

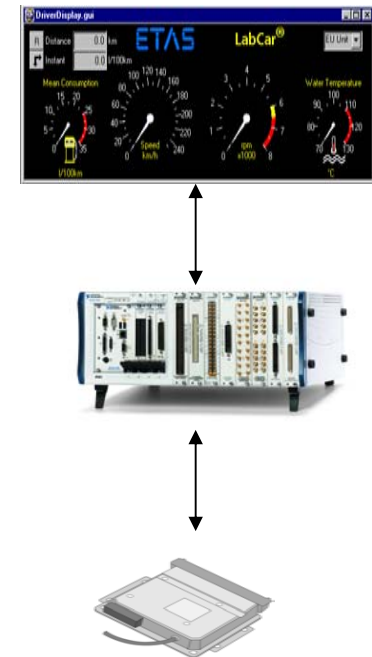
# ***INCODIO® - ein neues Werkzeug für automotive SIL Anwendungen***

HdT – Tagung HIL Simulation – 28.02.2007

Dr. Thomas Zurawka, Olaf Meyer, SYSTECS Informationssysteme GmbH

## HIL – Aktueller Status

- **ECU Validierung** mit HIL Technologie
  - Komponenten- HIL und Fahrzeug- HIL sind heute **weit verbreitet**
    - fester Bestandteil im Fahrzeug-Entwicklungsprozess
    - Wertschöpfung und Nutzen für den Kunden vorhanden und nachgewiesen
      - i.W. höhere Qualität der Fahrzeuge und Steuergeräte
  
- **ECU Kalibrierung** mit HIL Technologie
  - noch wenig verbreitet, da Fahrzeugmodelle oft nicht hinreichend genau sind



## HIL – Prinzipielle Defizite

- Welche **prinzipiellen Defizite** hat die HIL Technologie \*)
  - großer Aufwand für Inbetriebnahme & Betrieb
  - sehr teuer
  - wenig flexibel, da nicht einfach re-konfigurierbar
  - keine getrennte Validierung von ECU Hardware und ECU Software möglich
    - im Grunde handelt es sich um eine „**Hardware & Software - in - the Loop**“ Technologie



\*) siehe auch Hanselmann, dSpace; 11. Euroforum Jahrestagung „Elektronik-Systeme im Automobil“, München, Fachtag Systems Engineering, 15. Februar 2007

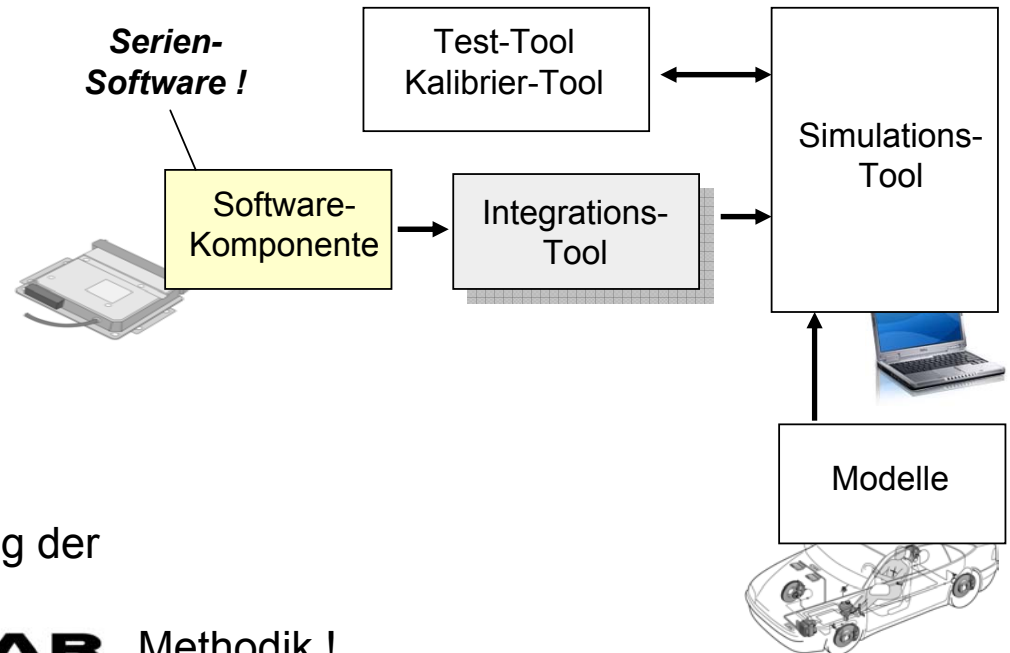
## HIL – Fazit

- Prinzipielle Defizite durch HIL- Technologie **nicht** beseitigbar !
  - da stets Hardware-Ankopplung an ECU erforderlich
- Mit welcher Technologie lässt sich dies lösen ?

## SIL – eine aufstrebende Technologie

- **Software-in-the-Loop (SIL) Technologie schafft Abhilfe**

- geringer Aufwand für Inbetriebnahme
- günstiger als heutige HIL Lösung
- flexibel und einfach re-konfigurierbar
- Zudem:  
bessere Unterstützung der



**AUTOSAR** Methodik !

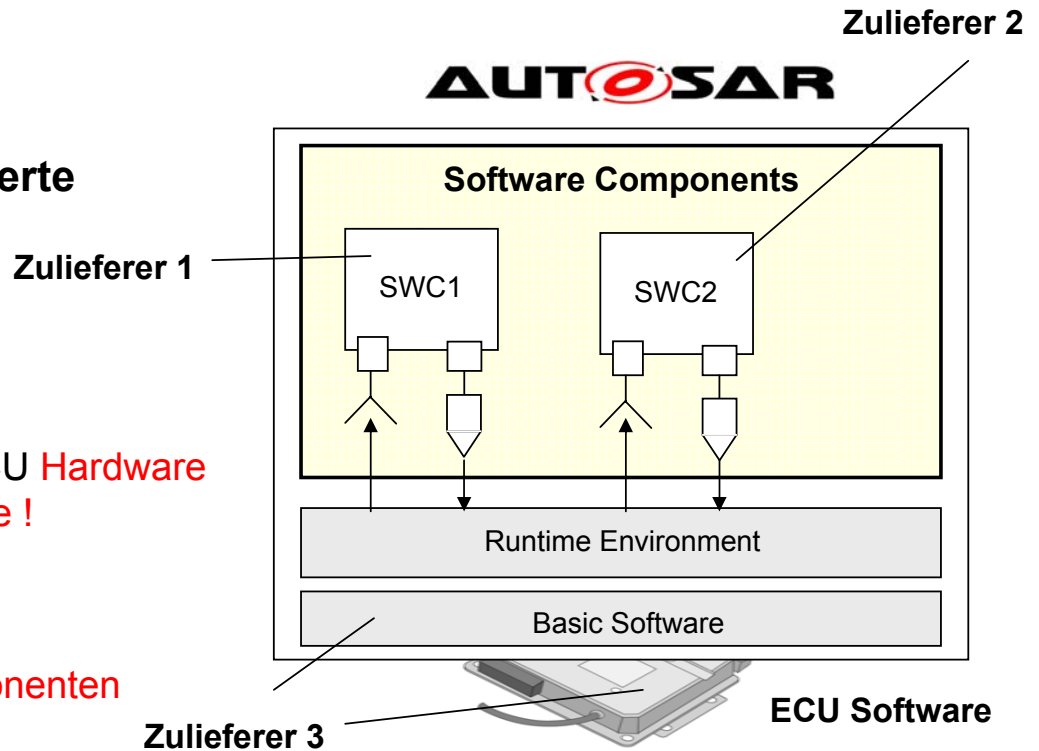
# SIL – eine aufstrebende Technologie

- AUTOSAR

- **komponentenbasierte** Entwicklung und **Validierung** der ECU

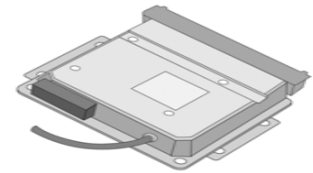
- **HIL & SIL für ECU Hardware & Basis-Software !**

- **SIL für ECU Software-Komponenten**



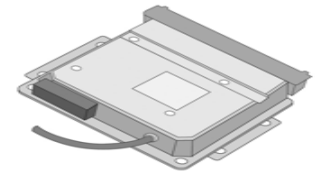
## SIL – Was ist das genau ?

- **Virtuelle Validierung** und **Kalibrierung** von ECU-Software, d.h.
  - **C-Code** und / oder **Objekt-Code** für **Serien-Steuergeräte !**
    - hoch effiziente Implementierung von Kalibriergrößen
    - Verwendung spezieller Arithmetik-Dienste
    - Verwendung spezieller Sprachkonstrukte
      - „Struct“, „Union“, „Pragma“, „Makros“ ...
    - Hand- codiert und automatisch aus ECU Modellen generiert



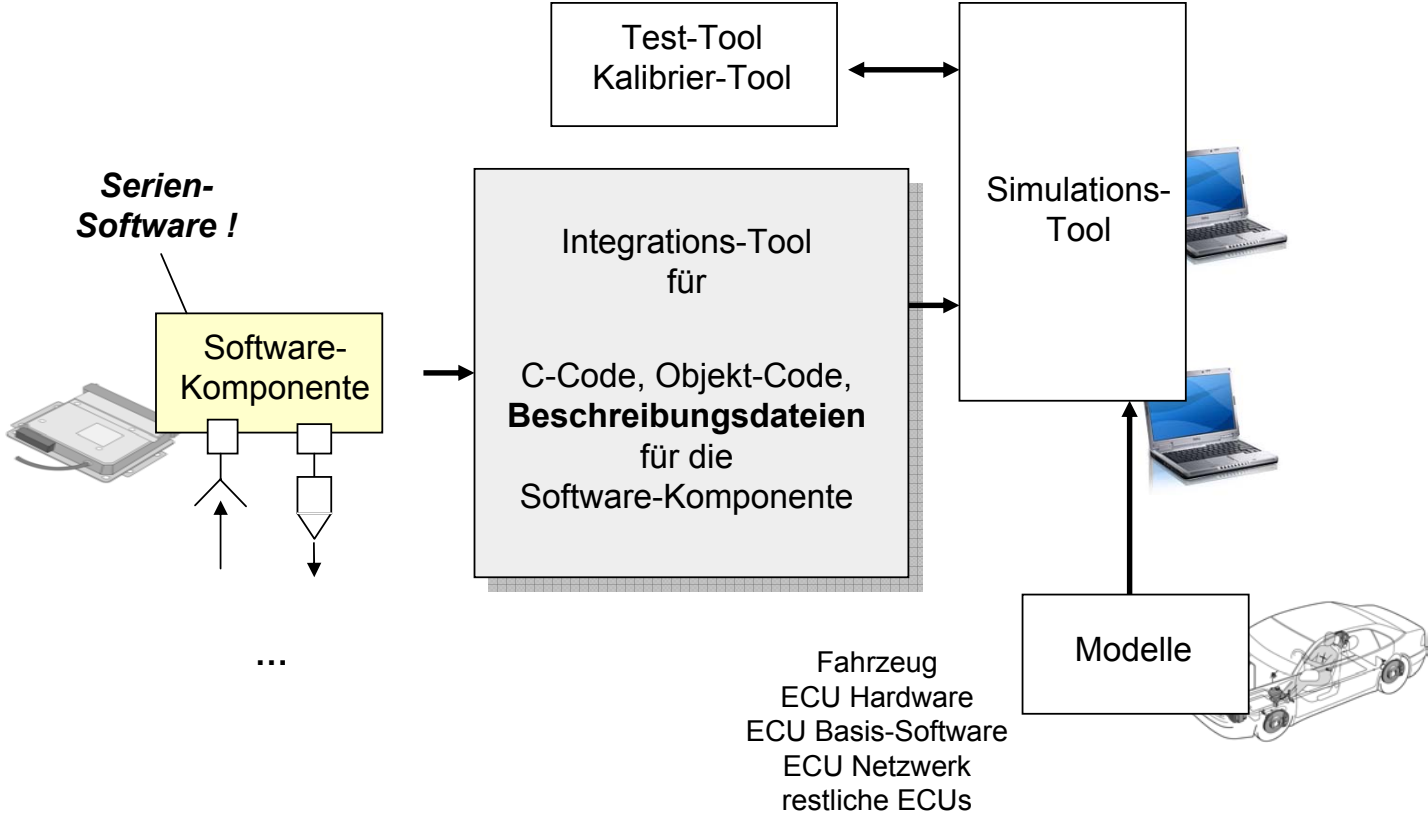
## SIL – Was ist das genau ?

- **Virtuelle Validierung** und **Kalibrierung** von ECU-Software, d.h.
  - **kein** Einsatz von Matlab/Simulink, ASCET Modellen o.ä.
    - Verhalten weicht von Serien-Software ab !
  - **kein** Einsatz von C-Code für Prototypen-Steuergeräte
    - Verhalten weicht von Serien-Software ab !



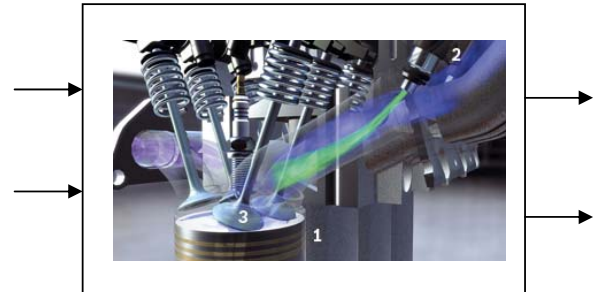


# SIL – Aus welchen Teilen besteht diese Technologie ?



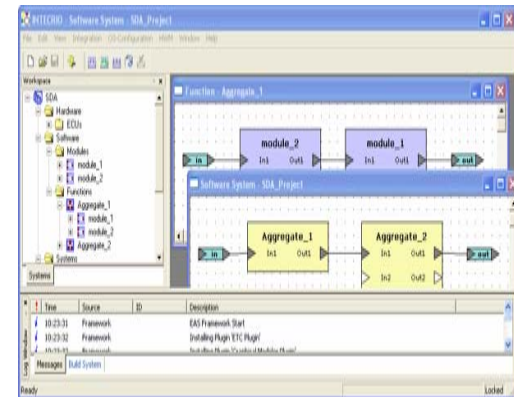
## SIL – Welche Modelle müssen vorhanden sein ?

- **Fahrzeugmodelle**, die eine Validierung und Kalibrierung im Labor ermöglichen
  - ist auch Notwendigkeit bei HIL !
- **Modelle** für ECU Netzwerk
  - z.B. CAN-Bus Simulation
- **Modelle** für restliche ECU's im Fahrzeug
  - z.B. CANoe Modelle
- **Modelle** für ECU Hardware & Basis Software
  - z.B. für NVRAM, EEPROM; **wird durch AUTOSAR einfacher !**



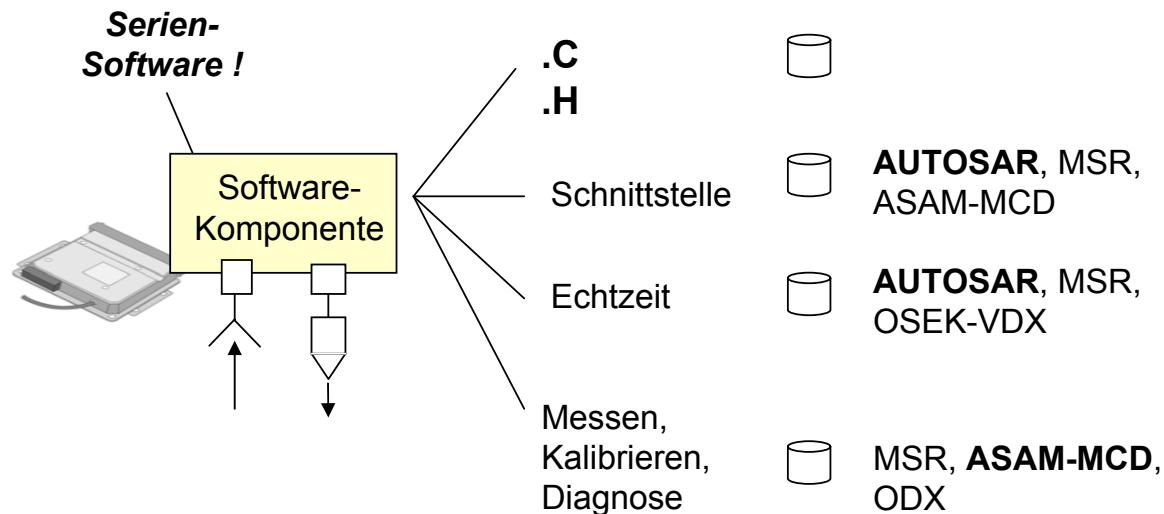
## SIL – Was muss das Simulations-Tool leisten ?

- **offene Schnittstelle** für Integration von C-Code
- Integration von Modellen unterschiedlicher Tools
  - MATLAB®/Simulink®, ASCET, ...
- **PC (s)** als Simulationsplattform
  - in Echtzeit, schneller als Echtzeit
- Messen und Kalibrieren **physikalischer Größen**
  - z.B. durch offene Schnittstelle für ASAM-MCD-2MC



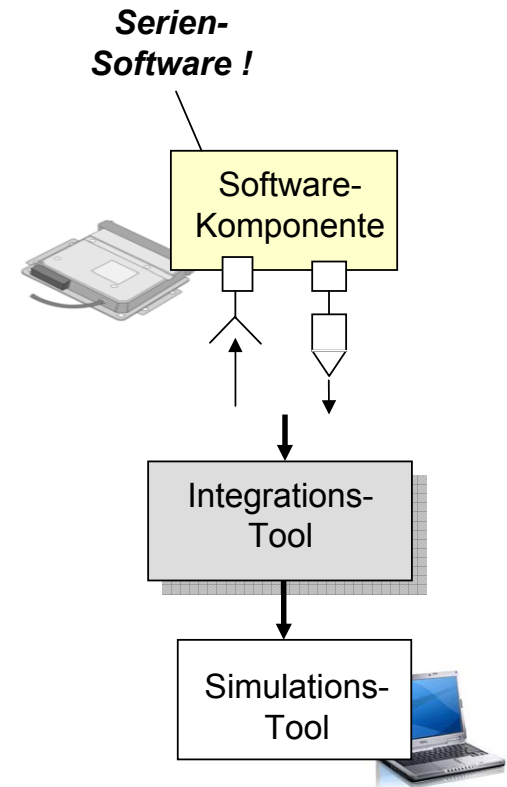
## SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- Unterstützung der **Beschreibungsformate** für Software-Komponenten



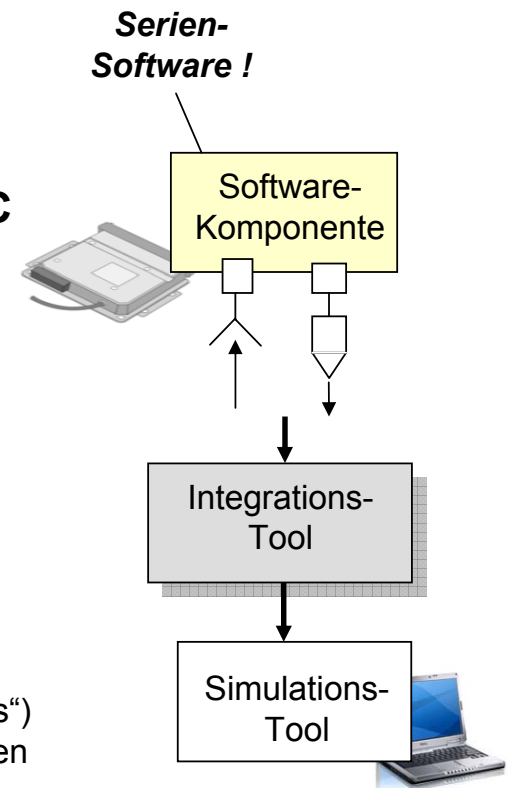
## SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- **Einfache Integration** des C-Code
  - wenig Zusatzaufwand für Integration
    - z.B. **keine** Definition von Funktionen und Variablen im Simulations-Tool
- Unterstützung speichereffizienter Sprachkonstrukte
  - „struct“, „union“, ...
- Re-Definition spezifischer Anweisungen
  - z.B. „CONST“ -> „VOLATILE“
  - Ermöglicht Kalibrierung von Daten während der Simulation



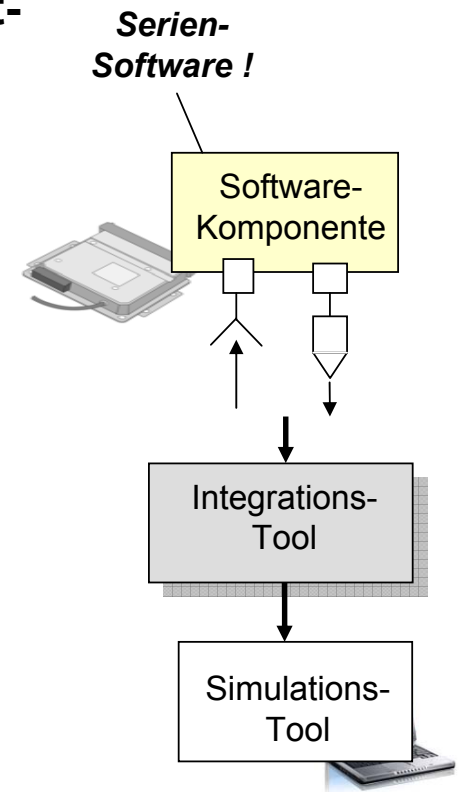
## SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- Unterstützung von **Messen und Kalibrieren** während der Simulation
  - z.B. durch Auswertung von **ASAM-MCD-2MC**
    - ermöglicht Messen von physikalischen Größen der Serien ECU Software
    - ermöglicht Kalibrierung von Parametern, Kennlinien und Kennfeldern während der Simulation
      - **Beliebige Ablageschemata** („Record Layouts“) der Serien-Software müssen unterstützt werden

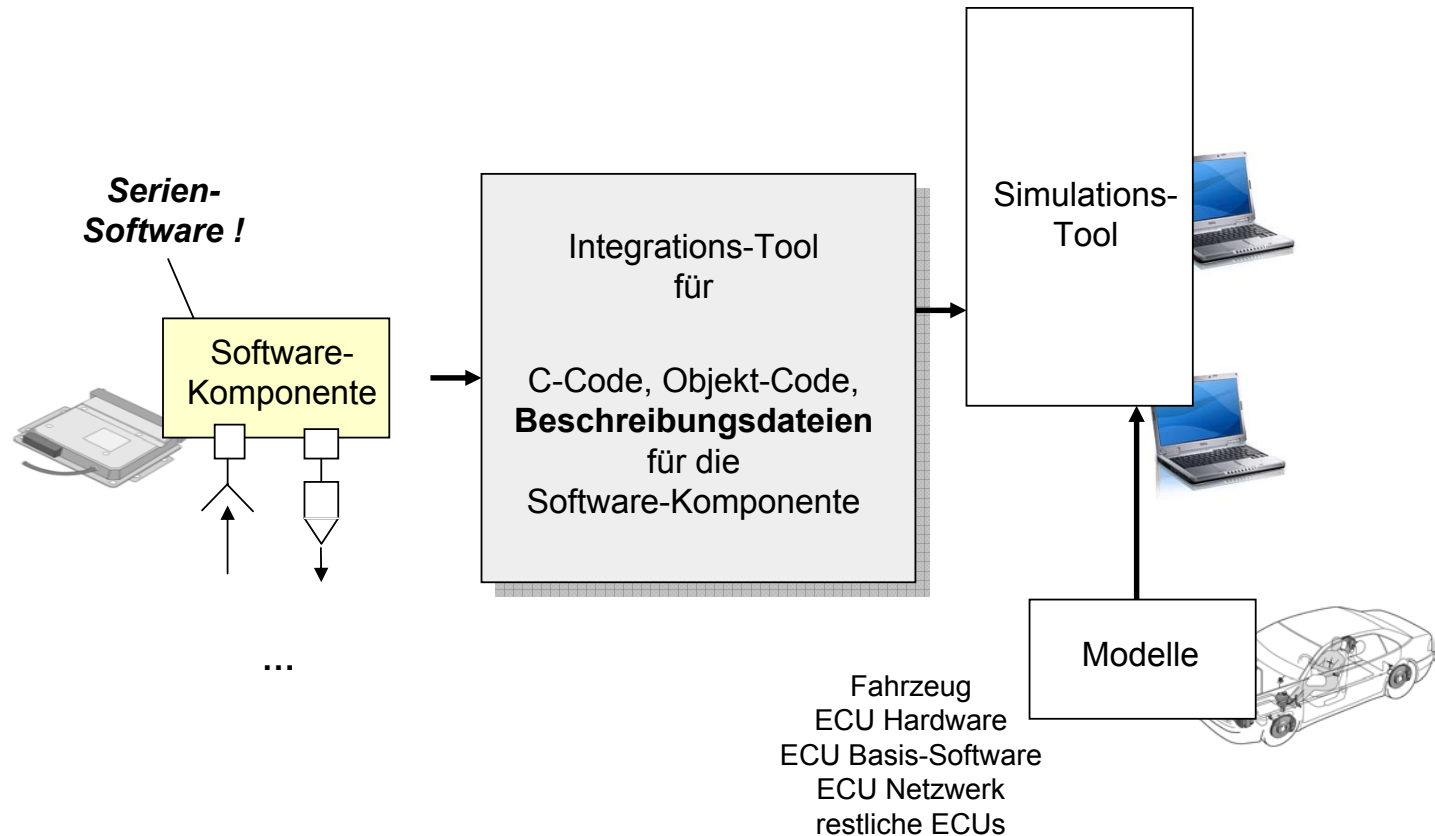


## SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- Identifikation der **Schnittstellen** und des **Echtzeit-Verhaltens** einer ECU Software-Komponente
  - z.B. durch Auswertung der **AUTOSAR** Beschreibung
    - ermöglicht Stimulation und Vermessung der Ein- und Ausgänge
    - ermöglicht automatische Identifikation von Prozessen
    - ermöglicht Spezifikation von „Priorität“, „Trigger Mode“, „Periode“, ... usw. von Prozessen

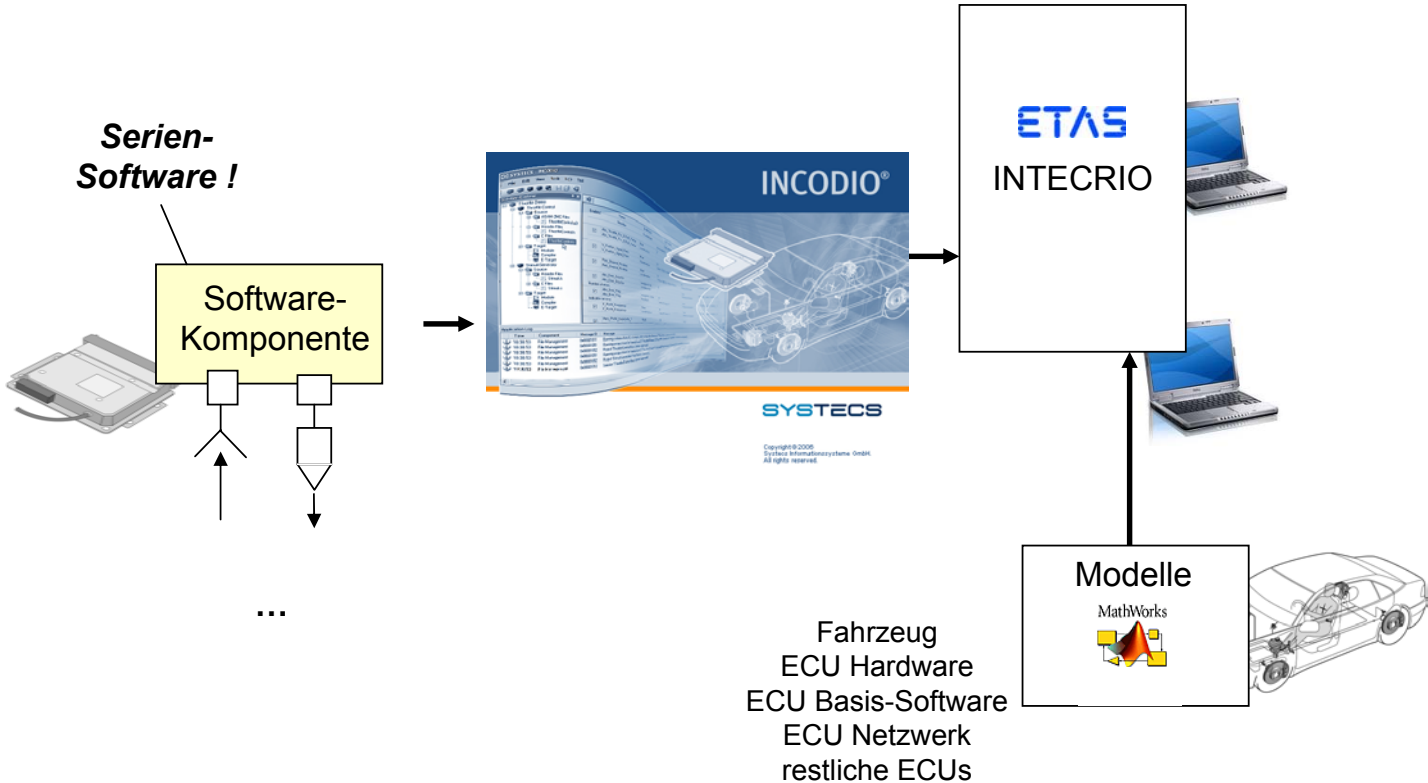


# SIL – Welche Tools kommen zum Einsatz ?

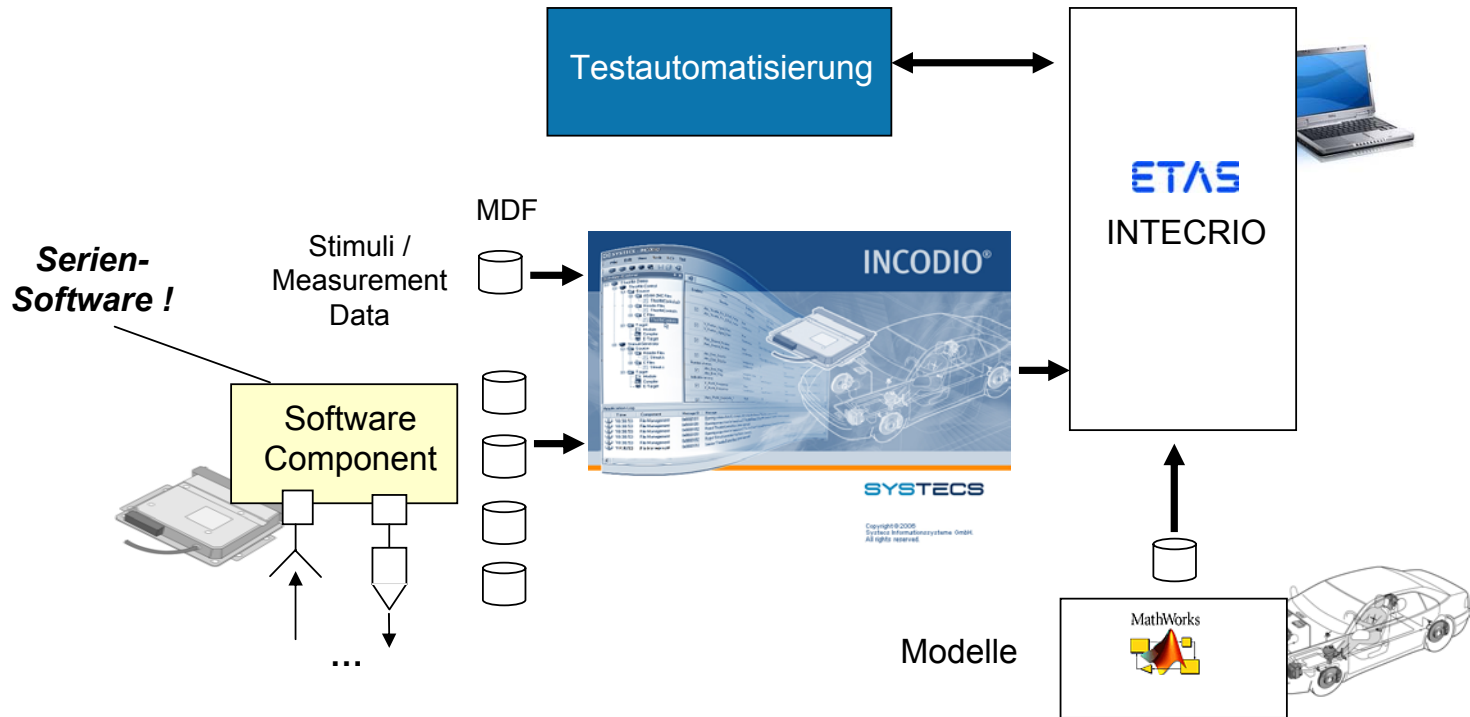




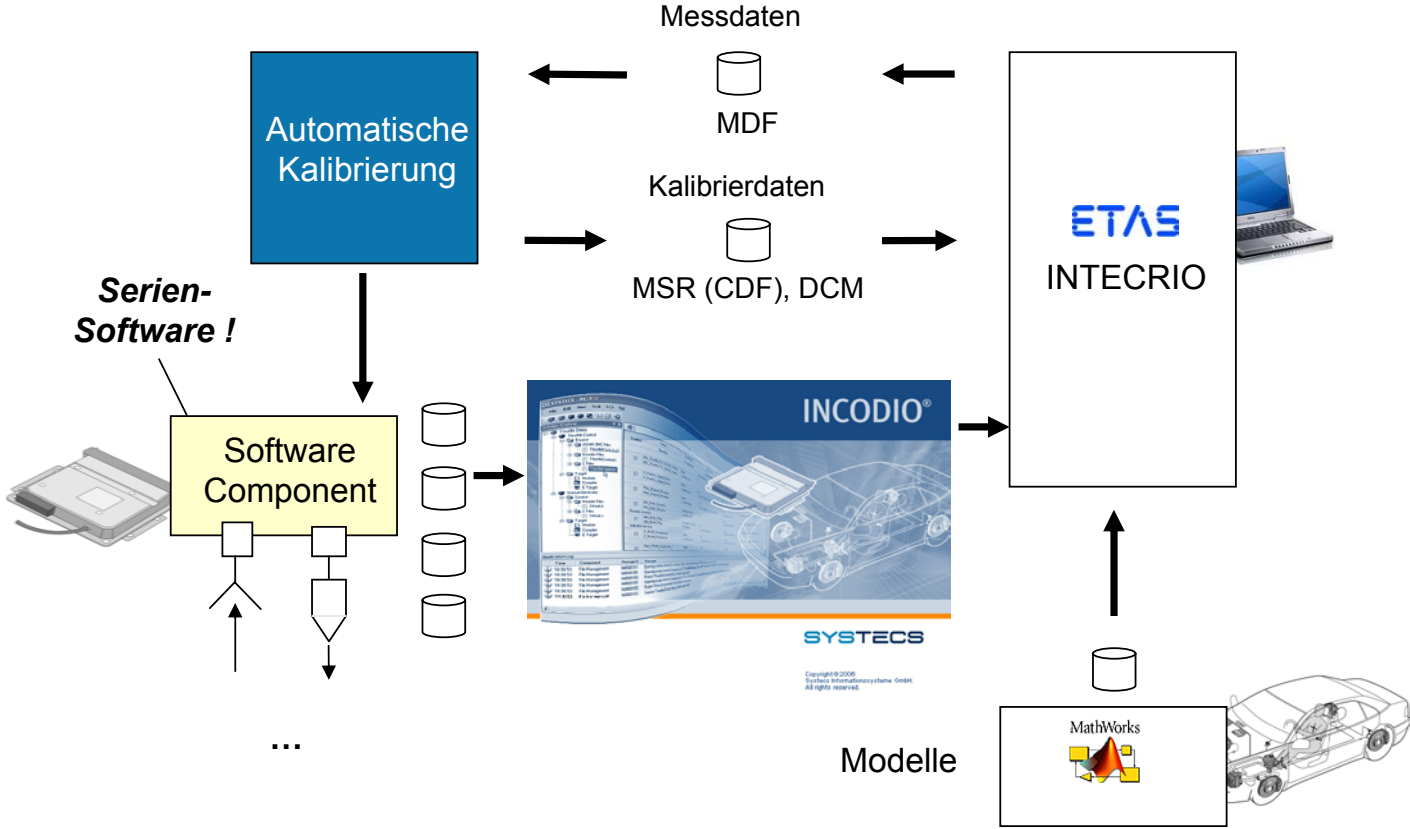
# SIL – Welche Tools kommen zum Einsatz ?



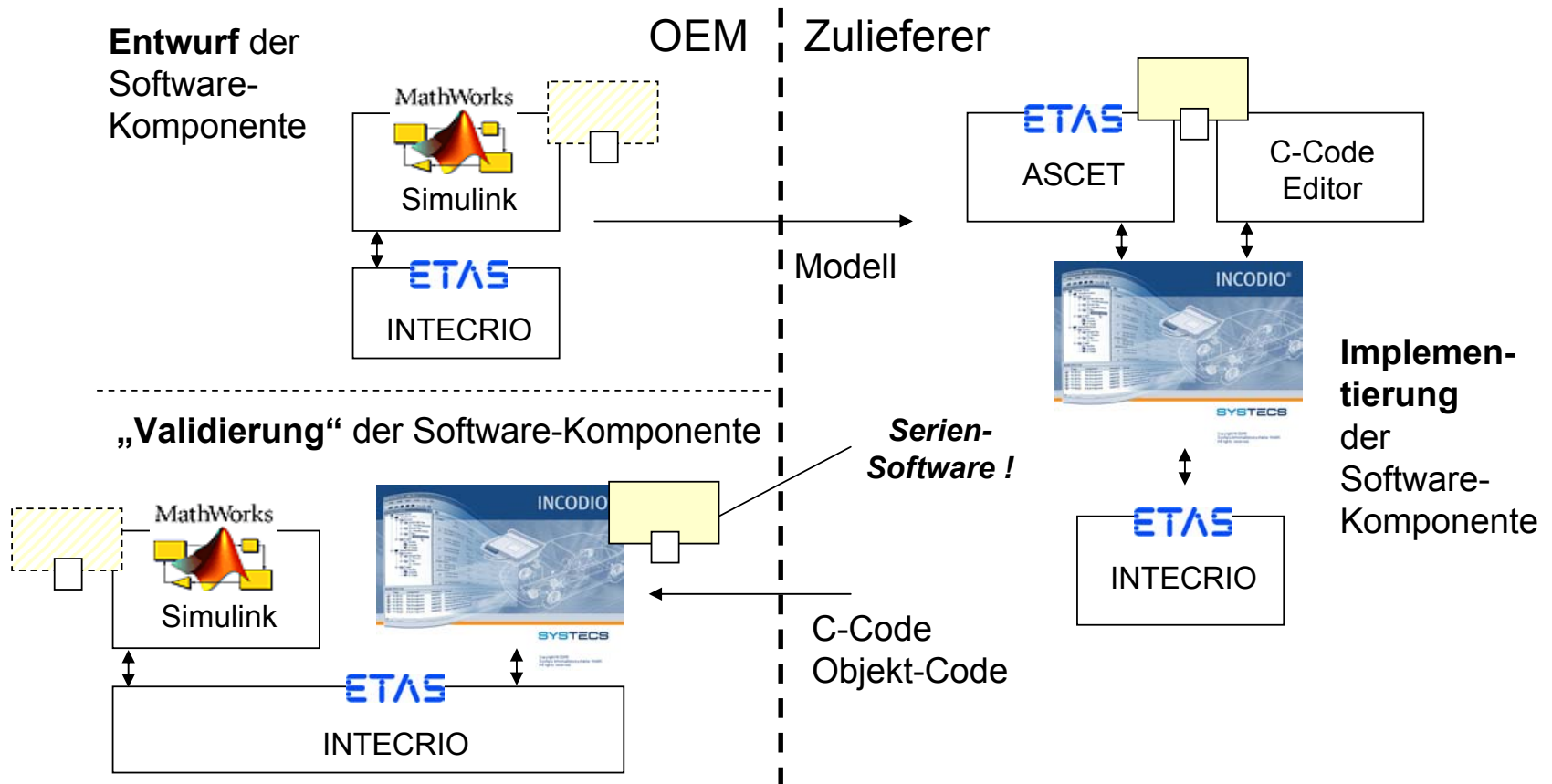
# SIL – Validierung der Serien-Software



# SIL – Kalibrierung der Serien-Software



# SIL – Vergleich Modell mit Serien-Software



## Zusammenfassung

- HIL Technologie ist heute, trotz Defiziten, **unverzichtbarer Bestandteil** im Fahrzeug-Entwicklungsprozess
- **SIL Technologie** wird zunehmend an Bedeutung gewinnen
  - SIL beseitigt die Defizite von HIL und unterstützt zudem die komponentenbasierte Validierung bei AUTOSAR
- INCODIO® und INTECRIO sind geeignete Tools für SIL Anwendungen

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**SYSTEMCS Informationssysteme GmbH**

Kernerstr. 4

D 70771 Leinfelden-Echterdingen

Phone +49- 711- 16082 - 10

Fax +49- 711- 16082 - 8

info@systemcs.com

www.systemcs.com



SYSTEMCS

Copyright © 2006  
Systemcs Informationssysteme GmbH.  
All rights reserved.