

Kurzfassung der Dissertation

**Modellbildung, Analyse und Steuerungsentwurf  
für gekoppelte ereignisdiskrete Systeme**

von Florian Wenck

Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik  
Ruhr-Universität Bochum

Die vorliegende Arbeit behandelt gekoppelte ereignisdiskrete Systeme, die sich auf der logischen Abstraktionsebene durch Zustandsautomaten beschreiben lassen. Zu deren Analyse und zum Steuerungsentwurf sind systematische Methoden bekannt, die auf einer formalen monolithischen Systembeschreibung basieren und daher bei Anwendung auf gekoppelte ereignisdiskrete Systeme industrieller Größe versagen. Derartige Systeme bestehen aus einer Vielzahl von gekoppelten Komponenten, deren Teilmodelle zur weiteren Behandlung explizit durch Komposition zusammengefasst werden müssen. Hierfür ist ein Zustandsraum aufzuspannen, dessen Umfang exponentiell von der Anzahl der enthaltenen Komponenten abhängt.

Die methodische Zielstellung der Arbeit besteht darin, die systematischen Analyse- und Entwurfsmethoden für gekoppelte ereignisdiskrete Systeme zugänglich zu machen. Dies wird durch eine konsequente Strukturierung auf allen Ebenen der Systembehandlung erreicht. Diese Vorgehensweise führt bei gekoppelten ereignisdiskreten Systemen zu einer Komplexitätsreduktion.

Die Modellbildung eines zu steuernden gekoppelten ereignisdiskreten Systems erfolgt kompositional. Hierzu werden die einzelnen Systemkomponenten durch überschaubare Teilmodelle repräsentiert und ihre Kopplungen identifiziert. Im Rahmen der kompositionalen Modellbildung werden die unterschiedlichen Kopplungsarten durch angepasste Kompositionsoperatoren dargestellt.

Auf Basis der kompositionalen Modellbildung werden die theoretischen Grundlagen eines neuen Analyseansatzes vorgestellt, der in der Lage ist, die Steuerbarkeit und die Beobachtbarkeit (Normalität) eines gekoppelten ereignisdiskreten Systems zu analysieren, ohne die Komposition explizit durchzuführen. Diese Eigenschaften stellen grundlegende Existenzbedingungen für eine zu entwerfende Steuerung dar. Der entwickelte Ansatz behält die vorliegende strukturierte Problembeschreibung bei und führt auf diese Weise zu einer Komplexitätsreduktion.

Der Steuerungsentwurf für gekoppelte ereignisdiskrete Systeme erfolgt ebenfalls strukturiert. Bekannte strukturierte Ansätze zum Steuerungsentwurf werden hinsichtlich ihrer Strukturierung und Komplexität verglichen und im Rahmen der anwendungsorientierten Zielstellung auf zwei komplexe Prozesse aus der Fertigung angewendet. Auf Basis des dezentralen, lokal-modularen und hierarchisch Interface-basierten Ansatzes werden jeweils Steuerungen für eine komplexe gekoppelte Flaschenabfüll-Anlage entworfen. Die gewählten Ansätze basieren auf unterschiedlichen Strukturierungen des Entwurfsproblems und ermöglichen unterschiedliche verteilte Implementierungen. Für jeden strukturierten Steuerungsentwurf erfolgt eine Evaluierung hinsichtlich der Komplexitätsreduktion im Vergleich zum monolithischen Ansatz.

Die Realisierung der entworfenen Steuerungen erfolgt auf der verteilten Steuerungshardware der Versuchsanlage. Zur effizienten Umsetzung der dezentralen und der hierarchisch Interface-basierten Steuerung wird ein eigens entwickeltes Software-Paket vorgestellt, das unabhängig von der Probleminstanz ist und somit die Umsetzung einer Vielzahl unterschiedlicher Steuerungen ermöglicht. Zur Umsetzung der lokal-modularen Steuerung hingegen, wird aus der verwendeten Automaten-Notation mit Hilfe geeigneter Software automatisch eine standardisierte SPS-Programmiersprache generiert und auf der Steuerungshardware implementiert.

Die Anwendungen wurden unter der jeweiligen Steuerung in Betrieb genommen. Die Betriebsergebnisse zeigen, dass die jeweilige Steuerungsaufgabe erfüllt wird.