



**VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e. V.**
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Stresemannallee 15
60596 Frankfurt
Telefon: +49 69 6308-0
Telefax: +49 69 6308-9863
E-Mail: standardisierung@vde.com
Internet: www.dke.de

DKE NORMUNGS-ROADMAP

DIE DEUTSCHE
NORMUNGS-
ROADMAP
INDUSTRIE 4.0

Version 1.0 (Stand 11.12.2013)

DKE
VDE DIN

VDE

Herausgeber

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e. V.

als Träger der

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Stresemannallee 15
60596 Frankfurt
Telefon: +49 69 6308-0
Telefax: +49 69 6308-9863
E-Mail: standardisierung@vde.com
Internet: www.dke.de

Stand: November 2013

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	3
1. Executive Summary / Zusammenfassung	7
2. Einleitung	8
2.1 Zukunftsprojekt Industrie 4.0	8
2.2 Ziele von Industrie 4.0	8
2.3 System von Systemen – Herausforderungen für Technologien und Normung	9
2.4 Umsetzungsaspekte	10
3. Ziele der Normungsroadmap Industrie 4.0	13
4. Das aktuelle Umfeld in der Standardisierung und Normung	14
4.1 Standardisierung und Normung als Innovationstreiber	14
4.2 Zusammenarbeit der Standardisierungs- und Normungsgremien	15
4.3 Nationale Normungs- und Standardisierungslandschaft in der Automatisierungstechnik	18
4.4 Internationale Normenlandschaft in der Automatisierungstechnik	19
4.5 Standardisierung und Normung in der Informationstechnik	20
5. Themenbereiche mit Normungsbedarf zu Industrie 4.0	22
5.1 Themenbereich SA: Systemarchitektur	22
5.2 Themenbereich UC: Use Cases	22
5.3 Themenbereich GL: Grundlagen	23
5.4 Themenbereich NE: Nichtfunktionale Eigenschaften	24
5.5 Themenbereich RT: Referenzmodelle der technischen Systeme und Prozesse	25
5.6 Themenbereich RL: Referenzmodelle der leittechnischen Funktionen	26
5.7 Themenbereich RB: Referenzmodelle der technisch-organisatorischen Prozesse	26
5.8 Themenbereich Mensch: Referenzmodelle zu Aufgaben und Rollen des Menschen in Industrie 4.0	27
5.9 Themenbereich EW: Entwicklung	27
5.10 Themenbereich RE: Engineering	27
5.11 Themenbereich SB: Standardbibliotheken	28
5.12 Themenbereich TL: Technologien und Lösungen	28
6. Handlungsempfehlungen für die Normung zu Industrie 4.0	29
6.1 Allgemeine Empfehlungen (AE)	29
6.2 Empfehlungen zur Normungsstrategie (NoS)	31
6.3 Empfehlungen zum Bereich Systemarchitektur (SA)	33
6.4 Empfehlungen zum Bereich Use Cases (UC)	34
6.5 Empfehlungen zum Bereich Grundlagen (GL)	35
6.6 Empfehlungen zum Bereich nichtfunktionale Eigenschaften (NE)	36
6.7 Empfehlungen zum Bereich Referenzmodelle (RM)	42

6.8	Empfehlungen zum Bereich Entwicklung und Engineering (RE)	44
6.9	Empfehlungen zum Bereich Technologien und Lösungen (TL)	45
7	Links	46
8	Relevante Normen und Spezifikationen	47
8.1	ISO / CEN / DIN	47
8.2	IEC / CENELEC / DKE	52
8.3	VDI/VDE	54
8.4	Konsortialspezifikationen	54
9	Abkürzungsverzeichnis	55
10	Arbeitskreis „TB Konzept Normung zu Industrie 4.0, im Fachbereich 9 der DKE ...	59



1 EXECUTIVE SUMMARY / ZUSAMMENFASSUNG

In der industriellen Automation müssen unterschiedlichste Systeme verschiedener Hersteller verlässlich und effizient zusammenwirken. Die global aufgestellten Anwender erwarten, dass sie überall auf der Welt auf ihre gewohnten Produkte und Lösungen zurückgreifen können. Um diese globale Einsatzfähigkeit und die systemübergreifende Durchgängigkeit sicherzustellen, wurde in der industriellen Automation die internationale Normung immer als von besonderer Bedeutung angesehen und nachhaltig vorangetrieben. Heute sind für wichtige Themenstellungen in der industriellen Automation Normen vorhanden oder befinden sich in der Entstehung. Durch neue Technologien und neue Anforderungen entsteht jedoch immer wieder neuer Normungsbedarf. Die Zukunftsinitiative Industrie 4.0 hat zum Ziel, die Potenziale, die sich aus

- der massiven Nutzung des Internets,
- der Integration von technischen Prozessen und Geschäftsprozessen,
- der digitalen Abbildung und Virtualisierung der realen Welt und
- der Möglichkeit „intelligenter“ Produkte

ergeben, offensiv zu nutzen. Dazu wird die Entwicklung einer Vielzahl von neuen Konzepten und Technologien erforderlich. Die Umsetzung dieser neuen Konzepte und Technologien in die industrielle Praxis kann jedoch nur gelingen, wenn sie durch konsensbasierte Standards und Normen abgesichert wird, da nur diese die notwendige Investitionssicherheit und das Vertrauen bei Herstellern und Anwendern schaffen. Um frühzeitig die Normungsthematik aufzugreifen, wurde vom Arbeitskreis „TB Konzept Normung zu Industrie 4.0“ des DKE-Fachbereichs „Leittechnik“ (FB 9) eine Normungsrroadmap erarbeitet. Ziel der jetzt in einer ersten Version vorliegenden Normungsrroadmap ist es, allen Akteuren eine Übersicht über die bestehenden relevanten Normen im Umfeld von Industrie 4.0 und die heute schon erkennbaren Normungsbedarfe zur Verfügung zu stellen.

Die vorliegende Version wird als Auftakt angesehen. Diskussionen, weitere Ausarbeitungen und Konkretisierungen und Anregungen werden in Aktualisierungen dieser Normungsrroadmap Berücksichtigung finden.

2 EINLEITUNG

2.1 Zukunftsprojekt Industrie 4.0

„Deutschland ist einer der konkurrenzfähigsten Industriestandorte und gleichzeitig führender Fabrikaurüster weltweit. Das liegt nicht zuletzt an der Spezialisierung auf die Erforschung, Entwicklung und Fertigung innovativer Produktionstechnologien und der Fähigkeit komplexe industrielle Prozesse zu steuern.“ Diese einleitenden Sätze aus den Umsetzungsempfehlungen des von der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft gebildeten Arbeitskreises „Industrie 4.0“ (siehe Kapitel 7) kennzeichnen treffend die Wichtigkeit dieses Industriebereichs für die Bundesrepublik. Sie gelten gleichermaßen für viele andere Industrieregionen in Europa. Auch die Spitzenqualität der produzierenden Industrie fußt wesentlich auf hochwertiger Produktionstechnologie. Es ist notwendig, diese Stellung im internationalen Wettbewerb zu verteidigen und auszubauen.

Das von der Bundesregierung vorgestellte Zukunftsprojekt Industrie 4.0 soll der Wichtigkeit der Produktionstechnik und der sie unterstützenden IKT-Branche Rechnung tragen. Die Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) und für Wirtschaft und Technologie (BMWi) koordinieren dazu ihre Förderaktivitäten. Begleitet werden diese durch die Plattform Industrie 4.0 der Verbände ZVEI, VDMA und BITKOM sowie dem Wissenschaftsbeirat.

Aus Sicht der Produktionstechnik, also der Anwender der neuen Technologien, ist noch keineswegs gesichert, ob es sich um eine weitere Revolution oder doch eher um eine Evolution der bestehenden Konzepte handeln wird. Von allen anerkannt ist jedoch die Notwendigkeit der Einführung der neuen Technologien und entsprechender neuer Konzepte, um die zunehmende Komplexität und Granularität bei steigenden Qualitäts- und Flexibilitäts-Anforderungen im Umfeld volatiler Märkte beherrschen zu können.

2.2 Ziele von Industrie 4.0

Das grundlegende Ziel ist die Nutzbarmachung der in den Informations- und Kommunikationstechnologien erreichten und in der nahen Zukunft zu erwartenden Fortschritte für die produktionstechnischen Unternehmen.

Daher muss deren zunehmende und konsequente Einbettung in die Produktionssysteme vorbereitet werden – und zwar in immer kleineren Teilsystemen und Komponenten. Mechatronische Systeme werden zu Cyber-Physical Systemen (CPS) durch zusätzliche Kommunikationsfähigkeit und (Teil-)Autonomie im Verhalten auf äußere Einwirkungen und intern gespeicherte Vorgaben. Daraus abgeleitete Ziele sind die Anpassungsentwicklungen der IKT für Produktionsanwendungen: Robustheit, Ausfallsicherheit, Informationssicherheit, Echtzeitfähigkeit.

Weiterhin gilt es, die zunehmende Verbesserung von Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Anpassung der Industrie an die sozialen Anforderungen durch den demographischen Wandel zu erreichen.

2.3 System von Systemen – Herausforderungen für Technologien und Normung

Mit Industrie 4.0 wird eine neue emergente Struktur beschrieben, in der Produktions- und Logistiksysteme als CPPS (Cyber-Physical Production Systems) das weltweit verfügbare Informations- und Kommunikationsnetzwerk intensiv für einen weitgehend automatisierten Informationsaustausch nutzen und in der Produktions- und Geschäftsprozesse aufeinander abgestimmt sind. In einem so weit gespannten Umfeld spielen für diese Struktur eine Vielzahl von Modellen, Systemen und Konzepten aus den unterschiedlichsten Domänen eine wichtige Rolle. Sie sind jedoch nicht der Kern des Industrie 4.0-Konzepts selbst. Industrie 4.0 kann auf der Grundlage der bestehenden Strukturen als eine zusätzliche Integrationsebene angesehen werden, die jedoch gerade die Grundlage für die neue emergente Struktur ist und damit die neue Qualität schafft. Zudem wird mit Industrie 4.0 eine zunehmende Vernetzung bisher weitgehend autarker Systeme, z. B. aus den Bereichen Produktion, Logistik, Energieversorgung¹ oder Gebäudemanagement, erwartet. Es entsteht ein System von Systemen.

Für die Begriffsbildung und Normung ergibt sich hier eine besondere Schwierigkeit. Eigentlich genügt es, ausschließlich die zusätzliche Integrationsebene und ihr emergentes Verhalten zu beschreiben. Dazu muss als Grundlage jedoch die bestehende Systemlandschaft in sich schlüssig, vollständig und weltweit genormt beschrieben sein. Dies ist nicht durchgehend der Fall. Vor diesem Hintergrund müssen ergänzend zu Industrie 4.0 die relevanten Modelle der klassischen Architektur integriert und abgerundet werden.

1 Z. B. IEC/TC 65/WG 17 „System interface between industrial facilities and the smart grid“

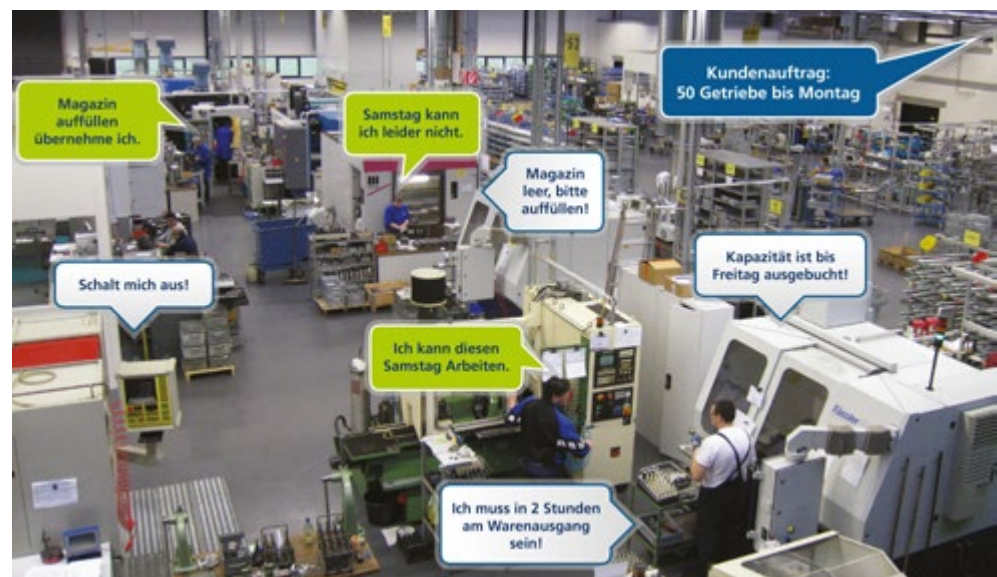
2.4 Umsetzungsaspekte

Die in den Produktionsprozessen bearbeiteten Halbzeuge und Produktteile sollen „künstliche Intelligenz“, zumindest aber Informationen über sich einschließlich geeigneter Kommunikationsmöglichkeiten haben, werden also selbst CPS sein. Diese „intelligenten Produkte“ werden in den Gesamtprozess eingebunden und sollen im Extremfall nicht nur ihren Logistik-Weg durch die Produktion, sondern den ganzen, sie betreffenden Produktionsablauf steuern.

Der Dezentralisierung der digital hinterlegten Informationen wird konsequenterweise eine Dezentralisierung der Steuerung folgen. Die heutige Bit-für-Bit-Programmierung wird bei der weiteren Komplexitätszunahme nicht mehr realisierbar sein. Aktuelle Produktionssysteme stoßen schon an die Grenzen der Programmierbarkeit. Die Berücksichtigung der in steigender Zahl und Auflösung verfügbaren Sensorinformationen und die sichere Echtzeit-Koordination vieler Akteure kann nicht mehr in allen Funktionsabläufen getestet werden. Mit Simulationen kann die Vielfalt der Tests weiter erhöht werden, aber die absolute Kontrolle musste bereits aufgegeben werden. Programmierung wird zukünftig durch ein System von Regeln ersetzt werden, dem die Teilsysteme innerhalb der ihnen vorgegebenen Grenzen und der von den anderen Teilsystemen gemeldeten aktuellen Situationen flexibel folgen werden.

Als weiterer sehr wichtiger Aspekt ist zu berücksichtigen, dass nicht wie in den frühen Konzepten der Automatisierung der Mensch aus den Produktionszusammenhängen „hinausoptimiert“ wird, sondern im Gegenteil eine immer wichtigere Rolle erhält: Die CPPS versorgen ihn mit verdichteten, aus den komplexen Zusammenhängen geeignet abgeleiteten und personalisiert vermittelten Informationen als Grundlage für seine Einflussnahme auf die Prozesse. So entsteht nicht nur eine neue Form der Kooperation von Maschinen und Maschinenteilen untereinander, sondern auch der Maschinen mit den Menschen. Bild 1 zeigt exemplarisch eine Situation mit verschiedenen Kommunikationsbeiträgen (teil-)autonomer CPS (mechatronisch und menschlich), die durch das Gesamtsystem regelgesteuert in Echtzeit zu bewältigen sind.

Bild 1 – Kommunikationsbeiträge von CPS (Quelle: Fraunhofer IAO)



Aber nicht nur in der Fabrik, auch in den Wertschöpfungsnetzwerken werden die CPS und CPPS zu einer Autonomisierung der Teilprozesse beitragen. Dies unterstützt sowohl die kurzfristige Flexibilität wie auch die mittelfristige Wandelbarkeit in der Reaktion auf die immer kürzer und heftiger werdenden äußeren Einflüsse und verbessert damit die Resilienz der Produktion.

Die Realisierung von Industrie 4.0 erfolgt gemäß den Umsetzungsempfehlungen des Arbeitskreises „Industrie 4.0“ der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft mit einer dualen Strategie: Vorhandene Basistechnologien und Erfahrungen sollen auf die Besonderheiten der Produktionstechnik angepasst und Lösungen für neue Standorte und neue Märkte erforscht und entwickelt werden. Es soll dabei auf drei Merkmale fokussiert werden:

- Horizontale Integration: echtzeitoptimierte Ad-hoc-Wertschöpfungsnetzwerke
- Vertikale Integration: Geschäftsprozesse und technische Prozesse
- Durchgängigkeit des Engineerings über den gesamten Lebenszyklus

In Bild 2 werden die vier Dimensionen des Wertschöpfungsprozesses dargestellt: Der Produkt-, der Fabrik- und der Technologie-Lebenszyklus sowie der Geschäftsprozess. Alle vier sind über den konkreten Produktionszeitpunkt des Produkts miteinander verknüpft. Alle vier werden heute über eine Vielzahl digitaler Werkzeuge gesteuert. Die drei oben genannten Fokuspunkte zielen auf die nahtlose Integration dieser Werkzeuge.

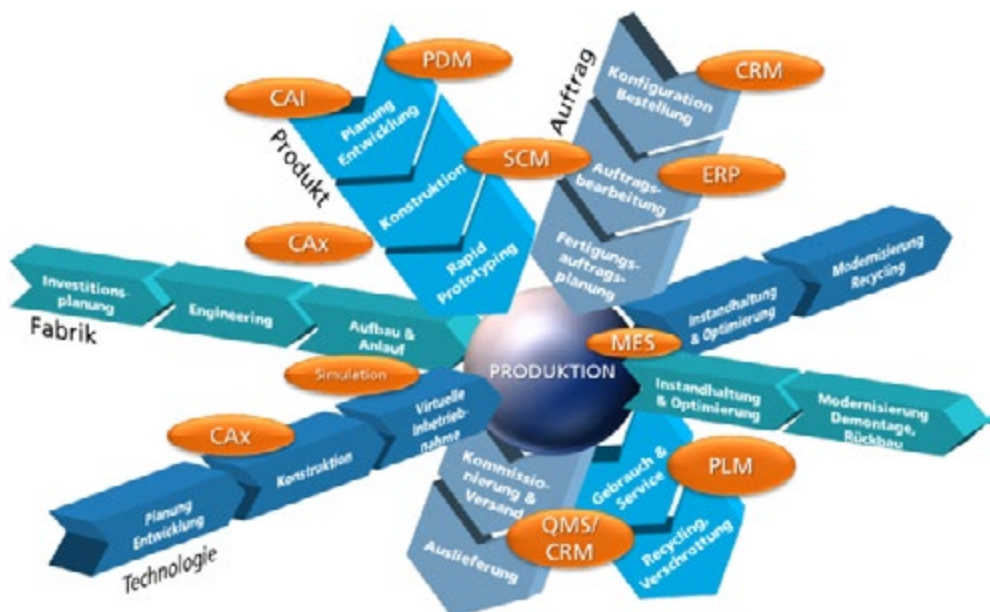


Bild 2 – Die vier Lebenszyklen in der industriellen Fertigung (Quelle: ARC, mit Ergänzungen durch Fraunhofer IPA)

Aufgrund der mittlerweile hohen Anzahl informationstechnischer Lösungen hat sich als wesentliches Problem in vielen Branchen ein immer höherer, oft wirtschaftlich nur schwer zu vertretender Aufwand bei Wartung, Pflege, Änderungen und Neuimplementierungen ergeben. Werkzeuge mit den unterschiedlichsten Datenmodellen, unzähligen Schnittstellenprotokollen und Versionen führen zwangsläufig zu schwindender Transparenz und damit zu immer größeren Problemen bei der Stabilität der Gesamtsysteme. Die Lösung kann allerdings nicht darin bestehen, ein weltübergreifendes einheitliches Datenmodell oder vereinheitlichte Schnittstellen zu verordnen. Es muss eine Lösung entwickelt werden, die einerseits größtmöglichen Entwicklungsspielraum gewährt und andererseits die geschilderten Probleme verringert. Ein erfolgversprechendes Konzept hierfür ist die service-orientierte Architektur, in der die geschilderte regelbasierte und situationsgesteuerte Kooperation von Maschinen und Menschen organisiert ist.

3 ZIELE DER NORMUNGSROADMAP INDUSTRIE 4.0

3. Ziele

Ziel dieses Dokuments ist der Entwurf einer strategischen, technisch orientierten Roadmap, welche die Anforderungen an Normen und Spezifikationen für Industrie 4.0 unter besonderer Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft sowie der entsprechenden BMWi- und BMBF-Fördermaßnahmen darstellt, notwendige Handlungsfelder aufzeigt und entsprechende Empfehlungen abgibt. Zudem bietet sie eine Übersicht über Normen und Spezifikationen in diesem Umfeld.

Gemäß der deutschen Normungsstrategie² wird dabei unter Normung (engl. de jure standard) die vollkonsensbasierte Erarbeitung von Regeln, Leitlinien und Merkmalen für Tätigkeiten zur allgemeinen oder wiederkehrenden Anwendung durch eine anerkannte Organisation verstanden. Unter Standardisierung wird in der deutschen Normungsstrategie der Erarbeitungsprozess von Spezifikationen bezeichnet. Dazu gibt es beispielsweise unterschiedliche Dokumentenformen wie etwa die VDE-Anwendungsregel oder die DIN-Spezifikation (DIN SPEC), PAS (Publicly Available Specifications), Technische Spezifikation (TS), ITA (Industry Technical Agreement) oder TR (Technical Report).

Die Normungsroadmap soll Bestandsaufnahme und Mittel der Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren aus verschiedenen technologischen Sektoren wie der Automatisierungstechnik, Informations- und Kommunikationstechnik und der Produktionstechnik sein. In den drei folgenden Kapiteln werden aufeinander aufbauend dargestellt: Eine Beschreibung des aktuellen Status in der Standardisierung und Normung zum Thema Industrie 4.0 (Kapitel 4), eine Analyse des derzeit erkennbaren Normungsbedarfs (Kapitel 5) sowie konkrete Handlungsempfehlungen für die Entwicklung weiterer Normen in den einzelnen Themenfeldern (Kapitel 6).

Die Normungsroadmap soll auf Basis neuer Erkenntnisse – beispielsweise aus den Forschungsprojekten und der Arbeit in den Normungsgremien – regelmäßig weiterentwickelt werden. Daher besteht auch nach der Veröffentlichung weiterhin die Möglichkeit, sich mit Kommentaren und Mitarbeit in der Normung an diesem Prozess zu beteiligen.

2 Deutsche Normungsstrategie
<http://www.din.de/cmd?level=tpl-rubrik&menuid=47388&cmsareaid=47388&menurubricid=47467&cmrsubid=47467>

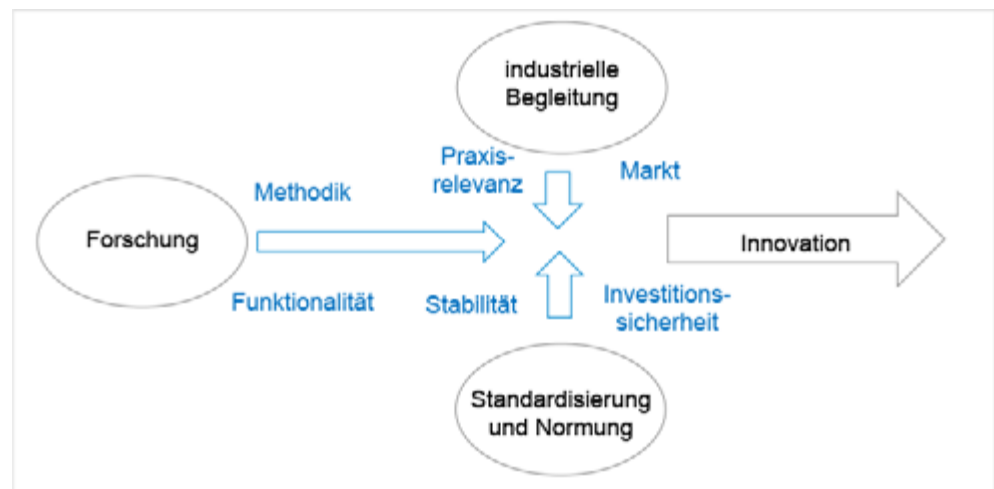
4 DAS AKTUELLE UMFELD IN DER STANDARDISIERUNG UND NORMUNG

4.1 Standardisierung und Normung als Innovationstreiber

Normen und Standards schaffen eine sichere Grundlage für die technische Beschaffung, stellen die Interoperabilität im Anwendungsfall sicher, schützen Umwelt, Anlagen und Verbraucher durch einheitliche Sicherheitsnormen, sind eine zukunftssichere Grundlage für die Produktentwicklung und unterstützen die Kommunikation unter allen Beteiligten durch einheitliche Begriffe und Konzepte.

Für das Gelingen des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 ist die Standardisierung und Normung von zentraler Bedeutung. Industrie 4.0 erfordert eine nie dagewesene Integration der Systeme über Domängengrenzen, Hierarchiegrenzen und Lebenszyklusphasen hinweg. Dies ist nur auf der Grundlage von konsensbasierten Spezifikationen und Normen möglich. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und der Standardisierung und Normung ist erforderlich, um die notwendigen Voraussetzungen für eine durchgreifende Innovation zu schaffen: methodische Fundierung und Funktionalität, Stabilität und Investitionssicherheit, Praxisnähe und Marktrelevanz.

Bild 3 – Innovation durch Standardisierung und Normung



Auch für eine schnelle Umsetzung in die industrielle Praxis ist eine zeitnahe Stabilisierung der Konzepte durch einen konsensbasierten, forschungsbegleitenden Standardisierungs- und Normungsprozess unerlässlich.

4.2 Zusammenarbeit der Standardisierungs- und Normungsgremien

Für die global agierende und exportorientierte deutsche Industrie ist die Festlegung von technischen Anforderungen in global gültigen Normungssystemen von besonderer Bedeutung. Ziel muss es sein, Schritt für Schritt alle für die einheitliche technische Funktion und Anwendbarkeit wesentlichen Festlegungen in internationalen Normen zu verankern. Die relevanten Ziel-Normungsorganisationen sind hier insbesondere IEC und ISO. Für die Informationstechnik spielen die weltweit akzeptierten Standards des W3C-Konsortiums eine zentrale Rolle.

Die Erstellung konsensbasierter Normen kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Bild 4 zeigt schematisch die typischen Vorgehensweisen. Ausgangspunkt ist die Feststellung eines bestimmten Normungsbedarfs. Dieser ergibt sich durch Rückmeldungen aus der praktischen Anwendung, durch das Entstehen von neuen Technologien, aus Forschungsergebnissen oder aus regulatorischen Vorgaben.

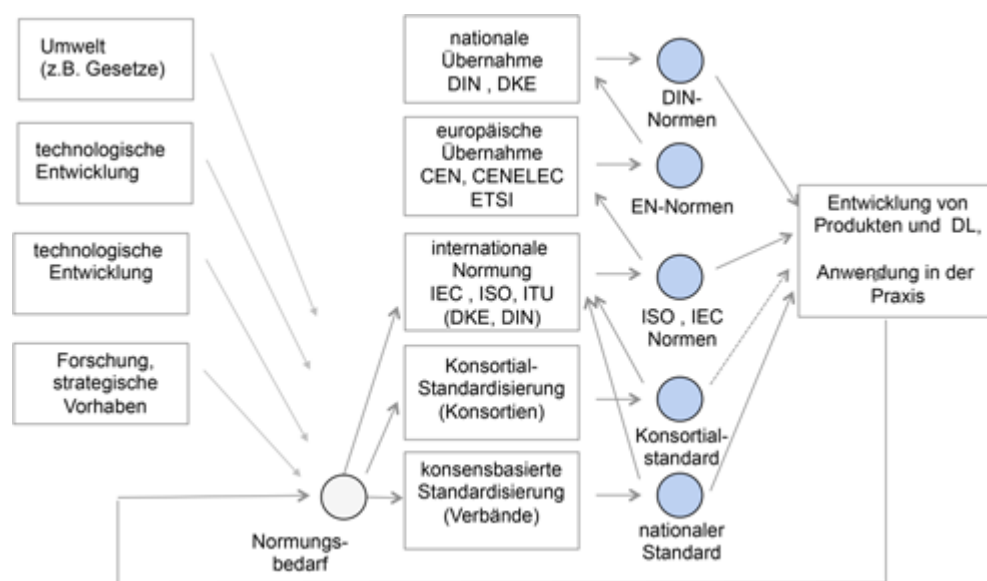
Betrachtet man den Weg zu einer internationalen Norm (ISO³, IEC⁴), dann kann man drei typische Routen unterscheiden:

1. Die direkte Festlegung innerhalb der zuständigen Normungsgremien. In diesem Fall werden die zu normenden Festlegungen innerhalb des zuständigen internationalen und der nationalen Spiegelgremien erarbeitet und entwickelt. Ein Beispiel ist die Entwicklung der IEC 61131-3 „Speicherprogrammierbare Steuerungen“ in IEC/SC 65B/WG 7 und in Deutschland in DKE/AK 962.0.3 „SPS Sprachen“.
2. Die direkte Übernahme von Konsortialspezifikationen. In diesem Fall wird die Spezifikation innerhalb eines Konsortiums erarbeitet und dann weitgehend unverändert in eine Norm übernommen. Beispiele sind z. B. die Übernahmen der Batch-Control-Spezifikation ISA S 88 (ISA) in IEC 61512, der OPC-UA-Spezifikation in IEC 62541 oder der Prolist-Spezifikation in IEC 61987.
3. Die konsensbasierte Entwicklung in nationalen Gremien mit anschließender Weiterentwicklung in den zuständigen Normungsgremien. In diesem Fall werden die grundlegenden Festlegungen in den Fachverbänden vorbereitet und als Richtlinien oder nationale Spezifikationen veröffentlicht und dann in einem zweiten Schritt von den zuständigen Normungsgremien zu internationalen Normen weiterentwickelt.

3 ISO – International Organization for Standardization

4 IEC – International Electrotechnical Commission

Bild 4 – Vom Normungsbedarf zur Norm



In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Entwicklung und Ausarbeitung von Normvorschlügen und Norminhalten durch die zuständigen Normungsgremien selbst zunehmend an ihre Grenzen stößt. In vielen Fällen reicht dazu das zeitliche Kontingent der ehrenamtlich mitarbeitenden Gremienmitglieder nicht aus. Aus diesem Grund hat sich der Weg einer weitreichenden Normvorbereitung durch Konsortien und Fachverbände als Alternative in vielen Bereichen durchgesetzt.

Die für die Normung zuständigen Gremien übernehmen dabei immer mehr die Aufgabe der Prüfung, Moderation, Begleitung, Beratung und Integration. Sie stellen sicher, dass die interessierten Kreise über die Inhalte und die geplanten Vorgehensweisen informiert werden und der Normungsprozess konsensbasiert erfolgt. Neben diesen Aufgaben und dem verwaltungstechnischen und redaktionellen Tagesgeschäft übernehmen Normungsgremien zunehmend eine wichtige Rolle bei der Analyse der bestehenden Normlandschaft und der Initiierung und Koordination von Normungsvorhaben in strategisch wichtigen Bereichen.

5 CENELEC – Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung

6 Dresdner Vereinbarung, siehe CENELEC Guide 13, <http://www.cenelec.eu/membersandexperts/referencematerial/cenelecguides.html>

7 CEN – Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung

8 Wiener Vereinbarung: <http://www.din.de/cmd?menuid=47390&menusubrubid=47501&level=tpl-unterrubrik&cmsrubid=47497&cmssubrubid=47501&cmsareaid=47390&menurubricid=47497&languageid=de>

Vergleicht man die Zielsetzung von Konsortien und Fachverbänden in der Standardisierung, dann lässt sich ein prinzipieller Unterschied feststellen: Konsortien versuchen in einer Festlegung eine vollständige Lösung zu beschreiben, Fachverbände zielen auf die Erstellung von Richtlinien oder die Standardisierung von einzelnen Lösungsaspekten. Im Umfeld von Industrie 4.0 wird man beide Richtungen benötigen; es ist festzustellen, dass der Arbeit der Fachverbände eine besondere Bedeutung zukommt.

Im nationalen Umfeld gibt es eine Reihe von relevanten Fachverbänden, die entsprechende Festlegungen und Spezifikationen veröffentlichen. In vielen Fällen sind die Fachverbände so breit aufgestellt und intern konsensbasiert organisiert, dass ihre Veröffentlichungen als gemeinsame Meinung der entsprechenden Fachgemeinde verstanden werden kann und damit eine besonders sichere und stabile Grundlage sowohl für den weiteren Normungsprozess als auch für die sofortige industrielle Nutzung darstellen. Von einer konsensbasierten Vorgehensweise soll hier gesprochen werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind.

- Die Ausarbeitung der Spezifikationen erfolgt in Gremien, in denen jeder Fachmann mitarbeiten kann. Die Mitgliedschaft in einer Organisation ist nicht Voraussetzung. Muss die Anzahl der Mitarbeiter begrenzt werden, erfolgt die Auswahl nach einem transparenten und nicht diskriminierenden Verfahren.
- Die Ergebnisse des Gremiums werden frühzeitig als Entwürfe (Draft for comment) veröffentlicht. Sie können von jedermann unabhängig von der Mitgliedschaft in einer Organisation bezogen und kommentiert werden.
- Vor einer Veröffentlichung als Spezifikation gibt es ein Einspruchsverfahren, bei dem jedermann einen Einspruch formulieren kann. Über die Berücksichtigung des Einspruchs entscheidet das Gremium in offener Diskussion.
- Die beschlossene Spezifikation wird veröffentlicht und kann von allen Interessierten unabhängig von der Mitgliedschaft in einer Organisation bezogen werden.

Mit konsensbasierten Spezifikationen lässt sich also zunächst auf nationaler Basis zeitnah eine solide Standardisierungsgrundlage für die Entwicklungsprozesse in den Unternehmen bereitstellen. Diese Spezifikationen sind dann ein guter Ausgangspunkt für die internationale Normung.

4.3 Nationale Normungs- und Standardisierungslandschaft in der Automatisierungstechnik

Wichtige Fachverbände und Standardisierungsorgane für die Standardisierung und die Erstellung von Normen im nationalen Umfeld sind z. B.:

- VDI/VDE-Richtlinie (GMA)
- NAMUR-Empfehlung (NAMUR)
- VDMA-Einheitsblatt (VDMA)
- DIN-Vornorm (DIN und DKE)
- Fachbericht (entspricht TR, Technical Report durch DIN und DKE)

Zudem bieten die Normungsorganisationen VDE/DKE und DIN Möglichkeiten, Spezifikationen als DIN SPEC oder VDE-Anwendungsregeln dem Markt schnell zur Verfügung zu stellen.

Für Fragestellungen der Vorgehensweise und organisatorische Regelungen eignen sich auch Leitfäden wie z. B.

- BITKOM-Leitfaden (BITKOM)
- ZVEI-Leitfaden (ZVEI)

Die hinter diesen Fachorganen stehenden Fachkreise sind mit eingespielten Expertenteams besetzt, die eine schnelle und qualitativ hochwertige Ausarbeitung von Spezifikationen und Normen garantieren. Typischerweise ist das freie Zeitkontingent der ehrenamtlich in den Gremien mitarbeitenden, erfahrenen Experten begrenzt.

Daher sollten die Vorhaben priorisiert und organisiert werden bis zur Einbringung in die internationale Normung.

4.4 Internationale Normenlandschaft in der Automatisierungstechnik

Die Themenbereiche der Automatisierungstechnik werden weitestgehend durch den Aufgabebereich der internationalen Normungsgremien abgedeckt. Für die in Industrie 4.0 besonders interessanten Systemthemen sind zu nennen:

IEC/TC 65 „Industrial-Process, measurement, control and automation“ mit seinen Unterkomitees

- SC 65A „System Aspects“
- SC 65B „Measurement and control devices“
- SC 65C „Industrial networks“
- SC 65E „Devices and integration in enterprise systems“

ISO/TC 184 „Automation Systems and Integration“ mit seinen Unterkomitees

- SC 1 „Physical device control“
- SC 2 „Robots and robot devices“
- SC 4 „Industrial data“
- SC 5 „Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation applications“

IEC/TC 65 wird national durch die DKE im Fachbereich „Leittechnik“ (FB 9) gespiegelt, ISO/TC 184 durch den Normenausschuss Maschinenbau (NAM / VDMA). Daneben gibt es noch eine Reihe von anderen Komitees in der ISO und der IEC, die sich mit verwandten und angrenzenden Fragestellungen befassen. Durch den Aufgabenbereich des IEC/TC 65 und des ISO/TC 184 werden jedoch praktisch alle wichtigen Themenfelder der systemorientierten Automatisierungstechnik von der Feldebene über die Prozessleit- und Produktionsleitebene bis zur MES-Ebene und zur Kopplung an die Unternehmensleitebene abgedeckt. Die in den letzten Jahren entstandenen umfangreichen Normenreihen haben heute schon einen hohen Reifegrad erreicht und werden Schritt für Schritt weiter ausgebaut.

Insgesamt ist die Organisationsstruktur vorhanden, um die aus der Initiative Industrie 4.0 erwachsenden Erweiterungen zu organisieren. Eine wesentliche Herausforderung wird die Sicherstellung der Interoperabilität über die Domänengrenzen hinweg, also zwischen den Systemen und Konzepten der Prozesstechnik, der Fertigungstechnik, der Logistik, dem Maschinenbau und der Informationstechnik sein. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit der Normungsgremien über die Organisationsgrenzen hinweg. Aus diesem Grund ist ein gemeinsames Koordinierungsgremium für die Normung von Industrie 4.0 bei DKE und DIN in Vorbereitung.

4.5 Standardisierung und Normung in der Informationstechnik

In der IT-Welt werden Spezifikationen typischerweise durch international agierende offene Communities entwickelt und vorangetrieben. Ein Beispiel ist das W3C-Konsortium. Diese Standards werden trotz ihrer weltweiten Akzeptanz und Bedeutung nicht immer in Normen überführt. Wenn doch, geschieht dies oft durch das Gemeinschaftskomitee von ISO und IEC (ISO/IEC Joint Technical Committee JTC 1 „Information Technology“). Dieses behandelt eine Vielzahl von Normungsthemen der Informationstechnik:

ISO/IEC JTC 1 „Information Technology“

- JTC 1/WG 7 „Sensor networks“
- JTC 1/SWG 5 „Internet of Things (IoT)“
- JTC 1/WG 8 „Governance of IT“
- JTC 1/SC 2 „Coded character sets“
- JTC 1/SC 6 „Telecommunications and information exchange between systems“
- JTC 1/SC 7 „Software and systems engineering“
- JTC 1/SC 17 „Cards and personal identification“
- JTC 1/SC 22 „Programming languages, their environments and system software interfaces“
- JTC 1/SC 23 „Digitally Recorded Media for Information Interchange and Storage“
- JTC 1/SC 24 „Computer graphics, image processing and environmental data representation“
- JTC 1/ SC 25 „Interconnection of information technology equipment“
- JTC 1/ SC 27 „IT security techniques“
- JTC 1/ SC 28 „Office equipment“
- JTC 1/ SC 29 „Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information“
- JTC 1/ SC 31 „Automatic identification and data capture techniques“
- JTC 1/ SC 32 „Data management and interchange“
- JTC 1/ SC 34 „Document description and processing languages“
- JTC 1/ SC 35 „User interfaces“
- JTC 1/ SC 36 „Information technology for learning, education and training“
- JTC 1/ SC 37 „Biometrics“
- JTC 1/ SC 38 „Distributed application platforms and services (DAPS)“
- JTC 1/ SC 39 „Sustainability for and by Information Technology“

ISO/IEC JTC 1 wird national durch den Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA/DIN) gespiegelt.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

Auch ist ETSI für die europäische Ebene, gespiegelt in der DKE, zu nennen.

Spezifikationen aus Konsortien

Spezifikationen aus dem IT-Umfeld werden z. B. von folgenden Organisationen veröffentlicht:

- W3C
- IEEE
- OASIS
- OMG
- 3GPP (z. B. UMTS)
- One M2M (unter Beteiligung von ETSI und weiteren weltweiten Partnern)

5 THEMENBEREICHE MIT NORMUNGSBEDARF ZU INDUSTRIE 4.0

5.1 Themenbereich SA: Systemarchitektur

Gesamtarchitektur

Wie oben erläutert, sind für Industrie 4.0 die relevanten Modelle der klassischen Architektur zu integrieren und abzurunden. Dazu ist zunächst ein Referenzmodell für die Gesamtarchitektur zu entwickeln.

Bisherige Architekturmodelle, sofern sie in Teilbereichen entwickelt wurden, sind meist funktions- und technologiegetrieben. Für ein so weitreichendes Konzept wie Industrie 4.0 ist jedoch ein technologieutrales Architekturkonzept erforderlich. Aufgrund des heute weit fortgeschrittenen Stands der Technik kann davon ausgegangen werden, dass die notwendigen Technologien zur Umsetzung des Architekturkonzepts zur Verfügung stehen. Schwerpunkte des neuen Architekturansatzes sind Serviceorientierung, Autonomie, Adaptivität und Kooperationsfähigkeit. Da Standardisierung bisher ebenfalls weitgehend technologiegetrieben erfolgte, sind auch die Normungsprozesse selbst auf diese neue Vorgehensweise anzupassen.

Aufgrund der grundsätzlichen Bedeutung ist die Systemarchitektur als ein eigener Themenbereich mit besonderem Normungsbedarf anzusehen.

5.2 Themenbereich UC: Use Cases

Use Cases

Zur Klärung des domänenspezifischen Entwicklungs- und Normungsbedarfs sind Use Cases zu identifizieren, aus denen die charakteristischen Anforderungen einer Industrie 4.0 an die bestehende Systemlandschaft abgeleitet werden können. Ein Konsens aller Beteiligten über die Relevanz und Repräsentativität der identifizierten Use Cases ist von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund sollten die Use Cases selbst im Rahmen eines konsensbasierten Standardisierungsprozesses entwickelt und veröffentlicht werden.

Die Industrieautomatisierung ist von dem Bestreben geprägt, wirtschaftlich vertretbare Stückzahlen automatisierungstechnischer Komponenten durch einen möglichst hohen Überdeckungsgrad über die verschiedenen Branchen zu erreichen. Dies erfordert einerseits Kompromisse, andererseits aber auch einstellbare Wahlmöglichkeiten, die aber oft zu einer für den Kunden unüberschaubaren Menge an einstellbaren bzw. veränderbaren Parametern führen. Bezüglich der Hardware solcher Komponenten bewegen sich die Kundenanforderungen zwischen möglichst hoher Robustheit („Militärqualität“) und möglichst niedrigem Preis („Consumer-Preis“). Beides ist in der Entwicklung oft schwer vereinbar, wird aber durch Anwendung von Normen erleichtert. Die Use Cases sind mit diesem Hintergrund zu erstellen. Aus den geschilderten Gründen gibt es daher auch keine geschlossene Sammlung von Use Cases, da es aufgrund der unterschiedlichen Branchen die Industrieautomation nicht gibt. Die Use Cases müssen sich daher zwangsläufig auf generische Typen beschränken, können aber Grundlage für technologie- bzw. projektspezifische Realisierung sein.

5.3 Themenbereich GL: Grundlagen

- Begriffe
- Kernmodelle
- Modellierungs- und Beschreibungstechniken

Eine wesentliche Hilfestellung bei der Entwicklung einer konsistenten Normenlandschaft ist die Verwendung gemeinsamer Begriffe und Grundkonzepte. Mit dem IEV (Reihe IEC 60050) steht eine gemeinsame Begriffsbasis zur Verfügung. Diese muss ausgebaut und für die neuen Themen von Industrie 4.0 ergänzt werden.

Kernmodelle beschreiben wichtige Grundkonzepte, die allgemein konsensfähig sind und langfristig als technologieneutral, stabil und unveränderlich angesehen werden. Diese wurden in der Vergangenheit durch die lösungsorientierte Ausrichtung der Normen eher vernachlässigt, erhalten im Umfeld von Industrie 4.0 jedoch eine erhebliche Bedeutung.

Eine weitere wichtige Grundlage ist die Verwendung gemeinsamer Modellierungs- und Beschreibungstechniken. Aus den Anwendungsdomänen sowie der Informatik steht ein Sortiment von bestehenden Modellierungs- und Sprachmitteln zur Verfügung, die aber in vielen Fällen den neuen Anforderungen nicht gerecht werden. Insbesondere fehlen Konzepte zur Entschärfung des allgegenwärtigen Schnittstellenproblems, Lösungen zur formalen Beschreibung von Produkteigenschaften und zur Beherrschung der Versionsvielfalt. Beschreibungssprachen sind zu speziell (z. B. softwareorientiert) und im Detail zu ausgeprägt.

5.4 Themenbereich NE: Nichtfunktionale Eigenschaften⁹

Die Zielsysteme von Industrie 4.0 sind industrielle Produktionssysteme. Diese müssen neben ihrer eigentlichen Funktion eine Reihe von nichtfunktionalen Eigenschaften besitzen, um die betrieblichen Anforderungen an eine effiziente, sichere und robuste Produktion zu erfüllen. Nichtfunktionale Eigenschaften sind typischerweise Querschnittseigenschaften. Zu ihrer Erfüllung tragen sowohl die einzelnen Elemente als auch die Art ihres Zusammenwirkens im Gesamtsystemverbund bei. Die nichtfunktionalen Eigenschaften sind bereits heute ein wichtiger Bereich der Normung. Dies betrifft die Definition und Abgrenzung der Eigenschaft selbst, die quantitative Vorgabe von Wertegrenzen zur einheitlichen Klassifikation und von Konzepten zur konkreten Sicherstellung ihrer Einhaltung. Es ist Ziel und Notwendigkeit, die systemische und systematische Berücksichtigung der nichtfunktionalen Eigenschaften auch auf die neuen Konzepte von Industrie 4.0 zu übertragen. Durch die integrale Einbeziehung des weltweiten Informationsnetzes, die domänenübergreifende Betrachtung von Produktionsketten und die Mitbetrachtung der Ebene der Geschäftsprozesse, ergibt sich eine neue Systemarchitektur (Themenbereich SA), die mit den Konzepten der nichtfunktionalen Eigenschaften abgeglichen werden muss. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Umsetzung in der betrieblichen Praxis.

9 Jede Funktionseinheit hat neben der Fähigkeit, ihre primäre Nutzfunktion auszuführen (funktionale Eigenschaften) auch noch andere, verwaltungstechnische und ablauftechnische Eigenschaften. Diese bezeichnet man in der Automatisierungstechnik als nichtfunktionale Eigenschaften.

5.5 Themenbereich RT: Referenzmodelle der technischen Systeme und Prozesse

- Referenzmodelle zur Produktidentifikation, Produktverfolgung und Lebenszyklus-Dokumentation
- Referenzmodelle zur integrativen Beschreibung von Produktions- und Geschäftsprozessen
- Referenzmodelle zur Beschreibung von Anlagen und Produktionsnetzwerken
- Referenzmodelle zur Beschreibung technischer Prozesse
- Referenzmodelle zur Beschreibung technischer Geräte

Ein Referenzmodell ist ein Modell, das einen Aspekt, der in den Systemen eines Anwendungsbereichs eine wichtige Rolle spielt, in sich schlüssig beschreibt. Referenzmodelle berücksichtigen organisatorische und technologische Gegebenheiten und betrachten das zu modellierende System aus einer bestimmten Sicht heraus. Sie sind damit nicht alternativlos, beschreiben jedoch den Sachverhalt nach Meinung der Fachexperten zutreffend. Unterschiedliche Expertengruppen können allerdings zu unterschiedlichen Referenzmodellen kommen. Dies ist unerwünscht, aber in manchen Fällen nicht zu vermeiden. Referenzmodelle sind Metamodelle. Sie sind Grundlage des gemeinsamen Verständnisses in den Fachkreisen; sie beschreiben die Struktur der Modelle im Anwendungsfall und sind Ausgangspunkt der auf ihnen aufbauenden Tools. Für Industrie 4.0 ist die Verfügbarkeit von genormten Referenzmodellen in allen Bereichen eine entscheidende Voraussetzung. Durch die domänenübergreifende Sicht gewinnt die explizite, unmissverständliche und klare Darstellung der Sachverhalte in Referenzmodellen eine zusätzliche Bedeutung. Hier sind die bestehenden Fachmodelle zu ergänzen, zu erweitern und zu harmonisieren. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass die Referenzmodelle oft nicht explizit und abgegrenzt, sondern verteilt in Fachnormen beschrieben sind. Dies führt zu einer mehrfachen, unübersichtlichen, inkonsistenten und nicht referenzierbaren Beschreibung und zu Schwierigkeiten bei der Integration von Komponenten in ein Gesamtsystem.

5.6 Themenbereich RL: Referenzmodelle der leittechnischen Funktionen

- Führen
- Melden
- Alarmieren
- Archivieren
- Überwachen

Die leittechnischen Funktionen sind ein Kernbereich der Automatisierungstechnik. Die zugehörigen Begriffe sind im IEV genormt. Ihre Ausgestaltung erfolgt durch die Hersteller der Leitsysteme, die die leittechnischen Funktionen als Systemdienste anbieten. Sie sind daher nur teilweise genormt, da dies innerhalb der praktischen Nutzung der Leitsysteme nicht erforderlich war. In einer erweiterten Systembetrachtung sind die leittechnischen Funktionen jedoch nicht nur für die Prozessleitebene interessant, sondern können in verallgemeinerter Form allen Teilnehmern auf allen Ebenen als einheitliche Systemfunktionen zur Verfügung gestellt werden. Hierzu sind sie explizit als Referenzmodelle zu beschreiben und zu normen.

5.7 Themenbereich RB: Referenzmodelle der technisch-organisatorischen Prozesse

- Diagnose
- Instandhaltung
- Life-Cycle-Management
- Systemmigration
- Optimierung
- Koexistenz-Management von Funkapplikationen
- Security Management
- ...

Die Strukturierung und Organisation der technisch-organisatorischen Geschäftsprozesse war bisher eine Domäne der Anwender, Applikationsanbieter und Toolhersteller. Neben den durch die Tools vorgegebenen Vorgehensweisen haben die Anwenderorganisationen und Anwenderunternehmen Richtlinien, Vorschriften, Best-Practice-Regeln usw. entwickelt, um diese Prozesse effizient zu gestalten. Um bei einer Integration in die allgemeinen Geschäftsprozesse dieses Wissen der Praxis in konzentrierter Form bereitzustellen und zu sichern, erscheint es sinnvoll, die wesentlichen Elemente der technisch-organisatorischen Geschäftsprozesse in Normen zusammenzufassen.

5.8 Themenbereich Mensch: Referenzmodelle zu Aufgaben und Rollen des Menschen in Industrie 4.0

- Mensch-Technik-Schnittstellen
- Kommunikationprozesse und -technologien

Auf die wichtige Rolle des Faktors Mensch wurde hingewiesen. Benutzungsschnittstellen werden demnach im Rahmen von Industrie 4.0 neue Funktionen und Rollen zukommen, sowohl zur Interaktion zwischen Mensch und Technik als auch zwischen menschlichen Akteuren.

5.9 Themenbereich EW: Entwicklung

- Entwicklung von Produkten
- Entwicklung von Funktionselementen (funktionalen, softwaretechnischen, mechatronischen ...)
- Entwicklungsbegleitende Modellierung und Simulation
- Durchgängigkeit der Entwicklung in Produktfamilien, Variantenmanagement
- Verifikation und Qualitätssicherung der entwickelten Komponenten
- Service-Engineering

Im Umfeld von Industrie 4.0 werden die unterschiedlichsten Arten von Komponenten und Systemen entwickelt. Inwieweit Entwicklungsprozesse und Indikatoren standardisiert werden können (und inwieweit dies überhaupt sinnvoll wäre), ist derzeit nicht abzusehen.

5.10 Themenbereich RE: Engineering

- Produktentwicklung und Anlagenplanung in der digitalen Fabrik
- Simulation im Vorfeld der physischen Realisierung, virtuelle Inbetriebnahme
- Simulation während des Betriebs für Optimierungsplanungen und Wandlungsfähigkeit
- Durchgängigkeit von Entwicklung und Engineering über den gesamten Lebenszyklus (sowohl der Produkte wie der Produktionssysteme und Fabriken)
- Errichtung und Inbetriebsetzung

Die Thematik Digitale Fabrik ist eine wichtige Teilthematik in Industrie 4.0. Hier sind insbesondere die Entwicklung, das Engineering und die Errichtung als schwierige Syntheseprozesse, die eine Vielzahl von Hilfs- und Nebenprozessen (Künstliche Intelligenz, Simulation, Verifikation ...) erfordern, zu nennen. Die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Systemarchitektur müssen in den Industrie 4.0-Konzepten berücksichtigt werden.

5.11 Themenbereich SB: Standardbibliotheken

- Merkmale
- Elementbibliotheken
- Dienste-Bibliotheken

Die detaillierte Festlegung von Begrifflichkeit und Syntax ist eine Grundvoraussetzung für die Interoperabilität. Für den Erfolg von Industrie 4.0 ist die Verfügbarkeit von genormten Merkmalbibliotheken, Elementbibliotheken oder Beschreibungssprachen von Geräten und Funktionsbausteinen sowie Dienste-Bibliotheken eine wesentliche Voraussetzung.

5.12 Themenbereich TL: Technologien und Lösungen

- Kommunikationsplattform
- Dienssysteme
- Ablaufsysteme
- Programmiersprachen

Ein wesentlicher Aspekt der Normung ist die Festlegung der konkreten Abbildung der einzelnen Konzepte auf die verfügbaren Technologien. Dies ist die Basis für Produkte und industrielle Lösungen. Diese Normen müssen laufend weiterentwickelt und an die technologischen Rahmenbedingungen angepasst werden. Viele der bestehenden Normen verbinden die konzeptionellen Festlegungen mit der Abbildung auf technologische Lösungen (OPC-UA, SOA, PROFIBUS, FDI ...).

6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE NORMUNG FÜR INDUSTRIE 4.0

Die Entwicklung der konsensbasierten Normen wird von den zuständigen Gremien langfristig und nachhaltig unterstützt. In Deutschland sind dies insbesondere DKE und DIN, in Europa ETSI, CENELEC und CEN und international IEC und ISO. Neben diesen mit Mandat bedachten Normungsgremien treiben insbesondere die konsensbasierten Standardisierungsgremien (siehe Bild 4) durch Ausarbeitung von Spezifikationen und Normvorlagen die Normung voran. Dies ist national z. B. die GMA. Die bewährte Zusammenarbeit dieser unterschiedlichen Gremien soll in gewohnter Weise fortgeführt werden.

Mit Industrie 4.0 kommen jedoch neue Themenfelder und insbesondere ein system-orientiertes Vorgehen in den Fokus. Ebenen- und domänenübergreifende Konzepte müssen entwickelt und genormt werden. Hierzu genügt es nicht, eine übergeordnete Ebene einzuziehen, sondern es erfordert ein insgesamt ganzheitliches Vorgehen. Um die Entwicklung effizient durch Spezifikationen und Normen zu unterstützen, bedarf es einer über die normale Arbeit der Gremien hinausgehende Anstrengung. In den folgenden Abschnitten sind Empfehlungen zur Umsetzung dieser Anforderungen aufgelistet und inhaltlich skizziert.

6.1 Allgemeine Empfehlungen (AE)

Empfehlung AE-1:

Verwendung einheitlicher Normen und Standards als Basis für die Industrie 4.0-Landschaft

Ein zentraler Anspruch von Industrie 4.0 ist die weitgespannte Unterstützung von technischen und technisch-organisatorischen Prozessen in prozesstechnischen, fertigungstechnischen und logistischen Umgebungen, entlang des gesamten Lebenszyklus von Anlagen, Produkten und Serien in räumlich und organisatorisch verteilten Einheiten. Dies ist nur mit einer konsensbasierten Standardisierung und Normung unter Einbeziehung der betroffenen Fachkreise und Stakeholder möglich.

Empfehlung AE-2:

Integration der nationalen Entwicklungen in die internationale Normung

Zur Integration gehört auf der einen Seite die Nutzung der bestehenden Normungslandschaft als bewährte und stabile Grundlage der weiteren Entwicklung und auf der anderen Seite das aktive Einbringen der im Rahmen der Industrie 4.0-Strategie neu oder weiterentwickelten Konzepte in den internationalen Normungsprozess, vorzugsweise in bestehende Normungsgremien, zu denen bereits heute ein intensiver Austausch gepflegt wird.

Im Bereich der industriellen Automation gibt es eine Vielzahl von existierenden und in der Praxis bewährten Normen. Die neuen Anforderungen der Industrie 4.0-Landschaft werden jedoch absehbar Erweiterungen und Ertüchtigungen notwendig machen. In manchen Fällen kann auch eine inhaltliche Reorganisation erforderlich sein, um die Normenlandschaft kompakter, stabiler und überschneidungsfreier zu gestalten. In jedem Fall bilden die bestehenden internationalen Normen den zentralen Referenzpunkt der Entwicklung.

Empfehlung AE-3:

Unterstützung der etablierten Standardisierungs- und Normungsgremien durch zusätzliche Experten

Um die Weiterentwicklung der relevanten Kernstandards in der IEC und der ISO zu kennen und zu beeinflussen, müssen die existierenden Fachgremien und nationalen Spiegelgremien in der DKE und im DIN mit den führenden Experten besetzt sein und ausreichend Ressourcen besitzen. Nur so ist es auch den deutschen Experten, Herstellern und Anwendern möglich, ihr Wissen und ihre Anforderungen in die internationale Normung in der ISO und der IEC einzubringen. Es ergeht daher auch ein Appell an die deutsche Wirtschaft, ihren Experten die Teilnahme an nationalen und internationalen Gremien zu ermöglichen und diese zu unterstützen sowie ihre Anforderungen an Normen zu dokumentieren. Die Normungsgremien sollten auch genutzt werden, um die Umsetzung der Normen und Spezifikationen in die Praxis branchenübergreifend und international zu begleiten.

Empfehlung AE-4:

Schulung

Die Inhalte der bestehenden Normen erschließen sich nicht intuitiv. Um insbesondere dem Nachwuchs in Forschung, Industrie und in den Gremien einen effizienten Einstieg in die bereits bestehenden Konzepte und Lösungen zu verschaffen, bieten sich Schulungen an. Ein erster Schritt wäre die Erstellung von Schulungsunterlagen zu den einzelnen Normen. Die z. B. für die IEC 62264 „Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen“ erstellten Übersichten sind hier ein gutes Vorbild.

Empfehlung AE-5:

Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei emergenten Systemen

Die grundlegende Erarbeitung von Systemstandards, die beispielsweise die Entwicklung von Vorgehensweisen und speziell ihrer zeitlichen Dynamik beschreiben, sollten durch Forschungs- und Entwicklungsprojekte vorbereitet und unterstützt werden.

6.2 Empfehlungen zur Normungsstrategie (NoS)

Die im Folgenden dargestellten Empfehlungen enthalten Vorgaben, die teilweise selbstverständliche Basis aller Normungsvorhaben sind. Sie werden hier jedoch noch einmal explizit gelistet, da sie im Umfeld eines so breit und dynamisch angelegten Vorhabens wie Industrie 4.0 eine neue Bedeutung erlangen.

Empfehlung NoS-1:

Modularisierung der Festlegungen

Zur Stabilisierung des Standardisierungs- und Normungsprozesses sind die zu treffenden Festlegungen zu modularisieren und zu kategorisieren. Ziel ist die Entwicklung von überschaubaren Einzelstandards, die jeweils einen abgeschlossenen Aspekt behandeln und deren Festlegungen jeweils einen gemeinsamen Grad von Reife, Allgemeinheit und Langzeitstabilität besitzen.

Empfehlung NoS-2:

Formalisierung der Festlegungen

Die Inhalte einer Norm sollen einerseits für den Leser verständlich sein. Sie sollten jedoch auch einen formalen Teil besitzen, in dem die Festlegungen so getroffen sind, dass ihre Einhaltung im Einzelfall mit formalen Methoden überprüft werden kann. Auch wenn dies im Einzelfall nicht immer vollständig gelingen wird, ist eine Formalisierung doch so weit wie möglich anzustreben.

Empfehlung NoS-3:

Kategorisierung der Normen

Jede Norm sollte einer der Kategorien „Kernmodell“, „Referenzmodell“, „Bibliothek“ oder „technische Lösung“ zugeordnet werden:

- Kernmodelle (Model Universals) sind allgemein als wahr anzusehende Modelle, d. h. ihre alternativlose „Richtigkeit“ wird weltweit akzeptiert.
- Referenzmodelle sind geeignete und zutreffende Beschreibungen. Zu einem Referenzmodell kann es jedoch ähnlich geeignete Alternativen geben.
- Bibliotheken enthalten detailliert spezifizierte Klassen der verschiedenen Elementarten. So gibt es z. B. standardisierte Bibliotheken für Merkmale, Gerätetypen, Funktionsbausteintypen, Dienste-Typen, Darstellungstypen usw.
- Technische Lösungen beschreiben Lösungen für spezielle Technologieplattformen mit jeweils allen erforderlichen Eigenschaften. Viele bestehende Normen gehören zu dieser Kategorie.

Empfehlung NoS-4:

Explizite Normung der Kernmodelle

Kernmodelle (Model Universals) sind als allgemein wahr anzusehende Modelle eigentlich „Gesetze“ und nicht zu normierende Festlegungen ($F = m \cdot g$ muss z. B. nicht in einer Norm festgelegt werden.) Im Bereich der Informationsmodelle sind diese Gesetze jedoch nicht so gegenwärtig. Zur Festigung der gemeinsamen Modellgrundlagen für Industrie 4.0 sollen die relevanten Kernmodelle explizit als Normen beschrieben und veröffentlicht werden.

Empfehlung NoS-5:

Formal korrekte und vollständige Beschreibung der Referenzmodelle

Ziel der Normung ist die korrekte und vollständige Beschreibung der Referenzmodelle. Unterschiedliche Konzepte, strategische Interessen oder Historien können zu unterschiedlichen Referenzmodellen führen. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob sich eine Einigung auf ein Referenzmodell erzielen lässt. Wenn nicht, dann ist die Existenz von mehreren Referenzmodellen zu akzeptieren, solange sie korrekt formuliert und zur Beschreibung des Sachverhalts geeignet sind.

Empfehlung NoS-6:

Aufgaben und Rollen des Menschen in Industrie 4.0

Ausgehend von den neuen Aufgaben und Rollen des Menschen in Industrie 4.0 sind technische Unterstützungsbedarfe, insbesondere auf Seite der Mensch-Technik-Schnittstellen, zu beschreiben.¹⁰

Empfehlung NoS-7:

Getrennte Beschreibung der konzeptionellen und technologischen Festlegungen

Eine langfristig nachhaltige Entwicklung von Industrie 4.0 kann nur gelingen, wenn sie auf allgemeinen, stabilen und weitgehend technologieneutralen Konzepten aufbaut. Umgekehrt sind keine Innovationen möglich, wenn die Abbildung auf die aktuell verfügbaren Technologien nicht normativ festgelegt sind. Vor diesem Hintergrund erscheint es zielführend, die Beschreibung der konzeptionellen Festlegungen in den Normen klar von den technologischen Festlegungen abzusetzen. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass beide Arten der Festlegungen erforderlich sind.

6.3 Empfehlungen zum Bereich Systemarchitektur (SA)

Empfehlung SA-1:

Erstellung eines Übersichtsmodells

Zur Gliederung und Strukturierung des Themenfelds ist ein Übersichts-Architekturmodell zu entwickeln und konsensbasiert als Referenz festzulegen. Diese Vorgehensweise hat sich in der Smart Grid Initiative bewährt.

Empfehlung SA-2:

Erstellung einer Liste bestehender Modelle

Die bestehende Normenlandschaft enthält bereits eine Vielzahl von einzelnen Architekturmodellen. Wichtige Beispiele sind z. B. zu finden in:

- IEC 62264, Enterprise Control System Integration (Unternehmensmodell, Anlagenmodell, Funktionsmodell)
- IEC 61512, Batch Control (Anlagenmodell, Prozessmodell)
- IEC 62769, FDI (Gerätemodell)
- IEC 61508-6, Redundanz-Modelle
- IEC 61508-1 und IEC 61784-3, (sicherheitsgerichtetes Kommunikationsmodell)
- IEC 62443, (Zones and conduits, Architekturmodell zur Bewertung der IT-Sicherheit)

Weiterhin sind in vielen Normenreihen im Übersichtsteil Modelle und Zusammenhänge beschrieben, die ebenfalls Architekturcharakter besitzen. Die wichtigsten dieser Modelle sind in einer Referenzliste zu erfassen. Ihre Beziehungen untereinander sind zu analysieren und die Bedeutung jedes Einzelmodells für den Gesamtzusammenhang ist zu erläutern.

Empfehlung SA-3:

Merkmale, Semantik, Ontologien

Die Art und Weise und die Tiefe der Beschreibung der Metadaten ist im Umfeld von Industrie 4.0 von besonderer Wichtigkeit. Hier sind allgemein anwendbare, einfache Konzepte gefragt.

Den Merkmalmodellen kommt sowohl für die Interoperabilität als auch für einen weitgespannten Abgleich von technologischen Aussagen eine zentrale Bedeutung zu. Die bestehenden Normen sind weiterzuentwickeln. Benötigt werden auch Use Cases und Normen zur Vereinfachung der Anwendung (siehe weiterführendes Kapitel 6.4, Empfehlungen zum Bereich Use Cases).

6.4 Empfehlungen zum Bereich Use Cases (UC)

Empfehlung UC-1:

Einheitliches Beschreibungsmuster

Use Cases sollen nach einem einheitlichen Muster beschrieben werden. Dies dient der Verbesserung des Verständnisses, der Vergleichbarkeit und der einheitlichen Nutzbarkeit der Use Cases. Die Beschreibung muss die Ziele des Use Cases, die zugrunde gelegten Rahmenbedingungen und eine zumindest teilformalisierte Beschreibung des Inhalts enthalten. Das Beschreibungsmuster ist zu standardisieren. Hier kann auf Festlegungen im Bereich Smart Grid zurückgegriffen werden. Derzeit werden generische Grundlagen zur Beschreibung von Use Cases in Templates und deren Überführung in UML unter deutscher Leitung in IEC/TC 8 WG 5 „Methodology and Tools“ beschrieben (IEC 62559¹¹). Eine Anwendung für Industrie 4.0 sollte geprüft werden.

Use Cases sollen für die Arbeit der Normungsorganisationen insbesondere dazu dienen, gremien- oder organisationsübergreifend eine gemeinsame Sichtweise für komplexe Systemthemen zu entwickeln. Diese dient dann als Basis für weitere Normungsprojekte. Teilweise können Use Cases auch Eingang in Normen finden, wenn sie z. B. Interoperabilität und Testbarkeit unterstützen.

Empfehlung UC-2:

Referenzliste von wichtigen Use Cases zur Charakterisierung des Begriffs „Industrie 4.0“

Use Cases können für die verschiedensten Zwecke erstellt werden. Es wird empfohlen, einen Satz an repräsentativen Use Cases zusammenzustellen, in dem typische Aufgabenstellungen und Szenarien des Industrie 4.0-Themenfelds beschrieben werden. Dieser Satz an Use Cases sollte als Referenzbasis standardisiert werden. Die ausgewählten Use Cases sollten in Breite, Tiefe und Abstraktionsgrad abgestimmt das Gesamtgebiet „Industrie 4.0“ beleuchten.

11 IEC 62559 „Use case methodology“; in Vorbereitung

Empfehlung UC-3:

Use Cases zur Verdeutlichung des Normungsbedarfs im Bereich der nichtfunktionalen Eigenschaften

In der Praxis gibt es viele Missverständnisse und domänenspezifische Interpretationen der nichtfunktionalen Eigenschaften. Zur Verdeutlichung der Bedeutung der Begrifflichkeiten und zur Erläuterung des spezifischen Normungsbedarfs wird empfohlen, zu jeder nichtfunktionalen Eigenschaften einen Satz von spezifischen Use Cases zu entwickeln.

6.5 Empfehlungen zum Bereich Grundlagen (GL)

Empfehlung GL-1:

Begriffe: Erweiterung des IEV, Unterstützung des DKE/UK 921.1 „Begriffe der Leittechnik“

Das IEV (Internationale elektrotechnische Wörterbuch IEC 60050)¹² enthält ein Kapitel 351 „Begriffe der Leittechnik“. Dieses Kapitel wurde gerade aktualisiert und befindet sich auf dem neuesten Stand. Die beschriebenen Begriffe sind in sich schlüssig und konsolidiert, es besteht insofern kein aktueller Handlungsbedarf. Es ist allerdings festzustellen, dass das Kapitel in seiner bestehenden Form im wesentlichen Begriffe der Regelungs- und Steuerungstechnik enthält. Die Themenfelder der industriellen Automation und der informationsorientierten Leittechnik werden durch dieses Kapitel bisher nicht ausreichend abgedeckt. Es bietet sich an, ein oder mehrere zusätzliche Kapitel anzuhängen und den gesamten Begriffsraum von Industrie 4.0 zu strukturieren. Vergleichbare Normung zu Terminologie und Ontologie wird vom DIN-Normenausschuss „Terminologie“¹³ unterstützt.

Festlegungen einer Industrie 4.0-Terminologie sind zu unterstützen.

Empfehlung GL-2:

Erstellung von Kernmodellen in eigenen Normreihen

Kernmodelle beschreiben allgemeine Grundbegriffe. Normen und Modellbeschreibungen bauen auf ihnen auf. In den einzelnen Festlegungen werden sie entweder explizit mit beschrieben oder implizit als bekannt vorausgesetzt und einfach verwendet. Oft sind die Modelle, obwohl eigentlich als bekannt vorausgesetzt, dann doch nicht eindeutig. Derzeit gibt es keinen Ort, an dem diese Kernmodelle für sich explizit beschrieben sind. Es wird daher empfohlen, ähnlich wie beim IEV, eine eigene Normreihe anzulegen, die die Kernmodelle nach Themengebieten geordnet enthält. Zuständig ist DKE/K 931 „Systemaspekte“ (AK 931.0.4 „Kernmodelle“).

12 DKE-IEV: <http://www.dke.de/de/Online-Service/DKE-IEV/Seiten/IEV-Woerterbuch.aspx>
IEV: <http://www.electropedia.org/>,
IEC Glossary: <http://std.iec.ch/glossary>

13 Siehe auch DIN TERM <https://team.dke.de/intranet/infoportal2/suche/Seiten/Results.aspx?k=61131-3>

Kernmodelle sollen nach einem einheitlichen Muster beschrieben werden. Dies dient der Verbesserung des Verständnisses, der Vergleichbarkeit und der einheitlichen Nutzbarkeit. Die Beschreibung muss das Kernmodell kurz, verständlich und klar beschreiben. Sie muss im Einzelfall formal prüfbare Aussagen enthalten. Grundlage könnten die Arbeitsergebnisse des AK 931.0.4 sein.

Empfehlung GL-3:

Spezifikation der in Normen zu verwendenden Modellierungssprachen

Aus der Informatik und Automatisierungstechnik sind Sprachen zur Modellbeschreibung eingeführt und weit verbreitet. In vielen Fällen sind sie jedoch auf Softwaresysteme ausgerichtet und auf die Modellierung von technischen Problemen nicht 1:1 umsetzbar. In der Praxis werden sie trotzdem gerne verwendet und intuitiv umgesetzt. Ein typisches Beispiel ist das Herausgreifen von einigen Konstrukten aus dem UML-Klassendiagramm zur Beschreibung von technischen Metamodellen. Für die normative Beschreibung technischer Systeme ist es dringend erforderlich, Beschreibungssprachen zu standardisieren, auf die dann zurückgegriffen werden kann. Diese Beschreibungssprachen sollten knapp und wenig ausdrucksstark sein, intuitiv richtig verwendet werden und sich an die bestehenden Lösungen sowohl in ihrem Aufbau als auch in der Notation anlehnen.

6.6 Empfehlungen zum Bereich nichtfunktionale Eigenschaften (NE)

Empfehlung NE-1:

Terminologie der nichtfunktionalen Eigenschaften definieren

Das Konzept der nichtfunktionalen Eigenschaften gewinnt zunehmend an Bedeutung auch über den Bereich der Automatisierungstechnik hinaus. Die zugrundeliegende Terminologie ist zu überprüfen bzw. neu zu entwickeln (siehe auch Empfehlung GL-1).

Empfehlung NE-2:

Klare Adressierung der nichtfunktionalen Eigenschaften in jeweils eigenen Normen

Die Beschreibung der nichtfunktionalen Eigenschaften, ihrer Ziele und der dazu entstehenden Anforderungen an die Regelsetzung, die Gerätehersteller, die Integratoren, die Betreiber und die Nutzer ist eine anspruchsvolle Aufgabe und sollte ausführlich und unmissverständlich formuliert sein. Es ist anzustreben, jede nichtfunktionale Eigenschaft in einer eigenen (oder mehreren eigenen Normen) zu beschreiben. Die Sicherheitsgrundnormen zur Beschreibung der funktionalen Sicherheit sind insoweit ein sehr guter Ansatz, da sie den Aspekt der funktionalen Sicherheit für sich kontextunabhängig betrachten und damit im Prinzip allgemein angewendet werden können.

Empfehlung NE-3:

Sicherheit (Safety)

Ziel der funktionalen Sicherheit ist der Schutz der Umgebung vor einer ernsthaften Schädigung durch das betrachtete technische System. Dazu gehören der Schutz des Menschen, der Schutz der Umwelt und der Schutz von wertvollen Gütern vor ernsthafter Schädigung. Mit den Normen IEC 61508¹⁴, IEC 61511¹⁵ und ISO 13849¹⁶ stehen nicht nur Modelle zur Analyse und Bewertung der Gefahren zur Verfügung, sondern auch detaillierte Vorgehensmodelle zur Ermittlung der erforderlichen Schutzmaßnahmen, Handhabung und gerätetechnischen Realisierung. Die Normen enthalten Methoden und Kennzahlen zur quantitativen Ermittlung des Risikos und der Risikominderung. Die Normen haben sich bewährt und müssen auch in zukünftigen Systemen stringent zur Anwendung kommen. Es sollte nicht angestrebt werden, Anforderungen der relevanten Normen zur funktionalen Sicherheit zu ändern oder zu senken, um für allgemeine Zwecke entworfene IT-Systeme als sicherheitsbezogene Systeme qualifizieren zu können.

Neue Anwendungsgebiete definieren weitere Anforderungen an sichere Systeme und die dazugehörigen Bewertungsmethoden der funktionalen Sicherheit. Sie sollten daraufhin durchgesehen werden, ob sie auch für die Ziele von Industrie 4.0 relevant werden können.

Empfehlung NE-4:

Security und IT-Security (IT-Sicherheit)

Security beschreibt den Schutz eines Systems vor einem unzulässigen äußeren Einfluss. Die Konzepte sind allgemein und können z. B. als Grundnormen für konkrete Lösungen oder als Produktnormen als Basis oder Grundlage dienen (beispielsweise „security by design“¹⁷). Security als Konzept gilt sowohl für körperliche Einflüsse, z. B. das Eindringen von nicht autorisierten Personen in einen Raum, als auch für die unzulässige Beeinflussung eines IT-Systems über seine Kommunikationsschnittstellen. Mit der intensiven Nutzung des Internets auch für automatisierungstechnische Steuerungsfunktionen, der Virtualisierung und des Cloud-Computing, jedoch auch durch die SelfX-Technologien (Selbstkonfiguration, Selbstheilung, Selbstoptimierung) und die agentenmäßige Vernetzung intelligenter Funktionen untereinander, erhält die IT-Security in Industrie 4.0 eine besondere Bedeutung. IT-Security ist eine wesentliche Voraussetzung für die Informationssicherheit und eng mit dieser verbunden.

14 Siehe DIN EN 61508 (VDE 0803) „Funktionale Sicherheit elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E, E, PES) zum Schutz von Personen und Umwelt“; Normreihe

15 Siehe DIN EN 61511 (VDE 0810) „Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie“; Normreihe

16 DIN EN ISO 13849 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“, Normreihe

17 Siehe auch Umsetzungsempfehlungen des AK „Industrie 4.0“, Seite 50, Punkt 1 „Security by Design“

Empfehlung NE-5: **Informationssicherheit**

Der Schutz von Informationen als werthaltige Assets vor Verlust und Missbrauch, die Sicherstellung ihrer zeitgerechten Verfügbarkeit für berechnigte Nutzer und die Einhaltung ihrer Integrität und der Vertraulichkeit sind eine unverzichtbare Grundlage jedes IT-Systems. Mit der Virtualisierung, Flexibilisierung und Verkopplung der firmeninternen Betriebs-, Produktions- und Feldnetzwerken mit dem globalen Netz ergibt sich eine Vielzahl von neuen Herausforderungen an die Informationssicherheit. An vielen Stellen entstehen zur Zeit Aussagen, Anforderungen, Festlegungen und Empfehlungen zur Informationssicherheit. Ansprechpartner sind die Landesdatenschutzbeauftragten, BSI ¹⁸ sowie nationale und internationale Normungsorganisationen (z. B. ISO/IEC ¹⁹, DKE ²⁰, DIN ²¹) unter aktiver Mitarbeit der relevanten Verbände (BITKOM, VDE, VDI, GMA).

Informationssicherheit spielt heute auch in anderen Bereichen der CPS, z. B. im Bereich Automotive, AAL oder Smart Grid, eine zentrale Rolle. Es gibt eine Vielzahl von Aktivitäten mit mehr oder weniger Relevanz für die Thematik CPPS. Zur Sicherstellung der Anforderungen aus der industriellen Produktion erscheint es unbedingt erforderlich, dass für die Umgebung der CPPS eine Landkarte erstellt wird, die die Felder, Anforderungen und angebotenen Lösungsmethoden der Informationssicherheit im Umfeld der industriellen Produktion darstellt und strukturiert.

Empfehlung NE-6: **Zuverlässigkeit, Robustheit**

Ziel der Produktionssicherheit ist die Robustheit und Ausfallsicherheit der Produktionsanlagen. Unabhängig von der Frage einer schwerwiegenden Schädigung der Anlage, der Umwelt oder des Menschen wird der Ausfall einer Produktionsanlage heute nur noch in seltenen Fällen toleriert. Ausfälle senken die Performance einer Anlage signifikant und verschlechtern die Wettbewerbsfähigkeit. Moderne Produktionsanlagen tragen diesem Gesichtspunkt Rechnung und sind entsprechend robust und ausfallsicher ausgelegt. Im Umfeld der CPPS müssen neue Konzepte entwickelt werden, um die Ausfallsicherheit auch in einer virtualisierten IT-Umgebung ohne einen signifikanten Mehraufwand sicherzustellen.

Allerdings kommt in teils hochdynamisch vernetzten CPPS-/Internet-of-Things-Systemen der

18 BSI Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

19 ISO/IEC JTC 1/SC 27 „IT Security Techniques“

20 DKE/UK 931.1 „IT-Sicherheit in der Automatisierungstechnik“

21 DIN/NIA: NA 043-01-27 Arbeitsausschuss „IT-Sicherheitsverfahren“, zudem führt NIA das Sekretariat von ISO/IEC JTC 1/SC 27 „IT Security Techniques“

System-Robustheit eine besondere Bedeutung zu. Diese darf dabei nicht nur die Eigenschaft einzelner Komponenten berücksichtigen, sondern muss eine an das Gesamtsystem angedockte Funktionalität definieren.

Aus Normungssicht sind die identifizierten Lösungskonzepte zu klassifizieren und Kennzahlen zu definieren, die es erlauben, ihre charakteristischen Eigenschaften eindeutig zu beschreiben.

Empfehlung NE-7:

Instandhaltbarkeit (Maintainability)

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die Instandhaltbarkeit (Maintainability): Fehlerdiagnose, Austauschbarkeit, Inspektion, vorbeugende Wartung, Condition Monitoring, usw. Aus Normungssicht sind die hieraus resultierenden Anforderungen an ein CPS zu beschreiben.

Empfehlung NE-8:

Echtzeit: Festlegung der Konzepte und Begrifflichkeiten in einer Norm

Echtzeit ist eine wesentliche Eigenschaft aller CPS-Systeme. Für die zu erwarteten Diskussionen der Thematik in weit vernetzten flexiblen, adaptiven und autonomen Systemen ist es dringend erforderlich, dass die relevanten Konzepte und Eigenschaften (Merkmale) von industriellen Echtzeitsystemen in einer Norm zusammenfassend und einheitlich festgelegt werden.

Empfehlung NE-9:

Koexistenz von Funkanwendungen

Ein wesentlicher Aspekt der Umsetzung von Industrie 4.0 ist die Kommunikation zwischen räumlich und organisatorisch verteilten Einheiten, die oft aus Flexibilitätsgründen oder wegen der Mobilität der Einheiten per Funk erfolgen muss. Die Funkkommunikation nutzt eine Ressource, die in der Regel nicht exklusiv für eine einzige Anwendung zur Verfügung steht. Eine Priorisierung der Funkanwendungen findet gegenwärtig nur durch die Frequenzvergabe durch die Regulierungsbehörden statt, wobei auch hier eine Flexibilisierung angestrebt wird.

Um eine hohe Verfügbarkeit der stark wachsenden Anzahl an Funkanwendungen im industriellen Bereich gewährleisten zu können, ist ein Koexistenzmanagement erforderlich, das die Kommunikationsanforderungen der technischen Prozesse und der Geschäftsprozesse berücksichtigt. Es gilt Konzepte festzulegen, die den Koexistenzaspekt sowohl im Lebenszyklus eines indust-

riellen Funkprodukts als auch im Lebenszyklus einer industriellen Funkkommunikationsanlage einbringt. Mit der Norm IEC 62657²² wird ein wichtiger Schritt in diese Richtung unternommen.

Die Entwicklungen bei Software Defined Radio (SDR) und Cognitive Radio (CR) haben das Potenzial für ein automatisiertes Koexistenzmanagement über Funktechnologiegrenzen hinweg. Hierfür sind noch ein Referenzmodell zur Mediumsnutzung, Bibliotheken für verschiedene Funktechnologien sowie die Spezifikation einheitlicher Dienste erforderlich, um einen weitgehend automatisierten Informationsaustausch zwischen den Funkanwendungen sowie zwischen Funkanwendung und technischem Prozess bzw. Geschäftsprozess zu realisieren.

Es ist zu beachten, dass es sich bei Funkkommunikationssystemen um Telekommunikationsprodukte handelt, für die der rechtliche Rahmen für das Inverkehrbringen und den Betrieb zu berücksichtigen ist. Die europäische R&TTE-Richtlinie (Radio and Telecommunications Terminal Equipment) 1999/5/EC, die in Deutschland durch das Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) in nationales Recht umgesetzt wurde, fordert den Nachweis, dass die Geräte die grundlegenden Anforderungen der R&TTE-Richtlinie erfüllen. Werden Geräte in Übereinstimmung mit den jeweiligen harmonisierten Normen hergestellt, gilt die Vermutungswirkung, dass die Geräte die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie einhalten. Der Hersteller erklärt dies mit der Konformitätserklärung, die dem Gerät beizufügen ist, und durch das Anbringen des CE-Zeichens.

Die harmonisierten Normen werden auf Antrag oder nach einem Mandat der Europäischen Kommission entwickelt. Sie treten in Kraft, wenn ihre Referenzen im Amtsblatt der Europäischen Union (OJEU) veröffentlicht werden. Für die R&TTE-Richtlinie werden harmonisierte Normen vorwiegend vom Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) entwickelt. Hierbei sind künftig stärker die Anforderungen und Bedingungen der industriellen Funkkommunikation einzubringen, wie z. B. bei den relevanten Normen EN 300328²³ und EN 300440²⁴ (ETSI).

Neben den Normungskomitees müssen die Anforderungen der industriellen Automation auch bei den Kommissionsgremien wie Telecommunications Conformity Assessment and Market Surveillance Committee (TCAM), Administration Coordination Group (ADCO) usw. positioniert werden. Dies kann z. B. durch Einbringung von Kommentaren zu der überarbeiteten R&TTE-Richtlinie, Risk-Assessment usw. erreicht werden.

Regularien zur effizienten und europaweit harmonisierten Frequenznutzung entwickelt der

22 IEC 62657-2 „Industrielle Kommunikationsnetze – Funk-Kommunikationsnetze – Teil 2: Koexistenz“, wird als DIN EN 62657 in Deutschland in Kürze veröffentlicht

23 Siehe DIN EN 300328 „Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Breitband-Übertragungssysteme – Datenübertragungsgeräte, die im 2,4-GHz-ISM-Band arbeiten und Bandspreiz-Modulationstechniken verwenden“, Normreihe

24 Siehe DIN EN 300440 „Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Funkanlagen mit geringer Reichweite – Funkgeräte zum Betrieb im Frequenzbereich von 1 GHz bis 40 GHz“, Normreihe

Ausschuss für Elektronische Kommunikation (ECC) der CEPT (Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Fernmeldewesen). Hierzu werden insbesondere ECC-Entscheidungen und ECC-Empfehlungen erarbeitet und in Kraft gesetzt. Die CEPT umfasst Verwaltungen aus 48 Ländern. Die Kooperation von CEPT/ECC mit ETSI bzw. mit der Europäischen Kommission basiert auf ein Memorandum of Understanding zwischen CEPT/ECC und diesen Organisationen. Auch hier sind verstärkte Anstrengungen notwendig, um insbesondere für Industrieanwendungen mit hohen Anforderungen an Determinismus und Verfügbarkeit international einheitliche Frequenzbereiche verfügbar zu machen. Dazu ist eine klare Spezifikation dieser Anwendungen erforderlich sowie die Regeln der Mediumsnutzung, um die Koexistenz mit anderen Anwendungen in diesem Frequenzbereich zu gewährleisten.

Empfehlung NE-10:

Interoperabilität zwischen Systemen

In den Initiativen für Industrie 4.0 werden laut Umsetzungsempfehlungen der Forschungsunion unter anderem Lösungen erwartet, die Entscheidungen erleichtern, Assistenz geben, lernen und Gelerntes weitergeben, Kooperationen oder Aktionen einleiten, erforderliche Informationen selbstständig beschaffen und Handlungsoptionen vorschlagen bzw. selbst treffen. Für alle diese Herausforderungen sind systemübergreifende Kommunikations- und Interaktionsschemata von Bedeutung. Dafür müssen die beteiligten Systeme interoperabel entworfen sein und sich während des Betriebs auch so verhalten.

Anforderungen an die Interoperabilität zwischen Systemen treten z. B. auf bei:

- unternehmensübergreifender Produktion und Logistik
- produktzentrierter Steuerung des Produktionssystems und Produktlebenszyklusmanagements
- Produkten mit autonomen Eigenschaften, Assistenzsystemen, Service-Robotik, Automatisierungstechnik, fahrerlosen Transportsystemen

6.7 Empfehlungen zum Bereich Referenzmodelle (RM)

6.7.1 Referenzmodelle allgemein

Empfehlung RM-1-1:

Beschreibung der Referenzmodelle in eigenen Normen

Wie Kernmodelle werden auch Referenzmodelle in den unterschiedlichsten Lösungsmodellen genutzt. Zur Vereinheitlichung, Vermeidung von versehentlichen Abweichungen und zum besseren Verständnis sollten Referenzmodelle separat als eigenständige Normen beschrieben werden.

Empfehlung RM-1-2:

Primär- und Sekundärziele der Referenzmodellstandardisierung

Primäres Ziel eines Referenzmodells ist die klare und eindeutige Beschreibung eines Modells eines relevanten Sachverhalts. Ein Referenzmodell, das diesen Kriterien genügt, ist ein standardisierbares Referenzmodell. Ein zweites Ziel ist es, für einen Sachverhalt möglichst nur ein Referenzmodell zu haben und dieses weltweit als einzige Norm zu pflegen. Dies gelingt jedoch nicht immer. Referenzmodelle sind nie einzig wahr. Je nach Sicht, eigener Historie oder aber auch technikpolitischen oder firmenpolitischen Gründen können für den gleichen Sachverhalt mehrere konkurrierende Referenzmodelle entstehen, die dann auch zu unterschiedlichen Lösungen führen. In diesem unerwünschten Fall kann es besser sein, mehrere parallele Normen oder Spezifikationen im konsensbasierten Rahmen zuzulassen, als das Entstehen von Konsortialspezifikationen zu fördern. Dann ist allerdings ein Referenzmodell in verschiedenen Domänen übergreifend anzustreben.

Empfehlung RM-1-3:

Einheitlicher Aufbau der Beschreibung von Referenzmodellen

Der Aufbau der Beschreibung der Referenzmodelle ist so einheitlich wie möglich zu gestalten. Wenn möglich, sollte das Beschreibungsmuster der Kernmodelle (Design Pattern) zu Grunde gelegt werden.

6.7.2 Referenzmodelle der technischen Systeme und Prozesse

Empfehlung RM-2-1:

Breitflächige Nutzung

Referenzmodelle sollen als die Norm angesehen werden, um technische Systeme und Prozesse zu beschreiben.

6.7.3 Referenzmodelle der leittechnischen Funktionen

Empfehlung SPPS-RM-3-1:

Einheitliche Funktionalität über alle Ebenen der Automatisierungspyramide

In der Vergangenheit wurden die leittechnischen Funktionen der Prozessleitebene zugeordnet. Die leittechnischen Funktionen sind jedoch allgemeine Funktionen; sie gelten auf allen Ebenen und in vielen unterschiedlichen Domänen. Die Beschreibung der Referenzmodelle ist mit dem Blick auf die allgemeine Anwendbarkeit zu gestalten.

6.7.4 Referenzmodelle der technisch-organisatorischen Prozesse

Empfehlung RM-4-1:

Entwicklung eines Rahmens zur einheitlichen Beschreibung von technisch-organisatorischen Prozessen

Technisch-organisatorische Prozesse werden teils von Automaten und teils von Menschen ausgeführt. Es ist zu prüfen, wie eine allgemeine, aber einheitliche Beschreibung eines solchen Prozesses aussehen könnte.

6.7.5 Referenzmodelle für Life-Cycle-Prozesse

Empfehlung RM-5-1:

Entwicklung eines Konzepts zur Beschreibung von Life-Cycle-Vorgängen in flexiblen, adaptiven Systemen

Zur Beschreibung von Life-Cycle-Prozessen in klassischen Systemen liegen Konzepte und Normen vor. Mit Industrie 4.0 werden die Systeme jedoch flexibler, intelligenter und selbstadaptiv. Sie werden sich auch in ihrer Struktur veränderten Umgebungen anpassen. Es ist zu klären, wie Lebenszyklen in solchen Systemen erfasst, beschrieben und dokumentiert werden können.

6.8 Empfehlungen zum Bereich Entwicklung und Engineering (RE)

Empfehlung RE-1:

Gliederung und Prüfung der Aufgabenverteilung im Bereich „digitale Fabrik“

Eine zentrale Idee von Industrie 4.0 ist die integrierte Produkt- und Prozessentwicklung. Begriffe wie „digitale Fabrik“, „Reverse Engineering“, „modellbasierte Entwicklung“, „automatisierte Synthese“ usw. zeigen, dass diese Frage auch schon in der Vergangenheit diskutiert wurde. Im Detail zeigen die Aufgabenstellungen entscheidende Unterschiede. So unterscheidet sich die Entwicklung einer mechatronischen Komponente fundamental von der Entwicklung eines neuen Impfstoffs und der Entwicklung eines neuen Anlagentyps. Jedoch spielen in allen Fällen Produktbeschreibungen, Anforderungsbeschreibungen, Beschreibung der Prozessdynamiken (für die Simulation, den Steuerungsentwurf ...) eine wichtige Rolle. Es erscheint sinnvoll, diese Thematik in eigenen Arbeitsgruppen zu behandeln. In Fachgesellschaften und Normungsorganisationen gibt es bereits Arbeitsgruppen, die sich mit der Normung und Standardisierung in diesem Themenfeld befassen. Diese Gruppen sind in ihren Arbeiten zu unterstützen.

Empfehlung RE-2:

Synthese von Automatisierungslösungen wird Fokusthema

Eine Besonderheit ist die Entwicklung und das Engineering der eigentlichen Automatisierungslösungen. Dies ist nur ein kleiner Teil des Themas, aber ein für die Automatisierungstechnik besonders wichtiger. Ko-Entwicklung mit den IT-Funktionen, Verifikation der entwickelten Software, modellgetriebene Entwicklung, automatisierte Synthese, Adaption während der Produktion, autonome SelfX-Technologien sind nur einige Schlagworte, die die Problemstellung kennzeichnen.

In diesem Bereich erscheint es dringend geboten, eine besondere Gruppe aufzubauen, die in engem Kontakt mit den operativen Normungsgremien auf der einen und den Forschungsprojekten auf der anderen Seite den Normungsbedarf analysiert und ordnet.

6.9 Empfehlungen zum Bereich Technologien und Lösungen (TL))

Empfehlung TL-1:

Frühzeitige Unterstützung von qualifizierten IT-Entwicklungen durch Normung und Standardisierung in der Automatisierung

Im Bereich der Technologien und Lösungen gibt es eine Vielzahl von bewährten Normen und Standards, die in heterogenen Netzwerken eine interoperable und zukunftssichere Zusammenarbeit der Komponenten sicherstellen. Insofern gibt es keinen akuten Bedarf, an den eingespielten Verfahren etwas zu ändern. Im Allgemeinen ist die Vorgehensweise konservativ. Die Standards werden erst auf einer bestehenden und allgemein verfügbaren technologischen Basis definiert. Hier ist in Zukunft im Einzelfall zu prüfen, ob nicht eine schnellere Umsetzung von erkennbaren IT-Entwicklungen in die Normung sinnvoll ist. Eine Voraussetzung ist die kritische Analyse, inwieweit eine neue IT-Entwicklung das Potenzial besitzt, breitflächig in der industriellen Automation erfolgreich zu sein.

Empfehlung TL-2:

Funktechnologien

Die für die Heim- und Bürokommunikation entwickelten Funktechnologien decken zum Teil auch Anforderungen industrieller Automatisierungsanwendungen ab. Allerdings gibt es auch solche, für die diese IT-Lösungen nicht geeignet sind. Deshalb sind in den Normen IEC 61784 2, IEC 62591 (WirelessHART), IEC 62601 (WIA-PA) spezielle Festlegungen für die Automatisierungstechnik getroffen worden. Für Entwicklungen, wie z. B. Near Field Communication (NFC) oder Software Defined und Cognitive Radio (SDR/CR), aber auch für neue Mobilfunkstandards ist zu prüfen, für welche Anwendungen sie unverändert eingesetzt werden können, oder ob z. B. Profile zu deren Anwendung im industriellen Bereich festzulegen sind. Denkbar sind vereinheitlichte Festlegungen zur Konfiguration der Funkgeräte sowie zur Diagnose und Fehleranalyse. Dies trifft insbesondere für IT-Lösungen zu, bei denen andere Konzepte und Lösungen verfolgt werden als im industriellen Bereich. Auf jeden Fall sind Maßnahmen erforderlich, um auf neuen Technologien beruhende Funkanwendungen im Koexistenzmanagement berücksichtigen zu können.

Im Zuge der Umsetzung von Industrie 4.0 wird auch ein spezieller Funkstandard für die Kommunikation in der Fertigungszelle bzw. im Bereich der Fertigungsmaschine erforderlich werden. Spezifikationsarbeiten finden hierzu bereits statt.

7 LINKS

- [1] **DKE/Fachbereich 9 Leittechnik**
<http://www.dke.de/de/Wirueberuns/DieDKE-Struktur/Organisationsstruktur/Seiten/Bereichs%c3%bcbersicht.aspx?Fachbereich=9>

- [2] **IAO „Potenziale der Mensch-Technik Interaktion für die effiziente und vernetzte Produktion von Morgen“**
http://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/studie_future_hmi.pdf

- [3] **GMA: Thesen und Handlungsfelder „Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation“**
http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gma_dateien/Stellungnahme_CPS_2013-03-28_final.pdf

- [4] **Plattform Industrie 4.0**
<http://www.plattform-i40.de/>

- [5] **Umsetzungsempfehlungen (Stand April 2013)**
<http://www.plattform-i40.de/umsetzungsempfehlungen-für-das-zukunftsprojekt-industrie-40-0>

- [6] **Forschungsprojekte Autonomik**
<http://www.autonomik.de/>

- [7] **Autonomik für Industrie 4.0**
<http://www.autonomik.de/de/1003.php>

- [8] **IEC/TC 65**
http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0:::FSP_ORG_ID:127

8 RELEVANTE NORMEN UND SPEZIFIKATIONEN

8.1 ISO / CEN / DIN

8.1.1 aus ISO/TC 184 SC 1

Norm	Titel
ISO 841:2001	Industrial automation systems and integration – Numerical control of machines – Coordinate system and motion nomenclature
ISO 2806:1994	Industrial automation systems – Numerical control of machines – Vocabulary
ISO 2972:1979	Numerical control of machines – Symbols
ISO 3592:2000	Industrial automation systems – Numerical control of machines – NC processor output – File structure and language format
ISO 4342:1985	Numerical control of machines – NC processor input – Basic part program reference language
ISO 4343:2000	Industrial automation systems – Numerical control of machines – NC processor output – Post processor commands
ISO 6983:2009	Automation systems and integration – Numerical control of machines – Program format and definitions of address words
ISO 14649:2003	Industrial automation systems and integration – Physical device control – Data model for computerized numerical controllers
ISO 22093:2011	Industrial automation systems and integration – Physical device control – Dimensional Measuring Interface Standard (DMIS)
ISO 23570:2005	Industrial automation systems and integration – Distributed installation in industrial applications.

8.1.2 aus ISO/TC 184 SC 2

Norm	Titel
ISO 8373:2012	Robots and robotic devices – Vocabulary
ISO 9283:1998	Manipulating industrial robots – Performance criteria and related test methods
ISO 9409:2004	Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces
ISO 9787:2013	Robots and robotic devices – Coordinate systems and motion nomenclatures
ISO 9946:1999	Manipulating industrial robots – Presentation of characteristics
ISO 10218:2011	Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots –
ISO 11593:1996	Manipulating industrial robots – Automatic end effector exchange systems – Vocabulary and presentation of characteristics
ISO/TR 13309:1995	Manipulating industrial robots – Informative guide on test equipment and metrology methods of operation for robot performance evaluation in accordance with ISO 9283
ISO/FDIS 13482	Robots and robotic devices – Safety requirements for personal care robots
ISO 14539:2000	Manipulating industrial robots – Object handling with grasp-type grippers – Vocabulary and presentation of characteristics
ISO/AWI 18646-1	Robots and robotic devices – Performance criteria and related test methods for service robot

8.1.3 aus ISO/TC 184 SC 4

Norm	Titel
ISO/TS 8000:2011	Data quality
ISO 10303:1994	Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange
ISO 13584:2001	Industrial automation systems and integration – Parts library
ISO/AWI 14306	Industrial automation systems and integration – JT file format specification for 3D visualization
ISO 15531:2004	Industrial automation systems and integration – Industrial manufacturing management data
ISO 15926:2004	Industrial automation systems and integration – Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities
ISO 16739:2013	Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries
ISO/PAS 17506:2012	Industrial automation systems and integration – COLLADA digital asset schema specification for 3D visualization of industrial data
ISO/DPAS 17729	Unified profile for DoDAF and MODAF (UPDM)
ISO 18629:2004	Industrial automation systems and integration – Process specification language
ISO/TS 18876:2003	Industrial automation systems and integration – Integration of industrial data for exchange, access and sharing
ISO/PAS 22720:2005	ASAM Open Data Services 5.0
ISO 22745:2010	Industrial automation systems and integration – Open technical dictio- naries and their application to master data
ISO/PAS 26183:2006	SASIG Product data quality guidelines for the global automotive industry
ISO/TS 29002:2009	Industrial automation systems and integration – Exchange of characteristic data

8.1.4 aus ISO/TC 184 SC 5

Norm	Titel
ISO 9506-1:2003	Industrial automation systems – Manufacturing Message Specification
ISO/TR 10314:1990	Industrial automation – Shop floor production
ISO/TR 11065:1992	Industrial automation glossary
ISO 11354:2011	Advanced automation technologies and their applications – Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability
ISO 13281:1997	Industrial automation systems – Manufacturing Automation Programming Environment (MAPLE) – Functional architecture
ISO/TR 13283:1998	Industrial automation – Time-critical communications architectures – User requirements and network management for time-critical communications systems
ISO 14258:1998	Industrial automation systems – Concepts and rules for enterprise models
ISO 15704:2000	Industrial automation systems – Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies
ISO 15745:2003	Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework
ISO/CD 15746	Automation systems and integration – Integration of advanced process control and optimization for manufacturing systems
ISO 16100:2009	Industrial automation systems and integration – Manufacturing software capability profiling for interoperability
ISO/TR 18161	Automation systems and integration – Applications integration approach using information exchange requirements modelling and software capability profiling
ISO 18435:2009	Industrial automation systems and integration – Diagnostics, capability assessment and maintenance applications integration

Norm	Titel
ISO 19439:2006	Enterprise integration – Framework for enterprise modelling
ISO 19440:2007	Enterprise integration – Constructs for enterprise modelling
ISO 20140:2013	Automation systems and integration – Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment
ISO 20242:2005	Industrial automation systems and integration – Service interface for testing applications
ISO/DIS 22400	Manufacturing operations management – Key performance indicators
DIN EN 13306	Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung
DIN 31051	Grundlagen der Instandhaltung

8.2 aus IEC / CENELEC / DKE

Norm	Titel
Architektur	
IEC 62264:2013	Enterprise-control system integration
Kommunikation	
IEC 61158	Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems
IEC 61784	Industrial communication networks – Profiles
IEC 62026	Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs)
ISO/IEC 14543-3	Information technology – Home electronic system (HES) architecture
IEC 62591	Industrial communication networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART™
IEC 62601	Industrial communication networks – Fieldbus specifications – WIA-PA communication network and communication profile
Service oriented Architecture	
IEC 62541	OPC UA
Security	
IEC 62443	Security in Automation

Norm	Titel
Engineering, Programming, digitale Fabrik	
IEC 62714	Automation ML
IEC 62424	Representation of process control engineering – Requests in P&I diagrams and data exchange between P&ID tools and PCE-CAE tools
IEC 61360	Common Data Dictionary (CDD)
IEC 61987	Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process
IEC 62683	Low-voltage switchgear and control gear – Product data and properties for information exchange
IEC 62794	Industrial-process measurement, control and automation – Reference model for representation of production facilities (Digital Factory)
IEC 62832	Industrial-process measurement, control and automation – Reference model for representation of production facilities (Digital Factory)
IEC 61131	Programmable controllers
IEC 61499	Function Blocks for Industrial Process-Measurement and Control Systems
Gerätebeschreibung, Geräteintegration	
IEC 61804	Electronic Device Description Language EDDL
IEC 62453	Field Device Tool FDT
IEC 62769	Field Device Integration FDI
Funktionale Sicherheit	
IEC 61508	Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
IEC 61511	Functional safety: Safety Instrumented Systems for the process industry sector

8.3 VDI/VDE

Norm	Titel
VDI/VDE 2182 Reihe	Informationssicherheit in der industriellen Automatisierung
VDI/VDE 2185 Reihe	Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik
VDI/VDE 2651	Plant Asset Management (PAM) in der Prozessindustrie – Definition, Modell, Aufgabe, Nutzen
VDI/VDE 2657	Middleware in der Automatisierungstechnik – Grundlagen
VDI 2884	Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC)
VDI 2885	Einheitliche Daten für die Instandhaltungsplanung und Ermittlung von Instandhaltungskosten – Daten und Datenermittlung
VDI 3385	GDX-Schnittstelle – Durchgängiges Datenformat von der Entwicklung bis zur Produktion (Arbeitstitel)
VDI 3633 Reihe	Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen
VDI/VDE 3699 Reihe	Prozessführung mit Bildschirmen
VDI/VDE 3850 Reihe	Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen
VDI 4464	Betrieb von Flurförderzeugen mit RFID-Komponenten
VDI 4499 Reihe	Digitale Fabrik
VDI 4472 Reihe	Anforderungen an Transpondersysteme (RFID) zum Einsatz in der Supply-Chain
VDI 5600 Reihe	Fertigungsmanagementsysteme

8.4 Konsortialspezifikationen

Zum Beispiel W3C, XML usw.:

Werden in einer neuen Version der Normungsroadmap berücksichtigt

9 ABKÜRZUNGS- VERZEICHNIS

Viele Abkürzungen sind direkt im Text erklärt und werden deshalb hier nicht noch einmal aufgeführt.

Abkürzung/Akronym	Bedeutung
AAL	Ambient Assisted Living
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AE	Allgemeine Empfehlungen
AAL	Ambient Assisted Living
AK	Arbeitskreis
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
BMBF	Bundesministerien für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CAI	Computer Assisted Instruction
CAX	Computer Aided System
CDD	Common Data Dictionary
CDIs	Controller-device interfaces
CEN	Comité Européen de Normalisation
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique
CPPS	Cyber Physical Production System
CPS	Cyber Physical System
CRM	Customer Relationship Management
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN SPEC	DIN-Spezifikation
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
DL	Dienstleistung
EDDL	Electronic Device Description Language
EN	Europäische Norm

Abkürzung/Akronym	Bedeutung
ERP	Enterprise Resource Planning Warenwirtschaftssystem
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	Europäische Union
EW	Entwicklung
FB	Fachbereich
FDI	Field Data Integration Bezeichnung der Normenreihe IEC 62719
FDT	Field Device Tool
GL	Grundlagen
GMA	VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEV	International Electrotechnical Vocabulary
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
INS	Innovationen durch Normen und Standards
IPA	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
ISA	International Sociological Association Instrument Society of America
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
ITA	Industry Technical Agreement
ITG	Informationstechnische Gesellschaft im VDE
ITU	International Telecommunication Union
JTC	Joint Technical Committee der IEC und ISO

Abkürzung/Akronym	Bedeutung
M2M	Machine-2-machine
MES	Manufacturing Excecution System
NAM	Normenausschuss Maschinenbau
NAMUR	Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie
NE	Nichtfunktionale Eigenschaften
NFC	Near Field Communication
NIA	Normenausschuss Informationstechnik
NS	Normungsstrategie
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OMG	Object Management Group
OPC-UA	Open Platform Communications - Unified Architecture Benennung für eine Normenreihe des Konsortiums OPC-Foundation, die von der IEC als IEC 62541 übernommen wurde
PAM	Pluggable Authentication Module
PAS	Publicly Availabe Specification
PDM	Produktdatenmanagement
PLM	Product-Lifecycle-Management
QMS/CRM	Qualitätsmanagement System Software-Programm zur Lenkung der Produktionen
RB	Referenzmodelle der technische-organisatorischen Prozesse
RE	Engineering
RL	Referenzmodelle der leittechnischen Funktionen
RM	Referenzmodelle
RT	Referenzmodelle der technischen Systeme und Prozesse
SA	Systemarchitektur

Abkürzung/Akronym	Bedeutung
SB	Standardbibliotheken
SCM	Supply-Chain-Management
SDR/CR	Software Defined Radio / Cognitive Radio
SMB	Standardization Management Board (IEC)
SOA	Service-orientierte Architektur
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TC	Technical Committee
TL	Technologien und Lösungen
TR	Technical Report
TS	Technische Spezifikation
UA	Unified Architecture
UC	Use Cases
UK	Unterkomitee
UML	Unified Modeling Language
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen-
und Anlagenbau e.V.	Network Attached Storage
W3C	World Wide Web Consortium Konsortium zur Verabschiedung und Fortschreibung von Normen für das Internet
WG	Working Group
XML	Extensible Markup Language
ZVEI	ZVEI Zentralverband Elektrotechnik- und

10 ARBEITSKREIS „TB KONZEPT NORMUNG ZU INDUSTRIE 4.0“ IM FACHBEREICH 9 DER DKE

Volker Bautz, BGHM, Mainz

Dr. Heinz Bedenbender, VDI, Düsseldorf

Prof. Dr. Christian Diedrich, IFAK, Magdeburg

Udo Döbrich, Siemens, Karlsruhe

Prof. Dr. Ulrich Epple, RWTH Aachen, Aachen

Heiko Frank, Wittenstein, Igersheim

Dieter Gödicke, VDMA, Frankfurt am Main

Roland Heidel, Siemens, Karlsruhe

Klaus Hemberger, BNetzA Mainz

Dr. Günter Hörcher, Fraunhofer IPA, Stuttgart

Haimo Huhle, ZVEI, Frankfurt am Main

Dr. Christian Kellermann, ZVEI, Frankfurt am Main

Eckehardt Klemm, Phoenix Contact, Bad Pyrmont

Prof. Peter Bernard Ladkin, Universität Bielefeld, Bielefeld

Klaus-Peter Lindner, Endress+Hauser, Reinach

Dr. Wolfgang Mahnke, ABB, Mannheim

Dr. Stephan Middelkamp, HARTING, Espelkamp

Reinhold Pichler, DKE, Frankfurt am Main

Dr. Thorsten Pötter, Bayer Technology Services, Leverkusen

Dr. Lutz Rauchhaupt, ifak, Magdeburg

Ingo Rolle, DKE, Frankfurt am Main

Martin Schwibach, BASF, Ludwigshafen

Dr. Gerhard Steiger, VDMA, Frankfurt am Main

Johannes Stein, DKE, Frankfurt am Main

Ingo Weber, Siemens, Karlsruhe

Ludwig Winkel, Siemens, Karlsruhe
