



INCODIO® - ein neues Werkzeug für automotive SIL Anwendungen

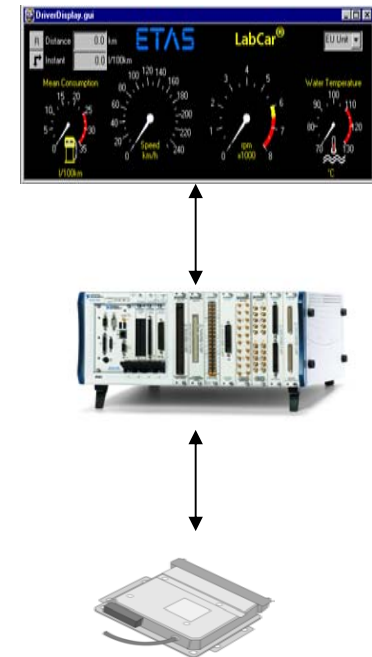
HdT – Tagung HIL Simulation – 28.02.2007

Dr. Thomas Zurawka, Olaf Meyer, SYSTECS Informationssysteme GmbH

HIL – Aktueller Status

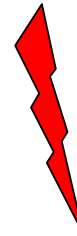
- **ECU Validierung** mit HIL Technologie
 - Komponenten- HIL und Fahrzeug- HIL sind heute **weit verbreitet**
 - fester Bestandteil im Fahrzeug-Entwicklungsprozess
 - Wertschöpfung und Nutzen für den Kunden vorhanden und nachgewiesen
 - i.W. höhere Qualität der Fahrzeuge und Steuergeräte

- **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

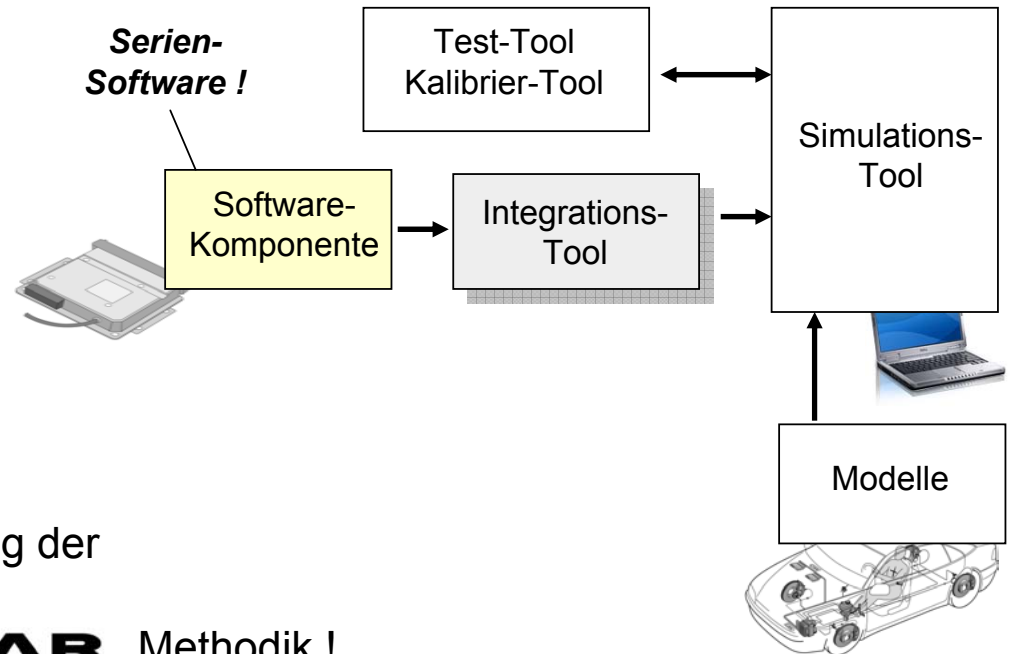
HIL – Fazit

- 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 !

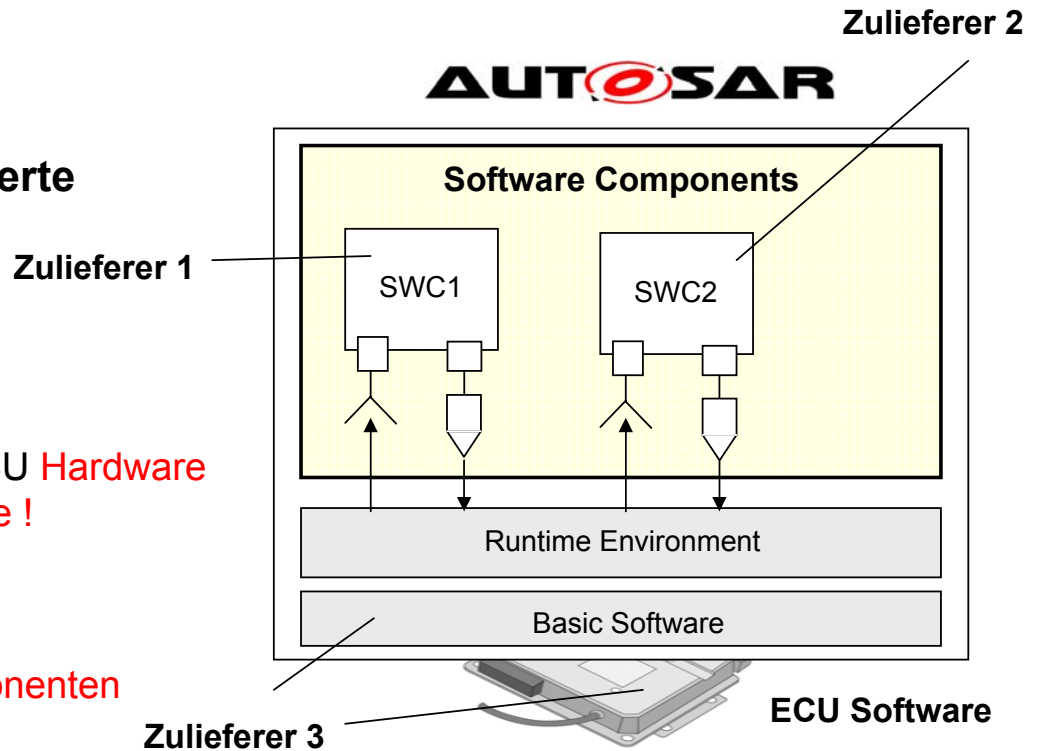
SIL – eine aufstrebende Technologie

- AUTOSAR

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

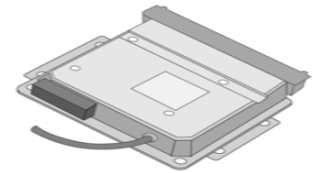
- **HIL & SIL für ECU Hardware & Basis-Software !**

- **SIL für ECU Software-Komponenten**



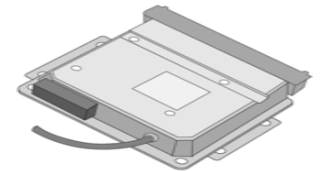
SIL – Was ist das genau ?

- **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

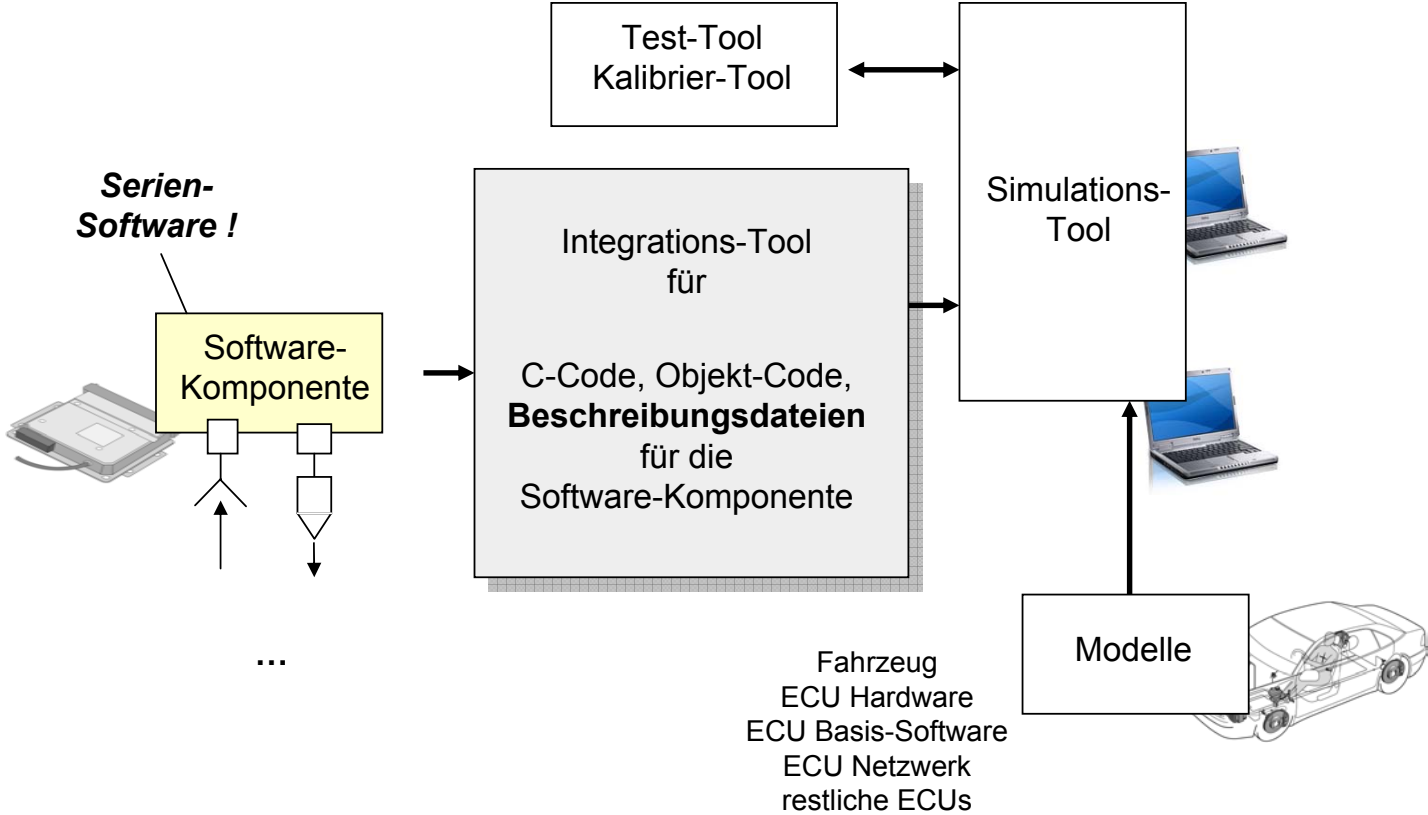


SIL – Was ist das genau ?

- **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 !

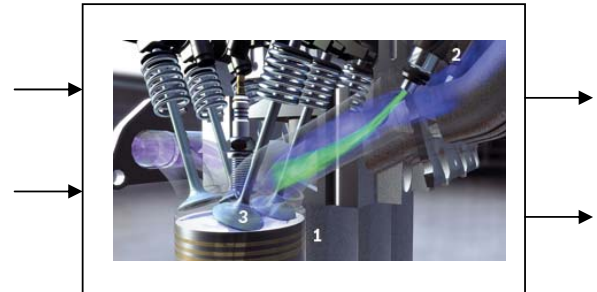


SIL – Aus welchen Teilen besteht diese Technologie ?



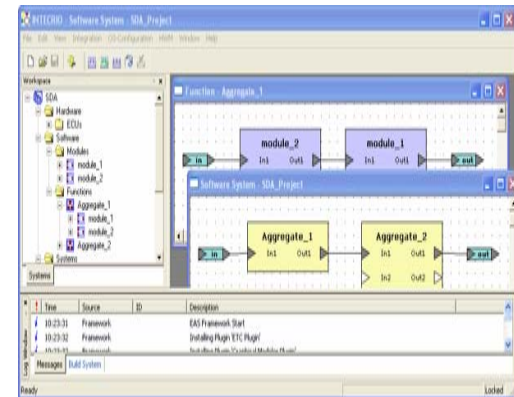
SIL – Welche Modelle müssen vorhanden sein ?

- **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 !**



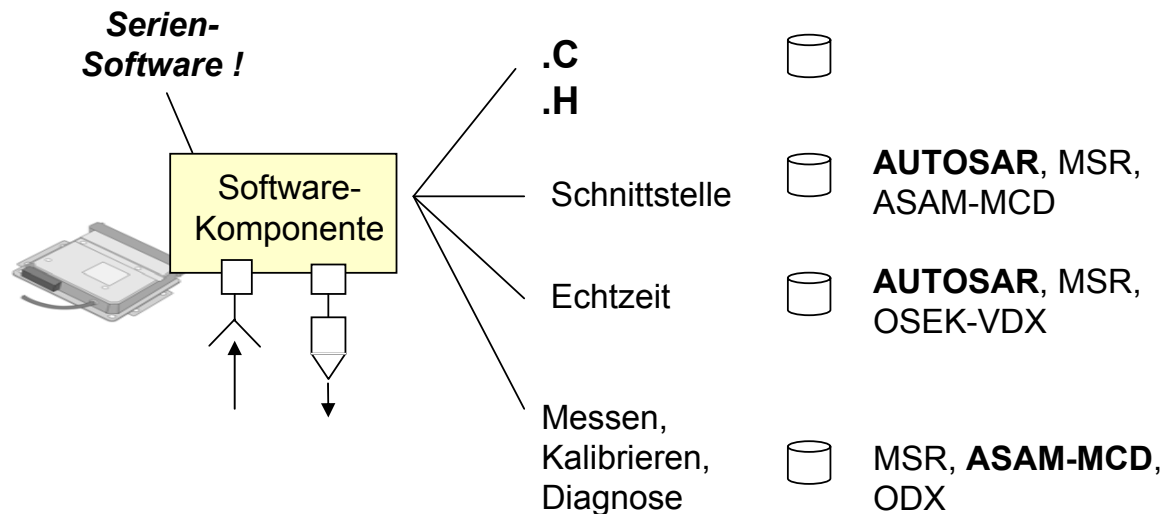
SIL – Was muss das Simulations-Tool leisten ?

- **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



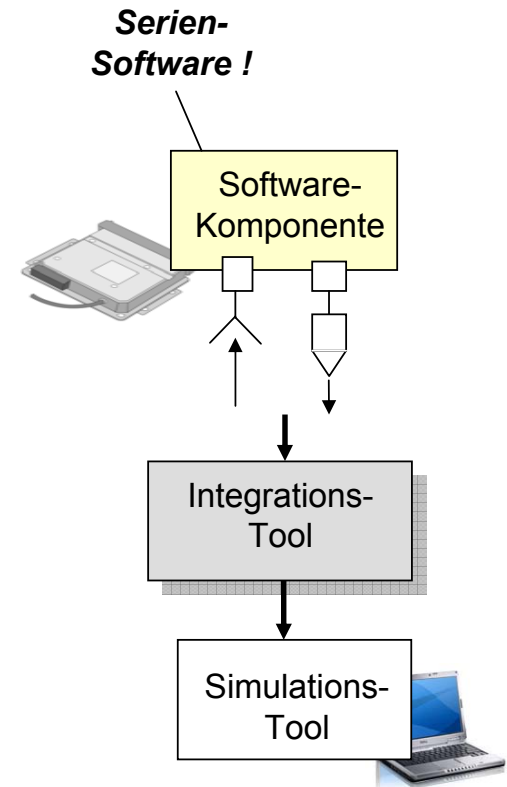
SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

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



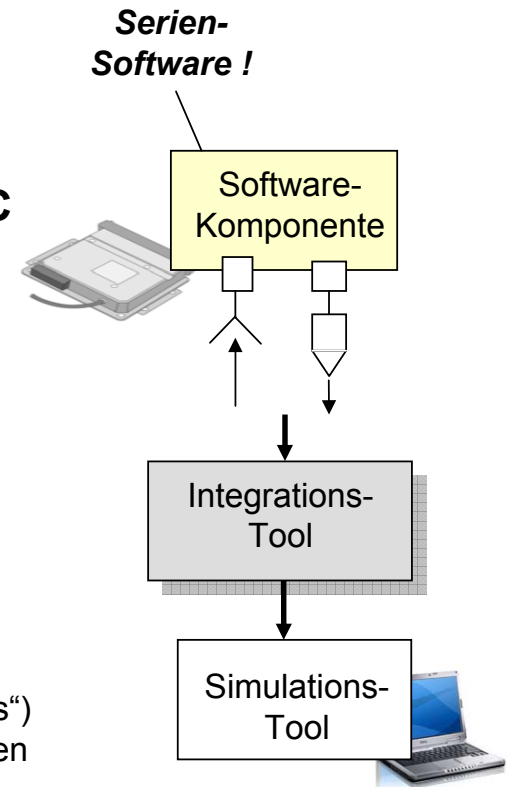
SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- **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



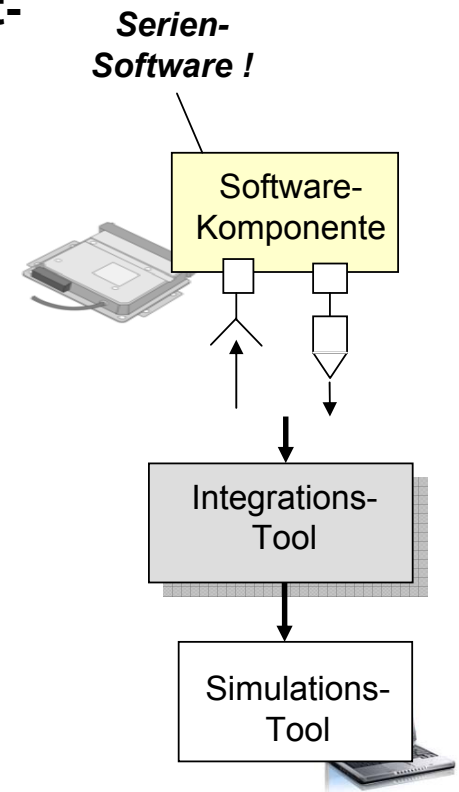
SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

- 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

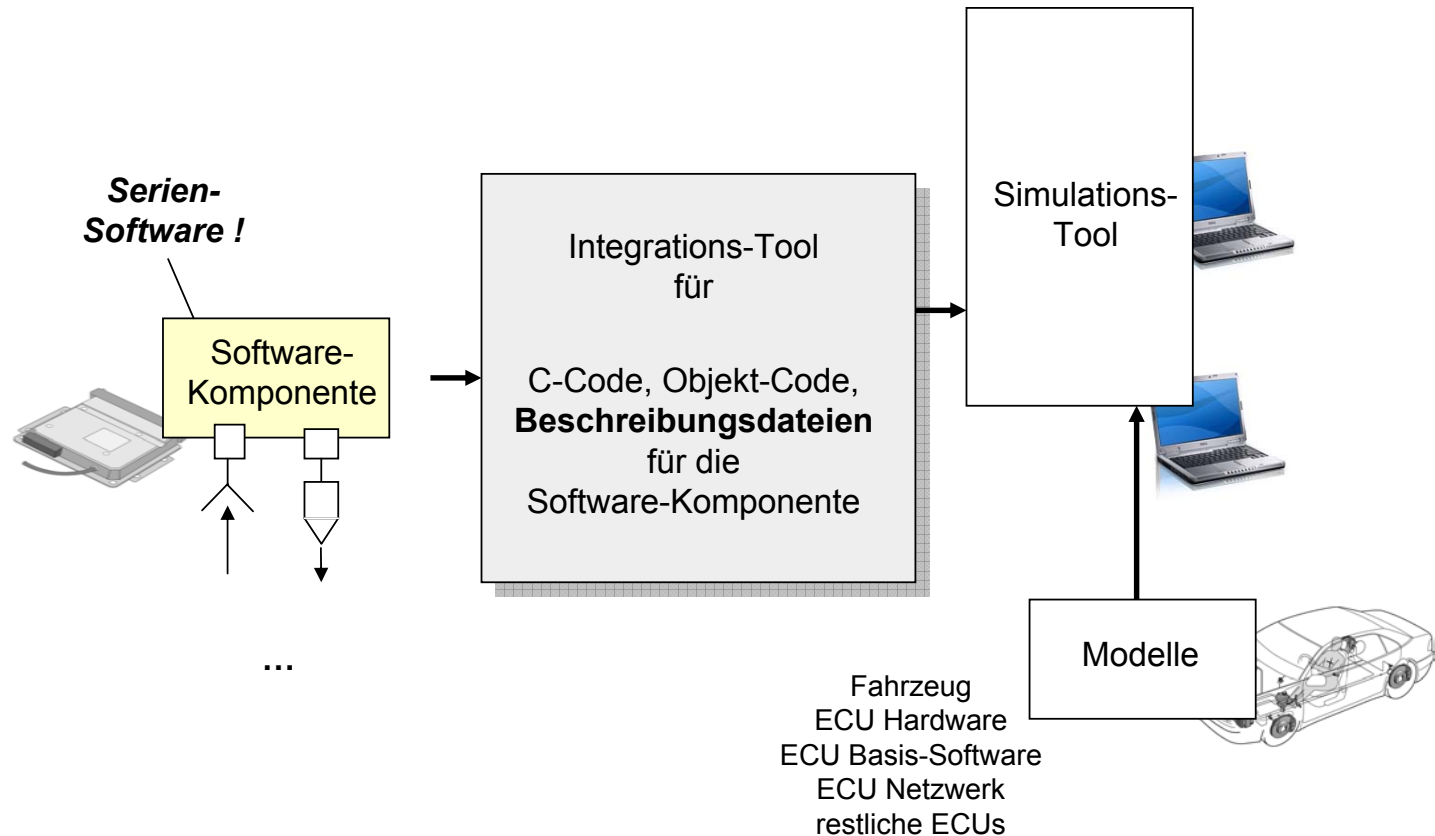


SIL – Was muss das Integrations-Tool leisten ?

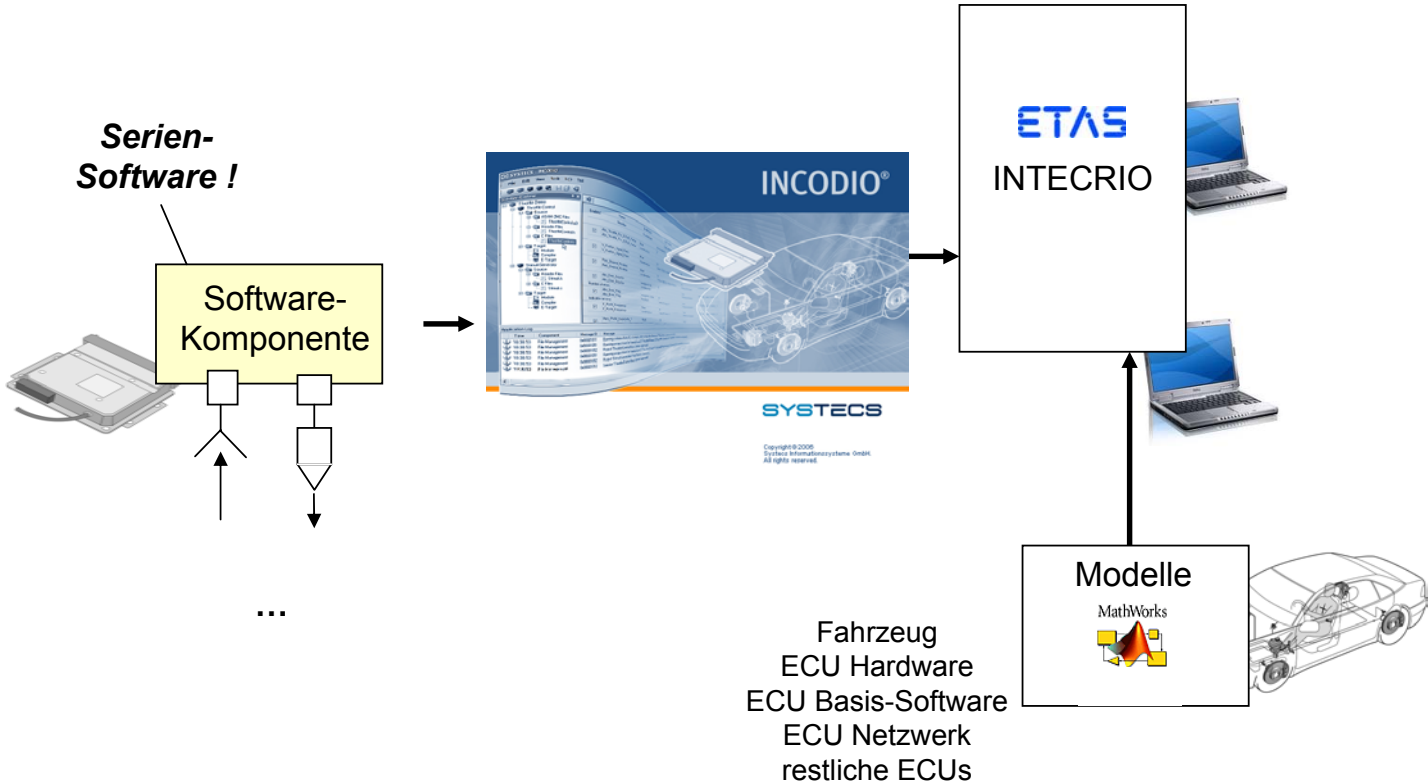
- Identifikation der **Schnittstellen** und des **Echtzeit-Verhaltens** einer ECU Software-Komponente
 - z.B. durch Auswertung der **AUTOSAR** Beschreibung
 - ermöglicht Stimulation und Vermessung der Ein- und Ausgänge
 - ermöglicht automatische Identifikation von Prozessen
 - ermöglicht Spezifikation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



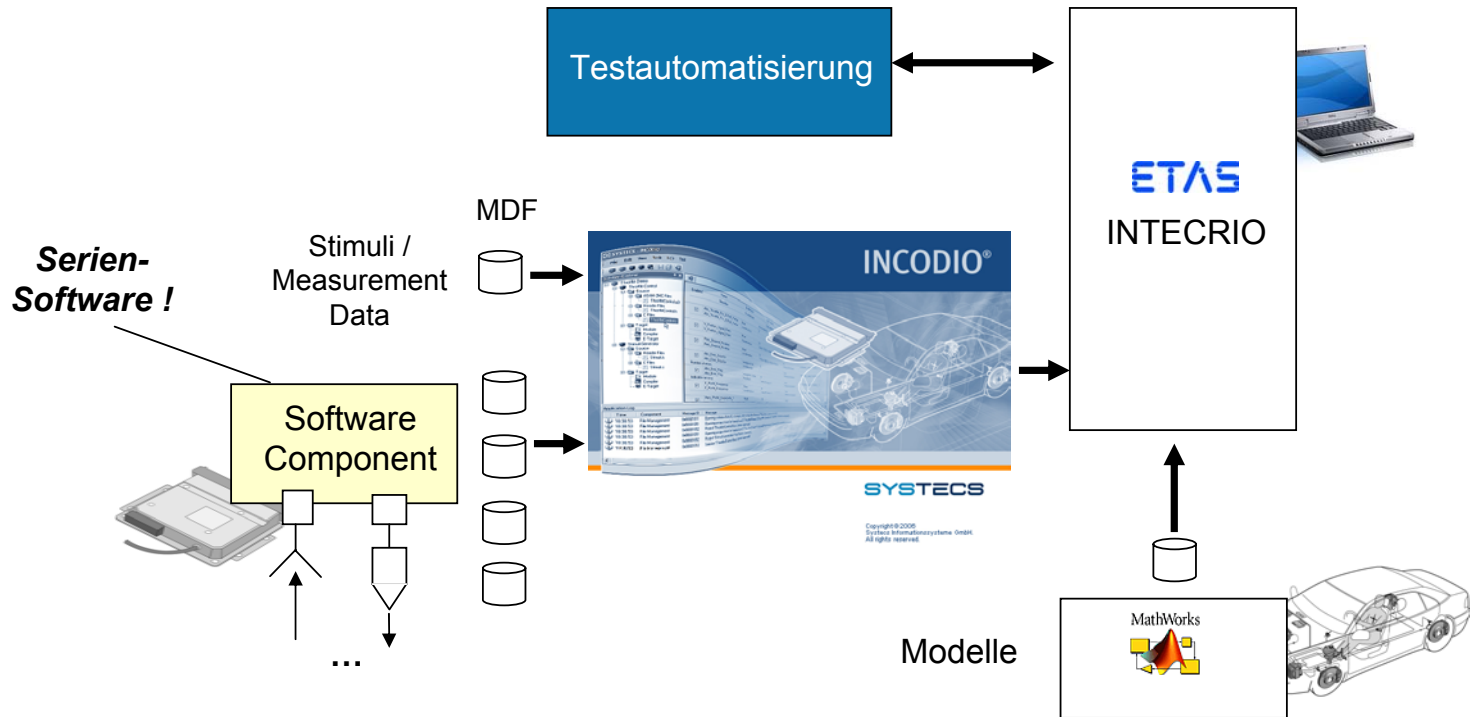
SIL – Welche Tools kommen zum Einsatz ?



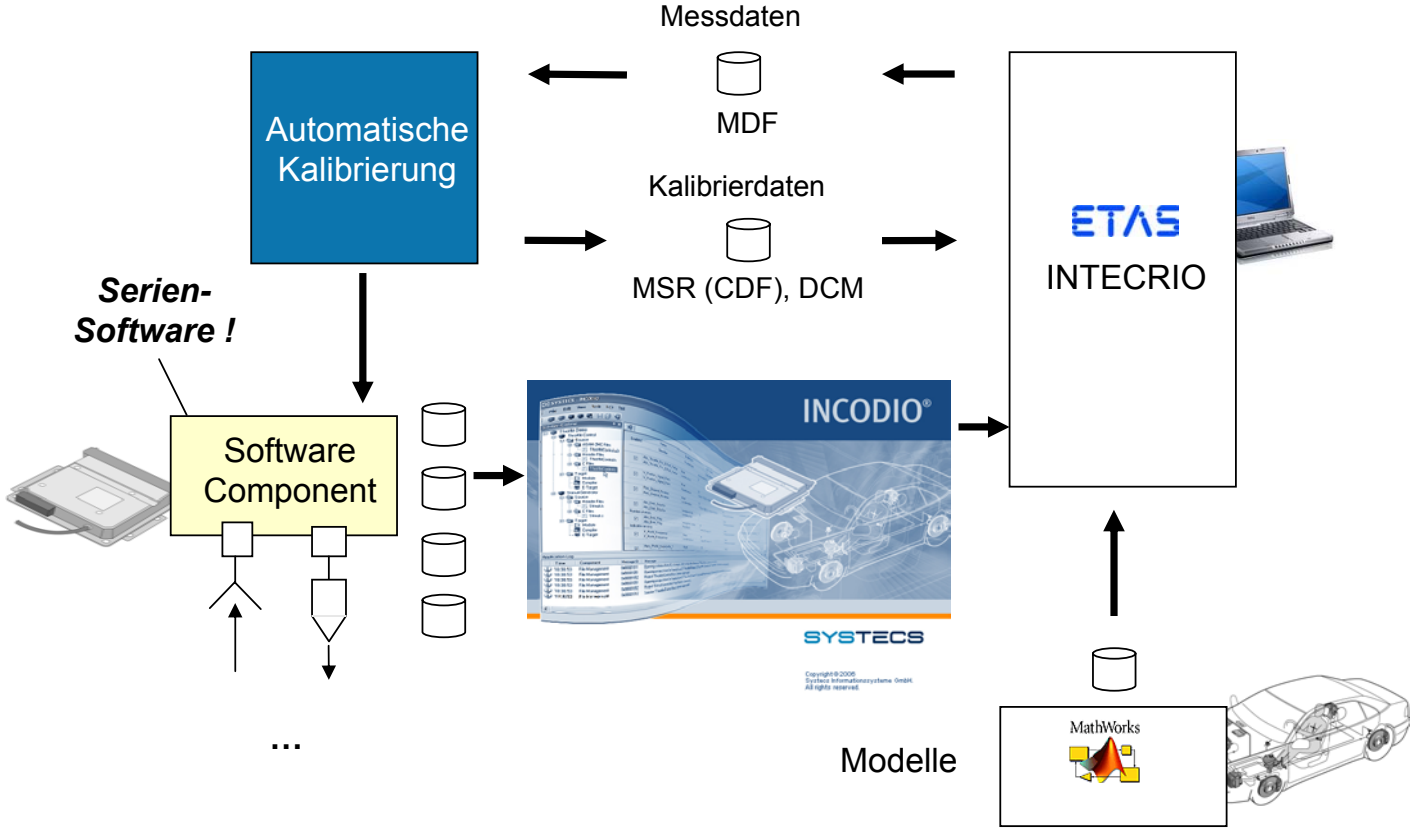
SIL – Welche Tools kommen zum Einsatz ?



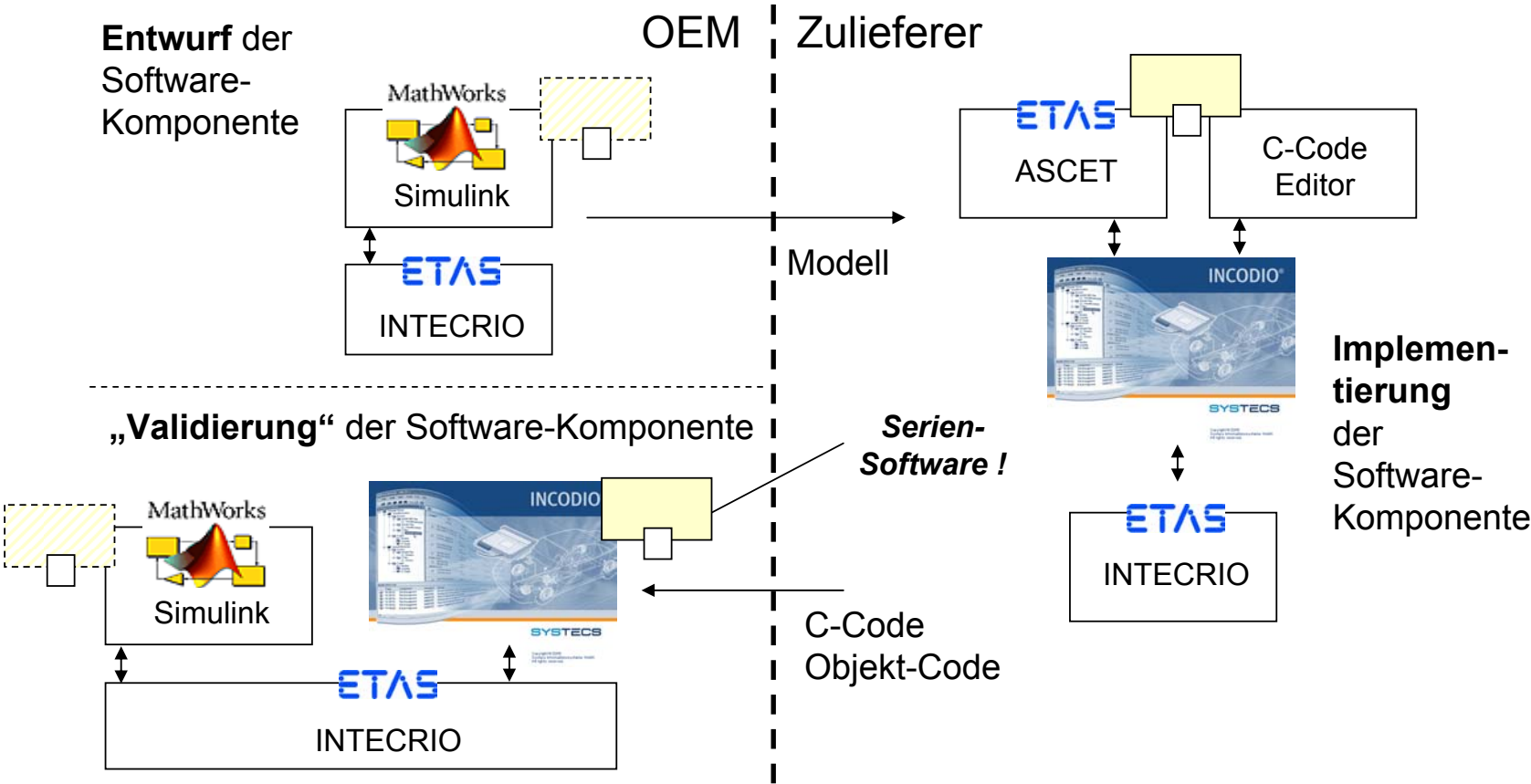
SIL – Validierung der Serien-Software



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

