DAIMLER

Digitale Funktionsentwicklung für Automatikgetriebe mit Silver und Testweaver

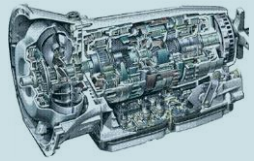
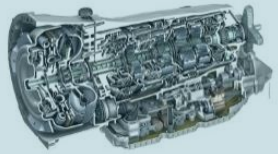
Dr. Anton Rink, Alexander Waiss, RD/ETF, 18.10.2018

Agenda

1. **Historie** der digitalen Funktionsentwicklung für Automatikgetriebe
2. **Anforderungen** an die digitale Funktionsentwicklung
3. **Umfang** der Getriebefunktionen
4. **Vorgehensmodell** für die Softwareentwicklung mit Silver und Testweaver

5. **Aufbau** der Entwicklungsumgebung
6. **Anwendungsbeispiele**
   - Abnahmetest, spezifiziert mit RML
   - Integrationstest: Nightly Testing
   - Systemtest: Digitaler Rollenprüfstand
7. **Grenzen** der digitalen Funktionsentwicklung

1 Historie der digitalen Funktionsentwicklung für Automatikgetriebe

Markteinführung	**2003**	**2008**	**2013**	**2018**
Getriebesystem	**7G-Tronic** 	**7-Speed MCT**	**9G-Tronic** 	**7G-DCT**
Softwareentwicklung Fahrzeugmodell	X32, STATEMATE MATRIXx	X32, Matlab Dymola	X32, TargetLink Dymola	TargetLink Dymola
SiL-Umgebung Testautomation	Backbone Modal	Silver TestWeaver	Silver 2.0 TestWeaver 2.0	Silver 3.5 TestWeaver3.5, RML
Steuergeräte-Software	Hand-Code	Hand-Code	Hand-Code Auto-Code	Auto-Code

2006 Industrialisierung von Backbone und Modal, Ausgründung der QTronic aus der Daimler-Forschung
Backbone -> Silver (Software in the Loop - Entwicklungsumgebung)
Modal -> TestWeaver (Testautomation)

heute kontinuierliche Weiterentwicklung der Methoden und Tools für die digitale Funktionsentwicklung von Antriebssystemen mit dem Ziel, Effizienz und Reifegrad weiter zu erhöhen

2 Anforderungen an die digitale Funktionsentwicklung

Anforderungen

Kunden
Komfort, Performance, Sicherheit, Individualität

Gesetze und Normen
KBA ISO

Umwelt
Energie-Effizienz

Wettbewerb
Innovationsdruck, Time to Market

Getriebesoftware

Millionen von Lines of Code

Zehnausende von Applikationsparametern

Tausende von Softwareständen

Hunderte von Softwaremodulen

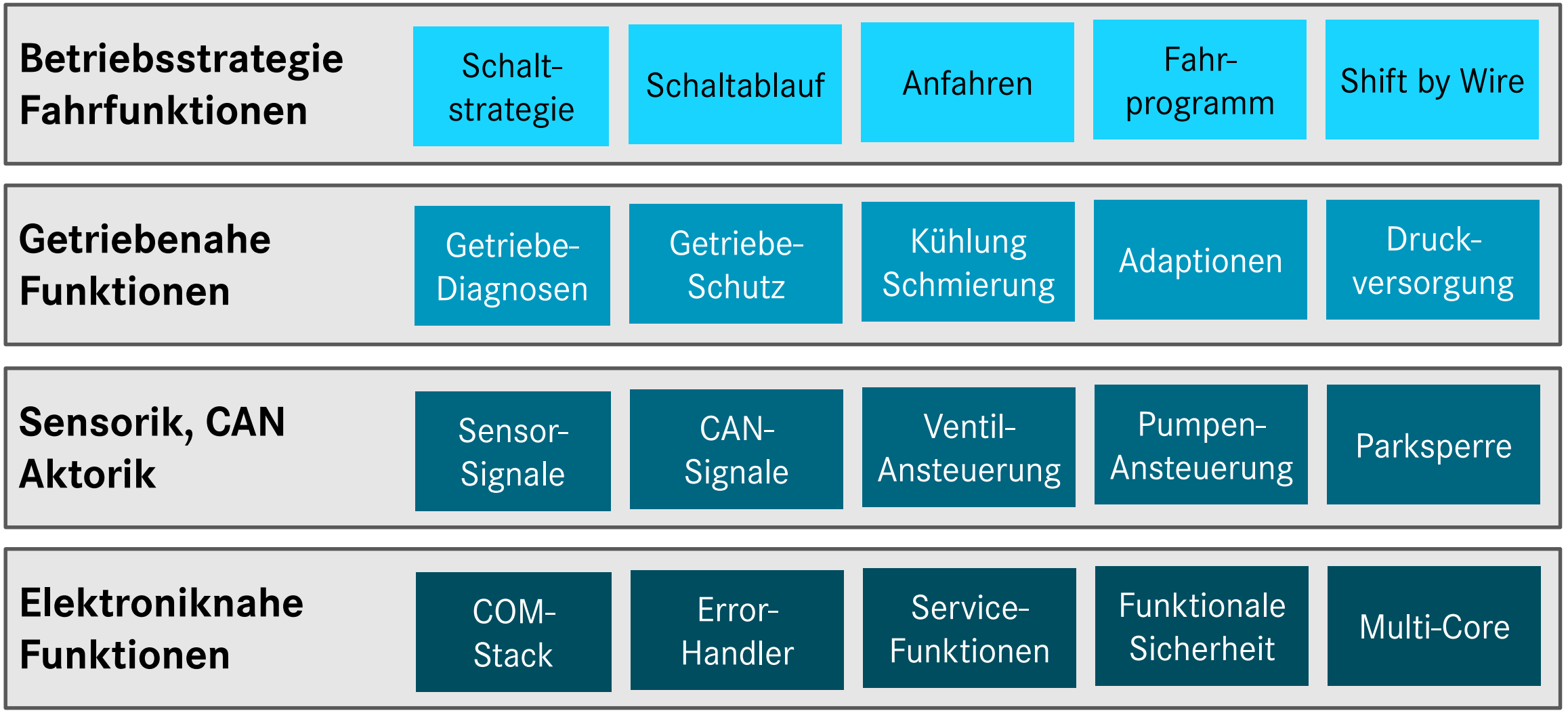
Tools

Silver
Frei konfigurierbare Entwicklungsumgebung

Testweaver
Automatischer Testfall-Generator

Requirement Modelling Language (*RML*)
Explizite Testfälle für variable Plattformen

3 Umfang der Getriebefunktionen



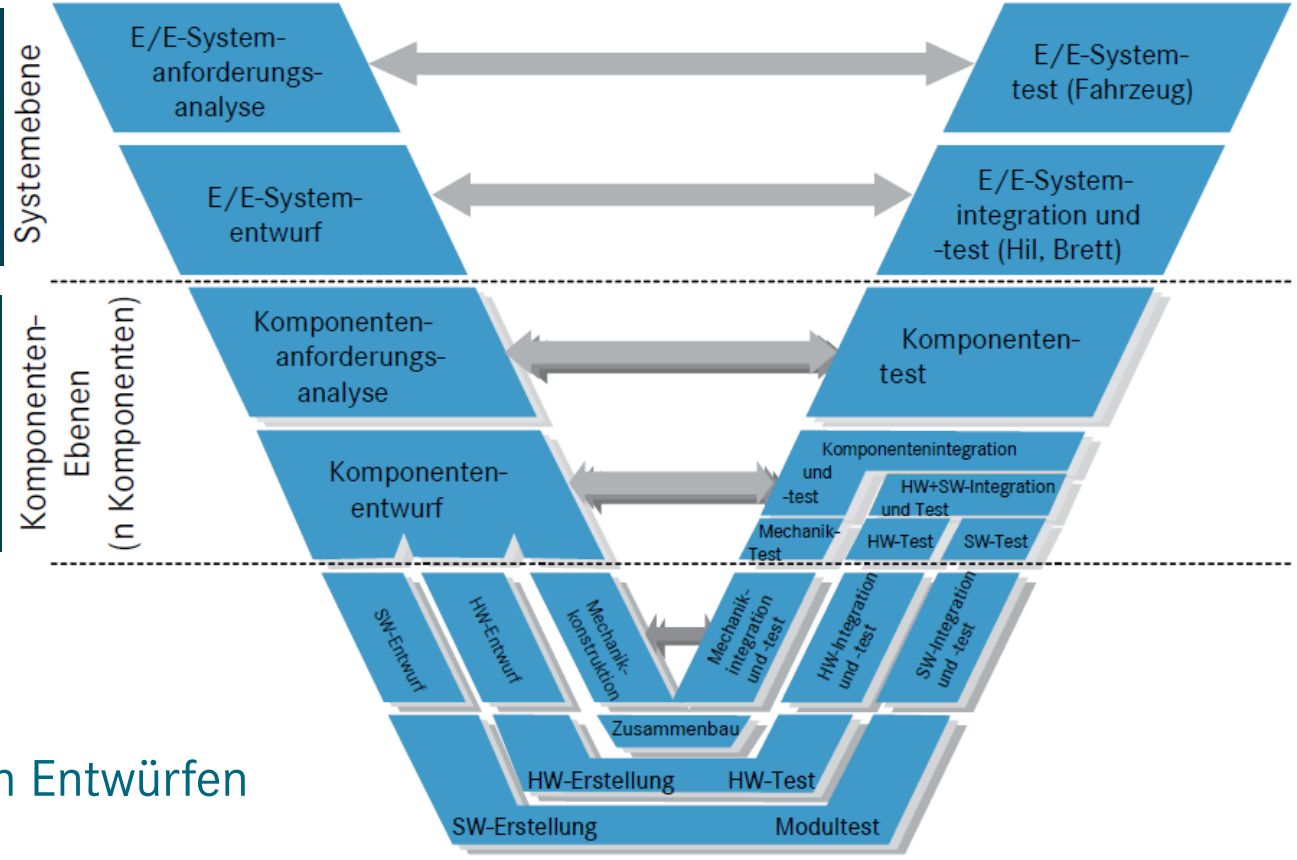
4 Vorgehensmodell für die Softwareentwicklung mit Silver und Testweaver

Entwurf von neuen Systemfunktionen

Silver

Spezifikation von Funktionen für Module

Silver



Systemtest

Silver, RML, TestWeaver

Komponetentest

Silver, RML

Integrationstest

Silver, RML

Modultest

Silver, Python

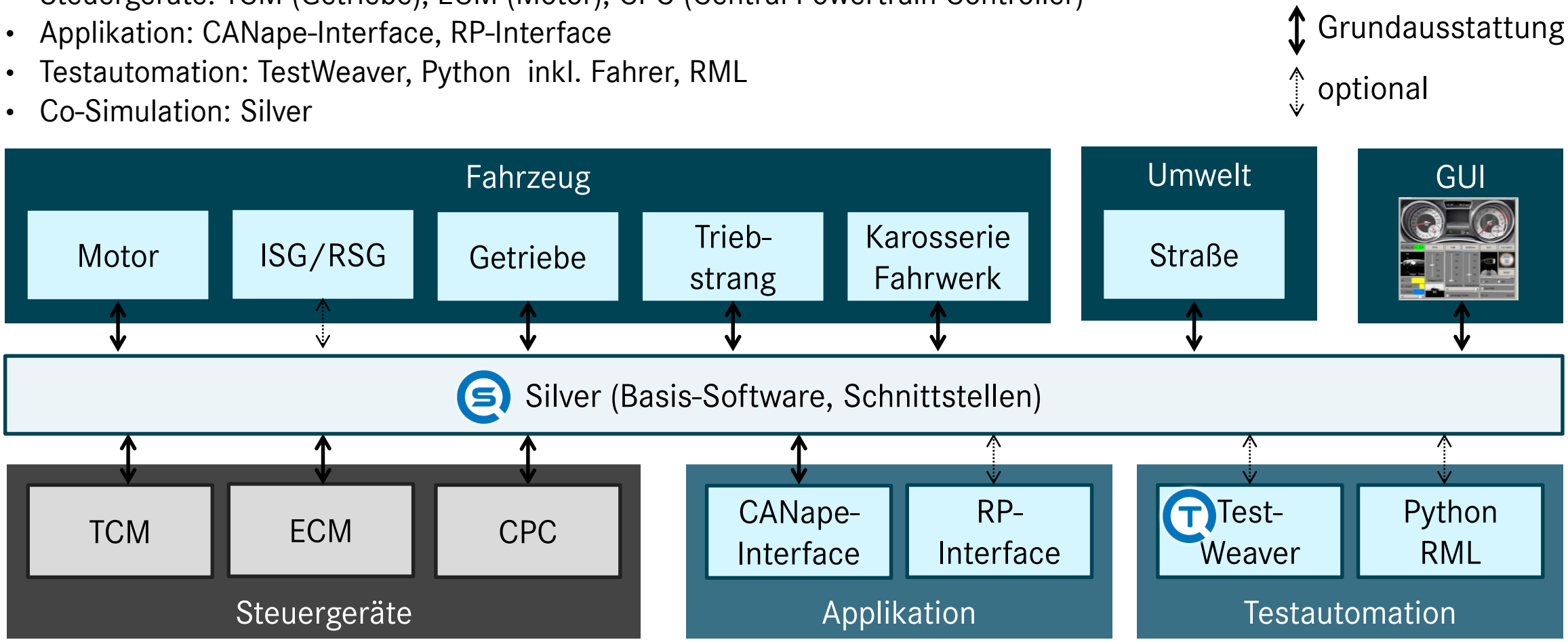
Ziele:

1. Frühe Absicherung von Entwürfen und Spezifikationen
2. Minimierung der Programmierschleifen

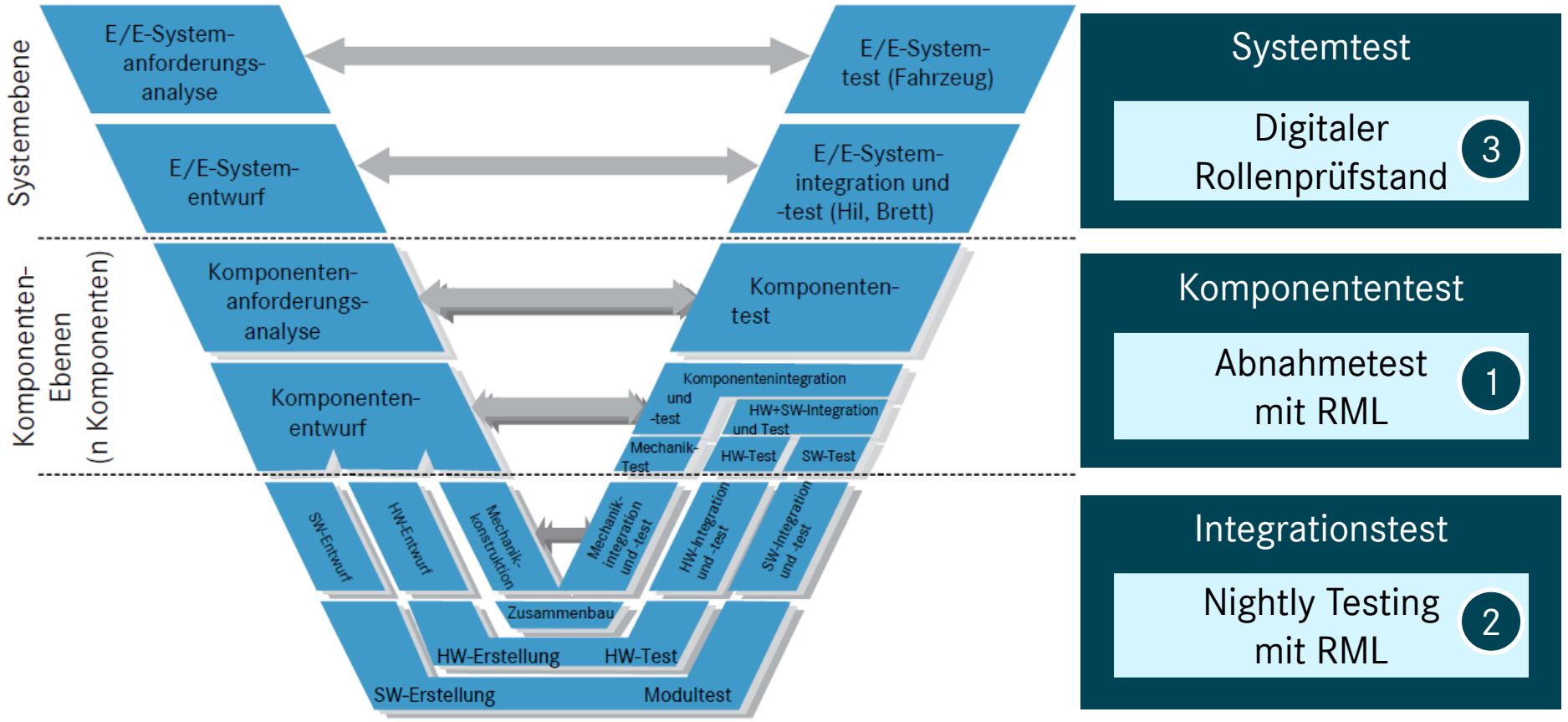
5 Aufbau der Umgebung für die digitale Funktionsentwicklung

Hauptkomponenten

- Fahrzeug: Motor, RSG/ISG, Getriebe, Triebstrang, Karosserie, Fahrwerk
- Umwelt: Straße
- Steuergeräte: TCM (Getriebe), ECM (Motor), CPC (Central Powertrain Controller)
- Applikation: CANape-Interface, RP-Interface
- Testautomation: TestWeaver, Python inkl. Fahrer, RML
- Co-Simulation: Silver



6 Anwendungsbeispiele der digitalen Funktionsentwicklung



6.1 Abnahmetest spezifiziert mit RML

Spezifikation

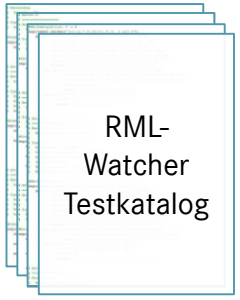
- Spezifikation definierter Anforderungen (Watcher) an Software
- Umsetzung der Watcher mit RML
- Plattformunabhängiges Testen (SiL, HiL, Fahrzeug)

```
# At kick-down on a flat road the car should accelerate
# from 0 to 100kmh within at most 10s
requirement_watcher("Watcher_12"):
  store(prnd.D, 3)                                  # STMT_1
  during(abs(slope) <= 0.1 && prnd == prnd.D):      # STMT_2_During
    wait_until(                                     # STMT_2_1_WaitUntil
        carSpeed < 2 &&                             # ...
```

RML Watchers from *.rml files → C/C++ code generation → Code compiled to DLL, FMU, S-function → Execution in Silver, Simulink or an FMU-simulator

Durchführung

- SiL, HiL: Skript, Messung
- Gezieltes Anfahren der Watcher
- Spezifisches Streckenprofil
- Fahrzeug



SiL

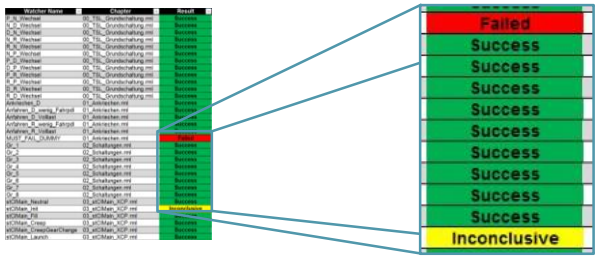
HiL

Quelle: dspace.com

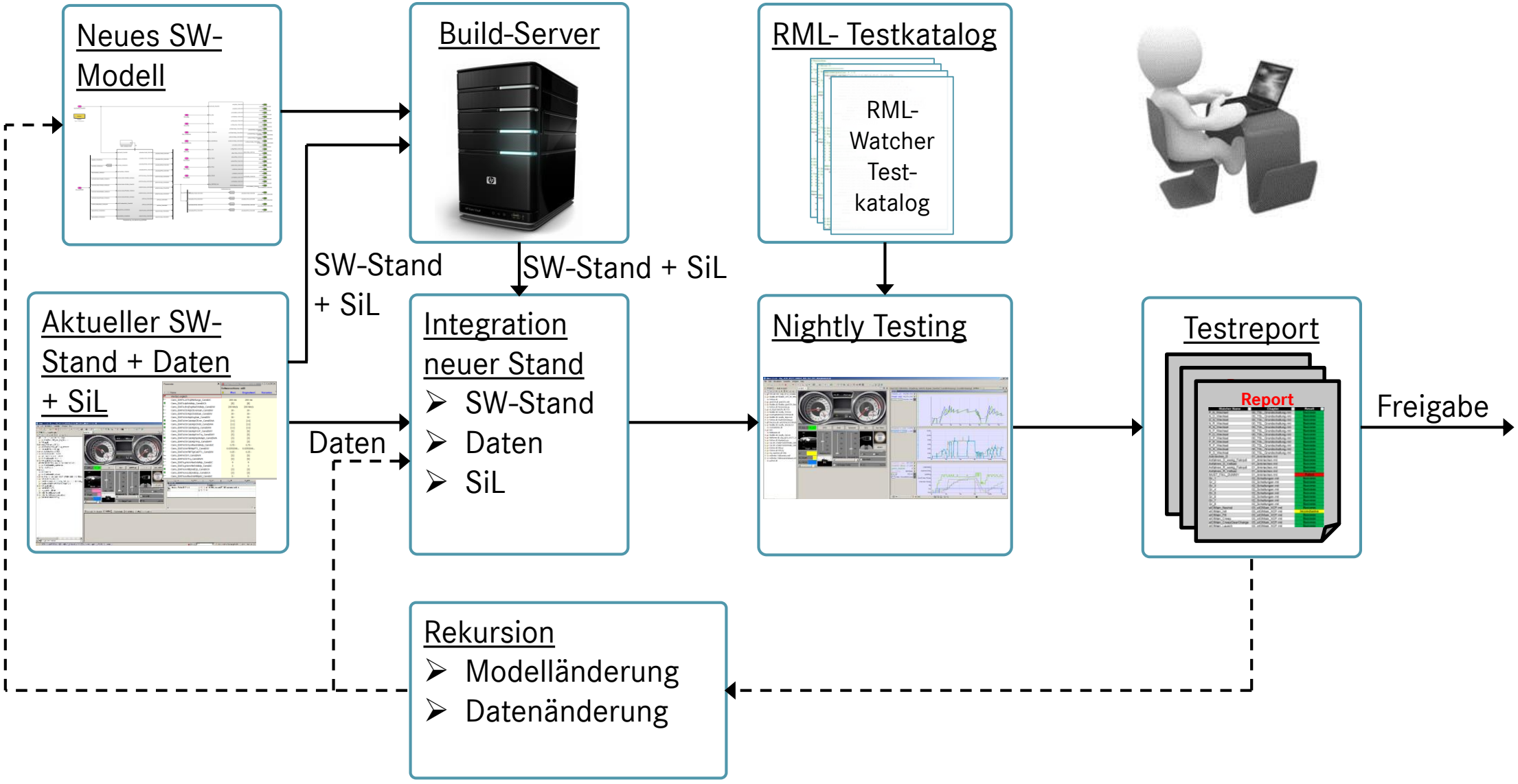
Fahrzeug

Testreport

- Dokumentation der Watcher mit Messung
- Testergebnisse: erfolgreich, nicht erreicht, fehlgeschlagen



6.2 Nightly Testing



6.3 Digitaler Rollenprüfstand

Fahrzyklus
- WLTC
- NEFZ

Zertifizierte Software (ZSW)

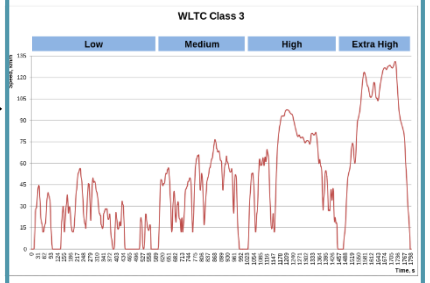
Neue Software (NSW)

SiL für zertifizierte SW W177, Diesel

Simulation

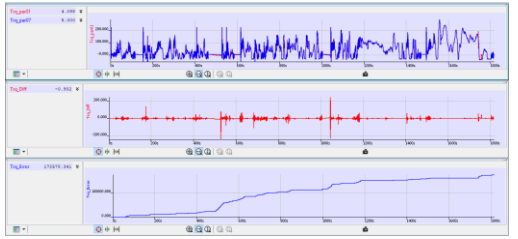
	WLTC	NEFZ
ZSW	X	X
NSW	X	X

Fahrprogramm
- Eco
- Comfort
- Sport

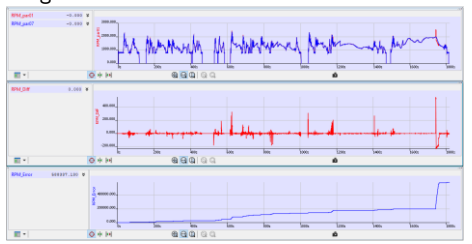


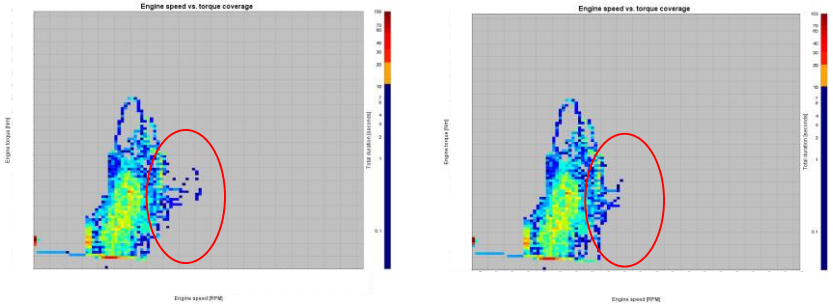
Analyse der Motorbetriebspunkte
- Vergleich der Motordrehzahlen und Motormomente
- Aktuelle Abweichung
- Integral der Abweichungen

Vergleich: Motormoment



Vergleich: Motordrehzahl





Freigabe
Keine Verschiebung

Verschiebung

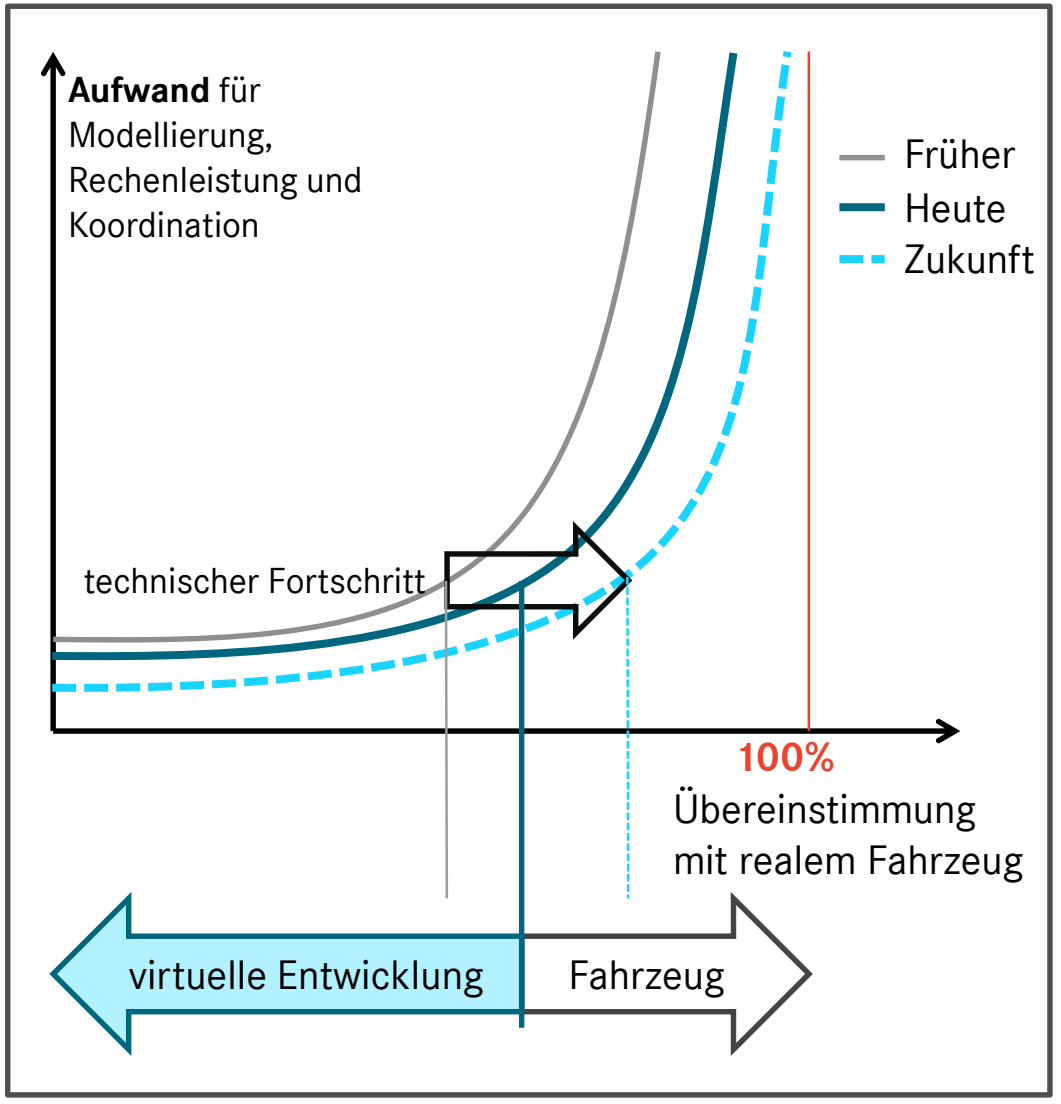
Bewertung durch Motorenbereich

Freigabe

7 Grenzen der digitalen Funktionsentwicklung

- Soll das reale Verhalten zu 100% in der virtuellen Entwicklungsumgebung abgebildet werden, ist der Aufwand für Modellierung und Rechenleistung extrem hoch.
- Feinapplikation und abschließende Tests werden heute im Fahrzeug durchgeführt.
- Mit zunehmendem technischen Fortschritt wird sich das Einsatzgebiet der virtuellen Entwicklung vergrößern.

Durch die optimale Verknüpfung von virtueller Entwicklung und Fahrzeug ergibt sich die beste Effizienz in der Funktionsentwicklung von Getriebefunktionen



Vielen Dank!