

Standards aus dem Bereich der Anforderungsanalyse im Vergleich

Ausarbeitung im Fach „Spezielle Gebiete des Software Engineering“

Fachhochschule Bielefeld – Sommersemester 2022

Master Informatik

Autor: Benedikt Wiest

Datum: 29.06.2022

Inhalt

Einleitung	3
Einordnung der Anforderungsanalyse in den Softwareentwicklungsprozess	3
Projekt „Progroup PW14 Stryków“	4
Unternehmen MINDA Industrieanlagen GmbH	5
Unternehmen Progroup AG	5
Projektbeschreibung	6
CMMI – Capability Maturity Model Integration	11
Beschreibung	11
Abgrenzung zu anderen Modellen	11
Requirements Development (RD)	13
Ergebnisse	16
IEEE - Software Requirements Specification	20
Requirement Engineering Process Model	20
Software Requirements Specification	21
Ergebnisse	22
Vergleich der Ergebnisse	23
Vergleichbarkeit der Ergebnisse	23
Nutzbarkeit der Ergebnisse für die MINDA Industrieanlagen GmbH	23
Literaturverzeichnis	24
Anhang 1 – Formlose Interpretation der Bedürfnisse	25
Anhang 2 – Liste von Kundenanforderungen	26
Anhang 3 – Liste von Produktanforderungen	26
Anhang 4 – Software Requirements Specification	27

Einleitung

Im Rahmen von Softwareentwicklungsprojekten ist die Anforderungsanalyse ein elementarer Bestandteil. Aufgabe ist es „das Problem“ zu definieren, konkrete Bedürfnisse zu ermitteln und den Rahmen der Entwicklung zu definieren. Anforderungen sind die Schnittstelle zwischen Stakeholdern und Entwicklern. Eine Analyse der Anforderungen reduziert Fehlkommunikation, erhöht die Produktqualität und reduziert langfristig die Entwicklungskosten.

Gegenstand dieser Ausarbeitung ist ein Vergleich gängiger Standards aus dem Bereich der Anforderungsanalyse. Teile der ausgewählten Standards werden auf ein reales Projekt der Firma MINDA Industrieanlagen GmbH angewendet. Die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse werden anschließend verglichen und bewertet.

Zur Wahl des Themas und der Ausarbeitung dessen, hat mich meine Teilnahme an dem zugrundeliegenden Projekt und meine Tätigkeit als Software-Engineer bei der MINDA Industrieanlagen GmbH motiviert. Das Projekt, welches ursprünglich als Leuchtturm-Projekt für Folgeprojekte mit dem Kunden etabliert werden sollte, hat sich aufgrund zahlreicher Missverständnisse und besonders stark gestiegenen Kosten für die Softwareentwicklung negativ entwickelt. In meiner Rolle als Softwareentwickler habe ich an dem Projekt teilgenommen und retrospektiv festgestellt, dass eine umfangreichere Anforderungsanalyse geholfen hätte das Projekt erfolgreich (in cost and time) abzuschließen. Aus diesem Grund möchte ich ausarbeiten, welche Standards es im Bereich der Anforderungsanalyse gibt und in welchem Umfang sich diese für eine zukünftige Anwendung bei der MINDA Industrieanlagen GmbH eignen.

Einordnung der Anforderungsanalyse in den Softwareentwicklungsprozess

Unabhängig von der Wahl des Vorgehensmodells bei der Softwareentwicklung, ist die Anforderungsanalyse ein elementarer Bestandteil. In plangesteuerten Vorgehensmodellen, wie zum Beispiel dem Wasserfall-Modell, ist die Anforderungsanalyse die initiale Aktivität. Alle folgenden Aktivitäten bauen direkt oder indirekt auf den resultierenden Artefakten auf. In inkrementellen und agilen Vorgehensmodellen nimmt die Anforderungsanalyse weniger Raum ein, da sich die Anforderungen gemeinsam mit der Software entwickeln. Eine initiale, vollumfängliche Anforderungsanalyse findet nicht statt, stattdessen werden die Anforderungen erst grob umrissen und später immer weiter detailliert.

Projekt „Progroup PW14 Stryków“



Im Rahmen seiner Wachstumsstrategie baut die Progroup AG ein neues Wellpappformatwerk in Stryków, Polen. Das Projekt trägt den Namen PW14, der Präfix „PW“ steht für Produktionswerk, die Zahl 14 steht für das vierzehnte Produktionswerk der Progroup AG. Die in der Anlage produzierten Wellpappformate werden mit Hilfe, der von MINDA Industrieanlagen GmbH gelieferten Intralogistik bewegt. Neben einer direkten Anbindung an eine Fabrik zur Weiterverarbeitung der Wellpappe über eine Brücke, wird auch ein 55 Meter hohes Hochregallager und ein eigener Versandbahnhof für Lastkraftwagen gebaut. In seiner Rolle als Lieferant der Intralogistik übernimmt MINDA die zentrale Anlagensteuerung auf Leitebene, die Vernetzung der Anlagen mit den Systemen der Progroup AG und die Abwicklung der Übergabe an Weiterverarbeiter und Logistikdienstleister. Am Standort Stryków investiert die Progroup AG insgesamt über 70 Millionen Euro für den Aufbau einer hochmodernen und automatisierten Produktion von Wellpappformaten. Gemeinsam mit dem benachbarten Werk der Progroup steigt das Volumen für Wellpappproduktion auf über 825 Millionen Quadratmeter Wellpappe. Die polnische Kleinstadt wird damit zur größten Produktionsstätte von Wellpappe weltweit.

Die Verhandlungen über den Auftrag zwischen der MINDA Industrieanlagen GmbH und der Progroup laufen bereits seit 2019. Nach der Auftragserteilung Mitte 2020, begann der Bau des Produktionsstandortes im Februar 2021. Aufgrund der COVID-19 Pandemie und den damit einhergehenden weltwirtschaftlichen Problemen, gab es mehrere Verschiebungen der ursprünglich für Mai 2022 geplanten Inbetriebnahme. Mit Aufkommen der weltweiten Störungen von Lieferketten (Chip-Krise) und dem Ukraine Konflikt wurde die Übergabe der Industrieanlage auf Ende 2022 verschoben. Gegenwärtig ist bereits absehbar, dass dieser Termin

erneut verschoben werden muss. Ein Abschluss des Projekts vor Ende 2023 ist unwahrscheinlich.

Unternehmen MINDA Industrieanlagen GmbH

Die MINDA Industrieanlagen GmbH hat ihren Hauptsitz in Minden. Dort und auch an den weiteren Standorten in Stadthagen, Tangermünde und Granite Falls (USA) werden Anlagen zum vollautomatischen Warentransport für Kunden in der Wellpapp-Industrie und Maschinen für die Massivholzindustrie konstruiert und montiert. Die gefertigten Maschinen und Anlagen werden weltweit vertrieben und in Betrieb genommen. Bei allen verkauften Anlagen handelt es sich um individuell, auf Kundenanforderungen angepasste Lösungen.

Der vollautomatische Warentransport für Kunden in der Wellpapp-Industrie, wird mir verschiedenen Elementen der Fördertechnik realisiert. Neben klassischen, fest verankerten, Förderelementen, wie zum Beispiel Rollenbahnen oder Kettenförderern, werden auch fahrerlose Transportsysteme betrieben. Diese bewegen sich auf Schienen durch die Produktionsstätte des Kunden und stellen eine mehrdimensionale Fördermöglichkeit dar. Auch vertikale Fördertechnik, in Form von Aufzügen oder Hubwerken, wird angeboten. Zur Lagerung von Ware werden auch Hochregallager und Flächenlager verbaut. Neben dem mechanischen Produkt, verkauft MINDA auch die dazugehörige Software zur Materialflussteuerung (MCS), Visualisierung des Anlagenstatus (MoveIT) und zur statistischen Auswertung von Anlagendaten. Als Entwickler der Intralogistik fällt MINDA häufig auch die Aufgabe der Vernetzung der Anlagenbestandteile mit Fremd-/ oder Eigensystemen des Kunden zu.

Ein komplexes Fördersystem ist technisch vielschichtig: die physische Anlage mit den vielen mechanischen Komponenten und der Sensorik, wird durch eine Gruppe von SPS-Systemen gesteuert. Innerhalb dieser Schicht erfolgt die Steuerung der Anlagen auf Basis der Sensoren und der Aktoren. Oberhalb der SPS ist die übergeordnete Steuerungstechnik angeordnet. Diese enthält die Logik der Materialflussteuerung, Schnittstellen zu Drittsystemen und die Benutzerschnittstelle. Die Kompetenzen aller Fachbereiche werden bei der MINDA Industrieanlagen GmbH intern gebündelt, wobei die Fachbereiche Mechanische Konstruktion und Elektrotechnische Konstruktion in den vergangenen

Unternehmen Progroup AG

Bei der Progroup AG handelt es sich um einen deutschen Hersteller von Wellpappe. Das Unternehmen erwirtschaftet mit 3 Rohpapierfabriken, 12 Wellpappformatwerken, einem Logistikunternehmen und einem Heizkraftwerk einen Umsatz von 1,3 Milliarden € (2021). Im Vergleich zu den anderen Unternehmen in der Branche, tritt die Progroup nur als Produzent von unverarbeiteter Wellpappe auf. Diese wird an Unternehmen verkauft, welche die produzierte Wellpappe in Kartonagenprodukte weiterverarbeiten. Insbesondere der weltweite Trend zum Online-Versandhandel und der Wandel zu nachhaltigen Verpackungsmaterialien sind in den vergangenen Jahren ein Wachstumstreiber des Unternehmens geworden. Neben den 12 in Betrieb befindlichen Wellpappformatwerken, befinden sich 3 weitere Werke im Bau. Planungen für 2 weitere Produktionswerke laufen. Die Intralogistik der Produktionswerke 1-13 wurde durch einen direkten Mitbewerber der MINDA Industrieanlagen GmbH geliefert. Nach einer Konsolidierung der Umsetzungsmöglichkeiten, plant die Progroup AG für die beiden (baugleichen) Werke PW14 und PW15 mit den Systemen von MINDA. Eine langfristige Partnerschaft wird angestrebt. Das ausgehandelte Auftragsvolumen zwischen der Progroup AG und MINDA Industrieanlagen beträgt ca. 15 Millionen €.

Projektbeschreibung

Im folgenden Abschnitt wird das Projekt PW14 beschrieben. Der Fokus liegt hierbei auf den zugrundeliegenden Prozessen der Industrieanlage(n), der Materialflusssteuerung und den Schnittstellen zu den Projektpartnern.

Im Rahmen der Auftragsverhandlungen wurde gemeinsam mit der Progroup AG ein Konzept für die Intralogistik des Werks entwickelt. In die Auftragsverhandlung und die Konzepterstellung war kein Mitarbeiter der Softwareentwicklung involviert. Bestandteil des Konzepts ist ein sogenanntes Layout, in welchem die physischen Elemente der Intralogistik konzeptionell positioniert werden. Die resultierende CAD-Zeichnung der Fabrik wird auch Aufstellungsplan genannt. Zum Konzept gehört außerdem eine grobe, textuelle, Beschreibung der Abläufe innerhalb der Anlage.



Abbildung 1 - Überblick Untergeschoss PW14



Abbildung 2 - Überblick Obergeschoss PW14

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen einen Auszug aus dem CAD Aufstellungsplan. Farblich eingezeichnet sind die elementaren Bereiche der Fabrik aus MINDA Perspektive. Die eingezeichneten Pfeile repräsentieren jeweils die Richtung der Materialfluss in dem gekennzeichneten Bereich.

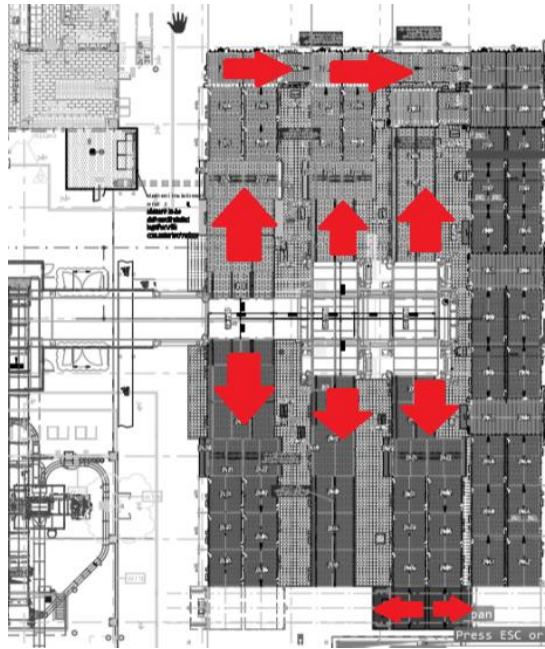


Abbildung 3 - Details roter Bereich - WPA Abtransport

Roter Bereich: In diesem Bereich befindet sich das sogenannte „Dry End“ der Wellpappproduktionsanlage (geliefert durch die Firma BHS Corrugated GmbH - folgend WPA abgekürzt) und Fördertechnik, welche dem Abtransport der produzierten Waren dient. Im Bereich des Dry End schichtet die WPA die produzierte Wellpappe, in Form von Bögen, auf. Die maximale Länge beträgt 3200mm, die maximale Breite etwa 2500mm. Die sogenannten Nutzen werden auf eine Höhe von bis zu 2 Meter geschichtet. Fertig gestapelte Blöcke werden aus der WPA gefördert. Sie fahren in Richtung der rot eingezeichneten Pfeile bis ans Ende der Strecke. Auf dem Weg finden eine Akkumulation und Optimierung der Nutzen statt. Hierbei werden jeweils mehrere Nutzen zu einem Block zusammengestellt, um ein ideales Transportmaß zu erhalten. Am Ende der Strecke befinden sich im oberen Bereich Fördertechnik, welche einen Wechsel der Transportrichtung zulässt, sogenannte Winkelübergaben. Am unteren Ende der Strecke befindet sich ein Transferwagen – ein fahrerloses Transportsystem auf Schienen, welches die mehrdimensionale Förderung von Waren ermöglicht.

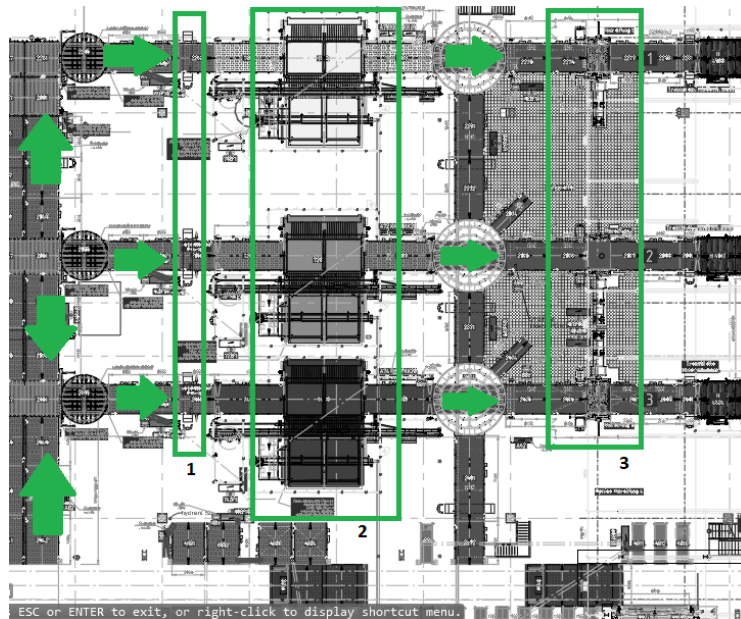


Abbildung 4 - Details grüner Bereich - Sicherung

Grüner Bereich: In diesem Bereich werden die fertig gestapelten Blöcke für den Transport gesichert. Die Sicherung erfolgt gegen Kippen, Verrutschen und zur Komprimierung der Blöcke. Der Materialfluss erfolgt von links nach rechts. Auf der Fördertechnik links erfolgt ein Aufstauen der Blöcke, hierbei ist eine optimale Auslastung der folgenden 3 Querstrecken zu beachten. Nach einfahren in eine der 3 Querstrecken, erfolgt eine Konturkontrolle der Blöcke (erstes grünes Rechteck in Abbildung 3). Blöcke welche verrutscht, oder in falscher Höhe gestapelt worden sind, werden nicht weiter gesichert und ausgeschleust. Bestätigt die Konturenkontrolle das die Blöcke fehlerfrei sind, wird weitergefördert. Im nächsten Schritt erfolgt die Beladung von Paletten mit den gestapelten Blöcken. Hierfür wurde eine Maschine entwickelt, welche den Block anhebt und eine (oder mehrere) Leerpallette unterschiebt. Anschließend wird der Block wieder abgesenkt und steht auf der Palette. Nach erfolgreicher Beladung wird der Block weiter gefördert. Über eine sogenannte Drehscheibe, welche das Drehen und Abgeben eines Blocks in 4 Richtungen ermöglicht, gelangt die Ware zu den Umreifungsmaschinen. In den Umreifungsmaschinen wird der Block mit herkömmlichen Kunststoffbändern auf der Palette gesichert.

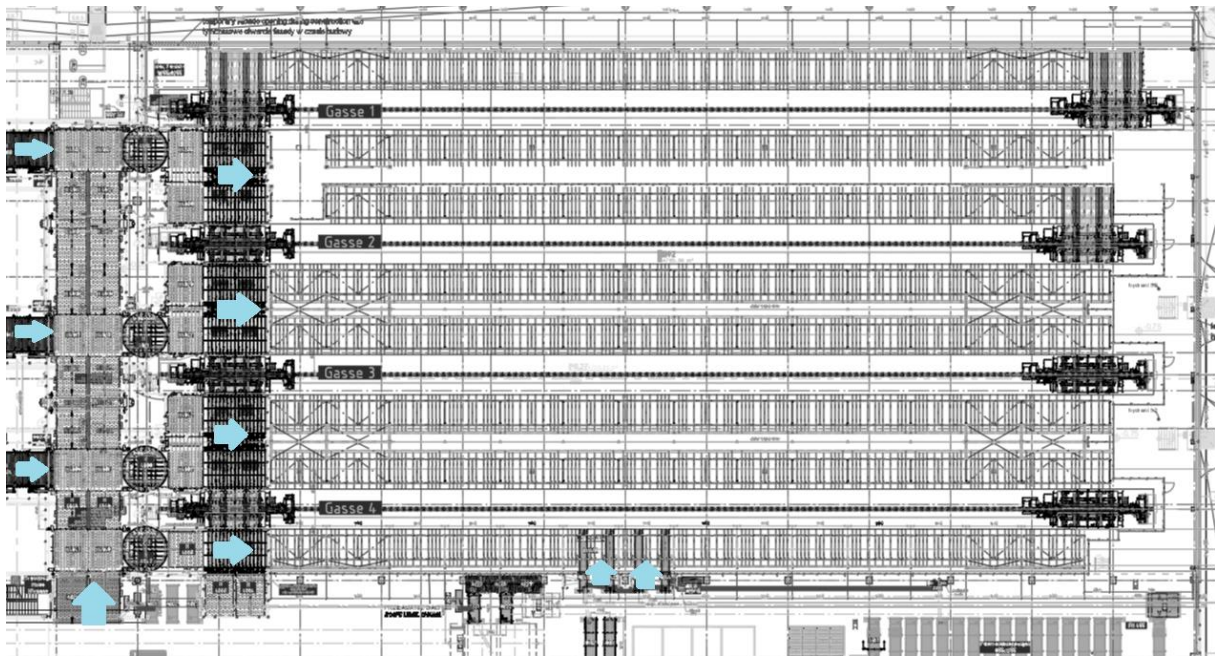


Abbildung 5 - Details blauer Bereich – Hochregallager

Hellblauer Bereich: In diesem Bereich erfolgt die Zuführung zum Hochregallager. Das Hochregallager und die sogenannte Vorzone werden nicht von MINDA geliefert, sondern durch die Firma Hörmann Logistic Solutions GmbH. MINDA fördert die erfolgreich gesicherten Blöcke zu den Regalbediengeräten, welche diese dann aufnehmen und im Hochregallager platzieren. Insgesamt stehen 4 Regalgassen zur Verfügung. Neben der Zuführung von Ware, ermöglicht das Hochregallager auch die Aufnahme von Leerpaletten, welche als Arbeitsmaterial für die Palettenbeladestationen im grünen Bereich dienen. Diese werden über eine separate Zuführung (blaue Pfeile im unteren Bereich von Gasse 4 in Abbildung 4) eingebracht.

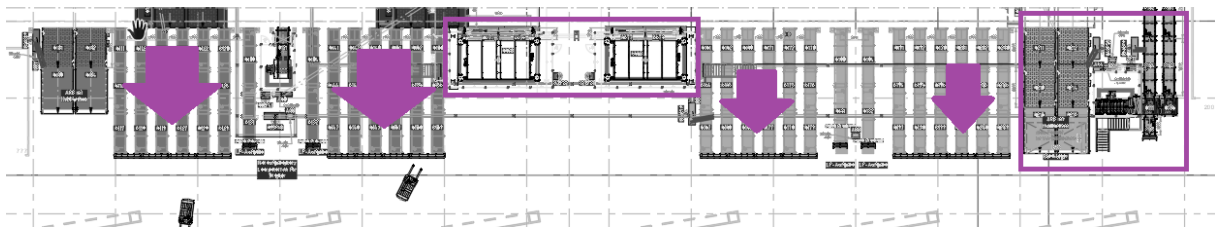


Abbildung 6 - Details lila Bereich – Versandbahnhof

Lila Bereich: In diesem Bereich wird die ausgelagerte Ware an die Versanddienstleister (vorwiegend polnische Spediteure) übergeben. Die Abfertigung erfolgt an 4 Übergabebereichen. Die Ware wird in einem der 4 Bereiche gestaut und anschließend mit Staplern abgenommen und auf LKWs verladen. Die Optimierung der LKW-Ladung und genaue Anweisungen für den Staplerfahrer werden durch MINDA bereitgestellt. Die lila Rechtecke in Abbildung 6 zeigen außerdem die 3 Aufzüge, welche dem Warenaustausch zwischen Untergeschoss und dem Obergeschoss dienen. Primäre Aufgabe der Aufzüge ist der Transport von ausgelagerten Waren aus dem Hochregallager zum Versandbahnhof.

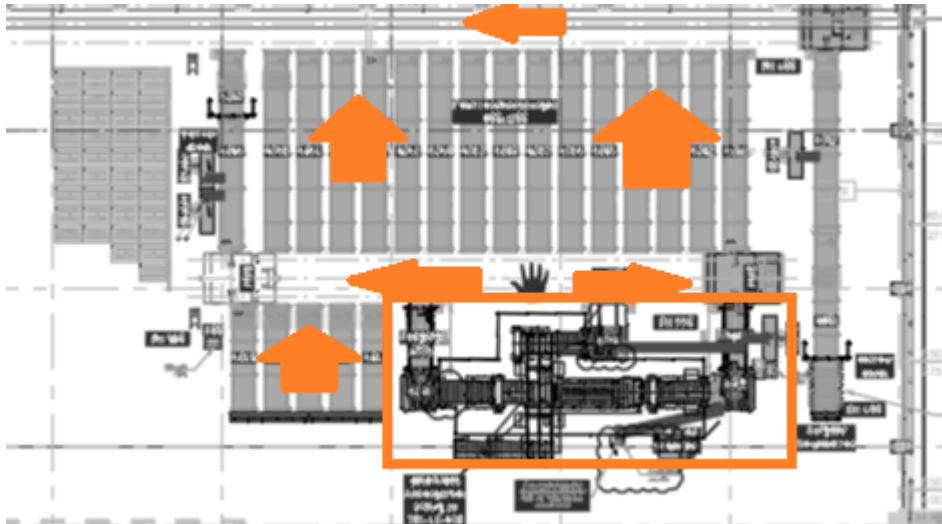


Abbildung 7 - Details orangener Bereich - Palettenprüfanlage

Orangener Bereich: In diesem Bereich befindet sich die Palettenprüfanlage und das Leerpalettenlager. Die Anlieferung von gebrauchten Euro-Paletten erfolgt per LKW. Angelieferte Paletten werden über Aufsetzplätze (Abbildung 7 – Pfeil unten links) eingebracht. Ein Transferwagen verfährt die Paletten in ein Lager. Wenn die Palettenprüfanlage (orangenes Rechteck) bereit zur Aufnahme von Paletten ist, entnimmt der Transferwagen Paletten aus dem Lager und verfährt diese zur Palettenprüfanlage. Erfolgreich geprüfte Paletten werden durch den Transferwagen wieder ins Lager gebracht und dort von einem anderen Transferwagen (oberster Pfeil) zur Zuführung an Gasse 4 verfahren.

Dunkelblauer Bereich: Dieser Bereich befindet sich im Obergeschoss der Anlage, oberhalb des hellblauen und grünen Bereichs. Die Auslagerung von angeforderter Ware erfolgt durch die Regalbediengeräte. Die ausgelagerte Ware wird über Standardfördertechnik zu den Aufzügen verfahren. Neben den Aufzügen kann die Ware auch in die entgegengesetzte Richtung verfahren werden. Dort befindet sich eine Brücke zu einem Werk, welches die Wellpappe zu Kartonagen weiterverarbeitet.

Hellgrüner Bereich: In diesem Bereich befinden sich die Aufzüge, welche dem Austausch von Waren zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss dienen.

Gelber Bereich: In diesem Bereich werden die Leerpaletten an die Palettenbeladestationen geliefert. Die Übergabe an dieser erfolgt über Winkelübergaben an 3 Stellen (vgl. Abbildung 2). Die Leerpaletten werden anschließend mit einem speziell entwickelten Roboter ins Erdgeschoss herunter gereicht.

CMMI – Capability Maturity Model Integration

Beschreibung

Bei Capability Maturity Model Integration (CMMI) handelt es sich um eine Sammlung von Modellen für die Produktentwicklung, den Einkauf und die Erbringung von Dienstleistungen. Bei den Modellen handelt es sich um einen Werkzeugkasten mit geprüften und erprobten Praktiken, welche der Verbesserung der Prozesse eines Unternehmens dienen. Neben den Praktiken können Organisationen hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen analysiert werden. In der CMMI Version 2.0 (veröffentlicht in 2018) sind 3 Modelle enthalten:

- CMMI for Development (für Entwicklung von Software, Hardware oder Systemen)
- CMMI for Supplier Management (für den Bezug/Einkauf von Software, Hardware oder Systemen)
- CMMI for Services (Erbringung von Dienstleistungen)

Jedes der Modelle beinhaltet eine Reihe von Prozessgebieten. Die Prozessgebiete setzen sich dabei nicht aus fertigen Prozessen zusammen, sondern beinhalten Ziele und Praktiken zur Erreichung der Ziele. Ein einfaches Beispiel:

Ziel: *„Software dem Kunden zur Verfügung stellen“*

Praktiken: *„Software kompilieren“, „Software testen“, „Software deployen“*

Zur Erreichen des Ziels, müssen die Praktiken, individuell nach Bedürfnissen der Organisation, mit konkreten Aktivitäten ausgeprägt und in einer passenden Reihenfolge implementiert werden. Eine (gängige) Reihenfolge der Praktiken wird in der Regel durch das Modell vorgeschlagen. Das Modell beinhaltet auch weitere Hinweise zu den Zielen und Praktiken. So werden für Praktiken gängige Aktivitäten und mögliche Ergebnisse vorgeschlagen. Ziele werden detailliert erklärt. Die in den Modellen enthaltenen Prozessgebiete werden in Kategorien unterteilt. Die Prozessgebiete Projektmanagement, Support und Prozessmanagement sind in jedem Modellgebiet ähnlich enthalten. Zusätzlich enthält jedes Modell eine individuelle Kategorie – in dem für diese Arbeit relevanten Modell CMMI for Development handelt es sich dabei um die Kategorie Engineering. Die Kategorisierung der Modelle sorgt durch die gemeinsame Struktur und gemeinsamen Kern für eine höhere Interoperabilität der Modelle. [1]

Abgrenzung zu anderen Modellen

CMMI versteht sich nicht als konkretes Vorgehensmodell, sondern dient den einsetzenden Unternehmen zur Verbesserung der Prozesse. Aus diesem Grund liefert CMMI nicht nur gängige Ziele und fachliche Praktiken, sondern auch Werkzeuge, welche die objektive Bewertung der Prozesse ermöglichen.

Das Konzept der Fähigkeitsgrade zielt darauf ab, eine möglichst hohe Institutionalisierung zu erreichen. Eine hohe Institutionalisierung ist erreicht, wenn die eingeführten Prozesse in die selbstverständliche Arbeitsweise der Organisation übergegangen sind und auch unter hohen Belastungen gelebt werden. CMMI unterstützt die Organisation durch die Bereitstellung von sogenannten generischen Praktiken bei der Erhöhung der Institutionalisierung. Die generischen Praktiken sind jeweils analog zu den fachlichen Praktiken in den Modellen enthalten. Die Bewertung wird anhand folgender Metrik bestimmt: [2]

Fähigkeitsgrad	Bezeichnung	Beschreibung
0	Unvollständig	Die definierten fachlichen Ziele werden nicht erreicht.
1	Durchgeführt	Die fachlichen Ziele werden erreicht.
2	Geführt	Es erfolgt eine Steuerung der Arbeit.
3	Definiert	Es wird ein etablierter Standardprozess zur Erreichung der fachlichen Ziele „gelebt“ und verbessert.

CMMI-Modelle werden umgangssprachlich auch „Reifegrad-Modelle“ genannt, da ein weiterer wesentlicher Bestandteil der Modelle die Beurteilung von Prozessentwicklung auf Basis von Entwicklungsplateaus ist. Die Beurteilung erfolgt dabei in 5 aufeinander folgenden Leveln:

Reifegrad	Bezeichnung	Beschreibung
1	Initial	Prozesse auf niedrigem Niveau, i.d.R. nicht ausgeprägt.
2	Geführt	Projekte wurden durchgeführt, Strukturen etabliert und fachlich Ergebnisse können geliefert werden
3	Definiert	Es haben sich abrufbare Strukturen und Prozesse entwickelt. Ergebnisse können wiederholt abgerufen werden.
4	Quantitativ geführt	Prozesse werden auf Basis von messbaren Faktoren gesteuert und statistisch analysiert.
5	Prozessoptimierung	Prozesse werden permanent optimiert und analysiert.

Fähigkeitsgrade beurteilen einzelne Prozessgebiete, Reifegrade beurteilen dagegen Mengen von Prozessgebieten. Dies hat zur Folge das sich Prozessoptimierungen innerhalb von Organisationen besser priorisieren lassen.

Die Einordnung von Prozessgebieten in Fähigkeitsgrade und die Einordnung von Prozessgebiet-Mengen, erfolgt auf Basis von sogenannten SCAMPI Untersuchungen. In diesem speziellen Verfahren, welches ausschließlich zertifiziertes Personal durchführen darf, findet eine detaillierte Bewertung der Situation statt (Appraisal Verfahren) [1] [2].

Requirements Development (RD)

Innerhalb dieser Ausarbeitung sollen Standards aus dem Bereich der Anforderungsanalyse bei der Softwareentwicklung verglichen werden. Das zu wählende CMMI-Modell ist daher „CMMI for Development“. Das Modell enthält die beiden Prozessgebiete Anforderungsentwicklung und Anforderungsmanagement. Das Prozessgebiet Anforderungsentwicklung wird in die Kategorie Engineering eingeordnet. Anforderungsmanagement dagegen fällt in die Kategorie Projektmanagement. Für diese Ausarbeitung ist daher vorrangig das Prozessgebiet Anforderungsentwicklung relevant.

Im Folgenden werden das Prozessgebiet Anforderungsentwicklung, die enthaltenen Praktiken und Ziele beschrieben und anschließend ein einfacher Prozess aufgestellt. Mit dem entwickelten Prozess wird anschließend eine Anforderungsentwicklung durchgeführt. Die Beschreibung und Diskussion der Ergebnisse erfolgen im Kapitel Ergebnisse.

Das Prozessgebiet Anforderungsentwicklung beinhaltet folgende Aktivitäten:

- Ermittlung, Analyse, Validierung und Kommunikation von Bedürfnissen des Kunden. Erwartungshaltung ermitteln.
- Aufnahme der Bedürfnisse von Stakeholdern
- Aufnahme von Anforderungen betreffend des Lebenszyklus der Software
- Aufnahme von funktionalen und qualitativen Anforderungen
- Festlegung einer Menge an ersten Anforderungen

Beschrieben werden 3 Arten von Anforderungen – Kundenanforderungen, Produktanforderungen und Anforderungen an den Produktlebenszyklus. [1]

Die spezifischen Ziele des Prozessgebiets lauten „*Kundenanforderungen entwickeln*“, „*Produktanforderungen entwickeln*“ und „*Anforderungen analysieren und validieren*“. In einem ersten Schritt werden die konkreten Anforderungen des Kunden entwickelt. Die entwickelten Anforderungen werden anschließend in Produktanforderungen transformiert und im letzten Schritt „*Anforderungen analysieren und validieren*“ hinsichtlich der Vereinbarkeit mit den Kundenanforderungen analysiert und validiert.



Abbildung 8 - Prozessgebiet - Betrachtung als Zeitstrahl

Wie in Abbildung 8 illustriert, können die spezifischen Ziele mit den untergeordneten spezifischen Praktiken in einem Zeitstrahl betrachtet werden. Der Prozess „*Anforderungsentwicklung*“ setzt sich dabei aus den Inkrementen der spezifischen Ziele und deren Praktiken zusammen.

Zur Erreichung des Ziels „*Kundenanforderung entwickeln*“ sind folgende Praktiken vorgesehen [1]:

Praktik	Beschreibung
Bedürfnisse herausfinden	Proaktive Ermittlung von Kundenbedürfnissen. Hierzu können beispielsweise Arbeitsgruppen für Themenbereiche gebildet werden. In Kontakt zum Kunden können Erwartungshaltungen erfragt werden oder gemeinsame Brainstormings durchgeführt werden. Auch User Stories

	oder Umfragen können hilfreich sein. Beachtung von Anforderungen aus Bereichen welche der Kunde eventuell nicht direkt erkennt. Mögliches Ergebnis ist ein formloses Dokument mit aufgelisteten Bedürfnissen.
Bedürfnisse der Stakeholder in Kundenanforderungen überführen	In diesem Schritt werden die vorher ermittelten Bedürfnisse in konkrete Anforderungen übersetzt. Hierzu müssen Unklarheiten ggf. aufgelöst und ein gemeinsames Verständnis entwickelt werden. Ergebnis kann eine priorisierte Liste mit konkreten Anforderungen sein.

Zur Erreichung des Ziels „*Produktanforderungen entwickeln*“ sind folgende Praktiken vorgesehen [1]:

Praktik	Beschreibung
Anforderungen an Produkte und Produktbestandteile etablieren	Kundenanforderungen in Kundenterminologie in technische „Sprache“ übersetzen. Ergebnisse dieser Praktik können z.B. eine Liste der Produktanforderungen und/oder Architektur Anforderungen sein
Anforderung an Produktbestandteile zuweisen	Innerhalb der Produktarchitektur definierten Bestandteilen werden konkrete Anforderungen zugewiesen. Ergebnisse dieser Praktik können z.B. Vorläufige Anforderungszuweisungen oder Designeinschränkungen sein.
Schnittstellenanforderungen identifizieren	Identifikation von Schnittstellen und beschreiben der Anforderungen an diese. Ergebnisse könnte z.B. eine Liste mit den Schnittstellenanforderungen sein.

Zur Erreichung des Ziels „*Anforderungen analysieren und validieren*“ sind folgende Praktiken vorgesehen [1]:

Praktik	Beschreibung
Betriebskonzepte und Anwendungsszenarien etablieren	Entwicklung von Anwendungsszenarien (z.B. Abfolgen von Ereignissen beim Einsatz des Produkts) und/oder Betriebshandbüchern (Beschreibung von Abläufen beim Betrieb des Produkts). Entwickelte Artefakte sollen die Designentscheidungen erleichtern. Ergebnisse können z.B. textuell beschriebene Anwendungsszenarien, Use-Case Diagramme oder Betriebskonzepte für das Produkt/Produktbestandteile
Definition erforderlicher Funktionalität und Qualitätsattribute etablieren	Funktionale Analyse durchführen, um den konkret benötigten Funktionsumfang zu definieren. Definition von Qualitätskriterien welche Einfluss auf die Produktarchitektur haben. Ergebnisse können eine funktionale Architektur, oder Aktivitätsdiagramme sein.
Anforderungen analysieren	Herausfinden welche Anforderungen notwendig und hinreichend sind. Fehlerhafte Anforderungen müssen

	aufgelöst werden. Basis bilden für sehr feingranulare Anforderungen.
Anforderungen analysieren und abgleichen	Ermittelte Anforderungen vor dem Hintergrund der Bedürfnisse und Einschränkungen der Stakeholder analysieren und abgleichen. Ergebnis kann bspw. eine Bewertung von Risiken mit Bezug zu Anforderungen sein.
Anforderungen validieren	Validierung der Anforderungen, um sicherzustellen, dass das Produkt den Erwartungen und Bedürfnissen der Stakeholder entspricht.

Unter Einhaltung der beschriebenen Ziele und Praktiken wird nun ein High-Level Prozess modelliert, welcher (vereinfacht) den Anforderungen der MINDA Industrieanlagen in dem Projekt PW14 und den folgenden Projekten mit der Progroup AG entspricht. Die Modellierung erfolgt vereinfacht angelehnt an den BPMN Standard.

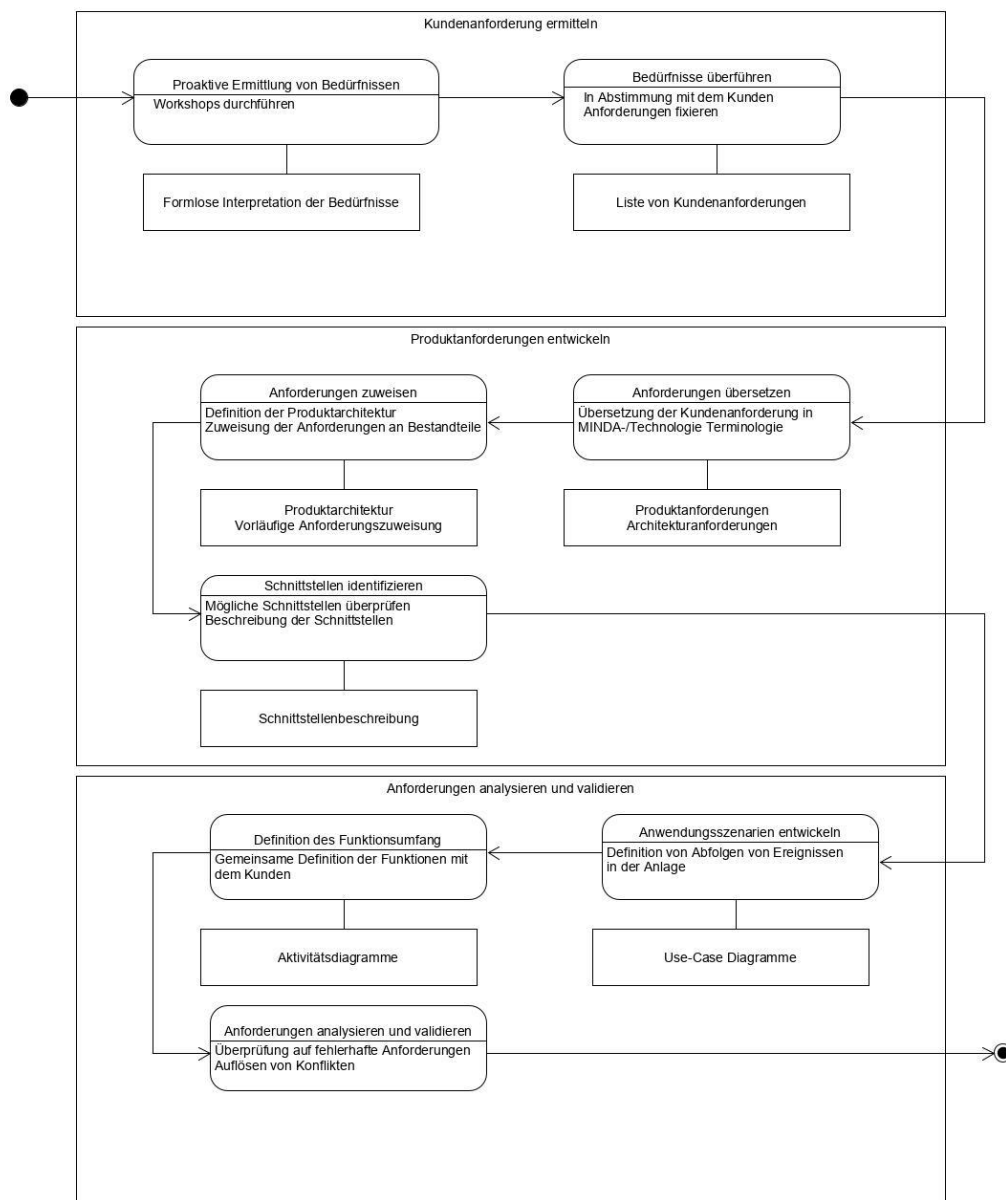


Abbildung 9 - Modellierter Prozess

In Abbildung 9 ist der modellierte Prozess illustriert. Im Vergleich zu den Praktiken der Prozessgruppe wurden Änderungen vorgenommen, um die Komplexität im Rahmen der Ausarbeitung zu reduzieren.

Ergebnisse

Unter Zuhilfenahme des oben modellierten Prozesses wurde eine Anforderungsentwicklung durchgeführt. Die Anforderungsentwicklung wurde prototypisch durchgeführt. Eine vollständige Ausarbeitung der Prozessschritte und der CMMI-Prozessgruppe (hinsichtlich der Menge an Anforderungen für diese Industrieanlage) überschreitet den Umfang dieser Ausarbeitung erheblich.

Die umgesetzten Prozessaktivitäten und die daraus resultierenden Artefakte werden im Folgenden erklärt.

Im Rahmen der Ermittlung von Bedürfnissen wurde angenommen, dass ein fiktiver Workshop durchgeführt wurde, in welchem der Kunde seine ersten Vorstellungen geäußert hat. Die Anforderungen wurden in diesem Schritt vollkommen formlos aufgenommen und als einfache Stichpunkt-Liste geführt.¹

Die in Stichpunkten aufgenommenen Bedürfnisse wurden zur Formalisierung im nächsten Schritt in eine Excel-Tabelle eingefügt und ausformuliert, soweit dies nötig war, um aus den Bedürfnissen konkrete Anforderungen zu machen. Des Weiteren wurde den Anforderungen ein konkreter Stakeholder zugeordnet.²

Anforderung	Stakeholder
Schnittstelle zum Hersteller der WPA	Progroup + BHS
Austransport aus WPA zweiseitig	Progroup + BHS
Optimierung von Sondermaßen auf dem Ableger	Progroup
Auslastung der Querstrecke optimieren	Progroup
Zielfindung aller Winkeübergaben und Drehscheiben konfigurierbar (Füllstände, Wartezeit, Verfügbarkeit, HRL Gassenwunsch,...)	Progroup
Blöcke des gleichen Auftrag zusammenhalten - Batching	Progroup

Abbildung 10 - Auszug aus "Liste der Kundenanforderungen"

Gemäß des aufgestellten Prozessmodells wird aus den formulierten Kundenanforderungen nun eine Liste mit Produktanforderungen. Hierzu werden aus den Kundenanforderungen fachliche Anforderungen extrahiert und in Technologie oder MINDA Terminologie übersetzt. Zur Umsetzung habe ich mich für eine Excel Tabelle entschieden.³

Anforderung	Stakeholder
Datei-Schnittstelle zu BHS implementieren. Nutzung von Schnittlisten zur Bestimmung des auslaufenden Blocks und der Richtung zu der ausgefordert werden.	Progroup + BHS
Optimierungs- und Akkumulierungsfunktion für Sondermaße auf dem Ableger vorsehen.	Progroup
Telegramm Struktur zwischen SPS und Leitsteuerung implementieren für Optimierung auf besondere Maße.	MINDA
Sammel-Funktion auf Querstrecke implementieren.	Progroup
Trennen-Funktion auf Querstrecke implementieren.	Progroup

Abbildung 11 - Auszug aus "Liste von Produktanforderungen"

Aus den nun ermittelten Produktanforderungen können Anforderungen bzgl. der Struktur des Systems extrahiert werden. Diese Informationen werden im nächsten Schritt in einer Produktarchitektur verarbeitet. Die entstandene Produktarchitektur (Abbildung 12) beinhaltet

¹ Vgl. Anhang 1 „Formlose Interpretation der Bedürfnisse“

² Vgl. Anhang 2 „Liste von Kundenanforderungen“

³ Vgl. Anhang 3 „Liste von Produktanforderungen“

das System „Minda Control System“, welches übergeordnet für die Leitsteuerung, Visualisierung und Bereitstellung verantwortlich ist. Enthalten sind auch alle, bis zu diesem Prozessschritt, ermittelten Schnittstellenpartner.

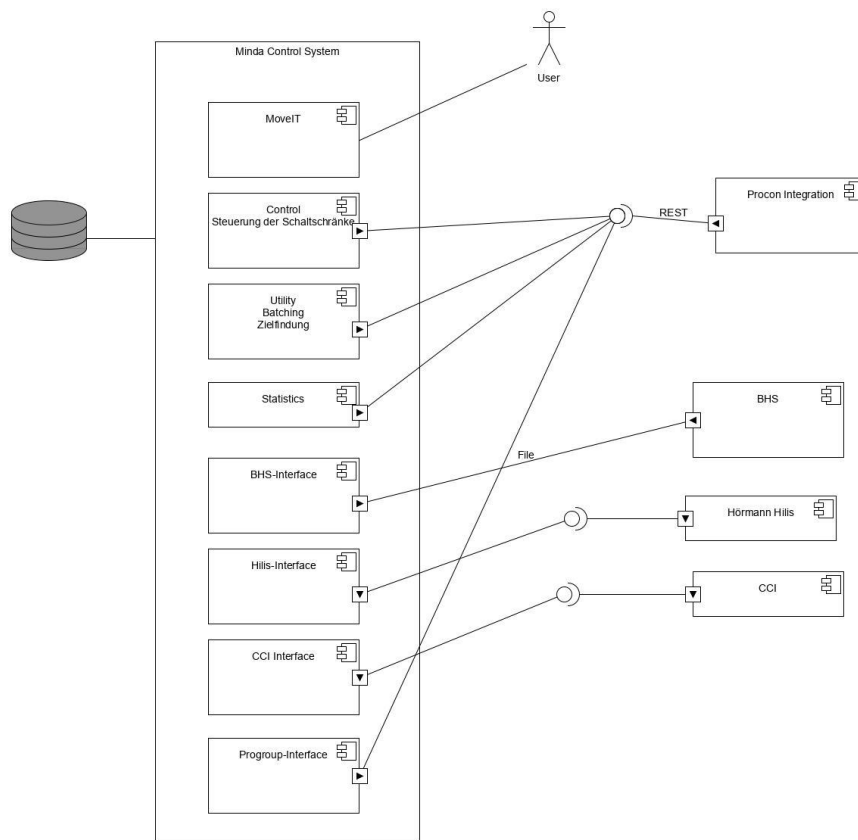


Abbildung 12 - Produktarchitektur

Auf die Erstellung von Schnittstellenbeschreibungen wurde in dieser Ausarbeitung verzichtet, da die Erstellung von Schnittstellenbeschreibungen in diesem Projekt nicht nötig war. Die Schnittstellenbeschreibungen wurden jeweils durch die Schnittstellenpartner bereitgestellt.

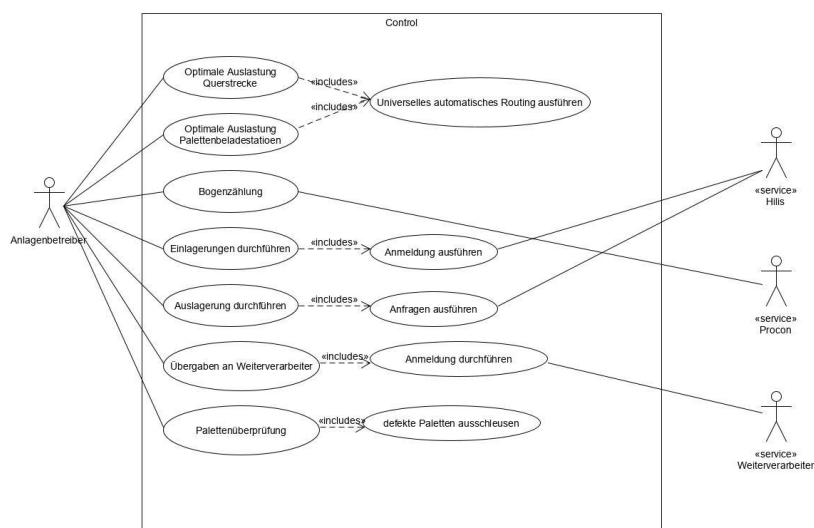


Abbildung 13 - Use Case "Control"

Zur Erreichung des letzten spezifischen Ziels „Anforderungen analysieren und validieren“ wurden zwei Use-Case-Diagramme erstellt. Im Use-Case „System Control“ (vgl. Abbildung 13) werden die Anforderungen und Abhängigkeiten dargestellt, welche im Zusammenhang mit der reinen automatischen Anlagensteuerung stehen. In einem weiteren Use-Case wird das System MoveIT betrachtet (vgl. Abbildung 14). Die Software dient dem Anlagenbediener zur Visualisierung, zum Eingriff in die Anlagensteuerung und zur Konfiguration.

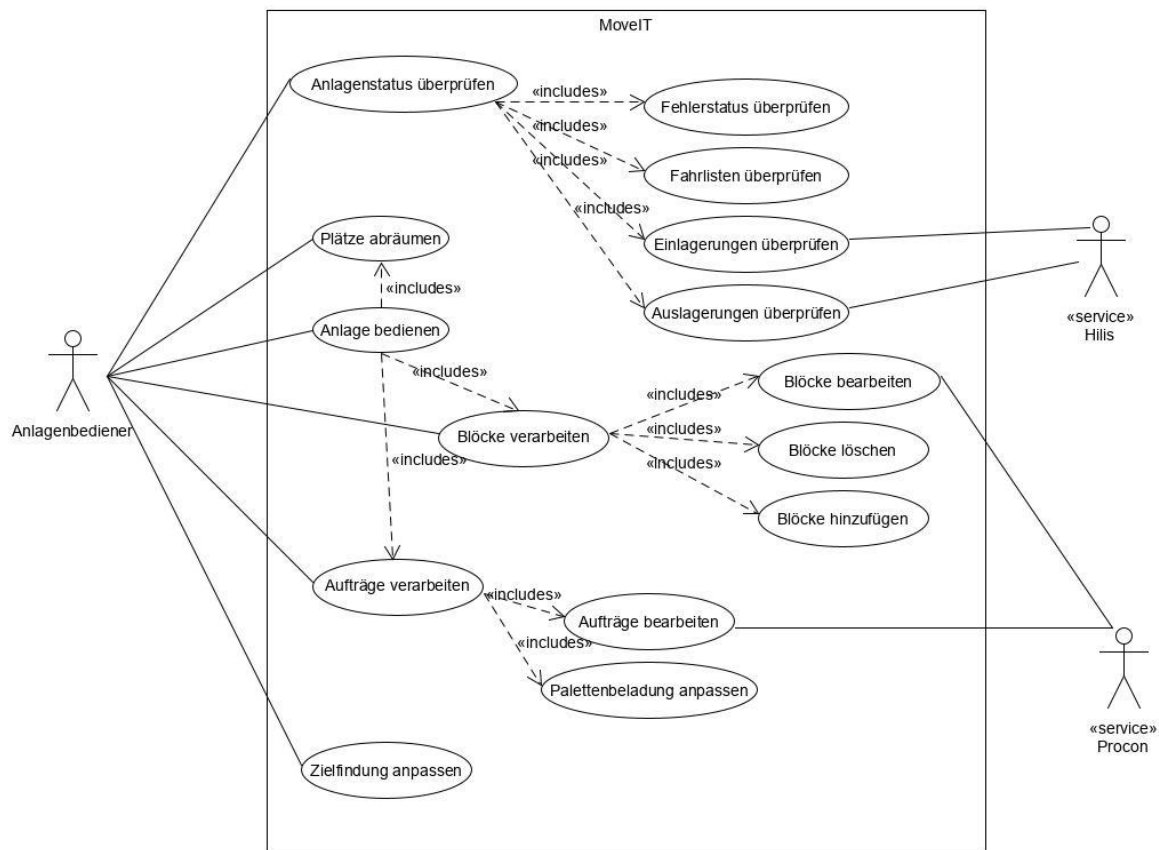


Abbildung 14 - Use Case "System MoveIT"

In einem letzten Schritt wurde ein exemplarisches Aktivitätsdiagramm erstellt, welches die Abläufe zur Auslagerung aus dem Hochregallager im Obergeschoss illustriert (Abbildung 15). Hierbei wurden auch die Schnittstellenpartner beachtet.

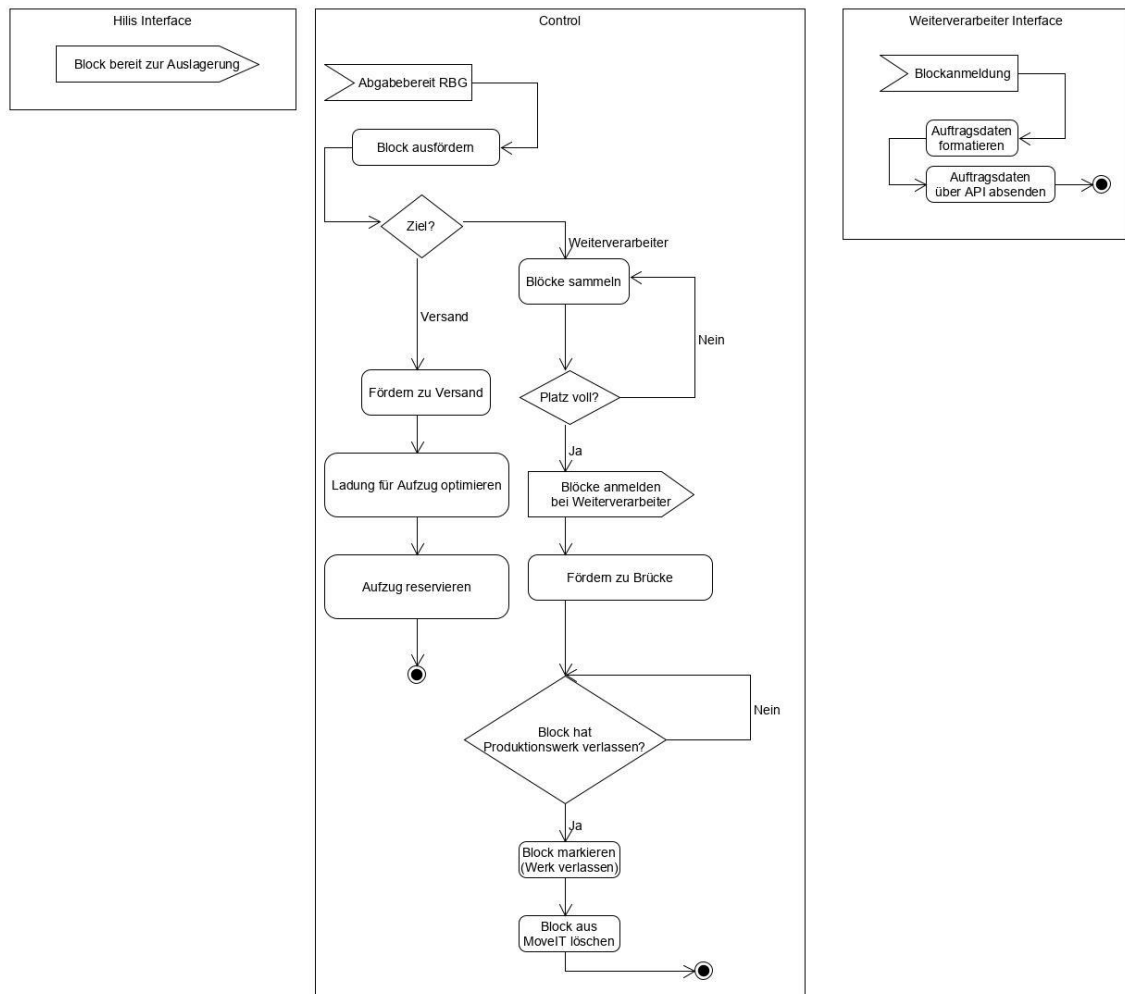


Abbildung 15 - Aktivitätsdiagramm OG Auslagerung

IEEE - Software Requirements Specification

Im folgenden Kapitel wird im ersten Abschnitt ein durch Pandey et al vorgeschlagenes Prozessmodell für effektives Requirement Engineering beschrieben. Im Rahmen des Prozessmodell wird, unter anderem, die Software Requirements Specification erstellt. Im Rahmen der Ausarbeitung wird die Software Requirements Specification erklärt und prototypisch auf Basis des Projekts PW14 erstellt.

Requirement Engineering Process Model

Mit Hinblick auf die Bedeutung des Requirement Engineerings für die Softwareentwicklung, schlagen Pandey et al ein Prozessmodell für effektives Requirement Engineering vor. Das Modell (vgl. Abbildung 16) sieht 4 Phasen vor:

- Anforderungserhebung und Anforderungsentwicklung
- Anforderungsdokumentation
- Validierung und Verifizierung
- Anforderungsmanagement und Anforderungsplanung

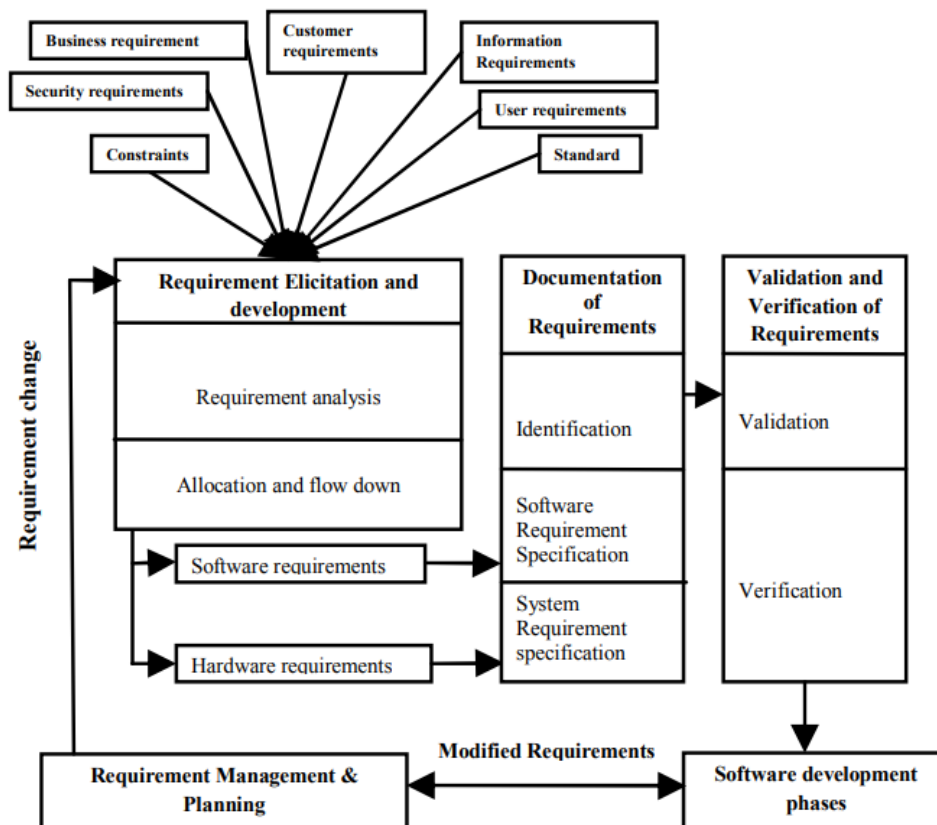


Abbildung 16 - Requirements Engineering Process Modell aus [3]

Als Startpunkt des iterativ arbeitenden Modells ist die Phase Anforderungserhebung und Anforderungsentwicklung vorgesehen. Innerhalb der Phase werden zuerst Rohanforderungen aus verschiedenen Bereichen gesammelt. Als Rohanforderungen werden Anforderungen bezeichnet, welche nicht ausformuliert sind. Das Modell sieht in dieser Phase eine besonders offene Arbeitsweise vor, durch die Betrachtung von Anforderungen aus vielen möglichen

Bereichen kann ein besseres Bild des Entwicklungsumfangs skizziert werden. Die gesammelten Anforderungen werden anschließend analysiert hinsichtlich Widersprüchen und Fehlern, technisch abgestimmt und als formelle Anforderung mit Priorisierung festgestellt. Die Einbindung der Stakeholder in dieser Phase ist sicherzustellen. Innerhalb dieser Prozessphase wird außerdem eine Anforderungszuweisung durchgeführt. Die Anforderungszuweisung zielt darauf ab, Anforderungen an bestimmte Systemteile zuzuweisen. Hieraus ergeben sich Anforderungen betreffend der Struktur des zu entwickelnden Gesamtsystems. In einem nächsten Schritt, dem sogenannten flow-down, werden die Anforderungen weiter verfeinert und Schnittstellenanforderungen erhoben.

Als nächsten Prozessschritt sieht das Dokument die formale Dokumentation der erhobenen Anforderungen vor. Die Dokumentation beinhaltet eine vollständige Dokumentation des Systemverhaltens, der Schnittstellen und der erfassten funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen. Die Identifizierung von Anforderungen zielt darauf ab, Anforderungen zur besseren Verfolgbarkeit zu katalogisieren, hier werden Anforderungen eindeutig nummeriert. Die katalogisierten Anforderungen werden nun in Software- und Systemanforderungen unterteilt. Sämtliche Softwareanforderungen werden in das Dokument Software Requirements Specification (SRS) eingepflegt. Ein strukturiertes SRS kann Entwickler dabei unterstützen den Zeit- und Arbeitsaufwand für die Entwicklung zu reduzieren. Anforderungen an die Hardware des Systems werden in das Dokument System Requirements Specification übertragen, dieses Dokument ist der Software Requirements Specification strukturell ähnlich.

Im dritten Prozessschritt werden die Anforderungen der erstellten Dokumente validiert und verifiziert. In diesen Prozess müssen alle Beteiligten einbezogen werden. Die Validierung zielt darauf ab, sicherzustellen, dass die richtigen Anforderungen enthalten sind. Verifizierung dagegen zielt darauf ab, die enthaltenen Anforderungen auf ihre inhaltliche Korrektheit zu überprüfen. Pandey et al schlagen vor, eine Rückverfolgbarkeit von Anforderungen im gesamten Entwicklungsprozess zu implementieren.

Die Verfolgung der Anforderungen ist Bestandteil des vierten Prozessschritts. In diesem Schritt werden die ermittelten Anforderungen überwacht. Ziel ist es, eine stabile Anforderungsbasis zu erhalten. Hierzu werden Veränderungen an den Anforderungen überprüft, Abhängigkeiten analysiert und Dokumente gegebenfalls gepflegt. [3]

Software Requirements Specification

Die Software Requirements Specification ist zentraler Bestandteil des vorgeschlagenen Prozesses. Das Dokument ist durch IEEE standardisiert und besteht im Wesentlichen aus den beiden Teilen „C-Requirement“ und „D-Requirement“. C-Requirements stellen die Kundenanforderungen dar und werden herkömmlich in Form von Lastenheften geführt. D-Requirements dagegen stellen Anforderungen der Entwicklung dar, dieser Teil wird umgänglicher in einem Pflichtenheft gepflegt. In einer Software Requirements Specification werden beide Typen von Anforderungen in einem Dokument gepflegt. Dies hat den Vorteil, dass es ein zentrales Dokument gibt, woraus sich Vorteile hinsichtlich Pflege und Verfolgbarkeit ergeben [4].

IEEE sieht eine Gliederung vor, diese muss je nach Organisation angepasst werden. Für diese Ausarbeitung wird folgende Gliederung genutzt [5]:

1. Einleitung
 - a. Zweck
 - b. Umfang
 - c. Erläuterung von Begriffen
2. Beschreibung des Softwareprodukts
 - a. Produktperspektive
 - b. High-Level Funktionen
 - c. Nutzer
 - d. Rahmenbedingungen
3. Schnittstellen
 - a. User Interface
 - b. Hardware Interface
 - c. Software Interfaces
4. Systemfunktionen
 - a. Visualisierung
 - b. Steuerung Ableger
 - c. Steuerung Palettenbeladung
 - d. Steuerung Hochregallagerzuführung
 - e. Steuerung Obergeschoss
 - f. Steuerung Versandbahnhof
 - g. Steuerung Palettenprüfanlage

Ergebnisse

Die Software Requirements Specification wurde im Rahmen dieser Ausarbeitung prototypisch erstellt. Eine vollständige Ausarbeitung würde den Umfang dieser Ausarbeitung erheblich überschreiten.

Die Ausarbeitung der Software Requirements Specification wurde wie oben beschrieben gegliedert. Im Vergleich zu den Empfehlungen aus dem „*IEEE Guide to Software Requirements Specifications*“ wurden geringfügige Änderungen vorgenommen, um den Umfang des Dokuments zu reduzieren.

Das gesamte Dokument ist in Anhang 4 zu finden.

Vergleich der Ergebnisse

Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Bei CMMI-Modellen handelt es sich um Referenzmodelle, welche einer Organisation Werkzeuge zur Prozessverbesserung liefert. Außerdem kann durch die Nutzung von CMMI die Qualität von Prozessen objektiv bewertet werden. Die in CMMI enthaltenen Prozessgebiete liefern Ziele und Praktiken, lassen die konkrete Aktivität aber offen. Neben fachlichen Zielen und Praktiken, werden auch generische Ziele und Praktiken geliefert, welche der Institutionalisierung von Prozessen dienen [1].

Bei der durch IEEE standardisierten Software Requirements Specification, handelt es sich um ein Artefakt, welches innerhalb eines Softwareentwicklungsprozess durch eine bestimmte Aktivität erstellt wird. Die Software Requirements Specification beinhaltet eine weitestgehend allgemeingültige Gliederung und konkrete Hinweise, wie die Themenbereiche gefüllt werden sollen. Eine Anpassung an die Bedürfnisse der einsetzenden Organisation ist möglich und gewollt [4] [5].

Aufgrund der grundsätzlich unterschiedlichen Natur der beiden Standards ist ein Vergleich nur schwer möglich. Die beiden Standards können nicht hinsichtlich Qualität und Quantität verglichen werden, da ihre Ergebnisse von der jeweiligen Ausführung stark abhängig sind.

Nutzbarkeit der Ergebnisse für die MINDA Industrieanlagen GmbH

Auch wenn ein qualitativer oder quantitativer Vergleich nicht möglich ist, kann dennoch eine Einordnung der Nutzbarkeit für Unternehmen gegeben werden. Dies ist möglich, da beide Standards einen eigenen Charakter haben.

Die MINDA Industrieanlagen beschäftigt insgesamt 28 Softwareentwickler, welche weitestgehend ungesteuert an Kundenprojekten arbeiten. Die Entwicklung erfolgt auf Basis eines Standard-Systems. Aufgabe der Entwickler ist Kundenanforderungen, betreffend Materialflusssteuerungen, Schnittstellen oder Visualisierungen umzusetzen. Eine Dokumentation der Anforderungen erfolgt nicht. Im Kontext zum starken Wachstum und der zunehmenden Digitalisierung, wird die Softwareentwicklung immer häufiger mit Kunden konfrontiert, welche klare Vorstellungen des Systems haben. Auch Konzernkunden, mit einem hohen Bedürfnis an Compliance und Legal, benötigen schriftliche Dokumentation und nachvollziehbare Prozesse bei ihren Lieferanten (MINDA). Im Falle des Projekts PW14 wurde kein Prozess zur Anforderungsanalyse durchgeführt. Neben einem unzufriedenen Kunden hatte dies zur Folge, dass es viele Missverständnisse und Unklarheiten gab. Die Entwicklungskosten für das Projekt haben sich innerhalb kurzer Zeit erheblich gesteigert und es ist absehbar, dass einige Features nicht wie geplant in den Betrieb übergehen können.

Ich halte den Einsatz von CMMI-Modellen bei der MINDA Industrieanlagen für nicht empfehlenswert. Die Komplexität von CMMI und die Menge an umzusetzenden Änderungen ist hoch. Eine Eignung ergibt sich für mich auch aufgrund der geringen Anzahl an Mitarbeitern nicht, da die Modelle eher für große bis sehr-große Organisationen vorgesehen ist.

Grundsätzlich halte ich es für empfehlenswert einen leichtgewichtigen Prozess zur Anforderungsanalyse einzuführen. Der Prozess sollte sehr individuell auf die Bedürfnisse angepasst werden. Ein iteratives Modell, wie der von Pandey et al vorgeschlagene Requirements Engineering Prozess, scheint am geeignetsten, da sich Anforderungen während

der Projektlaufzeit stark verändern können. Die Einbindung der Software Requirements Specification sorgt für eine Austauschbarkeit über die eigene Organisation hinweg.

Literaturverzeichnis

- [1 C. P. D. Team, „CMMI® for Development, Version 1.3,“ 11 2010. [Online]. Available:
] https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2011_019_001_28795.pdf.
- [2 Wikipedia, „Capability Maturity Model Integration,“ [Online]. Available:
] https://de.wikipedia.org/wiki/Capability_Maturity_Model_Integration#Einordnung_der_CMMI-Modelle. [Zugriff am 05 06 2022].
- [3 U. S. a. A. K. R. D. Pandey, „An Effective Requirement Engineering Process Model for
] Software Development and Requirements Management,“ International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, doi: 10.1109/ARTCom.2010.24., 2010.
- [4 Wikipedia, „Software Requirements Specification,“ [Online]. Available:
] https://de.wikipedia.org/wiki/Software_Requirements_Specification. [Zugriff am 10 06 2022].
- [5 S. E. T. C. o. t. I. C. Society, IEEE Guide to Software Requirements Specifications, 1983.
]

Anhang 1 – Formlose Interpretation der Bedürfnisse

Die folgende Liste beinhaltet ermittelte Bedürfnisse aus einem fiktiven Workshop:

- Kunde Progroup AG baut ein neues Wellpappformatwerk
- WPA wird von der Firma BHS Corrugated geliefert
- Erstmals soll ein Austransport der Ware aus der WPA in zwei Richtungen erfolgen
- Auf dem Ableger ist eine Optimierung der Nutzen durchzuführen – es werden Sondermaße verfahren
- Optimale Auslastung der ersten Querstrecke vor den Palettenbeladestation ist durch Software sicherzustellen
- Sämtliche Winkelübergaben und Drehscheiben, welche mehrere Ziele haben, benötigen eine konfigurierbaren Zielfindung
 - o Betrachten: Füllstände, Wartezeit, Verfügbarkeit der Beladelinien,..
- Zur Optimierung des Hochregallagers sollen Blöcke des gleichen Auftrag möglichst lange zusammengehalten werden. Falls doch getrennt werden muss, so ist spätestens vor der Hochregallager Zuführung wieder zusammen zu führen. Begriff seitens Progroup – Batching
- Softwareseitig muss eine Bogenzählung im Bereich der Konturkontrolle durchgeführt werden
- Die Palettenzusammenstellung in den Palettenbeladestationen ist durch MINDA konfigurierbar zu gestalten
- Sämtlich Auftrags-/ und Verarbeitungsdaten werden über die firmeneigene Integrationsplattform seitens Progroup verarbeitet. Die Anbindung ist über eine REST-Schnittstelle gewünscht
- Es sind umfangreiche Statistiken zur Auslastung und Verfügbarkeit der Anlage zu liefern
- Im Obergeschoss ausgelagerte Ware kann an den Weiterverarbeiter geliefert werden. Ist diese Information in den Auftragsdaten vorhanden, muss die Ware beim Weiterverarbeiter über eine Schnittstelle angemeldet werden.
- Im Versandbahnhof im EG sind Großbildschirme angebracht. Auf diesen Großbildschirmen sollen Anweisungen zur optimalen Beladung der LKWs stehen. Optimale Beladung ist je nach Format der Ware unterschiedlich – die Beladung muss durch MINDA optimiert werden.
- In der Benutzerschnittstelle müssen Auftragsdaten abgerufen und bearbeitet werden
- In der Benutzerschnittstelle müssen einzelne Plätze primitiv steuerbar sein
- Jeder Block der Anlage muss in der Benutzerschnittstelle editier- und kopierbar sein
- Eine Schnittstelle zum Hochregallager muss implementiert werden (Hersteller Hörmann, Systemname Hilis). Die Schnittstelle ist Bestandteil der Steuerung des HRL. Blöcke müssen angemeldet werden zur Einlagerung. Anmeldungen von Auslagerungen müssen abgearbeitet werden.
- Eine Palettenprüfanlage mit Ausschleusung defekter Paletten ist geplant. Schnittstelle mit dem Hersteller CCI muss umgesetzt werden

Anhang 2 – Liste von Kundenanforderungen

Anforderung	Stakeholder
Schnittstelle zum Hersteller der WPA	Progroup + BHS
Austransport aus WPA zweiseitig	Progroup + BHS
Optimierung von Sondermaßen auf dem Ableger	Progroup
Auslastung der Querstrecke optimieren	Progroup
Zielfindung aller Winkeübergaben und Drehscheiben konfigurierbar (Füllstände, Wartezeit, Verfügbarkeit, HRL Gassenwunsch,...)	Progroup
Blöcke des gleichen Auftrag zusammenhalten - Batching	Progroup
Bogenzählung an Konturenkontrolle	Progroup
Palettenzusammenstellung konfigurierbar gestalten	Progroup
REST Schnittstelle für Auftrags- und Verarbeitungsdaten (Integrationsplattform)	Progroup
Statistiken zur Auslastung und Verfügbarkeit der Anlage	Progroup Progroup + BHS
Schnittstelle zum Weiterverarbeiter (Brücke im OG)	BHS
Großbildschirme bei den Versandbahnhöfen - sicherstellen einer optimalen LWK-Beladung	Progroup
Schnittstelle Hochregallager zur Einlagerung und Auslagerung von Blöcken	Hörmann
Schnittstelle zur Palettenprüfanlage	CCI

Anhang 3 – Liste von Produktanforderungen

Anforderung	Stakeholder
Datei-Schnittstelle zu BHS implementieren. Nutzung von Schnittlisten zur Bestimmung des auslaufenden Blocks und der Richtung zu der ausgeführt werden.	Progroup + BHS
Optimierungs- und Akkumulierungsfunktion für Sondermaße auf dem Ableger vorsehen.	Progroup
Telegramm Struktur zwischen SPS und Leitsteuerung implementieren für Optimierung auf besondere Maße.	MINDA
Sammel-Funktion auf Querstrecke implementieren.	Progroup
Trennen-Funktion auf Querstrecke implementieren.	Progroup
Parametrierbaren universellen Zielfindungsalgorithmus implementieren.	Progroup
Methodik zur Einbindung eines universellen Zielfindungsalgorithmus implementieren.	MINDA
Batching-Algorithmus implementieren	Progroup
Implementierung von Funktionalität zur Bogenzählung in Konturenkontrolle bei ungleich hohen Nutzen	Progroup
MoveIT Dialog für konfigurierbare Palettenzusammenstellung implementieren	Progroup
REST-Schnittstelle zu Procon (Integrationsplattform von Progroup) implementieren	Progroup
Abfrage von Auftragsdaten und Verarbeitungsdaten über REST implementieren	MINDA

Anpassung der Datenstrukturen auf Progroup Datenstrukturen	MINDA
Statistik Modul konfigurieren	Progroup
Algorithmus zur optimalen Beladung von LKWs implementieren	Progroup
Darstellung von optimaler Beladung auf Großbildschirmen an den Versandbahnhöfen	Progroup
TCP:IP Schnittstelle zu Hörmann implementieren	Hörmann
Universelle Blockanmeldung implementieren (Einlagerung und Auslagerung)	MINDA
Datenbankschnittstelle zu CCI implementieren (shared view)	CCI

Anhang 4 – Software Requirements Specification

Siehe beigefügtes pdf-Dokument „Software Requirements Specification“