

DAIMLERCHRYSLER

Vortrag auf der 23. TAV; November 2005, München

Kopplung von Anforderungen und Tests: Überblick und Erfahrungen

Matthias Grochtmann, Konrad Betz, Klaus Didrich, Karoly Kiss, Peter Wagner

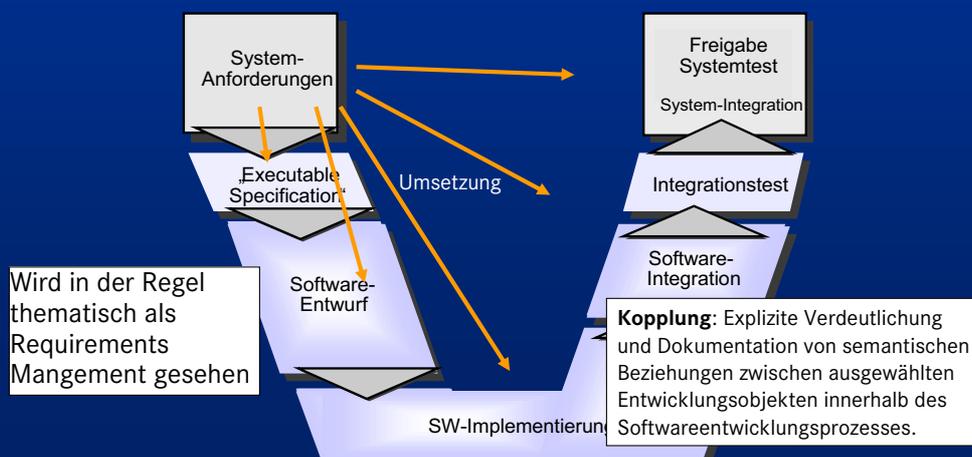
Dr. Matthias Grochtmann, Labor Software-Technologie, Methoden und Tools (REI/SM)
DaimlerChrysler AG, Forschung und Technologie
Alt-Moabit 96a, 10559 Berlin
Matthias.Grochtmann@daimlerchrysler.com

Einleitung

DAIMLERCHRYSLER

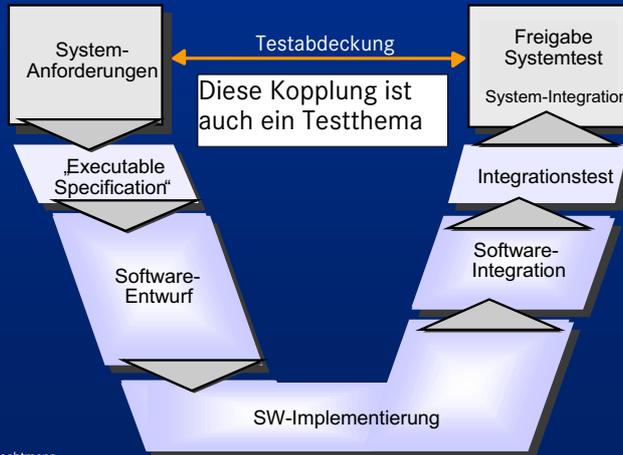


Anforderungsverfolgung (Requirements Tracing)



Einleitung

Wichtiges Beispiel: Kopplung Anforderungen und (System-/Abnahme-)Tests



Anforderungen

- Vereinzelt Anforderungen
- Textuelle Beschreibung
- Eindeutige ID
- Mehrere Attribute pro Anforderung
- Doors: State of the Art Tool

ID	Anforderungen an DMF1 auf Systemebene
SYA2	1 Featuregruppe: Wischen und Waschen <i>Nachfolgende Informationen dienen als Beispiel ohne jeden Serienbezug</i>
SYA109	> 1.1 Globale Vorbereitungen
SYA232	> 1.2 Feature: Wischerabschaltung In Parkstellung verbaute Wischer
SYA10	> 1.3 Feature: Kontinuierliches Wischen Gleichmäßige Bewegung des Wischers ohne Fahren beim Regenstrom in zwei verschiedenen Geschwindigkeitsstufen.
SYA1	> 1.4 Feature: Sensorgesteuertes Wischen Steuerung der Wischerintervalle und der Wischerbereitschaft unter Berücksichtigung der tatsächlichen Regenmenge
SYA11	> 1.5 Feature: Intervallwischen Von Intervallwischen fester Länge unterbrochenen Wischvorgänge
SYA39	> 1.6 Feature: Tippwischen Durch temporäre Betätigung des L23 durch den Fahrer aktiviertes Wischvorgänge
SYA12	> 1.7 Feature: Waschen mit Nachwischen Der Wischvorgang beendet die Scheibe mit Wischleistung. Als Nachwischen werden dazu die Wischvorgänge bezeichnet, die in Folge des Wischens eintreten. Ziel ist die gereinigte Scheibe wieder von der Wischleistung zu befreien und dabei die Scheibe zu waschen.
SYA272	> 1.8 Feature: Rücksetzen Bereiten des Wischers in der Parkstellung auf den nächsten Weg (vgl. "Fertigwischen")
SYA263	> 1.9 Feature: Fertigwischen Aberkennung eines aktuell durchgeführten Wischvorganges bis zur Parkstellung (im Gegensatz zum Rücksetzen nicht unbedingt auf dem kürzesten Weg)
SYA222	> 1.10 Feature: Loslaufunterdrückung Unterdrückung eines nach beendeten, automatisch initiierten Wischvorganges, mit dem Ziel, Personenschäden durch einen plötzlich startenden Wischer zu vermeiden (z.B. bei manuellen Resetting der Scheibe).
SYA241	> 1.11 Feature: Anlasserunterbrechung Unterbrechung der laufenden Wischersteuerung im Moment der Motorstart mit dem Ziel in diesem Moment möglichst wenig mechanische Stromverbraucher zu betreiben.
	> 1.12 Feature: Geschwindigkeitsrückschaltung Reduktion der Wischerbereitschaft bzw. Verlangsamung der Intervallweise bei Festlegung der erzwungenen Geschwindigkeit (z.B. beim Anfahren an eine rote Ampel), mit dem Ziel, die Wischeraktivität der Fahrerassistenzsysteme (z.B. Spurhalteassistenten) zu reduzieren.



Tests

Beispiel Systemtest

- Methodische Ableitung von Tests aus den Anforderungen
- Einsatz der Klassifikationsbaum-Methode
- Ergebnis: Liste von Testfällen/Testszenarioszenarien

ID	Testfall	Testfallbeschreibung	Testfallvoraussetzungen	Testfallausgang	Testfallpriorität	Testfallstatus
101	101-01	101-01-01: Systemfunktio...	101-01-01-01: Systemfunktio...	101-01-01-01: Systemfunktio...	101-01-01-01: Systemfunktio...	101-01-01-01: Systemfunktio...
101	101-02	101-02-01: Systemfunktio...	101-02-01-01: Systemfunktio...	101-02-01-01: Systemfunktio...	101-02-01-01: Systemfunktio...	101-02-01-01: Systemfunktio...

Anforderungen und Tests

- Großer „Abstand“ zwischen den Phasen
- Auf beiden Seiten sind vereinzelt Informationen vorhanden
- Die Tests sollen die Anforderungen prüfen
- Die Anforderungen sollen die Basis für die Tests bilden
- Es gibt KEINE 1:1 Beziehung
- Eine explizite Kopplung ist möglich und sinnvoll!
... aber nicht trivial

Kopplung Anforderungen und Tests



- Das Ziel der Kopplung von Anforderungen und Tests ist das Verdeutlichen von semantischen Beziehungen zwischen Entwicklungsobjekten des Anforderungs- und Testmanagements, um daraus Informationen zu gewinnen, die einen Mehrwert für die Erfüllung notwendiger Aufgaben im Entwicklungsprozess darstellen. Der Nutzen soll dabei den entstandenen Aufwand rechtfertigen.

Nach Markus Menzel, 2005

- Die Beziehungen zwischen Anforderungen und Tests entstehen zwangsläufig im Rahmen der regulären Entwicklung
- Die Kopplung stellt eine Auswahl dieser Beziehungen explizit dar, um daraus Nutzen zu ziehen; dieser Nutzen soll den entstehenden Mehraufwand rechtfertigen
- Durch ein geeignetes Vorgehen bei der Erfassung der Anforderungen und Tests kann die Kopplung vorbereitet werden

Kopplung Anforderungen und Tests



Welche Vorteile hat eine solche Kopplung?

- Überprüfbarkeit
 - ⇒ Sind alle Anforderungen abgedeckt?
 - ⇒ Nachweisbarkeit (nachträglich)
(Standards, z.B. IEC 61508, IEEE 829)
- Rückverfolgung
 - ⇒ Welche Anforderung ist durch einen Fehler verletzt?
- Unterstützung von Änderungen
 - ⇒ Welche Testfälle sind bei Änderungen erneut durchzuführen/anzupassen
- Effizientere Testfallentwicklung
 - ⇒ Genaue Abdeckung der Anforderungen durch Tests (während Entwicklung)

Nachteile?

- Zusätzlicher Aufwand; insbesondere, um die Kopplung aktuell zu halten

Fragestellungen



- Auf welcher Ebene sollen Anforderungen und Tests zugeordnet werden?
- Welche Tool-Lösung ist geeignet? Beispiele:
 - Manuelle Kopplung
 - Erzeugung einer automatischen Kopplung zwischen DOORS und den Testfällen via ToolNet
 - Reine DOORS Lösung
 - DOORS mit Stellvertreter Modul
 - TestDirector
- Wie kann eine Verknüpfung in die Testfallerstellung integriert werden?
- Wie können Änderungen effizient umgesetzt werden?

Fragestellungen



- Welche Use Cases sind zu unterstützen?
Beispiele
 - Änderung einer Anforderung
 - Testfall findet Fehler – was ist betroffen?
 - Modifikation eines Testfalls
 - Nachweis der Vollständigkeit bzw. Maß für die Testabdeckung
 - Zusammenstellen aller Testfälle, die eine bestimmte Funktionalität testen
 - Neuerstellung eines Testfalls
 - ...

Abschluss

- Die Kopplung von Anforderungen und Tests ist wichtig
- Sie betrifft das Gebiet des Testens genauso wie die Anforderungswelt
- Sie ist nicht abschließend gelöst
- Erfahrungsberichte
- Diskussion

Erfahrungsberichte

- Konrad Betz, beXtec Gesellschaft für Software-Entwicklung und -Beratung
- Klaus Didrich, Siemens TS RA E2
- Karoly Kiss, Siemens Med MR
- Peter Wagner, Robert Bosch Corporate Sector Research and Advance Engineering



Erfahrungsbericht

- Vorstellung der Organisation
- Wie wird Software bei ihnen entwickelt
- Motivation für eine Kopplung von Anforderungen und Tests
- Gewählte Lösung für die Kopplung
- Bewertung der Lösung
- Zusammenfassung und Ausblick

Kopplung Anforderungen und Test

Konrad Betz
beXtec GmbH, Emmendingen

Seite 1, 17/18. November 2005

Die beXtec GmbH

- Entwicklung und Test sicherheitskritischer, verteilter, eingebetteter Echtzeit-Softwaresysteme
- Organisation/Implementierung von normgerechten (Software-) Entwicklungsprozessen bei Kunden
- Prozess angelehnt an V-Modell XT und verfeinert im Einklang mit Normen (EN50128/29, IEC61508,...)
- Kunden im Bereich Automatisierungstechnik, Transportsysteme, schienengebunde Fahrzeuge, Automotive, Medizintechnik

Seite 2, 17/18. November 2005

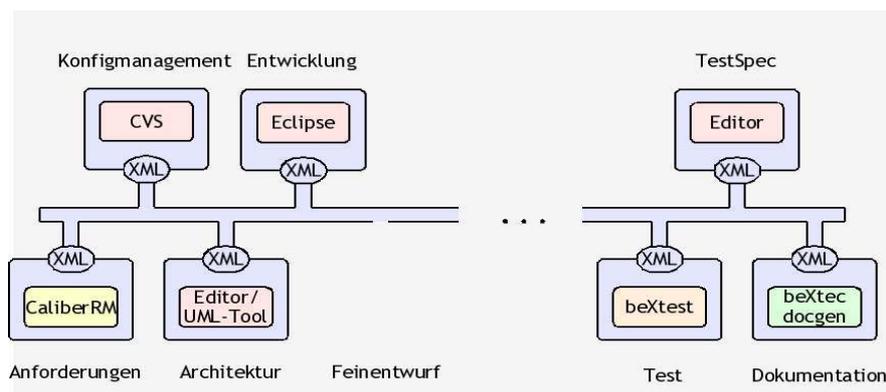
Motivation für Kopplung von Anforderungen und Tests

- Qualität der Software
 - Abdeckungsgrad (Metriken)
- Effektivität des Prozesses
 - Verfolgbarkeit wird erst durch Kopplung möglich
 - Testbare Anforderungen => testbare Architektur => testbare Software
- Effizienz des Prozesses
 - Kleinere Round-Trip-Zeiten
- Vorgeschrieben von Normen (EN50128/29, IEC61508)

Seite 3, 17/18. November 2005

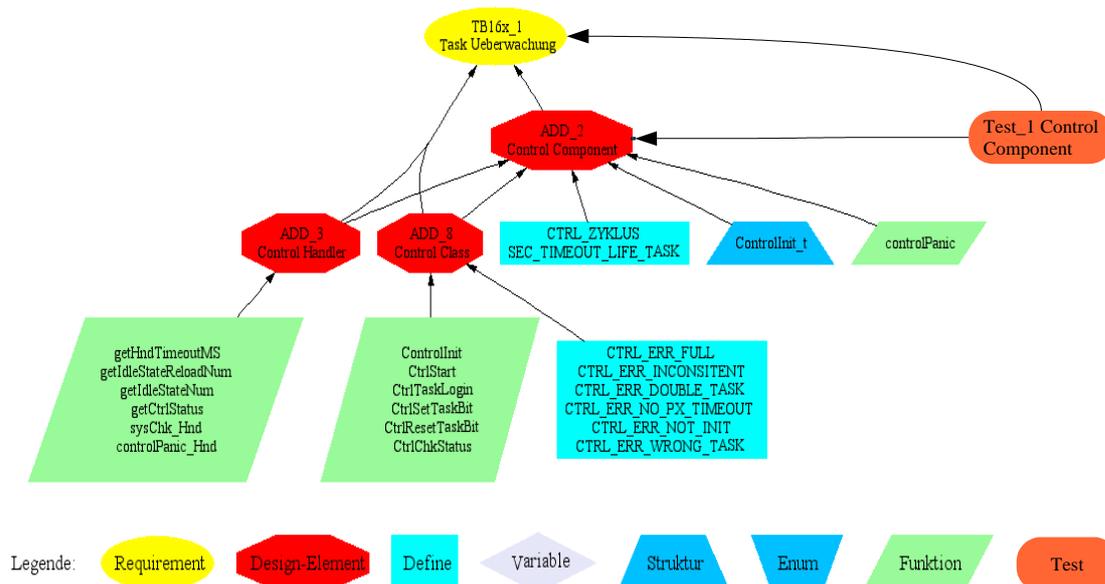
Lösung für Verfolgbarkeit: Tool-Integration

- Wrapper für Tool => Prozess-Zentren (PZ)
(z.B. Doors, CaliberRM, SVN, Rhapsody, Eclipse IDE, beXtec TestTool)
- Einheitliche XML-basierte Schnittstelle
- Zuständig für ein Produkt
(z.B. Use-Cases, Anforderungen, Architekturelemente, Code, SUT-Spezifikation, Testszenarien und Testfällen)
- Kopplung: Eindeutige Identifikatoren & Referenzen



Seite 4, 17/18. November 2005

Verfolgbarkeit



Seite 5, 17/18. November 2005

Lösung für semantische Kopplung

- Dekomposition der Anforderungen in testbare Einheiten (informal)
- Verhaltensspezifikation (Ablauf/Protokoll):
 - Anforderungen an das System durch Automaten
 - Teil-Automaten für Komponenten (mit Codeerzeugung)
 - Testsspez. durch abgeleitete MSC, die entsprechende Abläufe darstellen.

Seite 6, 17/18. November 2005

Bewertung der Lösung

- In mehreren Projekten (bis SIL4) erfolgreich eingesetzt
- Skalierbarer Automatisierungsgrad
- Verfolgbarkeit der Anforderungen durch den gesamten Prozess
- Konsistenz der Dokumentation
- Noch keine automatisch überprüfbare formale semantische Beziehung zwischen Anforderung und Test.
- Noch keine Unterstützung bei Ableitung von Testdatensätzen.

Seite 7, 17/18. November 2005

Zusammenfassung und Ausblick

- Bislang:
 - Automatische Verfolgbarkeit der Anforderungen
 - semantische Kopplung von Hand
- Angestrebt:
 - Automatisierung der Prozess-Zentren
 - Formale Dekomposition der Anforderungen (Für hohe Sicherheitsanforderungen)
 - Automatische Erzeugung von Testsszenarien aus Verhaltens-Spezifikation.
 - Unterschiedliche Arten der Kopplung (Ableitung) für unterschiedliche Arten von Anforderungen.

Seite 8, 17/18. November 2005

Transportation Systems

SIEMENS

Kopplung von Anforderungen und Tests: Erfahrungen bei Siemens ETCS-Engineering



23. TAV-Tagung: München, November 2005
Dr. Klaus Didrich; Siemens AG, Transportation Systems



TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 1

< = >

Transportation Systems

SIEMENS

Siemens ETCS-Engineering und Systemtests

- **Rail Automation:**
Bahnautomatisierungssysteme für Nah- und Fernverkehr
- **ETCS-Engineering:**
Entwicklungen zum europäischen Zugbeeinflussungssystem ETCS
- **Arbeiten im Konsortium**
Siemens und Partner
- **Zwei Teilsysteme:**
Streckeneinrichtungen
Fahrzeugeinrichtungen
- **Systementwicklung nach erweitertem V-Modell**
Gemäß EN 50128



TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 2

< = >

© Siemens AG 2005 All Rights Reserved

Transportation Systems

SIEMENS

Motivation für Kopplung

- Abdeckungsgrad der Spezifikation feststellen (Kennzahlen für Vollständigkeit und Arbeitsfortschritt)
- Explizite Kopplung herstellen, da keine offensichtliche 1:1-Beziehung zwischen Test- und Anwendungsfällen (Use-Cases)
- Dokumentation der testbaren Anforderungen ermöglichen

TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 3

< □ >

© Siemens AG 2005 All Rights Reserved

Transportation Systems

SIEMENS

Gewählte Lösung für die Kopplung

- Testfallverwaltung analog Verwaltung der Systemanforderungen
- Testfälle werden ebenfalls in DOORS verwaltet
- Je Testfall ein DOORS-Objekt
- Testfälle werden innerhalb DOORS mit getesteten Anforderungen verlinkt
- Testfallentwickler setzen die Links beim Spezifizieren des Testfalls

TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 4

< □ >

© Siemens AG 2005 All Rights Reserved

Transportation Systems

SIEMENS

Bewertung der Lösung

- Vorteile**
 - ↪ Problembewusstsein bei Spezifikationsabteilung wächst
 - ↪ Umsetzung einfach und auch nachträglich möglich
 - ↪ Handhabung flexibel
- Nachteile**
 - ↪ Granularität von Anforderungen und Testspezifikationen passt nicht zusammen (Rückverfolgung von Änderungen schwierig)
 - ↪ Pflege der Kopplung unterbleibt häufig (wird als Nebentätigkeit betrachtet)
- Technische Probleme**
 - ↪ Prinzipielle Probleme mit Anforderungen, die nicht von einem Testfall vollständig abgedeckt werden
 - ↪ Spezifikation „lebt“, so genannte *versioned links* erst mit DOORS 7

TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 5

< □ >

© Siemens AG 2005 All Rights Reserved

Transportation Systems

SIEMENS

Zusammenfassung und Ausblick

- Spezifikation und Testfälle sollten auf gleicher Ebene verlinkt werden
- Kopplung sollte von vornherein eingeplant werden
- Zuordnung beim Testimplementierer anfordern
- Ausblick:** Weiterführen der Kopplung zum Testskript

TS RA E2 EQ / 22-11-05 / 6

< □ >

© Siemens AG 2005 All Rights Reserved

Vortrag auf der 23. TAV; November 2005, München

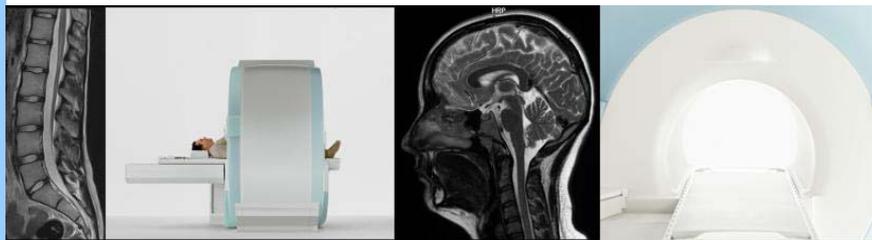
Kopplung von Anforderungen und Tests Erfahrungen bei **SIEMENS Med MR**

Karoly Kiss, Siemens Med MR ES-Int

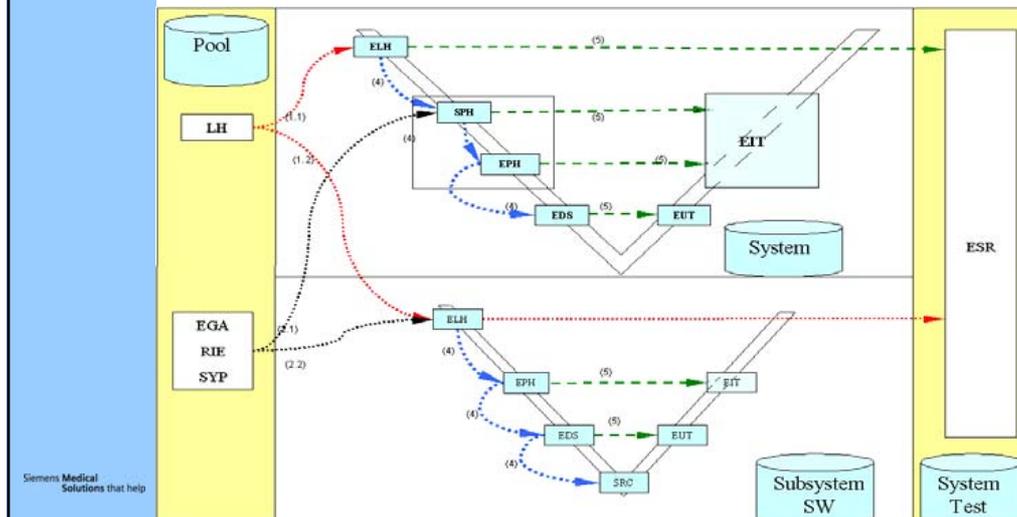
Karoly.Kiss@Siemens.com

Kopplung von Anforderungen und Tests

- **MR E: Entwicklung von Kernspintomographen**
 - ca. 400 Entwickler weltweit (HW/SW)
 - Entwicklungsprozess angelehnt an das V-Modell
 - Tracing: Nachvollziehbarkeit und Vollständigkeitsnachweis bei der Entwicklung von medizinischen Geräten ist ein Muss



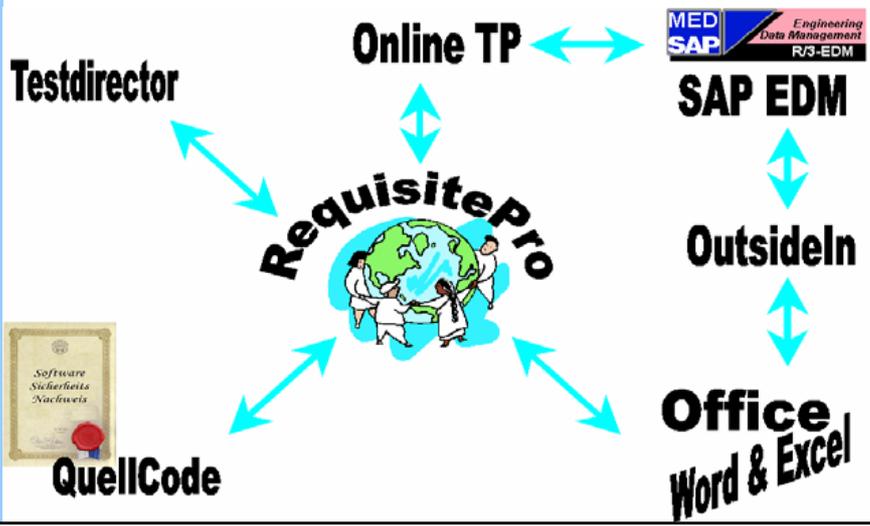
Kopplung von Anforderungen und Tests Tracesystem



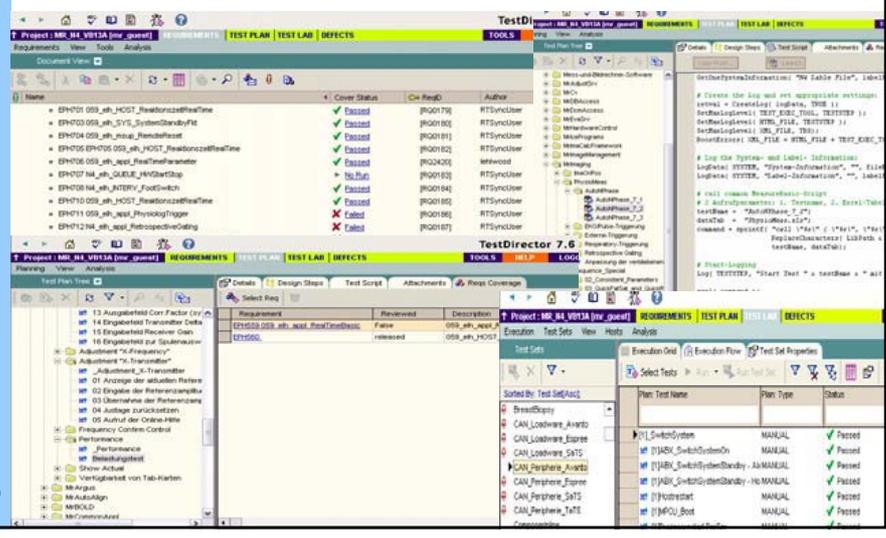
Kopplung von Anforderungen und Tests Motivation

- **Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Entwicklung und der Tests**
 - horizontales Tracing aller Anforderungen der Ebenen Lastenheft und Pflichtenheft (funktionale Spezifikationen):
 - Keine Anforderung ohne Testfall, kein Testfall ohne Anforderung
 - vertikales Tracing aller Lastenheftanforderungen durch das „V“:
 - Impact bei Änderungen
 - Verfolgung und Nachweis der Umsetzung der Maßnahmen aus der Risikoanalyse (und gesetzlichen Anforderungen, Umweltbestimmungen, ...) bis in den Code

Kopplung von Anforderungen und Tests Gewählte Lösung



Kopplung von Anforderungen und Tests Gewählte Lösung



Kopplung von Anforderungen und Tests Bewertung der Lösung

■ Vorteile

- Online Navigation durch die Projektdokumentation
- Metriken
- „Suspects“ bei Anforderungsänderungen
- Transparenz der Entwicklung und des Tests

■ Nachteile

- Zusammenspiel der Tools sehr komplex
- Toolverdrossenheit von Entwicklern

Kopplung von Anforderungen und Tests Zusammenfassung und Ausblick

■ Toolunterstützung

- keine eierlegende Wollmilchsau vorhanden, viele Anpassungen und Hilfsprogramme notwendig

■ Tracing nur mit geeignetem Entwicklungsprozess, ergänzende QS-Maßnahmen wie Reviews und Trace-Controlling sinnvoll

■ Ohne Tracing ist die Komplexität von Großprojekten nicht handhabbar

Siemens **Medical** **Solutions** that help

Kopplung von Testanforderungen und Tests

Erfahrungen bei Robert Bosch GmbH



Peter Wagner

Corporate Sector Research and
Advance Engineering

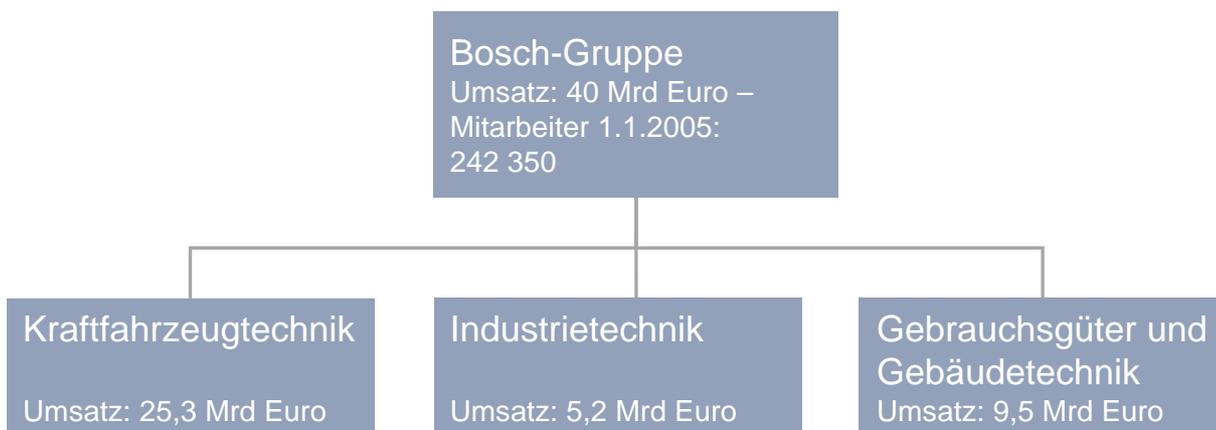
1



BOSCH

Die Struktur der Bosch-Gruppe

Unternehmensbereiche

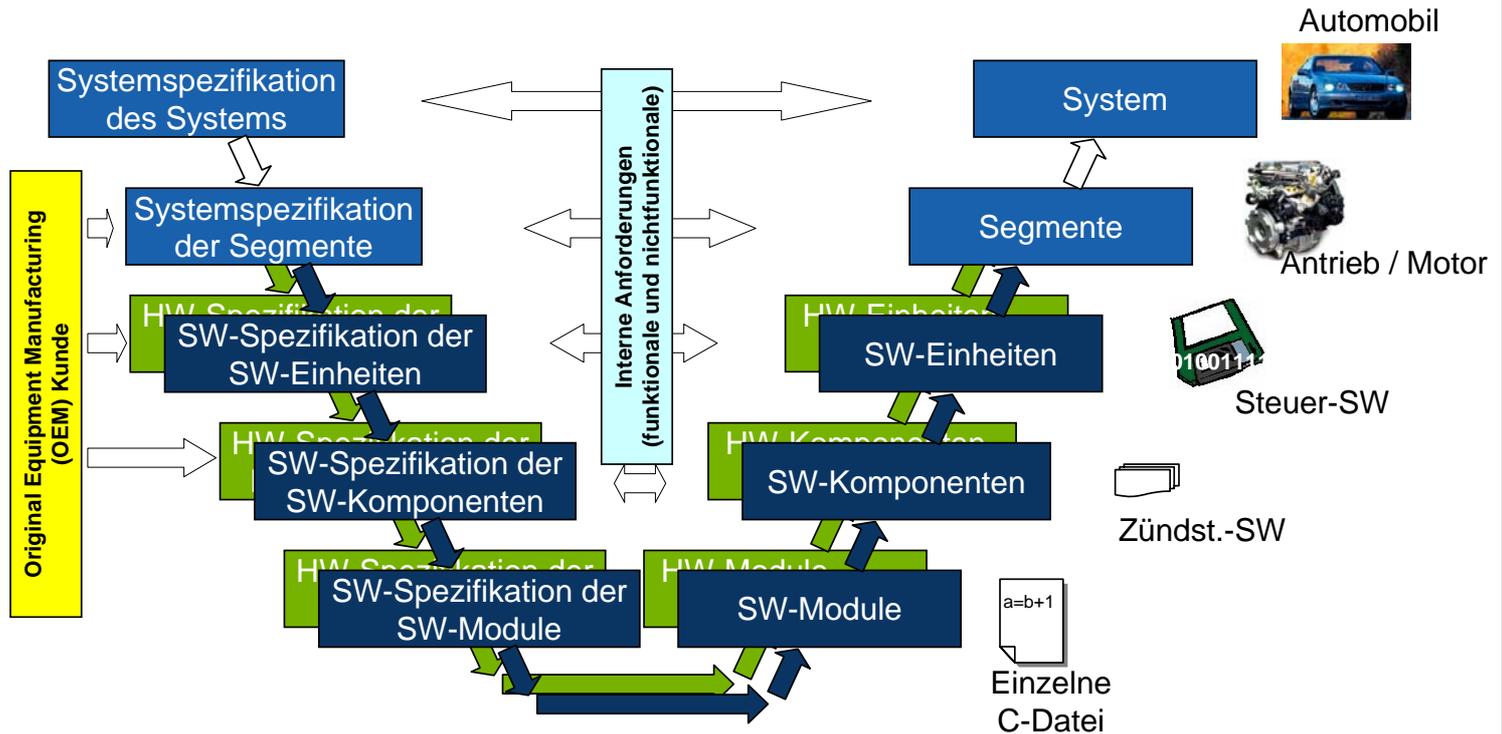


2



BOSCH

Produktentstehungsprozess und Prüfprozesse



Motivation für die Kopplung

Anforderungen <-> Testfälle

- ⇒ OEM-Kunden und Gesetzgeber bestimmen die externen Anforderungen (überwiegend funktional);
Motivation: Vollständigkeit
- ⇒ Ableitung interner Anforderung (funktional, Robustheit, Testbarkeit, Wiederverwendbarkeit, ...);
Motivation: Optimierung Q-Tore
- ⇒ Modellierung und Simulation in der Design-Phase und Entwicklung der Testfälle Basis OEM Anforderungen;
Motivation: wiederverwendbare Testfälle und Testautomatisierung (Verifikation)
- ⇒ Funktionale Testfälle beim Unit test (Entwicklertest), Test der Umsetzung durch Modellierung und Simulation, Kaum Kopplung an Testanforderungen;
Motivation: Vollständigkeit
- ⇒ Vorbereitung Erprobung (Bedatung, Prüfstand, Applizieren);
Motivation: Verkürzung Erprobung (Validieren)
- ⇒ Gemeinsame Erprobung mit OEM-Kunde (Checklisten basiert); Motivation: Reduzieren ,rework' und Feld-Fehler



Bewertung der Lösungen

Anforderungen <-> Testfälle

- ⇒ Fortschritte bei OEM-Anforderung (Klärung von Validierungspunkte), Parallel Entwicklung (kein Redaktionsschluss), Kaum Toolunterstützung (Lastenheft, mündliche Absprachen und Emails werden intern analysiert)
- ⇒ Ableitung interner Anforderung (funktional, Robustheit, Testbarkeit, Wiederverwendbarkeit, ...); Gute Erfahrungen: Bibliothek von Testfällen, Dauertests, Stresstests, ...)
- ⇒ Test von Modellen ist verbreitet. Einbeziehung der OEM Kunden (Basis: gemeinsame Modellierungssprache)
- ⇒ Unit test (Entwicklertest), Test der Modelle und Codegenerierung
- ⇒ Vorbereitung Erprobung, Starke Kopplung mit Test-Anforderungen
- ⇒ Gemeinsame Erprobung mit OEM-Kunde, optimal



Ausblick

- ⇒ Prozesskopplung (OEM <-> Lieferant)
 - Teambildung (Austausch von Testfällen und Testerfahrungen)
 - gemeinsame QS-Strategie
- ⇒ Identifikation von QS Lücken
- ⇒ Verbesserung von Q-Toren (Effektivität und Effizienz)
- ⇒ Teststandardisierung vorantreiben (ausführbare und wiederverwendbare Anforderungen, Testablaufsteuerung verbessern)
- ⇒ Optimierung Testmanagement

