Simulation in Produktion
und Logistik 2021
Jörg Franke & Peter Schuderer (Hrsg.)
Cuvillier Verlag, Göttingen 2021

Ein unternehmensübergreifender Standard für Logistiksimulation mit grafischer Prozessmodellierung

A Cross-Company Standard for Simulation of Transport Logistics with Graphic Process Modelling

Kristina Sokoll, AUDI AG, Ingolstadt (Germany), kristina.sokoll@audi.de

Philipp von Braunschweig, Volkswagen AG, Wolfsburg (Germany), philipp.von.braunschweig@volkswagen.de

Linda Gustafsson-Ende, BMW Group, München (Germany), linda.gustafsson-ende@bmw.de

Frank Hilmer, SimPlan AG, Hanau (Germany), frank.hilmer@simplan.de

Abstract: The ongoing transformation of the automotive industry and the increasing digitalization and automation require complex planning methods in even shorter planning cycles. Simulation is an established technique, but still very laborious for some applications such as logistics. The "Transport Logistics" module is a cross-company approach for standardization of logistic simulations within an existing object library. The module groups logistic information in structure as well as process information and provides solutions for mastering typical challenges when simulating a logistic system. Especially the new approach of graphic process modelling allows the implementation of transportation processes in an effective and comprehensible manner. This leads to a reduction of modelling times and a high level of flexibility and reusability in future projects. The module received positive feedback from first project experiences, where its suitability and the improvement in modelling of both structure and transportation processes could be confirmed.

1 Motivation und Zielsetzung

Die Automobilindustrie unterliegt einem stetigen Wandel, der nicht nur die Anforderungen an Produkte und Strategien betrifft, sondern auch Einfluss auf die Planung und Optimierung von Fertigungs- und Logistiksystemen hat. Neue Technologien und ein zunehmender Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad beeinflussen sowohl neue Fahrzeugmodelle als auch die dafür auszulegenden Produktionsanlagen und logistischen Transportnetzwerke. Immer komplexere Steuerungen, intelligente und vernetzte Systeme und kürzere Planungszyklen haben

die Ablaufsimulation in vielen Produktionsplanungsprojekten zu einem festen Bestandteil zur Absicherung und Optimierung werden lassen.

Im Bereich Logistik bietet Simulation die Möglichkeit, Versorgungsprozesse und erforderliche Ressourcen, wie Fläche, Material oder Transportmedien zu analysieren und verschiedene Szenarien zu untersuchen, um eine optimierte Lösung im Hinblick auf Versorgungssicherheit sowie Invest- und Betriebskosten zu finden. Im Folgenden wird dafür der Begriff der Transportlogistiksimulation verwendet, der sich hier grundsätzlich auf alle üblichen Ausprägungen in der Automobilindustrie bezieht. Einsatzgebiete sind beispielsweise Werkssimulation, Belieferungssimulation, Supply-Chain-Simulation und Verkehrsflusssimulation, wobei erfahrungsgemäß der Großteil der Planungsprojekte im Bereich der Belieferungssimulation einzuordnen ist (vgl. Sprock und Hilmer 2020).

Die Herausforderung besteht darin, dass für die Logistikplanung oftmals maßstabsgetreue und hochdetaillierte Simulationsmodelle erforderlich sind, um die zur Untersuchung stehenden Fragen beantworten zu können (Müller-Sommer 2013). Die Entwicklung und Anpassung solcher Modelle ist nicht nur aufgrund des hohen Datenbedarfes sehr zeitaufwändig, sondern vor allem aufgrund der Abbildung der häufig komplexen Steuerungslogiken. Eine interne Umfrage im Volkswagen Konzern hat ergeben, dass – unabhängig von Anwendungsgebiet und erzieltem Projektergebnis – fast ein Drittel der befragten Auftraggeber die langen Entwicklungszeiten kritisch sehen, da eine simulative Unterstützung der Planung unter Umständen nicht innerhalb des Projektzeitrahmens möglich ist. Laut einer Umfrage im VDA entfallen bei Belieferungssimulationen ca. 38% des Gesamtaufwandes auf den Bereich Modellentwicklung (Müller-Sommer 2010), was – neben der Schaffung von geeigneten Datenstrukturen und -schnittstellen – zu einem großen Teil der aufwändigen Implementierung der Transportstrategien zuzuschreiben ist.

Vor diesem Hintergrund bietet sich die Chance, dass insbesondere durch eine Vereinfachung der Prozessmodellierung eine deutliche Effizienzsteigerung bewirkt werden kann. Damit kann nicht nur die Entwicklungszeit verkürzt, sondern auch die Handhabbarkeit und Flexibilität im Projektverlauf erhöht werden. Daher sollte eine neuartige grafische Prozessmodellierung im Zentrum der gemeinsamen Entwicklung stehen. Darüber hinaus sollten die Funktionen innerhalb eines möglichst großen Anwenderkreises abgestimmt werden, um für die bekannten Anwendungsfälle aus der Planungspraxis einsetzbar zu sein. So kann sich eine Modellierungstechnik schneller zu einem akzeptierten Standard entwickeln, was eine hohe Effizienz bei der Simulation bewirkt und die Wiederverwendbarkeit verbessert. Außerdem erleichtern Standards die Weiterverwendung von Simulationsmodellen durch einen anderen Entwickler oder die Einbindung externer Dienstleister, was in Anbetracht der häufig mehrjährigen Planungsphasen in der Logistik von großem Interesse ist.

Innerhalb existierender Simulationstools gibt es bereits Standards für verschiedene Anwendungsgebiete. In der Automobilindustrie ist für die Software Plant Simulation die umfangreiche Bibliothek „Automotive Library“ (ehem. „VDA Automotive Bausteinkasten“, vorgestellt durch Mayer und Pöge (2010)) zu nennen, die in den an der Entwicklung beteiligten Unternehmen (AUDI AG, BMW Group, Daimler AG, Volkswagen AG, ZF Friedrichshafen AG) als Modellierungsstandard zum Teil bereits seit 15 Jahren zum Einsatz kommt und stetig weiterentwickelt wird. Die Bibliothek

enthält verschiedenste Module für unterschiedliche Anwendungsbereiche (z. B. Anlagen- und Fördertechnikplanung) und Abstraktionsniveaus.

Für die Logistik existierte im Funktionsumfang der Objektbibliothek kein etablierter, abgestimmter Standard, welcher unternehmensübergreifend zum Einsatz kam. Aus diesem Grund war es das Ziel, mit dem neuen Modul „Transport Logistics“ ein vielseitig einsetzbares Modellierungswerkzeug zu schaffen, mit dem eine hohe Weiterverwendbarkeit der Simulationsmodelle und mehr Flexibilität bei der Projektabwicklung erreicht werden sollte. Dabei wurde es als zielführend erachtet, eine Lösung innerhalb einer etablierten Bibliothek zu finden. Zum einen ist die Akzeptanz eines neuen Standards in einer bekannten Entwicklungsumgebung höher und eine Verbreitung geht schneller vonstatten. Zum anderen können so auch die Grundfunktionalitäten und Modellierungsprinzipien der Bibliothek weiter genutzt werden, die zahlreichen Anwendern in den Konzernen bereits bekannt sind.

2 Vorgehensweise

Um einen Modellierungsstandard in dieser Größenordnung für mehrere Konzerne zu entwickeln, musste zu Beginn ein gemeinsames Bild der zukünftigen Einsatzszenarien für Logistiksimulationen geschaffen werden. Das betraf vor allem ein Verständnis über mögliche Abstraktionsgrade der Modelle, zur Verfügung stehende Daten und Informationsobjekte sowie grundlegende Steuerungskonzepte. Dazu wurden im Entwicklungsteam Erfahrungen aus abgewickelten Projekten und unternehmensinternen Lösungen für die Logistiksimulation herangezogen, sowie logistische Abläufe und Trends mit Fachplanungsabteilungen beleuchtet, um auch zukünftige Anforderungen von Anfang an zu berücksichtigen. Denn neben der Bereitstellung generischer Objekte (z. B. „Logistikstation“, „Fahrzeug“), die zur Abbildung von Transportprozessen flexibel angepasst werden können, sollte eine Auswahl weiter spezifizierter Objekte in der Bibliothek enthalten sein, die nahezu in jedem gängigen Prozess relevant sind (z. B. „Verbauort“, „Lager“, „Beladestation“ oder „Stapler“, „Zugmaschine“, „LKW“), um insbesondere hier den Modellierungsaufwand zu reduzieren. Abbildung 1 zeigt den Ablauf des Entwicklungsprojektes von 2017 bis 2020.

Abbildung 1: *Projektverlauf mit Konzeptions- und Implementierungsphase*

Es ist zu sehen, dass fast ein Jahr Arbeit in Spezifikation und Ausarbeitung eines geeigneten Konzeptes geflossen ist. Diese umfassende vorgelagerte Entwurfsphase war nicht nur aufgrund der Vielzahl logistischer Prozesse und Prozesseigenschaften erforderlich, die zu berücksichtigen waren, sondern auch aufgrund der neuartigen grafischen Prozessmodellierung.

Die Implementierungsphase von 2018 bis 2019 wurde nach den Prinzipien agiler Softwareentwicklung gestaltet. In kleineren Zeitabschnitten wurden sinnvoll geschnittene Entwicklungspakete umgesetzt, getestet, optimiert und kontinuierlich erforderliche Anpassungen an der Spezifikation diskutiert. In größeren Review Workshops wurden rollierend nicht nur Funktionalität, sondern auch Verständlichkeit und Usability der einzelnen Komponenten und deren Zusammenspiel anhand von realen Prozessbeispielen untersucht. Die Entwicklung wurde dabei innerhalb eines stetig wachsenden Simulationsmodells vorgenommen. Dadurch wurde sichergestellt, dass jeder neu entwickelte Baustein und jede neue Funktionalität gleich in mehreren Varianten und mit verschiedenen Parameterkombinationen getestet werden konnte. Zum Ende der Implementierungsphase enthielt dieses Modell eine Vielzahl an Modellierungsbeispielen für die häufigsten Anwendungsfälle. Es wurde daher entschieden, es den Anwendern des Moduls zur Verfügung zu stellen, damit es neben der Bibliotheksdokumentation als Modellierungsreferenz genutzt werden kann.

Trotzdem führt die neuartige Prozessmodellierung, zusammen mit der Vielzahl neuer Objekte im Modul, sowie deren Kombinations- und Parametrierungsmöglichkeiten, zu einem hohen Aufwand für die Einarbeitung im Vergleich zu anderen Modulen der Objektbibliothek „Automotive Library“. Aus diesem Grund wurde bereits zu Beginn der Entwicklung die zeitnahe Bereitstellung einer Schulung zum Modul entschieden, um möglichst schnell interessierte Anwender auf standardisiertem Weg zu befähigen, Logistiksimulationsprojekte durchführen zu können. Die Entwicklung der Qualifizierungsmaßnahme startete nach Abschluss der Implementierung im Jahr 2020.

Inhaltlich sieht das Schulungskonzept vor, dass die Teilnehmer ein vollständiges Logistiksystem bestehend aus Wegenetz sowie ein- und mehrstufigen Transportprozessen Schritt für Schritt aufbauen. Dabei werden Transportumfänge (Behälter verschiedener Teilenummern) von Staplern, Zugmaschinen und einem fahrerlosen Transportsystem zwischen Fertigungslinie und Vollgut- bzw. Leergutpuffer ausgetauscht. Die Bestückung des Vollgutpuffers erfolgt über einen nachgelagerten LKW-Versorgungsprozess. Diese Transportprozesse sind, auch wenn für die Schulung in einigen Punkten vereinfacht, bereits auf viele Anwendungsfälle in der realen Planung übertragbar. Sie bieten so eine gute Basis für den Einstieg in reale Simulationsprojekte, da die häufigsten Arbeitsschritte aus den Bereichen Struktur- und Prozessmodellierung sowie die statistische Analyse im Rahmen der Schulung ein- oder mehrfach mit verschiedenen Parametrierungen abgehandelt werden.

3 Aufbau und Funktion des neuen Moduls

In der Logistiksimulation gibt es oft komplexe Wechselwirkungen zwischen den baulichen Gegebenheiten, den abzubildenden Prozessabläufen und den Eigenschaften der transportierten Güter. Erfahrungen aus früheren Simulationsprojekten haben gezeigt, dass eine standardisierte, klar strukturierte Datenhaltung und funktionale Abgrenzung sehr wichtig sind, um Modelle effizient erstellen zu können und die

Weiterverwendung oder Weitergabe vorhandener (Teil-)Modelle zu erleichtern. Die Informationen und Funktionsbausteine werden daher konsequent in zwei Gruppen geteilt:

- Struktur: Layout (Wegenetz, Bedarfs-/Lagerorte, Fahrzeugstellplätze etc.), Transportmittel, Regeln für den Fahrzeugverkehr, Verwaltung der Lagerbestände
- Prozess: Prozessablauf (Abfolge von Transport- und Arbeitsschritten), die dafür benötigten Ressourcen, spezifische Eigenschaften der zu transportierenden Güter

Die Komponenten sind über Schnittstellen miteinander verbunden und greifen auf eine zentrale Datenbasis zu. Der zweite wichtige Ansatz, welche den höchsten Nutzen verspricht, ist die grafische Modellierung und Steuerung der Transportprozesse. Diese kann nicht nur die Entwicklungsphase verkürzen, sondern auch das Verständnis und die Übersicht über die modellierten Abläufe erleichtern. Im Folgenden werden Details aus den Bereichen Struktur- und Prozessmodellierung sowie Möglichkeiten für die statistische Auswertung des Moduls näher erläutert.

3.1 Strukturmodellierung

Die Strukturmodellierung erfordert für gewöhnlich die maßstabsgetreue Abbildung des Wegenetzes, auf dem sich die Transportressourcen bewegen. Das Modul „Transport Logistics“ beinhaltet verschiedene Werkzeuge, die die Erstellung selbst großer Wegenetze sowie deren Parametrierung und Verwaltung erleichtern.

In der Regel liegt das Hallenlayout als CAD-Datei vor. Nicht immer ist daraus ein Wegenetz einfach ableitbar. Hinzu kommt, dass es für die Objektbibliothek „Automotive Library“ und die im Einsatz befindlichen CAD-Tools keine standardisierte Schnittstelle gibt, um das Wegenetz automatisch in das Simulationstool zu übertragen, weshalb es in der Regel im Simulationstool neu modelliert werden muss. Dies kann vor allem an Kreuzungen und den Ein- und Ausfahrten zu den Be- und Entladepunkten sehr aufwändig sein.

Daher wurde zur Unterstützung das „Layout Tool“ entwickelt, welches Kreuzungen automatisch in das Wegenetz einfügt. Dies ist immer dann hilfreich, wenn die Straßen annähernd in einem Rechteckraster angeordnet sind, wie es in Fabrikhallen oft der Fall ist. Der Vorteil ist, dass durchgehende Straßen schnell ohne Berücksichtigung von Kreuzungen in einem Stück gezeichnet werden können. Das „Layout Tool“ unterbricht dann automatisch die Wege an den Kreuzungspunkten und setzt dort die Kreuzungsbausteine des Moduls „Transport Logistics“ ein. Diese Bausteine erstellen automatisch die Verbindungswege innerhalb der Kreuzung. Dafür stehen verschiedene vordefinierte Kreuzungslayouts zur Auswahl.

Abbildung 2 zeigt eine einfache Kreuzung, für deren Modellierung der Anwender lediglich die vier Streckenobjekte ins Modell einsetzen muss. Mithilfe des „Layout Tools“ können daraus verschiedene Kreuzungsvarianten erstellt werden. Die Kreuzungsobjekte beinhalten nicht nur die Wege innerhalb der Kreuzung, sondern stellen ebenfalls Steuerungen für gängige Vorfahrtsregeln zur Verfügung. Sowohl das Kreuzungslayout, als auch die Vorfahrtsregeln können individuell angepasst werden. Selbst komplexe Kreuzungslayouts lassen sich so mit wenig Aufwand modellieren. Der rechte Teil von Abbildung 2 zeigt einen solchen Anwendungsfall, bei dem unterschiedliche Fahrzeugtypen verschiedene Fahrspuren belegen und die Kreuzung mit unterschiedlichen Prioritäten passieren dürfen.

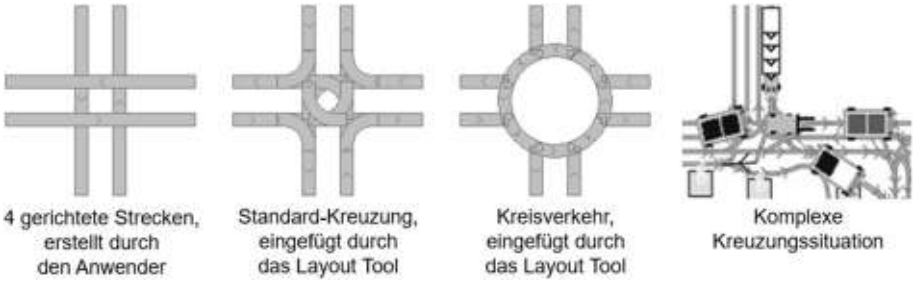

Abbildung 2: *Möglichkeiten des „Layout Tools" für verschiedene Kreuzungen*

Auch das Erstellen der „Logistikstationen", welche z. B. Be- und Entladepunkte oder Fahrzeugstellplätze abbilden, ist sehr einfach. Nachdem der Baustein in das Layout eingesetzt wurde, erstellt dieser die Verbindungen zur nächstgelegenen Straße automatisch. Es ist einstellbar, an welchen Seiten Verbindungen erstellt werden sollen. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus einem Wegenetz mit verknüpften Stationen, die verschiedene Typen von Logistikstationen für Lagerung, Beladung, Batterieladen oder Parken repräsentieren. Unterschiedliche Fahrzeuge bewegen sich zwischen diesen Stationen auf den Fahrstrecken.

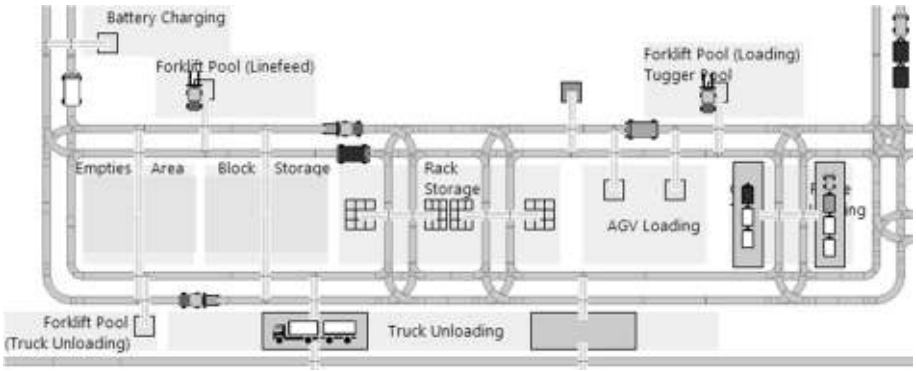

Abbildung 3: *Beispiel für ein Wegenetz mit verschiedenen Logistikstationen*

Zusammen mit weiteren vielfältigen Möglichkeiten, um den Fahrzeugverkehr zu beeinflussen, wie z. B. Streckensperrungen, Geschwindigkeitsrestriktionen, Überhol- oder Vorbeifahrverboten, werden dem Anwender Lösungen für die häufigsten Anforderungen bei der Modellierung von Wegenetzen zur Verfügung gestellt. Die Bausteine müssen lediglich projektspezifisch parametriert oder in Einzelfällen über vorhandene Programmierschnittstellen modifiziert werden.

3.2 Prozessmodellierung

Das Kernstück des Moduls ist die grafische Modellierung und Steuerung der Transportprozesse. Zu diesem Zweck stellt die Bibliothek Objekte zur Verfügung, die eine visuell leicht nachvollziehbare und flexibel anpassbare Abbildung von logistischen Abläufen in einem steuernden Prozessmodell ermöglichen. Diese Prozessbausteine gibt es für die typischen Aufgaben bei der Transportabwicklung aus

den Bereichen Auftragsverarbeitung, Prozesssteuerung/-fluss, Fahrzeugbewegung, Handling, Bestandsverwaltung und Ressourcenzuordnung. Die Symbole für diese Bereiche sind farbkodiert, um die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit zu unterstützen.

Jedes dieser Objekte ist ein komplexes, hierarchisch aufgebautes Element mit Parametern sowie Steuerungs- und Schnittstellenmethoden. Es verfügt über einen Dialog, über welchen der Anwender alle vordefinierten Einstellungen vornehmen oder die Programmierschnittstellen öffnen kann, in welchen über Quellcode das Verhalten des Bausteins projektspezifisch angepasst werden kann. Zum Aufbau eines lauffähigen Prozessmodells gilt es, die Prozessbausteine sinnvoll zu einem Ablaufdiagramm zu verketten und zu parametrieren. Interne Logiken überprüfen sowohl die Gültigkeit der Verbindungen als auch mögliche Fehler oder Lücken in der Parametrierung und tragen damit auch zur Vereinfachung der Validierung bei.

Während der Simulation wird der Prozessablauf von beweglichen Objekten – Tour-BE genannt – gesteuert, die sich durch das Netzwerk der Prozessbausteine bewegen. Nach Eintritt des Tour-BEs in einen Prozessbaustein wird der Prozessschritt, den dieser repräsentiert, ausgeführt (z. B. eine Fahrt zu einem bestimmten Ziel, Beladen/ Entladen, Warten auf Ressourcen). Der Prozessbaustein interagiert dabei mit den Objekten im Strukturnetzwerk. Nach Abschluss des Prozessschritts springt das Tour-BE zum nächsten Prozessbaustein. Abbildung 4 zeigt ein einfaches Beispiel für eine getaktete Fahrt entlang einer definierten Route, die durch eine Folge von Logistikstationen definiert ist. Das Tour-BE befindet sich auf dem „Drive“-Baustein, was bedeutet, dass zu dieser Zeit das Transportfahrzeug im Wegenetz zum nächsten Ziel fährt. Dort angekommen ist die Fahrt beendet und das Tour-BE geht in den „Decision“-Baustein über.

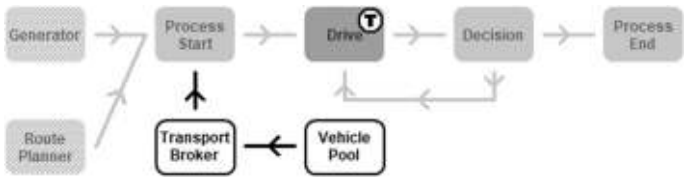

Abbildung 4: *Einfacher Fahrprozess – das Tour-BE befindet sich auf „Drive“*

Ablauf des gesamten dargestellten Prozesses:

- Der „Generator“ erzeugt in bestimmten Zeitabständen Tour-BEs, die jeweils eine bestimmte Fahrtroute repräsentieren.
- Am „Process Start“-Baustein erhält das Tour-BE vom „Route Planner“ die Information, welche Stationen angefahren werden müssen. Über den „Transporter Broker“ wird ein Transportfahrzeug reserviert, sobald eines verfügbar ist. Die Eigenschaften und verfügbare Anzahl der Transportfahrzeuge werden im „Vehicle Pool“ definiert.
- Der „Drive“-Baustein modelliert die Fahrt zur nächsten Station der Fahrtroute.
- Der „Decision“-Baustein setzt das Tour-BE wieder auf den „Drive“-Baustein, solange laut Route noch weitere Stationen angefahren werden müssen. Andernfalls springt das Tour-BE zum Baustein „Process End“, wo die Tour beendet wird und statistische Kenngrößen der Tour ermittelt werden.

- Der „Route Planner“ ist ein umfangreiches Werkzeug zur Planung von Fahrtrouten. Sie werden dazu während der Planung auf dem Wegenetz visualisiert. Durch einen Mausklick auf Wege oder Stationen können diese der geplanten Route hinzugefügt oder aus ihr entfernt werden. Außerdem kann geplant werden, welche Transportumfänge von welcher Route bedient werden sollen. Die Länge der Route und die voraussichtliche Transportmenge werden automatisch bereits vor dem Start des Simulationslaufes berechnet.

Zur Auslösung eines Transports werden in der Regel Transportaufträge benötigt. Diese können ähnlich wie im obigen Beispiel mit Hilfe eines „Generator“-Bausteins erzeugt werden. Typisch ist aber eher, dass die Transportaufträge durch Verbrauch oder Erzeugung von Teilen in einer Teilesenke bzw. -quelle ausgelöst werden, z. B. wenn ein Behälter leer bzw. voll wird. Zu diesem Zweck gibt es Prozessbausteine, die den Verbrauch oder die Erzeugung von Teilen an den Produktionsfluss koppeln (in der Form: Produkt „X“ benötigt an Station „21“ je 1 Teil „ABC“ und 2 Teile „DEF“), und einen Prozessbaustein „Order Trigger“, der bei Bestandsänderungen nach bestimmten Kriterien Aufträge erzeugt. Die Aufträge werden dann in weiteren Bausteinen an den ausführenden Transportprozess weitergereicht und dort geeignet zu Transporttouren zusammengefasst. Abbildung 5 zeigt das Prozessmodell eines einfachen Staplerprozesses, der über den Teileverbau an einer Produktionslinie – im Strukturnetzwerk durch entsprechende Stationen repräsentiert – getriggert wird.

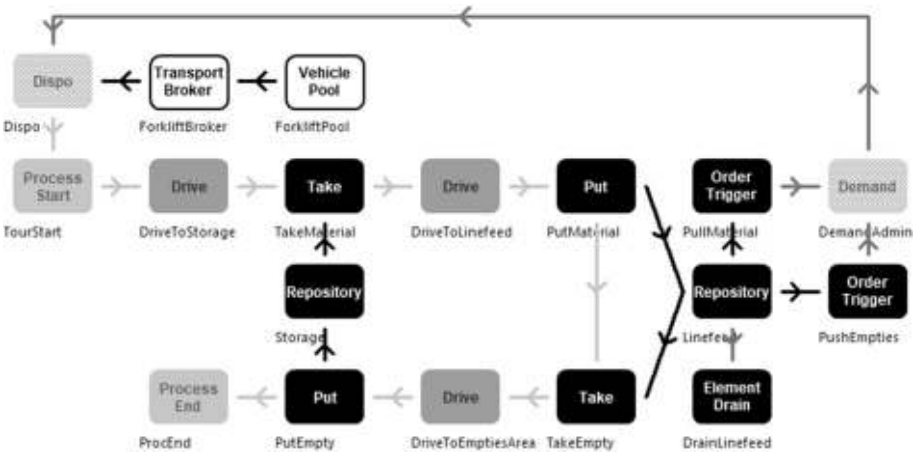

Abbildung 5: *Staplerprozess für Vollgut-Leergut-Tausch zwischen Line und Lager*

Ein solcher Prozess kann mit entsprechender Erfahrung innerhalb kürzester Zeit aufgebaut werden, da in vielen Fällen nur wenige Änderungen der Standardparametrierung vorgenommen werden müssen. Zudem muss für alle Teile, die nach den gleichen Regeln transportiert werden, nur dieser eine Prozess aufgebaut werden. Teilespezifische Daten (z. B. Lagerort, Bedarfsort, Behälterinhalt) werden durch die Prozessbausteine aus einer zentralen Prozesstabelle ausgelesen. Diese wird vom Anwender individuell nach den projektspezifischen Anforderungen aufgebaut. In den Prozessbausteinen muss lediglich parametriert werden, aus welcher Spalte dieser Tabelle die jeweilige Größe ausgelesen werden muss.

Der hier dargestellte Prozess ist ohne jeglichen Programmieraufwand funktionsfähig. Aber auch komplexere Abläufe z. B. mit Fahrtrouten, Zugmaschinen mit Anhängern, Batterieladekonzepte oder mehrstufige Transporte können vom Anwender ohne größere zusätzliche Implementierung erstellt werden, weil die Bausteine bereits viele verschiedene Möglichkeiten für Transportvarianten zur Verfügung stellen. Die Prozessmodelle können beliebig strukturiert, verzweigt sowie dupliziert oder abgeleitet werden, was sich positiv auf die Möglichkeiten zur Modularisierung auswirkt. Dadurch können die Prozesse einfach von einem Simulationsmodell in ein anderes importiert werden, was zu einer weiteren Vereinfachung und Beschleunigung in der Modellentwicklungsphase und -validierung führt.

3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgt auf Basis von Ereignisprotokollen, die während des Simulationslaufs aufgenommen werden. Erfasst werden unter anderem.

- Vorbeifahrt von Fahrzeugen an Erfassungspunkten im Wegenetz
- Statusänderungen im Prozess
- Eintritt und Austritt von Tour-BEs in Prozessbausteine
- Abschluss von Touren
- Versorgungsabrisse

Bei jedem Ereignis werden spezifische, für die Auswertung relevante Daten mit abgespeichert. Diese können vom Anwender projektspezifisch erweitert werden. Aus den Ereignisprotokollen können verschiedene Kenngrößen ermittelt werden, wie z. B. Auslastungen, Füllstände und Durchlaufzeiten. Für die Analyse und Visualisierung dieser umfangreichen Datensammlung liefert das Modul „Transport Logistics“ vordefinierte Statistikbausteine, welche die häufigsten logistischen Kenngrößen abdecken, die für die Bewertung eines Logistiksystems erforderlich sind. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, die Rohdaten projektspezifisch zu verarbeiten oder zu exportieren und in alternativen Softwaretools aufzubereiten und zu analysieren.

4 Fazit und Erfahrungen aus der Praxis

Ziel des Entwicklungsprojektes war es, einen Standard für die Transportlogistiksimulation als Bestandteil der unternehmensübergreifend genutzten „Automotive Library“ zu entwickeln, der die Simulation von Logistiksystemen effizienter und flexibler gestalten sollte. Dies wurde mit der Fertigstellung und dem Roll-Out des entstandenen Moduls „Transport Logistics“ erreicht. Es steht momentan den an der Entwicklung beteiligten Unternehmen sowie deren Projektpartnern zur Verfügung. In die Modulentwicklung sind Knowhow und Funktionalitäten verschiedener existierender Lösungen eingeflossen, um den aktuellen Anforderungen gerecht zu werden. Daher wird eine zügige Etablierung als akzeptierter Standard erwartet. Die bisherigen Erfahrungen aus ersten Planungsprojekten fallen positiv aus, da die Strukturen und Transportprozesse dort mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten des Moduls abgebildet werden konnten.

Im Hinblick auf die erreichbare Effizienz zeichnet sich ab, dass insbesondere durch die gute Weiterverwendbarkeit der Prozessmodelle eine Steigerung zu erwarten ist, auch wenn sich diese nicht im ersten Projekt erreichen lässt. So sind im Modul z. B.

fast 40 Objekte allein für die Prozessmodellierung, zehn verschiedenen Typen Logistikstationen und über 20 vordefinierte Statistikbausteine enthalten. Die Modulnutzung ist daher erst nach einer gewissen Einarbeitung möglich, mit deren Fortschreiten eine deutliche Effizienzsteigerung erreichbar ist. Hierfür bietet jedoch die angebotene Schulung laut Teilnehmerfeedback eine adäquate Basis, da die häufigsten Objekte dort ein- oder mehrfach Verwendung finden. Die zur Verfügung stehende Moduldokumentation und das umfangreiche Demo-Modell ergänzen das Informationsangebot sinnvoll.

Eine steigende Nutzerzahl wird in absehbarer Zeit zu neuen Ideen und Optimierungen im Hinblick auf Usability und Funktionalität führen. Die entstehenden Anforderungen fließen in den Weiterentwicklungsprozess der „Automotive Library“ ein. Bereits durch ein erstes Pilotprojekt, welches in der späten Implementierungsphase in einem der Unternehmen gestartet wurde, konnten offene Punkte im Konzept aufgedeckt und gleich entsprechende Anpassungen der Spezifikation vorgenommen werden. Darüber hinaus zeigte das Pilotprojekt aus dem Bereich der Belieferungssimulation für eine Fahrzeugmontage, dass auch rollierende Änderungen am Planungsgegenstand durch die zur Verfügung gestellten Lösungen schnell nachvollzogen werden konnten. So wurde das Wegenetz nicht nur initial mithilfe des „Layout Tools“ erstellt, sondern es war auch möglich, die Änderungen der sich weiterentwickelnden Planungsstände auf einfache Art und Weise in das Modell zu übernehmen. Vereinfachend und fehlervermeidend wirkt sich dabei aus, dass aufgrund der zentralen Datenhaltung die Planungsdaten nur an einer Stelle im Modell aktualisiert werden mussten.

Die grafische Prozessmodellierung hat nicht nur eine nachvollziehbare Abbildung der Transportprozesse ermöglicht, sondern zeigte auch, dass sie neue Möglichkeiten für die Zusammenarbeit mit den Planungsabteilungen bietet. Denn die Prozessmodelle sind auch von Logistikplanern ohne Simulationsknowhow nachvollziehbar und konnten im gemeinsamen Austausch validiert und verifiziert werden. Die ersten Erfahrungen und Feedbacks zeigen, dass es sinnvoll sein kann, eine unternehmensinterne Prozessbibliothek für gängige Transportvarianten aufzubauen, um in Projekten auf bereits definierte Standardprozesse zurückgreifen zu können, die lediglich projektspezifisch angepasst werden müssen. Damit könnte den Anwendern eine noch breitere Ausgangsbasis für ihre Simulationsprojekte zur Verfügung gestellt und die Modellentwicklungszeiten damit weiter reduziert werden.

Literatur

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 und Personal. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing 2010, S. 29-36.

Müller-Sommer, H.: Wirtschaftliche Generierung von Belieferungssimulationen unter Verwendung rechnergestützter Plausibilisierungsmethoden für die Bewertung von Eingangsdaten. Ilmenau: Universitätsverlag Ilmenau 2013.

Müller-Sommer, H.: Aufwände der Belieferungssimulation – Umfrage im VDA. https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00015869 (2010).

Sprock, T.; Hilmer, F.: Bereitstellungssimulation. In: Mayer, G.; Pöge, C.; Spieckermann, S.; Wenzel, S. (Hrsg.): Ablaufsimulation in der Automobilindustrie. Berlin, Heidelberg: Springer 2020, S. 189-204.