

## Kurzbericht zum Verbundforschungsprojekt Simulationsgestützte Berücksichtigung von Varianten bei der Konzeption von Maschinen und Anlagen



– gefördert durch das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg –

**Kleine und mittlere Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus müssen in der Angebotsphase schnell und flexibel Lösungskonzepte erstellen, vergleichen und bewerten. Neben den erwarteten Anschaffungskosten spielen die Gesamtbetriebskosten (TCO) und die Energieeffizienz eine wachsende Rolle. Im Projekt SimVar wurden hierfür Methoden und Werkzeuge für die Variantenbildung und den simulationsgestützten Vergleich entwickelt.**

Um in der heutigen Wettbewerbssituation auf dem Markt bestehen zu können, ist es gerade für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) wichtig, flexibel auf die Wünsche ihrer Kunden reagieren zu können. Bei der kundenspezifischen Erstellung von Maschinenvarianten ergibt sich jedoch die Herausforderung, die entstehende Variantenvielfalt zu beherrschen. Eine Variante kann mit verschiedensten Komponenten umgesetzt werden. Die Eigenschaften der Komponenten sind unter verschiedenen Gesichtspunkten gegeneinander abzuwägen. Ein reiner Vergleich der benötigten Einzelkomponenten ist dabei nicht zielführend, da immer das Zusammenspiel der Komponenten im Gesamtsystem und im jeweiligen Anwendungsfall entscheidend ist.

Ziel des Projektes war die Entwicklung einer toolgestützten Methode zur Anwenderunterstützung bei der Variantenbildung und Variantensimulation von Maschinen und Anlagen. Dabei wurde eine Bibliothek für Komponenten geschaffen, in der die jeweiligen Informationen über Anschaffungs-, Wartungskosten, Energieeffizienz, Taktzeiten, etc. und zugehörige Simulationsmodelle hinterlegt sind. Ausgehend von diesen Informationen können einfach und schnell Varianten erzeugt und simuliert werden, um sie hinsichtlich vorgegebener Kriterien miteinander zu vergleichen. Den KMUs wird ein Wettbewerbsvorteil verschafft, indem sie bei der Angebotserstellung durch dieses Tool unterstützt werden.

Der Lösungsansatz basiert auf dem baukastenbasierten mechatronischen Engineering. Mit diesem war es bisher schon möglich, aus den in einem Unternehmen verwendeten Komponenten schnell individuelle Lösungen zu projektieren und zugehörige Daten und Dokumente automatisch zu generieren. Die hierbei klassischerweise verwendeten Baukästen mit konkreten Komponenten eignen sich jedoch nicht für die Konzeptfindungsphase, da hier noch nicht feststeht, mit welchen Komponenten die spätere Lösung realisiert werden soll. Für



die Konzeptfindung ist es nötig, die Eigenschaften „vom Groben zum Feinen“ festzulegen. Benötigt werden deshalb Baukästen, welche eine Problembeschreibung anstatt einer Lösungsbeschreibung ermöglichen. Im Projekt SimVar wurde deshalb eine Methode entwickelt, welche die Baukästen mit verfügbaren Standardkomponenten um Problembeschreibungs-Bibliotheken erweitert (Bild 1). Diese enthalten Module für die von Standardkomponenten unabhängige, abstrakte Beschreibung der gewünschten Fähigkeiten der Maschinen und Anlagen. Diese Fähigkeiten werden jeder verfügbaren Standardkomponente zugeordnet.

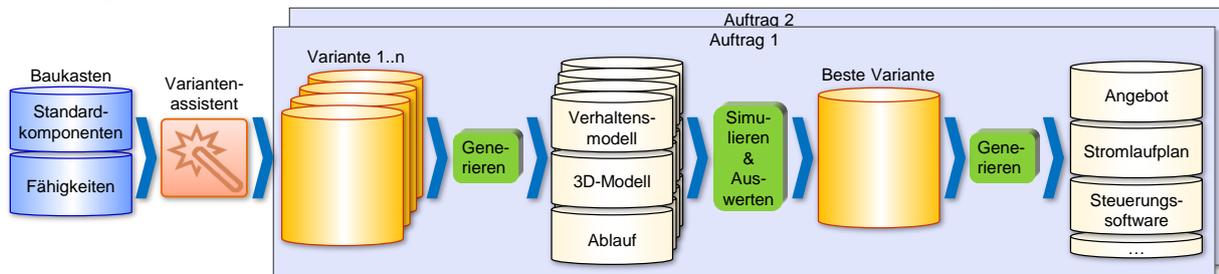


Bild 1: Baukastenbasierte Problembeschreibung, simulationsgestützter Variantenvergleich und Angebotserstellung

Aus der abstrakten Beschreibung der Fähigkeiten werden durch einen Variantenassistenten automatisch Varianten mit konkreten Standardkomponenten erzeugt, indem aus dem Baukasten diejenigen Komponenten ausgewählt werden, welche die in der abstrakten Beschreibung geforderten Fähigkeiten enthalten. Da es für eine geforderte Fähigkeit meist verschiedene passende Komponenten gibt, entstehen bei der automatischen Lösungserzeugung anhand einer Problembeschreibung mehrere Varianten.

Die Zusammenstellung von Komponenten zu einer Anlage reicht noch nicht aus, um eine Simulation zu starten; benötigt werden auch Steuerungsabläufe und -Logiken. Anwendungsfallspezifische Teile der Steuerung sind u.U. nicht im Baukasten enthalten und müssen zum Zwecke der Simulation erstellt werden. Dadurch kann der Vertriebsmitarbeiter ohne Programmierkenntnisse auf Basis einer tabellenbasierten Ablauf- und Logikbeschreibung im grafischen Konfigurator während der Problembeschreibung den Ablauf konfigurieren. Aus den konfigurierten Abläufen werden simulationsfähige Zustandsgraphen generiert. Für jede Variante wird anschließend aus Modellfragmenten der Einzelkomponenten automatisch ein Simulationsmodell generiert, sodass ein Simulationslauf mit anschließender automatischer Auswertung der aufzeichneten Größen und Angebotsgenerierung Aufschluss über Energieeffizienz, Taktzeiten etc. geben kann (Bild 2).

Die entwickelten Methoden wurden in einem Software-Demonstrator, basierend auf dem Baukastensystem und der Simulationsumgebung der Projektpartner umgesetzt und mit den Anwendern der Projektpartner am Beispiel modularer Transfersysteme validiert.

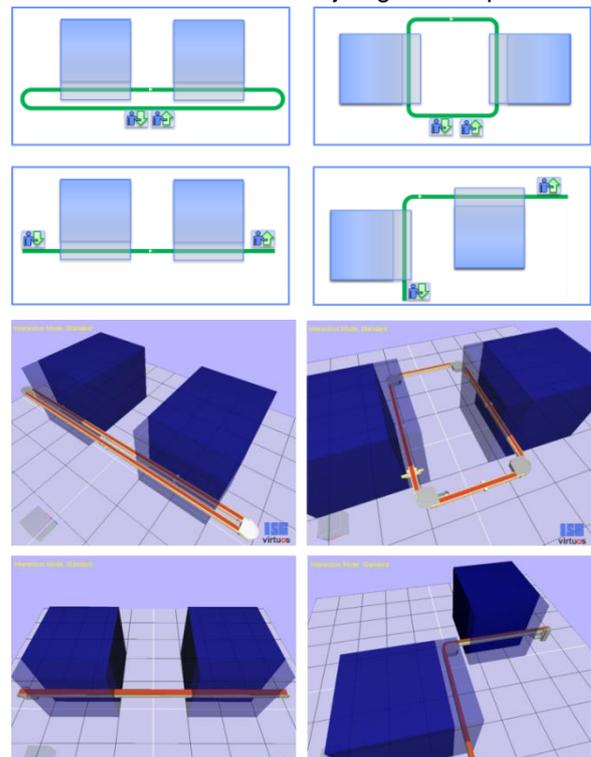


Bild 2: Varianten in der Problembeschreibung (oben) und Varianten in der Simulation (unten)

Für die **Variantebildung** wurde ein Konzept erstellt, welches durch die Verwendung einer formalen Beschreibung für Komponentenfähigkeiten eine automatische Variantenbildung ermöglicht. Hierfür wurde ein Datenmodell für Fähigkeiten und zugehörige Einschränkungen erstellt und in einer Datenbankstruktur mit benutzerfreundlicher Eingabeoberfläche hinterlegt (Bild 3). Des Weiteren wurde im SimVar-Tool ein Assistent zur komponentenneutralen Problembeschreibung mit Fähigkeiten sowie das erforderliche Regelwerk zur Instanziierung und Parametrierung der Varianten und ihrer realen Komponenten erstellt (Bild 4).





Als Ausführungsumgebung für die aus der Ablaufbeschreibung resultierenden Zustandsgraphen wurde, wie für die Simulation selbst, der Simulationsrechenkern, gewählt. Das umfangreiche Regelwerk für die automatische Generierung der Zustandsgraphen wurde ebenfalls in den Variantenassistenten integriert.

Um die **Simulationserstellung** für Vertriebsingenieure zu ermöglichen, wurde zum einen ein geeigneter Bibliotheksmechanismus zur Speicherung und Verwaltung von Geometrie-, Verhaltens-, und Lebenszykluskostenberechnungsmodellen geschaffen, zum anderen wurde eine neue Schnittstelle für die automatische Modellgenerierung konzipiert und realisiert. Darüber hinaus wurden die zur automatischen Generierung benötigten Baukästen und Regelwerke erstellt.

Schließlich wurden die beschriebenen Konzepte der drei Bereiche im **Software-Demonstrator** „SimVar-Tool“ umgesetzt, welcher auf bestehende Softwaresysteme der Projektpartner aufbaut. Hierfür wurde das Baukastensystem und die Simulationsumgebung um neue Funktionen erweitert.

Ergebnisse

In der Vertriebs- und Konzeptionsphase von Maschinen und Anlagen bei KMU war es bisher kaum möglich, unterschiedliche Varianten simulationsgestützt miteinander zu vergleichen. Ingenieure in Vertriebsbereichen sollen weder das erforderliche Spezialwissen für die Erstellung von Simulationen und Steuerungsprototypen, noch den erforderlichen Aufwand zur Variantenbildung und zur herkömmlichen Erstellung von Simulationsmodellen aufbringen. Im Forschungsprojekt SimVar ist es gelungen, für die drei Bereiche Variantenbildung, Steuerungsprototypenbildung und Simulationserstellung geeignete Ansätze zu finden, welche den Vertriebsingenieuren einen Aufwandsarmen und einfachen Variantenvergleich ermöglichen.

Zur Evaluierung der Konzepte und des entstandenen Demonstrators wurde vom Anwendungspartner ein Kriterienkatalog erstellt. Der Demonstrator wurde anhand des Kriterienkatalogs sowohl von erfahrenen Vertriebsingenieuren, als auch von Baukastensystementwicklern begutachtet. Die Erstellung von Varianten, die Simulationsläufe und die Angebotsgenerierung (Bild 6) konnten innerhalb von weniger als zwanzig Minuten durchgeführt werden. Sie kommen zum Gesamturteil, dass die Nutzung des Tools sehr vielversprechend ist; ein Einsatz in der Praxis sehr realistisch sei. Man verspricht sich durch die Simulation einen großen Wettbewerbsvorteil. Eine gänzliche Kostenabschätzung ist noch nicht möglich, da mehr Komponenten und Daten hinterlegt werden müssen (Fleißarbeit), der Aufwand zur Erstellung der hinterlegten Simulationsmodelle sollte noch reduziert werden.

Die beschriebene Methode erhöht demnach die Aussagekraft der Angebote und verringert den Aufwand für deren Erstellung. Schätzungen und Mutmaßungen werden nicht mehr benötigt; Alternativen können schnell und flexibel durchgespielt werden.

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Armin Lechler
Institut für Steuerungstechnik
der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen
Universität Stuttgart
Telefon +49 711 685 - 82462
Fax +49 711 685 - 82808
Armin.Lechler@isw.uni-stuttgart.de



Bild 6: Automatisch generiertes Angebot mit Vergleichsergebnissen aus den Simulationen