

Werkzeugunterstützte Verknüpfung von Anforderungen und Tests – Voraussetzung für eine systematische Qualitätssicherung

Dr. Sadegh Sadeghipour

sadegh.sadeghipour@itpower.de

Meike Lim

meike.lim@itpower.de

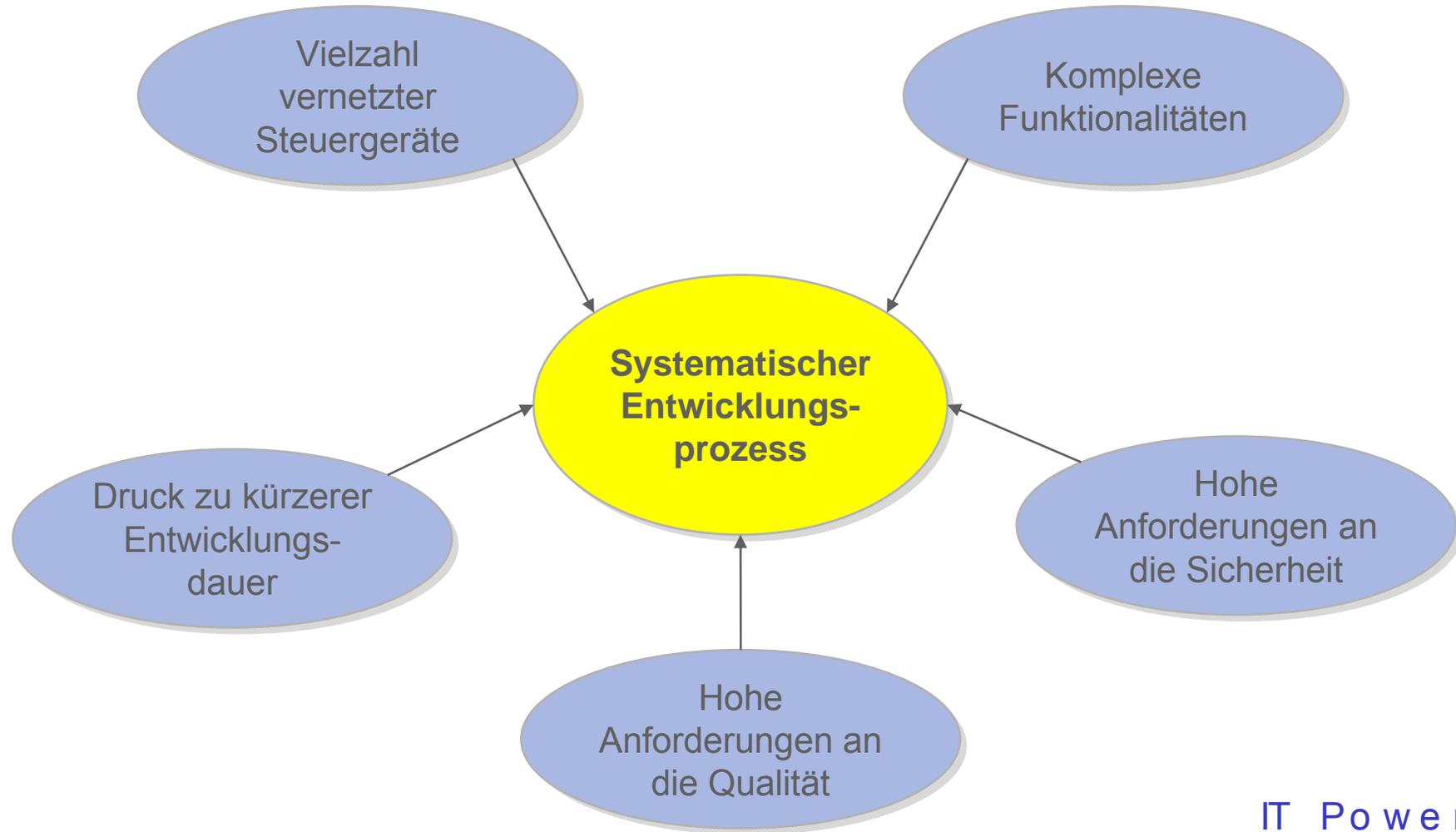
IT Power
Consultants

IT Power Consultants

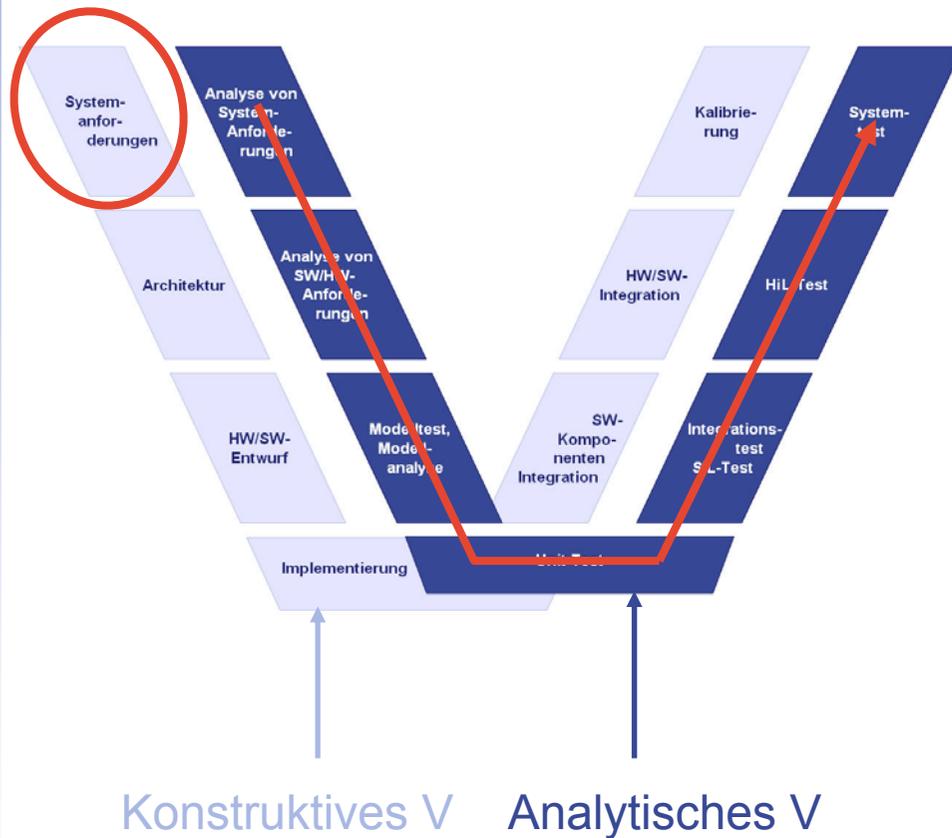
Methoden und Tools für Entwicklung und Test automobiler Steuergeräte-Software

- Unternehmensgegenstand: Software-Dienstleistungen entlang des V-Modells für Unternehmen der Automobilindustrie
- Gründung in 2000, Sitz in Berlin, z.Z. 12 Mitarbeiter
- Kunden:
 - Carmeq GmbH
 - Daimler AG
 - GETRAG FORD Transmissions GmbH
 - Leopold Kostal GmbH & Co. KG
 -

Herausforderungen der Entwicklung automobiler Steuergeräte-Software



Anforderungsmanagement und Test erfordern besondere Beachtung



Anforderungsmanagement

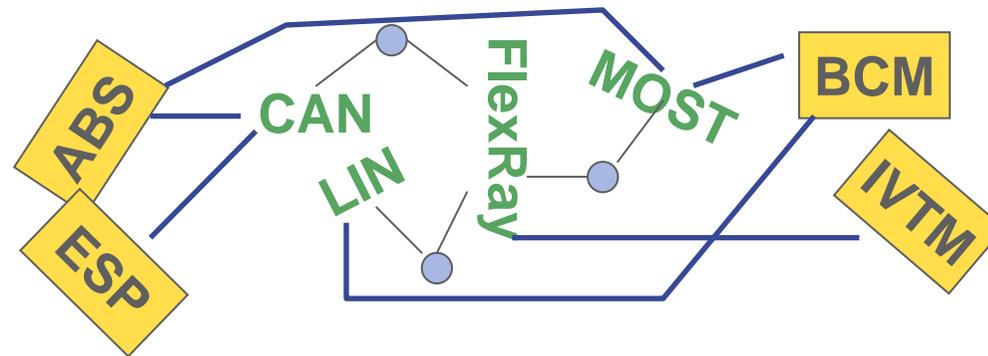
- Start des Entwicklungsprozesses
- Grundlage für Entwicklungs- und Testaktivitäten

Test

- Qualitätssicherung erfolgt entwicklungsbegleitend, d.h. parallel zur Implementierung
- Tests werden aus den im Lastenheft beschriebenen Anforderungen abgeleitet

Besonderheiten des Anforderungsbasierten Testens im Umfeld automobiler Steuergeräte

- Zusammenspiel von Hardware und Software und verschiedenen miteinander kommunizierenden Steuergeräten, ggf. verschiedene Bussysteme



- Großer Umfang der Anforderungen und der aus ihnen abgeleiteten Tests



Besonderheiten des Anforderungsbasierten Testens im Umfeld automobiler Steuergeräte (Fortsetzung)

- Mögliche Anforderungsänderungen während des Entwicklungsprozesses
- Vielfalt der Testumgebungen:
 - Model-in-the-Loop (MiL)
 - Software-in-the-Loop (SiL)
 - Processor-in-the-Loop (PiL)
 - Hardware-in-the-Loop (HiL)
 - Fahrversuche
- Aussage über die durch Tests übergedeckten Anforderungen erforderlich

Anforderungen an Prozessgestaltung und Werkzeugunterstützung

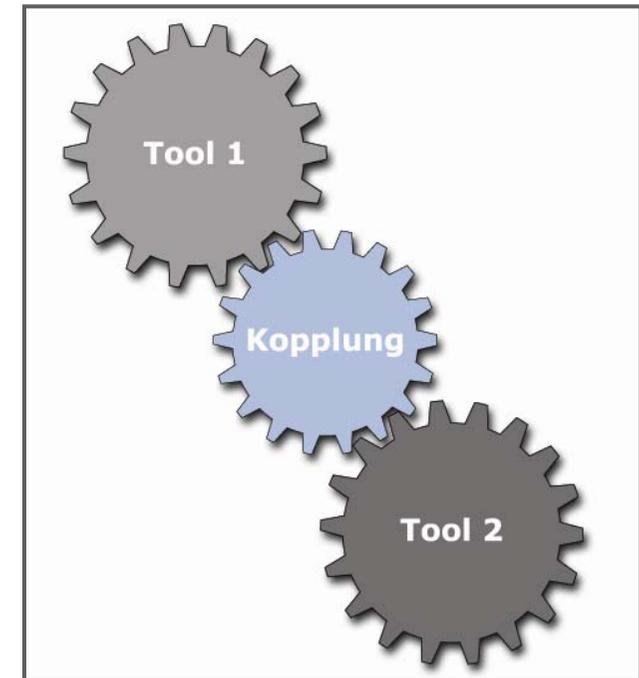
- ➔ Hohe Testqualität erforderlich
- ➔ Systematische Ableitung der Testfälle aus den Anforderungen
- ➔ Werkzeugunterstütztes Erstellen und Verwalten von Verknüpfungen zwischen Anforderungen und Tests
- ➔ Werkzeugunterstützte Rückverfolgbarkeit und Auswirkungsanalyse
- ➔ Möglichkeiten zur Messung der Testabdeckung
- ➔ Konformität zu Standards: SPICE verlangt bidirektionale Verknüpfung zwischen Anforderungen und Testfällen

Voraussetzungen für die Kopplung von Anforderungsmanagement und Testspezifikation

- **Strukturierte Anforderungsspezifikation**
 - Anforderungen sind strukturiert in Inhalt und Attribute
 - Anforderungen als vereinzelt Aussagen:
Ein Satz enthält EINE Anforderung (keine Schachtelsätze).
 - Zusätzliche Informationen in Attributen (Hinweise, Gesetzliche Grundlage,..)
 - Möglichkeit zur Erstellung von verschiedenen Sichten auf die Anforderungen
 - Jede Anforderung mit einem eindeutigen Bezeichner (ID)
- **Strukturierte Testspezifikation**
 - Jeder Testfall mit einem eindeutigen Bezeichner (ID)
 - Testeingaben, erwartete Werte und Testbedingungen sind im Testfall getrennt zu beschreiben

Verzahnung wird realisiert durch eine Kopplung der Werkzeuge

- Ziel:
Gewinn von Informationen, die einen Mehrwert für die Erfüllung notwendiger Aufgaben im Entwicklungsprozess darstellen.
- Verwaltung der Anforderungen, Tests und ihrer Verknüpfungen
- Systematischer, reproduzierbarer Prozess



Fragestellungen zur Konzipierung einer Kopplung

- Granularität der Kopplung
- Unterstützung von Prozessen und Use Cases
 - Verknüpfen der Anforderungen mit den Tests
 - Neuerstellen, Ändern und Löschen von Testfällen zu Anforderungen
 - Rückverfolgung zu den Anforderungen bei durch Tests gefundene Fehler
 - Identifikation der von Anforderungsänderungen betroffenen Tests
 - Bestimmen der Testtiefe
- Online/Offline-Lösung (synchron/asynchron)
- Datenhaltung
- Toolunterstützung

Konzept einer Kopplung: Verlinkung von Tests mit den Anforderungen

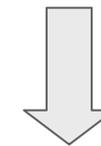
ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

TLR	ID	Anforderung	Teststatus
TLR	SR1	System Req 1	open
	SR2	System Req 2	open
	SR3	System Req 3	open

Erstellen einer
Tester-Sicht



TLR2	Top Level Req 2
SR1	System Req 1
SR3	System Req 2



Ableitung der
Testfälle

T1	Testfall 1
T2	Testfall 2
T3	Testfall 3
T4	Testfall 4

Konzept einer Kopplung: Verlinkung von Tests mit den Anforderungen

ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

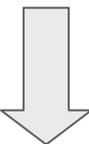
TLR	ID	Anforderung	Teststatus
TLR	SR1	System Req 1	specified
	SR2	System Req 2	specified
	SR3	System Req 3	open

Erstellen einer
Tester-Sicht



TLR2	Top Level Req 2
SR1	System Req 1
SR2	System Req 2

Ableitung der
Testfälle



T1	Testfall 1
T2	Testfall 2
T3	Testfall 3
T4	Testfall 4

→ Link setzen zwischen Tests und
Anforderung, Teststatus auf „specified“

Konzept einer Kopplung: Auswirkungen einer Anforderungsänderung

ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

TLR ID	Anforderung	Teststatus
TLR SR1	System Req 1	specified
SR2	System Req 2	specified
SR3	System Req 3	open

Anforderung SR1 wird geändert.

Konzept einer Kopplung: Auswirkungen einer Anforderungsänderung

ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

TLR ID	Anforderung	Teststatus
TLR SR1	System Req 1	open
SR2	System Req 2	specified
SR3	System Req 3	open

Teststatus der geänderten Anforderung wird auf „open“ gesetzt.

Konzept einer Kopplung: Auswirkungen einer Anforderungsänderung

ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

TLR	ID	Anforderung	Teststatus
TLR	SR1	System Req 1	open
	SR2	System Req 2	specified
	SR3	System Req 3	open

Markierung der
geänderten
Anforderung in
der Tester-Sicht



TLR2	Top Level Req 2
SR1	System Req 1
SR2	System Req 2

Konzept einer Kopplung: Auswirkungen einer Anforderungsänderung

ID	Anforderung	Teststatus
TLR1	Top Level Req 1	open

TLR ID	Anforderung	Teststatus
TLR SR1	System Req 1	open
TLR SR2	System Req 2	specified
TLR SR3	System Req 3	open

Die anzupassenden Tests wurden automatisch identifiziert.

Markierung der
geänderten
Anforderung in
der Tester-Sicht



TLR2	Top Level Req 2
SR1	System Req 1
SR2	System Req 2



Markierung der
betroffenen Tests

T1	Testfall 1
T2	Testfall 2 ←
T3	Testfall 3
T4	Testfall 4 ←

Beispiel eines Anforderungsmanagement-Tools

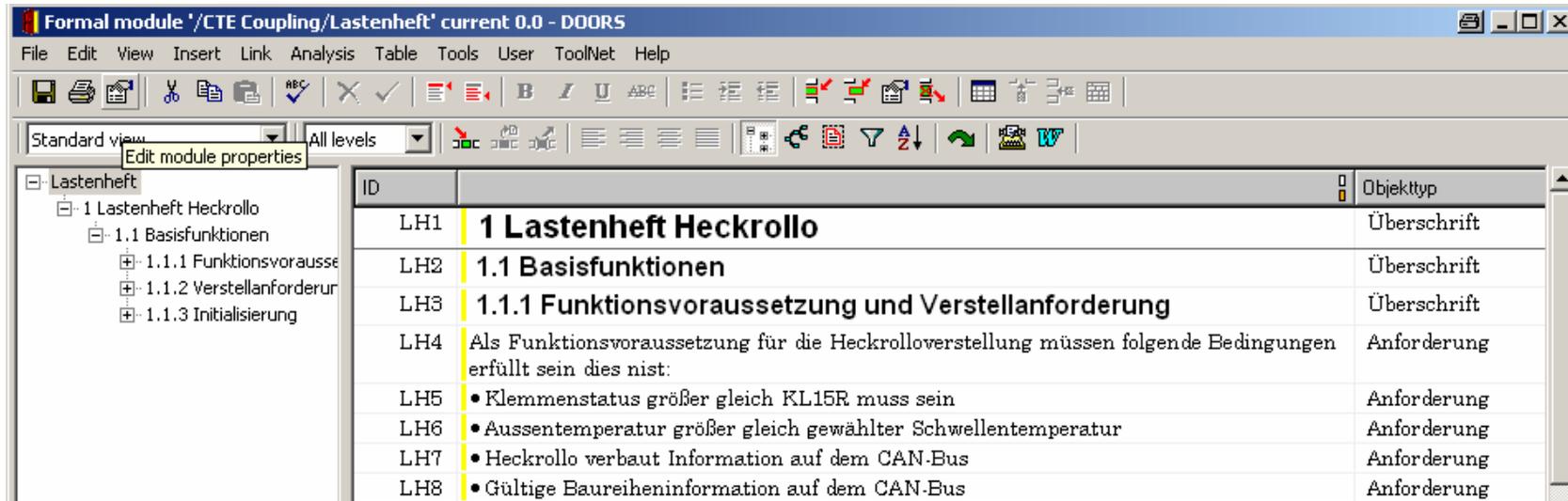
Anforderungsmanagement

- Werkzeug: DOORS



- Einsatz im Automotive-Bereich zum Austausch von Anforderungen zwischen OEMs und Zulieferern
- Flexibler Einsatz, Unterstützung von z.B. Tracing und Sichten
- Datenhaltung in sog. formalen Modulen (konfigurierbare Tabellen)
- Verknüpfung zwischen verschiedenen Objekten in Linkmodulen

Pflege der Anforderungen in DOORS



The screenshot shows the DOORS software interface for a module named 'Formal module "/>

ID	Objekttyp
LH1	Überschrift
LH2	Überschrift
LH3	Überschrift
LH4	Anforderung
LH5	Anforderung
LH6	Anforderung
LH7	Anforderung
LH8	Anforderung

Mögliche zusätzliche Attribute:

- Begründung
- Beschreibung
- Erledigungsstand
- Zusätzliche Unterlagen

Beispiel eines Testspezifikations-Tools

Testspezifikation

- Werkzeug: CTE XL



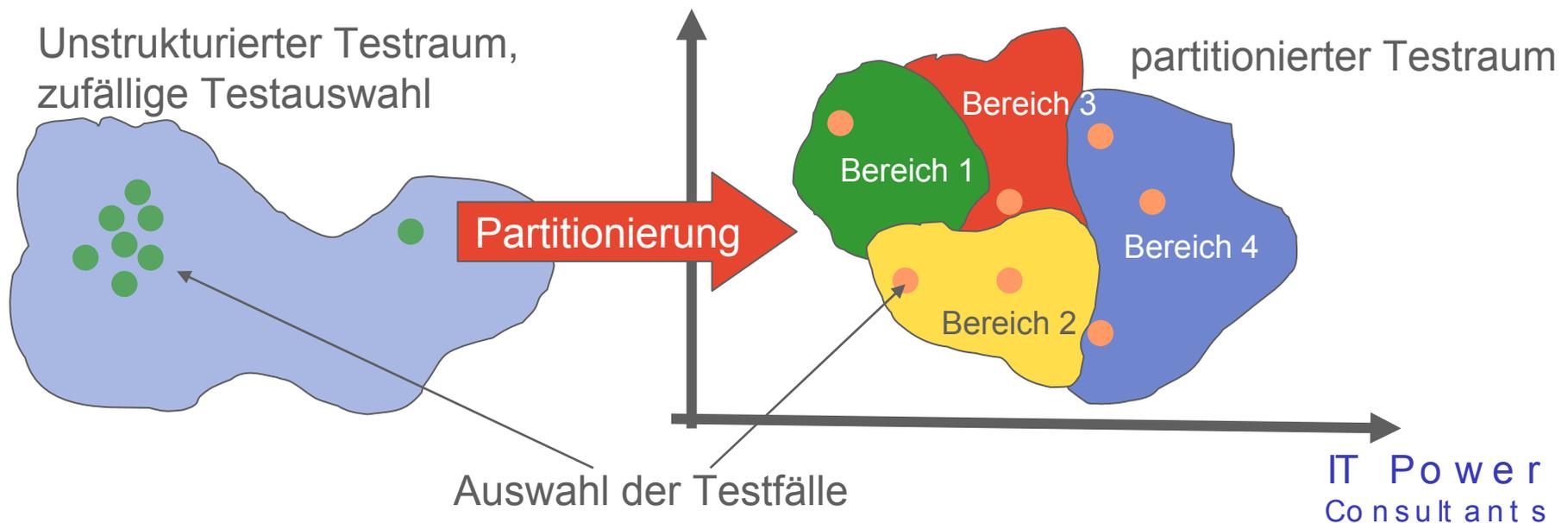
- Methodische Unterstützung bei Testfallermittlung
- Basiert auf Klassifikationsbaum-Methode
- Grafische Darstellung, leichte und schnelle Übersicht
- Etabliert im Automotive-Bereich

Grundlegende Idee der Klassifikationsbaum-Methode

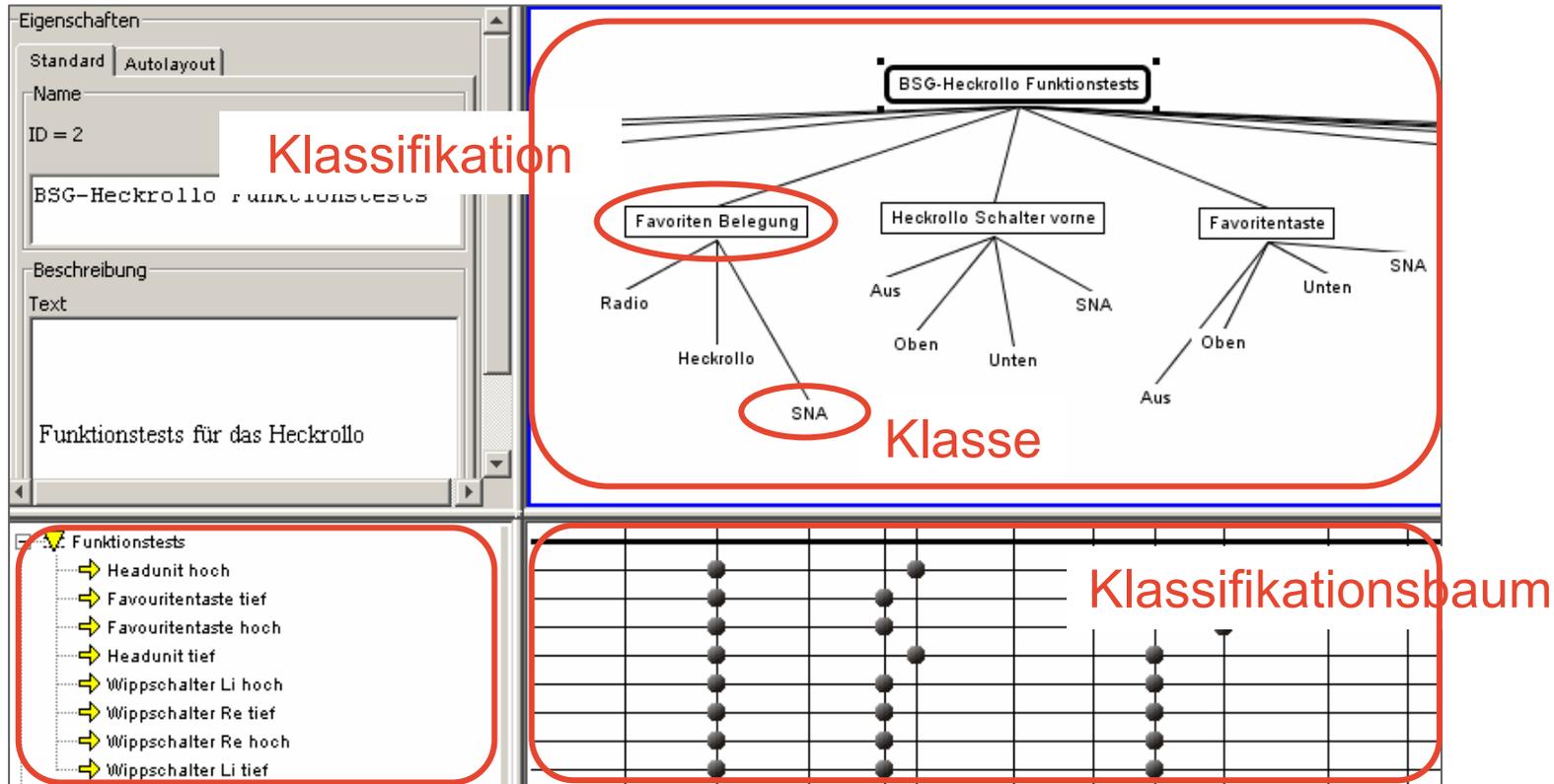
Strukturierung des Testraumes

Einteilung in ‚gleichartige‘ Bereiche,
Aspekte und relevante Faktoren identifizieren.

Strukturierung des Testraumes zur systematischen Testauswahl
,Divide et Impera‘ (Teile und herrsche)



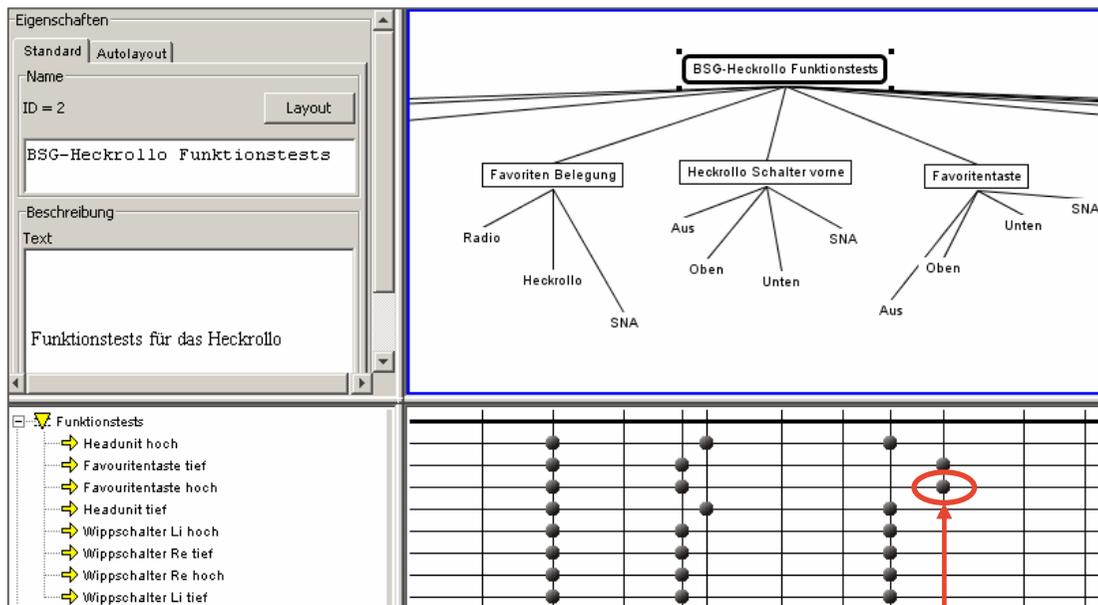
Elemente der Testspezifikation in CTE XL



Testfälle

Kombinationstabelle

Systematische Spezifikation der Tests



1. Erstellen eines Klassifikationsbaums

- Definition verschiedener Eingabemöglichkeiten als Klassifikationen
- Definition verschiedener Ausprägungen als Klassen

2. Spezifikation der Tests durch Kombination der verschiedenen Eingabedaten

- z.B. Markieren des Werts 'Oben' für Favoritentaste

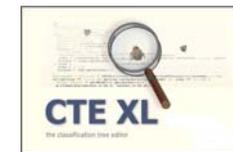
Toolkopplung für Anforderungen und Test

Verwaltung der Anforderungen

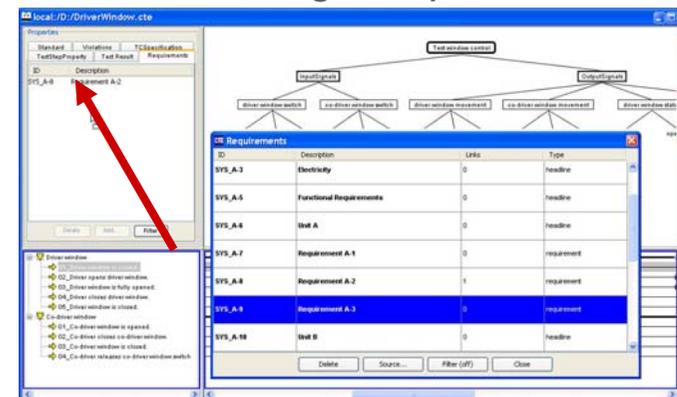
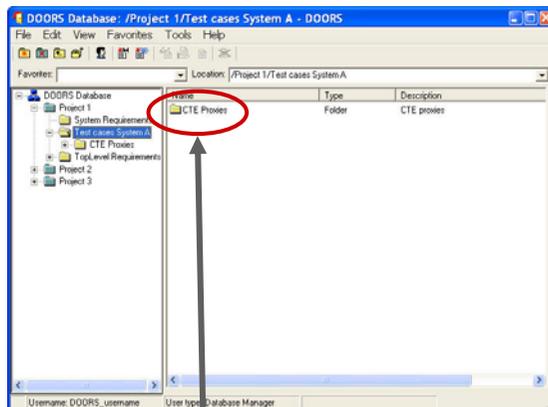
Spezifikation der Tests



① Sichtenbasierter Import der Anforderungen

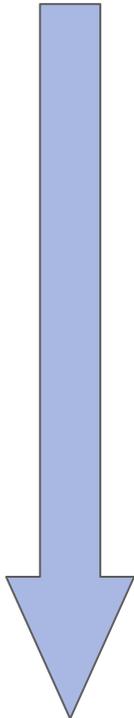


② Verknüpfung von Anforderungen und Tests in CTE XL durch Drag&Drop



③ Export der Tests und Links in ein DOORS Proxy-Modul

Toolkopplung ermöglicht objektive Impact-Analyse bei geänderten Anforderungen



Geänderte Anforderung

LH15	•RB_R_Sw_Psd_RR sowie FavKey_Psd_RL von den Fonttüren
LH16	•Diagnoseanforderung für Hoch / Tief-Verstellung
LH17	Eine Verstellung ist nicht von einer anderen Verstellungsanforderung unterbrechbar.
LH18	Bei gleichzeitiger Hoch/Tiefverstellenanforderung findet die Hochverstellenanforderung Priorität.

Änderung des Teststatus

CTE2	2 Test Cases	
CTE20	2.1 driver_window tests	Specified
CTE21	2.1.1 Open and close driver window without obstacle	Specified
CTE22	2.1.1.1 01 initializing	Specified
CTE23	2.1.1.2 02 activate driver window switch down	Open
CTE24	2.1.1.3 03 driver window is opened	Specified
CTE25	2.1.1.4 04 activate driver window switch up	Open
CTE26	2.1.1.5 05 driver window is closed	Specified

Betroffene Testfälle werden in CTE XL farblich markiert.

The screenshot shows the SysReqA_test tool interface. On the left, there's a 'Properties' panel for 'driver_window tests'. The main area displays a dependency tree for 'SysReqA_test' with inputs like 'window_switch_driver' and 'driver_window'. At the bottom, a list of test cases is shown, color-coded according to their status: 01 (green), 02 (red), 03 (green), 04 (red), 05 (green). A 'Mark' dialog box is open on the right, showing a mapping table with 'Open' in red and 'Specified' in green.

Kopplung von DOORS und CTE XL – Kurz gefasst

➔ **Verfolgbarkeit** von Tests und Anforderungen durch Verlinkung in DOORS

➔ **Auswirkungsanalyse** in DOORS und **Update-Export** nach CTE XL ermöglicht Verwaltung von geänderten Anforderungen und zeigt notwendige Modifikationen in Tests an

➔ **Status-Übersicht** und andere Sichten auf vielfältige Informationen, z.B.:

- Tester-Sichten auf Parameter und Anforderungen
- Manager-Sichten auf Stati der Testplanung, Testspezifikation und Testergebnisse

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!