

# Simulation bereits auf Systemebene

➤ **Simulation  
automotiver  
Software-Systeme**

➤ **Unterstützung  
von Closed-Loop-  
Simulation**

➤ **Simulation nah am  
Steuergerät**

Fehler in der logischen Verknüpfung von Funktionalitäten werden oft erst gefunden, nachdem die elektronischen Steuergeräte vom Zulieferer implementiert und vom Fahrzeughersteller integriert worden sind. Daher sollten mögliche Fehler bei der Modellierung neuer Funktionalitäten schon in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses identifizierbar sein. Mit dem Simulationsmodul in SystemDesk kann der Fahrzeughersteller mögliche Probleme schon während der Spezifikation oder der Implementierung aufdecken.

Das neue Architekturwerkzeug SystemDesk kann für den modellbasierten Entwicklungsprozess bereits auf Systemebene eingesetzt werden. Es dient unter anderem dazu, Software-Architekturen zu beschreiben, Hardware-Topologien zu definieren und Software-Komponenten auf Hardware abzubilden. Dabei unterstützt SystemDesk den AUTOSAR-Standard. Zukünftig werden Anwender mit SystemDesk automotive Steuergeräte-Systeme simulieren und verifizieren können.

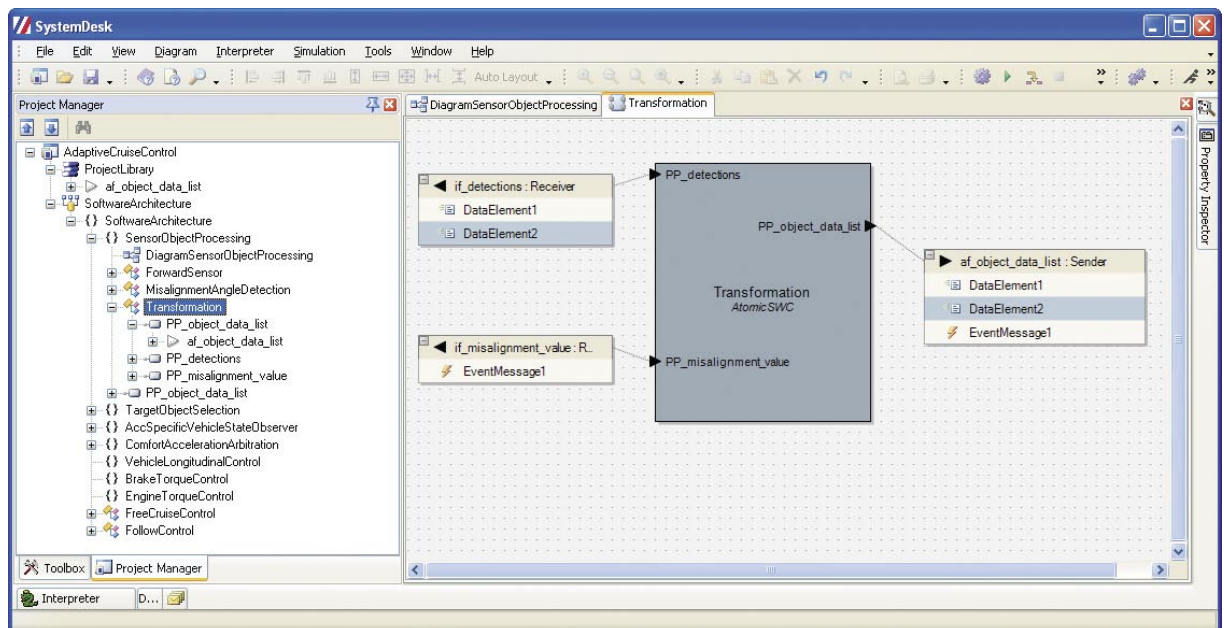
## Verifikation der Software-Architektur

Wenn der Fahrzeughersteller beispielsweise eine Blinkersteuerung entwickeln möchte, so kann er mit SystemDesk alle betroffenen Software-Komponenten und deren Verbindungen untereinander erfassen. Um das Verhalten dieser Software-Architektur zu verifizieren, kann er die Modelle bzw.

deren Implementierungen mit SystemDesk offline auf dem PC simulieren. Solche Simulationen helfen, Situationen zu erkennen, in denen zwar jede Funktionalität korrekt arbeitet, aber beim Gesamtverhalten des Systems Probleme auftreten. SystemDesk unterstützt dabei Open-Loop- und Closed-Loop-Simulationen. Der Anwender kann zudem Fehlerfälle einspeisen, um das Verhalten der Funktionalitäten in kritischen Situationen zu analysieren. Für Funktionsentwickler ist die Möglichkeit interessant, ihre separat entwickelten Funktionen im Gesamtsystem zu testen.

Manchmal sollen die Software-Komponenten schon in frühen Entwicklungsphasen auf die späteren Steuergeräte verteilt werden, zum Beispiel für Bussimulationen. Bei CAN-Bussen werden beispielsweise Effekte aufgrund der Arbitrierung oder der Buskapazitäten simuliert. Der Anwender erhält dadurch unter anderem eine grobe Abschätzung der Busbelegung.

► *Modell auf logischer Ebene. Dabei wird der Entwurf immer feiner definiert, bis nur noch atomare Funktionalitäten vorliegen.*



Über integrierte Scripting-Optionen oder die COM-basierte Automatisierungsschnittstelle lassen sich alle Simulationsoptionen von SystemDesk steuern. So können Anwender die Simulation in ihren Test- und Entwicklungsprozess integrieren und Tests automatisiert durchführen.

**Integration von Streckenmodellen**

Für die Closed-Loop-Simulation auf Systemebene können sowohl Simulink®-basierte Streckenmodelle als auch andere Streckenmodelle mit Hilfe von C-Code importiert werden. Mit diesem Code wird eine Windows®-DLL gebaut und von der Simulation Engine in SystemDesk geladen. Sowohl der Steuergeräte-Code als auch das Streckenmodell werden von der Simulation Engine simuliert. Auf Funktionsebene wird weiterhin mit Simulink simuliert.

**Test der Implementierungsmodelle**

Verschiedene Teile des Gesamtsystems werden häufig von Zulieferern entwickelt. Auch beim Fahrzeughersteller sind unterschiedliche Entwicklungsteams für verschiedene Funktionen zuständig. Daher ist ein Test des Gesamtsystems unumgänglich. In dieser Entwicklungsphase sind die Seriensteuergeräte bekannt und der entsprechende Serienelement ist verfügbar. Damit können Anwender mehrere neue Effekte simulieren, die mit Seriensteuergeräten einhergehen. Wichtig sind vor allem:

- Kommunikationsbusse: Prüfen von Buskapazitäten, Fehler, Arbitrierung und Transferzeiten
- Integration von kompilierten Objektdateien für einen spezifischen Prozessor (mit Evaluierungskarten)
- OSEK-Betriebssystemsimulation zur Simulation des Scheduling-Verhaltens der Anwendung
- Festkomma-Eigenschaften (z. B. Skalierung)
- Speicherbedarf (besonders ROM- und Stack-Belegung)
- Emulation der Basis-Software

SystemDesk emuliert zurzeit folgende Basis-Software-Module:

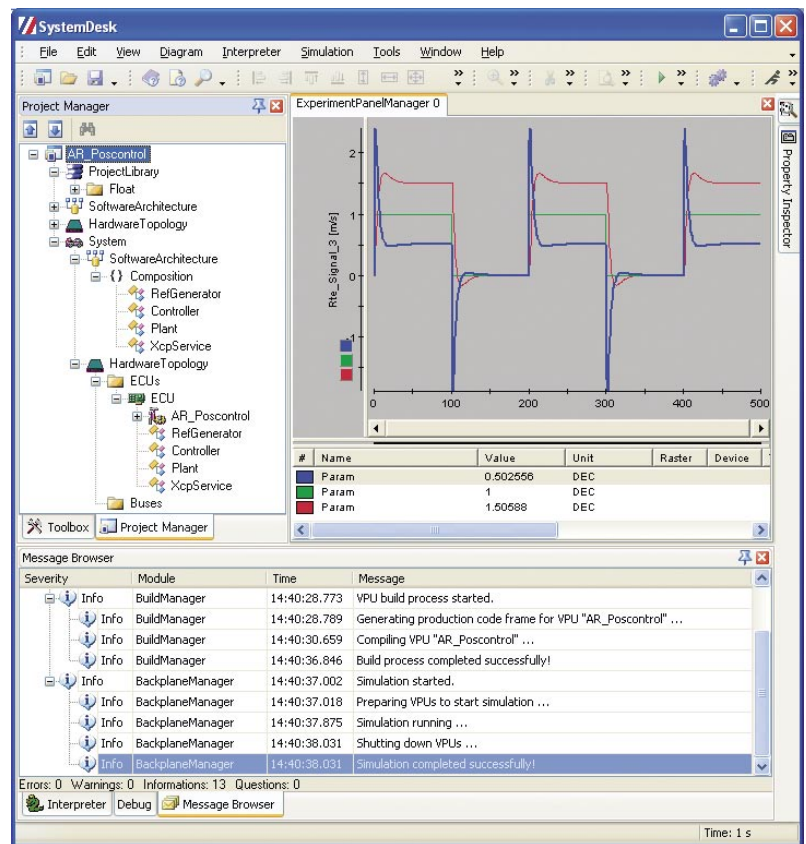
- Modus-Management: So wird zum Beispiel das Hoch- und Herunterfahren von Steuergeräten simuliert.
- Fehler-Management: Anwender können prüfen, welche Fehlercodes während einer Simulation aufgetreten sind.
- NV-RAM-Manager
- AUTOSAR-COM-Schicht
- Betriebssystem

**Zusammenfassung**

SystemDesk ist ein Werkzeug für den modellbasierten Entwicklungsprozess auf Systemebene, das mit dem Simulationsmodul die Simulation von Serienelement bzw. von Streckenmodellen unterstützt und Systemsimulation möglich macht. Anwender sind in der Lage, bereits früh im Prozess das Verhalten des Gesamtsystems zu simulieren und zu verifizieren. Die Simulationen werden in späteren Entwicklungsphasen durch Simulationen des Steuergeräte-Verhaltens, durch Implementierungscode oder durch Kommunikationsbusse erweitert.

SystemDesk 1.0 erscheint im Sommer 2007. Das SystemDesk-Simulationsmodul folgt in einer späteren Version.

▼ *Simulationsdurchlauf mit SystemDesk.*



**Glossar**

**Open-Loop-Simulation –**

Offene Regelkreis-Simulation: einfache Stimuli-Generatoren, konstante Werte oder die Wiederholung aufgezeichneter Daten können eingesetzt werden.

**Closed-Loop-Simulation –**

Geschlossene Regelkreis-Simulation: das Steuergeräte-System muss mit Streckenmodellen verbunden werden.