

# TdSE

Tag des  
Systems Engineering

Sven-Olaf Schulze  
Christian Muggeo

# Tag des Systems Engineering

SEARCH.....

SCANNING.....

Ulm 11.-13. November 2015

# GfSE

Gesellschaft für  
Systems Engineering e.V.  
GERMAN CHAPTER OF INCOSE

# HANSER

Schulze, Muggeo  
**Tag des Systems Engineering**

Hinweis zur CD:

Die im Buch enthaltene CD steht Ihnen unter  
*www.downloads.hanser.de* unter dem Suchbegriff „Schulze“  
oder *http://www.hanser-fachbuch.de/9783446447295*  
zum Download bereit. Ihr Passwort lautet: schulze44729

Sven-Olaf Schulze  
Christian Muggeo

# Tag des Systems Engineering

Ulm, 11.–13. November 2015

*unter Mitarbeit von*

J. Abulawi, A. Albers, O. Alt, R. Amekrane, T. Bahns, A. Berres, A. Blumör, C. Bräuchle, E. Brandenburg, M. Brandstätter, R. Braun, J. Caspar, S. Darting, T. Dickopf, M. Dorka, O. v. Dungern, C. Eckl, M. Eigner, D. Endler, H. Fischer, M. Fockel, T. Franzen, J. Fritz, A. Gallasch, M. Gepp, M. Gilbert, R. God, P. Gölzer, H. Götz, M. Grundel, A. Haarer, G. Hackenberg, R. Hämisch, P. Hehenberger, N. Hochstein, S. Hötzing, J. Holtmann, C. Hood, E. Ingenbergs, T. Jäger, M. Jastram, D. Kasperek, A. Kellner, T. Kleinberger, S. Kleiner, A. Korff, C. Kramer, M. Krammer, M. Krastel, D. Krause, M. Kreimeyer, L. Kronfeldner, S. Kümpel, G. Laber, C. Lalitsch-Schneider, J. G. Lamm, H.-G. Langer, M. Langlotz, J. Leiprecht, A. Leitner, U. Lindemann, J. Loewner, C. Lozano, S. Märkl, H. Martin, S. Melzer, J. Meyer, M. Mörtl, G. Moeser, C. Muggeo, T. Müller, F. Munker, M. Neubert, M. Pfenning, G. Pregitzer, Georg Reinbold, G. Reinhart, C. Richter, S. Ringhofer, T. Rogalski, M. Roth, U. Rothenburg, S. Rudolph, A. Scheithauer, D. Scheithauer, N. Schlüter, R. Schmidt, C. Schmied, M. Schmitt, J. Schmitz, M. Schneider, T. Schulte, M. Schumacher, R. Stark, G. Staub, P. Stich, A. Sünnetcioglu, J. v. Tongelen, O. Trendel, G. Untermeierhofer, A. Wallner, C. Webel, J. Weber, T. Weilkiens, S. Vogel, P. Winzer, C. Zingel

HANSER

*Die Herausgeber:*

Sven-Olaf Schulze, Gesellschaft für Systems Engineering e.V.,  
Zeppelinstr. 71–73, 81669 München

Christian Muggeo, TU Kaiserslautern  
Gottlieb-Daimler-Str. / Geb. 44, 67663 Kaiserslautern

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-446-44729-5

E-Book-ISBN: 978-3-446-44728-8

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen erstellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Verfahren und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Verfahren oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© Carl Hanser Verlag, München 2016

[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

Herstellung: Cornelia Rothenaicher

Umschlaggestaltung: Frank Wohlgemuth, Hamburg

Bildquellen: Frank Wohlgemuth, Hamburg; Sergey Nivens, Shutterstock

Druck und Bindung: Hubert & Co., Göttingen

Printed in Germany

## Vorwort

Sehr geehrte Teilnehmer/Innen,

Ich möchte hier gleich am Anfang die Chance nutzen und der FAS-Arbeitsgruppe (Funktionale Architekturen für Systeme) zum fünfjährigen Bestehen gratulieren und in diesem Zusammenhang auf die vielen Produkte hinweisen, die in diesen Jahren entstanden sind. Neben der jährlichen Teilnahme mit Beiträgen am GfSE Workshop, dem TdSE und Demonstrationen am GfSE Stand hat die Arbeitsgruppe ein Kochbuch, Beiträge in anderen Veröffentlichungen und als neuestes Ergebnis ein FAS Plugin veröffentlicht. Das Plugin ist ein Open-Source Element, das für verschiedene Software Werkzeuge benutzt werden kann.

Neben diesem besonderen Ereignis ist festzustellen, dass es in diesem Jahr wieder eine weitere Fokussierung und Vertiefung auf das Thema MBSE bei den Einreichungen gegeben hat. Die Inhalte werden immer spezifischer und die Beispiele von erfolgreichem Einsatz der Methode nehmen auch in der Industrie zu. MBSE verlässt die Forschung und erobert die Anwendung in unterschiedlichen Industrien. Neben dem Standbein der Luft- und Raumfahrt kommen nun auch Anwendungen aus dem Automobilbau, Schiffbau und dem Anlagen- und Maschinenbau. Viele dieser erfolgreichen Beispiele finden sich in diesem Tagungsband.

Zu den sehr guten Erfahrungsbeiträgen aus der Industrie nimmt die Anzahl der Hochschulen zu, die einen wissenschaftlichen Beitrag einreichen. Die Vielfalt der Hochschulen und Institute, die Systems Engineering mehr in die Lehre und in die Ausbildung aufnehmen ist für mich auch ein Indiz, dass es nun branchenübergreifend immer wichtiger und interessanter wird. Neben den klassischen Ingenieurausbildungen finden sich auch MBSE Ansätze in den Studiengängen der Architektur wieder. Auch ist das Interesse der Hochschulen gewachsen, sich ein Äquivalenzzertifikat zum „Certified Systems Engineer (GfSE)“® auf den Masterstudiengang ausstellen zu lassen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen auch in diesem Jahr erfolgreiche Tage und eine interessante Lektüre zum Systems Engineering. Wir wollen wieder den Austausch unterstützen, und den Wissens- und Erfahrungstransfer zwischen Industrie, Forschung und Lehre fördern. Ich möchte mich bei allen Personen

bedanken, die einen Beitrag eingereicht haben und den ehrenamtlichen Helfern und den Sponsoren, die diese Konferenz und diesen Tagungsband ermöglicht haben.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'S. O. Schulze', written in a cursive style.

Sven-Olaf Schulze,  
Vorsitzender der GfSE e.V.

# Inhaltsverzeichnis

Der Konferenzband enthält sowohl Industriebeiträge (I) als auch wissenschaftliche Beiträge (W).

## T1-1 Werkzeuge

- Gestaltung einer Service-Infrastruktur zur Unterstützung von Systems Engineering Anwendern (I) 3  
*Christian Zingel, Johannes Fritz*
- A Systems Engineering Middleware Concept Built for Incremental Collaboration (I) 13  
*Günter Staub*
- Tool Interoperabilität für durchgängiges modellbasiertes Systems Engineering (W) 15  
*Christoph Bräuchle, Andrea Leitner, Alfred Wallner*

## T1-2 Integration I

- IT-Integration mit semantischer Vernetzung für durchgängiges Digital Engineering (I) 27  
*Joachim Caspar*
- Integration von Systemmodellen mit fünf fundamentalen Elementtypen (I) 37  
*Oskar von Dungern*
- Integration von fachbezogenen Ingenieuraktivitäten (W) 47  
*David Endler*

## T1-3 FAS(4M)

- Happy Birthday! 5 Jahre Funktionale Architekturen nach FAS (W) 59  
*Jesko G. Lamm, Tim Weilkiens*



Fortschrittsbericht zur modellbasierten Unterstützung der Konstrukteurstätigkeit durch FAS4M (W) <i>Georg Moeser, Christoph Kramer, Martin Grundel, Michael Neubert, Stephan Kümpel, Axel Scheithauer, Sven Kleiner, Albert Albers</i>	69
--	----

## **T1-4 Integration II**

Modellbasierte Konzeption von Benutzerschnittstellen im Entwicklungsprozess von mechatronischen Systemen (W) <i>Christoph Richter, Georg Hackenberg, Peter Stich, Gunther Reinhart</i>	81
--	----

Systems Engineering Handbook 4.0 – Eine neue Ära? (I) <i>Jan von Tongelen</i>	91
--	----

## **T1-5 Integration III**

Skizzen mit formalisierten Informationen anreichern (W) <i>Martin Grundel, Jutta Abulawi, Joscha Loewner</i>	99
---	----

Modelltransformation und Big Data – Die nächsten Herausforderungen im modellbasierten Systems Engineering (I) <i>Oliver Alt</i>	109
---	-----

## **T2-1 Varianten**

Variable Komponenten- und Systemmodelle für effiziente Kommunikation zwischen unterschiedlichen Organisationen (I) <i>Andreas Korff</i>	115
---	-----

Variantenplanung in der Produktarchitektur: Erfahrungen und Best Practices aus der Nutzfahrzeug-Entwicklung (I) <i>Martin Schumacher, Sebastian Märkl, Mark Gilbert, Matthias Kreimeyer</i>	125
---	-----

Ein modellbasiertes Vorgehen zur variantengerechten Entwicklung modularer Produktfamilien (W) <i>Tammo Bahns, Sylvia Melzer, Ralf God, Dieter Krause</i>	141
--	-----

## **T2-2 Vorgehen**

- Modellbasierte Entwicklung und vernetzter Produktentstehungsprozess im Maschinenbau (I) 153  
*Gerhard Pregitzer, Alexander Blumör, Dr. Sven Kleiner, Michael Neubert, Robert Hämisch*
- mecPro<sup>2</sup> - Entwurf einer Beschreibungssystematik zur Entwicklung cybertronischer Systeme mit SysML (W) 163  
*Martin Eigner, Thomas Dickopf, Tim Schulte, Marc Schneider*
- Vom Systemmodell zu disziplinspezifischen Modellen und zurück (I) 173  
*Joachim Schmitz, Markus Fockel*

## **T3-1 Einführung von (MB)SE**

- Methode zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Einführung von Systems Engineering (I) 185  
*Niklas Hochstein, Marcus Krastel, Martin Langlotz, Oliver Trendel*
- Gedanken zur Einführung des System Engineering in mittelständische Unternehmen (I) 195  
*Thomas Franzen*
- Anlagenbauer reagieren zurückhaltend auf aktuelle Trends im Engineering - eine empirische Studie (W) 205  
*Philipp Gölzer Michael Gepp*

## **T3-2 Kosten**

- A Framework to Assess the Cost Impact of Organization and Processes in Complex Systems (W) 217  
*Michael Roth, Laura Kronfeldner, Daniel Kasperek, Udo Lindemann*
- Extended Cost Analysis with Systems Engineering Considerations (W) 227  
*Christian Schmied, Georg Reinbold, Rachid Amekrane, Eduard Igenbergs, Markus Mörtl, Udo Lindemann*

Systems Engineering im Marktwirtschaftlichen Kontext (I) <i>Dieter Scheithauer</i>	237
---	-----

### **T3-3 Methoden**

Using Agile Methods to Improve Efficiency in Requirements Engineering (I) <i>Colin Hood</i>	249
--	-----

Structured analyzing method for design processes of large, complex mechatronic systems applied on a metallurgical plant (W) <i>Andreas Kellner, Sandra Ringhofer, Peter Hehenberger, Stefan Hötzing</i>	257
--	-----

### **T3-4 PLM**

Model Based Systems Engineering und PLM, warum und wie dies bei der Entwicklung von Maschinen zusammengehört (I) <i>Andreas Gallasch, Reimar Schmidt, Jürgen Leiprecht, Thorsten Müller</i>	269
--	-----

Die Rolle von MBSE und PLM im Industrial Internet (W) <i>Michael Pfenning, Christian Muggeo</i>	279
--	-----

### **T3-5 Modellierung**

SystemSketcher – Entstehung eines anwenderorientierten Ansatzes zur interdisziplinären Systemmodellierung (W) <i>Florian Munker, Albert Albers</i>	291
---	-----

Einsatz von Model-based Systems Engineering in der Automobil Industrie (W) <i>Markus Brandstätter, Carolin Eckl</i>	301
--	-----

## **T4-1 Projekte**

- Beschleunigt oder bremst MBSE die Entwicklung von 500 Kilowatt Bremsleistung? (I) 313  
*Thomas Rogalski*
- Pragmatisches Systems Engineering in einem Großprojekt mit Einschränkungen (I) 323  
*Christian Weibel, Simon Darting, Mario Schmitt, Thomas Kleinberger, Rudolf Braun, Jörg Weber*
- Solide Anforderungen dank ReqIF im europäischen Schienenverkehr (I) 333  
*Michael Jastram, Moritz Dorka*

## **T4-2 Safety**

- System Safety in SysML (W) 345  
*T. Weilkiens, A. Berres, D. Endler, A. Haarer, C. Lalitsch-Schneider, M. Krammer, H. Martin*
- Wie gelebtes System Engineering helfen kann, die Anforderungen von Safety Normen umzusetzen (I) 355  
*Gerd Untermeierhofer, Gerson Laber*
- Systementwurf unter Einbeziehung funktionaler Sicherheit bei automobilen Steuergeräten (I) 365  
*Jan Meyer, Markus Fockel, Jörg Holtmann*

## **T4-3 Modularisierung**

- Ein Leitfaden zur marktorientierten top-down Modularisierung im Maschinen- und Anlagenbau (W) 377  
*Daniel Kasperek, Michael Roth, Christopher Lozano, Udo Lindemann*
- Ein Ansatz zur formalen, inhaltlichen Konsistenzprüfung von mechanischen Systemen (W) 387  
*Martin Grundel, Jutta Abulawi*

### **T4-4 Test / Verifikation I**

Qualitätssicherung der Traceability Modelle (W) 399  
*Atakan Sünnetcioglu, Elisabeth Brandenburg, Uwe Rothenburg, Rainer Stark*

Systems Engineering für die Entwicklung der Theorie zu Verlässlichkeit von Systemen (W) 409  
*Nadine Schlüter, Petra Winzer*

### **T4-5 Test / Verifikation II**

Modellzentrisches System- und Testengineering mit maximaler Testautomatisierung im Labor für große mechatronische Systeme (I) 419  
*Helmut Götz, Dr.-Ing. Tobias Jäger, Dr.-Ing. Hans-Georg Langer, H. Fischer*

Mathematische Dimension im Entwurf komplexer Systeme (W) 429  
*Samuel Vogel, Stephan Rudolph*

## **Veranstalter**

Gesellschaft für Systems Engineering e.V.

## **Herausgeber**

Christian Muggeo

Sven-Olaf Schulze

## **Programmkomitee**

Sascha Ackva

*(Airbus Defence & Space)*

Johannes Fritz

*(Virtual Vehicle Graz)*

Rüdiger Kaffenberger

*(softwareinmotion)*

Dr.-Ing. Maik Maurer

*(TU München)*

Christian Muggeo

*(TU Kaiserslautern)*

Sven-Olaf Schulze

*(UNITY)*

Christian Tschirner

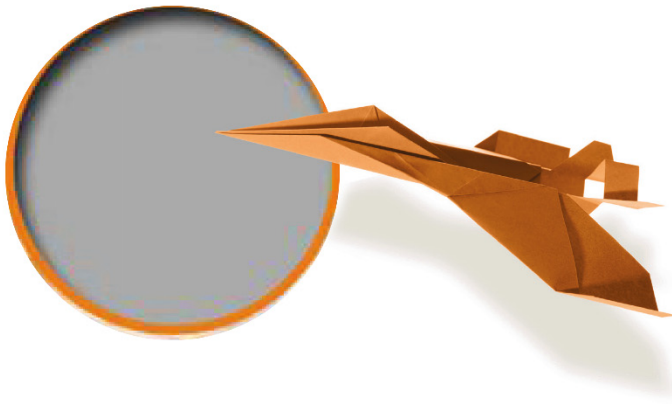
*(Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik)*





# Zielgenau zu mehr Performance

Sie wollen mit Ihrem Projekt hoch hinaus?  
Dann ist 3DSE Ihr perfekter Copilot. Mit unserer  
Unterstützung bringen Sie komplexe Systeme  
sicher zum Fliegen.



**Kommen Sie bei uns vorbei und  
landen Sie einen Volltreffer – zuerst  
bei unserer 3DSE Flight-Challenge  
und dann im realen Business.**



LieberLieber 

We are the Enterprise Architect experts

# Systems Engineering

Addins & Customizations

Model Versioning

Tool Data Integration

## Model Validation

Training & Consulting

## Code Generation

ReqIF

**LieberLieber Software GmbH**

Handelskai 340 Top 5 • A-1020 Wien

[sales@lieberlieber.com](mailto:sales@lieberlieber.com) • +43 662 90600 2017

[www.lieberlieber.com](http://www.lieberlieber.com) • [blog.lieberlieber.com](http://blog.lieberlieber.com)

PTC®



# TRANSFORM

## Get Smart. Get Connected. Get Ahead.

The PTC Systems Engineering Solution is purpose-built to help manufacturers build smarter, more competitive products in a smart, connected world. The solution enables organizations to:

- **Design** innovative products using a collaborative, model-based systems engineering approach
- **Reuse** systems artifacts to enable profitable product line engineering
- **Validate** that products meet requirements and best practice processes are followed

Visit the PTC booth at TdSE 2015 and explore the next generation of requirements engineering!



To learn more visit us at [de.PTC.com/systems-engineering](http://de.PTC.com/systems-engineering)

©2015 PTC Inc.

rücker+schindele 

Ingenieurdienstleistungen | Unternehmensberatung

Qualifizierungsprogramm



Training | Workshop | Coaching | Zertifizierung

---

## CSE Level B (GfSE) – Certified Systems Engineer

Certified Systems Engineer (GfSE)<sup>®</sup> – eine praxisorientierte  
Personalzertifizierung für Systems Engineers in Deutschland

### Wir bieten:

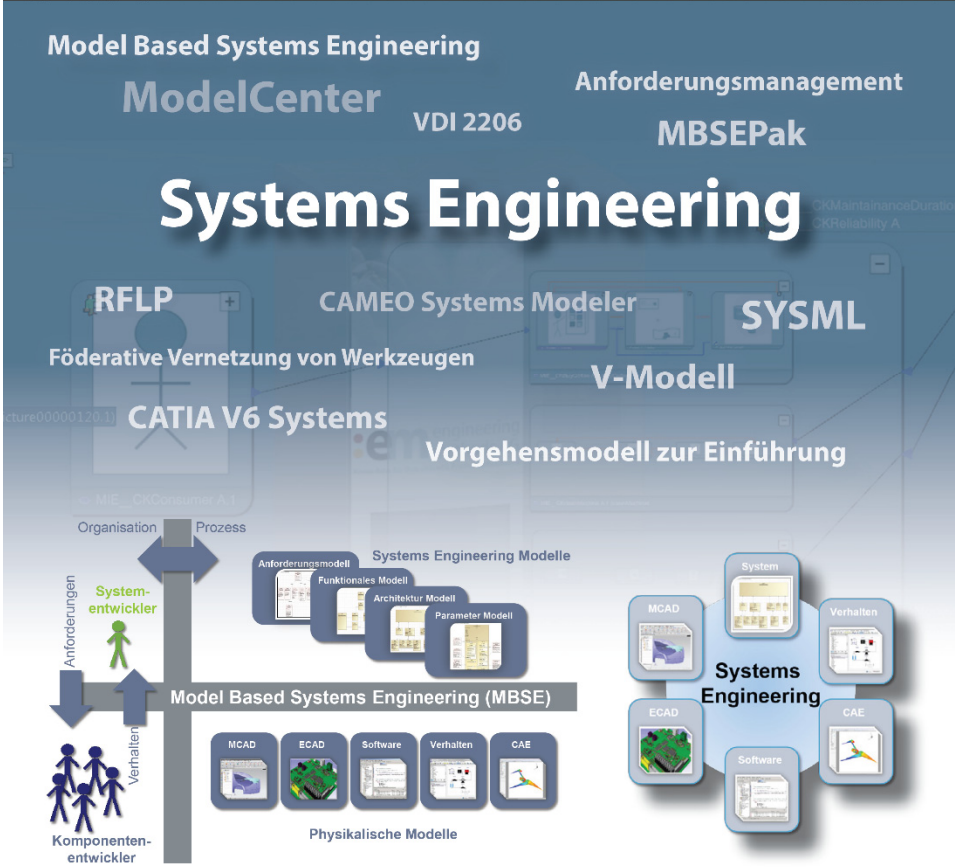
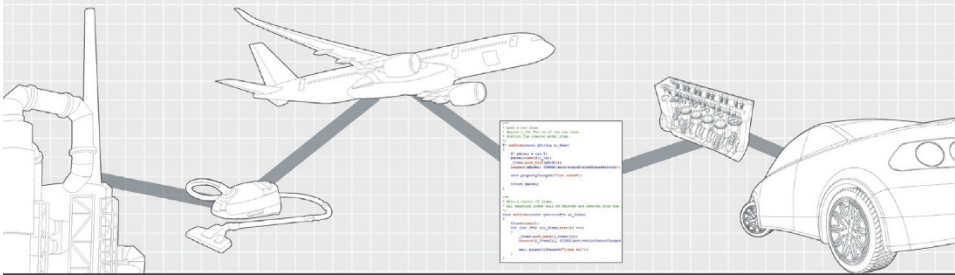
- Vorbereitungskurs für Quereinstieg und Level B
- Training lizenziert durch die GfSE
- Umfangreiches Trainingsmaterial
- Durchgängiges Beispiel zur praktischen Übung
- Erfahrene Trainer und Coaches

### Interessiert?

Bei Fragen zur Veranstaltung, wie Anmeldung, Buchungsstatus, freie Plätze, Adresse, sowie bei der Hotelsuche hilft Ihnen gerne weiter:

Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH  
Frau Karin Hofmann | Training  
Kapellenweg 6 | 81371 München  
Tel. +49 89 7677693-61  
Training@RundS.de | www.RundS.de





em engineering methods AG  
 Rheinstraße 97  
 64295 Darmstadt

+49 (0) 6151 950 54 - 20



Know-how für Ihre virtuelle Produktentwicklung.

[info@em.ag](mailto:info@em.ag) - [www.em.ag](http://www.em.ag)

MEET OUR TEAM AT  
NO MAGIC BOOTH No 2



TRANSPORTATION



AEROSPACE



HEALTHCARE



SCIENCE



DEFENSE



**BEST OF BREED  
MODEL BASED  
SYSTEMS  
ENGINEERING  
SOLUTIONS FROM  
NO MAGIC**

**THE TRUTH  
IS IN THE  
MODELS**







**systematic reuse**

**across the lifecycle**

**of your product lines**

**pure::variants** - powerful variant management tools  
for your systems and software engineering

integrations available for

SCADE

C/C++/Java

Rational® Quality Manager™

RTC

Rational DOORS® (NG)

Rhapsody®

EMF

MATLAB Simulink®

AUTOSAR

Enterprise Architect

PTC®

Microsoft Word & Excel

**Get a tool demo  
in the exhibition area**



**pure-systems**

[www.pure-systems.com](http://www.pure-systems.com)

## Ein Modell. Alle Methoden. Ihr Prozess.



PLATO e1ns ist das Engineering-Framework zur optimalen Gestaltung des Produktentstehungsprozesses (PEP). Projektmanagement, Systemmodell, Maßnahmenverfolgung, Dokumentenablage, Informationsausgabe und Entwicklungsmethoden sind in einer zentralen Software vereint. Das Suchportal beantwortet sofort und einfach alle Fragen zu Projekten, Produkten und Risiken.



### PLATO e1ns

- Ermöglicht einen modellbasierten Systementwurf, der
- Entwicklungsmethoden beliebig verknüpfen kann und
- die Aktivitäten/Maßnahmen im PEP steuert sowie
- die erstellten Entwicklungsdokumente kontrolliert, freigibt und
- die relevanten Kennzahlen zentral zur Verfügung stellt.

### Das Systemmodell im Zentrum

Modellbasiertes Arbeiten garantiert, dass jedes Team in Echtzeit und überall auf dem aktuellen Stand arbeitet. Methoden und Daten werden so bereitgestellt, dass sie ineinander greifen und parallel bearbeitbar sind. Je nach Bedarf werden Systeme modelliert (SysML) oder eine systematische Anforderungsanalyse (QFD) durchgeführt. Transparente Entwicklungsprozesse, ein gemeinsames Systemverständnis und eine gute, vernetzte Zusammen-

arbeit liefern die Basis für eine wirtschaftliche und schnelle Produktentwicklung.

### Integration von Qualitätsmethoden in den Entwicklungsprozess

Das PLATO e1ns Engineering Framework integriert beliebig anpassbar Qualitätsmethoden und Experten-Tools in Ihren Entwicklungsprozess. So werden auch Methoden, die bisher mit Tabellenprogrammen auf lokalen Rechnern bearbeitet werden mussten, Bestandteil des Wissensmanagements. Darüber hinaus werden die Methoden sinnvoll miteinander vernetzt, damit Wissen sofort überall genutzt wird.

### Kontrollierter Übergang zwischen den Projektphasen

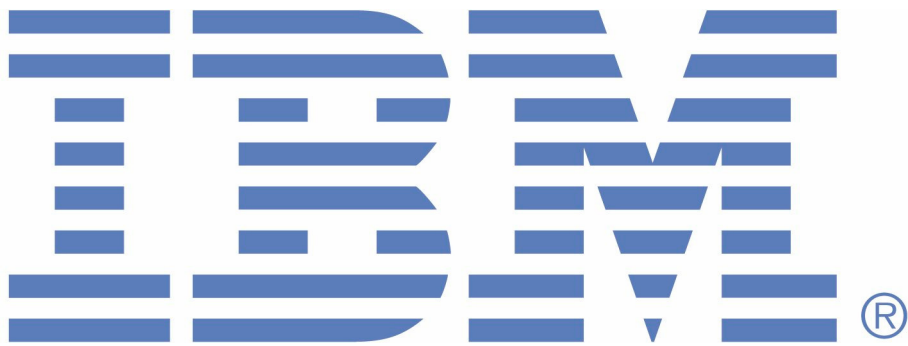
e1ns verbindet das Produktmodell auch mit der Projektplanung. Jederzeit wird deutlich, was getan wurde und was getan werden muss. Die Verknüpfung von Projekt, Produkt, Aktivitäten und Methoden ist permanent ersichtlich. Die Festlegung von Meilensteinen gewährleistet hierbei eine fristgerechte Termineinhaltung.

**Sie möchten PLATO e1ns gerne testen?  
Dann nehmen Sie Kontakt mit uns auf!**

PLATO AG  
Maria-Goeppert-Straße 7  
23562 Lübeck  
Tel. +49 451 930986-0  
info@plato.de - www.plato.de











## **T1-1 Werkzeuge**

Gestaltung einer Service-Infrastruktur zur Unterstützung von  
Systems Engineering Anwendern (I)

*Christian Zingel, Johannes Fritz*

A Systems Engineering Middleware Concept Built for Incremental  
Collaboration (I)

*Günter Staub*

Tool Interoperabilität für durchgängiges modellbasiertes Systems  
Engineering (W)

*Christoph Bräuchle, Andrea Leitner, Alfred Wallner*



# Gestaltung einer Service-Infrastruktur zur Unterstützung von Systems Engineering Anwendern

Christian Zingel<sup>1</sup>, Johannes Fritz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AVL List GmbH, Instrumentation & Test Systems, Hans-List-Platz 1, 8020 Graz, christian.zingel@avl.com

<sup>2</sup>Virtual Vehicle Research Center, Information & Process Management, Inffeldgasse 21/A, 8010 Graz, johannes.fritz@v2c2.at

**Zusammenfassung:** Systems Engineering ist die designierte zentrale Entwicklungsmethodik für komplexe technische Systeme der AVL List GmbH. Dies ist das Ergebnis intensiver Methodenforschung und Vorentwicklungsarbeit. Die verfolgten Ziele sind maximierte Kundenorientierung, nahtlose Einbettung von Systemen in ihre Umgebung und die Handhabung der Komplexität mit maximaler Entwicklungseffizienz. Die industrialisierte Ausrollung von Systems Engineering Paradigmen und modellbasierten Methoden und Werkzeugen birgt zahlreiche neue Herausforderungen und erfordert enorme Anstrengungen bei deren Etablierung in der Organisation. Eine essentielle Maßnahme ist die Einrichtung einer geeigneten Infrastruktur für die Anwender-Unterstützung. Deren Konzept wird in diesem Beitrag vorgestellt. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beschreibung der zugrundeliegenden Service Design-Methodik, mit der die derzeit in Umsetzung befindlichen Dienste spezifiziert und mit den Interessensvertretern im Unternehmen abgestimmt wurden. Der Ausblick beleuchtet vor allem die nächsten Schritte bei der Realisierung von Bibliotheksdiensten zur Ermöglichung der effizienten Wiederverwendung und Vernetzung von Systems Engineering-relevanter Information.

## 1 Einleitung: Systems Engineering in der AVL

Als weltweit größtes, unabhängiges Unternehmen für Entwicklung, Simulation und Test von Antriebssystemen für PKW, LKW und Großmotoren agiert die AVL List GmbH (AVL) in einer hochvernetzten und rasant voranschreitenden Branche. Essentiell für das Unternehmen und zum Vorteil für seine Kunden ist, dass sich mit den Produkten auch deren Entwicklungsmethoden stetig weiterentwickeln. Nur so können die hohen, selbstgesteckten Qualitätsprinzipien erreicht und gewahrt werden.

Ein zentraler Bestandteil davon ist die Umsetzung der *Integrated Open Development Platform* (IODP), eine Entwicklungsplattform für die nahtlose Integration seiner Produkte und Systeme – gleich ob real oder virtuell in Form von Simulationsmodellen – in deren Umgebung [Pun15]. Damit ist insbesondere die Infrastruktur beim Kunden gemeint, bestehend aus Gebäudetechnik, IKT-Systemen und vorhandenen Testsystemen und -geräten von Drittanbietern, darüber hinaus jedoch auch die Service-Infrastruktur bspw. für Wartung und Firmware-Updates. Der Firmeninhaber Prof. List bezeichnet Systems Engineering in diesem Zusammenhang als den Königsweg für „Mastering Speed and Complexity“ – eine Leitlinie der AVL [VVM14a]. Der Ansatz des Systems