



TECHNOLOGIELAND
HESSEN

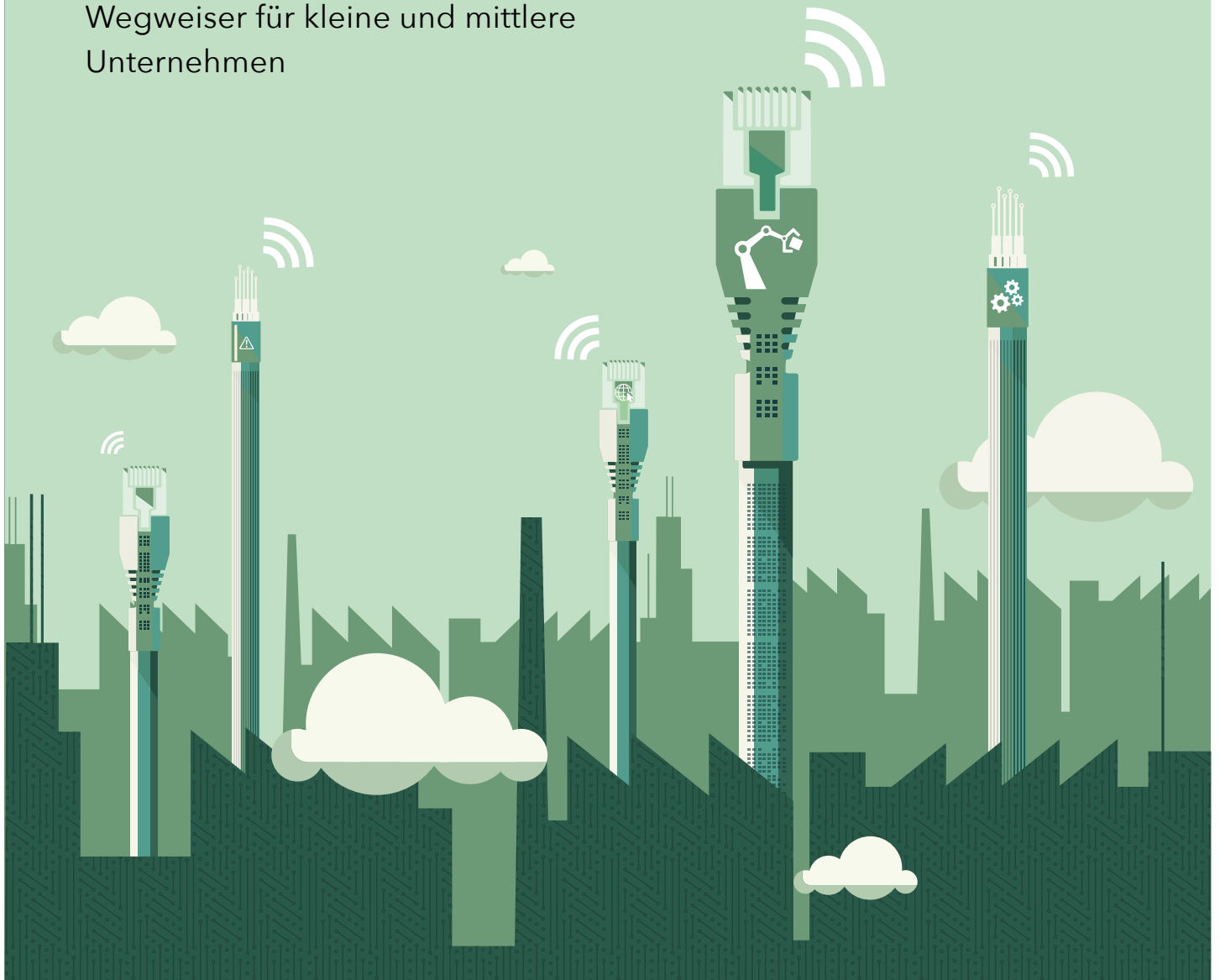
VERNETZT.
ZUKUNFT.
GESTALTEN.

technologieland-hessen.de

Ihre Verbindung zur **Zukunft**

PRODUZIEREN MIT DEM INTERNET OF THINGS

Wegweiser für kleine und mittlere
Unternehmen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung.



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

VORWORT



”

Die digital vernetzte Fabrik der Zukunft produziert schneller, kontinuierlicher und ressourceneffizienter als ihre Vorgängerin im analogen Zeitalter, sie optimiert die Wertschöpfungskette und erlaubt völlig neue Geschäftsmodelle. Der Weg zu dieser Industrie 4.0 führt über das Internet der Dinge.

Gerade kleinen und mittleren Unternehmen fällt der Einstieg in diese Technologie jedoch mitunter schwer. Dieser Leitfaden hilft, die Anfangshürden zu überwinden, und zeigt mit vielen praktischen Beispielen, wie sich auch kleine und mittlere Unternehmen die Potenziale der Industrie 4.0 erschließen können.

Eine inspirierende Lektüre wünscht

A handwritten signature in black ink, reading "Tarek Al-Wazir".

Tarek Al-Wazir

Hessischer Minister für
Wirtschaft, Energie, Verkehr
und Wohnen

INHALT



01

WILLKOMMEN IM INTERNET OF THINGS

Ein Wegweiser zur digitalen Fabrik **8**

Interview mit Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl, TU Darmstadt **10**



02

WAS KANN EINE IOT-PLATTFORM?

Was ist IoT? **14**

CPS, IoT-Plattform, Cloud - eine Einordnung **15**

Herausforderungen umschiffen **16**

Herausforderungen bei ArePron **17**



03

DIE RICHTIGE IOT-PLATTFORM FINDEN

Entscheidungsgrundlagen schaffen **20**

Vom Kriterienkatalog zur idealen IoT-Plattform bei ArePron **29**



04

WIE KANN EIN IOT-SYSTEM AUSSEHEN?

Das gesamte IoT-System im Überblick **32**

Wissen kompakt **34**

IoT-Gesamtsystem bei ArePron **36**



05

IN 5 SCHRITTEN ZUM ZIEL

Einführung einer IoT-Plattform **40**

IoT-Plattformeinführung in ArePron **43**



06

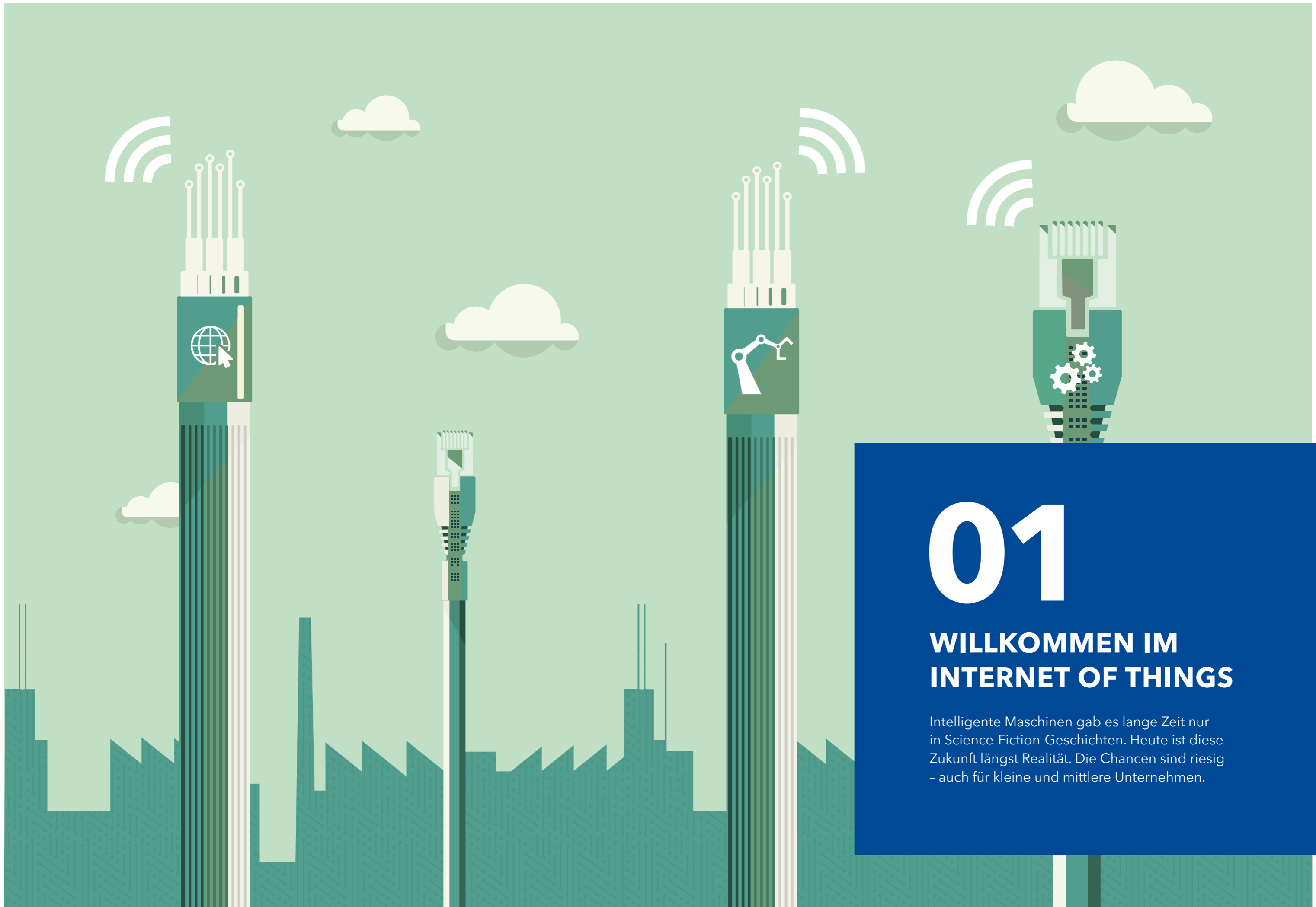
POTENZIALE NUTZEN MIT DEM IOT

Die Zeit ist reif zu handeln für Ihren digitalen Weg **46**

Quellen **48**

Impressum **49**

Kontakt **50**



01

WILLKOMMEN IM INTERNET OF THINGS

Intelligente Maschinen gab es lange Zeit nur in Science-Fiction-Geschichten. Heute ist diese Zukunft längst Realität. Die Chancen sind riesig - auch für kleine und mittlere Unternehmen.

EIN WEGWEISER ZUR DIGITALEN FABRIK

In einer digitalen Produktionsstätte können Maschinen um Hilfe rufen, sobald sich ein Problem abzeichnet. Verschiedene Produktionsdaten wie zum Beispiel der Energieverbrauch oder der centgenaue Preis des Endprodukts, inklusive Lager- und Logistikkosten, können sich auf Knopfdruck ausgeben lassen.

Im Internet der Dinge (englisch Internet of Things, kurz IoT) geht es darum, dass intelligente Maschinen Daten erfassen, mit denen dann Analysen durchgeführt sowie Prozesse überwacht und optimiert werden können. Mögliche Einsparpotenziale werden somit sichtbar gemacht. Auch Fehler- und Ausschussquoten sowie Stillstandszeiten von Maschinen können auf diesem Weg reduziert werden.

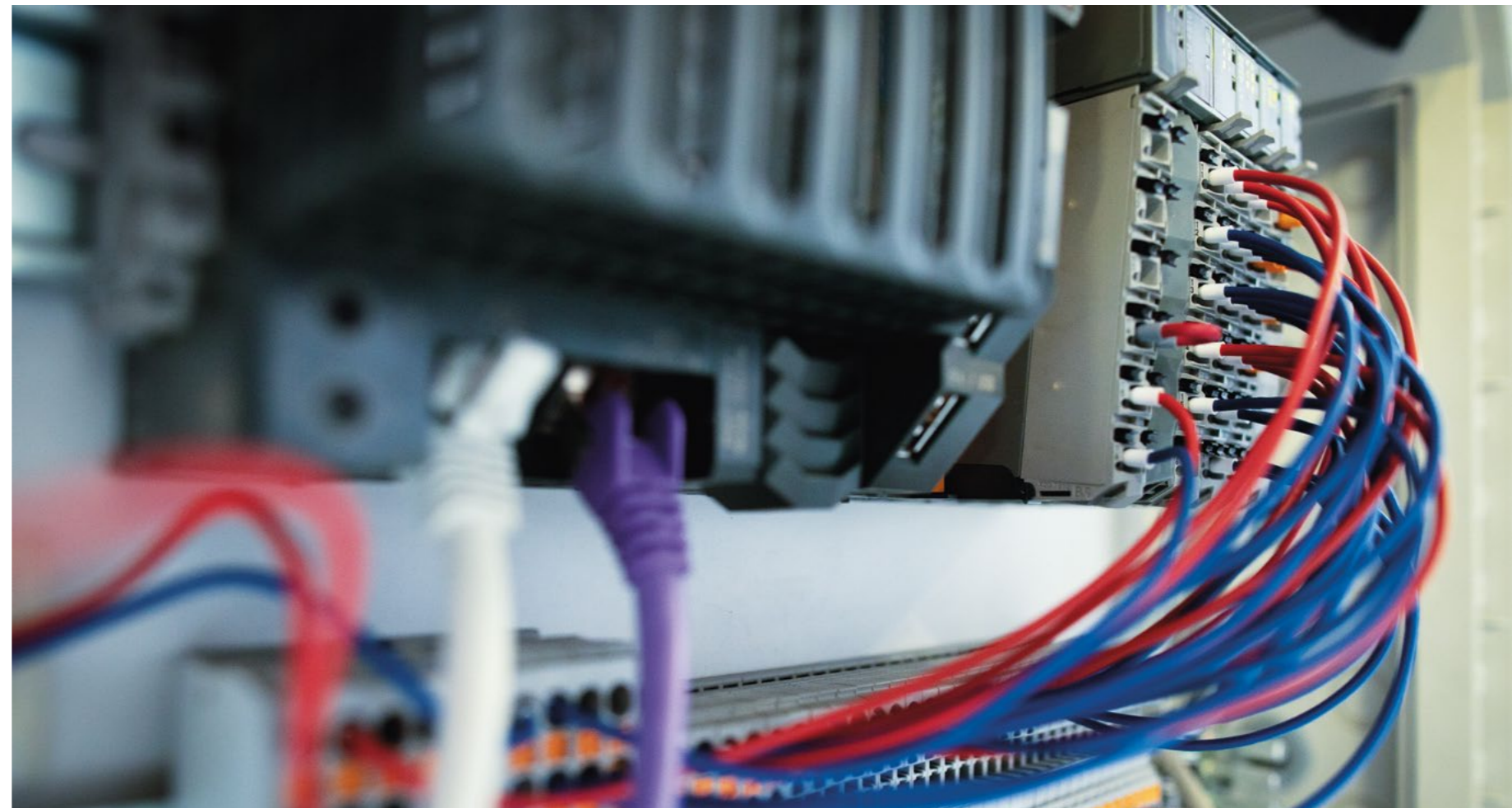
Für immer mehr Unternehmen ist das Internet der Dinge kein Zukunftsszenario mehr. Sie haben das Potenzial erkannt, und nutzen es, um

- die Maschinenauslastung zu optimieren,
- die Bauteilqualität zu verbessern,
- die Kosten zu reduzieren,
- bessere oder bei Bedarf individualisierte Produkte zu entwickeln,
- die Produktionszeiten zu verbessern,
- neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Laut einer Studie vom Digitalverband Bitkom zum Thema „Industrie 4.0 - so digital sind Deutschlands Fabriken“ aus dem Jahr 2020 [1] nutzen bereits 59 Prozent der befragten Industriebetriebe spezielle Anwendungen aus dem IoT-Bereich.

Von einem großen Durchbruch kann aber noch keine Rede sein. Denn in den meisten Unternehmen sind noch viele Fragen offen: Wie lässt sich ein solches Vorhaben umsetzen? Wo beginnen? Wie soll eine IoT-Infrastruktur aufgebaut sein? Was kann sie leisten? Und wie lässt sich aus der persönlichen Perspektive der beste Nutzen generieren?

Dieser Leitfaden soll diese und noch weitere Fragen beantworten. Er soll Unternehmen dabei helfen, die passenden Antworten für ihren Betrieb zu finden. Er richtet sich insbesondere an Entscheidungsträger und Mitarbeiter von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die bisher noch wenig Kontakt mit der Thematik hatten.



Demonstration am praktischen Beispiel

Am Ende eines jeden Kapitels wird demonstriert, wie eine solche Lösung in der Praxis funktioniert. Als konkreter Anwendungsfall dient dabei das Transferprojekt ArePron (Agiles ressourceneffizientes Produktionsnetzwerk).

Bei diesem durch das Land Hessen und die Europäische Union geförderten Vorhaben wurden am Campus Lichtwiese der TU Darmstadt zwei Produktionsstätten miteinander vernetzt: die Energieeffizienz-Fabrik (ETA-Fabrik) und das Center industrieller Produktion (CiP).

Ziel war eine Optimierung der Produktionspfade hinsichtlich Kosten, Zeit und Ressourcen sowie die Visualisierung der Informationen für die Mitarbeiter. Darüber hinaus sollte es ermöglicht werden, von ausgewählten Bauteilen die individuellen Ressourcenzuordnungen zu berechnen und darzustellen. Das sollte auch vor dem Hintergrund geschehen, dass Angaben zum CO₂-Fußabdruck in Zukunft ein wichtiges Kaufargument sein könnten.

Bei dem Projekt wurden unter anderem folgende Parameter erfasst:

- der Produktionsweg,
- die Produktionszeit,
- die verbrauchte Leistung und Druckluft oder der Wert des CO₂-Abdrucks.

Weiterführende Informationen und eine „Anforderungsliste für die Auswahl einer IoT-Plattform“ runden den Leitfaden ab.

MIT IOT SCHNELLER AUF MARKT- VERÄNDERUNGEN REAGIEREN

Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl, Leiter des Fachgebiets „Datenverarbeitung in der Konstruktion“ (DiK) an der TU Darmstadt, erklärt, wie IoT die Widerstandsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen stärken kann.

TU Darmstadt

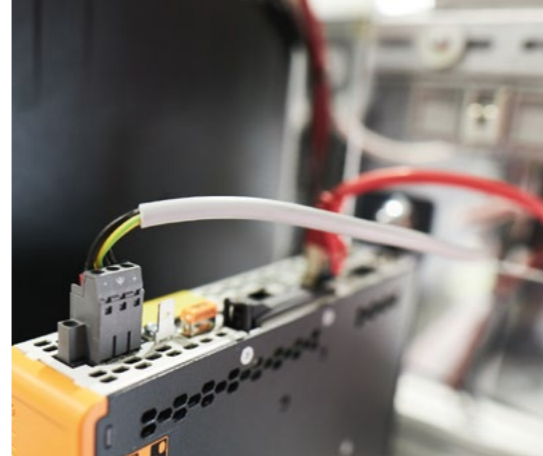
Das Fachgebiet „Datenverarbeitung in der Konstruktion“ (DiK) an der TU Darmstadt führt zahlreiche Forschungsprojekte und Industriekooperationen zu zukunftsweisenden Digitalisierungsthemen wie dem „Digitalen Zwilling“ durch. Die Forschungsergebnisse werden auch in die „Plattform Industrie 4.0“ eingebracht. Sie hat die Weiterentwicklung von IIoT (Industrial Internet of Things) in Deutschland zum Ziel. IIoT repräsentiert dabei IoT im industriellen Umfeld. Auf internationalem Boden engagiert sich das DiK u. a. im Industrial Internet Consortium (IIC), welches das Thema weltweit voranbringen möchte.

Was ist aus Ihrer Sicht der Mehrwert dieses Leitfadens für Unternehmen?

Prof. Anderl: Der Leitfaden gibt einen produktneutralen Überblick über die verschiedenen Kategorien der IoT-Plattformen. Er zeigt zudem Wege auf, wie diese Plattformen in der Produktion eingeführt und angewendet werden können.

Warum ist es für Unternehmen überhaupt wichtig, dass sie sich mit dem Thema Industrie 4.0 befassen?

Prof. Anderl: Die gesamte Wertschöpfungskette lässt sich durch Industrie 4.0 sehr viel effizienter gestalten. Gleichzeitig können Wertschöpfungsnetzwerke geschaffen werden, in die sich Zulieferer und Kunden einbinden lassen können. Unternehmen erreichen damit einen sehr viel höheren Agilitäts- und Flexibilisierungsgrad. Das macht sie widerstandsfähiger gegenüber Störeinflüssen. Wenn zum Beispiel ein Zulieferer ausfällt, kann ein alternativer Zulieferer zeitnah dessen Platz einnehmen. In der Wissenschaft sprechen wir von Resilienz. Letzten Endes können Unternehmen mithilfe von IIoT sehr viel schneller auf Marktveränderungen reagieren und dadurch ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.



Welchen Einfluss haben IoT-Plattformen auf die Gestaltung zukünftiger Geschäftsmodelle?

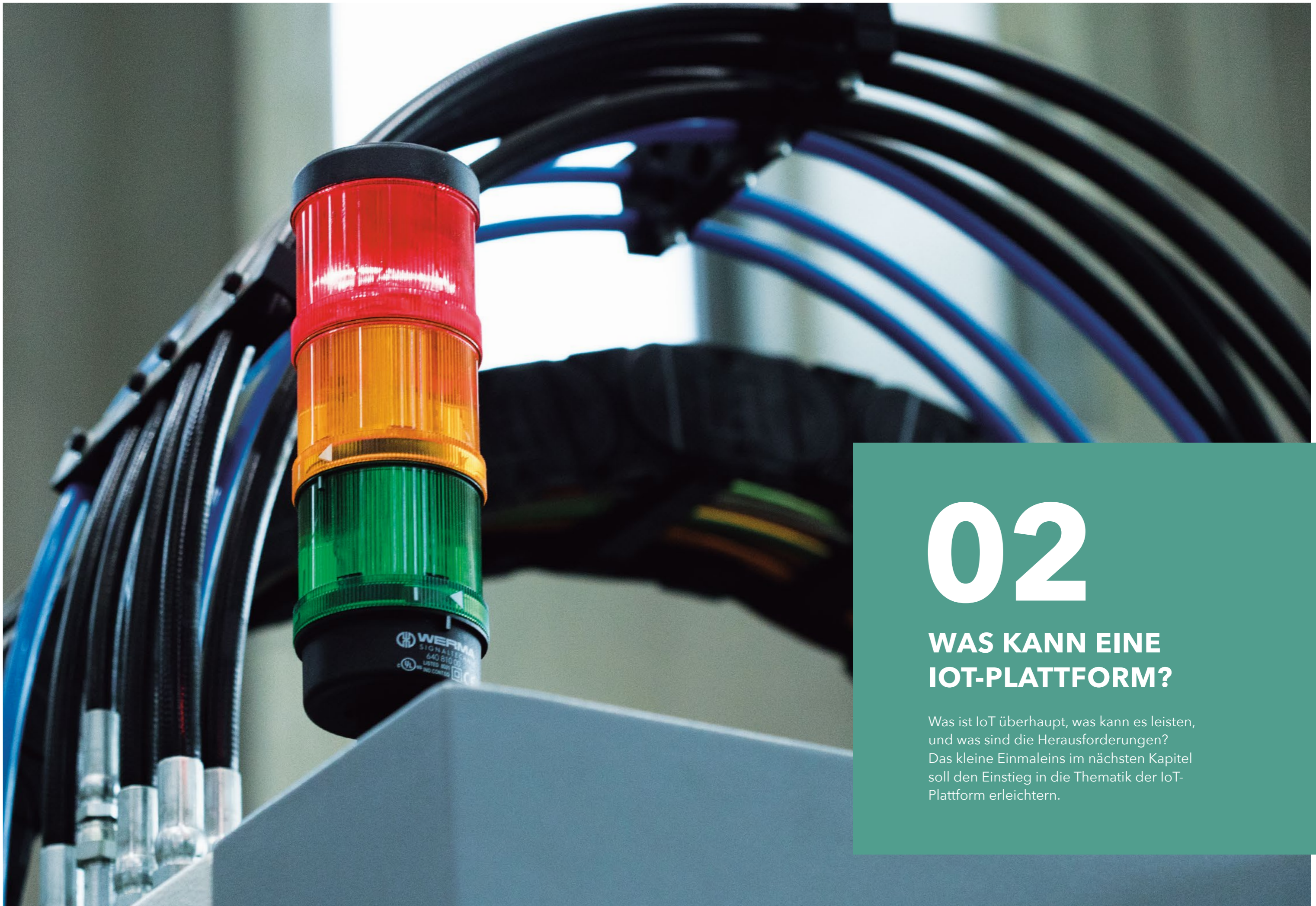
Prof. Anderl: Die bereits erwähnten Wertschöpfungsnetzwerke können mithilfe von IoT-Plattformen zu dynamischen Ökosystemen weiterentwickelt werden. Die Daten werden hier zu einem Wirtschaftsgut. Wir haben Beispiele aus Transferprojekten, in denen Unternehmen ihr Geschäftsmodell erweitert haben, indem sie nicht mehr nur ihr Produkt als Hardware, sondern die Leistung ihres Produktes verkaufen.

Ein Hersteller von Kompressoren könnte beispielsweise statt des Kompressors die Druckluft pro Stunde verkaufen. Ich vergleiche das gerne mit einem Analogon aus der Mobilfunkwelt: Es gibt ein Betriebssystem, auf dem verschiedene Apps installiert werden können. Ebenso können Unternehmen über eine Vielzahl von Anwendungen ihre Geschäftsfelder so konfigurieren, dass sie ihre Dienstleistungen zielgerichtet ausrichten können.

Können Sie kurz erklären, was ein Transferprojekt ist und wie Unternehmen davon profitieren können?

Prof. Anderl: Bei einem Transferprojekt beteiligt sich ein Unternehmen an einem Forschungsvorhaben, bei dem es um die vorwettbewerbliche Entwicklung neuer Prinzipien und Technologien geht. Die Ergebnisse kann es dann nutzen, um eigene Produkte zu entwickeln. Transferprojekte werden öffentlich gefördert und sollen gerade KMU dazu ermutigen, forschungsintensive Projekte durchzuführen, für die sie sonst keine Ressourcen hätten.

Das Interview führte Sabine Philipp, freie Journalistin



02

WAS KANN EINE IOT-PLATTFORM?

Was ist IoT überhaupt, was kann es leisten, und was sind die Herausforderungen? Das kleine Einmaleins im nächsten Kapitel soll den Einstieg in die Thematik der IoT-Plattform erleichtern.

WAS IST IOT



Der Kerngedanke von IoT besteht darin, eine Brücke zwischen physischer und digitaler Welt zu bauen. Zu diesem Zweck werden Maschinen, und manchmal auch die Produktionsräume, mit verschiedenen Komponenten wie zum Beispiel Sensoren versehen. Diese sammeln dann verschiedene Daten, wie etwa die Höhe der Luftfeuchtigkeit in der Industriehalle, den Energieverbrauch der Maschine oder das Bewegungsmuster von mechanischen Teilen. Über eine Verbindung wie beispielsweise WLAN (Wireless Local Area Network) werden diese Daten dann in ein IT-System übertragen. Dort können sie ausgewertet, visualisiert und für verschiedene Anwendungsfälle genutzt werden. Ein solcher Zweck könnte darin bestehen, die Ausfallzeiten der Maschinen durch eine so genannte „vorausschauende Instandhaltung“ (Predictive Maintenance) zu reduzieren.

In einem solchen Szenario werden mechanische Teile einer Maschine zunächst mit Sensoren bestückt mit dem Ziel, Daten zum Bewegungsmuster zu sammeln. Abweichungen von diesem Muster können auf mechanische Probleme hindeuten, wie zum Beispiel auf Unwuchten in Laufrollen oder Getrieben.

Sobald die Algorithmen im IT-System eine solche Unregelmäßigkeit feststellen, wird der zuständige Techniker zum Beispiel per SMS oder E-Mail informiert. Während der Stillstandszeiten kann er dann die fehlerhaften Bauteile austauschen. Unvorhergesehene Ausfälle der Maschine lassen sich somit vermeiden.

Von der Maschine direkt in das IT-System

In vielen Unternehmen müssen Produktionsdaten dokumentiert werden. Das kann zum Beispiel die Betriebstemperatur einer Maschine sein, wenn ein bestimmter Stoff zugefügt wird. Diese Daten werden dann häufig manuell auf Papier erfasst und anschließend in den Computer eingegeben. Das ist jedoch zeitaufwendig und es kommt schnell zu Tipp- bzw. Schreibfehlern. Ein großer Pluspunkt einer digitalen Vernetzung liegt also auch darin, dass sich so genannte Medienbrüche vermeiden lassen. Dadurch ergibt sich eine Reihe von Vorteilen:

- Die Daten werden automatisch erfasst und in das IT-System übertragen. Dort können sie analysiert und grafisch aufbereitet (visualisiert) werden.
- Durch die Visualisierung, zum Beispiel in Diagrammform, wird schneller deutlich, wo Optimierungspotenzial besteht.
- So könnten sich Unternehmen anzeigen lassen, wann bestimmte Lastspitzen entstehen oder bei welchen Produktionsbedingungen der Verschleiß besonders hoch ist.
- Auf dieser Basis lassen sich Einsparpotenziale leichter aufdecken, Produktionszeiten verbessern und Prozesse optimieren.
- Gleichzeitig lässt sich diese Datenbasis nutzen, um neue Produkte oder Mehrwerte für Kunden zu schaffen. Das kann wie im Beispiel von ArePron die Angabe des Ressourcenverbrauchs für ein Produkt sein oder die Entwicklung von Wartungsservices auf Basis von Predictive Maintenance.

CPS, IOT-PLATTFORM, CLOUD - EINE EINORDNUNG

Wer sich mit dem Thema Industrie 4.0 auseinandersetzt, kommt um die Begriffe Cyber-physisches System (CPS), IoT-Plattform und Cloud Computing nicht herum. Der folgende Abschnitt soll erklären, was es mit diesen Bezeichnungen auf sich hat.

Bei einem **Cyber-physischen System (CPS)** werden reale Objekte, wie zum Beispiel Maschinen, um Komponenten wie Sensoren oder Kommunikationsmodule erweitert. Damit sind sie in der Lage, Daten zu erfassen, sie weiterzugeben und damit IoT-Szenarien umzusetzen. Wenn CPS innerhalb von Maschinen in der Produktion verknüpft werden, sprechen Experten von Cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) [2]. Moderne Maschinen sind oft schon ab Werk entsprechend bestückt. Aber auch ältere Maschinen können nachgerüstet werden. Experten sprechen hier von Retrofitting.

Bei einer **IoT-Plattform** handelt es sich um eine Software, die Geräte, Systeme oder Anwendungen miteinander vernetzt. Sie dient sozusagen als Datendrehscheibe und Knotenpunkt zwischen den beteiligten Systemen.

Es gibt ganz unterschiedliche Arten von IoT-Plattformen, die über verschiedene Funktionen verfügen. Die Datenvielfalt macht dabei den Unterschied. Denn wer nur die Maschinentemperatur überwachen möchte, braucht keine IoT-Plattform, die riesige Datenmengen in Echtzeit auswerten kann. Je nach Einsatzgebiet, Datenmenge und Datendiversität ist der Einsatz von unterschiedlichen Typen sinnvoll. Der „IoT Platform Selection Guide“, den das Beratungsunternehmen 451 Research gemeinsam mit den Experten für Datenlösungen von Hitachi Vantara erstellt hat, unterscheidet dabei zwischen vier Formen [3]:

- 1 **Konnektivitätsplattformen** enthalten Basisfunktionen, die sicherstellen, dass die einzelnen Geräte und Systeme miteinander kommunizieren können. Zudem enthalten sie Features zur Identifizierung der Geräte und zur Datensicherheit.
- 2 **Middleware-Plattformen** haben darüber hinaus Funktionen zum aktiven Geräte- und Benachrichtigungsmanagement. Zum Beispiel, um den Gerätestatus zu überwachen, zentral Softwareupdates aufzuspielen oder die Nutzer bei bestimmten Szenarien zu benachrichtigen.
- 3 **Applikationsplattformen** enthalten neben den oben genannten Komponenten unter anderem Schnittstellen, mit denen sie an Systeme wie Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Execution System (MES) und Customer Relationship Management (CRM) angebunden werden können.
- 4 **Integrationsplattformen** verfügen über alle genannten Features und sind so konzipiert, dass sie sehr große Datenmengen in sehr kurzer Zeit verarbeiten können.

IoT-Plattformen lassen sich vor Ort, aber auch in einer **Cloud** betreiben. Cloud heißt Wolke und ist sinnbildlich zu verstehen. Denn beim Cloud Computing werden IT-Leistungen wie Rechenpower, Software oder Speicherplatz zentral an einem Ort, in eben dieser Wolke, bereitgestellt. Von dort aus lassen sie sich flexibel abrufen. Wenn zum Beispiel während der Produktion sehr große Datenmengen von der Maschine in das IT-System übertragen werden, lässt sich über die Cloud zusätzliche Rechenkapazität hinzubuchen.

Eine Cloud-Lösung macht vor allem dann Sinn, wenn mehrere Standorte involviert sind oder Daten, wie zum Beispiel von Kunden oder Zulieferern, mit anderen Unternehmen ausgetauscht werden sollen. Wenn die IoT-Plattform nur intern und an einem Standort eingesetzt wird und nur wenige Daten übertragen werden, kann ein lokaler Server diese Funktion übernehmen.

HERAUS- FORDERUNGEN UMSCHIFFEN

Eine gute Planung ist das A und O. Alles, was im Nachhinein geändert werden muss, ist aufwendig, teuer und nicht immer möglich. Gleichzeitig können sich die Anforderungen ändern. Dazu kommt, dass der Markt sehr dynamisch ist und der Hersteller der ausgewählten IoT-Plattform morgen vielleicht nicht mehr existiert.

Bei IoT-Vorhaben gibt es einige sehr spezielle Fragestellungen und Herausforderungen, die im Vorfeld bedacht werden sollten.

Den Zweck definieren

Nicht jede Anwendung ist für jedes Einsatzgebiet sinnvoll. Ein Unternehmen, das nur den Energieverbrauch messen möchte, braucht keine aufwendige Applikation, um sämtliche Geräte und Systeme miteinander zu verbinden. Vor der Umsetzung ist daher genau zu überlegen, welchen Zweck die Daten erfüllen sollen und wie sich die Kosten-Nutzen-Relation darstellt (siehe dazu auch den Abschnitt „Prioritäten setzen“ im Praxisbeispiel ArePron auf Seite 17).

Dynamik im Blick behalten

Heute ist der Ressourcenverbrauch von Belang. Morgen vielleicht die mikroprogrammgenaue Zusammensetzung der Zusatzstoffe nebst Herstellerangaben. Die Anforderungen und der Zweck können sich ständig ändern.

Mit einem Datenkonzept ist es einfacher, im Nachgang weitere Datenpunkte anzulegen. Ein solches Konzept dokumentiert unter anderem, auf welche Art und Weise die Daten vom Sensor in die Datenbank übertragen werden und wie die Datenbank mit der IoT-Plattform verknüpft ist. Der Begriff Datenpunkt wird von den Herstellern unterschiedlich interpretiert. In dieser Broschüre spiegelt ein Datenpunkt die Stelle wider, an der ein bestimmter Messwert, wie zum Beispiel die Maschinentemperatur, von einem Sensor gemessen und in der Folge als Datenstrom weitergegeben wird.

Flexibilität bei den Schnittstellen

Wenn verschiedene Systeme miteinander kommunizieren sollen, müssen die Schnittstellen kompatibel sein. Eine besondere Herausforderung ist in diesem Zusammenhang die große Dynamik am Herstellermarkt. Unternehmen verschwinden oder fusionieren. Im schlimmsten Fall werden die IoT-Plattform oder andere Komponenten nicht mehr angeboten oder weiterentwickelt. Vor diesem Hintergrund sind offene Schnittstellen sehr vorteilhaft. Diese Schnittstellen sind nicht an einen Hersteller gebunden. Da die notwendigen Spezifikationen frei zugänglich sind, lassen sich Anwendungen und Geräte anderer Hersteller einfacher integrieren.

Steigerung der Leistungsfähigkeit

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die so genannte Skalierbarkeit. Das bedeutet, dass sich die Geräte und Programme dynamisch an die jeweiligen Anforderungen anpassen lassen. Das ist zum Beispiel dann von Vorteil, wenn die zu verarbeitende Datenmenge sprunghaft ansteigt.

Herausforderungen bei ArePron

Bei IoT-Projekten werden unterschiedliche Unternehmensbereiche miteinander vernetzt. Das bedeutet im Gegenzug auch, dass diese Bereiche miteinander in Einklang gebracht werden müssen. Diese interdisziplinäre Arbeit ist häufig eine Herausforderung. Auch beim Projekt ArePron war das der Fall. So mussten unter anderem Anforderungen aus den Bereichen Produktion, Produktionsplanung- und Steuerung (PPS), Ressourceneffizienz und Traceability (Rückverfolgbarkeit) zusammengeführt und berücksichtigt werden. Wichtige Fragestellungen waren dabei:

- Welche Bereiche greifen ineinander über?
- Welche Daten sind relevant?
- Wie müssen die Systeme miteinander vernetzt werden?
- Welche Informationen sollen für einen Nutzer visualisiert werden?

Kompatibilität von Hard- und Softwarekomponenten beachten

Die ausgewählten Hard- und Softwarekomponenten waren nicht automatisch kompatibel. Durch das große Projektteam und die einzelnen Arbeitsbereiche wurden Teillösungen gesucht, die im Einzelnen geeignet, aber im Zusammenspiel fehleranfällig waren.

Prioritäten setzen

Um den Ressourcenverbrauch zu messen, haben sich die Projektteilnehmer auf die zwei wesentlichen Verbrauchsdaten konzentriert: den Energie- und den Druckluftverbrauch. Die Menge des verwendeten Kühlschmierstoffs wurde nicht permanent bzw. sensorisch überwacht. Aus zweierlei Gründen: Der Parameter hatte a) nur einen sehr geringen Einfluss auf den Gesamtressourcenverbrauch, und b) standen die Kosten der Messung in keinem Verhältnis zum Nutzen. Aus diesem Grund wurde ein Wert, der auf händischen Messungen beruhte, als Berechnungsgrundlage angenommen.

Mit einem mobilen Messkoffer hatten die Teilnehmer im Vorfeld kontrolliert, ob sich der Einbau eines festen Sensors lohnt. Dabei handelt es sich um einen Sensor, der nach dem Plug-and-Play-Prinzip eingesteckt wird und kurzfristig Werte erfassen kann. Messkoffer funktionieren ähnlich wie Strommessgeräte im Privatbereich, die zum Beispiel zwischen Waschmaschinenstecker und Steckdose angebracht werden, um den Energieverbrauch zu messen.



03

DIE RICHTIGE IOT- PLATTFORM FINDEN

Welche IoT-Plattform ist nun geeignet für den Unternehmenseinsatz? Es gibt viele Aspekte, die bei der Wahl bedacht werden müssen. Der Kriterienkatalog im nächsten Kapitel soll helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

ENTSCHEIDUNGS- GRUNDLAGEN SCHAFFEN

Das erste IoT-Projekt soll umgesetzt werden. Jetzt geht es an die Planung. Aber was sind die ersten Schritte? Was gibt es zu beachten? Und wie kann sichergestellt werden, dass nichts Wichtiges vergessen wird?

Dieses Kapitel soll mithilfe eines Anforderungskatalogs dabei helfen, die individuellen Bedürfnisse zu erkennen und zu formulieren. Herzstück dieses Katalogs sind sieben Kriterien, die sich in verschiedene Unterpunkte gliedern. Je nach Einsatzgebiet können diese Unterpunkte mehr oder weniger relevant sein.

In der Vorlage „Anforderungsliste für die Auswahl einer IoT-Plattform“ lassen sich diese Überlegungen dokumentieren.

Das Formular steht unter dem QR-Code oder über den Link zum Download bereit.



[redaktion.hessen-agentur.de/
publication/2021/3388_
iiot-plattform_anforderungsliste.pdf](https://redaktion.hessen-agentur.de/publication/2021/3388_iiot-plattform_anforderungsliste.pdf)

7 Kriterien zur Auswahl einer IoT-Plattform

- Preis- und Lizenzmodell
- Benutzerfreundlichkeit (Usability)
- Interoperabilität, Konnektivität und Kommunikation
- Datenverarbeitung und -speicherung
- Funktionen einer IoT-Plattform
- Informationssicherheit
- Dokumentation und Support

Preis- und Lizenzmodell

Abhängig von der Art und Häufigkeit der Nutzung einer IoT-Plattform können unterschiedliche Preis- und Lizenzmodelle wirtschaftlich sinnvoll sein. So kann sich bei sporadischem Einsatz ein variables Preismodell rentieren, das heißt, die Abrechnung erfolgt nach Verbrauch, auch Pay-per-Use-Modell genannt. Bei häufiger Nutzung ist hingegen ein Lizenzmodell oft preiswerter. In der Anforderungsliste (siehe QR-Code Seite 20) lassen sich die verschiedenen Parameter nebeneinanderstellen.



Variable Preismodelle

Bei dieser Option hängt der Preis von unterschiedlichen Aspekten ab. Einige Hersteller berechnen den Preis pro übertragene Megabyte, andere pro Nachricht. Bei einigen Anbietern fallen neben den Nutzungspreisen noch Kosten für die Installation und die Einrichtung an. Die Abrechnung kann pre- und postpaid erfolgen. Beim Prepaid-Modell wird ein Guthaben erworben und sukzessive aufgebraucht. Beim Postpaid-Modell wird der Verbrauch nach einem bestimmten Zeitraum – zum Beispiel nach einem Monat – abgerechnet.



Lizenzmodell

Bei diesem Modell fällt eine einmalige Gebühr an, und das Programm kann ohne Limit genutzt werden. Einige Hersteller begrenzen die Nutzungsdauer jedoch auf einen bestimmten Zeitraum, wie zum Beispiel auf ein Jahr.



DIGI-Zuschuss vom Land Hessen für das IoT-Vorhaben

Im Rahmen des Förderprogramms „Zuschuss für Digitalisierungsmaßnahmen“ unterstützt das Land Hessen kleine und mittlere Unternehmen bei der Einführung neuer digitaler Systeme mit einem Zuschuss von 50 Prozent der Investition und bis zu einem Betrag von 10.000 Euro.

Weitere Informationen gibt es unter www.technologieland-hessen.de/DIGI-Zuschuss.

Benutzerfreundlichkeit (Usability)

Lässt sich die IoT-Plattform einfach installieren und nutzen? Oder bedarf es dazu weitreichender Vorkenntnisse? Läuft sie störungsfrei und unterstützt sie die Arbeitsprozesse? Das sind wichtige Fragen, denn die Erfahrung zeigt: Sobald es kompliziert wird oder das Programm nicht richtig läuft, sinkt die Akzeptanz der Mitarbeiter.

In puncto Benutzerfreundlichkeit ist es daher ratsam, folgende Punkte zu beachten:



Installation

Benutzerfreundlichkeit beginnt schon bei der Installation. Aus diesem Grund sollte darauf geachtet werden, dass sich die Plattform einfach installieren lässt – idealerweise per Plug and Play. Außerdem ist es wichtig, dass eine verständliche Gebrauchsanweisung existiert, ebenso wie eine Hotline oder ein Forum, die bei Problemen konsultiert werden können.



Anbindung von Geräten und Datenquellen

Lassen sich die Geräte und die Datenquellen leicht anbinden? Wie sieht es mit den Schnittstellen aus? Und gibt es eine gute Dokumentation, die wichtige Informationen, zum Beispiel zu den Spezifikationen, enthält?



Intuitive Nutzung

Eine IoT-Plattform sollte einen klaren, transparenten Aufbau haben und einfach in der Nutzung sein. Vor allem dann, wenn sie über viele unterschiedliche Funktionen verfügt. Denn sonst wird es schnell unübersichtlich. Dieser Punkt ist auch besonders dann wichtig, wenn die Plattform über verschiedene Hierarchieebenen hinweg genutzt wird. Darüber hinaus hat jede Abteilung ihre eigene Arbeitsweise und ihre eigenen Automatismen. Im Idealfall können diese ebenfalls berücksichtigt werden.



Individualisierung

Ein Mitarbeiter, der den Ressourcenverbrauch abrufen möchte, muss nicht die aktuelle Betriebstemperatur der Maschine kennen. Eine personalisierbare Benutzungsoberfläche ist dann relevant, wenn verschiedene Nutzer unterschiedliche Informationen abrufen möchten. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang das Identitätsmanagement. Damit wird sichergestellt, dass nur autorisierte Nutzer entsprechende Zugriffsrechte erhalten. Denn schließlich sollte kein Kunde, der die Verfügbarkeit eines Artikels prüfen möchte, Einblick in die Betriebsinterna erhalten.



Interoperabilität, Konnektivität und Kommunikation

Wenn die IoT-Plattform mit anderen Systemen, Geräten oder Netzwerken interagieren soll, muss die Verbindung stimmen. In diesem Zusammenhang ist natürlich besonders interessant, ob und wie sich die IoT-Plattform in bestehende Systeme integrieren lässt.



Unterstützte Hardware und Geräte

Wie lassen sich die Geräte und Module einbinden? Gibt es eine automatische Geräteerkennung nach dem Plug-and-Play-Prinzip? Im Idealfall existieren vorkonfigurierte Einstellungen, um Geräte und Module in die IoT-Plattform einzubinden.



Protokolle und Schnittstellen

Es ist zu beachten, welche Schnittstellen die Maschinen nutzen, und mit welchen Kommunikationsprotokollen sie arbeiten. Denn die IoT-Plattform muss auch diesen Anforderungen gerecht werden.





Externe IT-Systeme

Falls die Daten in ein IT-System, wie zum Beispiel in ein ERP-, MES- oder CRM-System, übertragen werden sollen, müssen diese kompatibel zur IoT-Plattform sein. In vielen Fällen müssen dabei auch bestimmte Businessprozesse berücksichtigt werden.

Datenverarbeitung und -speicherung

Bei jedem IoT-Projekt fallen Daten an, die übertragen und verarbeitet werden müssen. Je nach Umfang und Nutzung sind bestimmte Parameter erfolgsentscheidend.



Datenübertragung

Hier stellt sich vor allem die Frage nach der Datenübertragungsrate, d.h. wie viele Daten sollen in welchem Zeitraum übertragen werden? Wenn permanent, latenzfrei und in Echtzeit sehr viele Informationen transferiert werden sollen, müssen die IoT-Plattform und die Infrastruktur damit umgehen können.



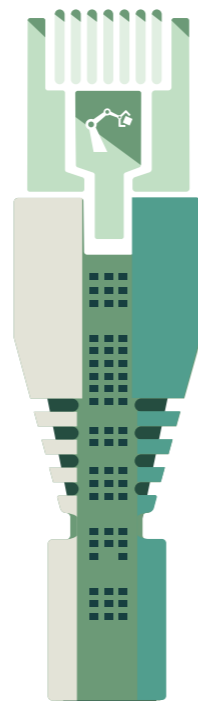
Datenspeicherung

Sollen die Daten für eine spätere Nutzung gespeichert werden? Dann ist dieses Kriterium besonders wichtig. Bei der Betrachtung ist die Datenmenge relevant, ebenso wie der Zeitraum, über den die Daten archiviert werden sollen.



Datenauswertung

Sind neben den historisierten Daten auch aktuelle Informationen mit einer geringen Latenz im Spiel? Dann ist dieses Kriterium von Bedeutung. Die Latenz ist die Zeit, die die Daten in einem Netzwerk benötigen, um vom Sender zum Empfänger zu kommen.



Datenvorverarbeitung

10 Grad Celsius! Ist das jetzt die Raumtemperatur oder der Wärmegrad der Rohmasse, als der Farbstoff zugefügt wurde? Temperaturangaben und andere Daten sind nur dann interessant, wenn sie in einem Zusammenhang stehen. Und wenn sie in einem Format vorliegen, das von beteiligten Komponenten gelesen und verarbeitet werden kann. Damit die Daten diese Qualitätskriterien erfüllen, müssen sie entsprechend vorverarbeitet werden. Sollte ein Format nicht gelesen werden können, dann ist zu prüfen, ob es sich so konvertieren lässt.

Die Datenqualität ist besonders dann wichtig, wenn sehr aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden sollen, zum Beispiel unter welchen Bedingungen besonders hohe Lastspitzen entstehen. Bei solchen Einsatzszenarien gilt auch die Devise: Je mehr qualitativ hochwertige Daten vorhanden sind, desto besser ist die Ausgangslage für Auswertungen. Ein wichtiges Stichwort ist in diesem Zusammenhang der Begriff „Big Data“ (siehe dazu auch den Kasten auf Seite 26).



Datenexport und -import

Um Medienbrüche zu vermeiden und das volle Potenzial von IoT-Plattformen ausnutzen zu können, ist ein Datenaustausch mit vorhandenen IT-Systemen sinnvoll. Auch die Option der Anbindung von Kunden oder Zulieferern an eine IoT-Plattform kann für den Informationsfluss vorteilhaft sein. Wichtig ist dabei die Unterstützung der vorhandenen Datenformate.

Funktionen einer IoT-Plattform

Wie in Kapitel 2 erwähnt, gibt es unterschiedliche Formen von IoT-Plattformen (siehe dazu „CPS, IoT-Plattform, Cloud - Eine Einordnung“ auf Seite 15). Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die IoT-Plattformen je nach Typ unterschiedliche Dinge können, beispielsweise Geräte miteinander verbinden oder den Zustand einer Maschine überwachen. Dazu verfügen sie über verschiedene Funktionen, wie zum Beispiel das Verschicken von Nachrichten, sobald ein bestimmtes Ereignis eingetroffen ist. Je nach Einsatzgebiet sind dabei bestimmte Funktionen von besonderer Bedeutung.



Administration

Dieses Kriterium ist relevant, wenn die IoT-Plattform auch administrative Voraussetzungen erfüllen können muss. Das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn verschiedene Nutzergruppen mit unterschiedlichen Rechten ausgestattet werden sollen.



Device Management (Geräteverwaltung)

Wenn über die IoT-Plattform Geräte verwaltet werden sollen, wird empfohlen, den Punkt Geräteverwaltung (Device Management) in den Kriterienkatalog aufzunehmen. Wichtige Punkte sind in diesem Zusammenhang Registrierung, Konfiguration, Lokalisierung, Fernsteuerung, die Aktualisierung von Firmware sowie die Verwaltung der Geräteberechtigung.



Monitoring

Sollen bestimmte Vorgänge durch die IoT-Plattform überwacht werden, wie zum Beispiel der Ist-Zustand einer Maschine? In diesem Fall ist interessant, wie diese Vorgänge erfasst und für den Nutzer dargestellt werden.



Benachrichtigungsmanagement

Das Benachrichtigungsmanagement ist wichtig, wenn die Maschine bei bestimmten Ereignissen Alarm schlagen bzw. Mitarbeiter gezielt informieren soll.

Big Data

Im Zusammenhang von Industrie 4.0 fällt immer wieder der Begriff „Big Data“. Wie der Bitkom in seinem Leitfaden „Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte“ festhält, bezeichnet Big Data „die Analyse großer Datenmengen aus vielfältigen Quellen in hoher Geschwindigkeit mit dem Ziel, wirtschaftlichen Nutzen zu erzeugen“ [4].

Als Beispiel für ein Big-Data-Szenario sei hier ein Pharma-Unternehmen genannt, das seine Arzneimittelproduktion digitalisiert hat. Aufgrund von regulatorischen Vorgaben muss es sämtliche Arbeitsschritte genau dokumentieren. Ob das nun die Sprühdose ist, mit der die Tablette mit dem Wirkstoff versehen wird, oder der Druck, mit dem das Pulver zur Tablette gepresst wird. Gleichzeitig messen Sensoren das Schwingmuster der Getriebe, um Unwuchten frühzeitig zu erkennen [12].

In einem solchen Unternehmen fallen permanent große Datenmengen an. Diese müssen innerhalb von Sekundenbruchteilen aufbereitet, analysiert und anschließend für einen langen Zeitraum gespeichert werden. Das IT-System, das bei solchen Big-Data-Szenarien zum Einsatz kommt, muss auf diesen Einsatz zugeschnitten sein. So gibt es spezielle IT-Komponenten wie Big-Data-fähige Speichersysteme. Auch die Netzwerkverbindungen müssen so ausgelegt sein, dass sie dem Ansturm standhalten.



Analyse und Auswertung

Dieses Kriterium fällt vor allem dann ins Gewicht, wenn mithilfe der IoT-Plattform Analysen und Auswertungen durchgeführt werden sollen. Dabei ist unter anderem zu erarbeiten, welche Anforderungen die Analysen erfüllen müssen. Eine wichtige Fragestellung wäre dabei zum Beispiel die Größe der zu untersuchenden Datenmengen. So ist es bei Big-Data-Analysen (siehe Kasten Big Data) beispielsweise wichtig, dass eine IoT-Plattform mit großen Datenmengen umgehen und diese verarbeiten kann.



Visualisierung

Sollen die Ergebnisse grafisch dargestellt (visualisiert) werden? Dann sollte ein besonderes Augenmerk auf die Darstellungsmöglichkeiten gelegt werden.



Erweiterte Anwendungen

Manchmal reicht das Set an Funktionen, das eine IoT-Plattform „ab Werk“ mitbringt, nicht für den geplanten Einsatz aus. Sie muss dann um zusätzliche Anwendungen erweitert werden. In einem solchen Fall ist es gut zu wissen, ob es zusätzliche Werkzeuge, Bibliotheken oder Programmbausteine gibt. Bei solchen Ausbauaktionen müssen zudem die ganzen Nebenschauplätze, wie zum Beispiel die Schnittstellen oder der Datenexport, bedacht werden.

Informationssicherheit

Mit dem Verkauf von erbeuteten Daten lässt sich viel Geld verdienen. In letzter Zeit häufen sich zudem so genannte Ransomware-Attacks. Dabei sperren die Cyberkriminellen die Systeme und fordern ein Lösegeld, um sie wieder freizuschalten. Es ist also besonders wichtig, Vorsorge zu betreiben. Cybersicherheit ist jedoch ein weites Feld. Eine gute Hilfestellung bietet das IT-Grundschutz-Kompendium des Bundesamts für Informationssicherheit (BSI) [5]. Das Herzstück dieses Leitfadens sind die IT-Grundschutz-Bausteine. Diese Bausteine beleuchten relevante Sicherheitsaspekte zu einem bestimmten Thema. Mittlerweile gibt es auch einen speziellen Baustein für „Industrielle IT“.

In diesem Katalog werden die drei wichtigsten Kriterien kurz vorgestellt:



Datensicherheit

Hier dreht sich alles darum, die Daten gegen Ausspähung, Viren und andere Bedrohungen zu schützen. Zum Beispiel durch ein Virenschutzprogramm.



Datensicherung

Wenn nach einer Ransomware-Attacke die Systeme verschlüsselt sind, ist es besser einen Plan B, genauer gesagt, ein sinnvolles Datensicherungskonzept zu haben. Es benennt zum einen mögliche Gefahren für einen Datenverlust, wie zum Beispiel Stromausfall oder Systemabbruch. Und besagt zum anderen, was in diesem Fall zu tun ist bzw. wie solchen Gefahren vorgebeugt werden kann. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang Sicherungskopien. Dabei werden die Daten redundant auf ein weiteres Medium, wie zum Beispiel auf einer zweiten Festplatte, abgelegt.



Datenschutz

Nicht alle Informationen sollten für jeden zugänglich sein. Deshalb stellt sich auch bei einer IoT-Plattform die Frage, ob und wie die Daten vor ungewollten Blicken geschützt sind. Dieser Punkt ist natürlich besonders sensibel, wenn es um personenbezogene Daten geht. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO).

Dokumentation und Support

Bei der Installation, beim Betrieb und bei der Nutzung einer IoT-Plattform können immer wieder Fragen auftauchen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Mitarbeiter frühzeitig bei der Auswahl und bei der Umsetzung einzubinden. Für Mitarbeiter im IT-Umfeld, wie zum Beispiel Systemadministratoren, ist dabei vor allem interessant, ob es eine gute Dokumentation sowie eine Supporteinrichtung gibt, an die sie sich bei Fragen wenden können. Bei Mitarbeitern, die die Plattform nutzen, kann eine durchdachte Anleitung dabei helfen, die eine oder andere Hürde zu nehmen.



Dokumentation

Die Dokumentation ist einerseits eine Art Gebrauchsanweisung, die besagt, wie eine Software zu nutzen ist. Andererseits beleuchtet sie die technischen Details. Die Dokumentation wird häufig in Form von Handbüchern, Anleitungen oder FAQs veröffentlicht, meist in einem separaten, gedruckten oder elektronischen Dokument. In einigen Fällen ist sie direkt in die IoT-Plattform eingebunden. Manche Hersteller und spezialisierte Unternehmen bieten, oft gegen Aufpreis, weitere Dokumentationsformate an, wie zum Beispiel Tutorials, Schulungen oder Workshops. Bei einer Dokumentation ist wichtig, dass sie aktuell, korrekt und nachvollziehbar ist.



Support

Gerade wenn es nicht so gut läuft, ist ein guter Rat Gold wert. Einige Hersteller bieten einen persönlichen Support an, zum Beispiel über eine Hotline. In vielen Fällen gibt es auch spezielle Foren. Dort werden die Fragen von Mitarbeitern des Anbieters oder von anderen Nutzern beantwortet.

bei ArePron

Nur mit einer vollständigen Anforderungsliste lässt sich die für ein Unternehmen optimale IoT-Plattform finden. Bei ArePron war es deshalb wichtig, dass das gesamte Projektteam zusammenkam. So konnte jeder seinen Input im Rahmen eines Workshops einbringen. Für diese Workshops wurde relativ viel Zeit eingeplant, damit jedes Kriterium und Detail ausführlich besprochen werden konnte. Dabei standen die beiden Hauptzielsetzungen, nämlich die Ressourceneffizienz und die bauteilindividuelle Ressourcenzuordnung, stets im Fokus.

Die Ergebnisse dieses Brainstormings wurden in die Vorlage „Anforderungsliste für die Auswahl einer IoT-Plattform“ eingetragen. Dabei hielten die Projektteilnehmer bei jedem Punkt fest, ob es sich um eine Festforderung oder um einen Wunsch handelte. Festforderungen mussten erfüllt werden. Wünsche wurden berücksichtigt, waren aber zweitrangig.

Bei solchen Vorhaben gibt es immer einige Anforderungen, die eine besonders hohe Priorität haben. In diesem Fall war es die Individualisierung der IoT-Plattform. Um den passenden Hersteller zu finden, haben die Forscher zunächst einen Paarvergleich und anschließend eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Mithilfe des Paarvergleichs konnten sie festhalten, wie die einzelnen Kriterien für die Nutzwertanalyse individuell zu gewichten sind. Mit Hilfe der Nutzwertanalyse konnten sie anschließend gewichten, welcher Hersteller die speziellen Anforderungen des Projekts am besten erfüllt.

Die Vorlage „Anforderungsliste für die Auswahl einer IoT-Plattform“ ist unter dem QR-Code oder über den Link abrufbar.



redaktion.hessen-agentur.de/publication/2021/3388_iot-plattform_anforderungsliste.pdf



04

WIE KANN EIN IOT-SYSTEM AUSSEHEN?

IoT-Plattformen sind meistens in ein Gesamtsystem eingebunden. Im folgenden Kapitel wird am Beispiel einer sogenannten Referenzarchitektur demonstriert, wie so ein System in der Praxis aussehen kann.

DAS GESAMTE IOT-SYSTEM IM ÜBERBLICK

IoT-Plattformen arbeiten selten isoliert. Großes Potenzial lässt sich durch Einbindung in ein Gesamtsystem erzielen.

IoT-Systeme bestehen aus Maschinen, Komponenten, IT-Systemen und einer Infrastruktur. Sie werden häufig mithilfe einer Referenzarchitektur dargestellt. Referenzarchitekturen sind vereinfachte Darstellungen, die dazu dienen, den Aufbau, die Struktur und die Funktionen des Systems zu veranschaulichen.

Für diesen Leitfaden wurde ein Modell mit fünf Funktionsschichten ausgewählt [6, 7].

Die **Geräteschicht**, auch Perzeptionsschicht genannt, besteht aus physischen Objekten wie Sensoren oder Aktoren. Diese Objekte sind über eine Kommunikationsschnittstelle mit der Netzwerkschicht verbunden. Die Sensoren sind somit in der Lage, die Messwerte als digitales Signal an die Netzwerkschicht zu senden. Die Aktoren (siehe Seite 34) können andererseits die Anweisungen aus der Netzwerkschicht empfangen und umsetzen [8, 9, 6].

Die **Netzwerkschicht** ist die Verbindungsstelle zwischen Fabrik (Geräteschicht) und Verwaltung (Datenmanagementschicht). Hier befinden sich die Einheiten, die die Verbindungen zu den Geräten aufbauen und verwalten. Die Kommunikation mit der darüberliegenden Datenmanagementschicht findet entweder direkt oder über zusätzliche Gateways (siehe Seite 35) statt. Der Einsatz von Gateways ist dann notwendig, wenn Sensoren & Co. das Protokoll (siehe Seite 35), das für die Verbindung genutzt wird, nicht unterstützen. Sie dienen dann sozusagen als Dolmetscher [9, 7].

In der **Datenmanagementschicht**, auch Middlewareschicht genannt, werden die gesammelten Daten gespeichert, verarbeitet und für weitere Anwendungen bereitgestellt [6, 7].

Die **Anwendungsschicht** wird auch als Applikationsschicht bezeichnet. Hier sind die Programme lokalisiert, die die ganzen Anwendungen in ein bestimmtes IoT-Szenario umsetzen [9, 7]. Ein solches Szenario könnte sein, dass sich ein Unternehmen Energiedaten anzeigen lässt, um das Einsparpotenzial zu identifizieren. In diesem Fall greifen die Programme auf die Energiedaten in der Datenmanagementschicht zu und werten sie aus. Mithilfe einer grafischen Benutzeroberfläche (Dashboard) werden diese Informationen dann übersichtlich aufbereitet und dargestellt.

In der **Geschäftsmodellschicht**, auch Businessschicht genannt, geht es um das übergeordnete Ziel und dessen strategische Umsetzung. Ein solches Ziel (Geschäftsmodell) könnte für ein Unternehmen darin bestehen, dass es sich ökologisch aufstellt und besonders ressourceneffiziente Produkte verkauft. Dabei fallen sehr unterschiedliche Aspekte ins Gewicht. Neben dem Ressourceneinsatz muss auch der Einkauf der Rohstoffe oder die Logistik diesen ökologischen Prinzipien der Nachhaltigkeit entsprechen. Die Anwendungen der darunterliegenden Anwendungsschicht sowie die Technologien in der IoT-Gesamtstruktur können nun so ausgewählt werden, dass sie dem Geschäftsmodell zuspitzen [6, 7].

IoT-Gesamtsystem

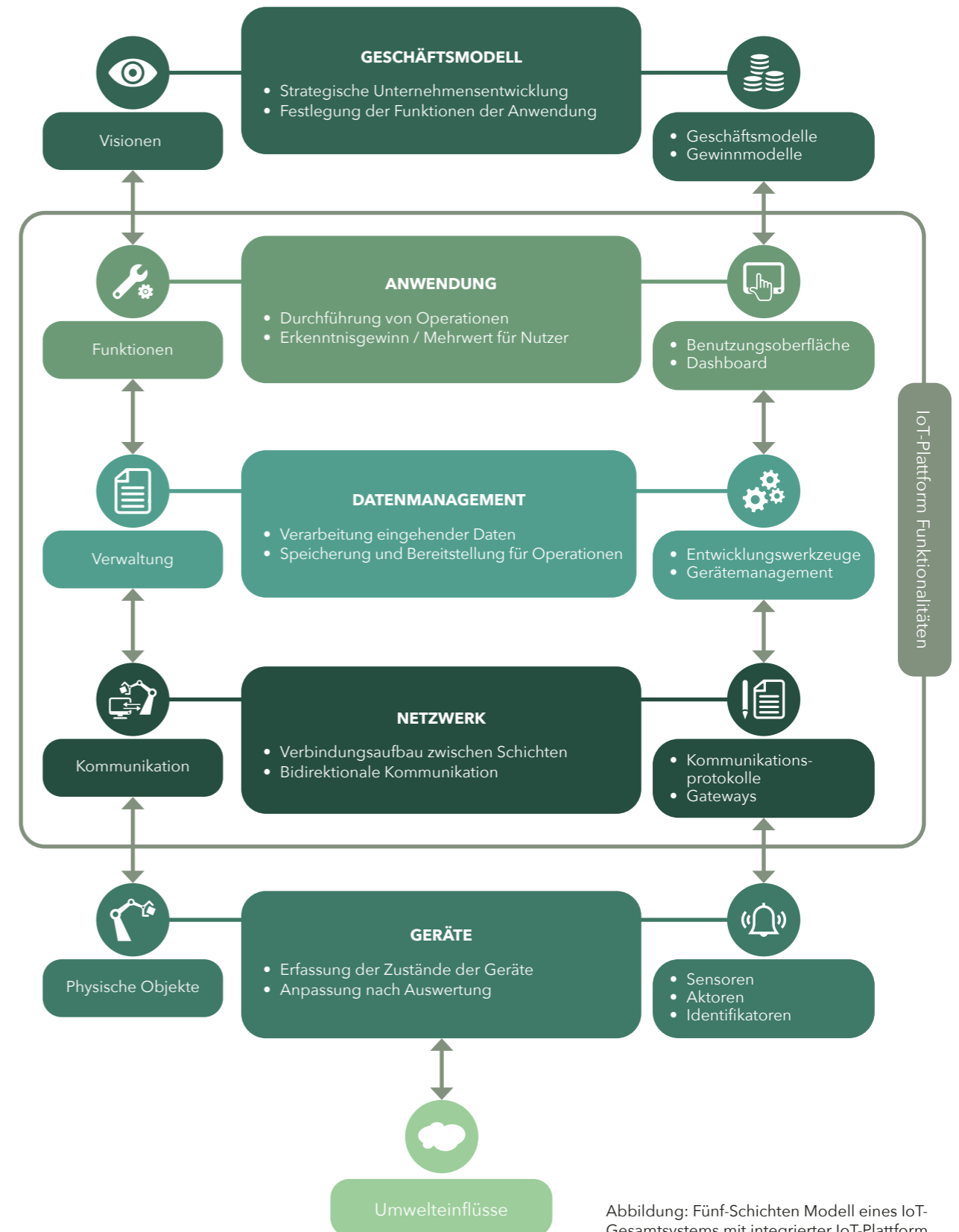


Abbildung: Fünf-Schichten Modell eines IoT-Gesamtsystems mit integrierter IoT-Plattform

WISSEN KOMPAKT

Auf den Seiten 32 und 33 fallen verschiedene Fachbegriffe. In diesem kleinen Lexikon werden sie nun kurz erläutert.



Aktoren

Aktoren setzen die digitalen Befehle aus der Netzwerkschicht mechanisch um, indem sie zum Beispiel einen Motor betreiben.



Gateways

Gateways sind Komponenten, die eine Kommunikation zwischen unterschiedlichen Systemen ermöglichen.



Identifikatoren

Ein Werkstück wird mit einem Identifikator markiert, um seinen Weg nachvollziehbar zu machen. Es gibt optische Identifikatoren, wie zum Beispiel Strichcodes oder QR-Codes (Quick Response-Codes), sowie elektronisch auslesbare Identifikatoren, wie zum Beispiel RFID-Transponder (Radio Frequency Identification-Transponder) [10].



IP-Adressen/MAC-Adressen

Damit Aktoren die für sie bestimmten Signale erhalten können, brauchen sie eine Art Anschrift, unter der sie erreichbar sind. In diesem Zusammenhang spielen IP-Adressen eine wichtige Rolle. IP steht für Internet-Protokoll. Dabei handelt es sich um ein weltweit standardisiertes Protokoll, das für die Kommunikation im Internet entwickelt wurde. Es kann aber auch in anderen Netzwerken zum Einsatz kommen. Dabei wird den Objekten eine Zeichenfolge zugewiesen, unter der sie in einem Netzwerk erreichbar sind [11].

Geräte können in einem Netzwerk über ihre so genannte MAC-Adresse (Media-Access-Control-Adresse) eindeutig identifiziert werden. Dabei handelt es sich um eine Art Seriennummer. Sie ist einzigartig und wird vom Hersteller fest vorgegeben.



OPC UA

OPC UA (Open Platform Communication Unified Architecture) ist ein hersteller- und plattformunabhängiger Standard, der bei der Kommunikation zwischen Maschinen und Systemen zum Einsatz kommt [13]. Bei ArePron wurde OPC UA als Kommunikationsprotokoll genutzt, wobei die Bezeichnung Protokoll dem Ganzen nicht gerecht wird. Es handelt sich um eine Kommunikationsarchitektur. Was bedeutet das? OPC UA enthält eine Reihe von unterschiedlichen Funktionalitäten, die für den Versand einer Nachricht notwendig sind. Beispielhaft sei hier der Datentransport genannt: Damit eine Nachricht transportiert werden kann, muss eine Identifizierung der Kommunikationspartner stattfinden. Dafür werden häufig die Protokolle TCP und IP eingesetzt, die auch bei der Kommunikationsarchitektur von OPC UA eingebettet sind.

Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) versucht OPC UA als Standard in Deutschland zu positionieren.



Protokolle

Ein Protokoll ist eine Vorgabe, wie bestimmte Akteure miteinander kommunizieren. Es besagt unter anderem, wie ein Datenpaket aufgebaut sein muss, damit es von A nach B transportiert werden kann.

Die Wahl der richtigen Verbindungstechnologie

Damit Geräte- und Netzwerkschicht Daten austauschen können, brauchen sie eine Verbindung. Diese Verbindung kann kabellos oder kabelgebunden erfolgen [8]. **Kabellose Verbindungstechnologien** sind unter anderem **Bluetooth** oder **WLAN** (Wireless Local Area Network, auf Deutsch „drahtloses lokales Netzwerk“). Die Höhe der Reichweite und die Signalstärke hängen sowohl bei Bluetooth als auch bei WLAN von verschiedenen Faktoren ab. Ein wichtiger Aspekt ist dabei, ob es eine Sichtverbindung zum Sender gibt oder ob Hindernisse das Signal behindern. Daher muss jeder Einsatz individuell betrachtet werden.

Eine kabelgebundene Übertragungstechnik ist zum Beispiel das Ethernet. Dabei wird über ein Kabel ein lokales Netzwerk aufgebaut. Über dieses Netzwerk werden dann Daten übertragen. Kabelgebundene Übertragungstechnologien sind den kabellosen oft überlegen, da sehr viel größere Datenmengen übertragen werden können. Zudem sind sie weniger stör anfällig. Allerdings müssen die Kabel meist erst verlegt werden, was teuer und nicht immer problemlos möglich ist.



IoT-Gesamtsystem bei ArePron

Für eine zunehmende Zahl an Unternehmen und Konsumenten ist nicht der Preis allein entscheidend. Sie interessieren sich auch für den CO₂-Ausstoß, den Ressourcenverbrauch oder die Ausgestaltung effizienter Fertigungsprozesse. Das Projekt ArePron hat diesen Trend aufgegriffen und als Geschäftsmodell unter anderem die ressourceneffiziente Produktion von Bauteilen definiert. Gleichzeitig sollten für jedes Bauteil die verbrauchten Ressourcen angegeben werden, um als Ergebnis den ökologischen Fußabdruck ausgeben zu können. Daraus wurden dann die Funktionalitäten der Anwendungsschicht abgeleitet. Das heißt, die dort lokalisierten Anwendungen sollten die Ressourcenverbräuche visualisieren, den optimalen Produktionspfad anhand der Maschinendaten bestimmen und den Ressourcenverbrauch für jedes einzelne Bauteil ausweisen.

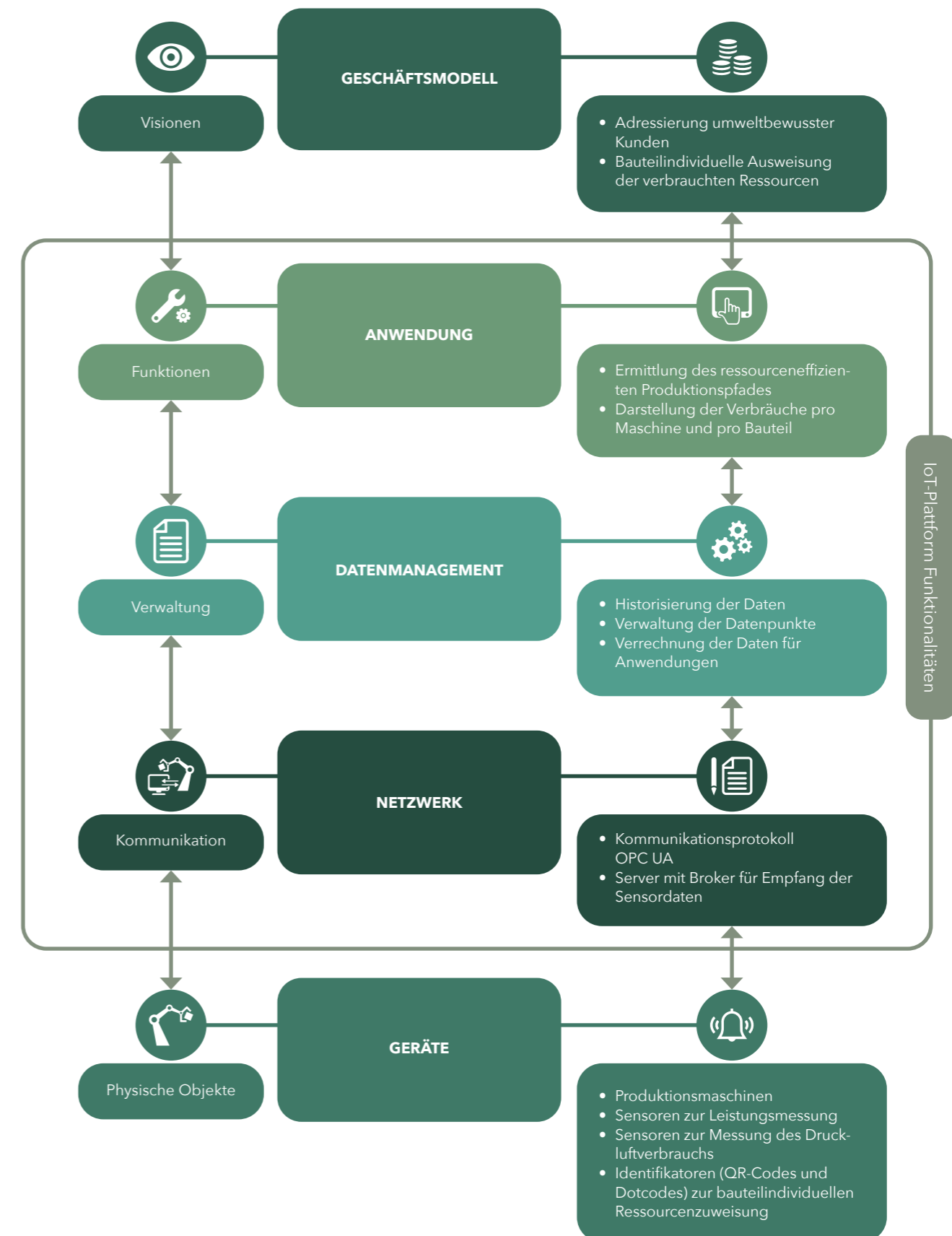
Die Sensordaten wurden in der Datenmanagementschicht verwaltet und in einer angebundenen SQL-Datenbank gespeichert. Dadurch ließ sich analysieren, wie hoch der Ressourcenverbrauch für die Produktion eines Bauteils zu einem bestimmten Zeitpunkt war.

Um dies zu erreichen, mussten die Daten von der Geräte- in die Netzwerkschicht übertragen werden. Dazu nutzten die Forscher das Kommunikationsprotokoll OPC UA. Durch die OPC UA-Funktionsfähigkeit der Steuergeräte in den Fabriken mussten für den Weitertransport von der Netzwerk- an die Datenmanagementschicht keine Gateways verbaut werden (siehe Seite 34).

Im Rahmen des Projekts wurde der Verbrauch in zwei Fabriken gemessen: An der Energieeffizienz-Fabrik (ETA-Fabrik) und im Center industrieller Produktion (CiP), die sich beide am Campus Lichtwiese der TU Darmstadt befinden. Dazu haben die Forscher Sensorik verbaut, um den Energie- und den Druckluftbedarf zu messen. Die Maschinen in der ETA-Fabrik waren moderner und deutlich digitalisierter als im CiP, so dass dort weniger nachgerüstet werden musste.

Der Leitfaden „Fit für die Zukunft: Ressourceneffizienz in Produktionsprozessen“ thematisiert eingehend, wie im Projekt bei der Nachrüstung vorgegangen wurde [14].

IoT-Gesamtsystem in ArePron





05

IN 5 SCHRITTEN ZUM ZIEL

Bei der Installation einer IoT-Plattform müssen verschiedene Punkte bedacht werden. Vorgehensmodelle können dabei eine gute Hilfestellung sein. Sie halten fest, welche Handlungen zu welchem Zeitpunkt durchgeführt werden müssen.

EINFÜHRUNG EINER IOT-PLATTFORM

Die passende IoT-Plattform wurde ausgewählt und die Planungen sind abgeschlossen. Nun geht es darum, die Lösung umzusetzen. Dabei stehen einige wichtige Entscheidungen und Vorarbeiten an.

Es beginnt damit, dass die Verbindungen vorbereitet werden müssen, denn nur so können Geräte und Plattform in die Lage versetzt werden, miteinander zu kommunizieren. Darüber hinaus müssen die Geräte angeschlossen, die IoT-Plattform eingerichtet und die Anwendungen erstellt werden. Wenn all diese Schritte durchgeführt wurden, sollte die Plattform außerdem noch getestet werden, zum Beispiel auf ihre Funktionalität. Das ist wichtig, um mögliche Fehler, die im Umsetzungsprojekt passieren können, rechtzeitig aufzudecken. [15].

Im folgenden Kapitel wird der Ablauf einer solchen Implementierung anhand eines allgemeinen Vorgehensmodells dargestellt. Vorgehensmodelle beschreiben, welche Maßnahmen zu welchem Zeitpunkt durchgeführt werden müssen. Damit können sie eine wichtige Orientierungshilfe sein und einen Eindruck von dem zeitlichen und inhaltlichen Ablauf eines solchen Vorhabens vermitteln.



Vorbereitung der Verbindung

Wie sehen Kommunikation und Datenerfassung aus?

Datenquellen und Datenpunkte

Welche Nutzer und Rollen sollen angelegt werden? Welche Funktionalitäten sollen zusammengestellt werden?

Verbindung der Geräte

Welche Geräte sollen verbunden werden? Welche Schnittstellen und Protokolle sind möglich?

Erstellung von Anwendungen

Wie werden die Daten verwertet? Welche Funktionalitäten werden gefordert?

Funktionstest und Freigabe

Welche Funktionen müssen sichergestellt werden? Wie können Ausfälle erkannt und vermieden werden?

1 Vorbereitung der Verbindung

In Kapitel 2 ging es darum, einen Kriterienkatalog zu erstellen. Dabei wurden unter anderem die Anforderungen an die IoT-Plattform und an die Prozesse festgehalten. Diese Dokumentation kann in diesem ersten Schritt eine wertvolle Hilfestellung sein, ebenso wie die Dokumentationsunterlagen der IoT-Plattform und der zu verbindenden Geräte. Denn all diese Dokumente enthalten wichtige Informationen darüber,

- welche Geräte, Komponenten und IT-Systeme involviert sind,
- wie sie verbunden werden müssen,
- über welche technischen Spezifikationen (zum Beispiel Schnittstellen) sie verfügen.

Mit diesen Informationen kann ein IT-Kommunikationskonzept umgesetzt werden. Es beschreibt, wie der Datenaustausch stattfinden soll und beantwortet unter anderem folgende Fragestellungen:

- Welche Information soll von welcher Komponente wohin weitergeleitet werden?
- In welcher Form werden diese Daten weitergeleitet?
- Wie sind die Datenströme?
- Welche Bandbreiten müssen bedacht werden?
- Welche Schnittstellen gibt es?
- Ist der Einsatz von Gateways notwendig?

2 Datenquellen und Datenpunkte

Vor der Einrichtung einer IoT-Plattform muss geklärt werden, wo die Daten herkommen sollen, die in der IoT-Plattform verarbeitet werden. Dabei wird zwischen Datenquellen und Datenpunkten unterschieden. Worin liegt der Unterschied? Eine Datenquelle ist der Ort, aus dem die Daten herausgezogen werden. Das kann zum Beispiel ein Sensor sein oder eine Datenbank. Auf Basis dieser Datenquellen werden dann die Datenpunkte festgelegt. Wie bereits auf Seite 16 konstatiert, spiegelt ein Datenpunkt in dieser Broschüre die Stelle wider, an der ein bestimmter Messwert, wie zum Beispiel die Maschinentemperatur, von einem Sensor gemessen und in der Folge als Datenstrom weitergegeben wird. Eine solche Benennung ist wichtig, damit diese Messstelle mit diesem Messwert innerhalb der IoT-Plattform zugeordnet werden kann.

Datenerfassungsverhalten

Dann muss definiert werden, in welchen Zeiträumen bzw. bei welchen Ereignissen die Daten von einem Datenpunkt an die IoT-Plattform weitergeleitet werden.

Daten können dabei zum Beispiel

- in gleichen zeitlichen Abständen,
- bei Änderungen eines Wertes,
- bei Überschreiten eines Schwellenwertes
- oder zu Beginn oder am Ende eines Prozessschrittes

erfasst werden.

Einrichtung der IoT-Plattform

Wenn in der Vorphase alle notwendigen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt wurden, kann die IoT-Plattform installiert und konfiguriert werden.

Ein wichtiger Arbeitsschritt ist in diesem Zusammenhang die Einrichtung der Nutzerzugänge. Je nach Aufgaben, Befugnissen und Profil der Nutzer können diese Zugänge sich sehr stark in ihren Zugriffsmöglichkeiten unterscheiden.

So interessieren sich die Mitarbeiter aus dem Management vor allem für die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen. Die Kollegen aus der Produktion möchten hingegen den aktuellen Zustand der Maschinen und der Bauteile einsehen können.

Dann muss der Zugriff auf die IoT-Plattform gewährleistet werden. Bei einigen Anbietern muss dazu auf den Arbeitsplatzrechnern eine Anwendungssoftware installiert werden. Ein anderes Modell ist der browserbasierte Zugriff. Dabei wird die Anwendung wie eine Webseite über einen Internetbrowser aufgerufen.

3

Verbindung der Geräte

Nachdem die IoT-Plattform eingerichtet ist, müssen die Geräte und die IoT-Plattform miteinander verbunden werden.

Aufseiten der IoT-Plattform werden die Geräte oder Datenpunkte über eine Benutzungsoberfläche angelegt und anschließend mit ihrem physischen Gegenstück verbunden.

Die physischen Geräte wie Maschinen oder Sensoren müssen ebenfalls für die Verbindung vorbereitet werden. In einigen Fällen muss dazu ein Gerätetreiber oder eine andere Anwendungssoftware installiert werden. Anschließend kann der Nachrichtenaustausch zwischen Gerät und IoT-Plattform initiiert werden.

4

Erstellung von Anwendungen

In diesem Schritt wird zunächst definiert, für welche Anwendungen die Daten genutzt werden sollen. Anschließend werden diese Anwendungen eingerichtet.

Auf einigen IoT-Plattformen können eigene Anwendungen entwickelt bzw. eingebunden werden. Diese Anwendungen lassen sich dann entweder direkt in der Plattform durchführen oder können als externe Programme über sie aufgerufen werden.

5

Funktionstest und Freigabe

Die IoT-Plattform ist eingerichtet. Bevor sie aber live geschaltet wird, ist es ratsam, sie noch einmal zu testen. Denn bei der Implementierung kann es immer zu Fehlern kommen. Dabei werden unter anderem folgende Punkte geprüft:

- der Sendevorgang der aufgenommenen Daten,
- die Weiterverarbeitung der Daten in der IoT-Plattform,
- die fehlerfreie Darstellung der Informationen für den Nutzer.

Typische Fehler, die bei einem solchen Test aufgedeckt werden, sind falsch verknüpfte Datenpunkte, abweichende Datenformate, fehlerhaft hinterlegte Logiken oder eine unverständliche Visualisierung der Inhalte.

Auch nach der Freigabe, also wenn die IoT-Plattform im Regelbetrieb läuft, kann es immer wieder zu Ausfällen kommen. Solche Ausfälle können bei der verwendeten Hardware, bei der Kommunikation bzw. Datenübertragung oder bei der IoT-Plattform auftreten. Aus diesem Grund kann es sinnvoll sein, mögliche Ausfallszenarien zu identifizieren und entsprechende Gegenmaßnahmen für den Notfall festzulegen.

IoT-Plattformeinführung in ArePron

Bei ArePron war die Planung zukünftiger Produktionsrouten von großer Bedeutung. Zudem sollte der Ressourcenverbrauch für jedes Bauteil individuell berechnet werden können. Um die dazu notwendigen Daten zu erfassen, mussten zunächst einmal bei einer Reihe von Maschinen die entsprechenden Sensoren nachgerüstet werden.

Für die Kommunikation wurde das Kommunikationsprotokoll des OPC UA ausgewählt (siehe Seite 35). Dieser Standard ist hersteller- und plattformunabhängig und wird in vielen unterschiedlichen Branchen im Industrieumfeld genutzt. Viele Maschinensteuerungen unterstützen bereits den OPC-UA-Standard. Aus diesem Grund mussten keine zusätzlichen Gateways verbaut werden, um den Weitertransport von der Netzwerk- an die Datenmanagementschicht zu realisieren.

Bei der Einrichtung der IoT-Plattform wurden drei Nutzerrollen definiert: Management, Werker und Administrator. Bei der Einrichtung der Management- und Werker-Ebene war wichtig, dass die jeweiligen Nutzergruppen die für sie relevanten Daten einsehen konnten. Die Nutzer aus der Administratorgruppe erhielten uneingeschränkte Zugriffsrechte.

Die Installation der IoT-Plattform wurde durch den Plattformhersteller durchgeführt. Das ArePron-Team war für die Einrichtung der Geräte zuständig. Dazu hat es einen Editor, das heißt ein Bearbeitungsprogramm der IoT-Plattform, genutzt. Über diesen Editor wurden außerdem die Anwendungen erstellt und die Oberflächen gestaltet.

In einem weiteren Schritt wurde eine Datenbank eingerichtet. Sie war notwendig, damit die eingehenden Daten für die weitere Verwendung gespeichert werden konnten.

Bevor die Plattform zur finalen Nutzung freigegeben wurde, haben die Projektteilnehmer die berechneten Kennzahlen auf Plausibilität untersucht. Dadurch sollten falsche Datenpunkte oder Fehler in der Berechnungsformel identifiziert werden. Zudem wurde überprüft, ob die Datenbank die gesammelten Daten korrekt speichert.



06

POTENZIALE NUTZEN MIT DEM IOT

Langsam aber stetig gewinnt das IoT an Popularität. Damit ein solches Vorhaben zum Erfolg führt, sind eine durchdachte Planung und ein kompetenter Partner, der die Umsetzung begleitet, essenziell.

DIE ZEIT IST REIF ZU HANDELN FÜR IHREN DIGITALEN WEG

Der Wettbewerbsdruck wächst stetig, die Innovationszyklen werden immer kürzer – Unternehmen sind mehr denn je gefragt, ihre betrieblichen Prozesse effizienter zu gestalten. Das IoT kann eine intelligente Antwort auf diese Herausforderungen sein. Denn richtig umgesetzt kann es ungeheure Potenziale freisetzen.

Laut eingangs genannter Bitkom-Studie „Industrie 4.0 – so digital sind Deutschlands Fabriken“ [1], glaubt die große Mehrheit der Befragten (94 Prozent), dass IoT die Voraussetzung für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie ist. 55 Prozent der Teilnehmer sind davon überzeugt, dass die Digitalisierung der Produktion dem eigenen Geschäft einen neuen Schub geben würde.

IoT-Plattformen können dabei eine Schlüsselrolle einnehmen. Mittlerweile gibt es für die unterschiedlichen Anforderungen und Szenarien eine große Vielfalt an IoT-Plattformen. Je nach Typ können sie an externe Systeme wie Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Execution System (MES) und Customer Relationship Management (CRM) angebunden werden. Gleichzeitig sind sie aber nicht von anderen Systemen abhängig und lassen sich autark betreiben.

Zusammenfassend können IoT-Plattformen als IT-System der Gegenwart und Zukunft gesehen werden. Sie sind in der Lage, eine Produktion und die involvierten Maschinen zu überwachen und zu bewerten, indem sie Daten aggregieren und analysieren. Darüber hinaus können die gesammelten Daten für neue datenbasierte Geschäftsmodelle genutzt werden.

Schritt für Schritt zum Erfolg

Allerdings sind die Auswahl und die Einrichtung einer IoT-Plattform ein komplexes Vorhaben. Ein methodisches Vorgehen ist daher wichtig. Die Anforderungen und auch der Zweck müssen bereits im Vorfeld eindeutig formuliert werden. Denn ein IoT-Szenario macht schließlich nur dann Sinn, wenn es zu dem Unternehmen passt und einen realen Mehrwert bietet. Dabei können sich je nach Unternehmensgröße und Industriezweig die Anforderungen und Bedürfnisse sehr stark voneinander unterscheiden.

Begleitung durch externe Kompetenzen



Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist daher die Expertise des Partners, mit dem das Projekt umgesetzt werden soll. Er sollte bereits ähnliche Vorhaben mit vergleichbaren Unternehmen realisiert haben und entsprechende Referenzen vorweisen können.



Gute Ansprechpartner bei IoT-Projekten sind außerdem Hochschulen, Forschungsinstitute oder öffentlich geförderte Einrichtungen wie das Mittelstand-4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt. Es begleitet KMU in Hessen bei Digitalisierungsvorhaben. Da es öffentlich gefördert wird, ist die Leistung für Unternehmen kostenlos.



Auch das Land Hessen unterstützt Unternehmen auf ihrem Weg in die Digitalisierung. Unter anderem mit einem breiten Beratungsangebot und dem DIGI-Zuschuss.

Weiterführende Informationen

Die Webseite vom Technologieland Hessen (www.technologieland-hessen.de) enthält weitere Informationen und Hilfen des Hessischen Wirtschaftsministeriums auf dem Weg zur Digitalisierung in Unternehmen. Interessenten finden hierin eine Orientierung zu den Beratungs- und Förderangeboten im Land Hessen rund um die Digitalisierung.

Weitere Informationen über das Projekt ArePron gibt es auf der Projektseite www.arepron.com.

QUELLEN

[1]

Bitkom: Industrie 4.0 – so digital sind Deutschlands Fabriken. URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Industrie-40-so-digital-sind-Deutschlands-Fabriken>. Abrufdatum 15.02.2021.

[2]

Abele, E.; Anderl, R.; Metternich, J.; Arndt, A.; Wank, A. (2015): Effiziente Fabrik 4.0. Studie Industrie 4.0 – Potentiale, Nutzen und Good-Practice-Beispiele für die hessische Industrie, Zwischenbericht zum Projekt Effiziente Fabrik 4.0.

[3]

451 Research: IoT Platform Selection Guide. Pathfinder Report. URL: <https://www.hitachinext.com/en-us/pdf/analyst-content/iot-platform-selection-guide-451-research-pathfinder-report.pdf>. Abrufdatum 22.02.2021.

[4]

Bitkom: Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte. URL: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/BITKOM-LF-big-data-2012-online1.pdf>. Abrufdatum 15.02.2021.

[5]

Bundesamt für Informationssicherheit (BSI): IT-Grundschutz-Kompendium. URL: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/IT-Grundschutz-Kompendium/it-grundschutz-kompendium_node.html. Abrufdatum 15.02.2021.

[6]

Sethi, P.; Sarangi, S.R. (2017): Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. In: Journal of Electrical and Computer Engineering 2017, S. 1-25

[7]

Wu, M.; Lu, T.-J.; Ling, F.-Y.; Sun, J.; Du, H.-Y. (2010): Research on the architecture of Internet of Things. In: Wen, D. (Hrsg.): 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE 2010). 20-22 Aug. 2010, Chengdu, China; proceedings. Piscataway, NJ.

[8]

Bloom, G.; Alsulami, B.; Nwafor, E.; Bertolotti, I.C. (2018): Design patterns for the industrial Internet of Things. 2018 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems – a historical prestigious conference. 13-15 June 2018, Imperia, Italy. Piscataway, NJ.

[9]

Guth, J.; Breitenbücher, U.; Falkenthal, M.; Leymann, F.; Reinfurt, L. (2016): Comparison of IoT Platform Architectures: A Field Study based on a Reference Architecture: 2016 Cloudification of the Internet of Things. Paris, France, 23-25 Nov., 2016. Piscataway, NJ.

[10]

Verein Deutscher Ingenieure (2015): VDI 4416: Betriebsdatenerfassung und Identifikation – Identifikationssysteme.

[11]

Anderl, R.; Arndt, A.; Anokhin, O.; Sendler, U. (Hrsg., 2016): Effiziente Fabrik 4.0 Darmstadt – Industrie 4.0 Implementierung für die mittelständige Industrie. In: Xpert.press, Industrie 4.0 grenzenlos, S. 121-136.

[12]

Hessen Trade & Invest GmbH (Hrsg., 2021): „Von Datensilos zum Datengold“, in Technologieland Hessen Magazin, Ausgabe 6, S. 32-35.

[13]

OPC Foundation: OPC Unified Architecture. Interoperabilität für Industrie 4.0 und das Internet der Dinge. URL: <https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2016/05/OPC-UA-Interoperability-For-Industrie4-and-IoT-DE-v5.pdf>.

Abrufdatum 23.02.2021.

[14]

Hessen Trade & Invest GmbH (2021): Fit für die Zukunft – Ressourceneffizienz in Produktionsprozessen.

[15]

Kugler S., Czwik C., Anderl R. (2019): Development of a Valuation Method for IoT-Platforms. In: Fortin C., Rivest L., Bernard A., Bouras A. (eds): Product Lifecycle Management in the Digital Twin Era. PLM 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 565. Springer, Cham.

IMPRESSUM

Herausgeber

Hessen Trade & Invest GmbH
Technologieland Hessen
Konradinerallee 9
65189 Wiesbaden
www.htai.de
www.technologieland-hessen.de

Redaktion

Nicole Holderbaum, Hessen Trade & Invest GmbH
Sabine Philipp, Freie Journalistin
Jan Oliver Schmitt, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

Verantwortlich für den Inhalt:

Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl (DiK)
Technische Universität Darmstadt
www.tu-darmstadt.de

Autoren – ArePron-Team

Dr.- Ing. Cordula Czwik (DiK)
Stefan Kugler (DiK)

Konzeption, Design und Umsetzung

Schueler Handmade Advertising, Frankfurt

Fotos

Tarek Al-Wazir, S. 2, HMWEVW
Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl, S.11
Alle anderen Fotos: Dieter Roosen

Druck

NINO Druck GmbH, Neustadt an der Weinstraße
Auflage: 500



Veröffentlichungsdatum: März 2021

© Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
www.wirtschaft.hessen.de

Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessen Trade & Invest GmbH herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung von funktions- bzw. personenbezogenen Bezeichnungen, wie zum Beispiel Teilnehmer/-innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

KONTAKT

Technologieland Hessen

IHR BEGLEITER AUF DEM WEG ZUR DIGITALEN WIRTSCHAFT

Das Technologieland Hessen informiert, berät und vernetzt hessische Unternehmen, die zukunftsweisende Innovationen entwickeln. Umgesetzt wird das Technologieland Hessen von der Hessen Trade & Invest GmbH im Auftrag des Hessischen Wirtschaftsministeriums.

Das Innovationsfeld Smart Production unterstützt vor allem kleine und mittlere Unternehmen dabei, sich mit Industrie 4.0 zukunftsfähig aufzustellen. Das tun wir als Vernetzer, Impulsgeber und als Kooperationspartner bei Veranstaltungen. Außerdem beraten wir Sie zu Förderthemen im Umfeld der Digitalisierung.



Ansprechpartner



Dr. Svantje Hüwel
Projektleiterin Smart Production
Tel.: +49 611 95017 8231
E-Mail: svantje.huewel@htai.de



Nicole Holderbaum
Projektmanagerin Smart Production
Tel.: +49 611 95017 8624
E-Mail: nicole.holderbaum@htai.de



www.technologieland-hessen.de



Projekträger:



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen



HESSEN
TRADE & INVEST

Wirtschaftsförderer für Hessen