

# **Komplexitätsreduktion der Diagnose statischer stückweise linearer Systeme**

von

**Dipl.-Ing. Martin Michael Konieczny**

## **Kurzfassung**

Moderne Fahrzeuge zeichnen sich durch einen hohen Komplexitätsgrad aus, der sich aus einer Vielzahl von mechatronischen Systemen und vernetzten Funktionen verbunden mit einer erheblichen Variantenvielfalt ergibt. Der hohe Komplexitätsgrad führt zu vielen Fehlermöglichkeiten und erfordert sowohl intelligente Offboard- als auch Onboard-Diagnosesysteme. Während Offboard-Diagnosesysteme die Fehlersuche vorwiegend im Werkstattumfeld durch interaktive Prüfschrittvorgabe und Bereitstellung von kontextbezogenen Informationen unterstützen, arbeiten Onboard-Diagnoseverfahren produktintegriert und selbstständig. Sie werten das zu diagnostizierende System prozessbegleitend aus und müssen mit sehr wenigen Ressourcen auskommen.

Die vorliegende Arbeit stellt ein neuartiges produktintegriertes Diagnoseverfahren für statische stückweise lineare Systeme vor. Die zu diagnostizierenden Systeme setzen sich aus einer Vielzahl linearer und nicht-linearer Komponenten zusammen. Ihr Verhalten wird durch ein mathematisches Modell beschrieben. Zur Beherrschung der Systemkomplexität und der zahlreichen Systemvarianten kommt eine kompositionale Modellierung mit verteilten Informationen zum Einsatz. In Abhängigkeit vom angenommenen Fehler- und Betriebszustand lassen sich Systemmodelle in Form von linearisierten Gleichungssystemen ableiten. Das Diagnosesystem prüft diese auf Konsistenz mit dem Systemverhalten. Eine numerische Auswertung der Gesamtmodelle ist produktintegriert unter den praktisch gegebenen Rahmenbedingungen nur für sehr kleine Systeme möglich.

Das Erarbeiten von komplexitätsreduzierenden Maßnahmen zur Lösung der Diagnoseaufgabe unter den praktisch gegebenen Randbedingungen bildet den Schwerpunkt dieser Arbeit. Ein zweigeteiltes modellbasiertes Diagnoseverfahren bestehend aus einer strukturellen und einer numerischen Ebene wird vorgestellt und beurteilt.

Die strukturelle Ebene arbeitet auf einem abstrakten Strukturmodell des Gesamtsystems. Verschiedene Verfahren zur Ableitung der Systemstruktur aus den verteilt vorliegenden Informationen werden untersucht und gegenübergestellt. Die strukturelle Ebene zerlegt das zu diagnostizierende System auf Basis struktureller Eigenschaften in praktisch auswertbare Teilsysteme. Diagnostizierbare Teilsysteme werden identifiziert, numerische Zyklen mit neuartigen Methoden vermieden bzw. reduziert und eine geeignete Reihenfolge für eine systematische numerische Auswertung vorgegeben. Durch die Berücksichtigung von Modellkohärenzen ermittelt die strukturelle Ebene die bestmögliche Modellrevision bei Inkonsistenz.

Die numerische Ebene wertet die Teilsysteme unter Verwendung geeigneter Lösungsmethoden aus. Numerische Methoden sowie Propagierungsverfahren werden vorgestellt und bewertet. „Komplexe Teilsysteme“ werden mit Hilfe neuartiger Constraint-Solver gelöst, die im Wesentlichen auf einem Raten mit anschließendem Berechnen einer geeigneten Menge an Variablen beruhen. Die zu ratenden Variablen werden zuvor auf struktureller Ebene bestimmt.