



Positionspapier Systems Engineering Best Practice Circle

**Erfahrungsaustausch-Plattform
... für Experten und Interessierte**

Autoren

Andrea Denger

VIRTUAL VEHICLE Research Center
Information & Process Management

Christian Tschirner

Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik (IPT-EM)
Systems Engineering Management

Mitwirkende Personen:

Sascha Ackva, Airbus Defence & Space

Gerd Beck, John Deere

Rainer Bernhard, AVL

Robert Braun, Siemens AG Österreich

Frank Bürgschens, John Deere

Dirk Denger, AVL

Johannes Fritz, Virtual Vehicle

Alexander Geldmacher, Huf Hülstbeck & Fürst GbmH & Co. KG

Torsten Gilz, Daimler AG

Jan Groever, Claas KGaA mbH

Michael Hillebrand, Fraunhofer-Projektgruppe IPT-EM

Johannes Hirtenlechner, Siemens AG Österreich

Dr.-Ing. Christian von Holst, John Deere

Dr.-Ing. Lydia Kaiser, Fraunhofer-Projektgruppe IPT-EM

Prof. Alfred Katzenbach

Martin Klöckl, AVL

Dr.-Ing. Simon Königs, BMW AG

Robert Korošec, AVL

Martin Krammer, Virtual Vehicle

Jesko Lamm, Bernafon AG

Dr.-Ing. Michael Maletz, AVL

Jürgen Menhart, AVL DiTest

Bernd Mödeker, VW AG

Jürgen Rambo, Daimler AG

Nicolas Schmitt, Audi AG

Markus Walker, Schindler Elevator

Julia Weber, AVL

Dr.-Ing. Christian Zingel, AVL

Mit Systems Engineering zum Erfolg

Systems Engineering (SE) ist ein Ansatz, den Herausforderungen komplexer Entwicklungsprojekte gerecht zu werden. Basis ist eine ganzheitliche Betrachtung des Systems aus Produkt- und dazugehöriger Prozess- und Organisationsgestaltung. Hier ist Transparenz das zentrale Schlagwort: SE schafft allen Stakeholdern ein einheitliches Verständnis über die Aufgaben und die systemischen Abhängigkeiten – über den gesamten Produktlebenszyklus. Mit dem noch jungen Model-Based Systems Engineering (MBSE) wird es zudem gerade auf eine neue Leistungsstufe gehoben. Ein uneinheitliches Verständnis von SE und MBSE verhindert allerdings den branchenübergreifenden Durchbruch als zentrales Management- und Entwicklungsparadigma. Der SE-Best Practice Circle als Industriearbeitskreis der Gesellschaft für Systems Engineering e.V. will dies ändern.

Warum Systems Engineering?

Die frühen Phasen der Produktentwicklung sind von zentraler Bedeutung, um innovative Produkte kundengerecht und rechtzeitig auf den Markt zu bringen. Eine systematische Herangehensweise, die von allen Beteiligten gleichermaßen verstanden und geschätzt wird, fehlte lange Zeit. Systems Engineering als interdisziplinärer Ansatz unterstützt bei der erfolgreichen Lösung komplexer und interdisziplinärer Aufgabenstellungen. Es integriert alle Disziplinen und Stakeholder (inkl. Kunden und Märkte) und ermöglicht einen strukturierten Entwicklungsprozess vom Konzept bis zur Produktion und dem anschließenden After Sales. Alles ist dem Ziel untergeordnet, ein qualitativ hochwertiges Produkt zu schaffen, das nicht nur die Bedürfnisse der Nutzer erfüllt, sondern auch wettbewerbsfähig realisiert wurde.

Systems Engineering packt die Hauptherausforderung der Produktentwicklung an: Transparenz über das Produkt und das dazugehörige Projekt. Die große Anzahl teilweise widersprüchlicher Anforderungen an das Produkt ist kaum zu überblicken, sein Wir-

kungsweise aufgrund der vielen spezialisierten Einzeldisziplinen nicht vollständig bekannt, wichtige Informationen werden erst spät im Lebenszyklus verfügbar.

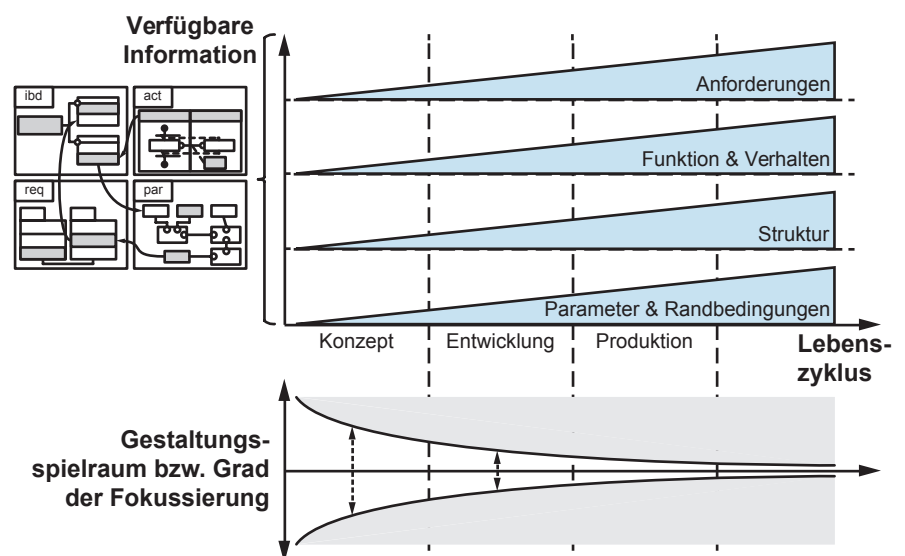


Bild 1: Verfügbare Informationen vs. Gestaltungsspielraum entlang des Produktlebenszyklus [1]

Gleichzeitig ist der Gestaltungsspielraum für notwendige Änderungen bereits stark eingeschränkt (Bild 1). Das wird zusätzlich erschwert durch gewachsene Wertschöpfungsstrukturen: Heutige Projekte sind über zahlreiche Zuliefererstufen, Zeitzonen und Kulturkreise verteilt.

Über den gesamten Produktlebenszyklus existieren bislang Fragen und Aufgaben, die nur mit hohem Aufwand sauber und mehrwertstiftend für alle Projektbeteiligte beantwortet werden können.

- „Welche Funktion wird benötigt, um die Anforderung zu erfüllen?“
- „Welche Technologie muss eingesetzt werden, um diese Funktionen bereitzustellen?“
- „Was ist die beste Kombination von Einzellösungen zur Erreichung des Projektziels?“
- „Wie schaffe ich ein Verständnis für die Funktionsweise des technischen Systems – auch für Disziplinen wie Einkauf oder Service?“
- „Wie ist das Gleichgewicht zwischen Zeit-, Kosten- und Qualitätszielen trotz hohen Markt- und Managementdruck zu erreichen?“
- „Wie koordiniere ich ein Projekt mit seinen zahlreichen Rollen bei einer scheinbar unendlichen Anzahl an eingesetzten Software-Werkzeugen für alle Beteiligten einheitlich und verständlich?“
- „Wie koordiniere ich ein Projekt ideal trotz widersprüchlicher Ziele?“

Die Produktentstehung steht mit der Mechatronisierung vor Herausforderungen, denen die auf eine singuläre Sichtweise reduzierten aktuellen Entwicklungs- und Managementansätze nicht gewachsen sind. Viele Ingenieure und Projektmanager suchen nach neuen Ansätzen, um die Produktentstehung zu beherrschen. In der Fertigung hat „Lean“ Effizienzsteigerungen geschaffen, im Qualitätsmanagement hat Total Quality Management (TQM) eine ganzheitliche Sicht auf das Thema Qualität geworfen. In

der Entwicklung laufen diese Fäden zusammen – neue Ansätze sind hier allerdings aufwändiger zu realisieren: Änderungen haben Auswirkungen auf sämtliche Prozesse und Organisationsstrukturen – weshalb neue Konzepte gescheut werden, obwohl damit auch die Chance positiver Effekte für alle Bereiche besteht. Systems Engineering stellt sich dieser Herausforderung und geht mit der jungen Idee des Model-Based Systems Engineering (MBSE) sogar noch einen Schritt weiter.

Alexander Geldmacher,
Senior Manager Product
Development Systems - Car
Access and Immobilization,
Huf Hülsbeck & Fürst GmbH
& Co. KG

„Design Rules, Lessons Learned, Requirements Management und FMEA sind selbstverständlicher Bestandteil des Entwicklungsprozesses, die zur richtigen Zeit eingesetzt und abgeschlossen sind, indem die dabei eingesetzten Tools unauffällig aber effektiv unterstützen, ohne als effizienzmindernde Herausforderung wahrgenommen zu werden – Systems Engineering gibt dem Ganzen den richtigen Rahmen.“

Was ist SE und wie hat es sich entwickelt?

Systems Engineering hat sich im letzten Jahrhundert als zentraler Ansatz der Produktentwicklung in der Luft- und Raumfahrt und der Verteidigungsindustrie etabliert – vornehmlich in den USA und den angelsächsischen Ländern. Wobei Systems Engineering sehr facettenreich ist, was sich in unterschiedlichen Ausprägungen und einer relativ großen Anzahl von Definitionen äußert. Eine der jüngeren Definitionen, als kleinster gemeinsa-

mer Nenner der Fachwelt, stammt vom US-amerikanischen Systems Engineering Research Center:

“Any application of a combination of traditional engineering and holistic systems thinking, working with domain engineering, human sciences, management and commercial disciplines, to support the engineering of one or more systems of interest to come.” [2]

Somit verbindet SE das Expertenwissen einzelner Fachdisziplinen und gibt ihm einen ganzheitlichen Rahmen (Bild 2).

Insgesamt fällt auf: Gerade die pragmatischen, praxisgetriebenen Ansätze der Verteidigungsindustrie prägen das Bild von SE, jedoch in einer nicht zu überblickenden Vielfalt. In vielen Handbüchern sind Good Practices dokumentiert, welche die Erfahrungen der Anwender widerspiegeln und Nutzen in den klassischen Anwendungsbereichen generieren können.

Heute versucht das International Council on Systems Engineering (INCOSE) diese vielen Herangehensweisen zusammenzuführen und das SE zu vereinheitlichen: SE soll als genereller, branchenunabhängiger Ansatz etabliert werden. Über die zentralen Aufgaben in der Produktentwicklung hinaus berücksichtigt SE die wechselseitigen Abhängigkeiten aller Tätigkeiten bis hin in das sozioökonomische Umfeld einer gesamten Branche (Bild 3). Systems Engineering liefert Methoden mit denen Systemdenken in der Produktentstehung unterstützt wird – anders als die weit verbreiteten spezialisierten Ansätze, wie bspw. die Design-for-X (DfX) Konzepte. Diese allein stehenden Ansätze reichen nicht mehr aus, um die Funktions- und Wirkungsweise heutiger Systeme ganzheitlich sicherzustellen.

Systems Engineering ist also Ausgangspunkt für die Produktentstehung moderner technischer Systeme. Gleichzeitig erklimmt Systems

Engineering mit dem sog. Model-Based Systems Engineering (MBSE) eine neue Leistungsstufe. Mit einem zentralen Systemmodell soll als „Single Source of Truth“ von Beginn der Produktentstehung an eine fachdisziplinübergreifende Systemspezifikation konsistent beschrieben und über den gesamten Lebenszyklus genutzt werden. Laut INCOSE ist MBSE

„[...] die formalisierte Anwendung der Modellierung des Systems mittels grafischer Beschreibungssprachen zur Unterstützung von Anforderungsdefinition, Design, Analyse, Verifikation und Validierung von Beginn an über alle Phasen des Produktlebenszyklus hinweg.“ [4]

Damit verspricht MBSE vielfältige Nutzenpotentiale – die zunächst von einem

einheitlichen Systemverständnis bis hin zu konsistenten Produkt- und Modulspezifikationen reichen. Als faszinierende Perspektive gilt die Idee, frühzeitige fachdisziplinübergreifende Analysen und Simulationen zu ermöglichen.

Jesko Lamm,
Senior Systems Engineer,
Bernafon AG

„Model-Based Systems Engineering: Teamwork wird so mit Modellen gestaltet“

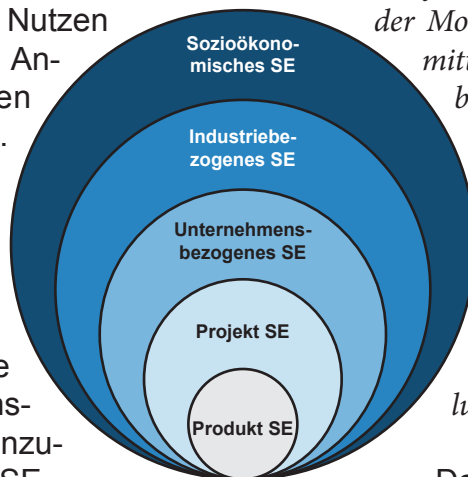


Bild 3: 5 Ebenen des Systems Engineering [3]

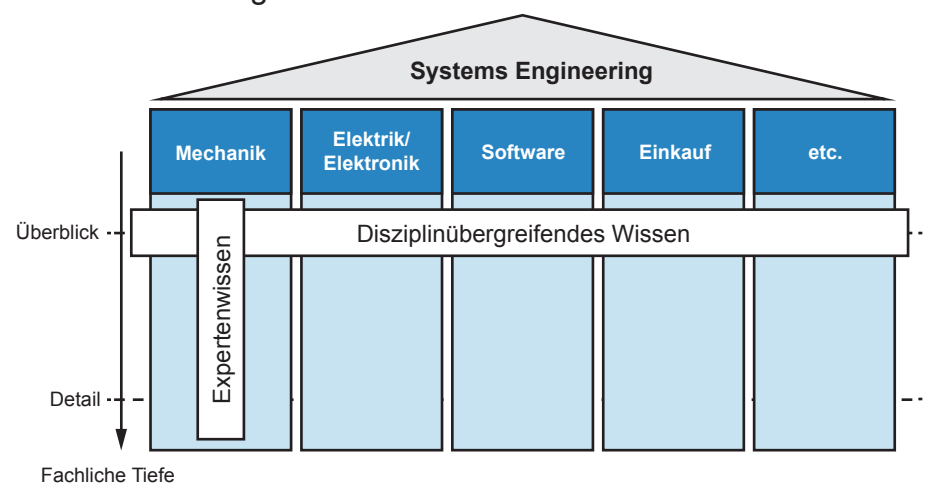


Bild 2: Disziplinübergreifendes Wissen und Expertenwissen in der Produktentwicklung [5]

Was wollen wir mit dem SE-BPC erreichen?

Markus Walker,
Elevator Systems Architect,
Schindler Aufzüge AG

„Mit MBSE verfolgen wir mehrere Ziele. Dazu gehören beispielsweise: Produktoptimierung durch ein besseres Verständnis der Abhängigkeiten, eine bessere Wiederverwendung von Komponenten und Kostenreduktion durch Ausreizen von Grenzen.“

Systems Engineering hat großes Potential für die Entwicklung und Erhaltung technischer Systeme. Allerdings ist es in Branchen außerhalb der Luft- und Raumfahrt häufig noch nicht angekommen. Mit Model-Based Systems Engineering können die drängenden großen Herausforderungen komplexer Systeme noch besser angegangen werden. Wie bei jeder jungen Disziplin eröffnet sich hier noch ein Gestaltungsraum – bei gleichzeitig vorhandenen Kinderkrankheiten. Die vorhandenen Grundlagen sind gut, können aber noch geprägt und geformt werden. Gerade der Zuschnitt auf die Anforderungen jenseits des klassischen Anwendungsfelds in Luft- und Raumfahrt ist von höchster Bedeutung, um die existierende Adaptionsbarriere von SE zu überwin-

den und MBSE zu einem höheren Reifegrad zu treiben. Nur so können die Bedürfnisse zukünftiger Anwender getroffen werden und Systems Engineering bzw. MBSE passgenau in die existierenden Strukturen integriert werden. Hierbei ist das Gleichgewicht zwischen dem technisch Möglichen und dem organisatorisch Sinnvollen sicherzustellen.

Mit dem SE-BPC soll eine Kommunikationsplattform aufgebaut werden, die sich dieser Herausforderung stellt. Mit diesem Erfahrungsaustausch stellen wir sicher, dass die breitgestreute Expertise verschiedener Branchen bei der Weiterentwicklung von Systems Engineering und MBSE berücksichtigt wird. Die Teilnehmer sind zudem Multiplikatoren für das Thema im eigenen Unternehmen.

Johannes Hirtenlechner,
Development Bogie,
Siemens AG Österreich

„SE als Disziplinen übergreifender Entwicklungsansatz in der frühen Phase bietet die beste Möglichkeit der Produktoptimierung in Bezug auf Kosten und Anforderungserfüllung. Voraussetzung dafür ist generalistisches Ingenieurwissen des System Engineerings und laufende hohe Transparenz über den Produktentwicklungsstand.“

Die gemeinsamen Ziele aller vertretenen Unternehmen sind:

- Gemeinsames branchenübergreifendes Verständnis zu SE/MBSE etablieren
- SE/MBSE-Kommunikationsplattform aufbauen und beleben
- Informationsaustausch unter Anwendern zum Thema SE/MBSE ermöglichen
- Methodik, Prozessintegration bzw. konkrete Anforderungen an die IT-Infrastruktur weiterentwickeln und daraus Handlungsempfehlungen ableiten.

Die konkreten Ergebnisse des SE-BPC sind

- Produkte, die für die tägliche Arbeit der Teilnehmer einen direkten Nutzen bringen, bspw. Best Practice-Beispiele oder Checklisten
- Standpunkt-Veröffentlichungen, die eine gemeinsame Sicht der Beteiligten auf das Themenfeld festhalten und zur Kommunikation mit u.a. Tool-Vendoren, Beratern herangezogen werden können
- Präsentationen, Methoden- und Begriffslandkarten zur Multiplikation von SE-Wissen im eigenen Unternehmen

Was sind die Rahmenbedingungen im SE-BPC?

Der SE-BPC ist ein Industriearbeitskreis der GfSE und eine Kommunikationsplattform von Anwendern aus verschiedenen technischen Branchen der D-A-CH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz) – OEMs und Zulieferer aus Automotive, Rail- und Nutzfahrzeugen, Maschinen- und Anlagenbau, Aerospace, Medizintechnik, ... Die vertrauliche Zusammenarbeit steht im Vordergrund des Wirkens, wenngleich über den SE-BPC im Rahmen der üblichen Kommunikationsarbeit der GfSE berichtet wird – inhaltliche Ergebnisse werden jedoch nur nach Abstimmung und Freigabe durch die Beteiligten des SE-BPC kommuniziert. Beratungsunternehmen, Tool-Vendoren und universitäre Einrichtungen sind im SE-BPC nicht vertreten. Vielmehr werden sie zielgerichtet als Diskussionspartner für spezifische Themen und Vorträge eingeladen.

Der SE-BPC ist auf die Weiterentwicklung des methodischen Kerns von Systems Engineering und Model-Based Systems Engineering ausgerichtet. Die Fokussierung auf die Kerngebiete von SE und MBSE, der Kontakt zum Stand der Technik und die methodische Begleitung wird durch die zwei unabhängigen wissenschaftlichen Einrichtungen Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechanik, Paderborn und VIRTUAL VEHICLE, Graz sichergestellt. Sie übernehmen die Koordination und Organisation des SE-BPC und gewährleisten die Kommunikation mit der GfSE e.V. und anderen themennahen Initiativen und Organisationen wie bspw. ProSTEP iViP und den BMBF-Spitzenclustern wie z.B. its-OWL.

Der SE-BPC ist auf die Weiterentwicklung des methodischen Kerns von Systems Engineering und Model-Based Systems Engineering ausgerichtet. Die Fokussierung auf die Kerngebiete von SE und MBSE, der Kontakt zum Stand der Technik und die methodische Begleitung wird durch die zwei unabhängigen wissenschaftlichen Einrichtungen Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechanik, Paderborn und VIRTUAL VEHICLE, Graz sichergestellt. Sie übernehmen die Koordination und Organisation des SE-BPC und gewährleisten die Kommunikation mit der GfSE e.V. und anderen themennahen Initiativen und Organisationen wie bspw. ProSTEP iViP und den BMBF-Spitzenclustern wie z.B. its-OWL.

Wie wird der SE-BPC organisiert?

Der SE-BPC besteht aus den persönlichen Vertretern der beteiligten Unternehmen, die themenabhängig einzelne Projektgruppen bilden können. Halbjährliche Arbeitstreffen sollen die Erreichung der gesetzten Ziele sicherstellen. Der erste SE-BPC in jedem Kalenderjahr wird durch einen Unternehmenspaten begleitet und am Standort des Unternehmens ermöglicht, der zweite SE-BPC findet bspw. im Rahmen des „Tag des Systems Engineering“, der GfSE statt. Auf diese Weise wird der kontinuierliche branchenübergreifende Austausch

sichergestellt und gleichzeitig die Sichtbarkeit der Initiative erhöht. Jeder SE-BPC orientiert sich am folgenden generischen Ablauf: Informationsaustausch, Bearbeitung fachlicher Themen, Come Together, Festlegung weiterer Schritte. Der Ablauf eines SE-BPC wird jeweils spezifisch ausgelegt. Fraunhofer IPT-EM und VIRTUAL VEHICLE stellen die fachliche Organisation sicher, die Kosten für das Rahmenprogramm und die Organisation des SE-BPC werden auf Selbstkostenbasis unter den Unternehmen aufgeteilt.

Dr.-Ing. Christian von Holst,
Global Systems Engineer,
Deere & Company

„Systems Engineering@John Deere – A Competitive Advantage in Mastering Global Challenges.“

Prof. Dr. h.c. Helmut List,
CEO, AVL List GmbH

„Die Kombination von Systems Engineering zur Erfassung aller Anforderungen bzw. Aufgabenstellungen und die Zusammenführung von realer und virtueller Entwicklungsumgebung ist der Königsweg zum „Mastering Speed and Complexity“. Damit kann in Entwicklungsprozessen sehr agil zwischen verschiedenen virtuellen und realen Experimenten gewechselt werden.“ [6]

Ansprechpartner



Andrew Anderson
Head of Engineering Airbus Defence and Space
Dr. Jürgen Bestle
Head of Systems & Software Engineering,

Kontakt: Sascha Ackva
Manager for Processes, Methods and Tools
for Systems Engineering
sascha.ackva@cassidian.com



Dirk Denger
Head of SMTD

Kontakt: Dirk Denger
dirk.denger@avl.com



Jürgen Menhart
Head of Project Management

Kontakt: Jürgen Menhart
juergen.menhart@avl.com



Jesko Lamm
System Integration & Verification

Kontakt: Jesko Lamm
Senior Systems Engineer
jla@bernafon.ch



Gerd Pokraka
Bereichsleiter Corporate R&D

Kontakt: Jan Groever
Projektmanager
jan.groever@claas.com



Projektgruppe
Entwurfstechnik Mechatronik

Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Abteilungsleiter Systems Engineering

Kontakt: Christian Tschirner
Gruppenleiter
Systems Engineering Management
christian.tschirner@ipt.fraunhofer.de



Dr. Matthias Klein
Director Product Development Systems

Kontakt: Alexander Geldmacher
Senior Manager System Development
Car Access and Immobilization
Huf Hüsbeck & Fürst GmbH & Co. KG
alexander.geldmacher@huf-group.com



Dr.-Ing. Christian von Holst
Vertreter der John Deere Werke Mannheim

Kontakt: Dr.-Ing. Christian von Holst
Global Systems Engineer
Suspension Systems
vonholstchristian@johndeere.com



Philippe Henneau
VP Head of Elevator Systems Engineering, Corporate R&D

Kontakt: Markus Walker
Elevator Systems Architect
markus.walker@ch.schindler.com



Helmut Ritter
Head of Engineering, Bogie, Main Line Transport,
Mobility, Siemens AG Österreich

Kontakt: Johannes Hirtenlechner
Development Bogie
johannes.hirtenlechner@siemens.com



Dr. Michael Schmeja
Head of Information & Process Management

Kontakt: Andrea Denger
Team Leader Cross-Enterprise
Methods and Processes
andrea.denger@v2c2.at

Kontakt: Bernd Mödeker
Teamleiter Mechatronik Systeme & Methoden
bernd.moedeker@volkswagen.de



Sven-Olaf Schulze
Vorsitzender des Vorstands

Kontakt: Sven-Olaf Schulze
Sven-Olaf.Schulze@gfse.de

Quellenverzeichnis

- [1] In Anlehnung an Fritz, J. (2012) und Züst, R. (2004)
- [2] SEBOK: <http://www.sebokwiki.org>
- [3] Hitchins, D.: Systems Engineering: A 21st Century Systems Methodology, Wiley, 2007
- [4] INCOSE: www.incose.org
- [5] in Anlehnung an Fritz, J. (2012) und Ropohl, G.: Jenseits der Disziplinen, 2009
- [6] List, H. in „virtual vehicle magazine“, Nr. 18, III/2014

SE-BPC I/2013 - AVL List



Dezember 2013
Graz

Unternehmensseite:
AVL List GmbH

SE-BPC I/2014 - Deere & Company



Juli 2014
Mannheim

Unternehmensseite:
John Deere Werke Mannheim

Positionspapier Systems Engineering Best Practice Circle (SE-BPC)

Andrea Denger

VIRTUAL VEHICLE
Information & Process
Management
Inffeldgasse 21/A
8010 Graz, Austria

andrea.denger@v2c2.at

Christian Tschirner

Fraunhofer IPT
Projektgruppe Entwurfstechnik
Mechatronik
Zukunftsmeile 1
33098 Paderborn, Germany

christian.tschirner@ipt.fraunhofer.de



Projektgruppe
Entwurfstechnik Mechatronik

