

Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)

Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009

Wirtschaftsinformatik

2009

GEOREFERENZIERUNG IN DER LOGISTIK

Michael Schuele
Universität Hohenheim

Paul Karaenke
Universität Hohenheim

Achim Klein
Universität Hohenheim

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2009>

Recommended Citation

Schuele, Michael; Karaenke, Paul; and Klein, Achim, "GEOREFERENZIERUNG IN DER LOGISTIK" (2009). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009*. 79.
<http://aisel.aisnet.org/wi2009/79>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

GEOREFERENZIERUNG IN DER LOGISTIK

Michael Schuele, Paul Karaenke, Achim Klein¹

Kurzfassung

Georeferenzierung und Geographische Informationssysteme (GIS) finden in vielen Disziplinen außerhalb der Geographie weite Einsatzmöglichkeiten. So werden bereits heute viele IT-Anwendungen durch Georeferenzierung unterstützt. In diesem Beitrag wird der Einsatz von Geoinformationen zur Individualisierung von Logistikleistungen untersucht. Geoinformationen stehen in direkter Beziehung zur räumlichen Adaptivität von Wertschöpfungssystemen. Als Anwendungsszenario werden logistische Leistungen des Passagiertransports an Flughäfen betrachtet. Es wird eine das Lieferkettenmodell unterstützende Softwarearchitektur vorgeschlagen und im Rahmen einer Simulationsstudie evaluiert.

1. Einführung

Unter einem Lieferkettenmodell ist die Abbildung einer realen oder geplanten Lieferkette als ein System von Entitäten, die an der Herstellung, Transformation und Verteilung von Sach- und Dienstleistungen von den Lieferanten zu den Kunden beteiligt sind, zu verstehen [16]. Durch die Ausrichtung der angebotenen Leistungen auf die individuellen Besonderheiten und Wünsche des Käufers kann sich der Anbieter einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Diese strategische Vorgehensweise kann als Individualisierung bezeichnet werden. Im Rahmen der Individualisierung einer Leistung werden die Eigenschaften des Produkts so angepasst, dass sie der Präferenzstruktur des Kunden entsprechen [10]. Logistikleistungen können ebenfalls Gegenstand von Individualisierungsstrategien sein. Gegenstand dieses Beitrags ist ein Lieferkettenmodell der Passagiertransportsysteme zur Abfertigung der Flugzeuge an einem Flughafen. Die angebotenen Leistungen sind ausschließlich Dienstleistungen. Aus den sich stetig wechselnden Anforderungen an die Transportsysteme zur Abfertigung der Flugzeuge ergibt sich ein Individualisierungsproblem, welches eine räumliche Adaptivität des Lieferkettenmodells verlangt. Das bedeutet, es gilt Adaptionspotentiale des Lieferkettenmodells bzgl. der Dimension Raum zu finden. Als Lösungsperspektive wird die Perspektive der Software-Architektur-Modellierung anhand des Design Science Paradigmas eingenommen [5]. Die Methoden für den Lösungsansatz dieser Arbeit zur Lösung des Individualisierungsproblems sind im Bereich der Softwaretechnologie zu suchen. Das Lieferkettenmodell wird in einer Softwarearchitektur abgebildet. Die räumliche Perspektive wird in diesem Softwaresystem durch den Einsatz von Geoinformationssystemen umgesetzt. Die Eigenschaft der Adaptivität wird durch den Einsatz von Multiagententechnologie erreicht, da dabei das individuelle Verhalten autonomer Akteure abgebildet werden kann.

¹ Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik 2, Universität Hohenheim, D-70599 Stuttgart, Schwerzstr. 35.

Kapitel 2 beschreibt den Stand der Forschung in diesem Bereich. Kapitel 3 beschreibt die Problemstellung, formalisiert den Gegenstand des Lieferkettenmodells und diskutiert die Erwartungen an die Anpassung bezüglich der Dimension Raum in diesem Lieferkettenmodell. Kapitel 4 schlägt eine Softwarearchitektur für diese Fragestellung vor. In Kapitel 5 wird diese anhand einer Simulationsstudie evaluiert. Kapitel 6 schließt ein Resümee und gibt einen Ausblick auf weitere Arbeiten.

2. Verwandte Arbeiten

Beim Blick in die Literatur stellt man fest, dass die Frage der Individualisierung von Gütern und Dienstleistungen bisher vor allem entweder unter einer Marketingperspektive sowie in einer einzelbetrieblichen Produktionsperspektive betrachtet worden sind. Letztere adressiert die Individualisierung durch eine im Einzelfall (bspw. Autoindustrie) sehr weitgehend aufgefächerte Variantenstrategie. Dieser Ansatz kann um exklusive Individualisierungsmöglichkeiten ergänzt werden, bspw., wenn auf individuelle Wünsche des einzelnen Kunden direkt eingegangen und die Lösung ggf. sogar unter Mitarbeit des Kunden entwickelt und realisiert wird [7]. Erprobte Forschungsansätze für das hier skizzierte Individualisierungsproblem sind in der Literatur nicht vorhanden, sieht man einmal von den Ergebnissen aus dem Gebiet der kundenindividuellen (Massen-)Produktion ab. Nach [3] kann der Ansatzpunkt der Individualisierung sowohl das Produkt als auch der Herstellungsprozess sein. Die Individualisierung findet in einer auf mehreren Phasen des Produktlebenszyklusses statt (von der Planung bis hin zur Nutzung). Die zentrale Forschungsfrage lautet deshalb: Wie können grundsätzlich diese Lösungspotentiale des Wertschöpfungssystems erschlossen werden und anhand welcher Kriterien kann die theoretische und praktische Relevanz dieser Fragestellung bemessen werden?

Verwandte Konzepte sind Anpassung (engl. customization) [3], kundenindividuelle Massenfertigung (engl. mass customization) [3][11][10], Personalisierung (engl. personalization) [10] und Prosumer (engl. Kunstwort aus Producer und Consumer) [17][3]. Unternehmen können Individualisierungsstrategien dadurch entwickeln, dass sie einer Differenzierungsstrategie folgend ihr Leistungsportfolio um kundenindividuelle Leistungen erweitern. Bereits Gegenstand aktueller Forschungen sind die dazu erforderlichen Anpassungen in Marketing, Produktion und Distribution (z.B. [8], [6], [15]). Bisher nur wenig betrachtet wurde allerdings die Rolle der jeweiligen Wertschöpfungssysteme, die als Verbund der wertschöpfenden Aktivitäten aller beteiligten Akteure die Gesamtleistung für den Endkunden erzeugen. Kirn et. al. nehmen als zentrale Forschungshypothese an, dass die Individualisierung von Sachgütern und Dienstleistungen eine eigenständige Leistung ist, die vom jeweiligen Wertschöpfungssystem erbracht wird. Unterschiedliche Wertschöpfungssysteme innerhalb ein- und derselben, aber auch von verschiedenen Branchen unterscheiden sich unter anderem auch danach, welche Individualisierungspotentiale sie jeweils eröffnen, und nutzen. Um diese Potentiale zu fördern, sind Änderungen im Wertschöpfungssystem notwendig. Änderung von Wertschöpfungssystemen, die zielgerichtet, d.h. explizit vor dem Hintergrund einer individuellen Anforderungserfüllung erfolgen, werden als Adaption des Systems bezeichnet. Die Adaption kann bezüglich verschiedenster Dimension erfolgen, die Aufmerksamkeit widmet sich hauptsächlich den Dimensionen der räumlichen, zeitlichen und ökonomischen Adaptivität [7].

Dieser Beitrag widmet sich hauptsächlich der räumlichen Dimension, welche aus einer Perspektive der Software-Architektur-Modellierung betrachtet wird, so dass die Individualisierungsleistungen im Wertschöpfungssystem und die damit verbundene Anpassung von Wertschöpfungssystemen

spezifische Anforderungen an Softwaresysteme stellen. Bei [3] wurde eine Anwendungsarchitektur für Mass Customization Informationssysteme entwickelt, welche die spezifischen Anforderungen der Wettbewerbsstrategie Mass Customization erfüllen. In den Arbeiten [18][1][2][12] werden jeweils Konzepte vorgestellt, die dem allgemeinen Kapazitätsproblem an Flughäfen entgegenwirken. Hierzu werden Lösungen gezeigt, die die Verkehrsplanung auf dem Vorfeld durchführen. Die Anforderungen mit räumlichen Daten zu arbeiten werden teilweise diskutiert [18][2][12]. In [18] wird als Grundlage für die räumliche Abbildung der Verkehrswege ein diskretes Modell erstellt. In dem Beitrag von [2] werden die Ergebnisse durch den Einsatz eines Simulationswerkzeuges erzielt. Die Adaptivität bezüglich der Dimension Raum wird durch die Abbildung des Vorfeldes in einem Graphen erreicht. Aus dem Bereich der in diesem Beitrag eingesetzten Technologien zeigen die Arbeiten in [9] einige Anwendungsbeispiele für raumbezogene Informationssysteme. Aus den eigenen Forschungsarbeiten [13][14] lassen sich ebenso Erkenntnisse über die Integration von Geoinformationssystemen und Multiagentensystemen ableiten.

In diesem Beitrag ist die Motivation für die Planung der Logistikdienstleistung am Vorfeld des Flughafens nicht ein Kapazitätsproblem, sondern ein Individualisierungsproblem. Die Verkehrsplanung auf Basis von räumlichen Daten wird eher als Werkzeug zur Lösung des Problems herangezogen, als als zentrale Problemstellung angesehen. Gegenstand dieser Arbeit ist das gesamte Lieferkettenmodell und nicht nur die direkt den Passagiertransport durchführenden Akteure. Zudem wird die Anwendung von Technologien aus der Geodatenverarbeitung zur Beschreibung der Adaptivität bezüglich der Dimension Raum explizit diskutiert. Auf diese Weise wird der Begriff der Individualisierung im Bereich des räumlichen Kontexts fassbarer.

3. Problembeschreibung

3.1. Lieferkettenmodell

Der Gegenstand des Lieferkettenmodells der Passagiertransportsysteme als ein Teil der Bodenabfertigung am Flughafen kann in einer graphenbasierten Abbildung dargestellt werden. Hierbei werden die teilnehmenden Akteure als Knoten (Kreis) dargestellt und die Interaktionsbeziehungen zwischen diesen Akteuren als ungerichtete Kanten. Abb. 1 zeigt das betrachtete mehrstufige Lieferkettenmodell. Ein vergleichbares Modell kann beispielsweise [4] entnommen werden.

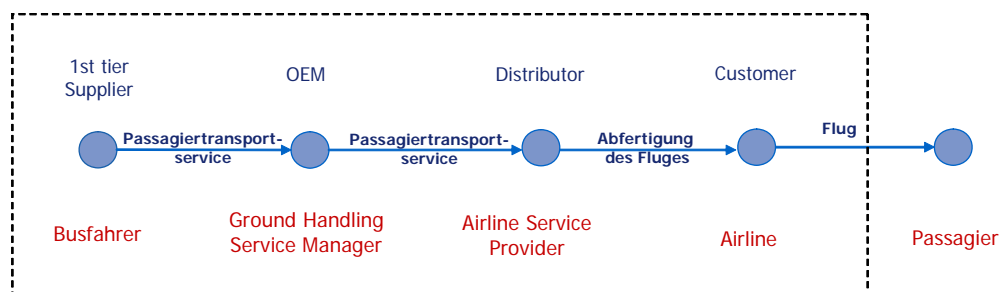


Abbildung 1. Lieferkettenmodell für Passagiertransporte am Flughafen

Die einzelnen Akteure werden nachfolgend näher erläutert.

- *Busfahrer*: Der Busfahrer hat die Funktion die Dienstleistung des Passagiertransports vom Terminal zum Flugzeug bzw. vom Flugzeug zum Terminal zu erbringen.

- *Ground Handling Service Manager*: Der Ground Handling Service Manager fungiert als Schnittstelle zwischen dem Busfahrer und dem Airline Service Provider und übernimmt die Gesamtkoordination des Passagiertransportservice, indem die einzelnen Aufträge den Busfahrern zugeordnet werden.
- *Airline Service Provider*: Der Airline Service Provider fungiert als Organisation, die als Anbieter des Passagiertransportservice, einer Teildienstleistung zur Abfertigung des Fluges, mit dem Kunden (Airline) in direktem Kontakt steht und über die Serviceleistung verhandelt. Die abzufertigenden Aufträge sind an den Ground Handling Service Manager weiterzugeben.
- *Airline*: Die Airline fungiert mit ihren abzufertigenden Flugzeugen als der Kunde der angebotenen Dienstleistungen der Airline Service Provider. In diesem Beitrag wird die Airline als Endkunde im Lieferkettenmodell angesehen.
- *Passagier*: Der Passagier ist der finale Kunde des Lieferkettenmodells, der die Leistung des Fluges im eigentlichen Sinn abnimmt. Der Passagier tritt auch als die zu transportierende Entität in Erscheinung. In der weiteren Betrachtung wird der Akteur Passagier im Lieferkettenmodell keine Relevanz haben.

Aufgabe des dargestellten Lieferkettenmodells ist es, den Passagiertransportservice für ankommende und abgehende Flugzeuge durchzuführen. Das heißt, die Airline beauftragt einen Airline Service Provider, Passagiertransportservice durchzuführen. Der Ground Handling Service Manager sammelt die Aufträge und teilt diese zum Durchführungszeitpunkt den einzelnen Busfahrern zu. Ständig wechselnde, individuelle Anforderungen wie z. B. Ankunftszeiten, Abflugszeiten, Parkpositionen der Flugzeuge und Terminalposition der Passagiere, meistens verursacht durch Verspätungen, ergeben ein unübersichtliches Szenario. Die Busfahrer selbst fahren die Passagiere von einer bestimmten Parkposition des Flugzeuges zu einem bestimmten Terminal und andersrum. In solch einem Lieferkettenmodell gilt es, die eingesetzten Ressourcen möglichst effizient zu nutzen. Um dennoch auf die beschriebenen, individuellen Anforderungen eingehen zu können, muss dem Lieferkettenmodell die Eigenschaft der Adaptivität zur Verfügung stehen. In diesem Beitrag wird die Adaptivität im Bezug auf die Dimension Raum untersucht. Dies bietet sich bei der großen Flächenausdehnung des Flughafengeländes, in dem die räumliche Lage der einzelnen Akteure eine Rolle spielt an. Dies fordert den Einsatz von Technologien aus der Geodatenverarbeitung, was sich in unterschiedlichen Facetten auf die einzelnen Akteure des Lieferkettenmodells auswirkt.

3.2. Individualisierungsproblem

Die Merkmale des Individualisierungsproblems werden im Folgenden beschrieben und in Tab. 1 zusammengefasst. Diese Merkmale dienen gleichzeitig als Anforderungskatalog für die in Kapitel 4 zu entwickelnde Softwarearchitektur. Das zu individualisierende Produkt ist die Dienstleistung des Passagiertransportservice. Der Anforderungsspezifikator ist die Airline, welche spezifische Anforderungen an den Passagiertransportservice stellt. Inhaltlich bedeutet das, dass die Dienstleistung sich auf die nicht planbaren Parameter Parkposition der Flugzeuge und Terminalposition der Passagiere anpasst. Die Individualisierung bezieht sich auf den Prozess der Koordination und den Passagiertransport selbst. Die Individualisierung kann erst stattfinden, wenn die Parkposition und die Terminalposition der Passagiere feststehen. Beteiligt an der Individualisierung sind die Airline als Anforderungsspezifikator, der Airline Service Provider, der ein ökonomisches Interesse an die Auswirkungen der Individualisierung hat, der Ground Handling Service Manager, der die Anforderungen mit Hilfe von Technologien der Geodatenverarbeitung in der Auftragskoordination umsetzt, und der Busfahrer, der den Ground Handling Service Manager mit geografischen Informationen versorgt und den Passagiertransport selbst durchführt. In diesem

Beitrag findet die Individualisierung im Bezug auf die Dimension Raum bei den Akteuren Busfahrer und Ground Handling Service Manager statt. Der Busfahrer erhält eine Technologie zur eigenen geographischen Positionsbestimmung, die an den Ground Handling Service Manager mitgeteilt wird. Der Ground Handling Service Manager kennt die Position der abzufertigenden Flugzeuge und die der Busse und ordnet aufgrund dieser Information den Busfahrern Aufträge zu. Dies kann mit Hilfe eines Softwaresystems gelöst werden, welches räumliche Daten verarbeiten kann. Darüber hinaus kann das Szenario über eine graphische Schnittstelle visualisiert werden. Für die Koordination der einzelnen Akteure untereinander und deren Anpassung muss eine Technologie gewählt werden, die die Eigenschaft der Adaptivität in einem verteilten System unterstützt. Die Individualisierung durch die Adaptivität bezüglich der Dimension Raum soll eine positive ökonomische Auswirkung auf das gesamte Lieferkettenmodell haben.

Merkmale des Individualisierungsproblems	Ausprägungen im betrachteten Lieferkettenmodell
Produkt	Dienstleistung des Passagiertransportservice
Anforderungsspezifikator	Airline stellt die spezifischen Anforderungen
Prozess	Koordination der Passagiertransporte
Individualisierungsakteure	Airline Service Provider, Ground Handling Service Manager, Busfahrer
Individualisierungsdimension	Raum
Unterstützung der Dimension Raum im Softwaresystem	geographisches Positionierungssystem, Softwaresystem mit der Funktionalität geographische Daten zu verarbeiten, Visualisierung
Adaptivität im Softwaresystem	Technologie mit der Fähigkeit die Eigenschaft der Adaptivität in einem verteilten System zu unterstützen
Zielsetzung der Produktion	allgemein: Kostenminimierung unter Nebenbedingungen; hier: Reduzierung einzusetzender Transportkapazitäten (variable Kosten) durch Weg- und damit Zeitminimierung

Tabelle 1. Merkmale des Individualisierungsproblem

4. Softwarearchitektur

In diesem Abschnitt werden die Funktionalitäten des Lieferkettenmodells in einer Softwarearchitektur abgebildet. Die Architektur beschreibt die akteurspezifischen Informationssysteme und ihre Kommunikationsbeziehungen. Zur Repräsentation autonomer Akteure und Lösung zwischen den Akteuren bestehender Koordinationsaufgaben bietet sich der Einsatz der Multiagententechnologie an. Die Multiagententechnologie liefert einen reichhaltigen Vorrat an Konzepten, Modellen und Methoden, um gerade solche Koordinationsaufgaben unter Berücksichtigung der Ziele einzelner Akteure und ihren Zielbeziehungen zu lösen. Entsprechende Softwarearchitekturen für Multiagentensysteme erlauben die effiziente Implementierung von bottom-up-Koordinationsverfahren und basieren damit nicht auf konventionellen, hierarchischen Ansätzen der Planung und Steuerung. In Multiagentensystemen wird das individuelle Verhalten von Akteuren durch Softwareagenten repräsentiert. MAS bieten somit Ansätze, Probleme in einer verteilten Umgebung adaptiv und flexibel zu lösen. Die Basis für die jeweiligen Informationssysteme bildet ein Softwareagent. Der Zusammenschluss, dieser auf mehrere Informationssysteme verteilte Softwareagenten, bildet ein Multiagentensystem. Für die Interaktionen innerhalb des verteilten Systems wird die Standardkommunikationsschnittstelle der Softwareagenten verwendet. Abb. 2 zeigt die Softwarearchitektur der einzelnen

Informationssysteme und ihrer Schnittstellen in einem UML-Komponentendiagramm. Die Gesamtarchitektur besteht aus einem Informationssystem für die Akteure vom Typ Busfahrer, dem BusDriver Information System, einem Informationssystem für die Akteure vom Typ Ground Handling Service Manager, dem Ground Handling Service Manager Information System, einem Informationssystem für die Akteure vom Typ Airline Service Provider, dem Airline Service Provider Information System und einem Informationssystem für die Akteure vom Typ Airline, dem Airline Information System. Jeder Akteur kann im Lieferkettenmodell mehrfach vorhanden sein. Das BusDriver Informationssystem ist das einem Busfahrer zu Verfügung stehende Informationssystem. Es besteht aus den Subkomponenten BusDriver Agent und einem geographischen Positionierungssystem. Das Positionierungssystem ermittelt die aktuelle geographische Position und stellt diese dem BusDriver Agent zur Verfügung. Der BusDriver Agent liefert dem Ground Handling Service Manager Information System Informationen über die aktuelle Verfügbarkeit und geographische Position des Busses. Der Busfahrer wird vom Ground Handling Service Manager Information System über den nächsten durchzuführenden Passagiertransport informiert. Für einen Bus kann ein GPS-Empfänger zur Ermittlung der augenblicklichen geographischen Position verwendet werden. Global Positioning System (GPS) ist eine satellitengestützte Navigations- und Positionierungstechnik. GPS-Empfänger bestimmen aus den Signalen, die aus den Satelliten ausgesandt werden, den genauen Standort auf der Erde. GPS entspricht den Anforderungen der Positionsbestimmung auf dem Flughafenvorfeld im Freien und der erforderlichen Genauigkeit.

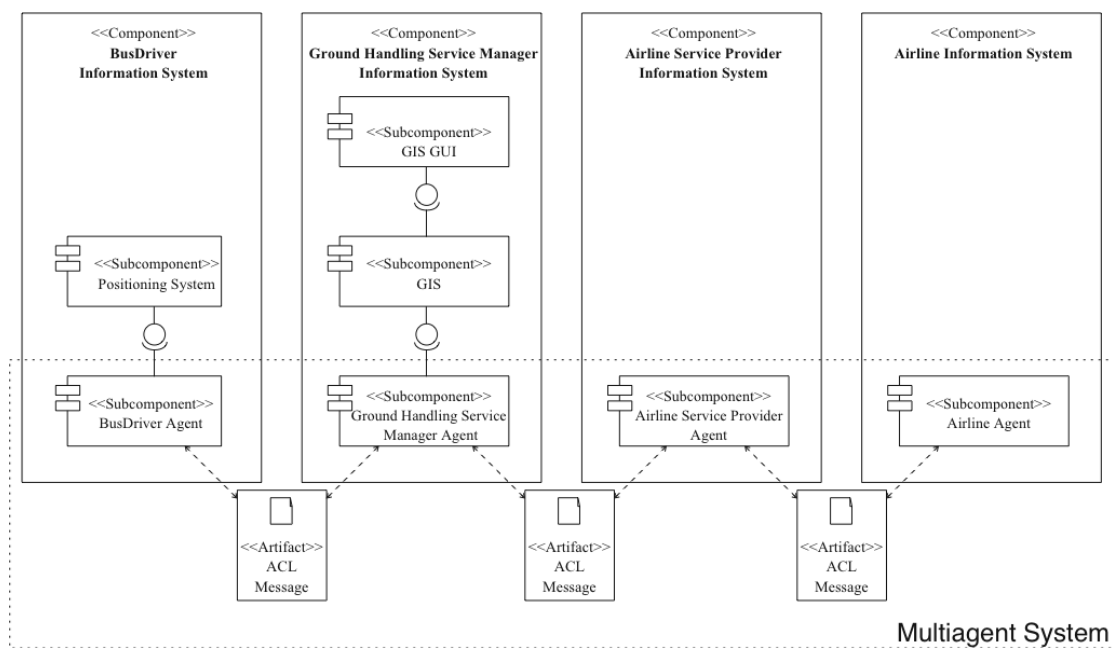


Abbildung 2. UML-Komponentendiagramm der Softwarearchitektur

Das Ground Handling Service Manager Information System ist eine Koordinationskomponente. Es besteht aus den Subkomponenten Ground Handling Service Manager Agent, GIS und GIS GUI. Der Ground Handling Service Manager Agent erhält vom Airline Service Provider Information System Informationen über die durchzuführenden Aufträge mit den zugehörigen Terminal- und Parkpositionen. Zusammen mit den durch das BusDriver Information System gelieferten Daten über die aktuelle Verfügbarkeit und geographische Position der Busse wird mit Hilfe der GIS Subkomponente die Zuordnung der durchzuführenden Aufträge zu den Bussen vorgenommen. Durch eine Routenrechnerfunktion in der GIS Subkomponente wird der verfügbare Bus mit der geringsten Anfahrtsdistanz gewählt. Die GIS GUI Subkomponente bildet das aktuelle Geschehen

am Vorfeld des Flughafens graphisch auf einer Karte virtuell ab. Die Zeitdauer, die für die einzelnen Passagiertransporte benötigt wurde, wird vom Ground Handling Service Manager Agent an das Airline Service Provider Information System übermittelt. Die gesammelten Anforderungen lassen auf den Einsatz der Technologie der Geoinformationssysteme (GIS) schließen. Ein Geoinformationssystem dient der Erfassung, Speicherung, Analyse und Darstellung aller Daten, die einen Teil der Erdoberfläche und die darauf befindlichen technischen und administrativen Einrichtungen sowie geowissenschaftliche, ökonomische und ökologische Gegebenheiten beschreiben. Das Airline Service Provider Information System hat eine Vermittlerrolle. Es besteht aus der Subkomponente Airline Service Provider Agent. Der Airline Service Provider Agent verhandelt mit dem Airline Informationssystem über die zu erbringende Servicedienstleistung und vermittelt die notwendigen Informationen bezüglich Terminal- und Parkposition der einzelnen Flugzeuge vom Airline Information System zum Ground Handling Service Manager Information System. Eine Analyse der vom Ground Handling Service Manager Information System übermittelten Information über die benötigte Zeitdauer zeigt hier die Effizienz des Lieferkettenmodells auf. Das Airline Information System ist die Schnittstelle des Kunden, der Airline, zum Softwaresystem. Es besteht aus der Subkomponente Airline Agent. Der Airline Agent verhandelt mit dem Airline Service Provider Information System über die zu erbringende Dienstleistung und liefert dem Airline Service Provider Information System die Informationen über die abzufertigenden Flugzeuge.

5. Evaluation

5.1. Simulationsmodell

In diesem Abschnitt wird die in Kapitel 4 vorgestellte Softwarelösung evaluiert. Da der Einsatz der Informationssysteme im Realsystem nicht evaluiert werden kann, wählt man hier als Evaluierungsmethode die Simulation des Lieferkettenmodells. Hier wird der Spezialfall der Multiagentensimulation (MASim) verwendet. Für die Simulation des Lieferkettenmodells kann folgendes Simulationsmodell erstellt werden. Es werden die vier Agenten der in Kapitel 4 vorgeschlagenen Softwarearchitektur als Agentenklassen mit ihrem dort definierten Verhalten definiert. Zusätzlich gibt es einen World Agent. Das Szenario wird abgeleitet aus dem EU-FP6-IST Projekt BREIN, in dem der Flughafen Stuttgart als Anwendungsszenario zur Verfügung steht.

- *World Agent*: Der World Agent repräsentiert die Umwelt, in der die Agenten leben. In diesem Fall werden die geographischen Daten des Vorfelds des Flughafens geordnet nach thematischen Schichten wie z. B. Fahrwege und Parkpositionen aus Datenfiles in die Simulation geladen. Alle anderen Agenten können sich dieser geographischen Information bedienen.
- *BusDriver Agent*: Der BusDriver Agent repräsentiert einen Bus. Die Aufträge mit den Auftragsinformationen werden bei Verfügbarkeit an diesen erteilt. Der Bus Driver Agent sendet stetig seine aktuellen Status und seinen geographischen Position an den Ground Handling Service Manager Agent. Der kürzeste Fahrtweg kann mit Hilfe der geographischen Informationen des World Agenten ermittelt werden. Die Geschwindigkeit der Busse ist konstant.
- *Ground Handling Service Manager Agent*: Der Ground Handling Service Manager Agent koordiniert die durchzuführenden Aufträge an die verfügbaren Busse. Eine Visualisierung des Geschehens am Vorfeld wie im Ground Handling Service Manager Informationssystem in Kapitel 4 vorgesehen kann durch die Simulationsplattform geleistet werden.
- *Airline Service Provider Agent*: Der Airline Service Provider Agent informiert den Ground Handling Service Manager über die durchzuführenden Passagiertransporte und wertet die

benötigten Zeiten für die einzelnen Busfahrten aus. Die Verhandlungen über die Dienstleistung mit der Airline werden in der Simulation nicht abgebildet.

- *Airline Agent*: Der Airline Agent repräsentiert ein abzufertigendes Flugzeug. Bei Ankunft eines Flugzeuges wird der Airline Service Provider Agent über den Auftrag und die zugehörige Auftragsinformation in Kenntnis gesetzt.

5.2. Simulationswerkzeug

Für die Simulation des hier beschriebenen Lieferkettenmodells wird eine Simulationsplattform mit der Fähigkeit geographische Daten verarbeiten zu können benötigt. Frühere Arbeiten skizzieren Kopplungenarchitekturen von GIS und MASim und deren Implementierung, die diese Fähigkeit mit sich bringen [13][14]. Das vorgestellte System aus dem Beitrag [13] wird als Simulationsplattform für die Evaluierung verwendet. Diese Kopplung von GIS und MASim basiert auf einem eigenen in JAVA implementierten GIS und einer auf dem JADE (Java Agent DEvelopment Framework) aufbauenden MASim. Die Kontrolle des Gesamtsystems liegt hier bei der GIS Komponente. Das MAS ist wie eine Analysefunktion direkt in das System eingebunden.

5.3. Experiment

Zu beweisen gilt es, dass durch die Adaptivität des Lieferkettenmodells bezüglich der Dimension Raum, also durch den Einsatz der Technologien aus der Geodatenverarbeitung, die benötigte durchschnittliche Dauer für eine Busfahrt effizienter ist als ohne die Eigenschaft der Adaptivität. Es werden zwei Versuchsszenarien simuliert. Im ersten Versuchsszenario nutzt der Ground Handling Service Manager Agent die Information über die geographische Lage der einzelnen BusDriver Agents um mit Hilfe einer Routenberechnungsfunktion (Dijkstra) des GIS dem verfügbaren BusDriver Agent mit dem kürzesten Anfahrtsweg den Auftrag zuzuordnen. Im zweiten Versuchsszenario werden die Aufträge dem ersten verfügbaren Bus Driver Agent zugeordnet. Auf diese Weise entsteht eine Vergleichbarkeit der durchschnittlichen Dauer für eine Busfahrt. Unterschiedliche Verhaltensfunktionen sind zu diesem Zweck im Simulationsmodell für den Ground Handling Service Manager Agent zu implementieren. Im Simulationsmodell werden 200 aus dem Realszenario abzufertigende Flugzeuge betrachtet. Der Simulationszeitraum ist ein Tag, ein Simulationsschritt ist 10 Sekunden. Die Geschwindigkeit der Busse wird im gesamten Simulationsmodell als konstant angenommen, so dass ein kürzerer Weg eine Zeitersparnis bedeutet. Für die Durchführung der Passagiertransporte stehen zehn Busse zur Verfügung. Im Szenario existiert ein Ground Handling Service Manager Agent und ein Airline Service Provider Agent. Den Busfahrern wird in beiden Versuchen unterstellt auf den Verkehrswegen des Vorfelds den kürzesten Weg zwischen zwei Positionen am Vorfeld finden zu können. Für das Aufnehmen und Aussteigen der Passagiere wird eine konstante Zeitdauer angenommen. Die Zeit für einen Passagiertransport wird als Zeitraum zwischen dem Zeitpunkt der Auftragszuweisung und dem Zeitpunkt der Statusmeldung über die Verfügbarkeit definiert.

5.4. Simulationsergebnis

Die Simulation selbst wird auf der Oberfläche des Simulationswerkzeugs visualisiert. Während der Durchführung werden die Zeiten für die einzelnen Passagiertransporte durch den Airline Service Provider Agent in ein Logfile geschrieben. In Abb. 3 ist die Auswertung der Zeitreihen in einem Diagramm zu sehen. Auf der x-Achse ist die Uhrzeit des Anfangszeitpunktes des Auftrages angetragen, auf der y-Achse wird die Dauer des Passagiertransportes in Minuten dargeboten. Für beide Versuchsszenarien gibt es eine Zeitreihe im Diagramm. Die mit Kreisen markierten Stellen

weisen darauf hin, dass der Versuch, in dem keine räumliche Adaptivität durch den Einsatz von GIS-Funktionalitäten vorhanden ist, die Zeitdauer für die Durchführung eines Auftrags tendenziell größer ist. Dieses Ergebnis bestätigt auch den Wert der durchschnittlichen Zeitdauer. Die einzelnen Ausreißer, die in der Zeitreihe ohne Adaptivität eine bessere Zeit liefern als in der Zeitreihe mit Adaptivität, lassen vermuten, dass der Grund in der nicht vorausschauenden Koordination zu suchen ist. Es wird immer der BusDriver Agent mit der geringsten Anfahrsstrecke gewählt. Ein besseres Ergebnis wäre z. B. zu erzielen, wenn für die nächsten beiden Aufträge die Summe der Anfahrsstrecken möglichst gering sein soll. Die zufällige Auswahl der freien BusDriver Agents im Versuch ohne Adaptivität zeigt diese Fälle auf.

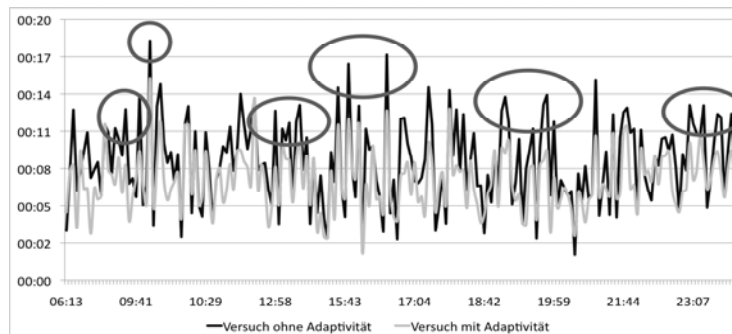


Abbildung 3. Auswertung der Simulation

6. Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit zeigt einen Ansatz für eine Softwarearchitektur, die die Problemstellung der Individualisierung in einem Lieferkettenmodell für Passagiertransporte am Flughafen aufgreift. Focus liegt hier auf der Eigenschaft der Adaptivität im Bezug auf die Dimension Raum. Der Beitrag definiert die Ausprägungen des Individualisierungsproblems und transformiert diese in die vorgestellte Softwarearchitektur. Die Anforderungen des Individualisierungsproblems konnten erfolgreich umgesetzt werden. Als weiterführende Arbeit steht die Untersuchung weiterer Versuchsszenarien im Lieferkettenmodell für Passagiertransportsysteme am Flughafen an. Das Verschieben der konstanten Parameter wie z. B. der Anzahl der zur Verfügung stehenden Busse oder der Anzahl der durchzuführenden Fahrten wird mit Sicherheit zu interessanten Ergebnissen führen. Von einer geographischen Perspektive betrachtet kann das Lieferkettenmodell auf einen weiteren in der Fläche arbeitenden und zur Flugzeugabfertigung notwendigen Service dem Gepäcktransportservice ausgedehnt werden. Interessant ist die Tatsache, dass ein Gepäcktransporter das Gepäck mehrerer Flugzeuge auf einmal befördern kann. Ein weiteres Ziel kann die Beschreibung und Entwicklung weiterer Anknüpfungspunkte für die Eigenschaft der Adaptivität bezüglich der Dimension Raum sein. Wissenswert ist ebenso die Untersuchung der Auswirkungen dieser Adaptivitätspotentiale auf alle beteiligten Akteure im Lieferkettenmodell. Der in diesem Beitrag beschriebene Ansatz könnte zugleich in anderen Anwendungsgebieten eine Rolle spielen. Sowohl die Beschreibung eines generischen Ansatzes der Adaptivität bezüglich der Dimension Raum, als auch die Entwicklung eines generellen Ansatzes für eine Softwarearchitektur kann für die Forschung im Bereich der Individualisierung einen erheblichen Beitrag leisten.

7. Acknowledgement

This work has been supported by the BREIN project (<http://www.gridsforbusiness.eu>) and has been partly funded by the European Commission's IST activity of the 6th Framework Programme under contract number 034556. This paper expresses the opinions of the authors and not necessarily those

of the European Commission. The European Commission is not liable for any use that may be made of the information contained in this paper.

8. Literaturverzeichnis

- [1] Cheng V., Surface Operation Automation Research For Airport Tower And Flight Deck Automation, in: Proceedings of the 7th International IEEE Conference on International Transportation Systems, Washington, 2004, S. 607-612.
- [2] Confessore, G.; Liotta, G.; Grieco, R., A simulation-based architecture for supporting strategic and tactical decisions in the apron of Rome-Fiumicino Airport, in: Proceedings of the 37th Conference on Winter Simulation, Orlando, Florida, 04.-07. Dezember 2005, S. 1596-1605.
- [3] Dietrich, A. J., Mass Customization Informationssysteme – Anforderungsanalyse und Architektorentwurf, Dissertation, Universität Hohenheim, 2007.
- [4] Heiserich, O., Logistik: eine praxisorientierte Einführung, Wiesbaden 2002.
- [5] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S., Design Science in Information Systems Research, in: MIS Quarterly 28 (2004) 1, 2004, S. 75-105.
- [6] Kleinaltenkamp, M.; Burghard, W.: Standardisierung und Individualisierung – Bestimmung der Schnittstelle zum Kunden. In: Kleinaltenkamp, M.; Fließ, S.; Jacob, F. (Hrsg.): Customer Integration – Von der Kundenorientierung zur Kundenintegration. Wiesbaden 1996, S. 163-176.
- [7] Kirn, St.: Individualization Engineering - Gestaltung adaptiver Wertschöpfungssysteme für individualisierte Sachgüter und Dienstleistungen, Cuvillier Verlag, Göttingen 2008.
- [8] Lampel, J.; Mintzberg, H.: Customizing Customization. In: Sloan Management Review 38. 1993, S. 21-30.
- [9] Moll, P. (Hrsg.), Raumbezogene Informationssysteme in der Anwendung, Verlag Irene Kuron, Bonn 1995.
- [10] Piller, F. T., Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, Deutscher-Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2003.
- [11] Pine II, B. J.: Maßgeschneiderte Massenfertigung. Wien 1994.
- [12] Pestana, G; Silva, M.; Casaca, A.; Nunes J., An airport decision support system for mobiles surveillance & alerting. In: Proceedings of the 4th ACM international Workshop on Data Engineering For Wireless and Mobile Access, Baltimore, MD, USA, 12. Juni 2005, S. 33-40.
- [13] Schüle, M.; Bieser, T.; Karaenke P.; Kirn, S., Integration einer Multiagentensimulation in ein Geoinformationssystem., in: Bichler, M.; Hess, T.; Krcmar, H.; Lechner, U.; Matthes, F.; Picot, A.; Speitkamp, B.; Wolf, P. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, MKWI 2008, München, 26.2.2008 - 28.2.2008, Proceedings, GITO-Verlag, Berlin 2008.
- [14] Schüle, M.; Herrler, R.; Klügl, F., Coupling GIS and Multi-Agent Simulation – Towards Infrastructure for Realistic Simulation, in: Lindemann, G.; Denzinger, J.; Timm, I.; Unland, J. (Hrsg.): Multiagent System Technologies, Proceedings of the 2nd MATES 2004, Springer, Berlin 2004, S. 228-242.
- [15] Spring, M.; Dalrymple, J.F.: Product customization and manufacturing strategy. In: International Journal of Operations & Production Management 20. 2000, S. 441-467.
- [16] Supply-Chain Council: SCOR Model, Version 7.0. 2007.
- [17] Toffler, A.: Future Shock. New York 1970.
- [18] Visser H. G.; . Roling, P: Optimal Airport Surface Traffic Planning Using Mixed Integer Linear Programming, in: Proceedings of the AIAA's 3rd Annual Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Technical Forum, Denver 2003.