

Implementierung eines Analyse- und Inbetriebnahme-Werkzeugs zur automatisierten Leistungs-Auswertung bei Intralogistikanlagen im Bereich Fördertechnik

Bastian Lange BSc.
Professor Dr.-Ing. Frank Herrmann
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Innovationszentrum für Produktionslogistik und Fabrikplanung (IPF)
E-Mail: Frank.Herrmann@OTH-Regensburg.de

SCHLÜSSELWÖRTER

Intralogistik, Software Engineering, Analyse

ABSTRACT

Gegenstand der Bachelorarbeit bei der TGW Software Services GmbH ist die Implementierung eines Analyse- und Inbetriebnahme-Werkzeugs zur automatisierten Leistungs-Auswertung bei Intralogistikanlagen im Bereich Fördertechnik. Es wird eine neue Softwarekomponente geschaffen, welche automatisierte Leistungs-Auswertungen im Bereich der Fördertechnik bietet, um so die Zeit für diese zu reduzieren.

Einführung

Die Bachelorarbeit mit dem Titel „Implementierung eines Analyse und Inbetriebnahme-Werkzeugs zur automatisierten Leistungs-Auswertung bei Intralogistikanlagen im Bereich Fördertechnik“ wurde bei dem Unternehmen TGW Software Services GmbH mit Sitz in Teunz erstellt. Zur Aufgabenstellung gehört die Entwicklung eines Konzeptes für solch ein Werkzeug und die Implementierung eines Prototyps für die automatisierte Leistungs-Auswertung.

Ausgangssituation

Die Ausgangssituation besteht darin, dass in der Regel viel Zeit in die Erstellung von Leistungs-Auswertungen bei Intralogistikanlagen benötigt wird. Die Steuerung von Fördertechnik wird von Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) übernommen. Diese stehen im Kontakt mit einem Materialflussrechner. Die Kommunikation zwischen dem Materialflussrechner und den verteilten SPS soll als Datengrundlage für die Auswertungen dienen. Diese Kommunikation wird zum Beispiel vom verwendeten Materialflussrechner in Logdateien geschrieben. Diese Daten dienen nun als Datengrundlage für solch eine automatisierte Leistungs-Auswertung. Diese Schnittstellen verfolgen in der Regel keinen festen Standard. Dadurch ergibt sich das Problem, dass die Auswertungen in dieser Bachelorarbeit mit dieser Eigenschaft umgehen können müssen.

Das Vorgehensmodell wird in zwei Teilprojekte eingeteilt. Zum einen erfolgt die Softwareentwicklung

für die initiale Erstellung der Infrastruktur nach dem Wasserfallmodell verwendet. Zunächst für die Anforderungsanalyse und dann für die Erstellung der Plattform. Zum anderen werden die verschiedenen Auswertungen iterativ entwickelt. Dies bietet sich an, da jede Auswertung für sich abgeschlossen betrachtet werden kann.

Anforderungsanalyse

Ein hoher Stellenwert bei dieser Arbeit liegt auf der Anforderungsanalyse. Zum einen wurden die Stakeholder an dem Projekt identifiziert und befragt, welche Vorstellungen und Anforderungen sie haben. Diese Anforderungen wurden in funktionale und nicht funktionale Anforderungen eingeteilt. Die Dokumentation der Anforderungen folgt einem vereinfachten IEEE 29148 Standard. Dabei werden die drei Schlüsselwörter „muss“, „sollte“ und „wird“ verwendet. Diese Wörter regeln die Verbindlichkeiten der Anforderungen in einem Projekt. Das Schlüsselwort „muss“ steht für die verpflichtende Umsetzung einer Anforderung. Das Wort „sollte“ stellt den Wunsch eines Stakeholders dar. Diese sind aber nicht verpflichtend umzusetzen. Und alle Anforderungen die mit dem Schlüsselwort „wird“ formuliert wurden, dienen als Dokumentation einer Absicht eines Stakeholders. Es können für diese Punkte im Projekt Vorbereitungen zur Umsetzung getroffen werden, allerdings werden diese nicht umgesetzt. (Rupp 2007, S. 18-19) Nicht funktionalen Anforderungen müssen quantifizierbar sein. Durch die Gespräche mit den Stakeholdern fiel die Anforderung auf, dass eine Auswertung nicht länger als drei Minuten dauern darf. Mit dieser Anforderung kann ebenfalls die Zielerreichung der Bachelorarbeit gemessen werden. Dies begründet sich darin, dass das Tool geschaffen wurde um lange Wartezeiten zu vermindern für solche Auswertungen.

Architektur

Nachdem die Anforderungen erfasst wurden, wird für die Software eine geeignete Architektur gewählt. Es stehen zwei Architekturmodelle zur Verfügung. Entweder die Software läuft nur als Anwendung beim Benutzer, oder sie läuft als Client und Server Architektur. Dadurch, dass die Logdateien auf den Systemen des

Materialflussrechners liegen, wird eine Drei-Schichten-Architektur gewählt. Damit können auch projektspezifische Konfigurationen gemacht werden, welche jedoch nach den Anforderungen zu vermeiden sind. Durch diese Entscheidung muss eine geeignete Datenbank gewählt werden, die für die Persistenz zuständig ist. Ein klassischer Einsatz einer global Player Datenbank wie zum Beispiel eine Oracle oder MS SQL Datenbank kommt jedoch nicht in Frage. Dadurch würden Lizenzgebühren für die Nutzung anfallen und eine solche Datenbank würde einen eigenen Datenbankserver erfordern. Um dieses Problem zu umgehen gibt es dateibasierte Datenbanken. Für das Java Umfeld gibt es die HSQLDB und die Derby DB. Die HSQLDB wurde schon oft in Projekten der TGW Software Services GmbH verwendet, allerdings überwiegen die Vorteile der Derby DB. Diese Datenbank kann einen Mehrbenutzerbetrieb sicherstellen. Dieser wird nötig, wenn die Auswertungen in Berichte verarbeitet werden müssen. Die Derby DB ist im Java Development Kit (JDK) standardmäßig als Java DB installiert und wird so standardmäßig ausgeliefert.

Kontext definieren

Nachdem die Architektur festgelegt wurde kann der Systemkontext abgegrenzt werden. Dabei werden Fremdsysteme, die mit dem neuen System in Kontakt stehen aufgezeigt. Darunter fallen zum Beispiel der Benutzer, ein Anwendungsserver mit dem die Serverkomponente ausgeführt werden kann, und eine Software mit der Berichte erstellt werden können. Der Kontext des Systems kann nun in einer sogenannten Bausteinsicht aufgeklappt werden. Dabei wird die innere Struktur der Software sichtbar und für die Programmierung können damit die Pakete definiert identifiziert werden. (Zörner 2015, S. 97-100) Die Dokumentation des Kontextes und der Bausteinsicht erfolgt in der Unified Modeling Language (UML) in der Version 2.0. Die Diagramme wurden mit dem Modellierungswerkzeug Magic Draw in der Version 17.0.2 erstellt.

Eine Auswertung kann als Prozess gesehen werden, so dass dort die Pakete nach dem EVA Prinzip der Informatik designt werden kann. Als Eingabe werden zum einen Benutzereingaben und die Rohdaten der Kommunikation zwischen SPS und dem Materialflussrechners verwendet. Diese Daten werden je nach Auswertung verarbeitet und zum Schluss dem Benutzer präsentiert. Ein viertes Paket wird für die Auswertungen selbst definiert. Damit ist das Vorgehensmodell gewahrt und die konkreten Implementierungen können in dieses Paket gelegt werden. Das fördert auch die Modularität des Projekts. Es können neue Auswertungen verfasst werden, ohne dass die Infrastruktur angepasst werden muss.

Design

Zunächst wird wie im Vorgehensmodell beschrieben, die Infrastruktur für das Auswertungs-Werkzeug angegangen. Darin wird in der Bausteinsicht jedes Paket beschrieben und der Zusammenhang der einzelnen Module erklärt. Durch diese Beschreibung werden schnell Schleifen und Abhängigkeiten beim gedanklichen Durchlauf einer Auswertung klar und können schon im Designprozess behoben werden.

Das Design für die Auswertungen wird für jede der drei Auswertungen für sich abgeschlossen betrachtet. Als erstes wird die Auswertung der Leistungsdaten pro Meldepunkt designt. Ein Meldepunkt ist ein benannter physikalischer Punkt in einer Intralogistikanlage an dem eine Interaktion von der SPS mit dem Materialflussrechner stattfindet. Bei dieser Auswertung werden die Positionsmeldungen von der SPS für Transporteinheiten verwendet. Wenn eine Transporteinheit auf einem Fördertechnikabschnitt gescannt wurde, wird in der Regel eine Positionsmeldung von diesem Punkt aus gesendet. Dabei wird die Nummer der Transporteinheit übermittelt und die Position an der die Meldung auftrat. Diese Meldungen können nun an den Meldepunkten in einem bestimmten Zeitraum gezählt werden. Die Anzahl der gezählten Transporteinheiten kann dann auf ein Stundenraster hochgerechnet werden um so die Leistung eines Meldepunkts bestimmen zu können.

Die zweite Auswertung befasst sich mit den Durchlaufzeiten zwischen Meldepunkten. Dabei sollen die Zeiten ermittelt werden, die Transporteinheiten von Punkt A nach Punkt B benötigt haben. Die gemessenen Zeiten sollen dann statistisch ausgewertet werden. Zu den statistischen Auswertungen gehört der Durchschnitt, der Median, das 0,10-Quantil und das 0,90 Quantil, welche jeweils die Zeit angibt die von ca. 10% bzw. 90% der Transporteinheiten zum Durchlaufen der Strecke benötigt werden. Außerdem wird die Messreihe für eine graphische Darstellung klassifiziert. Die obere bzw. untere Grenze und die Anzahl der Klassen kann vom Benutzer gewählt werden. Die Standardwerte für die untere Grenze ist das 0,01-Quantil und die obere der dreimalige Median. Durch die untere Grenze ist gewährleistet, dass wenn die Messreihe in die Klassen eingeteilt wird, nicht unnötige Klassen im nicht sichtbaren Bereich auftauchen können. Die obere Grenze verhindert, dass zu große Messwerte die Grafik verfälschen. Durch die Klassifizierung wird der Durchschnitt nochmals berechnet für alle Werte, die sich in den Klassengrenzen befinden.

Die dritte und letzte Auswertung befasst sich mit der Bearbeitungszeit des Materialflussrechners. In der Regel definieren die Schnittstellen, die zwischen dem Materialflussrechner und den Speicherprogrammierbaren Steuerungen verwendet werden, Meldungen, welche von der Gegenstelle quittiert werden müssen. Dabei weist diese Auswertung die

höchste Abhängigkeit an die verwendete Schnittstelle auf, da identifiziert werden muss welche Meldungen zwingend beantwortet werden müssen. Nachdem diese bekannt sind, muss für die Auswertung nur noch die Differenz der Zeit der Anfrage zur Beantwortungszeit des Materialflussrechners gebildet werden. Diese Messreihe kann nun wieder wie in der vorhergehenden Auswertung statistisch ausgewertet werden. In der Auswertung ist wieder der Median, der Durchschnitt, das 0,10-Quantil und das 0,90-Quantil zu finden. Mit diesen Kennzahlen kann die Messreihe beurteilt werden, wie gut oder schlecht die Bearbeitungszeit des Materialflussrechners ist.

Realisierung

Die Realisierung wurde wie im Vorgehensmodell schon angekündigt ebenfalls wieder in zwei Teile geteilt. Der eine Teil befasst sich mit der Infrastruktur, der andere mit der Implementierung der einzelnen Auswertungen.

Für die Infrastruktur wurden für bestimmte Probleme Lösungsansätze gefunden die nachfolgend beschrieben werden. Da das System mit wenig Hardware-Ressourcen auskommen muss, dürfen mehrere Auswertungen nicht gleichzeitig laufen. Um dies zu umgehen wurde eine Warteschlange eingeführt, welche die Anfragen an Auswertungen so lang zurückhält, bis genügend Ressourcen zur Verfügung stehen. Es wurde ein Zustandsautomat eingeführt, sodass die Warteschlange auch gesteuert werden kann. So erhält eine angelegte Anfrage den Status „CREATED“. Sofern die Anfrage bearbeitet wird wechselt der Status auf „PROCESSING“. Zum Schluss gibt es noch drei Endzustände. Wenn die Auswertung erfolgreich abgehandelt wurde, so wird der Status „FINISHED“ gesetzt. Dies zeigt an, dass die Auswertung fertig ist und somit angezeigt werden kann. Der Status „ERROR“ wird gesetzt, falls die Auswertung einen schwerwiegenden Fehler aufweist, der nicht bereinigt werden konnte. Der Status „CANCELED“ wird gesetzt, sofern die Anfrage von einem Benutzer storniert wurde. Diese Warteschlange ist somit einer Druckerwarteschlange nachempfunden und löst das Problem der beschränkten Ressource. Diese Auswertungswarteschlange wurde als Singleton Pattern programmiert, da die Komponente von mehreren Programmteilen gleichzeitig aufgerufen werden kann. Für die nötige Synchronisierung wurde gesorgt.

Für die Implementierung der Datenbeschaffung wurden verschiedene Module entwickelt. Die Datenbeschaffung startet, sobald eine Anfrage der Auswertung vorliegt. Sobald der Auswertungsprozess die Auswertung startet, wird eine Anfrage an das Modul der Datenbeschaffung gestellt. Zuerst werden die benötigten Logfiles selektiert und die Logmeldungen aus der Datei gelesen. Nach dem diese gelesen wurden, können diese in eine geeignete Datenstruktur überführt werden. Im Anschluss daran wird mittels eines Filters geprüft, ob das aktuelle Datum benötigt wird. Alle nicht benötigten Daten werden verworfen. Dieses Vorgehen reduziert das

Datenaufkommen enorm. Wenn alle Daten gelesen wurden, werden diese in eine abstrakte Datenform gewandelt, sodass es für jede Auswertung eine unabhängige Datenschnittstelle existiert.

Bei der Benutzeroberfläche wurde darauf geachtet, dass die Oberfläche den Firmenstandards entsprechen. Dabei wird sehr auf die Ergonomie der Software geachtet.

Softwaretests

Im Folgenden wird auf die Softwaretests eingegangen. Da viele Funktionen implementiert wurden, müssen all diese Funktionen mit geeigneten Testmethoden getestet werden. Dabei unterteilt sich der Softwaretest wieder anhand des Vorgehensmodells in die Tests der Infrastruktur und die Tests der einzelnen Auswertungen. Vor der Realisierung der Infrastruktur wurde ein Testskript verfasst. Die Testfälle in diesem Testskript testen die Funktionalität der jeweiligen Komponente. Ein Teil der Tests sind Modultests. Dabei wird jede Komponente die in der Bachelorarbeit in der Bausteinsicht besprochen wurde, nach der Funktionalität getestet. Daraufhin folgen die Integrationstests, welche das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten auf deren Funktionstüchtigkeit überprüft. Der Systemtest in dem das gesamte System überprüft wird, findet erst jeweils bei den Auswertungen statt. Bei den Auswertungen ist die innere Struktur der Pakete ähnlich aufgebaut wie der Kontext der ersten Ebene. Für jede Auswertung wurde vor der Implementierung ein Testskript erstellt. Dieses enthält ebenfalls Modultests, um die einzelnen Komponenten der Auswertung zu testen. Nach Abschluss dieser Tests werden Integrationstests durchgeführt. Dabei werden die einzelnen Komponenten mit Testdaten konkret auf deren Funktion getestet. Abschließend wird für die jeweilige Auswertung ein Systemtest durchgeführt. Dabei wird aus Sicht des Anwenders die Auswertung ausgeführt und auf Korrektheit überprüft. Erst nach einer kompletten Testabdeckung ist das System bereit. In der Bachelorarbeit wurde die Infrastruktur erfolgreich getestet. Bei den Auswertungen wurden zwei von drei Auswertungen in vollem Umfang getestet.

Fazit und Ausblick

Im Folgenden wird ein Fazit für das Projekt gezogen und ein Ausblick auf die weitere Entwicklung gegeben. Im Rahmen der Arbeit wurde ein neues Inbetriebnahme-Werkzeug zur automatisierten Leistungs-Auswertung bei Intralogistikanlagen im Bereich der Fördertechnik konzipiert und ein Prototyp implementiert. Es wurde die Ausgangssituation des Projektes unter Berücksichtigung der technischen Rahmenbedingungen analysiert und daraufhin ein Vorgehensmodell definiert. In der Anforderungsanalyse wurden die Stakeholder identifiziert und nach deren Vorstellungen und Wünschen an das Werkzeug befragt. Daraus ergaben sich

die Anforderungen an das Tool. Mit diesen Informationen konnte eine Drei-Schichten-Architektur festgelegt und der Systemkontext abgegrenzt werden. Die Anforderungen an die Qualität der Software wurden beschrieben und in der Planung beachtet. Nach einer Anforderungsanalyse wurde die Software designt. Dabei wurde unterschieden zwischen der Infrastruktur und den einzelnen Auswertungen. Dieses Vorgehen ist auch bei der Implementierung beachtet worden. Das Ergebnis ist ein funktionsfähiger Prototyp mit dem Leistungsdaten je Meldepunkt und Durchlaufzeiten zwischen Meldepunkten ausgewertet werden können. Aufgrund der langen Planungsphase konnte die dritte Auswertung, die Bearbeitungszeit des Materialflussrechners, nicht mehr implementiert werden. Durch diese beiden Auswertungen ist es nun möglich eine Auswertung in unter drei Minuten zu erstellen, wofür vorher mehrere Tage benötigt wurden.

Das System ist für die Zukunft gerüstet, da es Modular aufgebaut ist, sodass mit wenig Aufwand eine Erweiterung des Werkzeugs möglich ist. Zum Beispiel können neue SPS Schnittstellen hinzugefügt werden ohne die Auswertungen zu verändern. Für die Auswertung der Bearbeitungszeit des Materialflussrechners gibt es nun ein Konzept, das einfach implementiert werden kann. Bei der Entwicklung wurden weitere Anforderungen gefunden, welche im Laufe der nächsten Entwicklungsphasen mit einbezogen werden können. Zu nennen sind weitere Wünsche der Stakeholder, wie zum Beispiel neue Auswertungen und die Möglichkeit bereits erstellte Auswertungen direkt miteinander vergleichen zu können. Dies führt dazu, dass das Projekt auch in Zukunft noch viele Perspektiven hat um die Effektivität einer Inbetriebnahme weiter zu steigern.

LITERATUR

- Günter Bamberg, "Statistik", Oldenburg, 2012
Heinrich Martin, "Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik", Vieweg + Teubner, 2009
Chris Rupp, „Requirements-Engineering und – Management“, Hanser, 2007
Stefan Zörner, "Softwarearchitekturen dokumentieren und kommunizieren: Entwürfe, Entscheidungen und Lösungen nachvollziehbar und wirkungsvoll festhalten", Hanser, 2015