

Unternehmensübergreifende Simulation mobiler Arbeitsmaschinen

Ein Vorschlag für eine standardisierte Vorgehensweise

Dipl.-Ing. Lars Völker¹, Dipl.-Ing. Song Han¹, Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer¹

¹Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen, Gotthard-Franz-Straße 8, 76131 Karlsruhe

Mobile Arbeitsmaschinen sind komplexe Systeme und stellen eine Verknüpfung vieler verschiedener Ingenieursfachdisziplinen wie Mechanik, Hydraulik, Pneumatik oder Regelungstechnik dar, deren Zusammenwirken die Leistungen und Funktionen einer solchen Maschine erst ermöglichen. Dieses Zusammenwirken erschwert die Simulation solcher Maschinen. Im vorliegenden Beitrag wird daher ein Vorschlag für eine standardisierte Vorgehensweise vorgestellt, mit deren Hilfe eine mobile Arbeitsmaschine über Unternehmensgrenzen hinweg simuliert werden kann. Grundlage hierfür ist der Gedanke einer Plattform, auf der die Simulation durchgeführt werden soll.

Modern products are characterized by an interdisciplinary development in fields like mechanics, hydraulics and controls. This development process can be optimized by using the coupled simulation. In this contribution facts will be shown why today the coupled simulation with more than two involved software tools is not used in the R&D process in mobile machine industry. Beside these facts methods of resolution will be described how a coupled simulation could work avoiding these problems. They are based on the idea of a simulation platform for a standardized coupled simulation.

1 Ausgangssituation

Die Simulation ist heute ein anerkanntes Werkzeug zur Unterstützung und Optimierung des Entwicklungsprozesses in Unternehmen, um Entwicklungszeit und –kosten einzusparen. Die für die Simulation eingesetzten Programme sind zumeist fachgebietsspezifisch. Damit lässt sich beispielsweise eine mobile Arbeitsmaschine im Ganzen nur unzureichend abbilden, obwohl die Programme teilweise zu Multi-Domänen-Programmen weiterentwickelt wurden.

Darüber hinaus setzt sich eine mobile Arbeitsmaschine aus vielen Teilkomponenten verschiedener Zulieferer zusammen. Das Know-how der Komponenten liegt beim Zulieferer und steht dem Maschinenhersteller bei der Erstellung des Simulationsmodells seiner Maschine meist nicht zur Verfügung. Eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Simulation wäre daher wünschenswert.

Die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit im Bereich der Simulation ist mit der Methode der Co-Simulation möglich. Ursprünglich zur Simulation mechatronischer Systeme entwickelt, soll die Co-Simulation in einem am Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen (MOBIMA) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) durch-

geführten Forschungsvorhaben zur Simulation mit unternehmensübergreifender Modellerstellung weiterentwickelt und dadurch für den Bereich der mobilen Arbeitsmaschinen besser nutzbar gemacht werden.

2 Weiterentwicklung der gekoppelten Simulation

Um die gekoppelte Simulation für die Industrie besser nutzbar zu machen, muss die Methode der Simulationskopplung vereinfacht werden. Hierfür soll der Prozess standardisiert und eine Handlungsempfehlung für den Ablauf bei der gekoppelten Simulation gegeben werden. Besonderes Augenmerk wird auf den Know-how-Schutz der Teilmodelle gelegt, um eine unternehmensübergreifende Simulation zu ermöglichen.

Zentrales Element der Projektidee ist der Gedanke einer Plattform, auf der die gekoppelte Simulation anhand einer standardisierten Vorgehensweise durchgeführt werden soll. Das zu simulierende System soll dabei in Teilmodelle unterschiedlicher Fachdisziplinen bzw. in Teilmodelle unterschiedlicher Hersteller und Zulieferer aufgeteilt werden. Mit Hilfe fachgebietsspezifischer Simulationsprogramme werden die einzelnen Teilmodelle erzeugt und in einem, zur Plattform kompatiblen Format exportiert. Durch den Export auf die Plattform und die damit verbundene Umwandlung des Teilmodells wird der Know-how-Schutz realisiert. Idealerweise wird neben dem geschützten Teilmodell auch der passende Solver mitexportiert, so dass jedes Teilmodell autark lauffähig ist.

Auf der Plattform soll der jeweilige Anwender die Möglichkeit haben, über eine grafische Benutzeroberfläche durch Vernetzung der einzelnen Teilemodelle das Gesamtmodell aufzubauen. Hierfür wird eine Visualisierung der Ein- und Ausgabegrößen benötigt. Zusätzlich sollen eine Parameterverwaltung sowie eine Bestimmung der Startwerte für die Simulation möglich sein. Eine Möglichkeit der Datenspeicherung schließt die Anforderungsliste an eine Plattform ab.

Ein Hersteller einer mobilen Arbeitsmaschine wäre mit dieser Methode somit in der Lage, einen virtuellen Prototyp seines Fahrzeugs aufzubauen. Das Know-how der Zulieferer könnte genutzt und dadurch ein Teil der Entwicklungs- und Testarbeit in der Simulation erledigt werden.

Die Zulieferer wiederum stärken durch die Lieferung von Hardware und Simulationsmodell ihre Wettbewerbsposition gegenüber anderen Marktbegleitern. Darüber hinaus sind sie selbst in der Lage, ihre Komponenten am virtuellen Prototyp zu testen, wodurch ihr Produkt noch besser an die Kundenwünsche angepasst werden kann.

3 Umsetzung der Projektziele

Der Standard für die gekoppelte Simulation wird am Beispiel einer hydropneumatischen Vorderachsfederung erarbeitet, die aus mechanischen, hydraulischen und Regelungselementen besteht und in **Abbildung 1** dargestellt ist. Links unten sind in **Abbildung 1** der mechanische Teil mit Rahmen, Schwinge und Achse, rechts oben die hydraulischen Komponenten zu sehen. Die Regelung ist nicht dargestellt.

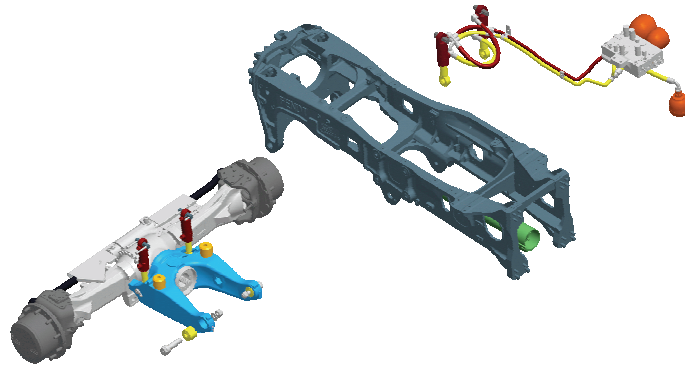


Abbildung 1: Hydropneumat. Vorderachsfederung eines Fendt-Traktors der 700/800er Serie

Die Aufteilung des Gesamtsystems in die Teilmodelle erfolgte entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise. Mit Hilfe der bisher zur Verfügung stehenden Möglichkeiten wurde ein Simulationsmodell der Traktorvorderachsfederung aufgebaut. Als Plattform wurde zunächst MATLAB/Simulink gewählt, da dieses Softwareprogramm die Anforderungen an eine Plattform am besten erfüllt hat, in der Industrie weit verbreitet ist und zahlreiche Simulationsprogramme einen Export nach MATLAB/Simulink anbieten.

Die Ergebnisse der ersten Simulationsläufe waren plausibel, eine unternehmensübergreifende gekoppelte Simulation ist somit möglich. Die bei der Erstellung des Modells gewonnenen Erkenntnisse werden für die Programmierung der Plattform genutzt, an der parallel zu den Simulationsarbeiten gearbeitet wird. Hierzu gehört eine Parameterverwaltung, die anhand einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI) beispielsweise eine Identifikation gemeinsamer Parameter oder das Ändern freigegebener Parameter ermöglicht. Darüber hinaus wird an Möglichkeiten der Benutzerführung gearbeitet, um den Anwender Schritt für Schritt durch eine gekoppelte Simulation zu führen. Des Weiteren wird ein Konzept erarbeitet, wie und in welcher Form die simulierten Daten abgespeichert und für eine Nachbereitung (Post Process) zur Verfügung stehen.

4 Zusammenfassung und nächste Schritte

Im bisherigen Projektverlauf wurde ein Konzept für eine standardisierte gekoppelte Simulation anhand einer Plattform erarbeitet. Der Aufbau der einzelnen Teilmodelle ist abgeschlossen, ebenso die Erstellung des Gesamtsimulationsmodells und die Durchführung der unternehmensübergreifenden gekoppelten Simulation. Als nächste Schritte ist ein Abgleich der Simulationsergebnisse mit Messergebnissen geplant. Die beteiligten Softwarefirmen überarbeiten ihre Schnittstellen, um diese an den neuen Standard anzupassen. Zusätzlich wird weiter an den grafischen Benutzeroberflächen programmiert, die den Pre-Process ermöglichen sollen. Auch die Datenspeicherung im Post-Process bedarf einer Untersuchung und eines Konzepts, was zukünftig noch erarbeitet werden soll. Die Arbeiten werden durch Untersuchungen des Kommunikationsintervalls und daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen vervollständigt.