schritt auf Basis entsprechender Datenschutzverträge Prozess- und Ereignisdaten für Ihre Kunden aufbereiten, die diese nicht in den üblichen SQL-Abfragen ihrer Datenbanken erlangen können. Dieser Vorgang wird auch „Process Mining“ genannt und betrifft im IT-Bereich insbesondere die Kombination aus anonymisierten Logfile-Daten („Welcher Business Software Nutzer war wann eingeloggt und hat welche Prozesse der Software genutzt?“) mit Buchungsdaten aus der operativen Datenbank der Business Software. Der Nutzen besteht in einem Prozess-Controlling, das auf dieser Basis aufgebaut werden kann.

Erweitert wird dieses Szenario zum „Data as a Service“, wenn die generierten Prozessdaten eines Business Software Kunden (wiederum DSGVO-konform anonymisiert) aggregiert, und meist auch durch weitere Analysen oder Internet-Datenvergleiche „veredelt“ werden. Anschließend werden sie weiteren Kunden oder Geschäftspartnern angeboten, die hiermit z. B. Benchmarking oder Trendanalysen durchführen können. Dies können neben reinen Prozessdurchlaufzeiten oder Auftragsvolumina je Produktgruppe ganz elementare Geschäftsinformationen sein, z. B. getätigte Käufe auf Seiten von Partnerunternehmen auf einer Online Shopping Plattform oder auf einem elektronischen Markt, oder der eigene Preisunterschied im Vergleich zu Marktpreisen auf Produkt- und Preisvergleichssuchmaschinen.

Datengetriebene Geschäftsmodelle dieser Art unterliegen selbstverständlich hohen Datenschutz- und Sicherheitsanforderungen. Sie sind - gerade zwischen ausgewählten Partnern eines Geschäfts-Ökosystems - in einigen Branchen (z.B. dem Online-Handel) bereits erfolgreich etabliert, sodass die Potenziale auch für andere Branchen zu prüfen und zu erschließen sind. Prinzipiell sollten sich gerade mittelständische IT-Dienstleister daher vor der Weiterentwicklung ihrer eigenen Softwareprodukte zunehmend fragen, ob externe Software-Lösungen auf verbreiteten Plattformen einbindbar sind. Die Nutzung dieser Applikationen kann dabei über Kommissionserlöse im Rahmen des Affiliate Marketings oder Volumen-basiert erfolgen. Dies ist insbesondere bei standardisierten Dienstleistungen wie Bezahlfunktionen, Fakturierungsdienstleistungen etc. zunehmend attraktiver, als eine Eigenentwicklung der Software.

Prinzipiell wird der in diesem Artikel angesprochene Trade-off zwischen der **kommerziellen Datennutzung** und dem **Datenschutz**, der die Steuerung datenzentrierter Geschäftsmodelle erschwert, jeweils im Einzelfall zu lösen sein. Dennoch möchten wir im nächsten Abschnitt kurz auf die wesentlichen Datenschutz- und Datensicherheitsaufgaben in Kooperationen zur Entwicklung und Nutzung gemeinsamer IT-Systeme eingehen.⁶

⁶ Zu verweisen ist neben grundlegender Fachliteratur auf die praxisorientierten Beiträge in Micus et al. 2018, Usländer/Goll 2018 und Herfurth/Jlussi 2018.

Datensicherheit in Zeiten steigender Kooperationen im IT-Mittelstand

Eine hohe Datensicherheit beim unternehmerischen Handeln, speziell bei sicherer gemeinsamer Produktentwicklung und deren gemeinsamer Nutzung auf sicheren Plattformen, erweist sich für kleine und mittlere IT-Unternehmen in der Praxis als große Herausforderung. Datensicherheit sollte in diesem Kontext als kritisches Element für das Gelingen einer Kooperation verstanden werden. Insbesondere im IT-KMU-Umfeld betreffen Datenpannen, z. B. unberechtigte Zugriffe auf Datensammlungen, die Kooperations-Partner und deren Ruf in der Branche unmittelbar, denn die Verknüpfung von Softwarelösungen bedingt die Nutzung gemeinsamer Schnittstellen, Systeme, Plattformen, Dienste, IT-Ressourcen und Daten. Dies spiegelt sich auch in neuesten Studien wieder: „Demnach sind die Schäden durch Sabotage, Datendiebstahl und Spionage in der deutschen Wirtschaft auf die neue Rekordmarke von knapp 103 Milliarden pro Jahr gestiegen. Zum Vergleich: Vor zwei Jahren waren es noch 55 Milliarden Euro. 70 Prozent der deutschen Unternehmen sind demnach bereits Opfer von Cyberangriffen geworden.“⁷

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft unterstützt hier mit Angeboten im Bereich Datenschutz und IT-Sicherheit. Bei Veranstaltungen wie Webinaren oder Workshops im Security Labor wird anhand von realen Anwendungsbeispielen und Live-Demos ein passender Umgang mit IT-Sicherheit und Datenschutz in Kooperationsprojekten vermittelt, wodurch das Risikobewusstsein der Teilnehmer sensibilisiert wird.

Wie kann unternehmerisches Handeln nun aber abgesichert werden? Im Allgemeinen sollte die unternehmerische Zusammenarbeit frühzeitig rechtlich abgesichert und entsprechende Vertragsbedingungen besprochen werden (z.B. durch die Nutzung unserer Musterdokumente, wie z.B.: Code of Conduct, Kooperationsvertrag, Datenschutzerklärung und ADV-Vertrag aber auch der Informations- und Selbstlernmaterialien des Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft). Dabei ist eine ausgewogene Berücksichtigung der Interessen aller Partner bei der Vertragsgestaltung notwendig, um eine nachhaltige Zusammenarbeit zu ermöglichen und Konflikte zu vermeiden.

Und wie schützt man seine Daten? Neben rechtlichen Empfehlungen sensibilisieren wir für technische und organisatorische Maßnahmen (TOMs), die zu treffen

sind, um den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten.⁸

Organisatorische Maßnahmen beinhalten die Awareness-Bildung zu Schwachstellen (wie z.B. durch einen mit Schadsoftware infizierten USB-Stick oder das Öffnen einer Phishing Mail), daneben die Implementierung eines Datenschutz-/Datensicherheitskonzeptes sowie die Verpflichtung der Mitarbeiter auf das Datengeheimnis. Schon bei Kooperationsanbahnung müssen diese konkreten Sicherheitskonzepte unternehmensintern (mindestens) vorhanden sein. Im Folgenden wird aufgezählt, über welche Konzepte, Dokumente und Richtlinien die Kooperationspartner verfügen sollten:⁹

- ▶ Allgemeines IT-Sicherheitskonzept
- ▶ Physisches Sicherheitskonzept
- ▶ Admin-Richtlinie
- ▶ Sicherheitsrichtlinie zur IT-Nutzung
- ▶ Passwort- bzw. Kennwortrichtlinie
- ▶ Virenschutzkonzept
- ▶ Datensicherungskonzept (Backupkonzept)
- ▶ Berechtigungskonzept
- ▶ Notfallkonzept
- ▶ Archivierungskonzept
- ▶ Datenschutzkonzept (nach DSGVO)
- ▶ Cloud-Richtlinie
- ▶ Vertraulichkeitsvereinbarung für externe Dienstleister
- ▶ Bring Your Own Device-Richtlinie
- ▶ Bring Your Own Device-Betriebsvereinbarung
- ▶ Home Office-Betriebsvereinbarung

Die Absicherung von Geschäftsprozessen verfolgt mindestens die drei grundlegenden IT-Schutzziele:

- ▶ Vertraulichkeit:
Hierbei ist alles zu unternehmen, um zu verhindern, dass Daten in unbefugte Hände geraten. Ein wirksamer Mechanismus zur Aufrechterhaltung von Vertraulichkeit stellt die Verschlüsselung dar.
- ▶ Integrität:
Es ist zu verhindern, dass Daten verfälscht werden, bzw. falsche Daten verarbeitet werden, oder Programme, Hardware oder sonstige Mittel, verfälscht werden. Ein wirksamer Mechanismus zur Aufrechterhaltung der Integrität von Daten stellt eine Dokumentationspflicht für Datenänderungen dar.

⁷ Vgl. Bitkom Studie 2019.

⁸ Vgl. Spörrer, S., 2018, S. 117 ff.

⁹ Vgl. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft, 2019.

- ▶ Verfügbarkeit:
Hierbei ist zu verhindern, dass Daten verschwinden oder unbrauchbar werden, Programme und Systeme, Hardware oder sonstige Mittel, nicht funktionsfähig sind oder nicht mehr zur Verfügung stehen (Zerstörung, Sicherungen nicht mehr lesbar). Möglichkeiten zur Sicherstellung der Verfügbarkeit sind Redundanzen, Hochverfügbarkeits-Cluster, RAID, USV-Systeme oder System-Monitoring.

Zu weiteren TOMs gehören die folgenden Maßnahmen:¹⁰

- ▶ Zutrittskontrolle
- ▶ Zugangskontrolle
- ▶ Zugriffskontrolle
- ▶ Weitergabekontrolle
- ▶ Eingabekontrolle
- ▶ Auftragskontrolle
- ▶ Verfügbarkeitskontrolle
- ▶ Zweckbindungskontrolle

Fazit

Die in den obigen Szenarien beispielhaft beschriebenen Datenbestände und Datenflüsse werden immer stärker die Grundlage für Markterfolg und Kundennutzen der Produkte der mittelständisch geprägten IT-Wirtschaft. Bereits bei der gemeinsamen Entwicklung muss daher ein starkes Bewusstsein für die Sicherheitsanforderungen („security by design“, siehe ISO/IEC-27000 und IEC 62443) und Datenschutzerfordernisse („privacy by default“ und „privacy by design“, siehe DSGVO u. BDSG) in den Entwicklungs-Konsortien vorhanden sein. Spätestens in der Nutzung der integrierten Lösungen durch Kunden sind dann neben operativen Fragen der Datenqualität über die gesamte Kette der Datenflüsse in Bezug auf Compliance und Rechts-Sicherheit vor allem Fragen der Datenhoheit und dem Wert der Daten zu definieren. Hierfür sollten zwingend entsprechende Lizenzverträge und Datennutzungsverträge abgeschlossen werden.

Vor allem wenn mit externen Datenpools gearbeitet wird, spielt die Datenverfügbarkeit speziell für deutsche IT-Mittelständler eine zunehmende Rolle. Hier geht das GAIA-X Projekt mit dem Ziel einer europäischen, vernetzten, offenen Dateninfrastruktur, die Unternehmen und Behörden Unabhängigkeit von außereuropäischen Großkonzernen bietet, den dringenden erforderlichen Weg.¹¹ Es wird jedoch nicht

leicht sein, die von jedem Akteur eingebrachten Mehrwerte bei der „Daten-Veredelung“ solcher „Big Data“-Szenarien auf gerechter Grundlage zu bewerten und monetär zu bemessen.

Literatur

- Bitkom (2018): „Mehrheit hat noch nie etwas von digitalen Plattformen gehört“, Bitkom-Pressemitteilung vom 24.1.2018 zu einer Umfrage von Bitkom Research, abrufbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Mehrheit-hat-noch-nie-etwas-von-digitalen-Plattformen-gehoert.html>.
- BITMi (2019): Digital Gipfel 2019: BITMi begrüßt GAIA-X Projekt, Pressemitteilung vom 29.10.2019, Bundesverband IT-Mittelstand e.V., Dortmund.
- Bitkom Studie (2019): Hacker-Attacken: Firmen setzen Notruf an den Staat ab, Berlin, https://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/cybersecurity-hacker-attacken-firmen-setzen-notruf-an-den-staat-ab/25202256.html?xing_share=news; (12.11.2019).
- Dorfer, Laura (2018): Erfolgsstrategien datenzentrischer Geschäftsmodelle, Springer Gabler.
- Gadatsch, A.; Landrock, H.: (2017): Big Data für Entscheider, Springer Vieweg.
- Herfurth, Ulrich; Jlussi, Dennis (2018): Wem gehören die Daten von Maschinen? In: Wissenschaft trifft Praxis, Digitales Recht & Sicherheit, Ausg. 10, Mai 2018, S. 61-65.
- Johannsen, A.; Eifert, F.; Dobkowitz, M.; Duhn, M. (2019): Ein Ansatz zur Messung von Cloud-Kooperationsfähigkeit im IT-Mittelstand, in: Wolf, M.R. et al. (Hrsg.): Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik, Tagungsband AKWI, www.akwi-de, S. 244-256, Aachen.
- Krcmar, Helmut (2015): Informationsmanagement, 6. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lippold, Dirk (2013): Die Unternehmensberatung - Von der strategischen Konzeption zur praktischen Umsetzung. Berlin.
- Micus, Sebastian; Linti, Carsten; Haupt, Michael; Gresner, Götz T. (2018): Daten als Rohstoff der Zukunft, in: Wissenschaft trifft Praxis, Digitales Recht & Sicherheit, Ausg. 10, Mai 2018, S. 7-14.
- Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft (2019): Information Security Policy: Informationssicherheitsrichtlinie für eine Kooperation, Berlin, https://itwirtschaft.de/wp-content/uploads/2019/09/Info-Sec-Policy-1_7.pdf; (2019).
- Spörrer, Stefan (2018): Datenschutz BDSG neu DSGVO, München.
- Usländer, Thomas; Goll, Frauke (2018): Die Chancen der Digitalisierung sicher nutzen, in: Wissenschaft trifft Praxis, Digitales Recht & Sicherheit, Ausg. 10, Mai 2018, S. 15-18.

¹⁰ Vgl. Spörrer, S., 2018, S. 117 ff.

¹¹ BITMi 2019.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft (KIW) informiert die mittelständisch geprägte IT-Wirtschaft und fördert die Vernetzung sowie die Realisierung kooperativer Geschäftsmodelle. Die Kernaufgabe des Kompetenzzentrums ist die Vernetzung von mittelständischen IT-Unternehmen und deren IT-Lösungen. Einzelne IT-Mittelständler in den Konsortien tragen dann jeweils immer nur einen Teil dazu bei, um gemeinsam neue digitale Angebote und komplexe Lösungen zur Digitalisierung für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) zu schaffen, die aus intelligent vernetzten, aber autonomen Branchen-Champions bestehen. Für den IT-Mittelständler mit großer Nischenexpertise erschließen sich daraus Möglichkeiten, im Konsortium gemeinsam mit anderen IT-Mittelständlern kooperative IT-Lösungen für KMU anzubieten und somit ihr eigenes Portfolio zu erweitern.

<https://itwirtschaft.de/>



Autoren



Prof. Dr. Andreas Johannsen studierte an den Universitäten Tübingen und Edinburgh, UK und promovierte bei Prof. Helmut Krcmar. Er ist Direktor des Instituts für Betriebliche Anwendungssysteme (IBAW). Weiterhin ist er Konsortialpartner im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft und leitet dort die Arbeitspakete Schnittstellen & Datenschutz/-Sicherheit. Seit 2006 ist er Professor für Systementwicklung und -integration an der Technischen Hochschule Brandenburg. Zu seinen Arbeitsgebieten gehören die Themen Systementwicklung und -Integration, Betriebliche Anwendungssysteme, Agiles Projektmanagement & Arbeit 4.0, sowie IT-Sicherheit.



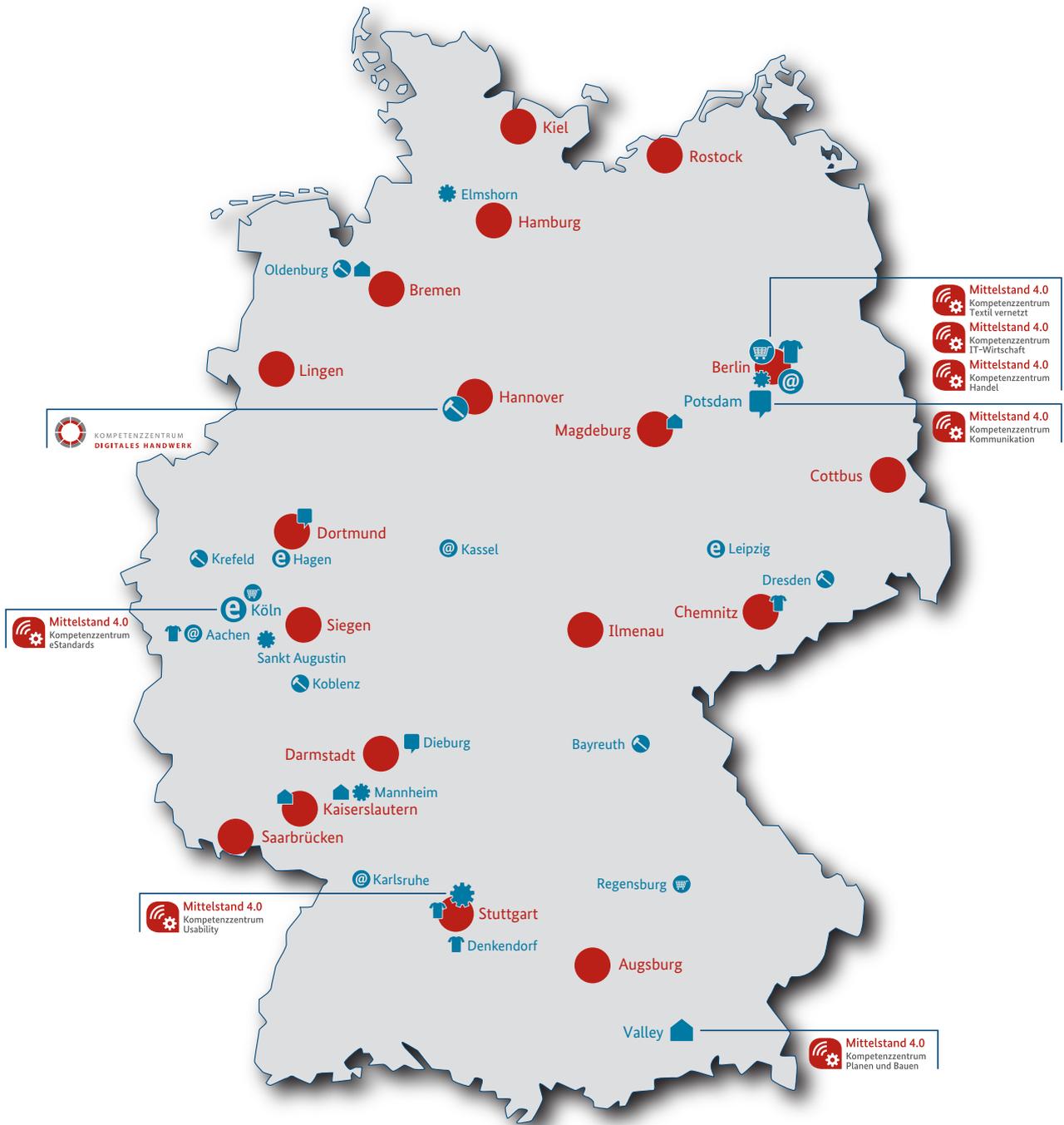
Tarek Annan studierte an der Universität Trier Jura und Politikwissenschaft. Nach der erfolgreichen Veräußerung seines selbstständig entwickelten SaaS-Beratungstools für die Digitalisierung von kleinen und mittelständischen Unternehmen arbeitete er als Referent für Digitalpolitik und E-Government bei der Industrie- und Handelskammer München. Für den Bundesverband IT-Mittelstand e.V. ist er aktuell am Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft für die Konsortiumsbindung von IT-Unternehmen verantwortlich. Freiberuflich hält er auf internationalen Konferenzen Vorträge zu Themen des „Digitalen Deutschen Mittelstands“.



Felix Friedrich Eifert (M.Sc.) studierte Betriebswirtschaftslehre und ist derzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TH Brandenburg. Er informiert im Rahmen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft mittelständisch geprägte IT-Unternehmen in Bezug auf Schnittstellen, Datenschutz und Datensicherheit. Sein Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich des Projektmanagements. Ergebnis dessen ist u.a. die Entwicklung eines Erfassungs- und Bewertungstools zum digitalen Reifegrad von IT-KMUs.

Die regionalen Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren und Themenzentren mit ihren Stützpunkten

Stand: Januar 2020



Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationszentren, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und praktischen Beispielen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Weitere Informationen finden Sie unter **www.mittelstand-digital.de**.





www.mittelstand-digital.de

ISSN (Print) 2198-8544
ISSN (Online) 2198-9362