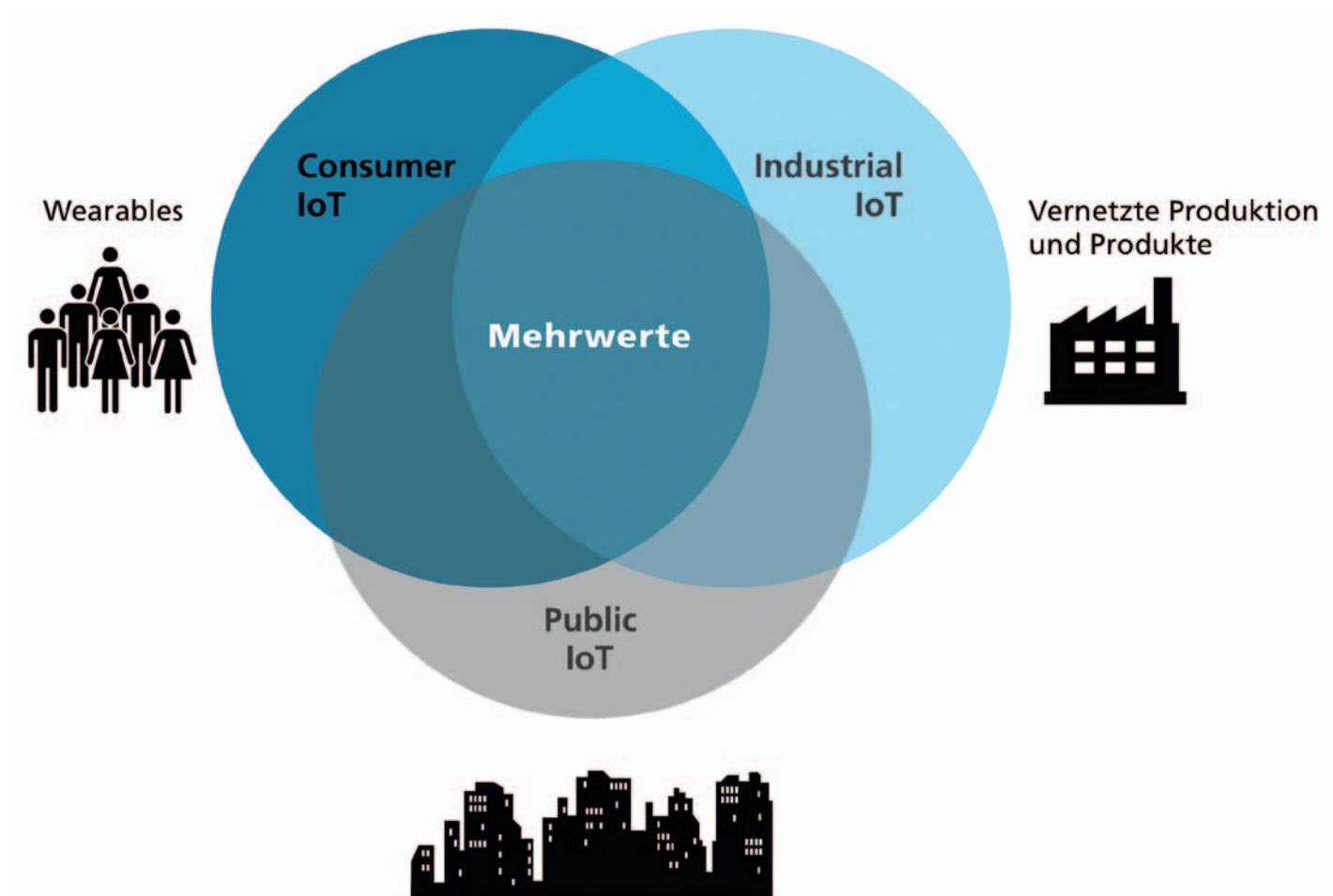


# Abgesicherte und nachweisliche Qualität für IoT-Lösungen



IoT-Varianten

**N**achdem das Netz der Netze ausgebaut wurde, um neben dem Austausch von Dokumenten auch den Austausch von Information und Kommunikation zwischen Personen zu ermöglichen, entwickelt es sich nun weiter zu einem Netz der Dinge und Prozesse. Damit erhalten die Elemente der realen Welt (neben Dokumenten und Personen, nun auch Dinge und Prozesse) digitale Abbilder und lassen sich über die digitale Welt verketten. Nach Gartner wurden im Jahr 2015 schätzungsweise 4,9 Milliarden

„Dinge“ miteinander verbunden, im Jahr 2020 werden es 25 Milliarden sein<sup>1</sup>. Neben der Digitalisierung tritt so die Vernetzung immer mehr in den Vordergrund: Die digitale Vernetzung bezeichnet die durchgehende und durchgängige Verknüpfung der realen Welt mit der digitalen Welt. Dazu gehören die digitale Erfassung, Abbildung und/ oder Modellbildung der realen Welt sowie die Vernetzung dieser Informationen. Dies ermöglicht die zeitnahe Beobachtung, Auswertung und/oder Steuerung der realen Welt

mithilfe von digitalen (Teil-)Automa-tismen<sup>2</sup>.

Dabei gilt nach dem Metcalfe'schen Gesetz, 1980: „Der Nutzen eines Kommunikationssystems ist pro-potional zur Anzahl der möglichen Verbindungen zwischen den Teil-nehmern, während die Kosten pro-potional zur Teilnehmerzahl stehen. So wächst der Nutzen quadratisch, die Kosten wachsen nur linear.“ Und nach dem dritten Reedschen Gesetz, 1998, gilt: „Die Nützlichkeit großer Netzwerke steigt exponenti-ell mit ihrer Größe.“

So wirken derzeit verschiedene technische Trends auf die zunehmende Vernetzung ein:

- ▶ **Cyberphysische Systeme**<sup>3</sup> adressieren sowohl Sensorik und Aktuatorik als auch deren sichere Identifikation und Vernetzung mit der digitalen Welt.
- ▶ **Mobile Edge Computing**<sup>4</sup> optimiert die Maschine-zu-Maschine Kommunikation und Virtualisierung.
- ▶ **Taktiles Internet**<sup>5</sup> wird die Echtzeit-Steuerung von Maschinen ermöglichen.
- ▶ **Software und System Quality Engineering**<sup>6</sup> ermöglichen die Entwicklung vertrauenswürdiger IKT-basierter Produkte und Dienstleistungen.
- ▶ **Smart Data und Analytik**<sup>7</sup> erlauben Voraussagen auf neuer qualitativer Stufe und unterstützen so Predictive Maintenance und andere Anwendungen.

Das Verständnis des Internets der Dinge (Internet of Things, kurz IoT) hat sich über die Jahre entwickelt: 1991 formulierte Mark Weiser in „The Computer for the 21st Century“: „Das Internet der Dinge bezeichnet die Verknüpfung eindeutig identifizierbarer physischer Objekte (things) mit einer virtuellen Repräsentation in einer Internet-ähnlichen Struktur“.<sup>8</sup> Im EU-Project IoT-A<sup>9</sup>, das sich mit einer Referenzarchitektur für IoT beschäftigt, heißt es dann 2013: „The Internet of Things (IoT) is an emerging network superstructure that connects physical resources and people together with software. It will enable an ecosystem of smart applications and services that will improve and simplify the life of the citizen and will contribute to sustainable growth, provided it combines and guarantees trust and security for people and businesses.“ Marktschätzungen gehen bereits für das Jahr 2016 von weltweiten Umsätzen mit Technologien und Services rund um das IoT von 235 Milliarden Dollar aus<sup>10</sup>. Allein für Deutschland eröffnet sich der Digitalisierung der

Industrie bis 2025 ein zusätzliches kumulierte Wertschöpfungspotenzial von 425 Milliarden Euro, für Europa sind es sogar 1,25 Billionen Euro<sup>11</sup>. Dabei ist das IoT nicht eine Technologie, sondern erfährt in seinen Anwendungsgebieten verschiedene Ausprägungen, die in verschiedenen Qualitätsanforderungen münden:

Während es im Consumer-Bereich im Wesentlichen um die Aufbereitung medialer Inhalte von sowohl persönlichen und Smart-Home-Geräten als auch von sozialen Netzwerken geht, beschäftigt sich Industrial IoT entlang Industrie 4.0 mit der vernetzten Produktion und vernetzten Produkten. In Public IoT geht es vor dem Hintergrund smarter Städte und Regionen um die digitale Vernetzung öffentlicher Infrastrukturen. Dabei muss sich jede IoT-Lösung um Fragen der erzeugten bzw. generierten Daten und Metadaten und ihrer Nutzungsbestimmungen, der sicheren Identifikation, der Daten- und Systemqualität inklusive Datenschutz, IT-Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit kümmern. In Hinblick auf die Lösungen unterscheiden sich die Anforderungen, beispielsweise in Bezug auf Umgebungsanforderungen (geschützte Indoor-Bereiche oder harsche, unzuverlässige Outdoor-Verhältnisse, Leistungsanforderungen wie Echtzeit oder Skalierung und Integrations- und Interoperabilitätsanforderungen). Gleichsam entwickelt sich eine gemeinsame Technologiebasis zu der u.a. Konnektivität unter Nutzung von CoAP (Constrained Application Protocol), MQTT (vormals Message Queue Telemetry Transport) oder LwM2M (Lightweight M2M) gehören. Neben der Konnektivität spielen Fragen der Semantik der Dinge eine immer größere Rolle, so dass Komponenten wie die SSN (Semantic Sensor Network Ontology) erarbeitet werden. Unabhängig von der technologischen Ausprägung steht das Qualitätsmanagement vor völlig neuen Anforderungen, da entlang IoT bisher geschlossene Systeme geöffnet und zu

Systemen-von-Systemen verbunden werden. Dabei ist eine nachweislich gesicherte Ende-zu-Ende-Qualität für die Funktionalität, Interoperabilität, Robustheit, Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit nötig, da sich IoT-Infrastrukturen zu kritischen Infrastrukturen entwickelt haben; sie sind beispielsweise untrennbar mit der Energieversorgung im Rahmen von Smart Grids, virtuellen Kraftwerken oder Smart Metering verknüpft. Für qualitativ hochwertige IoT-Lösungen sind sowohl Prüfmethoden und -werkzeuge als auch Zertifizierungsangebote nötig, die über diverse IoT-Testlabs angeboten werden sollten. Dafür plant Fraunhofer FOKUS die Entwicklung einer IoT-Testware unter Weiterentwicklung der Testtechnologie TTCN-3 (Testing and Test Control Notation<sup>12</sup>) und als Anbindung an den Eclipse Open IoT Stack for Java<sup>13</sup>. Zusammen mit DEKRA und IoT-Anbietern wird ein Produktzertifizierungsprogramm erarbeitet. Zudem laufen Gespräche beim ASQF und GTB (German Testing Board<sup>14</sup>) zur Aufnahme von IoT-Modulen in die Certified Software Tester-Ausbildung. ■

## REFERENZEN

- 1 Siehe <http://www.gartner.com/newsroom/id/2905717>, Nov. 2014. 2 Siehe <http://www.digitale-vernetzung.org/>, Jan. 2016. 3 Siehe <http://www.acatech.de/?id=1405>, Jan. 2012.
- 4 Siehe [http://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi\\_wp11\\_mec\\_a\\_key\\_technology\\_towards\\_5g.pdf](http://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf), Sept. 2015. 5 Siehe <http://www.itu.int/en/ITU-T/techwatch/Pages/tactile-internet.aspx>, Aug. 2014. 6 Siehe <http://muenschnerklaerung.de/>, Febr. 2016. 7 Siehe <http://smart-data.fzi.de/memorandum/>, Apr. 2014. 8 Siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Internet\\_der\\_Dinge](https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge), Febr. 2016. 9 Siehe <http://www.iot-a.eu/public>, Febr. 2016. 10 Siehe <http://www.computerwoche.de/a/das-internet-of-things-waechst-rasant,3219970>, November 2015. 11 Siehe [http://www.rolandberger.de/pressemitteilungen/515-press\\_archive2015\\_sc\\_content/digitale\\_transformation\\_in\\_europa.html](http://www.rolandberger.de/pressemitteilungen/515-press_archive2015_sc_content/digitale_transformation_in_europa.html), März 2015. 12 Siehe <http://www.ttcn-3.org/>, Febr. 2016. 13 Siehe <http://iot-eclipse.org/java/>, Febr. 2016. 14 Siehe <http://www.german-testing-board.info/>, Febr. 2016.



Prof. Dr.-Ing Ina Schieferdecker ist Leiterin des Fraunhofer FOKUS und Präsidentin des ASQF e.V.