silver atena
an expleo company

Model-based Systems Engineering (MBSE)

INNOVATIVE VERFAHREN ZUR REDUKTION VON KOSTEN, ENTWICKLUNGS- UND PRÜFZEITEN

2019-11-06 / JÖRN MÜHLENBRINK

Firmenübersicht

Automotive

SILVER ATENA

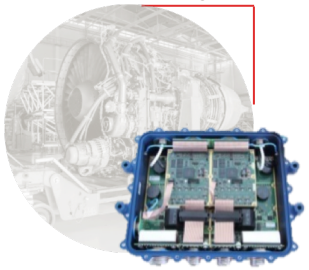
silver atena
an expleo company

4 sites

> 300 employees

- ECU- & Component Development
- Independent and efficient development of safety relevant units and power electronics
- Delivery of prototypes and small series

Aero Engine



Aerospace

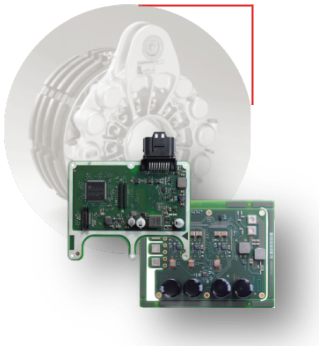
History

- 1998 – Foundation of ATENA by MTU Aero Engines
- 2005 – Acquisition by ASSYSTEM Group
- 2008 – ATENA Electronics merged with Silver Software
- 2012 – SILVER ATENA 100% Assystem

SILVER ATENA Hamburg / Bremen

- > 80 engineers
- Systems engineering
- Safety & Security
- Hardware & Software Development

Industry



© SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

Kompetenzen

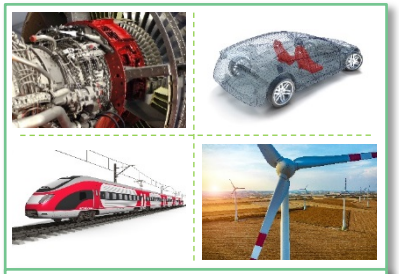
Our strength is

- efficient,
- well structured,
- process & MBSE orientated

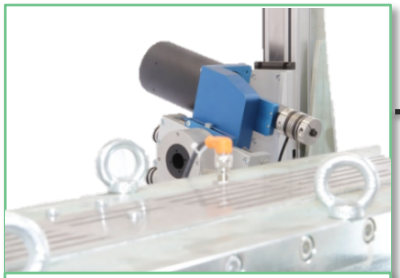
development of components

silver atena
an expleo company

Qualification



Systems Engineering



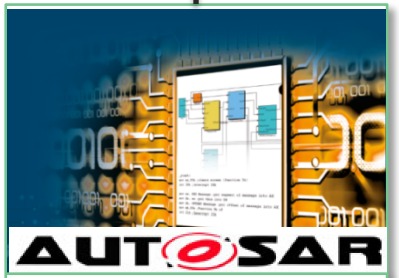
Test & Validation

ECU as product

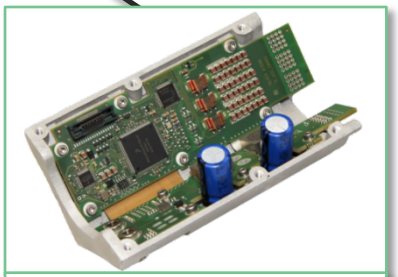
Safety & Security

TQ
NEWAYS
flex
zollner

Production



Software



Hardware

silver atena
an expleo company

© SILVER ATENA GmbH

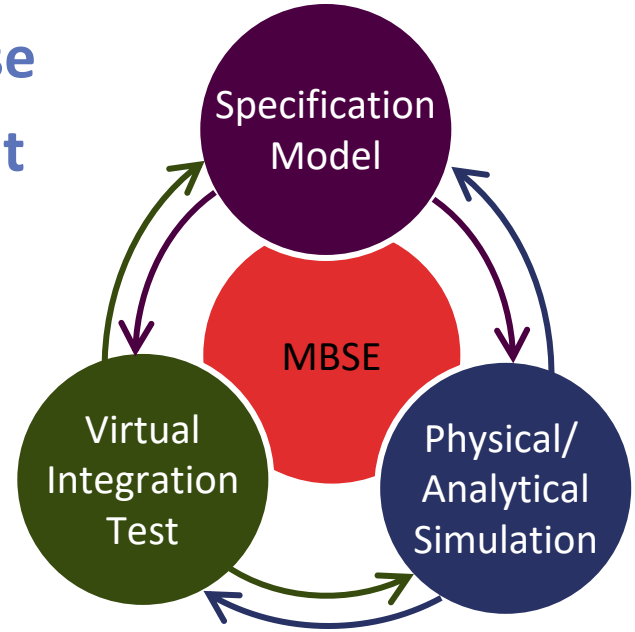
WAS IST MBSE ?

Model-based Systems Engineering (MBSE)

DEFINITION

- "MBSE is the **formalized application** of **modeling to support** system requirements, design, analysis, verification and validation activities beginning in the **conceptual design phase** and **continuing** throughout **development** and **later life cycle phases**."

(INCOSE, Sep. 2007)



© SILVER ATENA GmbH

WELCHE VORTEILE BIETET MBSE?

Vorteile

MBSE hilft, Komplexität besser **zu verstehen** und **handhabbar zu machen** [1]

MBSE verbessert die **interne** und **externe technische Kommunikation** [2] [3]

[1] JPL / NASA, 2012: Model-based Systems Engineering (MBSE) 101
[2] JPL / NASA, 2014: Integrated Model-Centric Engineering - The Application of MBSE at JPL Through the Life Cycle
[3] Vitech, 2014: Faster, Better, Cheaper – The Fallacy of MBSE?

 © SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

Weitere Vorteile

MBSE unterstützt die frühzeitige **Identifikation** von **Problemen, Wiedersprüchen** und **Lücken** in der Spezifikation [4]

MBSE ermöglicht eine **konsequente Nachverfolgung** von der ersten Idee bis zur fertigen Lösung [3]

[3] Vitech, 2014: Faster, Better, Cheaper – The Fallacy of MBSE?
[4] Raytheon, 2011: Does a Model Based Systems Engineering Approach Provide Real Program Savings? – Lessons Learnt

 © SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

Noch mehr Vorteile

MBSE erzeugt **effizient** eine **aktuelle Projekt-Dokumentation** und **Berichte** [5]

MBSE spart zusätzliche Entwicklungszeit durch eine mögliche **Wiederverwendbarkeit der Modelle** [6]

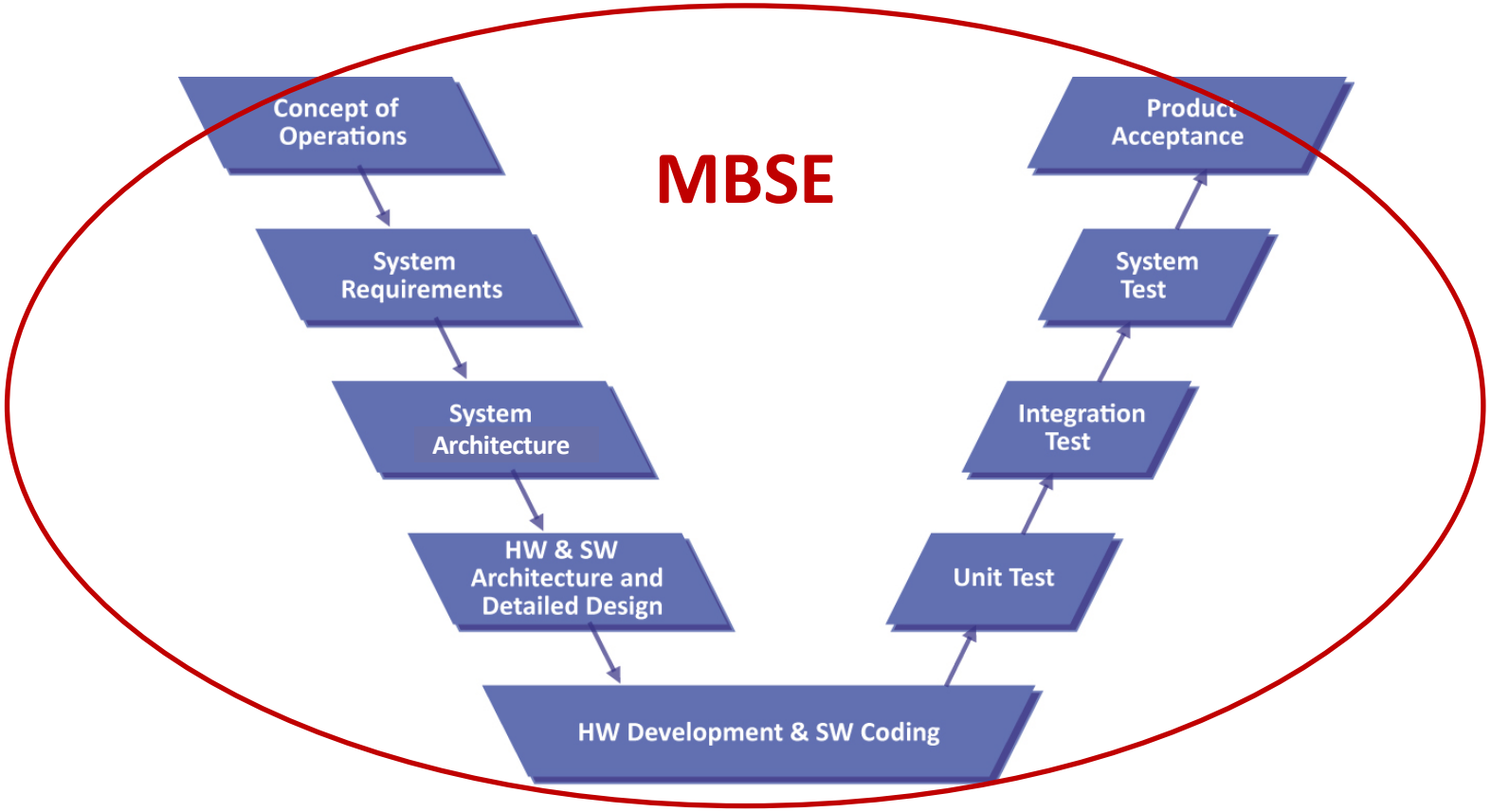
[5] JPL / NASA, 2012 : MBSE with Doctimus Prime - Transforming system models into documents
[6] Draper, 2016: Efficacy of Model Based Systems Engineering (MBSE) for Test and Evaluation

 © SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

WANN KOMMT MBSE ZUM EINSATZ?

System-Entwicklung nach dem V-Modell



Nur ein ganzheitlicher Einsatz von Werkzeugen und Methoden des MBSE schafft eine maximale Optimierung

© SILVER ATENA GmbH

MBSE BEI SILVER ATENA

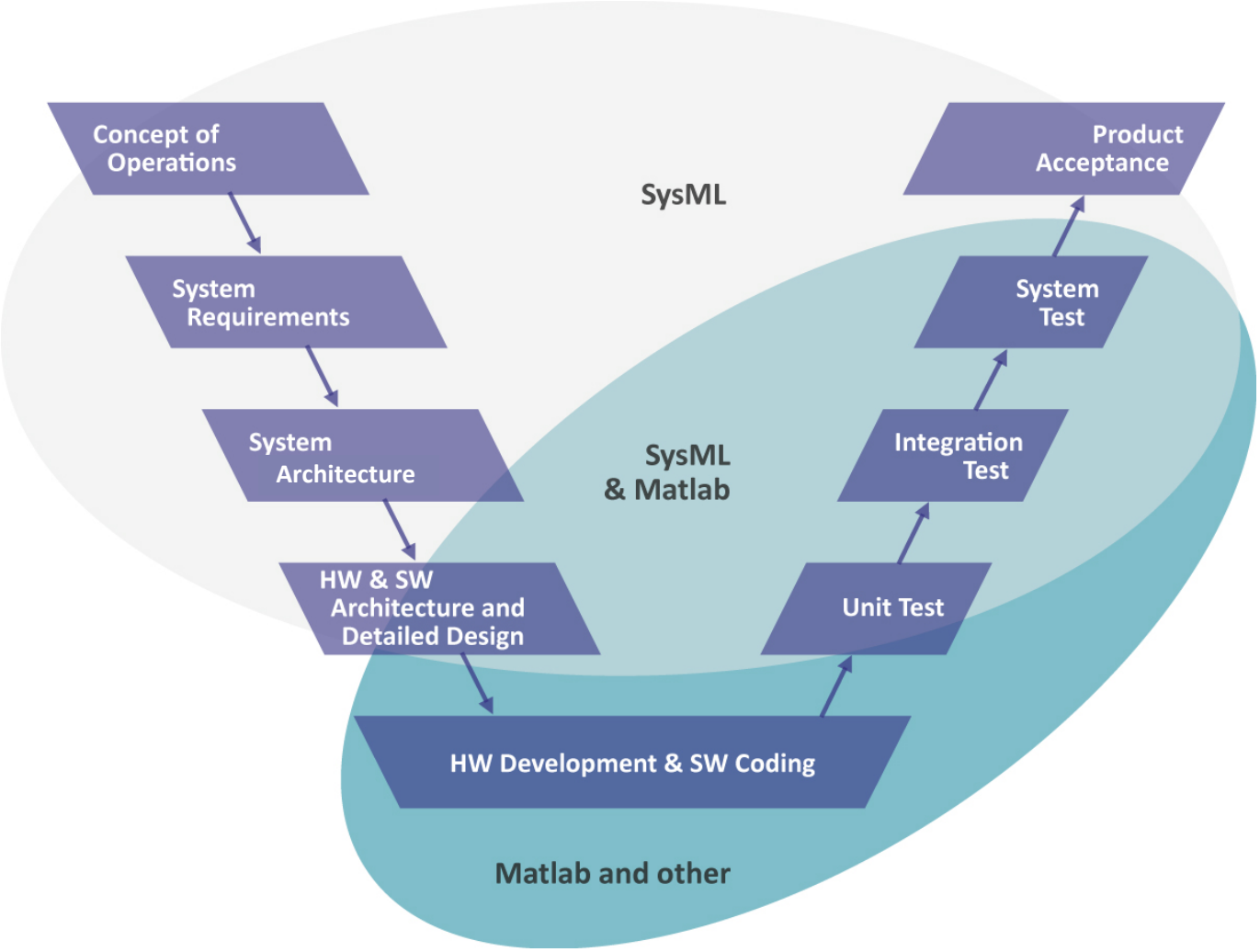
MBSE-Plattform

© SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

Integrierte MBSE Software-Werkzeug-Landschaft

- Nahtlose Software-Werkzeug-Landschaft über das gesamte V-Modell:



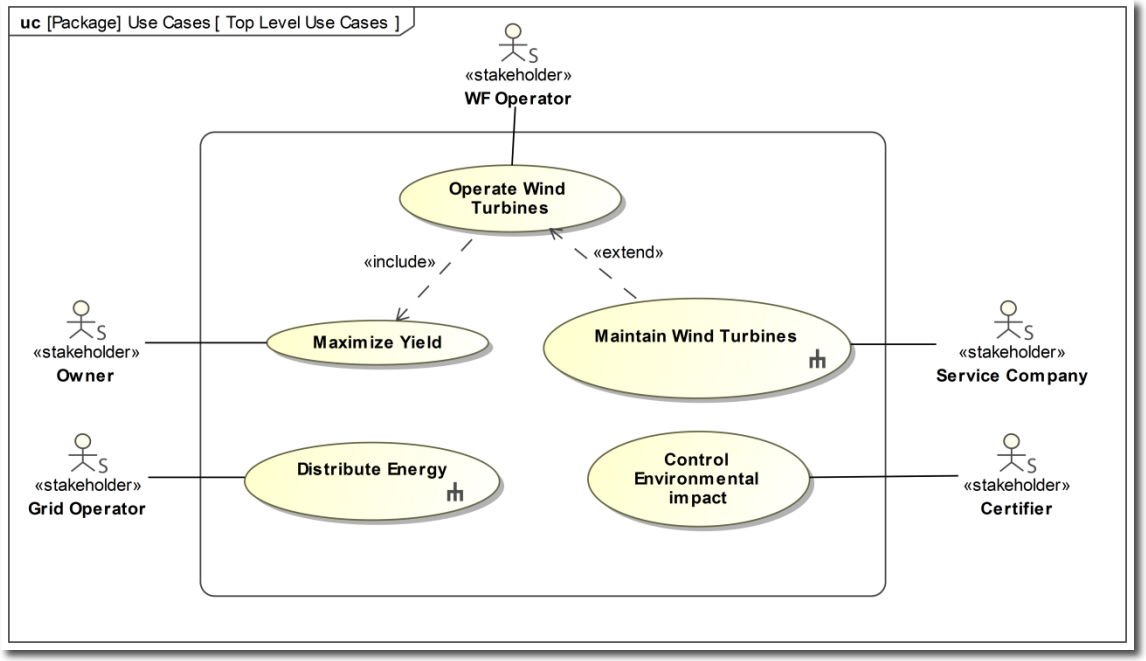
© SILVER ATENA GmbH

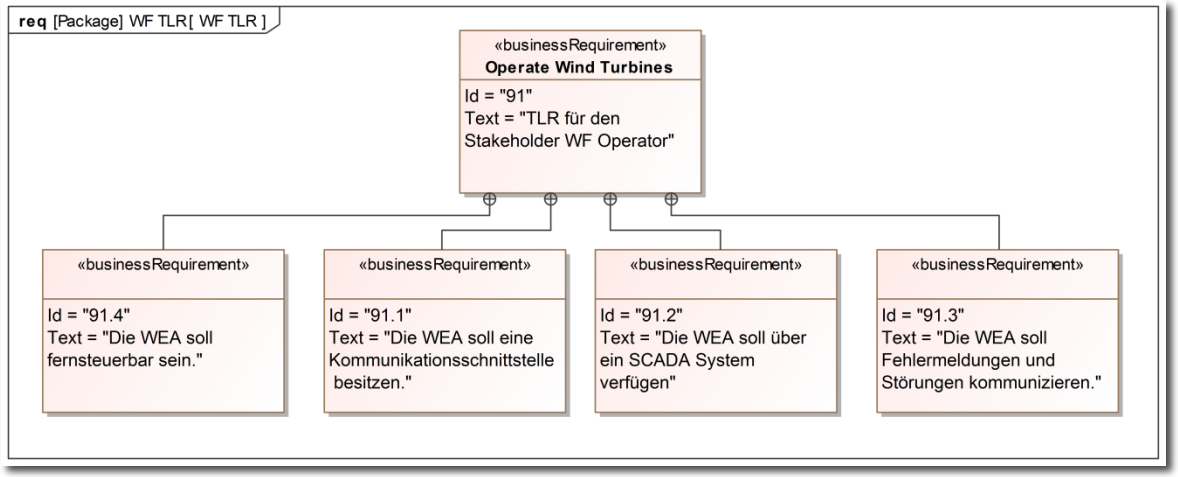
silver atena
an expleo company

ERSTE ENTWICKLUNGSPHASE

SysML für die Anforderungserhebung & -verwaltung

- Sammeln erster Ideen und Anwendungsfälle (Use Cases)



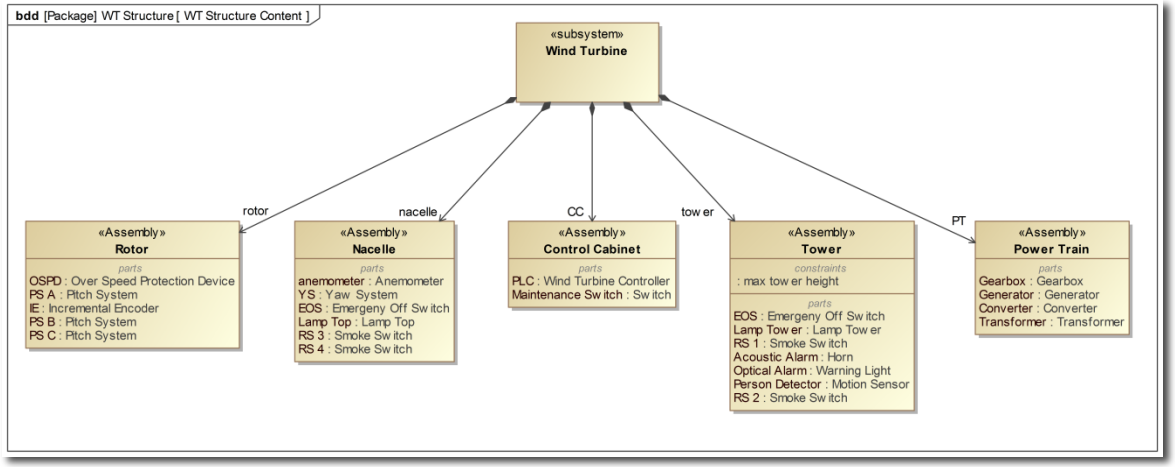


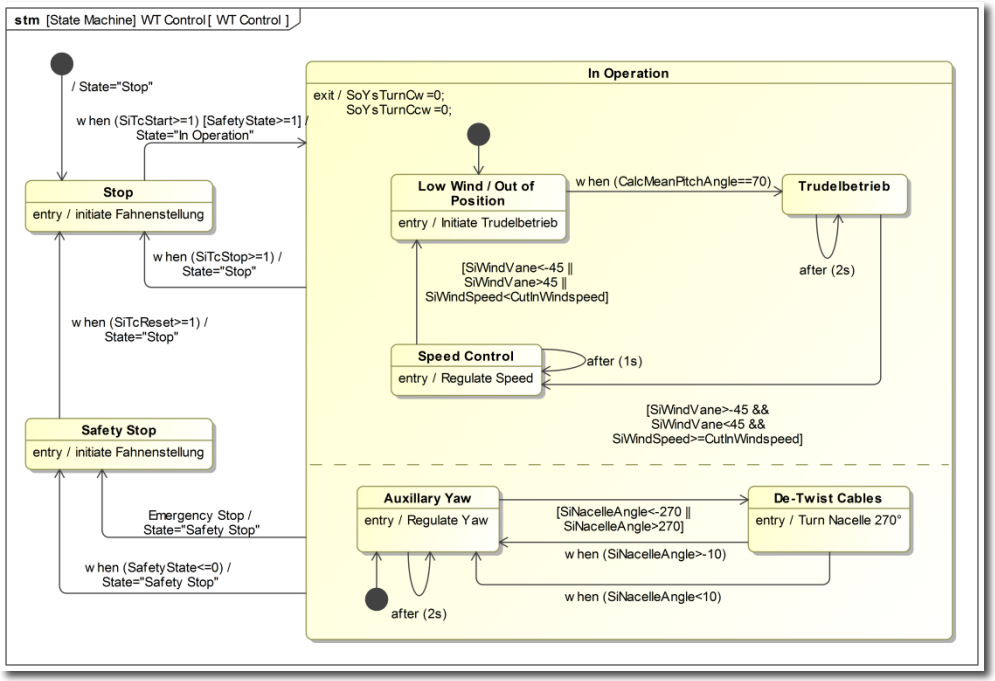
- Anforderungserhebung- & Verwaltung

© SILVER ATENA GmbH

SysML für den Architekturentwurf & das Systemverhalten

- Architekturentwurf



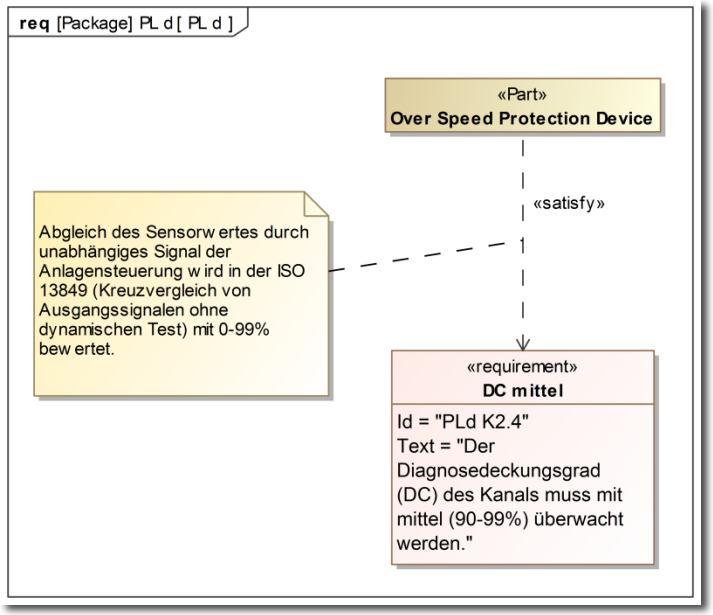


- Definition des Systemverhaltens

© SILVER ATENA GmbH

Nachverfolgung von Anforderungen

- Ableitungen der Anforderungen von System- auf Komponentenebene nachvollziehen
- Wirkung der Anforderungen auf die einzelnen Systemkomponenten nachvollziehen



Legend
- Satisfy
- Satisfy (Implied)

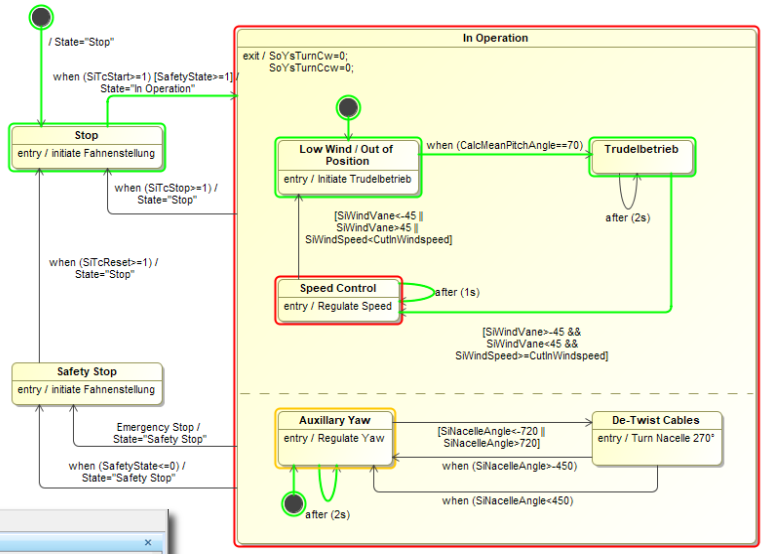
	WT Structure									Rotor										
											Rotor Structure									
	CC Structure [Cont	BNK Control	Control Cabinet	Safety Control	Turbine Control	Wind Turbine Cont	Misc Parts	NC Structure [Nace	PT Structure [Powe	Rotor Analysis	Blade	Gyroscopic Sen	Over Speed Prc	Pitch System	Rotor	Tower Structure [T	Lamp Tower	Tower	Wind Turbine
SF3 neg Blattwinkel			11	9	2	11								3	3				11
R3.0 Überschrift																			
R3.1 Komponente	4	3																	
R3.2 Sicherheitskette	4	3																	
R3.3 Signalverarbeitung	6	3								2	2								
R3.4 Signalgrenze	4	3																	
R3.5 Raktionszeit	4	3																	
R3.6 R3.6 - Signalgrenze	4	3																	
R3.7 Abschaltung	4	3																	
R3.8 Performance Level																			
R3.9 Hardware	6	3								2	2								
R3.10 Auslöseschwelle	6	3								2	2								
R3.11 Reaktionszeit	4	3																	
R3.12 Stopp	4	3																	
R3.13 R3.13 - Reaktionszeit																			

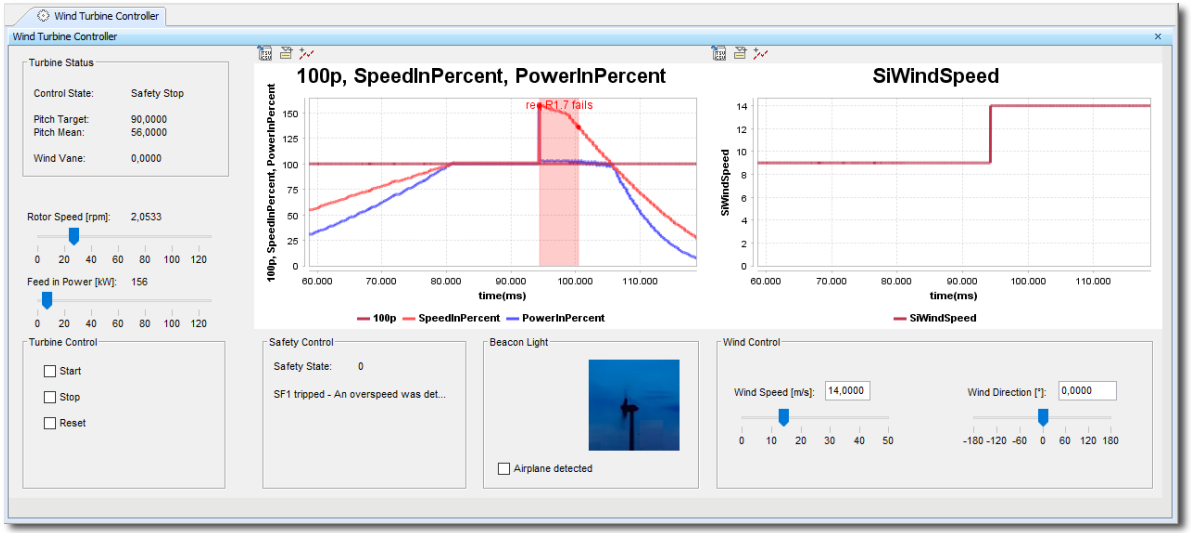
© SILVER ATENA GmbH

Weiterer Vorteil einer Modellierung mit SysML

Erstellung einer ausführbaren Spezifikation ermöglicht Model-in-the-Loop (MiL)-Tests

- Frühzeitige **Analyse des Systemverhaltens** ist möglich
- **Grundlegende Designfehler** können erkannt werden





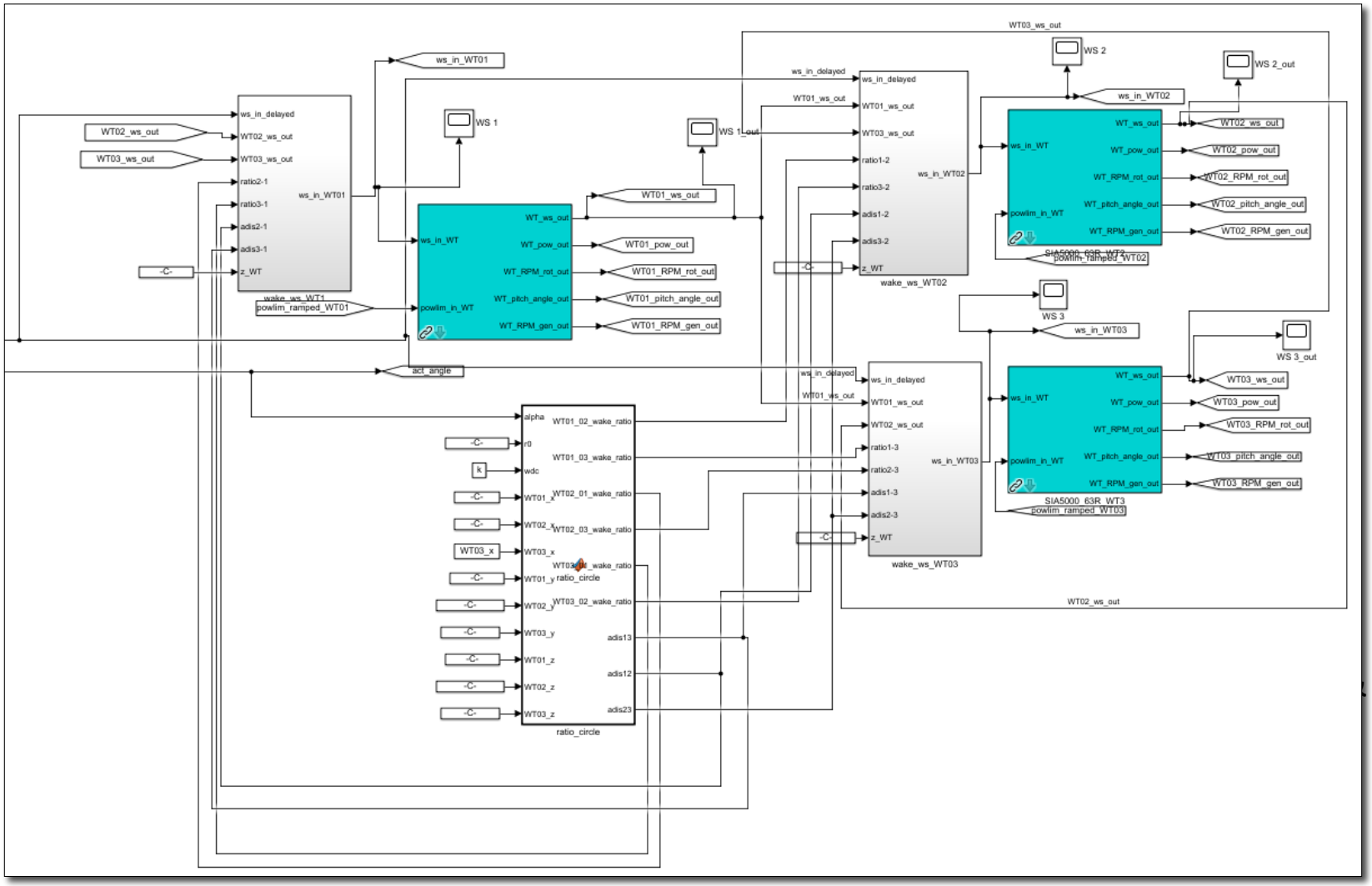
© SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

ZWEITE ENTWICKLUNGSPHASE

Einsatz von MATLAB® / Simulink®

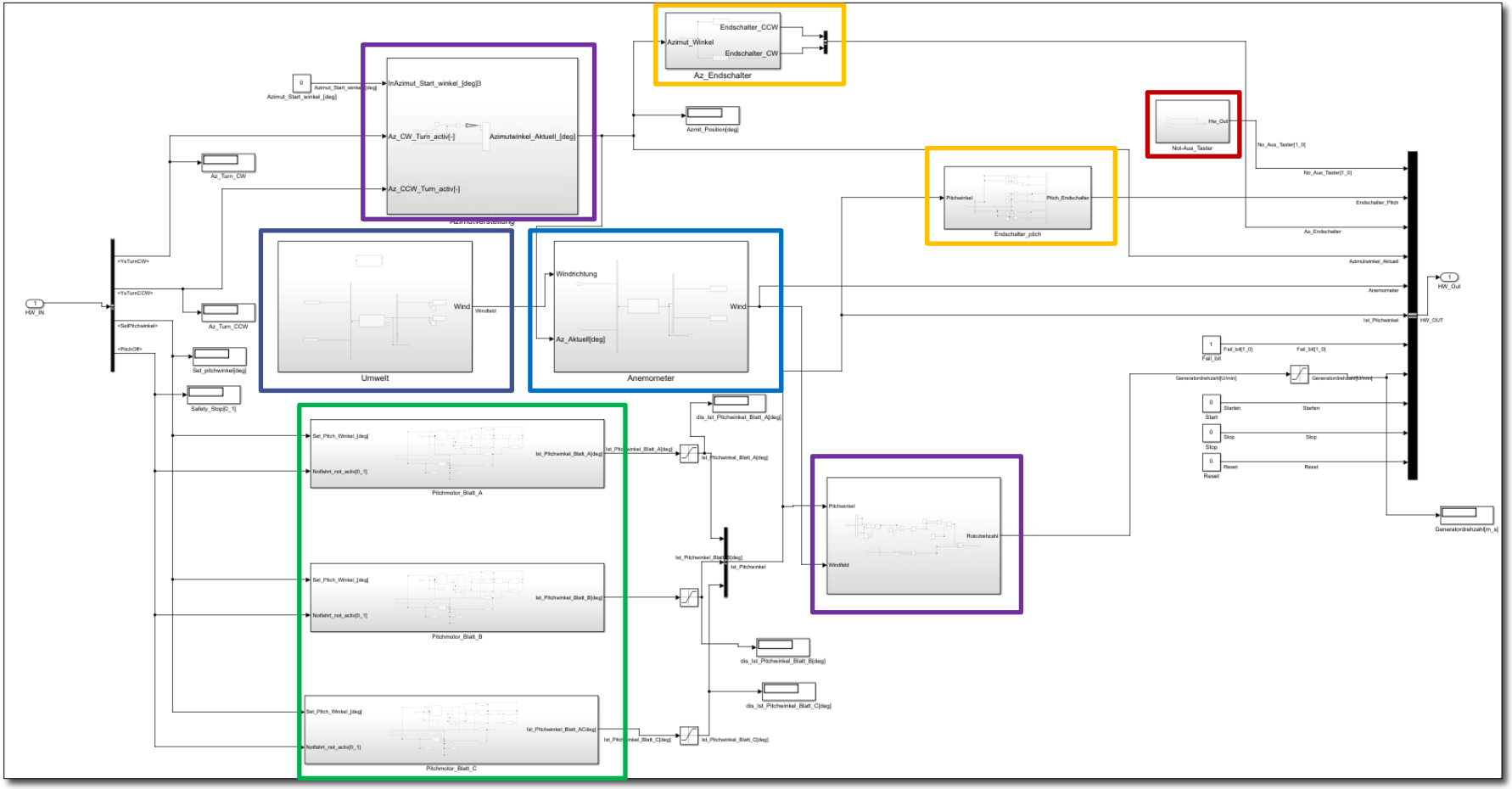
- Detaillierte Systemauslegung & Entwicklung der Regelkreise



© SILVER ATENA GmbH

Einsatz von MATLAB® / Simulink®

- Entwicklung von Umgebungsmodellen für Systemtests



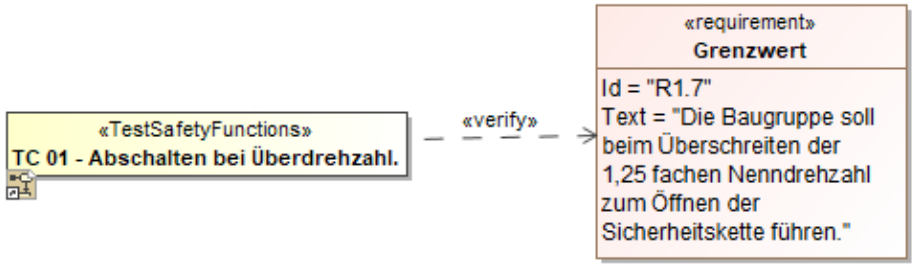
© SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

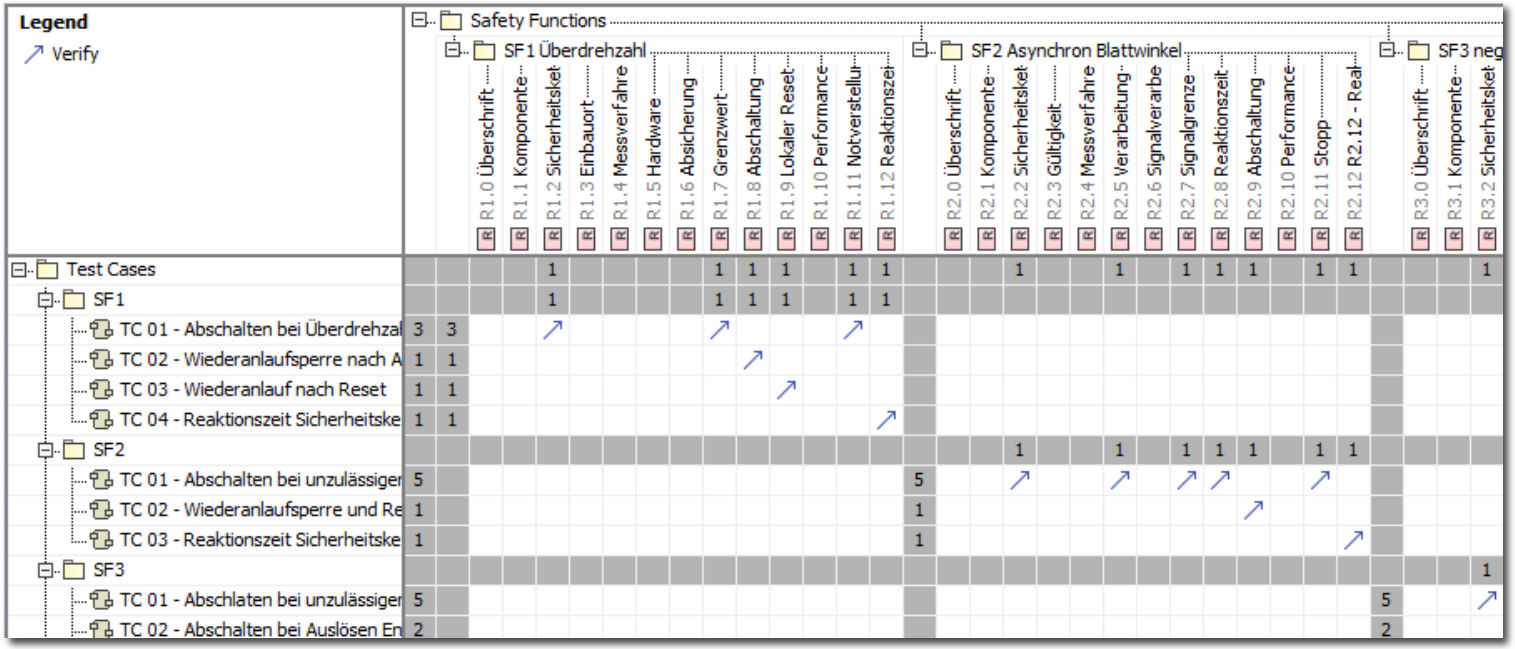
EFFIZIENTES TESTEN

Verwaltung der Testfälle in SysML

- Definition der Testfälle und Verknüpfung mit den Anforderungen



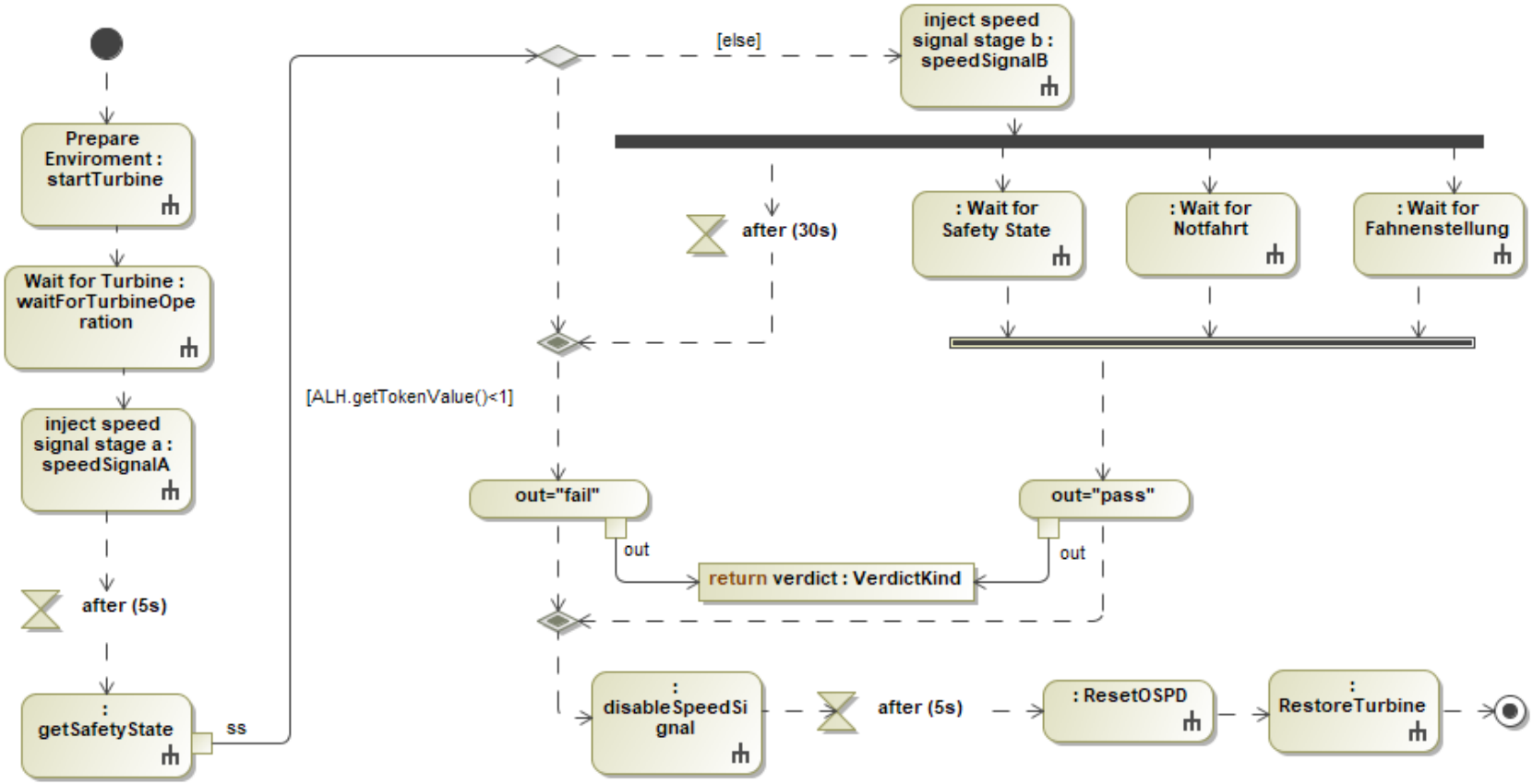
- Automatisch generierte Matrizen zur Überwachung der Testabdeckung



© SILVER ATENA GmbH

Detaillierte Modellierung der Testabläufe

- Klare Strukturierung des Testablaufs und aller Bedingungen

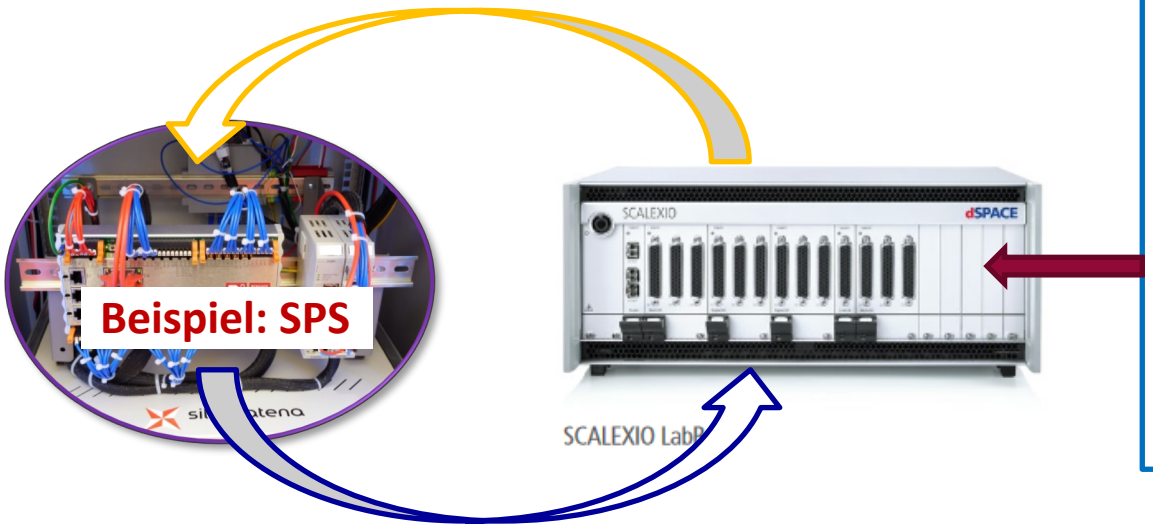


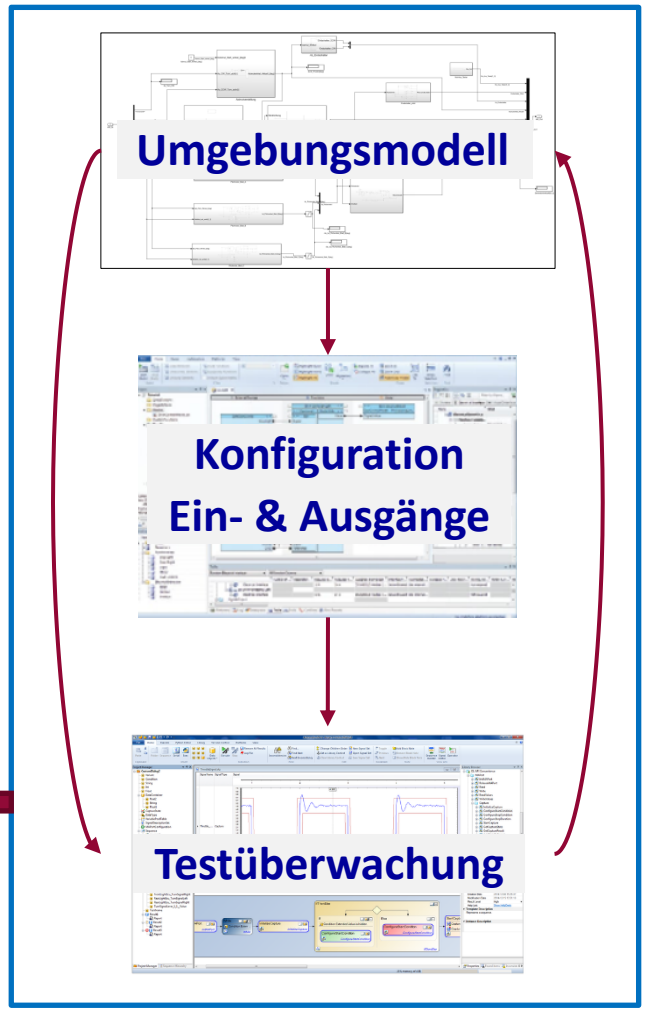
- Steuerung für automatisierte Testabläufe

© SILVER ATENA GmbH

Hardware-in-the-Loop (HiL) Tests

- Umfassende Regelkreis-Simulation durch Einsatz von modernem Echtzeit-Testsystem
- Modularer Aufbau für flexible Testumgebung
- Beliebige Konfiguration von Ein- & Ausgängen
- Verwendung von Simulink ® Umgebungsmodellen
- Testberichte an SysML



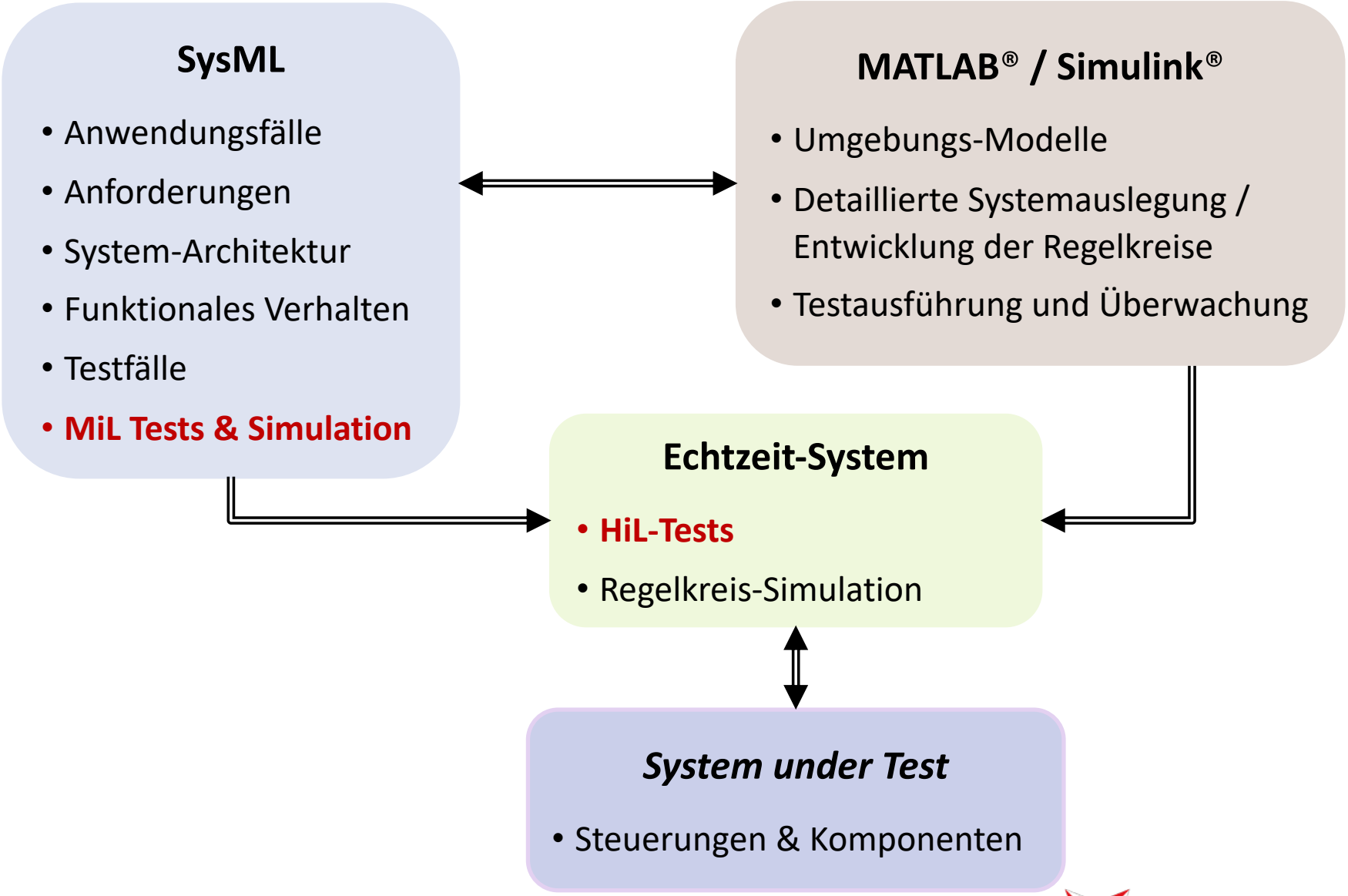


© SILVER ATENA GmbH

silver atena
an expleo company

ÜBERSICHT & FAZIT

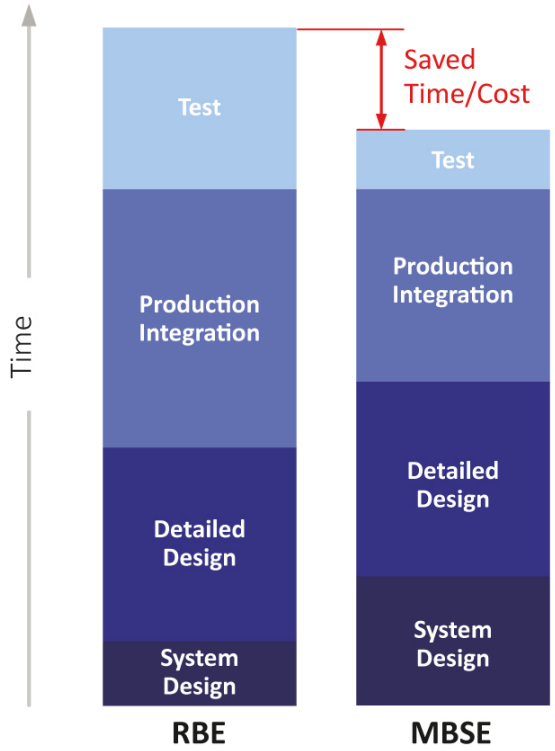
MBSE Werkzeug-Kette

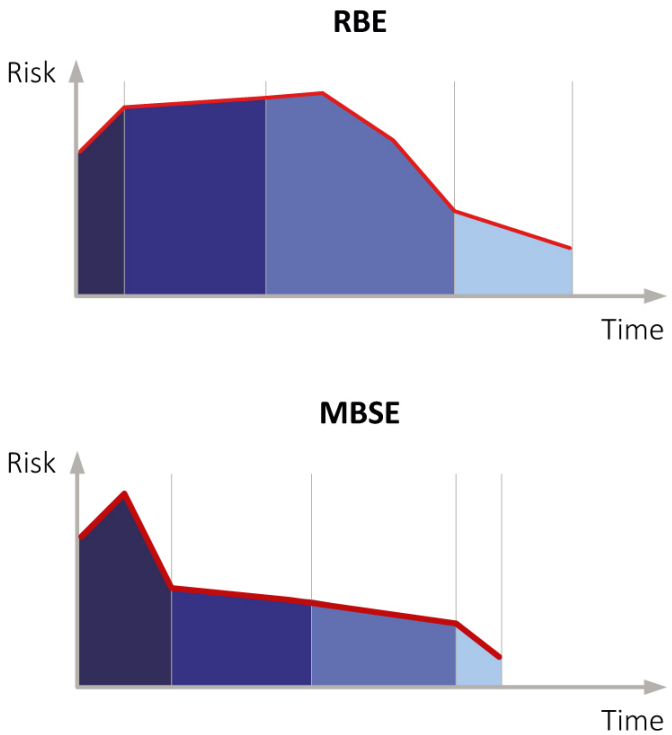


© SILVER ATENA GmbH

Fazit zum Einsatz von MBSE

MBSE ermöglicht insgesamt eine **bessere Qualität** und eine **schnellere** Entwicklung bei niedrigeren **Kosten** und **Risiken**:





„E. Honour, Systems engineering return on investment, Ph.D. thesis, 2013"

Es bedeutet zunächst mehr Aufwand in der Design-Phase, aber führt zu **erheblich geringerem Aufwand** in der **Integrations- und Test-Phase**

 © SILVER ATENA GmbH

silver atena an expleo company

Besuchen Sie uns für weitere Fragen sehr gerne am Stand 216

silver atena
an expleo company

www.silver-atena.de