

Leitfaden

Produktkriterien 2020

Welche Kriterien müssen Industrie-4.0-Produkte 2020 erfüllen?



November 2019

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie



Produktkriterien 2020

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
Führungskreis Industrie 4.0
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Ansprechpartner:

Meik Billmann
Telefon: +49 69 6302-440
E-Mail: billmann@zvei.org
www.zvei.org

November 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers
unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in
elektronischen Systemen.

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Grundsätze für die Definition von Kriterien für Industrie-4.0-Produkte	6
2.1	Selbstprüfung	6
2.2	Einfachheit	6
2.3	Eigene Kennzeichnung statt allgemeines Label	6
2.4	Freie Verwendung	6
2.5	Kostenfrei und für jeden	6
2.6	Ausführende Stelle	6
3	Produkteigenschaften	7
3.1	Migration	7
3.2	Kennzeichnung von Produkten	7
4	Auswahl der Kriterien	7
4.1	Identifikation	8
4.2	Industrie-4.0-Kommunikation	8
4.3	Industrie-4.0-Semantik	9
4.4	Virtuelle Beschreibung	9
4.5	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	9
4.6	Standardfunktionen	9
4.7	Security	9
5	Vorgehen für die Kriterien und Produkteigenschaften	10
5.1	Meilensteinplan	10
6	Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften 2020	11
7	Weitere Entwicklung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte	12
7.1	Wahrscheinliche Kriterien und Produkteigenschaften – mittelfristig	12
7.2	Ausblick Kriterien und Produkteigenschaften – langfristig	12
8	Produktbeispiele	15
8.1	Industrieller Funkkusschrauber Nexo	16
8.2	Energieeffizienz-Modul	18
8.3	FDI-basierte Software für Gerätemanagement	20
8.4	Speicherprogrammierbare Steuerung	22
8.5	SPS-Steuerung Modicon M251	24
8.6	Lidar-Sensor R2000	26
8.7	Stromversorgung Quint Power	28

1. Einleitung

Die vollständig digitalisierte und vernetzte Produktion der Zukunft, Industrie 4.0, hält unaufhaltsam Einzug in die Fabriken. Beinahe inflationär erscheint die Verwendung von Begriffen wie „IoT Ready“, „RAMI-4.0-konform“ oder auch „Industrie-4.0-Siegel“. Daneben bieten Beratungsunternehmen an, Produkte und ganze Unternehmen auf ihre Industrie-4.0-Tauglichkeit zu testen. Dahinter verbergen sich allzu oft Leistungsangebote, die Industrie 4.0 völlig unterschiedlich definieren und weit mehr zur Verwirrung als zur Klärung beitragen. Wie lässt sich dieser Begriffs- und Angebotsdschungel lichten? Was erhält der Kunde davon und was steckt hinter den Begriffen und Beratungsangeboten? Im ZVEI wurden dafür allgemeine und herstellerunabhängige Kriterien für Industrie-4.0-Produkte erarbeitet, die in diesem Leitfaden beschrieben werden.

Den Anbietern im Markt helfen diese Kriterien zu entscheiden, welche Produkte heute schon als Industrie-4.0-fähig gekennzeichnet werden können. Gleichzeitig können Unternehmen diese Kriterien als Anleitung für die Produktentwicklung verwenden. Für Kunden bietet die ZVEI-Definition Klarheit über die Leistungen und Features, die Industrie-4.0-Produkte¹ mitbringen sollten. Das sorgt insgesamt für mehr Transparenz und Sicherheit im Markt. So wird indirekt auch deutlich, was nicht Industrie-4.0-konform ist.

Dieser Leitfaden ist eine Weiterführung des Leitfadens von 2019 und löst diesen ab.

Abb. 1: Warum Kriterien für Industrie-4.0-Produkte wichtig sind: eine erste herstellerunabhängige Orientierung für Kunden und Hersteller



Quelle: ZVEI-Führungskreis Industrie 4.0, Martin Hankel, Bosch Rexroth

¹ Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können. Kriterien für Industrie-4.0-Komplettlösungen (Hardware, Software, Dienstleistung, Applikation etc. als Gesamtpaket) werden nicht beschrieben. In Industrie-4.0-Komplettlösungen sollte zumindest ein Industrie-4.0-Produkt enthalten sein, das den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und damit den Mindestprodukteigenschaften entspricht.

2. Grundsätze für die Definition von Kriterien für Industrie-4.0-Produkte

Die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte sollen möglichst schnell und einfach Verbreitung finden können. Daher wurden folgende Voraussetzungen festgelegt.

2.1 Selbstprüfung

Jedes Unternehmen oder jede Organisation prüft anhand der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte selbst, ob die eigenen Produkte den Eigenschaften entsprechen oder nicht. Sie sind zudem selbst dafür verantwortlich, eventuell fehlende Eigenschaften für ihre Produkte zu entwickeln.

Für die Selbstprüfung ist ausdrücklich keine Zertifizierung notwendig.

2.2 Einfachheit

Die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften sollen so einfach wie möglich dargestellt werden, sodass jedes Unternehmen oder jede Organisation sie ohne Hilfe Dritter selbst anwenden kann.

2.3 Eigene Kennzeichnung statt allgemeines Label

Mit den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und den notwendigen Produkteigenschaften ist kein allgemeines Label verbunden. Jedes Unternehmen oder jede Organisation kann ein eigenes Label verwenden, es auf die Kriterien referenzieren und Kunden auf die Kriterien verweisen.

Umgekehrt können Kunden aktiv fragen, ob ein Firmenlabel die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte erfüllt.

2.4 Freie Verwendung

Jedem Unternehmen und jeder Organisation ist es selbst überlassen, die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften öffentlich zu verwenden. Sie können sie zum Beispiel in Produktkatalogen, auf Messen oder in der Werbung nutzen.

Eine öffentliche Verwendung ist ausdrücklich gewünscht, sie trägt immer auch zur Verbreitung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte bei.

2.5 Kostenfrei und für jeden

Die Nutzung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften ist für die Unternehmen und Organisationen kostenfrei. Jeder kann sie für seine Produkte verwenden.

2.6 Ausführende Stelle

Eine herstellerunabhängige Stelle definiert die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte in einem festen und transparenten Prozess und veröffentlicht diese.

Konkret erfolgt die Ausarbeitung über die Gremien ZVEI-SG Modelle & Standards und die „Plattform Industrie 4.0 AG1 Referenzarchitektur, Normung & Standards“. Beide Gremien sind herstellerübergreifend besetzt mit Vertretern aus der IT-Branche, der Automatisierungstechnik sowie dem Maschinen- und Anlagenbau. Beide Gremien verfügen über ausreichende Kenntnisse der laufenden Standardisierungsarbeiten zur Referenzarchitektur von Industrie 4.0.

So ist sichergestellt, dass die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte allgemein gültig sind und die richtigen und notwendigen technischen Produkteigenschaften herangezogen werden.

Eine Änderung der festgelegten Kriterien für Industrie-4.0-Produkte ist nur über diese beiden Gremien möglich.

Ziel ist es, dass die Kriterien und die notwendigen Produkteigenschaften künftig auch in einen Normungsprozess einfließen.

3. Produkteigenschaften 2020

Die „Produkteigenschaften 2020“ beschreiben Mindesteigenschaften, über die ein heute verfügbares Produkt verfügen muss, um die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte zu erfüllen. Dies umfasst auch Produkte mit nachladbaren Features und mit Updates für künftige Anforderungen.

Mit der Forderung nach festgelegten Produkteigenschaften wird auch die Einführung von neuen Geschäftsmodellen unterstützt.

Die Eigenschaften sind in erster Linie für Kunden wichtig. Sie zeigen, welche Produkte bereits heute für ein Industrie-4.0-Netzwerk erworben werden können. Dabei werden Minimalanforderungen an Normen und Standards beschrieben, damit ein Produkt am Industrie-4.0-Netzwerk teilnehmen kann. Produkte können natürlich auch Eigenschaften über diese Minimalanforderungen hinaus aufweisen.

Mit der Forderung nach festgelegten Produkteigenschaften wird auch die Einführung von neuen Geschäftsmodellen unterstützt. Die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und die Produkteigenschaften werden jährlich überprüft und angepasst.

3.1 Migration

Die Beschreibung und Festlegung der Mindesteigenschaften für die einzelnen Kriterien wird einmal pro Kalenderjahr überprüft. Bei Bedarf werden Änderungen vorgenommen: Damit wird sichergestellt, dass die Eigenschaften der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte an den technischen Fortschritt angepasst werden. Neue Normen und Standards können künftig mit aufgenommen und die Eigenschaften immer konkreter verfasst werden.

3.2 Kennzeichnung von Produkten

Für eine Kennzeichnung von Produkten sollten die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften 2020 herangezogen werden. Der ZVEI empfiehlt zum Beispiel die Kennzeichnung „I4.0“ oder „Industrie 4.0“ auf den Produkten und in den Katalogen der Hersteller. Produkte mit dieser Kennzeichnung erfüllen das derzeit festgelegte Minimum an Eigenschaften, und eine Migration für künftige Eigenschaften ist sichergestellt.

4. Auswahl der Kriterien

Im Rahmen der Standardisierungsarbeiten zu Industrie 4.0 wurde das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) entwickelt. Es stellt den gesamten Lösungsraum für Industrie 4.0 dar.

Im RAMI 4.0 können technische Standards in den drei Achsen „Architecture Layer“, „Lifecycle & Value Stream“ und „Functional Hierarchy“ verortet werden. Entsprechende Arbeiten finden dazu derzeit in den verschiedenen Gremien zu Industrie 4.0 statt.

Das zweite Referenzmodell ist die ebenfalls bereits veröffentlichte „Industrie 4.0-Komponente“. Sie beschreibt, wie sich ein Industrie-4.0-Produkt in ein Industrie-4.0-Netzwerk einbindet. Dabei ist es notwendig, dass eine Verwaltungsschale mit entsprechender Industrie-4.0-Kommunikation vorhanden ist.

Dies bedeutet, dass es sich bei einem Industrie-4.0-Produkt immer um eine Industrie 4.0-Komponente handelt, bestehend aus „Asset“, also Gegenstand, und „Verwaltungsschale“.

Beide Referenzmodelle stellen Anforderungen und sind der Ausgangspunkt für die Ableitung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte.

Ausgewählt wurden Kriterien, die gravierende Veränderungen mit sich bringen oder die eine notwendige Voraussetzung für Industrie 4.0 sind.

Jedes Kriterium ist gegliedert in seine Produkteigenschaften, in seinen Erfüllungsgrad und in die Phasen des Lebenszyklus.

Weiterführende Informationen:

<https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/das-referenzarchitekturmodell-industrie-40-rami-40/>

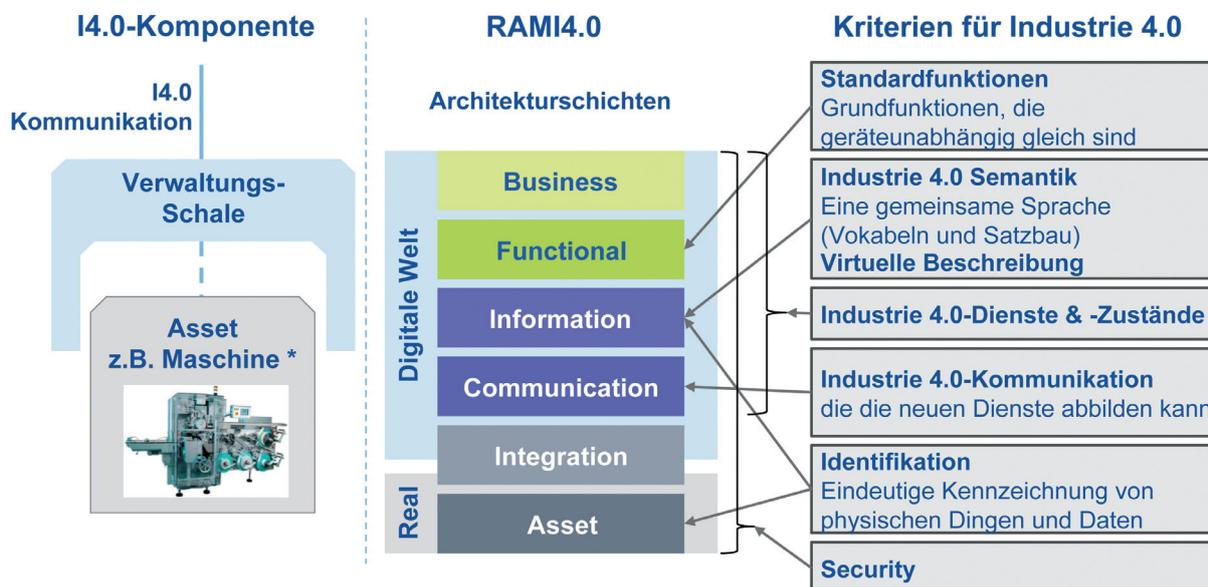
<https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/die-industrie-40-komponente/>

<https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/das-referenzarchitekturmodell-industrie-40-rami-40/>

Weitere Links: <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:250940128> und <https://webstore.iec.ch/publication/30082>

Abb. 2: Herleitung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte

* Bezieht sich auch auf einzelne Komponenten wie z. B. Sensoren, Aktoren, Steuerungen, Software usw.



Quelle: ZVEI-Führungskreis Industrie 4.0, Martin Hankel, Bosch Rexroth

Die mindestens notwendigen Produkteigenschaften je Kriterium werden im Folgenden beschrieben und sind additiv zu erfüllen. Der Erfüllungsgrad legt fest, welche Eigenschaften zwingend sind und welche optional (Use-Case-abhängig) vorhanden sein müssen.

Der Lebenszyklus wird grob in die zwei Abschnitte Typ (Entwicklung) und Instanz (Produktion, Service) unterteilt. Die Produkteigenschaften zu den Kriterien können je nach Lebenszyklusphase unterschiedlich sein und sind dann für die Erreichung additiv (beide) zu erfüllen.

4.1 Identifikation

Eine notwendige Voraussetzung für Industrie 4.0 ist die weltweit eindeutige Identifikation aller Produkte, d. h. Assets und Verwaltungsschalen, im Industrie-4.0-Netzwerk. Jedes Produkt braucht dafür einen Identifier, anhand dessen es weltweit eindeutig identifiziert werden kann.

Das Gleiche gilt auch für die Daten, Standardfunktionen, Verwaltungsschalen etc., die zu dem Produkt gehören. Sie benötigen ebenfalls einen weltweit eindeutigen Identifier, damit herstellerübergreifend die Beziehung zwischen den Daten und Funktionen hergestellt werden kann.

Dazu wurden schon im zweiten Teil der Beschreibung der Industrie 4.0-Komponente zwei Vorzugsschemata für Identifier benannt (nach ISO 29002-5 oder als URI; siehe: „Struktur der Verwaltungsschale“ Plattform Industrie 4.0, 2016).

Die Identifikation ist im RAMI 4.0 in den Architektur-Layer Asset, Information und Functional notwendig.

4.2 Industrie-4.0-Kommunikation

Industrie 4.0 folgt einer serviceorientierten Architektur, in der Dienste ausgeführt und Daten ausgetauscht werden können. Dazu wurden Anforderungen an die Nachrichtenübertragung zwischen zwei Industrie 4.0-Komponenten formuliert, die sogenannte Industrie-4.0-Kommunikation.

Die Spezifikationen für die Industrie-4.0-Kommunikation werden zurzeit noch definiert. Hierzu werden aus den vorhandenen und bereits in Entwicklung befindlichen Standards Vorzugsstandards herausgefiltert, die sich für die Industrie-4.0-Kommunikation am besten eignen.

Im RAMI 4.0 ist die Industrie-4.0-Kommunikation mit dem Communication-Layer abgebildet. Alle anderen Kommunikationsarten und auch Protokolle sind dort im Integration-Layer verortet.

4.3 Industrie-4.0-Semantik

Damit sich Komponenten, Maschinen, Anlagen und IT-Systeme herstellerübergreifend verstehen können, benötigen sie eine gemeinsame Sprache. Gemeinsame Vokabeln in Form von Daten und Funktionen und auch eine gemeinsame Syntax, die den richtigen Kontext für die Daten herstellt.

Erste gute Kandidaten für eine Industrie-4.0-Semantik sind in den Standardisierungsgremien des ZVEI und der Plattform Industrie 4.0 in Diskussion. Neben einem Kandidaten wie eCl@ss oder IEC 61360 mit IEC CCD wird z. B. auch Automation ML für eine mögliche Sortierung der Syntax diskutiert. Erste standardisierte Daten und Dateiformate werden in den Kriterien als notwendige Produkteigenschaften hinterlegt.

Im RAMI 4.0 ist die Industrie-4.0-Semantik im Information-Layer verortet. Alle Daten und Funktionen, die nicht nach I4.0 standardisiert sind, werden dort im Integration-Layer verortet.

4.4 Virtuelle Beschreibung

Die virtuelle Beschreibung spiegelt den kompletten Inhalt des digitalen Abbilds des Produkts wider.

In digitaler Form existieren eine Zusammenstellung wichtiger Daten in Industrie-4.0-Semantik wie auch weitere Informationen, etwa Produktbeschreibungen, Katalogblätter, Bilder, technische Features, Datenblätter, Security-Eigenschaften, Simulationsmodelle etc.

Mit diesen Informationen liegt ein digitales Abbild des Produkts vor. Teile davon sind auch für Kunden zugänglich. Diese können zu dem Produkt abgerufen werden, frei im Internet verfügbar, an das Produkt gebunden oder per Benutzerkennung im Internet abrufbar sein.

4.5 Industrie-4.0-Dienste und -Zustände

Komponenten, Systeme und Maschinen sollen sich in einem Industrie-4.0-Netzwerk finden und über die Kommunikation untereinander eine erste Verhandlung führen können. Dazu gehört auch der Austausch über die zur Verfügung stehenden Daten, Funktionen und Fähigkeiten. Nach einer Einigung in dieser Verhandlung können die ersten Daten ausgetauscht werden. Für

diese Prozesse sind grundlegende Dienste notwendig, die beide Kommunikationspartner bedienen können müssen.

Dementsprechend ist es erforderlich, dass diese Industrie-4.0-Dienste herstellerübergreifend beschrieben und implementiert sein müssen, damit ein Industrie-4.0-Netzwerk arbeitsfähig werden kann. Diese Industrie-4.0-Dienste müssen offen, standardisiert (am besten genormt) und für jeden zugänglich sein und dürfen auch nicht von einem einzigen Anbieter abhängig sein. Sie sind notwendige Basisdienste, die jedes Industrie-4.0-Produkt unterstützen und bereitstellen muss – gestaffelt vom Einstieg bis zum Vollausbau. Dazu gehört z. B. auch eine allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und Meldungen von Zuständen der Industrie-4.0-Produkte.

4.6 Standardfunktionen

Speziell für Maschinenbauer und Endkunden ist es sehr hilfreich, wenn bestimmte Funktionen bei allen Komponenten oder auch Systemen standardisiert sind. Ein gutes Beispiel sind Funktionen aus PLCopen, die unabhängig vom Hersteller standardisiert sind. Auch einfache Condition-Monitoring-Funktionen eignen sich dafür; wenn die Ausgangswerte bei allen Herstellern standardisiert sind, kann sehr viel einfacher ein herstellerübergreifendes Condition Monitoring in einer Maschine umgesetzt werden. Solche Funktionen, die dann im Functional-Layer des RAMI 4.0 verortet sein werden, befinden sich zurzeit in der Standardisierung/Normung und werden zukünftig ebenfalls ein gutes Kriterium für Industrie-4.0-Produkte sein.

4.7 Security

Sicherheit ist eines der zentralen Themen bei Industrie 4.0 und muss über den gesamten Lebenszyklus auf allen Architekturschichten und Hierarchieebenen gegeben sein. Vergleichbar mit einem Gebäude, das mit Stahl armiert wurde, gewährleistet die Security damit die Stabilität von RAMI 4.0 und schützt gegen mögliche Angriffe.

Schon heute sollten bereits erste Security-Fähigkeiten erfüllt werden. Welche Fähigkeiten dies sind, sollte typischerweise aus einer Bedrohungsanalyse hervorgehen und bereits klar dokumentiert sein. Außerdem sollte eine entsprechend sichere Identität wenigstens für die Produktinstanz schon

berücksichtigt sein. Mit dem Teilmodell Security werden zukünftig die notwendigen Fähigkeiten (Authentifizierung der Identifikatoren, Benutzer- und Rollenverwaltung, sichere Kommunikation, Logging der Security-relevanten Änderungen) und die optionalen Fähigkeiten einer Industrie 4.0-Komponente beschrieben sein, die bei Industrie-4.0-Produkten zu berücksichtigen sind. Die inhärent vorhandenen Security-Fähigkeiten werden digital abfragbar sein. Die IEC 62443 wird eine Schlüsselrolle dabei spielen.

Auf lange Sicht (zehn Jahre) müssen die Security-Fähigkeiten zu einer Produkteigenschaft mit einer messbaren Qualität auf einer noch festzulegenden Skala bewertet werden. Zudem werden die Security-

Fähigkeiten² neben den Safety-Fähigkeiten, Privacy-Fähigkeiten, der Resilienz und der Zuverlässigkeit die charakteristischen Merkmale einer vertrauenswürdigen Industrie 4.0-Komponente bilden müssen. Ein abgestuftes Niveau der Vertrauenswürdigkeit auf einer Skala erlaubt dann die Einschätzung der Einsetzbarkeit einer Industrie 4.0-Komponente in einem Gesamtsystem und gestattet, den Level der Vertrauenswürdigkeit eines Wertschöpfungsnetzwerks automatisch zu ermitteln anhand der aktuellen Vernetzung der Teilnehmer des Wertschöpfungsnetzwerks. Zu dem Zeitpunkt der Integration von Komponenten in einer Maschine muss sich der resultierende Vertrauenswürdigkeitslevel aus der Komposition der Komponenten ergeben.

5. Vorgehen für die Kriterien und Produkteigenschaften

Initial werden die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften in der ZVEI-SG Modelle & Standards definiert und festgelegt und dann in der „Plattform Industrie 4.0 AG1 Referenzarchitektur und Standards“ freigegeben.

Abb. 3: Generischer Jahresablauf für Überprüfung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte inklusive Produkteigenschaften



Quelle: ZVEI-Führungskreis Industrie 4.0, Martin Hankel, Bosch Rexroth

Der weitere Prozess für die Kriterien und Produkteigenschaften soll offen gestaltet sein und kann künftig z. B. auch über eine DIN SPEC erfolgen, die jährlich eine Überprüfung durchführt und, wenn notwendig, Anpassungen an den Kriterien und deren Produkteigenschaften vornimmt.

5.1 Meilensteinplan

Der jährliche Prozess soll in etwa wie folgt aussehen: Eine Veröffentlichung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften erfolgt immer im November eines Jahres. Damit können die Hersteller und Kunden im Folgejahr mit diesen Festlegungen arbeiten. Bis Mitte des Folgejahrs werden aufkommende Anpassungswünsche gesammelt (Kontakt: trs@zvei.org) und im Gremium bis September diskutiert. Die dann getroffenen Beschlüsse aus dem Gremium werden im Oktober freigegeben, sodass wieder im November die Anpassungen für das Folgejahr veröffentlicht werden können.

² Dies geht in eine ähnliche Richtung wie die durch das IIC vorgeschlagene „Trustworthiness“

6. Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihre Produkteigenschaften 2020

Die Produkteigenschaften 2020 können im Wesentlichen direkt kommunikationsfähige Produkte erfüllen. In Zukunft soll die Produktmenge erheblich ausgeweitet werden.

Tabelle 1: Produkteigenschaften 2020 zu den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI
	Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC-UA
3. Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar
		I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0-Kommunikation online abrufbar
		O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar
4. Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik. Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und ihrer Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typenidentifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften etc.)
		I	M	Digitaler Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilmeldung aus dem Feld möglich
5. Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar
	Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar
6. Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben
		I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert
7. Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert
		I	M	Vorhandene Security-Fähigkeiten sind dokumentiert. Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig ev. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifikation nötig sein. Dies leistet Stand heute die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

7. Weitere Entwicklung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte

Industrie 4.0 ist gegenwärtig noch nicht vollumfänglich beschrieben. Die ersten Festlegungen sind in die Kriterien für Industrie-4.0-Produkte eingeflossen. Welche Implementierungen und Standards für Industrie-4.0-Produkte werden in Zukunft relevant? Ein zeitlicher Ausblick ist für Hersteller und Kunden, aber auch für die Überprüfung der Produktkriterien und der Produkteigenschaften relevant. Zur Klassifizierung wurde der Ausblick in mittelfristig und langfristig unterteilt.

7.1 Wahrscheinliche Kriterien und Produkteigenschaften – mittelfristig

Der mittelfristige Ausblick beschreibt, welche weiteren Produkteigenschaften bereits heute diskutiert werden und in den nächsten Jahren in die verschiedenen Produkte implementiert werden könnten.

Er richtet sich insbesondere an die Hersteller und zeigt, welche Produkteigenschaften zu den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte in den nächsten Jahren mindestens entwickelt und umgesetzt werden müssen. Der Zeithorizont beträgt bis zu fünf Jahren.

7.2 Ausblick Kriterien und Produkteigenschaften – langfristig

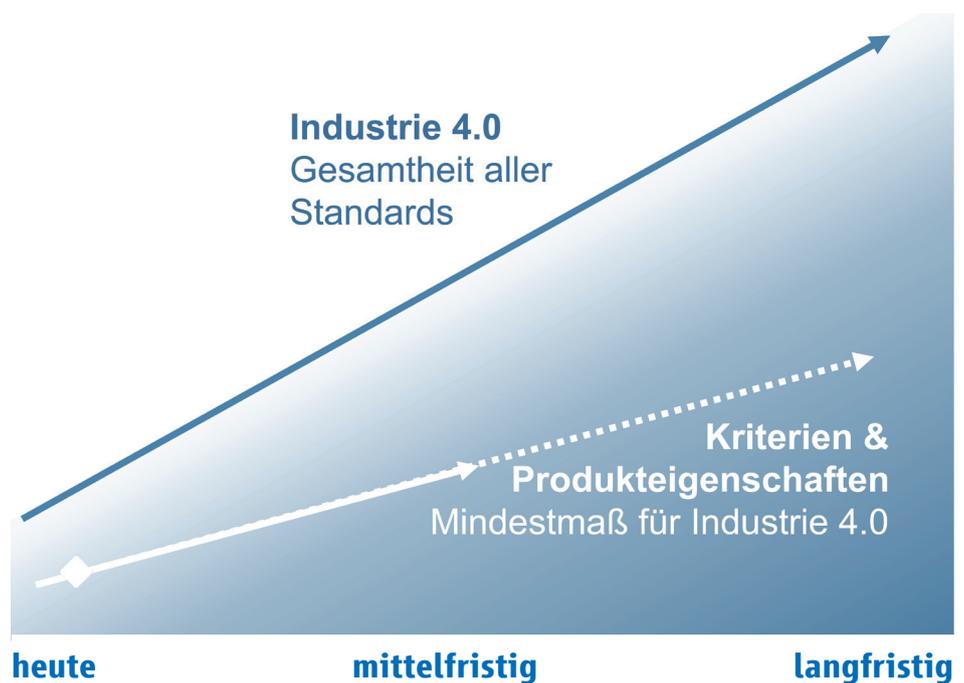
Der langfristige Ausblick beschreibt das komplette Industrie-4.0-Spektrum mit all seinen Normen und Festlegungen. Dabei sind viele Themen nicht abschließend definiert und können heute noch nicht komplett erfasst werden. Hier wird dargestellt, was in Zukunft alles zu Industrie-4.0-Produkteigenschaften gehören könnte.

Diese Beschreibung richtet sich speziell an die Normungs- und Standardisierungsgremien und zeigt auf, in welchen Feldern noch Normen ergänzt werden müssen. Daraus kann auch Forschungsbedarf abgeleitet werden.

Ob und wann diese Beschreibungen einmal zu den Mindestprodukteigenschaften sowie zu den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte zählen werden, ist heute völlig ungewiss. Potenzielle Kandidaten werden bei den jährlichen Überprüfungen erst einmal in die mittelfristigen Produkteigenschaften überführt.

Der Zeithorizont liegt hier bei deutlich mehr als fünf Jahren, bis eine genauere Beschreibung und Definition vorhanden sein wird.

Abb. 4: Weitere Entwicklung der Kriterien und Produkteigenschaften inklusive Migrationspfad



Quelle: ZVEI-Führungskreis Industrie 4.0, Martin Hankel, Bosch Rexroth

Tabelle 2: Kriterien und Produkteigenschaften im weiteren Verlauf

Kriterium	Anforderungen	L	E	Mittelfristig ≤5 Jahre ^[1]	E	Langfristig ≤10 Jahre ^[1]
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	wie 2020	M	wie 2020
		I	M	Wie 2020, aber auch weitere kabellose Identifikation möglich. Detailliertere Identifikationsdaten und Zuordnung von weiteren Identifikatoren (z. B. GS1) möglich	M	Wie mittelfristig, aber auch Indoor- und Outdoor-Lokalisierung, Mustererkennung und weitere möglich
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Dateien des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	T	M	Wie 2020, aber Verwaltungsschalen und ihre Daten sind digital kommunizierbar	M	Wie mittelfristig und neue Technologien wie z. B. Ledgertechnologien (Blockchain, IOTA)
		I	M	Wie 2020, aber Verwaltungsschale der Produkte ^[3] über „Verwaltungsschale im Detail“ ^[4] , OPC-UA-Mapping	O	Wie mittelfristig, aber Kommunikation kann erweiterte Kommunikationsstandards nutzen (z. B. DDS, AMQP, Bluetooth etc.), flexible Netztopologien (SDN), Ledgertechnologien (Blockchain, IOTA)
		O		Zusätzlich: • MQTT und REST API für oberhalb Produktionslinienebene • TSN und 5G für zukünftige Kommunikation (Unterstützung von Pub/Sub)	O	Standardisierte „Mechanismen für Bootstrap, Bekanntmachung und Auffinden von industriellen IoT-Komponenten“ im Asset/Gerät implementiert
3. Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	Wie 2020, aber mit I4.0-konformer Selbstbeschreibung 1–5) Strukturiert nach „Verwaltungsschale im Detail“ ^[4] mit herstellerübergreifenden Teilmodellen mit einheitlichen Mindeststandards 1–4) Vorzug eCl@ss aber auch IEC CDD / W3C / IEC62832, IEC62569, IEC61360/ISO13584 und IEC61987 konforme Daten 2) BMEcat oder entsprechendes Teilmodell 2–4) Modelle für Simulation und virtuelle Inbetriebnahme	M	Wie mittelfristig 1–3) + weitere Kataloge für Merkmal-/Konzeptbeschreibungen Zusätzlich autonomes Aushandeln von Geschäftsbeziehungen
		I	M	Wie 2020 3–5) Vorzug eCl@ss, aber auch mit IEC CDD / W3C / IEC62832 konforme Daten	M	3–5) + weitere Kataloge für Merkmal-/Konzeptbeschreibungen + Daten in öffentlichen Datenbanken Zusätzlich autonomes Aushandeln von Geschäftsbeziehungen
4. Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in Industrie-4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie-4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und ihrer Abläufe	T	M	Wie 2020, aber weitere kundenrelevante Daten sind in I4.0-konformen Formaten verfügbar Daten über Produkttypen auch in öffentliche oder private Clouds übertragbar (Verwaltungsschale über einen Typ) Dokumentation ist als Teilmodell abrufbar, Vorlage VDI 2770	M	Alle Daten und Beschreibungen digital verfügbar in einer I4.0-Semantik für den herstellerübergreifenden Austausch
		I	M	Abbild aller Produktions- und Serviceunterlagen sowie Daten vorhanden und intern transparent verfügbar	M	Alle Daten und Beschreibungen digital verfügbar in einer I4.0-Semantik für den herstellerübergreifenden Austausch

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig ev. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Die Kriterien für „mittelfristig“ und „langfristig“ sind noch nicht als verbindlich anzusehen. Sie stellen lediglich Beispiele dar und zeichnen den aktuellen Stand der Diskussion nach

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

^[4] „Verwaltungsschale im Detail“ – Veröffentlichung der Plattform Industrie 4.0. „Details of the Asset Administration Shell Part 1 – The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0“, 27 November 201h

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Mittelfristig ≤5 Jahre ^[1]	E	Langfristig ≤10 Jahre ^[1]
5.	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, welche auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	M	Digitale Beschreibung der Dienste für das Asset über Spezifikation „Verwaltungsschale im Detail“ ^[4] (VWS für Asset-Typ) verfügbar VWS für Asset-Typ über Hersteller-Webseite oder offene Plattform automatisiert beziehbar	M	Erweiterte Dienste, etwa für Simulation und Auslegung, über VWS für Asset-Typ beschrieben und verfügbar VWS für Asset-Typ in Infrastrukturen laut Spezifikation „Verwaltungsschale im Detail“ ^[4] automatisiert beziehbar.
		Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen und bereitstellen muss	I	M	Wie 2020, digitale Beschreibung der I4.0-Dienste und Zustände über Spezifikation „Verwaltungsschale im Detail“ ^[4] (VWS für Asset-Instanz) online realisierbar (z. B. Selbstbeschreibung, Remote Updatefähigkeit, neue nachladbare Funktionen, etc.)	M	Wie mittelfristig, VWS für Asset-Instanz online realisierbar und mit verpflichtenden Teilmodellen implementiert
6.	Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Erste verpflichtende Teilmodelle wie zum Beispiel Identifikation, Typenschild und Simulationsmodell für virtuelle Inbetriebnahme lieferbar Verfahren aus Machine learning und Künstlicher Intelligenz	O	Alle definierten Standardfunktionen für Entwicklungsunterstützung sind lieferbar Neue Verfahren aus Machine learning und Künstlicher Intelligenz Autonom agierende Produkte
			I	O	Zum Beispiel PLCopen für Motion, Beschreibung und Zugriff zu primären Nutzerfunktionen des Assets, Condition Monitoring Standardfunktionen nach VDMA 24582, ... Verfahren aus Machine learning und Künstlicher Intelligenz	O	Alle definierten Standardfunktionen für Nutzer sind lieferbar und lauffähig Neue Verfahren aus Machine learning und Künstlicher Intelligenz Autonom agierende Produkte Generalisierte Funktionalität als Capabilities beschrieben
7.	Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Security-by-Design Security-Fähigkeiten sind im jeweiligen Niveau beschrieben (Authentifizierung der Identifikatoren, Subjekt- und Rollenverwaltung, sichere Kommunikation, Logging der securityrelevanten Änderungen)	M	Security-by-Design zusätzlich (Level der Vertrauenswürdigkeit), Fähigkeiten des vorgesehenen Niveaus der Vertrauenswürdigkeit sind beschrieben
			I	M	Security-Fähigkeiten sind digital auf dem vorgesehenen Niveau abfragbar (Authentifizierung der Identifikatoren, Subjekt- und Rollenverwaltung, sichere Kommunikation, Logging der securityrelevanten Änderungen)	M	Zusätzlich digital abfragbar (Level der Vertrauenswürdigkeit), Fähigkeiten des vorgesehenen Niveaus der Vertrauenswürdigkeit sind umgesetzt

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig ev. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Die Kriterien für „mittelfristig“ und „langfristig“ sind noch nicht als verbindlich anzusehen. Sie stellen lediglich Beispiele dar und zeichnen den aktuellen Stand der Diskussion nach

^[2] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

^[4] „Verwaltungsschale im Detail“ – Veröffentlichung der Plattform Industrie 4.0. „Details of the Asset Administration Shell Part 1 – The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0“, 27 November 2018

8. Produktbeispiele

Im Folgenden sind einige konkrete Produktbeispiele ausgearbeitet, die eine Anwendung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte und ihrer Eigenschaften in der Praxis veranschaulichen sollen. Neben den folgenden Tabellen mit den Darstellungen der Produkteigenschaften kann bei den Unternehmen eine erste Umsetzung der Verwaltungsschale als Datei angefordert werden (nach Spezifikation „Verwaltungsschale im Detail“, Format .aasx).

Übersicht der Beispiele:

- 1) Bosch Rexroth –
Funkkusschrauber Nexo
- 2) Festo – Energieeffizienz-Modul
- 3) ABB – Field Information Manager
(eine Software)
- 4) Siemens – speicherprogrammierbare
Steuerung
- 5) Schneider electric –
speicherprogrammierbare Steuerung
- 6) Pepperl+Fuchs – Sensor
- 7) Phoenix Contact – Stromversorgung
Quint Power

8.1 Industrieller Funkakkuschrauber Nexo

Der Schrauber arbeitet völlig autark. Die komplette Steuerung ist in den Schrauber integriert und über offengelegte Schnittstellen per WLAN zugänglich. Die Parametrierung findet über einen Webbrowser statt. Umfangreiche Sensorik ist integriert. Funktionen sind nachladbar und alle Daten des Schraubers können per WLAN über eine offengelegte Schnittstelle abgefragt werden. Condition-Monitoring- und Diagnosefunktionen sind in dem Schrauber bereits integriert. Die Kommunikation kann an alle gängigen Protokolle per Software angepasst werden.

Abb. 5: Funkakkuschrauber Nexo



Quelle: Bosch Rexroth

Tabelle 3: Eigenschaften des Funkakkuschraubers Nexo

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Schrauber Nexo
1.	Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	1) Materialnummer (elektronisch)
			I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	2) QR-Code 3) QR-Code 4) Identifikation Teilnehmer über TCP/UDP und IP-Netzwerk
2.	Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über Industrie-4.0-konforme Dienste	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	Step-Files, CAD-Zeichnungen etc.
			I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Ja, Drehmoment, Drehwinkel, Schraubkurve etc können online ausgelesen werden

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Schrauber Nexo
3.	Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung in Form von Merkmalen mit Syntax für z. B. 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	Ja, über QR-Code
			I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	Ja, über QR-Code Dynamische Daten über Funkschnittstelle
				O	für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	
4.	Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in Industrie-4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und ihrer Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Abrufbar sind Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt etc.
			I	M	Digitale Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilmöglichkeit	QR-Code leitet direkt zum Service und bietet Informationen zu Ersatzteilen
5.	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Interfaces sind offen beschrieben
		Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein Industrie-4.0-Produkt unterstützen und bereitstellen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen, etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	Daten an der Schnittstelle für alle Zustände sind offengelegt und können abgerufen werden
6.	Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	
			I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	Erste Diagnose und Condition-Monitoring-Funktionen, Zusätzlich Überwachung des Prozesses mit Diagnoseausgaben
7.	Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Wird bei den Kundenprojekten besprochen und dokumentiert
			I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Wird bei den Kundenprojekten besprochen und dokumentiert

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

¹²¹ Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

¹²² Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifikation nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

¹²³ Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Der Funkkassenschrauber Nexo erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020.

Daher erhält er vom Hersteller das dort verfügbare „Industrie-4.0-Logo“.



Quelle: Bosch Rexroth

8.2 Energieeffizienz-Modul

Das Energieeffizienz-Modul vereinigt Sensoren zu Druck und Durchfluss, autarke Datenverarbeitung, ein 2/2-Wege-Absperrventil und eine Ethernet-Kommunikationsschnittstelle in sich. Die Kommunikationsparameter der Schnittstelle (übliche Feldbusse, OPC-UA, Modbus/TCP) sind offengelegt. Über die Integration einer Codesys-Steuerung sind Funktionen nachladbar. Das Modul überwacht laufend den Luftverbrauch der nachgeschalteten Anlage und kann dank Machine-Learning zwischen Ruhezustand, Betriebszustand und abnormalen Zuständen unterscheiden. Feste Grenzen für die einzelnen Zustände können ebenfalls eingestellt werden. Das Absperrventil lässt eine Auto-Stopp-Funktion zu, bei der die Druckluftzufuhr nach einer einstellbaren Zeit des Ruhezustands automatisch abgesperrt wird, um Leckage zu vermeiden. Sensordaten, Betriebszustände und Verhalten des Absperrventils sind über die Kommunikationsschnittstelle zugänglich.

Abb. 6: Energieeffizienz-Modul



Quelle: Festo

Tabelle 4: Eigenschaften des Energieeffizienz-Moduls

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Energieeffizienz-Modul
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	1) Teilenummer und Product-Key des Herstellers (elektronisch) lesbar
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	2) DM-Code des Herstellers 3) DM-Code des Herstellers 4) Identifikation Teilnehmer über TCP/UDP und IP-Netzwerk
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	CAD-Zeichnungen, EPLAN-Makros, Anleitungen, Gerätebeschreibung etc.
		I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Ja, Sensoren und Zustände können ausgelesen werden. Ventil kann angesteuert werden. Dazu wird ein Steuerungsmodul mit OPC UA-Applikation aufgesteckt

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Energieeffizienz-Modul
3.	Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.:	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	Ja, über Link des DM-Code
		1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	Ja, über Link des DM-Code
		O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar		
4.	Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik. Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und seiner Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Abrufbar sind Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, CAD-Zeichnungen, EPLAN-Makros, Anleitungen, Gerätebeschreibung etc.
			I	M	Digitaler Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilmateriale aus dem Feld möglich	DM-Code leitet direkt zum Service und bietet Informationen zu Ersatzteilen
5.	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Interfaces sind offen beschrieben
		Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen, etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA Informationsmodell verfügbar	Daten an der Schnittstelle für alle Zustände sind offengelegt und können abgerufen werden
6.	Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	Erste Diagnose und Condition-Monitoring-Funktionen
			I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	Zusätzlich Überwachung des Prozesses mit Diagnoseausgaben
7.	Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Dokumentation weist aus, dass keine Security-Fähigkeiten vorhanden sind
			I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Dokumentation weist aus, dass keine Security-Fähigkeiten vorhanden sind

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifizierung nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Das Energieeffizienz-Modul erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020.

Das Produkt erhält vom Hersteller kein gesondertes Industrie-4.0-Logo.

8.3 FDI-basierte Software für Gerätemanagement

Abb. 7: Field Information Manager mit Hart-Modem und Feldgerät



Quelle: ABB

Der Field Information Manager (FIM) ist eine Software für Handheld-Geräte zur Feldgerätekongfiguration und -diagnostik. FIM bietet leichten Zugriff auf standardisierte Geräteparameter und hilft, sicher mit verschiedenen Gerätetypen zu arbeiten. Basis ist die FDI-Technologie (<http://www.fieldcommgroup.org>). Die DeviceWindow Edition

des FIM ermöglicht Online-Parametrierung von Hart-Geräten. Die Handheld-Edition ermöglicht Offline-Gerätekongfiguration, Nutzung von Templates und Dokumentationsgenerierung. Der Field Information Manager kann heruntergeladen werden unter: www.abb.com/fieldinfo

Tabelle 5: Eigenschaften des Field Information Manager

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Field Information Manager
1.	Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigen Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar.	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	www.abb.com/fieldinfo
		Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service	I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	Jede installierte Version des FIM verfügt über eine eindeutige „Machine ID“
2.	Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	Produktdaten online abrufbar
		Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Gerätedaten können mit OPC UA Clients abgerufen werden (geplant)
3.	Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	Produktguide online abrufbar
			I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	Versionsnummer kann in der Software abgefragt werden Geräteparameter können online abgefragt werden
			O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Field Information Manager
4.	Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Handbuch online abrufbar
		Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und seiner Abläufe			I	M
5.	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Folgt FDI-Standard
		Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen, etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	Geräteparameter könnten per OPC UA ausgelesen werden (geplant). Zustände gemäß NE 107
6.	Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	
			I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	
7.	Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Security-Fähigkeiten sind im Handbuch dokumentiert
			I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Zugriff auf OPC UA-Server nur nach entsprechender Nutzerauthentifizierung

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigenspezifische Identifikation nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Der Field Information Manager erfüllt in naher Zukunft die Produkteigenschaften 2020.

Vom Hersteller wird dafür das Logo „IoTSP-enabled“ (Internet of Things, Service and People) vergeben.



Quelle: ABB

8.4 Speicherprogrammierbare Steuerung S7-1500

Abb. 8: Speicherprogrammierbare Steuerung Simatic S7-1500



Quelle: Siemens

Die Advanced Controller Simatic S7-1500 unter den Simatic S7-Steuerungen eignen sich besonders für mittlere und komplexe Anwendungen. Die Controller sind langzeitkompatibel, modular erweiterbar, vibrationsfest, wartungsfrei und skalierbar. Neben der Maschinen- und Anlagen-Kommunikationsanbindung über die Feldbusse Profinet und Profibus ist auch eine vertikale Kommunikation zu MES oder cloudbasierten Systemen über beispielsweise OPC UA möglich. Die Controller sind über das TIA Portal projektierbar. Die Programmierung in Funktionsplan FUP, Kontaktplan KOP, Structured Control Language SCL, Ablaufsteuerung S7-GRAPH bzw. Anweisungsliste AWL erfolgt nach IEC61131 und bildet mit Bibliothekskonzept und Standardisierung die

Grundlage für die Digitalisierung. Motion Control ist integriert und bietet neben standardisierten Bausteinen (PLCopen) zur Anbindung von analogen und Profidrive-fähigen Antrieben eine Vielzahl erweiterter Motion Control-Funktionen an. Das Spektrum umfasst Basisfunktionen wie Drehzahl- und Positionierachsen und reicht in den Midrange-Bereich mit umfangreichen Handlingsfunktionen. Die Geräte weisen mit „Security Integrated“ ein umfassendes Security-Konzept gegen Manipulation und Knowhow-Abzug auf. Auf technische Daten, Lebenszyklusangaben, Parameter, Online-Daten uvm. kann komfortabel online oder über Apps wie z. B. dem „Siemens Industry Online Support“ oder der „S7 APP“ zugegriffen werden.

Tabelle 6: Eigenschaften der speicherprogrammierbaren Steuerung Simatic S7-1500

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Speicherprogrammierbare Steuerung
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	1) Teilenummer und Product Key des Herstellers (elektronisch) lesbar
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	2) Aufdruck und DM-Code des Herstellers 3) Aufdruck und DM-Code des Herstellers 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	CAX-Daten, EPLAN-Makros, Dokumentation, Applikationsbeispiele, Gerätebeschreibung etc.
	Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Ja, online ansprechbar über TIA Portal, Webserver, OPC UA oder direkt z. B. über TCP/IP

	Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Speicherprogrammierbare Steuerung
3.	Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	Ja, über Link des DM-Code
			I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	Ja, über Link des DM-Code Ja, Daten online abrufbar
				O	für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	
4.	Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozess-relevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und seiner Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Ja, Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, CAX-Daten, Zeichnungen, Produktfotos, EPLAN-Makros, Dokumentation, Security-Eigenschaften etc.
			I	M	Digitaler Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilinformation aus dem Feld möglich	DM-Code leitet direkt zum Service und bietet Informationen zu Ersatzteilen
5.	Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Beschreibung des Zugangs über Industriebusse, OPC UA oder Web-server digital verfügbar
		Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen , etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen sind online abrufbar
6.	Standard-funktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	Motion-Control-Funktionen nach PLCopen sowie weitere Standardfunktionen als auch sicherheitsgerichtete Funktionen nach EN 61508 verfügbar
			I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	Motion-Control-Funktionen nach PLCopen sowie weitere Standardfunktionen als auch sicherheitsgerichtete Funktionen nach EN 61508 verfügbar
7.	Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Umfangreiche Security-Maßnahmen vorhanden und dokumentiert, Security-Leitfaden (Defense in depth) verfügbar
			I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Sichere Identität bspw. über OPC UA-Zertifikat vorhanden

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch Mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifikation nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Die speicherprogrammierbare Steuerung Simatic S7-1500 erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020. Das Produkt erhält vom Hersteller jedoch kein gesondertes Industrie-4.0-Logo.

8.5 Speicherprogrammierbare Steuerung Modicon M251

Die SPS-Steuerung Modicon M251 ist für modulare und verteilte Architekturen und einfache Maschinenanwendungen geeignet. Trotz der Kompaktheit und einer Baubreite von 54 mm sind neben 3 Ethernet-Ports, ein vollkonfigurierbarer Webserver, ein EtherNet/IP Scanner und ein OPC UA Server bereits integriert. Die Modicon M251 erhöht somit dank vieler Schnittstellen die Flexibilität und spart zusätzlich Platz im Schaltschrank. Basierend auf EcoStruxure™ Machine, der einheitlichen Architektur von Schneider Electric für Industrie 4.0 Anwendungen im Maschinenbau, sind viele moderne Möglichkeiten offen. Die Programmierung erfolgt mit der für alle Maschinensteuerungen der Reihe Modicon einheitliche Software EcoStruxure Machine Expert, basierend auf Codesys V3, die zukünftig auch als SaaS verfügbar sein wird.

Abb. 9: SPS-Steuerung Modicon M251



Quelle: Schneider Electric

Tabelle 7: Eigenschaften der SPS-Steuerung Modicon M251

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Modicon M251
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	1) Materialnummer (elektronisch) nach URI
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	2) und 3) auf Typenschild und QR-Code elektronisch lesbar 4) Identifikation über wahlweise über jeden der 3 Ethernet Ports via Modbus TCP u. EtherNet/IP
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	CAD-Zeichnungen, Eplan-Makros, Anleitungen und Datenblätter über www.schneider-electric.com sowie online über QR-Code der Instanz
		I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Ab neuester Firmware über TCP/IP verfügbar

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Modicon M251
3. Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	2) Katalogdaten als BMEcat 2005 mit ETIM 6.0 sowie als Datanorm/Eldanorm online abrufbar
		I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	2) und 3) Katalogdaten mithilfe eines QR-Codes auf dem Gerät abrufbar 4) Dynamische Daten über TCP/IP abrufbar
		O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	5) Über die CoDeSys-Runtime abrufbar (Integration in SoMachine Software)
4. Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und seiner Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Digital abrufbar sind Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Eigenschaften, Datenblatt, usw.
		I	M	Digitale Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilinformation aus dem Feld möglich	Über QR-Code und MySE-App online Zugriff auf Support und Service Kontakt bezogen auf den lokalen Standort
5. Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Interfaces sind offen beschrieben
		I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen, etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	Abrufbar über OPC UA ab neuester Firmware
6. Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	N/A
		I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	N/A
7. Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Achilles Certificate vorhanden und Veröffentlichung von erkannten Vulnerables sofern vorhanden (https://www.schneider-electric.com/b2b/en/support/cybersecurity/overview.jsp)
		I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Achilles Certificate vorhanden

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifizierung nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Die SPS-Steuerung Modicon M251 erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020.

Daher erhält diese SPS-Steuerung vom Hersteller das dort verfügbare Icon.



Quelle: Schneider Electric

8.6 Lidar-Sensor R2000

Der R2000 ist ein Lidar-Sensor („Light Detection And Ranging“) mit einem Erfassungsbereich von 360°. Das Gerät verfügt über eine Ethernet-Schnittstelle, die Parametrierung erfolgt über FDT mittels eines DTMs. Es stehen verschiedene Schalt- und Mess-Funktionen zur Verfügung.

Abb. 10: Lidar Sensor R2000



Quelle: Pepperl+Fuchs

Tabelle 8: Eigenschaften des Lidar Sensor R2000

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Lidar-Sensor R2000
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	1) Materialnummer („Part-Number“) des Herstellers (elektronisch) lesbar
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	2)+3) Seriennummer über DM-Code des Herstellers elektronisch lesbar 4) Identifikation Teilnehmer über TCP/UDP und IP-Netzwerk
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	CAD-Zeichnungen, DTM, Anleitungen, Gerätebeschreibung etc. stehen online zur Verfügung
	Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Identifikation über TCP/UDP&IP bzw. FDT
3. Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	Ja
		I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0 Kommunikation online abrufbar	Ja
		O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Lidar-Sensor R2000
4. Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und seiner Abläufe	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typen-Identifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security Eigenschaften, etc.)	Abrufbar sind Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, CAD-Zeichnungen, DTM, Anleitungen, Gerätebeschreibung etc.
		I	M	Digitaler Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilmöglichkeit aus dem Feld möglich	Über DTM-Kontakt zum Service und Ersatzteil-Informationen
5. Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	Verwendete Standards: TCP/IP&UDP, FDT
	Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen, etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	Verfügbar über DTM
6. Standard-funktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	Mehrere Service+Diagnose-Funktionen stehen zur Verfügung
		I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	Mehrere Service+Diagnose-Funktionen stehen zur Verfügung
7. Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert.	Geht aus FDT hervor und wird bei Kundenprojekten explizit bearbeitet
		I	M	Vorhandene Security Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Geht aus FDT hervor und wird bei Kundenprojekten explizit bearbeitet

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigenspezifische Identifikation nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Der Lidar-Sensor R2000 erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020.



Quelle: Pepperl+Fuchs

Daher erhält er vom Hersteller das dort verfügbare „Industrie 4.0 Logo“

8.7 Stromversorgung Quint Power

Die leistungsstarken Quint-Power-Stromversorgungen gewährleisten mit ihren Funktionen höchste Anlagenverfügbarkeit. Die Leistungsreserve ermöglicht das problemlose Starten schwieriger Lasten und die einfache Erweiterung einer Anlage. Die Kombination aus SFB-Technologie, präventiver Funktionsüberwachung und langer Lebensdauer erhöht die Verfügbarkeit der Applikation.

Abgerundet wird das Leistungsportfolio der Quint-Power-Stromversorgungen durch die Möglichkeit, individuelle Anpassungen einfach und exakt mit dem PC oder einem mobilen Endgerät vorzunehmen oder die Stromversorgung ab Stückzahl 1 vorkonfiguriert zu bestellen. Beispielsweise lassen sich Meldeschwellen und Ausgangsspannung einstellen und Kennlinien individuell anpassen.

Abb. 11: Stromversorgung Quint Power



Quelle: Phoenix Contact

Tabelle 9: Eigenschaften der Stromversorgung Quint Power

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Stromversorgung Quint Power
1. Identifikation	Herstellerübergreifende Identifizierung des Assets mit eindeutigem Identifier (ID) auf dem Produkt ^[3] angebracht, elektronisch lesbar. Identifizierung in: 1) Entwicklung 2) Warenverkehr (Logistik), Produktion 3) Vertrieb, Service, Marketing 4) Netzwerk	T	M	für 1) Materialnummer ^[1] (elektronisch) nach ISO 29002-5 ^[2] oder URI	Type: Artikelbezeichnung, Artikelnummer und Hardware-Revision über NFC und als eCl@ss vorhanden. Link zum E-Shop über QR-Code vorhanden.
		I	M	für 2) Seriennummer oder eindeutige ID für 3) Hersteller + Seriennummer oder eindeutige ID mit 2) und 3) elektronisch lesbar, für physische Produkte über 2D-Code, RFID oder NFC mit 2) und 3) URI nach DIN SPEC 91406 für 4) Identifikation Teilnehmer über IP-Netzwerk	Instanz: Seriennummer und Herstellungsdatum über NFC lesbar
2. Industrie-4.0-Kommunikation	Übertragung von Daten und Datenfiles des Produkts für z. B. die Auslegung oder Simulation, Daten zum Produkt in standardisierter Form	T	M	Hersteller macht Daten online digital verfügbar/abrufbar. Die Daten sollten relevant für den Kunden und mithilfe der Identifikation verfügbar/abrufbar sein, z. B. PDF über http(s) und URI	Auf der Webseite unter Rubrik Technische Daten und Downloads zum Artikel verfügbar (z. B. CAD-Zeichnungen oder Datenblatt)
	Produkt ^[3] über Netzwerk ansprechbar, liefert und übernimmt Daten, Plug & Produce über I4.0-konforme Dienste	I	M	Verwaltungsschale des Produkts ^[3] mithilfe der Identifikation online (zu jeder Zeit) ansprechbar über TCP/UDP&IP mit mindestens dem Informationsmodell von OPC UA	Lesen und Schreiben der Instanzdaten im Gerät erfolgt über NFC Per App ist die Verwaltungsschale des Geräts erreichbar

Kriterium	Anforderungen	L	E	Produkteigenschaften 2020	Stromversorgung Quint Power
3. Industrie-4.0-Semantik	Standardisierte Daten in Form von Merkmalen mit herstellerübergreifender eindeutiger Identifizierung und Syntax für z. B.: 1) Kaufmännische Daten 2) Katalogdaten 3) Technische Daten: Mechanik, Elektrik, Funktionalität, Örtlichkeit, Leistungsfähigkeit 4) Dynamische Daten 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz	T	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar	eCl@ss-Merkmale der Verwaltungsschale als BMEcat abrufbar
		I	M	für 2–3) Katalogdaten und technisches Datenblatt in einem offenen Standard online abrufbar 4) Dynamische Daten über I4.0-Kommunikation online abrufbar	2–3) eCl@ss-Merkmale der Verwaltungsschale als BMEcat abrufbar 4) Lesen und Schreiben der Instanzdaten im Gerät erfolgt über NFC
		O		für 5) Daten über den Lebenslauf der Produktinstanz online abrufbar	
4. Virtuelle Beschreibung	Virtuelles Abbild in I4.0-konformer Semantik Virtuelles Abbild über den gesamten Lebenszyklus. Charakteristische Merkmale der realen Komponente, Informationen über Beziehungen der Merkmale untereinander, produktions- und produktionsprozessrelevante Beziehungen zwischen Industrie 4.0-Komponenten, formale Beschreibung relevanter Funktionen der realen Komponente und ihrer Abläufe.	T	M	Kundenrelevante Informationen anhand der Typenidentifikation digital abrufbar (Produktbeschreibung, Katalog, Bild, technische Features, Datenblatt, Security-Eigenschaften etc.)	Auf der Webseite unter Rubrik Download zum Artikel verfügbar
		I	M	Digitale Kontakt zum Service und Informationen zum Produktsupport inkl. Ersatzteilinformation aus dem Feld möglich	Konfigurationsdaten des Geräts stehen elektronisch zur Verfügung Zusätzliche Services über aftersales@phoenixcontact.com
5. Industrie-4.0-Dienste und -Zustände	Standardisierte digitale Beschreibung der Dienste für das Asset, die auch auf erweiterte Dienste beim Hersteller oder sonstigen Partnern zugreifen können	T	O	Digitale Beschreibung der Geräteschnittstelle verfügbar	
	Allgemeine Schnittstelle für nachladbare Dienste und für die Meldung von Zuständen. Notwendige Basisdienste, die ein I4.0-Produkt unterstützen muss	I	O	Informationen wie Zustände, Fehlermeldungen, Warnungen etc. nach einer Industrienorm über OPC-UA-Informationsmodell verfügbar	
6. Standardfunktionen	Grundlegende standardisierte Funktionen, die herstellerunabhängig auf verschiedenen Produkten lauffähig sind und gleiche Daten in gleichen Funktionen liefern. Sie dienen als Grundstock der Funktionalität, auf die jeder Hersteller seine eigenen Erweiterungen aufbauen kann.	T	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale beschrieben	
		I	O	Funktionen in Form von I4.0-Teilmodellen in der Verwaltungsschale realisiert	
7. Security	Mindestbedingungen zur Sicherstellung der Security-Funktionalität.	T	M	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt. Angemessene Security-Fähigkeiten wurden berücksichtigt und öffentlich dokumentiert	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt und Schutzmaßnahmen sind realisiert
		I	M	Vorhandene Security-Fähigkeiten sind dokumentiert Entsprechend sichere Identitäten sind vorhanden	Eine Bedrohungsanalyse wurde durchgeführt und Schutzmaßnahmen sind realisiert

L: Lebenszyklus mit T: Typ und I: Instanz, E: Erfassungsgrad mit M: Mandatory, O: Optional, Use Case abhängig evtl. doch mandatory und N: Nicht relevant

^[1] Materialnummer hier als Überbegriff für Typenbezeichnung, Hersteller-Teilenummer, Bestellnummer, Produktklassifikation etc.

^[2] Für die oben angesprochenen direkt verbundenen Assets dürfte im Regelfall eine herstellereigene Identifikation nötig sein. Dies leistet nach heutigem Stand die ISO29002-5 nicht.

^[3] Dieser Leitfaden behandelt Kriterien für Produkte, wobei Produkte Geräte, Systeme, Maschinen oder Software sein können.

Fazit: Die Stromversorgung Quint Power erfüllt damit alle festgelegten Produkteigenschaften 2020.

Das Produkt erhält vom Hersteller jedoch kein gesondertes Industrie-4.0-Logo.

Autorenliste

Sebastian Bader, Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
Dr. Heinz Bedenbender, VDI - Verein Deutscher Ingenieure
Meik Billmann, ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie
Birgit Boss, Robert Bosch
Prof. Dr. Ulrich Epple, RWTH Aachen
Kai Garrels, ABB Stotz-Kontakt
Dr.-Ing. Thomas Hadlich, Rockwell Automation
Martin Hankel, Bosch Rexroth
Roland Heidel, Roland Heidel Kommunikationslösungen
Oliver Hillermeier, SAP
Dr.-Ing. Michael Hoffmeister, Festo
Michael Jochem, Robert Bosch
Markus Kiele-Dunsche, Lenze Automation
Dr. Heiko Koziol, ABB
Marco Mendes, Schneider Electric Automation
Jörg Neidig, Siemens
Andreas Orzelski, Phoenix Contact
Florian Palm, RWTH Aachen – Lehrstuhl für Prozessleittechnik
Stefan Pollmeier, ESR Pollmeier
Benedikt Rauscher, Pepperl+Fuchs
Bernd Waser, Murrelektronik
Ingo Weber, Siemens
Prof. Dr.-Ing. Martin Wollschlaeger, Technische Universität Dresden (INF)

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1:	Warum Kriterien für Industrie-4.0-Produkte wichtig sind: eine erste herstellerunabhängige Orientierung für Kunden und Hersteller	4
Abb. 2:	Herleitung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte	8
Abb. 3:	Generischer Jahresablauf für Überprüfung der Kriterien für Industrie-4.0-Produkte inkl. Produkteigenschaften	10
Tabelle 1:	Produkteigenschaften 2020 zu den Kriterien für Industrie-4.0-Produkte	11
Abb. 4:	Weitere Entwicklung der Kriterien und Produkteigenschaften inkl. Migrationspfad	12
Tabelle 2:	Kriterien und Produkteigenschaften im weiteren Verlauf	13
Abb. 5:	Funkkuschrauber Nexo	16
Tabelle 3:	Eigenschaften des Funkkuschraubers Nexo	16
Abb. 6:	Energieeffizienz-Modul	18
Tabelle 4:	Eigenschaften des Energieeffizienz-Moduls	18
Abb. 7:	Field Information Manager mit Hart-Modem und Feldgerät	20
Tabelle 5:	Eigenschaften des Field Information Manager	20
Abb. 8:	Speicherprogrammierbare Steuerung Simatic S7-1500	22
Tabelle 6:	Eigenschaften der speicherprogrammierbaren Steuerung Simatic S7-1500	22
Abb. 9:	SPS-Steuerung Modicon M251	24
Tabelle 7:	Eigenschaften der SPS-Steuerung Modicon M251	24
Abb. 10:	Lidar Sensor R2000	26
Tabelle 8:	Eigenschaften des Lidar Sensor R2000	26
Abb. 11:	Stromversorgung Quint Power	28
Tabelle 9:	Eigenschaften der Stromversorgung Quint Power	28



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6302-0
Fax: +49 69 6302-317
E-Mail: zvei@zvei.org
www.zvei.org