

Stellungnahme Prof. Dr. Werner Damm

Expertengespräch „Interoperabilität und Standards“

Fünf unterschiedliche *Beispiele* sollen im Folgenden zur Veranschaulichung der Argumentationslinien zur Beantwortung der gestellten Fragen herangezogen werden. Die Kurzbeschreibungen der ersten drei Beispiele sind Wikipedia entnommen, das letzte Beispiel reflektiert aktuelle Ergebnisse von Expertenhearings der Forschungsunion zum Thema Industrie 4.0 an der der Autor teilgenommen hat.

Beispiel 1: ETCS – European Train Control System

(www.db-netz.de/fahrweg-de/start/technik/strukturseite/, www.uic.org)

Das **European Train Control System** (kurz **ETCS**) ist eine Komponente eines einheitlichen europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystems, das unter dem Buchstabenkürzel ERTMS entwickelt wurde. Die zweite technische Komponente dieser digitalen Bahntechnologie ist das Bahn-Mobilfunksystem GSM-R. ETCS soll die Vielzahl der in den Ländern eingesetzten Zugsicherungssysteme ablösen. Es soll mittelfristig im Hochgeschwindigkeitsverkehr Verwendung finden und langfristig im gesamten europäischen Schienenverkehr umgesetzt werden. Nach mehrjähriger Erprobung wird ETCS seit 2006 im kommerziellen Betrieb auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken Rom–Neapel und Mailand–Turin, sowie seit Frühjahr 2007 bei den schweizerischen Bahnunternehmen SBB und BLS AG, eingesetzt. Weitere Strecken sind europaweit im Aufbau bzw. in Planung, wobei die eingesetzten Versionen von ETCS sowie die jeweilige Anpassung an die nationalen Betriebsregeln nicht einheitlich oder austauschbar sind. Seit 2001 ist die Ausrüstung neuer Strecken mit ETCS in der EU durch europäisches Recht vorgeschrieben.

Orthogonal hierzu ist die zur Zeit primär durch die DB AG getriebene open ETCS Initiative, welche eine open-source basierte Implementierung von ETCS Komponenten anstrebt.

Beispiel 2: Autosar

(www.autosar.org)

AUTOSAR (*AUTomotive Open System ARchitecture*) ist eine Entwicklungspartnerschaft aus

Automobilherstellern, Steuergeräteherstellern sowie Herstellern von Entwicklungswerkzeugen, Steuergeräte-Basis-Software und Mikrocontrollern. Ziel von AUTOSAR ist es, den Austausch von Software auf verschiedenen Steuergeräten zu erleichtern. Dazu wurde eine einheitliche Softwarearchitektur mit einheitlichen Beschreibungs- und Konfigurationsformaten für Embedded Software im Automobil erarbeitet. AUTOSAR definiert Methoden zur Beschreibung von Software im Fahrzeug, die sicherstellen, dass Softwarekomponenten wiederverwendet, ausgetauscht, skaliert und integriert werden können.

Beispiel 3: Genivi

(www.genivi.org)

The GENIVI Alliance is a non-profit consortium whose goal is to establish a globally competitive, Linux-based operating system, middleware and platform for the automotive in-vehicle infotainment (IVI) industry. The GENIVI Alliance was founded on March 2, 2009 by BMW Group, Delphi, GM, Intel, Magneti-Marelli, PSA Peugeot Citroen, Visteon, and Wind River Systems. Since its founding, the alliance has expanded to more than 100 members who are working together to deliver an open and globally consistent software platform based on Linux for use by the whole automotive industry.

Beispiel 4: OSLC

(open-services.net, siehe auch [2])

The Open Services for Lifecycle Collaboration initiative is aimed at simplifying collaboration across the software and product delivery lifecycle. Its goal is to enable teams to use disparate tools and share lifecycle resources in delivering software, whether the tools are from IBM, other vendors, open source projects, or in-house development, and to do so in a way that is open and non-proprietary and that will encourage all industry members to participate.

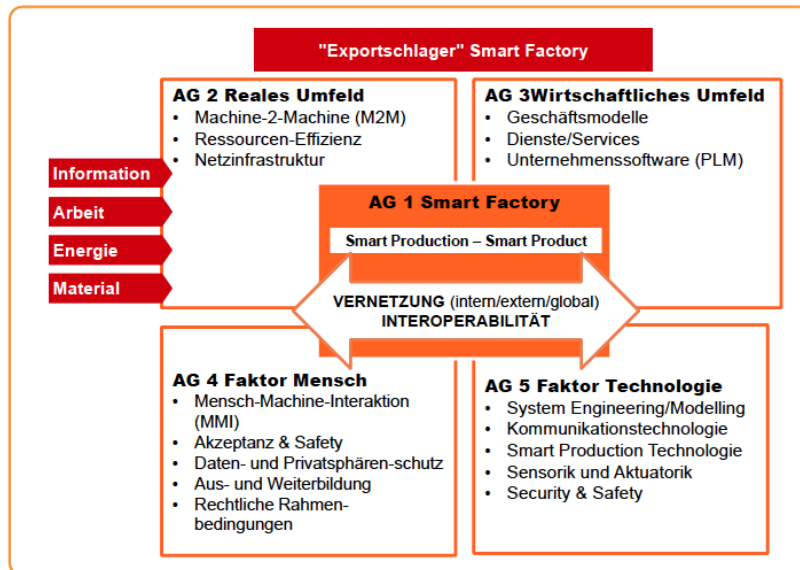
Beispiel 5: Industrie 4.0

(siehe <http://www.hightech-strategie.de/de/2676.php> und [1])

Im Rahmen der Promotergruppe Kommunikation der Forschungsunion werden gegenwärtig entlang der in Schaubild 1 dargestellten Dimensionen die Potentiale und Voraussetzungen für den auf der Basis von IKT-Technologien möglichen Schritt zur globalen Vernetzung horizontaler und vertikaler Zulieferketten und daraus resultierender Optimierungspotentiale in Fertigung und Produktion („Smart Factory“) unter dem Schlagwort *Industrie 4.0* evaluiert. Dabei wurde die Notwendigkeit von branchenübergreifenden Interoperabilitätsstandards als zentrale Voraussetzung identifiziert.

Zukunftsprojekt: Industrie 4.0

Unterarbeitsgruppen



Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft
BD Kommunikation

Die Beispiele stehen repräsentativ für folgende Anwendungsszenarien von Interoperabilitätsprinzipien:

- A grenzübergreifende Betreuung gemeinsamer Infrastrukturen (Bsp. 1)
- B branchenspezifische Schaffung von de-facto Standards für technische Artefakte und deren Entwicklungsprozesse auf der Basis offener Spezifikationen (Bsp. 2)
- C branchenspezifische Schaffung einer open-source community für nicht differenzierende Basisfunktionalitäten (Bsp. 3)
- D (branchenübergreifende) offene Schnittstellenspezifikation zur Werkzeugintegration zur Unterstützung des System/SW Lifecycles (Bsp. 4)
- E branchenübergreifende offene Interoperabilitätsstandards zur vertikalen und horizontalen Integration von Zulieferketten an Hand von offenen Referenzarchitekturen (Bsp. 5)

Die gestellten Fragen sind differenziert für die unterschiedlichen Szenarien und unterschiedliche Stakeholder innerhalb der Szenarien zu beantworten.

Welche wirtschaftlichen Vor- und welche Nachteile gibt es für Unternehmen, Software bzw. Technologien zu entwickeln, die auf offenen Standards beruhen und interoperabel sind?

Szenario A

Stakeholder

Die beteiligten Stakeholder sind:

- die Betreiber von Infrastrukturen
- die Nutzer von Infrastrukturen
- die beteiligten Staaten
- die Europäische Kommission

Ausgangssituation

Die Ausgangssituation für Beispiel 1 ist geprägt durch nationale Standards in der Zugsicherungstechnik, welche einen grenzübergreifenden Personen- oder Güterverkehr nur dann erlauben, wenn zugseitig für jedes durchfahrene Land die entsprechende Hard/Software Realisierung der für die Zugsicherung notwendigen Komponenten gegeben ist. Die Europäische Kommission hat zur Sicherung ihrer strategischen Zielsetzungen im Bereich Mobilität die Schaffung eines einheitlichen europaweiten Sicherheitsstandards, ETCS, sowie einen Migrationsplan zur Strecken- und Zugseitigen Aufrüstung von Hochgeschwindigkeitstrassen verbindlich vorgegeben. Die Betreibergesellschaften haben über ihre europäische Dachorganisation den Standard definiert. Dabei wurden allerdings auf die Festlegung von genügend eindeutigen standardisierten Nachweisen zur Konformität von Implementierungen der Zulieferindustrie gegenüber diesem Standard verzichtet, ein Schritt, der erst kürzlich in Angriff genommen wurde.

Aus Sicht der Betreiber von Infrastrukturen

stellt sich zunächst ein erheblicher zusätzlicher Investitionsbedarf zur

Aufrüstung der Hochgeschwindigkeitskorridore nach ETCS dar, der konkurrierend zum insgesamt notwendigen regelmäßigen Erneuerungsbedarf in die streckenseitige Sicherungstechnik wirkt. Auf Grund des bestehenden extrem hohen Investitionsvolumens ist eine Gesamtumstellung des Streckennetzes auf den Europäischen Standard ausgeschlossen. Allerdings kann durch Verwendung bei Neubaustrecken eine Migration auch bei rein nationalen Strecken erfolgen. Vorteile ergeben sich für die Betreiber durch die resultierende Marktöffnung. Einzelne Zulieferfirmen adressieren den neuen Markt aggressiv und brechen damit etablierte Zulieferstrukturen in den einzelnen Ländern auf. Eine weitere massive Einwirkung auf den Markt ist aktuell dadurch zu beobachten, dass gegenwärtig die Betreiber eine „open ETCS“ Initiative gestartet haben in der eine open-source basierte Entwicklung von ETCS Komponenten forciert wird. Dabei werden allerdings nicht-triviale Haftungsfragen zu klären sein, die an anderer Stelle dieser Stellungnahme ausführlicher beleuchtet werden.

Aus Sicht der Nutzer der Infrastruktur

wird damit eine bisherige länderspezifische weitgehende Monopolstruktur im Fernverkehr aufgebrochen, in der etwa sowohl die SNCF wie auch die DB AG Fernstrecken im Grenzübergreifenden Verkehr bedienen und grundsätzlich Betreibergesellschaften von Drittländern nationale mit ETCS ausgerüstete Strecken als Markt erschließen können.

Aus Sicht der Zulieferindustrie

erfolgt mit zunehmenden Grad an Detailtiefe der Spezifikation eine zunehmende Bedrohung des Offenlegens von Kern Know-how, welches offensichtlich ist für die open ETCS Lösung. Grundsätzlich schränkt jeder Schritt der Verfeinerung des Interoperabilitätsstands die Möglichkeiten ein, kostengünstig auf den Markt breit eingeführte proprietäre Lösungen als Basis für ETCS Implementierungen zu verwenden, und schwächt damit die Anbieterposition von Zulieferern, die statt auf Neuentwicklungen auf eine Adaption existierender Lösungen setzen. Andererseits stellt die Standardisierung, wie oben dargestellt, das Potential zum Aufbrechen von langjährig etablierten Marktstrukturen dar.

Aus Sicht der europäischen Kommission

entstehen nur Vorteile. Neben der Umsetzung der eigenen Mobilitätsziele führt dies zu einer Liberalisierung des Marktes. Als Sekundäreffekt werden Zertifizierungsverantwortlichkeiten zunehmend auf europäische Ebene verlagert, und damit auch für die Erstellung von Sicherheitsnachweisen mittelfristig eine einheitliche europäische Zertifizierungseinrichtung möglich.

Szenario B / Nachtrag C

Stakeholder

- Automobilhersteller (OEMs)
- Zulieferindustrie (Tier 1, Tier 2, Tier 3)
- Werkzeughersteller (Hersteller von Entwicklungswerkzeugen)

Ausgangssituation

Der primäre Treiber für die Schaffung von Autosar ist die aus Kostengründen zwingende Entkopplung der Anzahl der im Fahrzeug integrierten Funktionen und Anzahl der in Fahrzeug verbauten Steuergeräte. Traditionelle Entwicklungsprozesse basierten (vereinfacht) auf einem Ansatz, in dem jede neue Fahrzeugfunktion auf einem eigenen Steuergerät durch einen Tier 1 Zulieferer realisiert wird, sodass –vereinfacht gesprochen– beim Automobilhersteller (OEM) die Gesamtfunktionalität des Fahrzeuges durch Integration dieser fertigen Realisierungen von einzelnen Fahrzeugfunktionen in die Elektronikarchitektur des Fahrzeuges erfolgen kann. Diese klassische Situation hat entscheidende Vorteile: klare Verantwortlichkeiten, klare haftungsrechtliche Abgrenzung. In dem Maße, in dem Fahrzeugfunktionen zunehmend durch das Zusammenspiel mehrerer Steuergeräte realisiert wurden, brachen die Vorteile weg. Die exponentiell wachsende Anzahl von im Fahrzeug verbauten Funktionen machte schließlich die Schaffung einer einheitlichen, auf offenen Standards basierten Entwicklungsplattform unumgänglich: sie erlaubt insbesondere, dass ein einzelnes Steuergerät zur Implementierung mehrerer Funktionen verwendet werden kann.

Aus Sicht der Automobilhersteller

ist – wie dargestellt – ein entscheidender Vorteil die damit mögliche „Deckelung“ der Fahrzeugkosten. Insgesamt führt auch hier die Einführung von offenen Standards zu einer Marktveränderung. Der globale Markt für automotive Basissoftwareentwicklung wird durch standardisierte Abstraktionsebenen erweitert, ein neuer Markt von Anbietern von Applikationssoftware wird geschaffen, und damit insgesamt ebenfalls die Kostenstruktur optimiert. Die durch Autosar notwendige Umstellung der Entwicklungsprozesse entlang der Zulieferkette ist allerdings auch mit erheblichen Risiken verbunden. Die dabei zu Grunde liegende Problematik ist immer dann relevant, wenn es um Interoperabilitätsprinzipien für technische Systeme geht: inwieweit beinhalten die Spezifikationen tatsächlich **alle** Aspekte, welche eine verteilte Entwicklung durch unterschiedliche Firmen derart unterstützt, dass die Integration in ein Gesamtsystem problemlos möglich ist. Dies sei beispielhaft am Thema Nachweis von Echtzeitanforderungen aufgezeigt: für viele Anwendungen ist es strikt erforderlich, dass Systemreaktionen innerhalb von vorgegebenen Zeitschranken erfolgen (ein Seitenairbag muss in 5 msec aufgeblasen sein). Wenn nun verschiedene Zulieferer Software entwickeln, deren Allokation auf einem Prozessor erst zur Integrationszeit durch den OEM festgelegt wird, wie soll dann garantiert werden, dass hierfür ausreichend Rechenzeit zur Verfügung steht? Dieses ist nur ein Beispiel von zahlreichen sogenannten nicht-funktionalen Anforderungen, die in der Realisierung technischer Systeme zu berücksichtigen sind. Interoperabilitätsstandards für technische Systeme müssen sich daran messen lassen, inwieweit derartige nicht-funktionale Anforderungen in standardisierter Weise erfasst werden können. Im Autosar Kontext wurde dies erst nachträglich als Problem erkannt (und zwischenzeitlich für Zeitanforderungen behoben). Beispielhaft seien als weitere Risiken die Frage nach Produkthaftung und Funktionssicherheit im Kontext solcher über mehrere Organisationen verteilter Prozesse für die Entwicklung eines einzelnen Steuergerätes genannt. Schließlich stellt die Umstellung auf Autosar-basierte Implementierungen insgesamt einen disruptiven Prozess mit entsprechenden Aufwänden an Schulungen von Mitarbeitern dar.

Aus Sicht der Zulieferindustrie

werden etablierte Geschäftsmodelle von Tier 1 Zulieferern, in der vollständige Systemlösungen für einzelne Fahrzeugfunktionen angeboten werden, zunehmend mit einer flächendeckenden Einführung von Autosar gefährdet. Allerdings erfolgt die Umstellung auf Autosar schon alleine auf Grund der oben dargestellten Risiken mitnichten auf einen Schlag, sondern zunächst nur für einzelne Funktionsklassen. Eine ursprünglich geplante Standardisierung von Funktionsschnittstellen wurde weitestgehend abgewehrt – diese hätte die durch Autosar bedingte größere Austauschbarkeit von Zulieferern durch OEMs weiter verschärft. Gleichzeitig öffnet sich ein neuer Markt der Herstellung von SW-Komponenten für unterschiedlichste Applikationsklassen: so ist etwa denkbar - ähnlich wie im EDA Bereich – Entwurfsbibliotheken für „abgehangene“ Fahrzeugfunktionen bereitzustellen. Beispiel 3 zeigt dies für nicht-differenzierende Basisfunktionalitäten für Infotainment Funktionen im Fahrzeug. Die dort gewählte Ausprägung als Open-Source Lösungen verschärft die oben angeschnittenen Fragen nach Produkthaftung.

Aus Sicht der Werkzeughersteller

wird durch die standardisierten Prozesse und Metamodelle der Entwicklungsartefakte eine hervorragende Basis für standardbasierte Methoden für sämtliche Aspekte des HW/SW Entwicklungsprozesses für Automotive Applikationen geschaffen, welche unmittelbar in die firmenspezifischen Prozesse integriert werden können. Es wird insgesamt ein „eco-system“ befördert, in dem innovative Lösungen für Teilaspekte (z. Bsp. Echtzeitanalysen), welche typischerweise durch KMUs entwickelt werden, nunmehr auf der Basis des Autosar Standards leicht in industrielle Prozesse integriert werden können. Insgesamt kann damit die Zeit zur Schaffung von Prozessinnovationen deutlich verkürzt werden.

Szenario D

Der Autor ist maßgeblich an einer Erweiterung von OSCL für Critical Systems

Engineering im Rahmen der Joint Undertaking Artemis beteiligt. Die nachfolgenden Ausführungen reflektieren Erfahrungen dieses Prozesses. Eine ausgezeichnete Darstellung der Vor- und Nachteile von Unternehmen in der Mitwirkung zu OSCL wird in Referenz [2] gegeben, auf die ausdrücklich verwiesen wird.

Stakeholder

- Global agierende Unternehmen in den Branchen Aerospace, Automotive, Automation, Rail, Health Care
- Global agierende Hersteller von Werkzeugen für kollaborative System/Software Life Cycle Management
- Hersteller von Teillösungen zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses kritischer Systeme, KMUs

Ausgangssituation

Industrielle Entwicklungsprozesse in den oben genannten Branchen verwenden hunderte von Werkzeugen unterschiedlichster Anbieter zur Implementierung des System Life Cycle. Wie in [2] dargestellt, führen die dafür notwendigen Werkzeugkopplungen zu fehlender Durchgängigkeit, hohen Integrationsaufwänden, und hoher Trägheit in der Integration von Prozess- und Methodeninnovationen. Für Domänen mit Produkten mit hoher sicherheitsrelevanz, wie in den hier betrachteten Branchen, sind darüber hinaus durch Standards vorgeschriebene stringente Anforderungen an Prozesse zu berücksichtigen, wie etwa vollständige Nachvollziehbarkeit von Sicherheitsanforderungen. Um den hohen Anforderungen an Qualität bei gleichzeitig exponentiell wachsender Komplexität der SW/HW Anteile an Produkten gerecht zu werden, wurde eine branchenübergreifende offene Interoperabilitätsspezifikation entwickelt, welche den besonderen Anforderungen in der Entwicklung sicherheitsrelevanter Systeme Rechnung trägt. Dabei wurde wenn möglich auf OSLC zurückgegriffen.

Aus Sicht der global agierenden Unternehmen

soll durch die offene Interoperabilitätsspezifikation (im folgenden IOS) ein „innovation eco-System“ ähnlich zu Autosar geschaffen werden, in der

innovative Lösungen für sämtliche Teilaspekte des System/Software Life Cycle Prozess für sicherheitsrelevante Systeme adressiert werden. Auf Grund der IOS-Kompatibilität wird mit einer signifikanten Reduktion von Aufwänden und Zeit in der Integration solcher Lösungen gerechnet. Durch eine – ähnlich zu Autosar – erwartete breite Marktakzeptanz wird darüber hinaus eine Reduktion der Abhängigkeit von Anbietern von Komplettlösungen erreicht, die oft auf proprietären Integrationsformaten aufsetzen. Über die unmittelbaren Fragen der Werkzeugkopplung hinaus wird die Weiterentwicklung des IOS getrieben aus den Anforderungen einschlägiger Sicherheitsnormen, der Unterstützung der Architekturmodellierung und komponentenbasierter Entwurfsprozesse, sowie der Verifikations- und Validationsschritte. Die hierzu notwendigen Erweiterungen von OSLC erfolgen auf der Basis in IOS integrierter Metamodelle entsprechender Entwurfsartefakte. Dadurch werden signifikante Vorteile in der Reduktion der Entwicklungszeiten und der Reduktion der Zertifizierungskosten bzw. der Kosten zur Erstellung von Safety Cases erwartet.

Aus Sicht der global agierenden Werkzeughersteller sind die Vor- und Nachteile ausgezeichnet in [2] dargestellt.

Aus Sicht der Hersteller von Teillösungen zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses kritischer Systeme

stellt die Einführungen von IOS Chancen und Risiken dar. Kritisch wird beobachtet, dass damit eine leichtere Austauschbarkeit gegeben wird, insgesamt überwiegen jedoch deutlich die Vorteile durch eine leichtere Integrierbarkeit von Teillösungen in industrielle Entwicklungsprozesse und dem unmittelbar im eco-system gegebenen Zugang zu branchenübergreifend harmonisierten Anforderungen an Teillösungen.

Szenario E

Ausgangssituation

In mehreren Expertentreffen der Promotergruppe Kommunikation der Forschungsunion wurden signifikante Potentiale zur Produktivitätssteigerung

und Kostenreduktion in industriellen Fertigungsprozessen durch eine enge Vernetzung klassischer fertigungstechnischer Sichten auf Produktionsprozesse mit einer unmittelbaren Beobachtbarkeit der für die Produktion benötigten und in der Produktion befindlichen Teile entlang horizontaler und vertikaler Zulieferketten identifiziert: „Zusätzlich zur stärkeren Automatisierung in der Industrie ist die Entwicklung intelligenterer Monitoring- und autonomer Entscheidungsprozesse relevant, um Unternehmen und ganze Wertschöpfungsnetzwerke in nahezu Echtzeit steuern und optimieren zu können“ [3]. Die Schaffung einer solchen globalen Beobachtbarkeit setzt die Schaffung von branchenübergreifenden Standards zum Austausch des Transport-, Qualitäts-, Fertigungszustandes der im Fertigungsprozess involvierten Teile voraus, welcher verbunden sein muss mit Zertifikaten über die Verlässlichkeit und Zeitgenauigkeit solcher Informationen.

Stakeholder

- Hersteller von Produktionsanlagen
- Fertigende Industrie
- Logistikunternehmen
- Zulieferindustrie entlang der gesamten Zulieferkette der fertigenden Industrie
- Zulieferindustrie entlang der gesamten Zulieferkette der Hersteller von Produktionsanlagen

Diskussion

Auf Grund der frühen Phase der Überlegungen zu Industrie 4.0 können hier nur exemplarisch Vor- und Nachteile angerissen werden. Für Hersteller von Produktionsanlagen stellt dies zunächst eine Bedrohung eines bisherigen Geschäftsmodells dar, in der Komplettlösungen angeboten werden, welche zumindest in Teilen auf proprietären Standards basieren. Eine wie oben geforderte Beobachtbarkeit setzt eine signifikante Öffnung von bisher internen Schnittstellen sowie deren Anpassung an einen global zu entwickelnden Standard voraus. Ob tatsächlich eine solche Öffnung erfolgt, ist im Moment nicht abzusehen. Für Unternehmen entlang der Zulieferkette der fertigenden Industrie würde eine derartige Beobachtbarkeit des Fertigungszustandes der

produzierten Teile eine Offenlegung von bisher firmeninternen Daten über die Effizienz der eigenen Fertigungsprozesse beinhalten. Da ohne weitere Vorkehrungen der Nutzen einer solchen Offenlegung nur bei nachgelagerten Unternehmen der Produktionskette liegt, müssen neue Geschäftsmodelle entwickelt werden, welche auch für den Zulieferer Anreize zur Bereitstellung solcher Informationen liefern.

Gibt es technische und/oder rechtliche Hindernisse, die einer Interoperabilität von Software/Technologien entgegenstehen (Deutschland, Europa und weltweit)?

In allen Szenarien, in der Interoperabilität zwischen sicherheitsrelevanten technischen Systemen hergestellt werden soll (wie etwa in Beispielen 1 und 2), müssen Schnittstellenspezifikationen auch für nicht-funktionale Eigenschaften erstellt werden, die genügend umfassend sind, um darauf die notwendigen Sicherheitsnachweise für das Gesamtsystem aufbauen zu können. Dazu gehört ebenfalls die Charakterisierung zulässiger Einsatzkontexte. Geeignete Techniken für derart reichhaltige Schnittstellenspezifikationen sind mitnichten Stand der Praxis. Die im Beispiel 4 diskutierten Interoperabilitätsspezifikationen sollen so weiterentwickelt werden, dass sie diese Aspekte mit abdecken.

Viele Zielsetzungen der High-Tech Strategie oder von Horizon 2020 setzen die Schaffung von branchenübergreifenden Interoperabilitätsstandards voraus. Im Rahmen der durch den Autor geleiteten Expertenhearings zur Nationalen Roadmap Embedded Systems wurde hierzu festgestellt [4, S.52]:

„Innovationsblockierend, insbesondere in Bezug auf die zunehmende Konvergenz von Endgeräten, aber auch zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen etwa in den Feldern Gesundheit, Mobilität, Smart City und Sicherheit wirkt sich das Fehlen von offenen, Branchen-übergreifenden Interoperabilitätsstandards aus. Nur durch Schaffung geeigneter regulatorischer Rahmen auf europäischer Ebene – in Abstimmung mit den nationalen Regelungen – können die Branchen-übergreifenden Innovationspotenziale der (Anmerkung des Autors: in der High-Tech Strategie der Bundesregierung dargestellten) Strategielinien erschlossen werden.“

Problematisch ist hier, dass der geeignete Rahmen für die Initiierung dafür notwendiger branchenübergreifender Normungsprozesse fehlt, und für einzelne

Branchen der resultierende Mehrwert nicht notwendigerweise ausreicht, um von sich aus Normungsinitiativen voranzutreiben. Das Beispiel Elektromobilität zeigt auf, wie unterschiedlichen Kulturen und Sprechweisen getrennter Branchen das Schaffen von branchenübergreifenden Standards erschweren.

zitierte Quellen

[1] Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, Promotorengruppe KOMMUNIKATION
Zukunftsprojekt Industrie 4.0 Handlungsempfehlungen zur Umsetzung, November 2011

[2] The business value of open collaboration, IBM Rational, 2009

[3] <http://www.hightech-strategie.de/de/2676.php>

[4] Nationale Roadmap Embedded Systems –

Referenz: Reinhold Achatz, Klaus Beetz, Manfred Broy, Heinrich Daembkes, Werner Damm, Klaus Grimm und Peter Liggesmeyer. Nationale Roadmap Embedded Systems. ZVEI, Kompetenzzentrum Embedded Software & Systems (Hrsg.). Frankfurt/Main. 2009

URL: http://www.safetrans-de.org/documents/NRMES_2009.pdf