

Geführte Assistenz für Ablaufsimulationsprojekte

Assistance for Material Flow Simulation Projects

Gottfried Mayer, Marielouise Mieschner, BMW AG, München (Germany),
gottfried.mayer@bmw.de, marielouise.mieschner@bmw.de

Abstract: This article describes the development of an assistance system for material flow simulation experts. The way was paved by two research projects, called AssistSim and EDASim. Resulting from those, a development partnership between two automotive manufacturers and a simulation company was founded. It ended with the launch of an official software product called SimAssist. The use of SimAssist made it necessary to create a new process model and a new saving concept for simulation studies. Furthermore, the basic functionality, specific features like the ones for the VDA (Verband der Automobilindustrie) group material flow simulation and a strategy to use the open source library D3JS for visualisation are shown.

1 Einleitung

Aktuell werden keine großen Entscheidungen in der Industrie mehr getroffen, ohne diese vorher durch Simulationen absichern und bewerten zu lassen. Die Ablaufsimulation ist hier Basis für nahezu alle Entscheidungen im Umfeld der automatisierten Produktion. Um die vermehrten Anfragen für Simulationen bewältigen zu können, ist es nötig, den Prozess des Aufbaus und der Durchführung von Studien zu optimieren und dadurch zu verkürzen.

An vorderster Stelle stehen hier Vorgehensmodelle für Simulationsstudien, wie sie beispielsweise vom VDI (VDI 2014, S. 19) oder von der ASIM (Rabe et al. 2008, S. 4-8) beschrieben werden. Für den Einsatz in der Automobilindustrie hat die Arbeitsgruppe Ablaufsimulation des Verbands der Automobilindustrie (VDA) die Anwendung dieser Vorgehensmodelle in einer Ausführungsanweisung weiter konkretisiert (VDA 2013).

Doch wenngleich Simulationsvorgehensmodelle seit vielen Jahren bekannt sind und in der Literatur diskutiert werden, wie z. B. die Übersicht in Rabe et al. (2008, S. 27-32) zeigt, hängen auch bei der Verwendung eines Simulationsvorgehensmodells viele Entscheidungen während einer Simulationsstudie maßgeblich vom Wissen und von der Erfahrung der an der Studie Beteiligten ab. Zwar gibt es für die Erstellung von ausführbaren Modellen zahlreiche kommerzielle Simulationswerkzeuge und ergänzende Objektbibliotheken (Mayer und Pöge 2010), die diesen Teil einer Studie

deutlich vereinfachen. Für die Arbeiten im Rahmen einer Studie, die nicht unmittelbar mit der Erstellung und Verwendung des ausführbaren Modells zusammenhängen, gibt es jedoch kein durchgängig eingesetztes Softwarewerkzeug. Natürlich kommen sämtliche Werkzeuge aus der „Office-Welt“ von der Textverarbeitung über die Tabellenkalkulation bis zum Präsentationsprogramm zum Einsatz. Ein strukturierter Einsatz dieser Werkzeuge ist jedoch eine weitgehend individuelle Entscheidung.

Hier kommen Simulationsassistenzsysteme zum Einsatz, die den Ablauf von der anfänglichen Datensammlung und Bewertung über eine teilautomatische Modellgenerierung, des Experimentdesigns sowie dessen Durchführung bis hin zur Auswertung der Ergebnisse unterstützen.

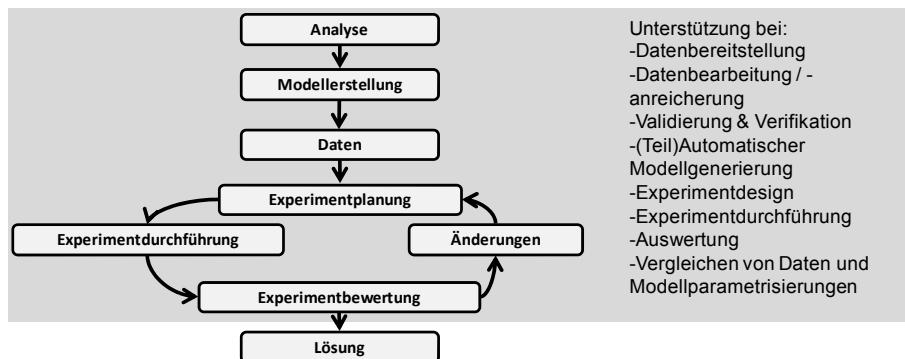


Abbildung 1: Ziele der Unterstützung anhand eines Vorgehensmodells

Dieser Beitrag soll die Erstellung eines solchen Systems beleuchten. Die erste Idee für das System liegt über fünf Jahre zurück und die ersten Untersuchungen wurden durch zwei Forschungsprojekte durchgeführt. Das erste Projekt, mit Namen AssistSim, hatte das Ziel, den Rahmen für ein Assistenzsystem zu erstellen. Das zweite, EDASim, sollte AssistSim um Methodiken zu Evaluierung der Daten, sowohl der Eingangs- als auch der Ergebnisdaten, erweitern.

Die Ergebnisse der beiden Projekte wurden durch die Forschungspartner als so gut bewertet, dass aus Teilen der Partner eine Entwicklungskooperation entstand. Mittlerweile ist die Umsetzung des Produktes abgeschlossen und steht als Kaufprodukt zur Verfügung.

Der Ansatz, der schon am Anfang der Forschungen getroffen wurde, eine flexible Oberfläche für die Belange der Ablaufsimulation zu gestalten, hat sich hier als richtig erwiesen. Die beliebige Anpassbarkeit durch ein Plugin-Konzept hat es ermöglicht, sowohl einen allgemeinen Funktionsumfang als auch einen für den Automobilbau spezifischen Umfang zu verwirklichen. Somit ist es möglich, auch sehr spezielle Anforderungen in einem System zu bündeln.

2 Von der Idee zur Umsetzung

2.1 AssistSim

Die erste Idee für die Forschung an einem Assistenzsystem kam Ende des Jahres 2008 auf. Nach einiger Vorbereitungszeit wurde das Forschungsprojekt AssistSim im Juni 2009 bei der Hessen Agentur aufgesetzt. Kooperationspartner waren die Universitäten Frankfurt und Kassel, die Firmen Incontrol und SimPlan, sowie als Industrievertreter die UST Umweltsensorik GmbH und die Arbeitsgruppe Ablaufsimulation des Verbands der Automobilindustrie VDA.

Ziel von AssistSim war es, ein System zu schaffen, das den Ablauf einer Simulationsstudie aktiv unterstützt. Hierzu wurde der Prototyp eines Systems geschaffen, das über mehrere Datenbanken, eine Benutzeroberfläche sowie eine Client- Server-Anwendung es ermöglicht, Simulationsstudien und Experimente zu definieren und diese gezielt durchzuführen.

Hierzu wurde das Vorgehen in eine Planungsassistenz und eine Durchführungsassistenz aufgeteilt.

In der Planungsassistenz war es möglich, die Untersuchungsziele zu definieren und zu dokumentieren. Als zweiten Schritt konnte man die Stellgrößen definieren, d. h. die Werte innerhalb des Simulationsmodells, an denen AssistSim Änderungen vornehmen darf. Als letzter Schritt ließen sich die Messgrößen festlegen, also die Ergebniswerte, anhand derer die Simulationsstudie bewertet wird. Somit war eine Aufgabenstellung ausreichend beschrieben.

In der Durchführungsassistenz definierte man anschließend das Experiment und die dazugehörigen Simulationsläufe. Es war sowohl möglich, Experimente frei zu definieren als auch automatisch über vorgegebene Schrittweiten der Stellgrößen.

Waren alle Experimente definiert, konnte man die Experimentdurchführung starten, durch eine Client- Server Anwendung über mehrere Simulationsrechner verteilt. Den aktuellen Stand sowie die Zwischenergebnisse konnte man in der Benutzeroberfläche einsehen (Abb. 2).

Das Projekt wurde im November 2010 abgeschlossen (Lattner 2011) und 2011 mit dem 2. Platz beim hessischen Kooperationspreis ausgezeichnet.

2.2 EDASim

Nach Abschluss des AssistSim Projektes war man sich innerhalb des Teams einig, dass die Idee des Assistenzsystems an sich der richtige Weg war, aber sowohl die Implementierung der Software als auch die Evaluierung der Simulationsdaten noch keine ausreichende Qualität hatten. Aus diesem Grund wurde das zweite Forschungsprojekt mit Namen EDASim (Mayer et al. 2012) ins Leben gerufen. Das Team war hier annähernd das, das auch schon im Projekt AssistSim geforscht hatte, nur UST verließ das Projekt. Dafür kamen die Continental AG und die Universität Trier mit ins Boot.

Ziel des Projektes war es, Methoden zur Evaluierung, Validierung und Verifikation (Rabe 2008) von Simulationsdaten zu finden und den Simulationsexperten über eine geeignete Oberfläche zur Verfügung zu stellen. Als Basis wurden hier die Ergebnisse von AssistSim verwendet.

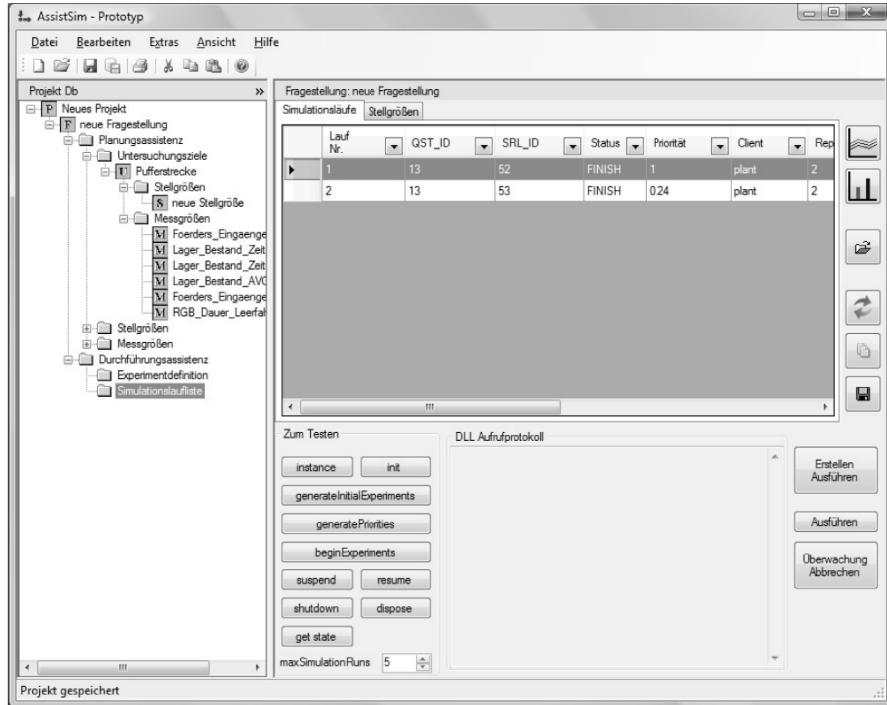


Abbildung 2: Benutzeroberfläche AssistSim

Als Grundlage für die Softwareentwicklung wurde auch das Grundkonzept von AssistSim überarbeitet. Die Architektur wurde so umgestellt, dass es ein Hauptprogramm gab, das nur die wichtigsten Funktionen, wie Datenkommunikation oder Ausgebesteuerung beinhaltet. Die eigentlichen Funktionen wurden in sogenannte Plug-Ins gekapselt. Das hat sowohl den Vorteil, dass unterschiedliche Funktionen leichter von einzelnen Partnern entwickelt werden konnten, als auch, dass das Konzept beliebig erweiterbar gemacht wurde.

Das Ergebnis des Forschungsprojektes war eine funktionierende Benutzeroberfläche mit den entwickelten Funktionalitäten aus AssistSim und EDASim (Abb. 3).

Neben Funktionalitäten zur Verknüpfung von beliebigen Datenquellen wurden diverse Statistikfunktionen, wie z. B. eine Kategorisierungsfunktion oder ein Signifikanztest implementiert. Darüber hinaus wurden noch visuelle Auswertemöglichkeiten, wie ein Gantt-Diagramm oder eine Kuchen-Darstellung implementiert.

2.3 SimAssist

Da sich die Ergebnisse der beiden Forschungsprojekte sowohl für die Simulationsdienstleister als auch für die Automobilindustrie als zielführend herausgestellt hatten, wurde Ende 2012 beschlossen, die Ergebnisse weiter zu nutzen und über eine Entwicklungskooperation zu einem Produkt zu formen.

Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurde basierend auf den Forschungsergebnissen ein Produkt mit Namen SimAssist erstellt. Das Ergebnis wird im nachfolgenden Kapitel näher beleuchtet.

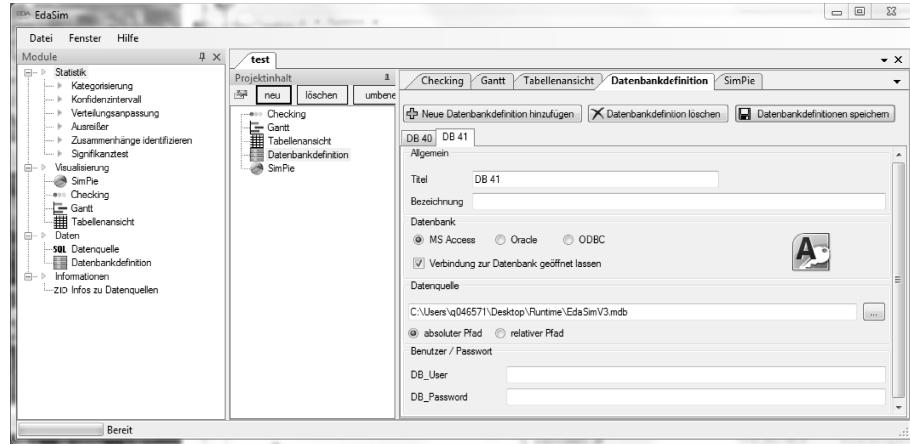


Abbildung 3: EDASim Oberfläche

3 Aktueller Stand

3.1 Allgemeine Funktionalitäten

Als Grundstock für die allgemeinen Funktionen wurde das Ergebnis des EDASim Forschungsprojektes verwendet. Die dort entstandene, Plug-in-fähige Hauptanwendung wurde überarbeitet und an aktuelle Benutzeroberflächen angepasst.

So wurde z. B. das Modul für die Abfragen von Datenbanken über eine flexible Filterfunktion durch eine Definition von Variablen erweitert. Somit ist es möglich, Abfragen-Sets zu erstellen und für unterschiedliche Projekte weiterzuverwenden.

Ein weiterer Punkt ist die Massenverarbeitung und Überprüfung von Daten aus Datenbanken. Das „Checking“-Modul ermöglicht es, beliebig große Datenmengen mit einfachen arithmetischen Funktionen zu überprüfen, wie z. B. „gibt es in den 400 definierten Karosseriebaustationen eine Station, deren Verfügbarkeit kleiner als 90% ist?“.

Die statistischen Funktionen aus EDASim wurden ebenso wie die Experimentfunktionen aus AssistSim übernommen.

Die wichtigste Erweiterung war die Portierung der Funktionalitäten des Produktes SimView in SimAssist. Mit dieser Funktionalität ist es möglich, Diagramme automatisch aus Datenquellen zu erzeugen und diese, sowie die Ergebnisse aller anderen Funktionalitäten, in eine Textverarbeitung (Report) oder in Präsentationssoftware zu exportieren.

3.2 Erweiterungen der VDA-Arbeitsgruppe Ablaufsimulation

Innerhalb der VDA-Arbeitsgruppe Ablaufsimulation existierten schon vor dem Assistenzsystem gemeinsame Softwareentwicklungen im Umfeld des VDA Automotive Bausteinkastens. Hier sind die Verfügbarkeitsdatenbank (VDB) und die generische Simulationslösung Fördertechnik (GSL-FT) zu nennen. Beide Systeme stellen Schnittstellen in die Ablaufsimulation dar und verfügen über eine Benutzeroberfläche. Als erster Schritt wurden diese Anwendungen in SimAssist portiert.

Als zweiter Schritt wurde eine Datenbank erstellt, die zur Speicherung von Simulationseingangsdaten dient, die sogenannte SIM-DB. Um die Struktur innerhalb dieser SIM-DB bearbeiten und erweitern zu können, wurden ebenfalls Plug-ins geschaffen, die dies ermöglichen.

Des Weiteren wurden Werkzeuge zur Analyse von Zählpunktinformationen geschaffen. Zählpunkte sind Statuspunkte, die sowohl in Simulationsmodellen als auch in der realen Fertigung erzeugt werden können.

Als letzter Schritt wurde die Möglichkeit geschaffen, die Visualisierungsmethodik aus dem Big- Data Umfeld in SimAssist einzubinden. Hierfür wurde die JavaScript Bibliothek D3JS gewählt und in die SimAssist Oberfläche mit eingebunden. D3JS ist eine Sammlung von Visualisierungsdarstellungen, die als freie Software (Open Source) erhältlich ist. Um dies umsetzen zu können, musste als erster Schritt ein Web-Browser in SimAssist eingebunden werden. Hierfür wurde die ebenfalls freie Software Firefox gewählt. Der zweite Schritt war nun, die Daten aus SimAssist an den Browser zu übergeben. Dies geschieht über die Formate CSV (Comma-Separated Values) und über JSON (JavaScript Object Notation). Dadurch ist es nun möglich, nahezu beliebige grafische Auswertungen von Daten in SimAssist zu bewältigen.

3.3 SimAssist im Simulations-Vorgehensmodell

Nachdem die Funktionalitäten des Simulationsassistentenzsystems definiert waren, war durch die Vielfalt der Funktionalität nicht mehr erkennbar, wie nun genau der Ablauf einer Simulationsstudie verbessert werden sollte. So wurde in der VDA Arbeitsgruppe ein neues Vorgehensmodell entwickelt, das diese Lücke schließt (Abb. 4).

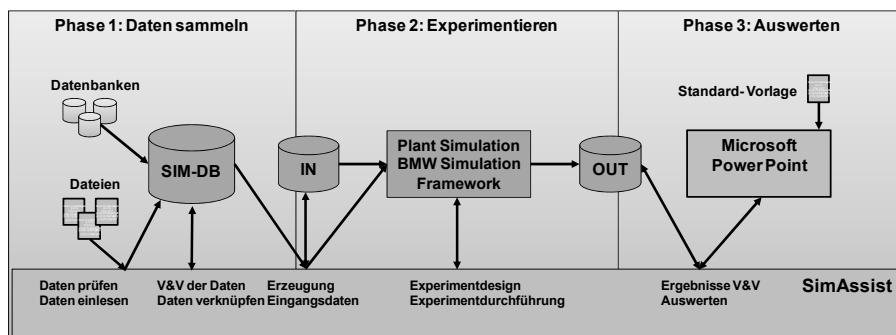


Abbildung 4: Aktuelles Vorgehensmodell mit SimAssist

Das erstellte Modell beinhaltet am Anfang den Punkt der Datensammlung. Hier wurde berücksichtigt, dass Daten meist sehr heterogen vorliegen. Durch diverse Imports und Eingaben ist es möglich, alle benötigten Daten in der Simulationsdatenbank zu sammeln.

Sind alle benötigten Daten vorhanden, bietet das Assistenzwerkzeug die Möglichkeit, die Daten zu überprüfen und zu verknüpfen. Hierzu dienen sowohl die statistischen Funktionen, als auch die visuellen Möglichkeiten, die implementiert sind.

Um die Daten reproduzierbar zu halten, ist es nötig, einen Schnapschuss der Daten anzufertigen („IN“ in Abb. 4). Ein weiterer Vorteil dieser Vorgehensweise ist die Unabhängigkeit zur zentralen Simulationsdatenbank.

Mit diesem Datenabzug und geeigneten Bausteinen ist es nun möglich, Teile des Simulationsmodells automatisch aufzubauen und zu parametrieren.

Ist das Modell lauffähig und valide, können im Assistenzsystem Untersuchungen, Experimente und Replikationen geplant und dann verteilt durchgeführt werden. Alle Ergebnisse der Simulatoren werden in einer weiteren Datenbank („OUT“ in Abb. 4) gesammelt.

Als letzter aktiver Schritt erfolgt die Auswertung der Simulationsergebnisse. Dies geschieht wieder durch die Funktionalitäten des Assistenzsystems. Sind die Experimente und Untersuchungen beendet, ist es möglich, die Dokumentation komplett aus den in SimAssist importierten Ergebnissen zu erstellen. Dies funktioniert sowohl als Report in Form eines Textes mit Bildern, als auch als Präsentation. Hierfür lassen sich Vorlagen einbinden, die das jeweilige Firmen-Layout wiedergibt. Die Dokumentation ist updatefähig, d. h. das Assistenzsystem merkt sich die Position der einzelnen Objekte und kann diese bei Datenänderung aktualisieren.

Aus diesem neuen Vorgehen ergibt sich auch eine neue Definition der Dokumentation und der Archivierung der Simulationsuntersuchung. Nimmt man den Datenabzug der Eingangsdaten, die Ergebnisdaten sowie das Modell und das Projekt des Assistenzsystems, sind alle Daten durchgängig archivierbar. Ergänzt man das Ganze noch um die erstellte Dokumentation, so ist das Simulationsprojekt komplett reproduzierbar sicherbar (Abb. 5).



Abbildung 5: Dokumentation und Archivierung

4 Zusammenfassung und Ausblick

Assistenzsysteme bieten die Möglichkeit, die Durchführung einer Simulationsstudie zu unterstützen und zu verkürzen. Das Vorgehen mit SimAssist zeigt, dass hier viele Möglichkeiten gegeben sind, Simulationsprojekte aktiv zu unterstützen und zeitlich bzw. qualitativ verbessern.

Die flexible Erweiterbarkeit des Systems bietet alle Optionen, neue Erkenntnisse wieder in die Umgebung einfließen zu lassen.

Die VDA Arbeitsgruppe Ablaufsimulation hat mit den Bestrebungen, Open Source Produkte, wie D3JS als Visualisierungsplattform, nutzen zu lassen, gezeigt, dass Weiterentwicklungen kaum Grenzen gesetzt sind. Dieser Ansatz der Weiterverwendung wird das System SimAssist auch in Zukunft Wettbewerbsfähig halten.

Literatur

- Lattner, A.D.; Pitsch, H.; Timm, I.J.; Spieckermann, S.; Wenzel, S.: AssistSim – Towards automation of simulation studies in logistics. *Simulation Notes Europe* 21 (2011) 3-4, S. 119-128.
- Mayer, G.; Pöge, C.: Auf dem Weg zum Standard – Von der Idee zur Umsetzung des VDA Automotive Bausteinkastens. In: Zülch, G.; Stock, P. (Hrsg.): *Integrationsaspekte der Simulation: Technik, Organisation, Personal*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2010, S. 29-36.
- Mayer G., Spieckermann S., Wenzel S.: Steigerung der Produktivität in Simulationsstudien mit Assistenzwerkzeugen. *ZWF* 107 (2012) 3, S. 174-177.
- Rabe M., Spieckermann S., Wenzel S.: *Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik*. Berlin: Springer 2008.
- VDA: *VDA-Empfehlung 4811 „Qualitätskriterien für Simulationsstudien der Ablaufsimulation“*. Berlin: Verband der Automobilindustrie 2013.
- VDI: *Richtlinie 3633 Blatt 1 „Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen“*. Berlin: Beuth 2014.