

Diploma Thesis

Process optimization and digitization potential of asphalt mixture orders

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

Prozessoptimierung und Digitalisierungspotential von Mischgutbestellungen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Filip Marković, BSc

Matr.Nr.: 01426403

unter der Anleitung von

Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.Ass. Dipl.-Ing. **Alexander Bender**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234-1, 1040 Wien, Österreich

Wien, im September 2021



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Schlagwörter: Digitalisierung, Prozessoptimierung, Asphaltmischanlage, Mischgutbestellung

Als flexibler und vielseitig einsetzbarer Baustoff konnte sich Asphalt rasch im modernen Straßenbau etablieren. Steigende Anforderungen an den Werkstoff und die Produktion selbst führten zu stetigen Verbesserungen des Grundprozesses der Asphaltproduktion. Die Mischanlage nimmt somit, bei einem Straßenbauprojekt, eine entsprechende Schlüsselrolle ein. Mit steigenden zu bearbeitenden Mengen waren Optimierungsmaßnahmen bei der Bedienung der Anlage erforderlich und führten zur Einführung von verschiedenen Steuerungs- und Überwachungssystemen. Eine abgestimmte Leistungskette ist jedoch nur durch Einbeziehung der vor- und nachgelagerten Teilprozesse der Produktion möglich. Mit der fortschreitenden Digitalisierung sind bereits diverse Tools zur Optimierung des Flottenmanagements eingeführt worden und stellen damit erste Ansatzpunkte für die Verbesserung der Teilprozesse nach der Produktion dar. Im Gegensatz dazu blieb der Grundablauf der Bestellungs-, Planungs- und Koordinierungsprozesse weitgehend unverändert.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand des bestehenden Prozesses Optimierungs- und Digitalisierungsmöglichkeiten bei der Bearbeitung von Mischgutbestellungen aufzuzeigen und darauf aufbauend vier Modelle für deren Umsetzung vorzustellen.

Bisherige Ansätze scheiterten am Fehlen der dafür notwendigen digitalen Hilfsmittel. Obwohl diese mittlerweile vorhanden sind, mangelt es an der entsprechenden Anwendung. Der optimale Einsatz digitaler Technologien soll die Übermittlung, Bearbeitung und Abwicklung von Bestellungen und den dazugehörigen Nebenprozessen optimieren. Dies soll Mischanlagen neben einer lückenlosen Dokumentation auch zu wirtschaftlichen Vorteilen verhelfen. Laut Herstellerangaben sollen solche Opportunitäten durch den Einsatz neuer Prozessoptimierungssoftware bewirkt werden. Ob diese Versprechen gehalten werden können, ist aufgrund der jungen Technologie noch nicht ausreichend erforscht.

Anhand von 14 Experteninterviews auf ausgewählten Anlagen, soll der bestehende Prozess abgebildet werden. Darüber hinaus dient eine statistische Analyse zur Validierung der Erkenntnisse. Aufbauend auf den erzielten Ergebnissen wird mittels einer Prozessanalyse auf Kritikpunkte hingewiesen. Auf Grundlage der Analyse sowie der Interview-Erkenntnisse wird ein IDEAL-Prozess erstellt, welcher die Kritikpunkte des bestehenden Ablaufs aufgreift und Lösungsansätze liefert. Auf Basis dieses Prozesses werden Optimierungspotentiale aufgezeigt und Möglichkeiten, diese umzusetzen, präsentiert. Damit die theoretische Betrachtung auch einen praktischen Nutzen hat, werden Möglichkeiten für Optimierungsansätze ermittelt. Dafür werden vier verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Ansatzpunkten vorgestellt. Neben einer genauen Einführung in die Lösungsart, ist eine Bewertung der Varianten notwendig. Dies soll aufzeigen, welche positiven Effekte die Umsetzung mit sich zieht und welche Kosteneinsparungen erzielt werden können. Darüber hinaus soll sie einen Vergleich der Varianten ermöglichen und somit als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Optimierungssoftware-Lösungen umfangreiches Potential aufweist und als Grundlage für zukünftige Weiterentwicklungen in diesem Segment genutzt werden kann.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abstract

Keywords: Digitization, process optimization, asphalt mixing plant, mix order

As a flexible and versatile building material, asphalt quickly established itself in modern road construction. Increasing demands on the material and the production itself led to constant improvements in the basic process of asphalt production. The mixing plant thus plays a key role in a road construction project. With increasing quantities to be processed, optimization measures were necessary in the operation of the system and led to the introduction of control and monitoring systems. A coordinated service chain is only possible by including the upstream and downstream sub-processes of production. With the advancing digitization, various tools for optimizing the fleet management have already been introduced and thus represent the first starting points for improving the sub-processes after production. In contrast, the basic order, planning, and coordination processes remained largely unchanged.

The aim of this work is to use the existing process to show optimization and digitization options when processing mixed material orders and, based on this, to present four models for their implementation.

Previous approaches failed due to the lack of the necessary digital aids. Although they are now available, there has been a lack of suitable application. The optimal use of digital technologies should optimize the transmission and processing of orders and the associated secondary processes. In addition to complete documentation, this should also help mixing plants achieve economic advantages. According to the manufacturer, such opportunities should be created through the use of new process optimization software. Whether these promises can be kept has not yet been adequately researched due to the young technology.

The existing process is to be mapped on the basis of 14 expert interviews on selected systems. In addition, a statistical analysis will be used to validate the findings. Based on the results achieved, points of criticism will be pointed out by means of a process analysis. On the basis of the analysis and the interview results, an optimal process will be created, which takes up the points of criticism of the existing process and provides solutions. On the basis of this process, optimization potentials are going to be identified and options for implementing them are presented. So that the theoretical consideration also has a practical benefit, possibilities for optimization approaches will be determined. For this purpose, four different variants with different starting points will be presented. In addition to a precise introduction to the type of solution, an evaluation of the variants is necessary. This should show what positive effects the implementation has and what cost savings can be achieved. In addition, it should enable a comparison of the variants and thus be used as a basis for decision-making.

The research results show that the use of optimization software solutions has extensive potential and can be used as a basis for future developments in this segment.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
1.1	Motivation	8
1.2	Forschungsfragen	9
1.3	Forschungsmethodik	10
1.4	Aufbau der Diplomarbeit	10
1.5	Begriffsbestimmung	11
1.6	Abkürzungsverzeichnis	13
2	Grundlagenermittlung zum Asphaltstraßenbau	14
2.1	Geschichtliche Entwicklung	14
2.2	Asphalt	16
2.3	Bitumen	18
2.4	Straßenaufbau	18
2.5	Asphaltmischanlagen	20
2.6	CE-Zertifizierung	25
2.6.1	Mischgutbezeichnung in Österreich	25
2.6.2	Leistungserklärung	28
3	Prozesserhebung, Prozessanalyse und Prozesskonzeption	30
3.1	Business Process Model and Notation	30
3.2	IST-Prozessanalyse	34
3.3	Statistische Analyse zur Validierung der Interview-Ergebnisse	45
3.4	Optimierungspotentiale des IST-Prozesses	51
3.5	Digitale IDEAL-Bestellprozesskette	60
3.6	Gegenüberstellung IDEAL-IST-Zustand	69
3.7	Zusammenfassung	73
4	Auswertung - Optimierungsanalyse	75
4.1	Variantevaluierung	75
4.2	Klassifizierungs- und Bewertungssystem	80
4.3	Variantauswertung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	82
4.4	Zusammenfassung und Handlungsempfehlung	91
5	Zusammenfassung und Ausblick	94
5.1	Beantwortung der Forschungsfragen	94
5.2	Ausblick auf zukünftige Entwicklungen	98
	Literaturverzeichnis	99
	Abbildungsverzeichnis	100
	Tabellenverzeichnis	101

A Interviews und statistische Auswertung	103
A.1 Fragenkatalog	103
A.2 Interview Mischmeister AMA Nr. 1	105
A.3 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 2	108
A.4 Interview Betriebsleitung AMA Nr. 3	111
A.5 Interview Betriebsleitung AMA Nr. 4	114
A.6 Interview Mischmeister AMA Nr. 5	115
A.7 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 6	118
A.8 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 7	121
A.9 Interview Mischmeister AMA Nr. 8	124
A.10 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 9 und AMA Nr. 10	127
A.11 Interview Mischmeister AMA Nr. 11	130
A.12 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 12	132
A.13 Interview Betriebsleiter und Mischmeister AMA Nr. 13	134
A.14 Interview Mischmeister AMA Nr. 14	137
A.15 Übersicht der notwendigen Bestellinformationen	140
A.16 Statistische Auswertung der Lieferscheine aus den Geschäftsjahren 2017–2020 . .	141

Kapitel 1

Einleitung

Die Digitalisierung von baubetrieblichen Prozessen ist auf ihrem Erfolgsweg durch alle Sparten der Baubranche nicht mehr aufzuhalten. Auch der Straßenbau profitiert in allen Sektoren von den neuen Möglichkeiten. Eine Fülle an neuen Chancen eröffnet sich durch die Bereitstellung neuer digitaler Lösungen, welche das Ziel verfolgen, die Prozesse zu überwachen und zu verbessern. Neben der Optimierung der Ausführungsarbeiten selbst sowie durch die Weiterentwicklung der Einbaugeräte, Einbauverfahren und der Einführung neuer Softwarelösungen zur Planung, Koordinierung und dem Controlling, ist bei der Asphaltproduktion ausreichend Optimierungspotential vorhanden. Der Grundprozess der Asphaltproduktion scheint auf den ersten Blick einfach, jedoch offenbart er seine Komplexität bei einem tieferen Blick in das Produktionsgeschehen. Bisherige Innovationen fokussierten sich vorwiegend auf den direkten Prozess der Mischgutherstellung und ermöglichten durch Einführung zahlreicher Sensoren, Automatisierungen und einer verknüpften Software eine einfache Bedienung per Mausklick und gewährleisteten damit eine konstante Mischgutqualität. Bevor es zur Produktion geht, sind ein großer Koordinierungsaufwand bei den eingehenden Bestellungen und ein großer Planungsaufwand für die umzusetzende Ressourcenmenge erforderlich. Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Kernprozess der Bestellungsbearbeitung und Koordinierung. Der Autor möchte auf die Digitalisierungspotentiale des bestehenden Bearbeitungsprozesses hinweisen und prüft zudem die Implementierungsmöglichkeiten von am Markt bestehenden Softwarelösungen.

1.1 Motivation

Ein großes österreichisches Unternehmen stellte im Rahmen dieser Diplomarbeit einen wichtigen Initiator dar und ermöglichte durch seine Unterstützung Einblick in zahlreiche Prozesse. Seit seiner Gründung ist das Unternehmen stets bestrebt, innovative Konzepte voranzutreiben, um durch deren Implementierung von positiven Effekten wie Fehlerminimierung, Verbesserung des Informationsflusses und kürzeren Entscheidungsphasen zu profitieren. Dieser Leitgedanke des „Intelligenten Wachstums“ steht auch in Zukunft für nachhaltigen Erfolg auf nationaler und internationaler Ebene. Digitalisierungs- und Automatisierungstrends scheinen in den Industriebranchen leicht Anklang zu finden, da sie nicht nur kosteneffizient sind, sondern auch zur Leistungssteigerung beitragen. Dennoch stellt die Baubranche das Schlusslicht in dieser Bewegung. Viele Verfahren laufen heute noch wie vor vielen Jahren ab und sind geprägt von manueller Tätigkeit und papierbasierten Prozessen. Dieser Umstand hat zur Folge, dass es zu Informationsverlusten zwischen den Beteiligten und in weiterer Konsequenz zu Fehlern kommt. Zwar existieren bereits zahlreiche Automatisierungsmöglichkeiten, jedoch ist deren genaue Auswirkung und Implementierung in den Prozess weitestgehend unbekannt. Die zurückhaltende Bereitschaft, Automatisierungen kurzerhand einzuführen, ergibt sich aus der Tatsache, dass Bauprojekte nicht stationäre Industrien mit sich ändernden Prozessbeteiligten darstellen und sich damit gravierend von anderen Industriebranchen unterscheiden. Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ sind bereits Konzepte bekannt, welche die Wertschöpfungskette im Bereich Bau

effizienter gestalten können. Der Leitsatz ist seit 2011 bekannt und steht für Vorantreibung der Digitalisierung im Industriebereich. Es soll die „vierte industrielle Revolution“ darstellen. Trotz des geringen Anwendungsspektrums des Konzeptes „Industrie 4.0“ in der Baubranche ist es mittlerweile vielen ein Begriff. Jedoch muss im Gegensatz zur herkömmlichen Definition auf die spezifische Charakteristik des Bauens Rücksicht genommen werden. An der Produktion eines Bauobjektes sind zahlreiche Akteure beteiligt. Der Informationsaustausch und die Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette verdeutlichen die Komplexität der einzelnen Prozesse und deren Vernetzung untereinander. Das Ziel in der Umsetzung des bauspezifischen „Industrie 4.0“-Konzeptes liegt damit nicht nur in der Einführung von unternehmensinternen Lösungen, sondern in deren Integration in unternehmensübergreifende Prozesse unter Einbindung aller Prozessteilnehmer.¹ Für zahlreiche Anwendungsszenarien sind bereits marktreife Produkte vorhanden, die jedoch aufgrund großer Zurückhaltung der Unternehmen nur schwach vertreten sind. Dies resultiert aus dem Umstand, dass zahlreiche Fragen zu ökonomischen, ökologischen und sozialen Nutzen der Produkte bis dato unzureichend geklärt wurde.^{2,3}

Wie auch in anderen Sektoren bietet der Straßenbau zahlreiche Möglichkeiten zur Prozessoptimierung, die von der Planung bis hin zur Ausführung und Verwaltung reichen können. Als zentrale Schlüsselkomponente innerhalb dieser Prozesse sei an dieser Stelle die Asphaltmischanlage (AMA) zu erwähnen. Diese muss die kontinuierliche Belieferung des Bauvorhabens bei gleichbleibender Produktqualität gewährleisten können. Zur konstanten Erfüllung dieser Anforderungen werden bereits bei der Bestellung oder Anfrage an die Mischanlage zahlreiche Prozesse innerhalb der Anlage ausgelöst. Zur Zeit sind diese Teilprozesse von auf Papier geführten Listen und manueller Arbeit geprägt, obwohl auch hierfür bereits zahlreiche Möglichkeiten zur Digitalisierung und Automatisierung bestehen. Um die Vorteile eines dieser Systeme eruieren zu können, müssen die bestehenden Prozesse ermittelt, die Implementierung einer Software überprüft, die Vernetzung mit betriebsfremden System sichergestellt und die Vor- und Nachteile zwischen den diversen Angeboten verglichen werden.

1.2 Forschungsfragen

Im Zuge dieser Diplomarbeit werden die nachfolgenden Forschungsfragen bearbeitet:

1. Wie verläuft der Bestellabwicklungsprozess innerhalb einer Asphaltmischanlage, beginnend von einer Mischgutbestellung bis hin zur Auslieferung?
2. Existieren Klassifizierungsmöglichkeiten die Einfluss auf den Prozessverlauf einer Bestellbearbeitung haben?
3. Welche Optimierungsmöglichkeiten sind beim derzeit bestehenden Mischgutbestellprozess möglich?
4. Welche Anforderungen müsste eine Software zur Abwicklung von Mischgutbestellungen erfüllen?

Neben der Eruierung von Prozessoptimierungspotentialen wird besonders auf die Benutzerfreundlichkeit und Verknüpfungsmöglichkeiten mit externen Systemen geachtet. Softwarelösungen, welche bereits auf dem Markt vertreten sind, werden dabei auf die Alltagstauglichkeit geprüft

¹Soweit in der vorliegenden Diplomarbeit personenbezogene Ausdrücke verwendet werden, umfassen diese Frauen und Männer gleichermaßen

²Vgl. [21] Reinheimer, S. 71

³Vgl. [8] Goger et al., S. 39 ff.

und mit Alternativlösungen verglichen. Ziel ist es, durch objektive Bewertung der digitalen Technologien, eine Entscheidungsgrundlage für die Wahl einer Software zu erarbeiten und die Digitalisierung im Asphaltbau voranzutreiben.

1.3 Forschungsmethodik

Die Beantwortung der Forschungsfragen, setzt ein Grundverständnis für den Baustoff Asphalt und dessen Herstellung voraus. Um dem Leser diese Grundkenntnisse vermitteln zu können, werden im ersten Teil der vorliegenden Diplomarbeit mittels einer umfassenden Literaturrecherche die Grundlagen zur Asphaltproduktion erläutert. Für die weitere Auseinandersetzung mit den Forschungsfragen ist zunächst die Erfassung des bestehenden IST-Prozesses notwendig. Dafür wurde in Kooperation mit dem unterstützenden Bauunternehmen ein Fragenkatalog ausgearbeitet, welcher im Rahmen von Interviews mit dem Personal von ausgewählten AMA besprochen wurde. Die Beobachtungen vor Ort sowie die Analyse der geführten Gespräche ermöglichen es, den IST-Stand zu erfassen und mögliche Schwachstellen aufzuzeigen. In einem weiteren Schritt werden die Anlagen-Lieferscheine der Geschäftsjahre 2017 bis 2020 analysiert, um die aus den Interviews aufgestellten Thesen zu untermauern. Die Auswertung erfolgt mittels MS EXCEL-Listen und konzentriert sich auf die Bestellverteilung und deren Größen. Basierend auf den Erkenntnissen wird schließlich ein IDEAL-Prozess erstellt, der Optimierungsmöglichkeiten zum bestehenden Prozess aufzeigen soll. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Integration einer auf dem Markt bestehenden Software gelegt. Dafür ist neben einer ausgiebigen Recherche, die Begleitung einer Testphase inklusive Pilotprojekten einer in Frage kommenden Software durch das Bauunternehmen ermöglicht worden. Auf Basis der Ergebnisse werden in einem letzten Schritt die Möglichkeiten zur Optimierung miteinander verglichen und bewertet. Durch die Formulierung der Forschungsfragen und der gewählten Methodik wird der Versuch unternommen, eine Empfehlung für die Digitalisierung und Prozessoptimierung von Mischgutbestellungen zu geben.

1.4 Aufbau der Diplomarbeit

Kapitel 1 stellt die Einführung der Diplomarbeit dar und soll einen Überblick über den Zweck, das angestrebte Forschungsziel und dafür angewandten Forschungsmethoden geben. Anschließend wird in **Kapitel 2** das Basiswissen zum besseren Verständnis der Grundlagen des Asphaltbaus erörtert. Hierzu wird der geschichtliche Verlauf vom Straßenaufbau und die dafür benötigte Geräte umrissen. In weiterer Folge wird das wesentliche Forschungsobjekt dieser Arbeit vorgestellt – die Asphaltmischanlage. Abschließend werden die Grundlagen über den Asphalt selbst und dessen normative Regelungen untersucht. **Kapitel 3** ist dem Hauptteil der Forschungsarbeit gewidmet. Er beschäftigt sich mit der Prozessfassung und den dafür angewandten Methoden. Zur Validierung von Untersuchungserkenntnissen wird auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten eine statistische Analyse durchgeführt. Der ermittelte Prozess wird anschließend einer Optimierungsanalyse unterzogen. Mittels dieser Ergebnisse wird eine mögliche IDEAL-Prozesskette ausgearbeitet, welche durch digitale Anwendungen unterstützt werden soll. In einer anschließenden Gegenüberstellung des IST-Prozesses und der digitalen IDEAL-Prozesskette sollen die notwendigen Optimierungsmaßnahmen und Vorteile der digitalen Lösung eruiert werden. **Kapitel 4** befasst sich mit der möglichen Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen anhand von im Vorfeld festgelegten Varianten. Dabei werden die Möglichkeiten vorgestellt sowie deren Vor- und Nachteile beschrieben. Anhand einer Kostenwirksamkeitsanalyse soll anschließend ermittelt werden, welche Methode nach derzeitigem Stand die optimale Voraussetzung zur Einführung aufweist. Mithilfe der Erkenntnissen aus Kapitel 3 und der Analyseergebnisse wird schließlich

eine Handlungsempfehlung abgeben. Den Abschluss der Diplomarbeit bildet **Kapitel 5**, das die bisherigen Ergebnisse rekapituliert und die Forschungsfragen beantwortet. In einem finalen Schritt wird ein baubetrieblicher Ausblick auf zukünftige Entwicklungspotentiale gegeben.

1.5 Begriffsbestimmung

Um einen einheitlichen Wortgebrauch in der Mischgutproduktion zu gewährleisten, werden im folgenden Abschnitt wichtige Begriffe definiert.

Asphaltsorten dienen zur Unterteilung und Unterscheidung von Asphaltmischgut. Sie beschreiben die verschiedenen Korn- und Bitumenzusammensetzungen des Mischguts. Weitere Klassifizierungsmerkmale sind Größtkorn, Bindemittelsorte, Bindemitteltype, Mischguttyp und Gesteinsklasse.⁴

Automatisierung bezeichnet die Ausführung von Arbeitsprozessen mittels Maschinen oder Softwarelösungen. Dabei arbeiten diese nach selbständig nach festgelegten Regeln und Logiken. Der Mensch übernimmt innerhalb dieser Prozesse nur noch eine überwachende Funktion und soll damit bei seiner Arbeit entlastet werden. Maschinen, die nur als Unterstützung zur Ausführung von manuellen Arbeitsprozessen dienen, werden zur Mechanisierungsbewegung zugeordnet, jedoch nicht der Automatisierung.⁵

AVCP ist die Abkürzung für Assessment and Verification of Constancy of Performance und beschreibt ein System zur Bewertung und Überprüfung von Bauprodukten gemäß der Bauprodukteverordnung. In der Asphaltproduktion kommen solche Systeme bei der werkeigenen Produktionskontrolle zur Anwendung.⁶

Bestellportale dienen als Zwischenstelle für den Kunden, um automatisierte Prozesse besser unterstützen zu können. Über ein solches Portal kann der Kunde die Bearbeitung einer Anfrage einleiten.⁷

Charge bezeichnet eine Teilmenge, die innerhalb eines abgeschlossenen Teilprozesses produziert worden ist. Die Summe der Teilmengen ist die zu produzierende Gesamtmenge. In der Asphaltproduktion werden Mischanlagen, die in Teilmengen produzieren, als Chargenmischanlagen bezeichnet. Das Gegenteil wäre eine kontinuierliche Produktion, die in einer Durchlaufmischanlage realisiert werden kann.⁸

Elevator ist ein Beförderungsmittel zum vertikalen Transport von festen Mischgutbestandteilen innerhalb einer Asphaltmischanlage. Es wird zwischen Heißelevator für den Transport von getrockneter Gesteinskörnung aus der Trocknungsanlage zur Siebung und Füllerelevator für den Transport von Eigenfüller aus der Entstaubungsanlage zum Eigenfüllersilo unterschieden.⁹

Füller bezeichnet eine Korngruppe, bei welcher der Korndurchmesser kleiner als 0,063 mm ist. Des Weiteren wird innerhalb einer Anlage zwischen Eigenfüller und Fremdfüller unterschieden. Eigenfüller wird innerhalb der Anlage bezogen und muss nicht extern zugeführt

⁴Vgl. [5] Blab et al., S. 182

⁵Vgl. [12] *Begriffserklärung – Automatisierung*

⁶Vgl. [27] Stadt-Wien – Prüf- Inspektions- und Zertifizierungsstelle

⁷Vgl. [6] denkfabrik groupcom GmbH

⁸Vgl. [5] Blab et al., S. 223

⁹Vgl. [5] Blab et al., S. 229 ff.

werden. Üblicherweise wird dieser durch die Rückgewinnung mit einer Entstaubungsanlage gewonnen. Fremdfüller wird als Gesteinsmehl von externen Lieferanten bezogen.¹⁰

Information ist ein immaterielles Gut, welches für den Empfänger von Wert ist und nicht verbraucht werden kann. Im Zuge dieser Arbeit werden als Informationen jene Angaben verstanden, die der Kunde für eine Bestellabwicklung bekannt geben muss. Diese umfassen unter anderem Asphaltorte, Menge, Lieferzeitpunkt, Abholzeitpunkt, LKW-Anzahl, Einbauort, Änderungen, Zusagen, Absagen, Kontaktperson, Kontaktdaten und Kostenstelle.¹¹

Layout ist ein Begriff, der in unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet werden kann. In dieser Arbeit wird damit die Visualisierung eines Gedankens zu einem grafischen Entwurf beschrieben. Sie stellt eine grafische Darstellung von Texten, Formen und Bildelementen dar.¹²

Makro beschreibt in der Programmiersprache einen Programmcode der Zeichenfolgen durch andere Zeichenfolgen ersetzt. Dadurch ist es möglich, sich wiederholende Strukturen durch einfache Kürzel zu ersetzen.¹³

Prozessanalysen dienen der Überprüfung und Beurteilung von bestehenden Prozessen. Dabei wird verfolgt, ob die gewünschten Ziele erreicht werden und die Durchlaufzeit, Kosten und Qualität überprüft.¹⁴

Prozesserhebung bezeichnet das Zusammentragen von allen prozessrelevanten Informationen. Diese können z.B. Teilnehmer, Aufgaben, Rahmenbedingungen, Zeiten oder ähnliches umfassen.¹⁵

Rezepte dienen der Sicherung gleichbleibender Qualität von produziertem Mischgut. Das Rezept oder auch Soll-Zusammensetzung oder Mischgutansatz wird im Zuge der Erstprüfung zusammengestellt und optimiert. Ein Rezept definiert dabei die zu verwendenden Ausgangsstoffe und deren mengenmäßigen Verhältnisse.¹⁶

Standardsortiment definiert jene Produktpalette, die vom Produzenten angeboten wird. Dieser Begriff wird von den Gesprächspartner verwendet um Sorten zu bezeichnen, die bereits im Rezeptkatalog vorhanden sind und eine CE-Zertifizierung besitzen. Diese können daher ohne weitere Nebenabläufe produziert und ausgeliefert werden.

Vordoseure stellen eine Zwischenstation auf dem Weg zur Trocknung der Gesteinskörner dar. Die Gesteinsgruppen werden in einzelnen Vordoseuren getrennt gelagert und sind für die rezeptmäßige Beschickung der Mischanlage verantwortlich.¹⁷

¹⁰Vgl. [5] Blab et al., S. 157 ff.

¹¹Vgl. [26] *Begriffserklärung – Information*

¹²Vgl. [3] Beinert

¹³Vgl. [2] *Begriffserklärung – Makro*

¹⁴Vgl. [13] *Begriffserklärung – Prozessanalyse*

¹⁵Vgl. [14] *Begriffserklärung – Prozesserhebung*

¹⁶Vgl. [5] Blab et al., S. 206

¹⁷Vgl. [5] Blab et al., S. 225

1.6 Abkürzungsverzeichnis

a Jahr

Abb. Abbildung

AC Asphalt Concrete

AMA Asphaltmischanlage

AVCP Assessment and Verification of Constancy of Performance

BPMN Business Process Model and Notation

bzw. beziehungsweise

ca. circa

ff. folgende Seiten

GA Gussasphalt

GmbH Gesellschaft mit beschränkter Haftung

GPS Global Positioning System

°C Grad Celsius

h Stunde

Jh. Jahrhundert

KNA Kosten-Nutzen-Analyse

KWA Kostenwirksamkeitsanalyse

LKW Lastkraftwagen

PA Porous Asphalt

S. Seite

SMA Splittmastixasphalt

t Tonnen

Tab. Tabelle

VBA Visual Basic for Applications

WPK werkseigene Produktionskontrolle

Kapitel 2

Grundlagenermittlung zum Asphaltstraßenbau

Im folgenden Kapitel gibt der Autor dem Leser einen kurzen Überblick über die Entwicklung des Asphaltstraßenbaus. Dafür wird zuerst der geschichtliche Ablauf des Straßenbaus umrissen. Besonders wird hierbei auf die Einführung von Asphalt eingegangen, da dieser essentiell für den modernen Straßenbau ist. Anschließend wird der Produktionsablauf des Mischgutes beschrieben und auf den prinzipiellen Aufbau einer Mischanlage und dessen Funktionsweise eingegangen. Wie auch bei Beton, gibt es für das fertige Produkt eine festgelegte Mischgutbezeichnung. Diese folgt einem definierten System, welches normativ geregelt und anschließend näher beschrieben wird. Diese Einführung in die Thematik schafft das notwendige Basisverständnis für die nachfolgenden Kapitel.

2.1 Geschichtliche Entwicklung

In Europa gehen die Anfänge des systematischen Straßenbaus auf das Römische Reich zurück. Der Ausbau des europaweiten Straßennetzes hatte vorwiegend militärische Gründe. Nach dem Zerfall des Römischen Reiches (ca. 5. Jh. nach Christus), war Europa in viele einzelne Länder unterteilt. Der Bedarf eines überregionalen Straßennetzes war nicht mehr gegeben und so kam es durch fehlende bzw. mangelnde Wartung zum Verfall des errichteten Straßennetzes. Nur wenige befestigte Wegführungen blieben bis zum heutigen Tag erhalten. Die regelmäßigen Reparaturarbeiten auf unbefestigten Wegen stellten für Landesherren im Mittelalter ein profitables Geschäft dar. Die bis zum damaligen Zeitpunkt erlangten Erkenntnisse im Straßenbau wurden nicht mehr angewandt oder weiterentwickelt und gingen daher mit dem Zerfall des Römischen Reiches verloren.¹⁸

Die folgenden 1000 Jahre bedeuteten einen Stillstand im Straßenbau in Europa. Erst im 13. Jh. kam es durch die Entstehung von größeren Städten und Ballungsräumen, zur Weiterentwicklung und Ausbau von Handels- und Transportwegen. Mit der Zunahme des Verkehrsaufkommens und der damit einhergehenden Schmutz- und Staubbelastung erhöhte sich der Bedarf an befestigten Wegen. Paris formte sich bis zum 17. Jh. zum Handelszentrum von Europa. Französische Ingenieure der „Corps de Ponts et Chaussées“ entwickelten die Straßenbautechniken weiter und setzten neue Standards im Straßenbau.¹⁹

Der französische Straßenbauingenieur Trésaguet führte 1764 die Packlage als Befestigungsschicht ein. Diese bestand aus großen Steinresten, die durch Zerkleinerung großer Sammelsteine gewonnen wurden. Diese konnten mit der Längsseite zur Straßenachse versetzt werden. Auf die Packlage wurde eine Ausgleichschicht aus Schotter aufgebracht, die eine gute Verbindung zur darüber befindlichen Deckschicht ermöglichte. Die Packlage hatte den Vorteil, dass die Kipp- und Lockerungswirkung der Radkräfte vermieden werden konnte und durch die verkeilten Packsteine ein gleichmäßiger Druckabtrag gewährleistet wurde.^{20,21}

¹⁸Vgl. [15] Kappel, S. 2

¹⁹Vgl. [18] Mallwitz, S. 384

²⁰Vgl. [9] Hallmann und Forner, S. 18

²¹Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 134

Der schottische Ingenieur John MacAdam führte 1816 wesentliche Neuerungen im Straßenbau ein. Er stellte fest, dass eine ausreichend gut verdichtete Schottertragschicht aus gebrochenem und scharfkantigem Gestein dieselbe Tragfähigkeit wie eine Packlage aufweist. Im Vergleich zur Packlage ist die Bauweise weniger aufwendig und kostengünstiger in der Herstellung und konnte sich daher gegen die Bauweise mit Packlage durchsetzen. Eine Verbindungsstraße zwischen Alloway und Maybole war die erste Straße in dieser Bauweise. Diese stellte den Beginn des modernen Straßenbaus dar und löste eine starke Weiterentwicklung der Baumaschinenteknik aus. Eine Übersicht der bis ins 19. Jahrhundert üblichen Aufbauten kann der Abb. 2.1 entnommen werden.^{22,23}

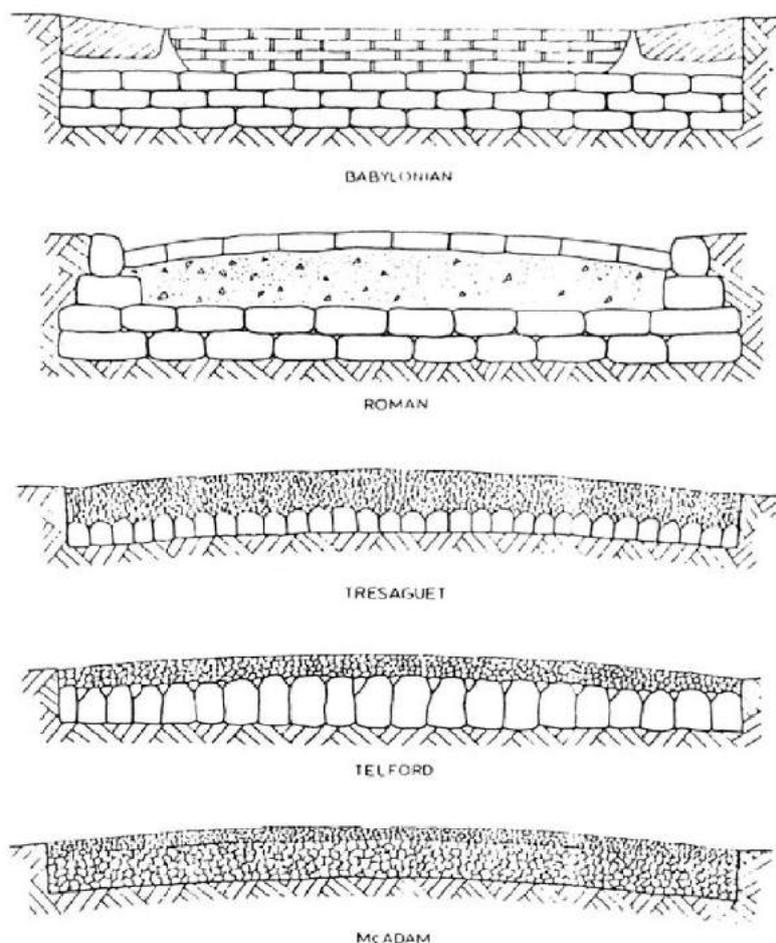


Abb. 2.1: Übersicht historischer Straßenaufbauten des 19. Jahrhunderts
(Quelle: Schwartz [25])

1854 wurde der Asphaltstraßenbau in Paris in Form des Stampfasphaltes eingeführt. Aufgrund der Senkung der Staubbelastung sowie der lärmindernden Eigenschaft, kam es zu einer raschen Verbreitung der Bauweise. Schon nach rund 15 Jahren waren über 100 km Straße als teergebundener Makadam gebaut. Dabei wurde zwischen drei Bauweisen unterschieden:

- Mischmakadam
- Streumakadam

²²Vgl. [18] Mallwitz, S. 385

²³Vgl. [9] Hallmann und Forner, S. 19

- Tränkmakadam

Als Asphalt wurde sowohl der natürlich vorkommende Trinidad Lake Asphalt als auch industriell erzeugtes Mischgut aus Mischanlagen verwendet. Aufgrund fortschreitender Weiterentwicklung sowie der Standardisierung von Asphaltrezepturen wurde der Naturasphalt zunehmend vom Markt verdrängt.^{24,25}

Die ersten Straßenbaumaschinen wurden Ende des 19. Jh. und Anfang des 20. Jh. entwickelt. Barber Asphalt Paving Company patentierte 1886 das erste Konzept eines Straßenfertigers und dominierte aufgrund dessen in den folgenden Jahrzehnten den Markt. Anfang 1955 lief das Patent für die schwimmende Bohle aus, welche die Kernkomponente des Straßenfertigers darstellte. Die Glättbohle (Bohle) wurde dabei lediglich hinter dem Fertiger gezogen und in ihrer Höhe nicht verstellt. Dadurch wurde der Asphalt verdichtet und geglättet. Dies wiederum führte zu einer deutlichen Verbesserung der neuen Lagen im Vergleich zur Unterlage. 1938 stellte die Firma VÖGELE AG den ersten selbstfahrenden Straßenfertiger vor. In den 50er-Jahren wurde nach Auslauf des Patents die erste elektrisch beheizbare Bohle durch die VÖGELE AG präsentiert. Diese ermöglichte eine gleichmäßige Beheizung von Stampfer und Bodenplatte. Des Weiteren werden beheizte Bohlen beim Einbau von bitumengebundenem Material benötigt, da bei einem Abfall der Bodenplatten-Temperatur auf unter 120°C die Straßenoberfläche eine raue Struktur aufweist.

Im Gegensatz zum europäischen Raum, erfolgte die Verdichtung des Asphalts im nordamerikanischen Raum nicht mithilfe einer Bohle. Die Straßenfertiger wurden auf Vibrationsbohlen umgerüstet und konnten die Einbaugeschwindigkeit damit deutlich steigern. Die Hauptverdichtungsarbeit erfolgte anschließend mit Walzen. Vor der Verdichtung mittels Walzen musste ein Betreten der Oberflächen vermieden werden, da dies mit größerem Einsinken verbunden war. Die kommenden Jahrzehnte waren geprägt von großen Entwicklungsschritten in der Baumaschinenteknik. Die Firma Hamm stellte 1958 die erste Tandemvibrationswalze, 1968 die erste hydrostatisch angetriebene Dreiradwalze und 1983 eine Tandemwalze mit eingebauter Oszillationstechnologie vor. Die Firma ABG (Allgemeine Baumaschinen Gesellschaft mbH) konnte 1976 durch vollständig ausfahrbare Bohlen die Arbeitsbreite verdoppeln. 1999 brachten sie den bis dato größten Straßenfertiger auf den Markt. Ab den 90er Jahren sind vorwiegend Komponenten und Technologien für die elektronische Steuerung und Digitalisierung weiterentwickelt worden. Das erste vollelektronische Steuerpult in einem Straßenfertiger wurde von der Firma ABG eingesetzt. In Zukunft soll die Bedienung der Maschinen automatisiert und Fehlerquellen durch menschliche Kommunikation vermieden werden.²⁶

2.2 Asphalt

Asphalt bezeichnet Mischgut aus Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemittel und Gesteins- bzw. Mineralstoffen. Die Unterscheidung der verschiedenen Asphaltarten erfolgt nach der Menge der Materialkomponenten und ihrer Härte. Neben der industriellen Produktion von Asphaltmischgut kommen in natürlichen Lagerstätten ebenfalls Naturasphalte vor. Den bekanntesten Vertreter stellt der Trinidad-Asphalt dar, welcher auf der Insel Trinidad aus einem „Asphaltsee“ gewonnen wird. Für die weitere Verwendung wird der Trinidad-Naturasphalt einem Reinigungsprozess unterzogen und bis heute in verschiedenen Handelsformen verwendet.^{27,28}

²⁴Vgl. [18] Mallwitz, S. 385

²⁵Vgl. [15] Kappel, S. 5

²⁶Vgl. [15] Kappel, S. 3, 10, 36

²⁷Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 13

²⁸Vgl. [19] Neroth und Vollenschaar, S. 778

Technischer Asphalt setzt sich zu ca. 95 M.-% aus Gesteinskörnungen zusammen und kommt bei der Befestigung von Straßen und Verkehrsflächen (Radwege, Parkflächen, Flugplätze usw.) überwiegend zur Anwendung. Die Herstellung erfolgt in stationären Asphaltmischgutanlagen, welche durch die Auswahl und Anteile der Komponenten ihre Eigenschaften nach Funktion und Anforderung anpassen können.¹²

Asphaltmischgüter werden in vier verschiedene Mischgutarten unterteilt werden:

- Mischgutsorten mit einer Kornzusammensetzung nach der Fuller-Kurve, werden als **Asphalt Concrete (AC)** bezeichnet. Für die Anwendung als Deckschicht muss neben einer geringen Abnutzung ebenfalls ein hoher Gleitreibungsbeiwert gewährleistet werden. Die notwendige Schubfestigkeit wird über die innere Reibung der Gesteinskörnung sowie der Kohäsion zwischen dem Bitumen und dem enthaltenen Fülleranteil erreicht. Ein Hohlraumgehalt von 1 – 5 Vol.-% ermöglicht eine gleichmäßig geschlossene Oberfläche und die Beständigkeit gegen Abnutzung.²⁹
- Als **Splittmastixasphalt (SMA)** werden Mischungen bezeichnet, die einen hohen Anteil an gebrochenen, groben Gesteinskörnungen aufweisen. Diese sind aufgrund des zunehmenden Verkehrsaufkommens und den damit verbundenen Radkräften notwendig. Für hohe Standfestigkeiten ist ein sorgfältig abgestimmtes Splittgerüst erforderlich. Neben dem Einsatz von zähem, schlagfestem Material mit hohem Polierwiderstand wird für das Zuschlagstoffgemenge eine Sieblinie mit Ausfallskörnung angewendet. Dadurch können die Gesteinskörner mit Asphaltmastix umhüllt und die Hohlräume ausgefüllt werden. Für die Begrenzung des Hohlraumvolumens auf 2 bis 4 Vol.-%, muss das Hohlraumvolumen des Splittgerüsts, des Mörtelvolumens und des anzustrebenden Hohlraumgehaltes gemeinsam betrachtet werden. Um trotz des hohen erforderlichen Anteils an Bindemittel eine Entmischung zu verhindern, werden stabilisierende Zusätze zugefügt. Dafür kommen zumeist organische Feststoffe, Polymere in Pulver- oder Granulatform und Cellulose-Fasern zum Einsatz.³⁰
- **Gussasphalt (GA)** unterscheidet sich deutlich von den anderen Mischgutsorten. Er besitzt kein in sich gestütztes Korngerüst für die Lastabtragung, denn beim Gussasphalt übernimmt diese Aufgabe größtenteils der Mörtel. Dafür wird er als Zweiphasensystem mit hohem Bindemittelgehalt und ohne Hohlräume hergestellt. Durch einen hohen Fülleranteil und den Einsatz eines harten Bindemittels wird eine hohe Viskosität erzielt, die bei einem so hohen Bindemittelgehalt notwendig ist. Langzeituntersuchungen haben die Einstufung von Gussasphalt als hochwertigste Asphaltenschicht bestätigt. Da der Arbeitsaufwand und die damit verbundenen Kosten relativ hoch sind, wird er hauptsächlich auf Hauptnetzstraßen in Städten und als Brückenbelag eingesetzt. Naturasphalt oder polymermodifiziertes Bitumen kommen bei besonderen Anforderungen als Zusatz zur Anwendung. Die Rauigkeit an der Oberfläche wird durch Einstreuen von Edelsplitt und anschließendes Einwalzen erreicht.³¹
- **Porous Asphalt (PA)** zeichnet sich durch einen hohen Anteil von verbundenen Hohlräumen aus, welche den Durchgang von Luft und Wasser ermöglichen. Dadurch kann Oberflächenwasser durch den PA versickern und auf diese Weise Gefahren wie Aquaplaning verringern. Des Weiteren kommt es zu Schallabsorption in den Hohlräumen und somit zu einer lärmindernden Wirkung. Der dafür notwendige Hohlraumgehalt wird durch den Einsatz von 95 M.-% groben, gebrochenen Gesteinskörnungen erreicht.³²

²⁹Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 164

³⁰Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 181

³¹Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 183

³²Vgl. [24] Schäfer, S. 32

2.3 Bitumen

Das für das Asphaltmischgut benötigte Bitumen kann sowohl aus Erdöl, als auch aus anderen natürlichen Vorkommen gewonnen werden. Früher wurde statt Bitumen Teer verwendet. Aufgrund von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, für den menschlichen Körper kanzerogen sind, ist der Einsatz von Teer nicht mehr zulässig. Im Gegensatz dazu ist Bitumen praktisch geruchlos und resistent gegen viele Chemikalien und Wasser. Da das Bitumen nicht flüchtig ist wirkt dieses nicht gesundheitsschädigend und konnte deshalb den Teer vom Markt verdrängen. Die Herstellung von Bitumen lässt sich in drei wesentliche Schritte aufteilen:³³

1. Destillation

Im Zuge der fraktionierten Destillation werden zuerst Benzin, Kerosin und Diesel gewonnen. Der verbleibende Erdölrückstand wird nochmals einer Vakuumdestillation unterzogen, um restliche Gase und Schmieröle zu entfernen. Da es bei höheren Temperaturen zu thermischen Spaltungen kommen kann, erfolgt die zweite Destillation in einer Vakuumdestillationsanlage.

2. Extraktion

Um die verbliebenen öligen Bestandteile von den bituminösen Bestandteilen zu trennen, werden flüssige Kohlenwasserstoffe, insbesondere Propan, Äthan oder Butan, verwendet. Diese Stoffe lösen unter bestimmten Bedingungen Öle und Paraffine gut auf.

3. Oxidation

Der Blasprozess wird angewandt, um den geringen Anteil von Gasöl zu entfernen. Dabei kommt es zur Reaktion der gasförmigen Luft und der Erdkohlenwasserstoffe, welche sich mit Teilen des Wasserstoffs zu Wasser verbinden und als Wasserdampf entweichen. Dieses Verfahren wird insbesondere dann eingesetzt, wenn eine Vakuumdestillation unwirtschaftlich ist.

2.4 Straßenaufbau

Für den modernen Straßenbau werden mehrschichtige Aufbauten verwendet. Der Aufbau kann in Ober- und Unterbau unterteilt werden. Die Lastableitung erfolgt in einer kegelförmigen Ausbreitung durch die Schichten. Daraus folgt, dass die oberen Schichten größere Spannungen aufnehmen müssen als die unteren. Dies hat den Vorteil, dass für die unteren Schichten preisgünstigeres Einbaumaterial verwendet werden kann. Die obersten Ebenen hingegen, müssen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Spannungen, ausgelöst durch die Radlasten, sowie Schubkräfte durch das Beschleunigen und Abbremsen der Fahrzeuge, aufweisen können. Jener Teil des Straßenquerschnitts, welcher sich über dem Planum befindet, wird als Oberbau bezeichnet. Eine schematische Darstellung eines Querschnitts ist in Abb. 2.2 ersichtlich. Die Aufgaben der Schichten des Oberbaus werden wie folgt definiert:^{34,35}

- **Ungebundene Tragschicht**

Frostschutzschichten bilden die erste Schicht des Oberbaus. Der wasserdurchlässige Aufbau verringert die Tragfähigkeitsschwankungen des Unterbaus infolge von Frosteinwirkungen. Dadurch kann die Beständigkeit der Straßenbefestigung erhöht werden. Zudem dient sie ebenfalls als lastverteilende Schicht und reduziert somit die an den Untergrund übertragenen Flächenkräfte. Kies- und Schottertragschichten werden aus gebrochenem oder

³³Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 13

³⁴Vgl. [15] Kappel, S. 26, 42 ff.

³⁵Vgl. [30] Wiehler und Wellner, S. 92, 130

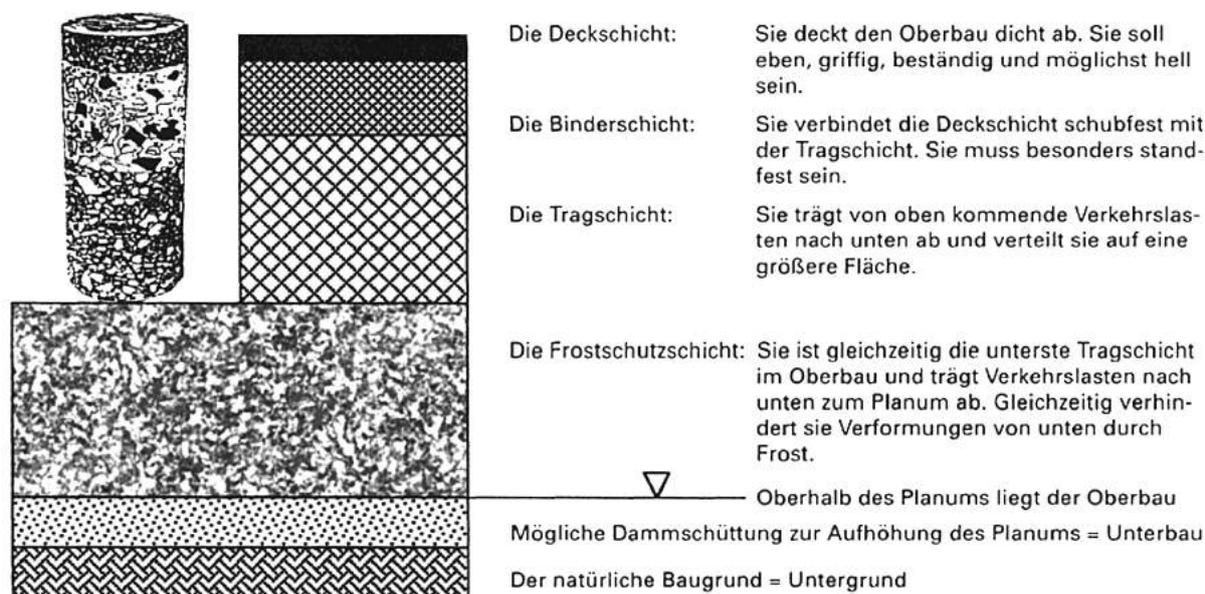


Abb. 2.2: Schematische Darstellung eines Straßenaufbaus und der geforderten Eigenschaften (Quelle: Richter und Heindel [22, S. 390])

ungebrochenem Material hergestellt. Die Tragwirkung beruht dabei auf innerer Reibung des Korngemenges. Ihre Zusammensetzung wird durch Grenzsieblinien vorgegeben und findet in der Regel in der Pflasterbauweise Anwendung.

- **Gebundene Tragschicht**

Durch zunehmende Lasten des Straßenverkehrs, ist die Einführung von Bitumen gebundenen Tragschichten (Asphalttragschichten) gefördert worden. Auf geringer beanspruchten Straßen kann demzufolge auf diese Schicht gänzlich verzichtet werden. Die Schichtdicke richtet sich nach der jeweiligen Bauklasse der Straße, beträgt jedoch mindestens 8 cm. Im Vergleich zu den restlichen gebundenen Schichten, stellt sie die dickste Schicht dar. Die hauptsächliche Belastung verursachen Druckkräfte.

- **Binderschicht**

Die Verbindung der ungebundenen Tragschichten mit der Deckschicht ist die Hauptaufgabe der Binderschicht. Aus dieser Funktion leitet sich die heutige Bezeichnung der Schicht ab. Im modernen Straßenbau bildet sie das Bindeglied zwischen der Asphalttragschicht und der Deckschicht. Die Qualität der Binderschicht ist wesentlich für die Beständigkeit der Straße. Sie muss Lagefehler und Unebenheiten ausgleichen, da dies mit der Deckschicht nur eingeschränkt möglich ist. Darüber hinaus werden die Schubkräfte durch die Binderschicht abgeleitet, welche innerhalb der Schicht ihr Maximum haben. Aus diesen Aufgaben heraus folgt der Einsatz von hochwertigem Asphalt.

- **Deckschicht**

Die oberste und zugleich am stärksten beanspruchte Schicht wird als Deckschicht bezeichnet. Sie ist den unmittelbaren Kräften des Straßenverkehrs, der Witterung und des Winterdienstes ausgesetzt. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die eingesetzte Gesteinskörnung, welche einen ausreichenden Polierwiderstand aufweisen muss. Diese gewährleistet ein Mindestmaß an Rauigkeit sowie den Widerstand gegen einwirkende Kräfte. Die Verkehrssicherheit hängt deutlich von den Eigenschaften der Deckschicht ab, da sie für

die Ebenheit und Griffigkeit verantwortlich ist. Neben der Funktionen als Nutzschrift, erfüllt die Deckschicht auch eine dichtende Funktion. Dabei schützt sie die darunter liegenden Schichten vor äußeren Einflüssen. Außerdem gewährleistet sie durch ihre lärmdämpfende Eigenschaft eine umweltfreundliche Nutzung der Verkehrsflächen. Die starke Beanspruchung der Deckschicht führt dazu, dass eine regelmäßige Erneuerung bzw. Instandsetzung notwendig ist. Guss- und Walzasphalte zählen beispielsweise zu den Anwendungsformen der Deckschicht.

2.5 Asphaltmischanlagen

Die Herstellung von Asphaltmischgut erfolgt in Mischanlagen, welche als AMA bezeichnet werden. In den letzten Jahrzehnten wurden große Fortschritte in der Weiterentwicklung der Mischanlagen verzeichnet. Sie konzentrierten sich hauptsächlich auf AMA mit festen Standorten und Einhausungen, in welchen auch digitalisierende Maßnahmen in Form von Monitorüberwachung durch elektronische Prozesssteuerung umgesetzt wurden. Eine dieser Mischanlagen, die im Rahmen gegenständlichen Diplomarbeit untersucht wird, ist in Abb. 2.3 zu sehen. Diese Maßnahmen ermöglichten die Verringerung von Emissionen, Wärmeverlusten und des Energieverbrauches, die allesamt durch strenge Auflagen des Umweltschutzes einzuhalten sind. Zusammen mit der regelmäßigen Produktionskontrolle kann Mischgut dadurch mit einer hohen Gütesicherung produziert werden. Moderne Anlagen können Leistungen von ca. 100 bis 300 t/h erzielen. Für die Asphaltaufbereitung gibt es verschiedene Verfahren, jedoch werden grundsätzlich zwei Arten von AMA unterschieden.³⁶



Abb. 2.3: Aufnahme einer der besuchten Asphaltmischanlagen

³⁶Vgl. [5] Blab et al., S. 223 ff.

- **Durchlaufmischer**

Bei einer Durchlaufmischanlage wird die rezeptmäßige benötigte Zusammensetzung der Gesteinskörnung ausschließlich durch Vordoseure hergestellt. Dadurch entfällt eine spätere Eingriffsmöglichkeit zur Änderung der Zusammensetzung. Das Mischgut wird in einem kontinuierlichen Mischprozess hergestellt und eignet sich daher besonders gut für Großbaustellen, bei welchen große Mengen derselben Mischgutsorte benötigt werden.

- **Chargenmischer**

Im Gegensatz zu einer Durchlaufmischanlage, besitzen Chargenmischer eine Heißversiebung, welche das Mischen von verschiedenen Mischgutsorten in kurzen Abständen ermöglicht. Moderne Anlagen werden hauptsächlich als Chargenmischanlagen ausgeführt.

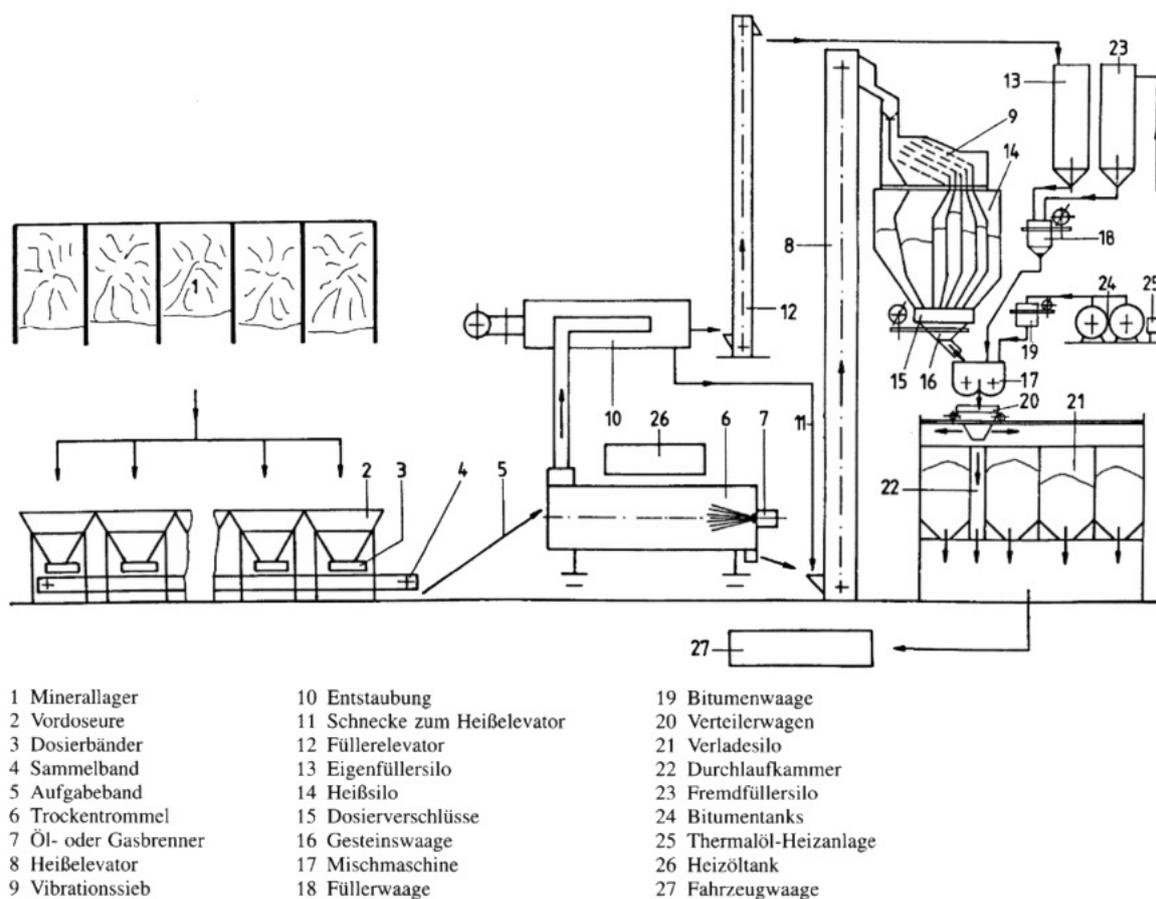


Abb. 2.4: Einbauten einer Trockentrommel
(Quelle: König [16, S. 195])

Das Fließschema des prinzipiellen Produktionsablaufes kann aus Abb. 2.4 entnommen werden, für die Beschreibung des detaillierten Ablaufes werden im folgenden die für die Produktion benötigten Anlagenteile und deren Funktion beschrieben:^{37,38}

- **Materialdeponie und Vordoseure**

Um die Herstellung der Vielzahl von verschiedenen Mischgutsorten zu ermöglichen, wird

³⁷Vgl. [5] Blab et al., S. 223 ff.

³⁸Vgl. [16] König, S. 195 ff.

dementsprechend ein großer Vorrat an verschiedenen Gesteinskörnungen benötigt. Diese können in geschlossenen Bereichen (Boxen), in überdachten witterungsgeschützten Bereichen oder auf Deponien im Freien gelagert werden. Unabhängig von der Wahl der Lagerung, ist darauf zu achten, dass es zu keiner Vermischung der einzelnen Gesteinsgruppen kommt. Durch einen Radlader oder mittels Förderbänder wird das Material aus der Materialdeponie, in die einzelnen Dosiergeräte verladen. Die Dosiergeräte bzw. Vordoseure sind für die rezeptmäßig abgestimmte Beschickung der Mischanlage verantwortlich. Die Dosierung kann durch gravimetrische oder volumetrische Methoden erfolgen. Im Falle einer volumetrischen Methode, wird eine feste Schichthöhe, unabhängig von Lagerungshöhe und -druck, mittels Abzugsband abgezogen. Im Gegensatz dazu wird beim gravimetrischen Verfahren die pro Zeiteinheit durchlaufende Masse erfasst. Doseure, welche mit einer gravimetrischen Methode arbeiten, erzielen eine größere Genauigkeit als jene mit volumetrischer Methode. Der Unterschied ist besonders bei Sandfraktionen festzustellen.

- **Trocknungsanlage**

Die, über die Vordoseure, dosierte Gesteinskörnung, wird über ein Sammelband zum Aufgabeband gefördert und anschließend über das Aufgabeband oder einem Elevator der Trockentrommel zugeführt. Geführt von Leitblechen durchläuft die Gesteinskörnung die Trockentrommel im Gegenstromprinzip, das heißt sie bewegt sich in Richtung des Brenners. Diese Bewegung wird durch eine $4,5^\circ$ Neigung der Trommel begünstigt. Nach dem Durchlaufen der Trommel wird das getrocknete Material dem Heißelevator übergeben. Dieser fördert das Aufgabegut über Stahlbecher, angetrieben von einer hochfesten Laschenkette, weiter. Abb. 2.5 zeigt eine mögliche Anordnung der Leitbleche. Der Trockentrommelantrieb kann



Abb. 2.5: Einbauten einer Trockentrommel
(Quelle: Alfa Tech International [1])

über Laufringe, welche auf Laufrollen gelagert sind, erfolgen. Dabei werden die Laufrollen angetrieben und übertragen die Drehbewegung durch Reibung auf die Trommel. Eine alternative Antriebsmöglichkeit ist der Antrieb mittels Laschenkette und Getriebemotor. Für die Befeuerung werden Brenner installiert, welche Heizöl, Erdgas oder Flüssiggas als Brennmittel verwenden. Moderne Brenner sind in der Lage ohne Umbau zwischen zwei Brennmitteln zu wechseln. Der Brennmittelverbrauch ist abhängig von der Anzahl der Unterbrechungen und unter anderem auch von der Anordnung der Leitbleche. Durch eine Befeuerung mittels Flüssiggas oder Erdgas kann eine ökonomische Brennsteuerung und ein geringer Heizmittelverbrauch erzielt werden. Zur Überwachung der Temperatur werden berührungslose Systeme angewandt. Dafür kommen entweder Temperaturfühler oder Infrarotmessgeräte in Frage. Im Falle einer automatisch gesteuerten Anlage müssen Messgeräte eingesetzt werden, die eine schnelle Reaktionszeit aufweisen können. In der Regel kommen dafür Infrarotmessgeräte zum Einsatz.

- **Entstaubung**

Die der Trocknungstrommel nachgeschaltete Entstaubungsanlage erfüllt zwei verschiedene Funktionen. Sie ist dafür verantwortlich, dass der Reststaubanteil im entstehenden Abgas auf ein aus Umweltschutzvorschriften verträgliches Maß gesenkt wird und gewinnt den im Abgas enthaltenen Feinstaubanteil zurück, um diesen als Füller für die Mischgutherstellung wiederverwenden zu können. Der Entstaubungsvorgang selbst wird in einem zweistufigen Vorgang ausgeführt. Im ersten Schritt kommt es zur Gasabkühlung und Grobabscheidung. Dabei zurückgewonnene Feinanteile werden der auslaufenden Gesteinskörnung zurückgeführt. Der zweite Schritt reinigt das Abgas von den noch vorhandenen Feinanteilen. Der gewonnene Fülleranteil wird zur späteren Wiederverwendung in Silos eingelagert.

- **Heißsilierung**

Das im Heißelevator transportierte Gestein wird an die Heißversiebung übergeben, um diese für die weitere Bearbeitung wieder in Korngruppen zu unterteilen. Die Heißversiebung kann das Korngemisch über ein Vibrationssieb in bis zu sieben Korngruppen trennen. Diese werden sinnvollerweise nach den handelsüblichen Korngruppen separiert und anschließend im Heißmineralsilo in getrennten Taschen gelagert. Das Heißmineralsilo kann nach Größe der AMA bis zu 100 Tonnen je Korngruppe aufnehmen. Kapazitäten in dieser Größenordnung haben den Vorteil, dass verschiedenste Asphaltarten produziert werden können, ohne den Materialfluss in der Trocknungstrommel unterbrechen zu müssen. Die erforderliche Größe der Heißsilierung richtet sich nach dem zu erwartenden Verkauf. Bei AMA, die im Regelbetrieb eine gleichmäßige Belastung zu erwarten haben, kann die Größe des Heißsilos kleiner gehalten werden. Überdies wird durch die Heißversiebung eine hohe Genauigkeit gewährleistet, welche besonders für die Einhaltung von Rezepten mit geringen Toleranzen notwendig ist. Um die Verarbeitungstemperatur über eine längere Zeit aufrechterhalten zu können, besitzen die Silos eine starke Isolierung. Zur Erhöhung der Mischleistung oder für Mischgutsorten, die geringere Anforderungen an die Einhaltung einer Sieblinie stellen, kann das Gestein über den Bypass (Siebumgehung) direkt in die Gesteinswaage transportiert werden. Bei der Gesteinzufuhr durch den Bypass erfolgt die Kornzusammensetzung ausschließlich über die Vordoseure und erfordert daher eine größere Beachtung der Korngrößenverteilung.

- **Gesteinswaage**

Zur Einhaltung der rezeptmäßigen Anforderungen an das Mischgut ist neben den Verarbeitungsanforderungen auch das Mischverhältnis von entscheidender Bedeutung. Um dieses gewährleisten zu können, müssen die einzelnen Komponenten vor dem Mischen verwogen werden. Das im Heißsilo eingelagerte Gestein wird über offenbare Verschlüsse an den Aus-

läufen der einzelnen Taschen nacheinander dem Mischer zugefügt. Die Zugabemengen sind dabei vom Rezept vorgegeben, wobei die Genauigkeit von der Bauart der Waage abhängt, die in der Regel ca. 2% der Höchstlast beträgt. Die Verwiegung kann entweder elektronisch oder mechanisch in einem gekapselten Wiegebehälter erfolgen. Der dabei entstehende Staub wird über die Entstaubung abgezogen.

- **Füllerwaage**

Neben dem Gestein ist zur Herstellung auch die Zugabe von Füller notwendig, welche ebenfalls verwogen werden müssen. Die Verwiegung findet getrennt vom Gestein in einer separaten Waage (Füllerwaage) statt. Diese wird für die Verwiegung von Eigenfüller, Fremdfüller sowie anderen mineralischen Zusätzen verwendet. Nach der Verwiegung wird der Füller mittels Schneckenförderung der Mischmaschine zugeführt.

- **Bitumenwaage**

Bitumen kann volumetrisch oder gravimetrisch dosiert werden. In der Regel wird auch Bitumen gravimetrisch verwogen, da bei einer volumetrischen Dosierung Schwankungen der Lagertemperaturen durch Berücksichtigung des Temperatúrausdehnungskoeffizienten zu beachten sind. Zur Einhaltung der Anforderungen an das Bitumen ist der Wiegebehälter eingekapselt, isoliert und beheizt.

- **Mischer**

Um eine intensive Durchmischung während der kurzen Mischzeit (Chargenzeit ca. 40 Sekunden) gewährleisten zu können, werden Zweiwellenzwangsmischer eingesetzt. Nach der Zugabe des Gesteins und Füllers wird das Bitumen über eine Pumpe und mehrere Düsen eingespritzt. Dies ermöglicht auch bei der kurzen Chargenzeit eine gleichmäßige Durchmischung. Die Steuerung dieser Zeiten erfolgt in der Regel automatisch über den Computer. Abweichungen aus der Verwiegung werden in der Eigenüberwachung festgehalten und statistisch ausgewertet. Bei groben Differenzen ermöglicht dies ein rechtzeitiges Eingreifen. Das fertige Mischgut wird über eine pneumatische Entleerklappe direkt auf einen LKW beladen oder zum Asphaltmischgutsilo befördert. Die Temperatur des auslaufenden Mischguts wird durch Infrarotmessgeräte gemessen. Die Mischguttemperatur hat im Allgemeinen die durch einschlägige Normen bzw. Richtlinien vorgegebene Temperatur einzuhalten. Bei zu tiefen Temperaturen (unter 130°C) ist die vollständige Umhüllung der Gesteine nicht mehr gegeben.

- **Silo**

Werden größere Mengen produziert, müssen diese bis zur Beladung zwischengelagert werden. Diese Zwischenlagerung erfolgt in Verladesilos, welche entweder nebenstehend oder untergebaut ausgeführt werden können. Bei beiden Bauarten wird das Mischgut vom Mischer an einen Verteilerkübel übergeben, welcher die zu beladende Silokammer anfährt. Zum Befüllen wird der Verschlussdeckel der Kammer geöffnet und der Verteilerwagen wird entleert. Dank der guten Isolierung kann das Mischgut bis zu einem Tag zwischengelagert werden. Zur Beladung der LKWs sind Verladesilos unterfahrbahr. Das Material wird über einen pneumatischen Schieber abgezogen und in den darunter stehenden LKW abgelassen. Zur Feststellung der tatsächlichen Verlademenge wird das Leer- und Füllgewicht abgewogen. Die dafür benötigte Fahrzeugwaage befindet sich im Ein- und Ausfahrtsbereich oder direkt unter dem Verladesilo.

- **Bitumenlagerung**

Die Lagerung von Bitumen erfolgt in Tanks, welche liegend oder bevorzugt stehend ausgeführt werden können. Sie besitzen zur Aufrechterhaltung der notwendigen Verarbeitung-

stemperatur eine Heizanlage. Um Wärmeverluste auf ein annehmbares Maß zu reduzieren, sind die Tanks stark isoliert und schränken die Verluste auf ca. 3°C pro Tag ein. Zur Befüllung der Tanks kommt das Gaspindelverfahren zum Einsatz. Bei diesem wird das während der Befüllung, aus dem Tank entweichende Gas mittels einer Leitung in den Tankwagen geführt und von diesem abtransportiert.

2.6 CE-Zertifizierung

Seit dem Inkrafttreten der Bauprodukterichtlinie des Europäischen Rates im Jahre 2008 bzw. der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 für Bauprodukte (EU-BauPVO) und den europäischen Asphaltmischgutnormen EN 13108-ff, dürfen Bauprodukte, so auch Asphalt, nur mit einer Leistungserklärung und CE-Zertifizierung in Verkehr gebracht werden. Die harmonisierten Normen sind in Österreich durch die ÖNORM B 3580-1 bis B 3588 umgesetzt worden, die genaue Zuordnung kann aus Tab. 2.2 entnommen werden. Durch die Veröffentlichung der nationalen Umsetzungsnormen ist seit März 2008 die harmonisierten Mischgutbezeichnung sowie eines der angeführten Assessment and Verification of Constancy of Performance (AVCP)-Systeme (siehe Kapitel 2.6.2) zur Leistungserklärung eingeführt worden.³⁹

2.6.1 Mischgutbezeichnung in Österreich

Durch die Einführung der harmonisierten Mischgutnormen wurde auch eine neue Form der Mischgutspezifikation verpflichtend. Im österreichischen Raum stehen dafür zwei Varianten zur Verfügung, der fundamentale und der empirische Ansatz. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Art der Erstprüfung voneinander. Für den empirischen Ansatz werden allgemeine Anforderungen an das Mischgut gestellt. Dazu gehören unter anderem Korngrößenverteilung, Mindestbindemittelgehalt, Zusätze, Hohlraumgehalt, Mischguttemperatur und Widerstand gegen Abrieb. Im Gegensatz dazu werden beim fundamentalen Ansatz, neben den allgemeinen Anforderungen, auch gebrauchsverhaltensorientierte bzw. funktionale Eigenschaften überprüft. Diese funktionalen Eigenschaften stellen Anforderungen an das Verhalten des Asphalts im eingebauten Zustand. Derzeit besteht die Möglichkeit Asphalte nach dem fundamentalen Ansatz nur für Asphaltbetone, Splittmastixasphalte und offenporige Asphalte auszuschreiben. Die Mischgutbezeichnung nach dem empirischen Ansatz wird am folgenden Beispiel in Tab. 2.1 veranschaulicht.

Tab. 2.1: Beispiel für eine Mischgutbezeichnung nach dem empirischen Ansatz

AC 22 bin PmB 45/80-65 H1 G4 NT

AC	Asphaltsorte
22	D (Größtkorn)
bin	Einsatzbereich
PmB 45/80-65	Bindemitteltype nach EN 12591 „Spezifikation für Straßenbaubitumen“ bzw. nach ÖNORM EN 14023 „Spezifikation von polymermodifiziertem Bitumen“
H1	Typenbezeichnung
G4	Gesteinskörnungsklasse
NT	weitere mischgutspezifische Zusatzbezeichnungen

³⁹Vgl. [17] Kostjak, S. 5

Tab. 2.2: Nationale Umsetzungsnormen der EN 13108-ff

Bezugsdokument	Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen	Bezugsdokument	Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen
ÖNORM EN 13108-1	Asphaltbeton	ÖNORM B 3580-1	Asphaltbeton – Teil 1: Empirische Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1
		ÖNORM B 3580-2	Asphaltbeton – Teil 2: Gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1
ÖNORM EN 13108-2	Asphaltbeton für sehr dünne Schichten (BBTM)	ÖNORM B 3581	Asphaltbeton für sehr dünne Schichten (BBTM) – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-2
ÖNORM EN 13108-3	Softasphalt	ÖNORM B 3582	Softasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-3
ÖNORM EN 13108-4	Hot Rolled Asphalt	ÖNORM B 3583	Hot Rolled Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-4
ÖNORM EN 13108-5	Splittmastixasphalt	ÖNORM B 3584-1	Splittmastixasphalt – Teil 1: Empirische Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-5
		ÖNORM B 3584-2	Splittmastixasphalt – Teil 2: Gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-5
ÖNORM EN 13108-6	Gussasphalt	ÖNORM B 3585-1	Gussasphalt – Teil 1: Empirische Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-6
ÖNORM EN 13108-7	Offenporiger Asphalt	ÖNORM B 3586-1	Offenporiger Asphalt – Teil 1: Empirische Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7
		ÖNORM B 3586-2	Offenporiger Asphalt – Teil 2: Gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7
ÖNORM EN 13108-8	Ausbauasphalt	a	–
ÖNORM EN 13108-9	Asphaltmischgut für ultradünne Schichten Asphaltbeton (AUTL)	ÖNORM B 3588	Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Asphaltmischgut für extrem dünne Asphaltbetonschichten (AUTL) – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-9
ÖNORM EN 13108-20	Typprüfung	a	–
ÖNORM EN 13108-21	Werkseigene Produktionskontrolle	a	–

^a Nationale Festlegungen in der Reihe ÖNORM B 3580-1 bis ÖNORM B 3588.

(Quelle: ÖNORM B 3580-2:2018-02: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Asphaltbeton – Teil 2: Gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1 [20] S.5 ff.)

Im folgenden Abschnitt wird eine Übersicht über die einzelnen Bezeichnungsteile gegeben.²³

Asphaltsorte

Für die Bezeichnung der Asphaltsorte werden folgende Asphalte unterschieden:

- Asphaltbeton (**AC**)
- Asphaltbeton für sehr dünne Schichten (**BBTM**)
- Softasphalt (**SA**)
- Hot Rolled Asphalt (**HRA**)

- Splittmastixasphalt (**SMA**)
- Gussasphalt (**GA**)
- Offenporiger Asphalt (**PA**)
- Asphaltmischgut für ultradünne Schichten (**AUTL**)

Einsatzbereich

Der Einsatzbereich kann in vier Bereiche unterschieden werden:

- Deckschicht (deck)
- Binderschicht (bin)
- Tragschicht (trag)
- Ausgleichschicht (aus)

Je nach Asphaltart ist bei der Mischgutbezeichnung der Einsatzbereich anzugeben bzw. entfällt selbiger, wenn die Asphaltart nicht in mehrere Einsatzbereiche unterteilt werden kann.

Bindemitteltype

Für die Bezeichnung des Bindemittels wird vorrangig unterschieden, ob es sich um Straßenbaubitumen oder polymermodifiziertes Bitumen handelt. Für die Bezeichnung des Straßenbaubitumens wird der Penetrationsbereich angegeben (zum Beispiel: 50/70 – 50 bis 70 Einheit: 0,1 mm). Durch die vorgestellte Abkürzung PmB wird darauf hingewiesen, dass es sich um polymermodifiziertes Bitumen handelt. Dieses wird neben der Abkürzung noch um die Angabe des Erweichungspunkts erweitert (zum Beispiel: PmB 10/40-65 – Penetrationsbereich 10 bis 40, Einheit: 0,1 mm - Erweichungspunkt $\geq 65^\circ\text{C}$).

Typenbezeichnung

Je nachdem um welche Asphaltart es sich handelt, stehen verschiedene Asphalttypen zur Verfügung, die sich untereinander durch ihre Korngrößenverteilung und die Anforderungen an den Hohlraumgehalt unterscheiden.

Gesteinskörnungsklasse

An die Gesteinskörnung werden die Anforderungen ebenfalls in den einschlägigen Umsetzungsnormen beschrieben. Diese werden nach dem Schulnotensystem in die Klassen G1 bis G7 unterteilt, wobei G1 bis G3 für den Einsatz in Bereichen mit höheren Anforderungen und G4 bis G7 für Bereiche mit niedrigen oder keinen Anforderungen vorgesehen sind.

Für die Mischgutbezeichnung nach dem fundamentalen Ansatz wird derselbe Aufbau wie für den empirischen Ansatz verwendet. Der einzige Unterschied liegt bei der Typenbezeichnung. Hier werden abhängig von den zu erreichenden Eigenschaften folgende Typen unterschieden:⁴⁰

- Verformungsbeständigkeit bei hohen Temperaturen
(Unterteilung in 4 Typen V1, V2, V3 und V4)
- Rissbeständigkeit bei tiefen Temperaturen
(Unterteilung in 5 Typen R1, R2, R3, R4 und R5)
- Ermüdungsbeständigkeit
(Unterteilung in 4 Typen E1, E2, E3 und E4)

⁴⁰Vgl. [4] Blab, S. 11

2.6.2 Leistungserklärung

Ein weiterer Schritt um ein Bauprodukt mit der CE-Kennzeichnung versehen zu dürfen, stellt die Leistungserklärung dar. Um diese ordnungsgemäß durchführen zu können, wird zuerst das erforderliche AVCP-System ermittelt. Zur Auswahl stehen folgende Systeme:⁴¹

System 1+

Aufgaben des Herstellers:

- werkseigene Produktionskontrolle (WPK)
- Prüfung von zusätzlichen im Werk entnommenen Proben nach festgelegtem Prüfplan

Aufgaben der Produktzertifizierungsstelle:

- Erstprüfung
- Erstinspektion des Werkes und der WPK
- laufende Überwachung, Bewertung und Anerkennung der WPK
- Stichprobenprüfung vor dem Inverkehrbringen

System 1

Aufgaben des Herstellers:

- WPK
- Prüfung von zusätzlichen im Werk entnommenen Proben nach festgelegtem Prüfplan

Aufgaben der Produktzertifizierungsstelle:

- Erstprüfung
- Erstinspektion des Werkes und der WPK
- laufende Überwachung, Bewertung und Anerkennung der WPK

System 2+

Aufgaben des Herstellers:

- Erstprüfung
- WPK
- Prüfung von zusätzlichen im Werk entnommenen Proben nach festgelegtem Prüfplan

Aufgaben der notifizierten Zertifizierungsstelle:

- Erstinspektion des Werkes und der WPK
- laufende Überwachung, Bewertung und Anerkennung der WPK

System 3

Aufgaben des Herstellers:

- WPK

Aufgaben des Prüflabors

- Erstprüfung

System 4

Aufgaben des Herstellers:

⁴¹Vgl. [29] *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 – harmonisierte Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten*, S. 88/42

- Erstprüfung
- WPK

Die AVCP-Systeme unterscheiden sich hauptsächlich in der Zuordnung der Verantwortungsbe-
reiche. Laut der Verordnung (EU) Nr.305/2011 für Bauprodukte (EU-BauPVO) ist für Asphalte,
Gesteinskörnungen und Bitumen meistens das System 2+ anzuwenden. Damit hat der Hersteller
für sein Qualitätsmanagement im Wesentliche zwei Aufgaben zu erfüllen:

Als Erstes werden im Rahmen der Erstprüfung die wesentlichen Eigenschaften festgestellt,
welche in der Konformitätserklärung dokumentiert werden. Für die CE-Zertifizierung wird aus
den Ergebnissen, Bandbreiten und Grenzwerten definiert, welche für die ausgelieferten Produkte
eingehalten werden müssen. Die zweite Aufgabe stellt die WPK dar. Diese sichert durch die
laufende Eigenüberwachung die Einhaltung der deklarierten Werte. Die genaue Durchführungs-
modalität sowie die Prüfhäufigkeit ist in den nationalen Umsetzungsnormen ÖNORM B 3580-1
bis B 3588 geregelt.⁴²

⁴²Vgl. [5] Blab et al., S. 313 ff.

Kapitel 3

Prozesserhebung, Prozessanalyse und Prozesskonzeption

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit dem Bearbeitungsablauf einer eingehenden Mischgutbestellung und den damit im Zusammenhang stehenden Optimierungsmöglichkeiten. Für die Darstellung eines solchen Ablaufs oder Prozesses gibt es verschiedene Möglichkeiten. Im Rahmen dieser Arbeit wird das Business Process Model and Notation (BPMN) als Darstellungsform gewählt. Zu Beginn wird der Leser mit den Regeln und Darstellungsobjekten der gewählten Modellbildungsform vertraut gemacht. Das daraus gewonnene Wissen ermöglicht dem Leser, die in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellten Prozesse besser verstehen zu können. Vor der Darstellung und Analyse des IST-Prozesses steht die Prozesserhebung. Es werden die Methoden und verwendeten Mittel zur Erfassung des bestehenden Prozesses erörtert und der daraus resultierende IST-Prozess präsentiert. In einer näheren Betrachtung der einzelnen Teilprozesse werden diese im Detail analysiert, um im Anschluss daran mögliche Optimierungspotentiale aufzuzeigen. Auf Basis der Erkenntnisse der IST-Prozessanalyse wird ein idealer Prozess erstellt. Nach einer näheren Beschreibung des verbesserten Ablaufs werden abschließend die zwei Prozesse direkt miteinander verglichen, um damit auf notwendige Eingriffe beim bestehenden Ablauf eingehen zu können.

3.1 Business Process Model and Notation

Die Ziele eines Unternehmens können nur durch Messen, Dokumentieren, Überwachen und Anpassen von Prozessen konsequent verfolgt werden. Mit Business Process Management (BPM) erhält das Unternehmen die Möglichkeit, dies umzusetzen und die Prozesse als Gesamtbild zu betrachten und zu verstehen. Als Anwender ergeben sich in der Regel drei Fälle:⁴³

1. Optimierung von bestehenden Prozessen
2. Dokumentation von bestehenden Prozessen
3. Einführung neuer Prozesse

Der erste Fall wird im täglichen Umfeld am häufigsten angetroffen. So soll zum Beispiel durch die Einführung neuer Software-Schnittstellen die Effizienz von Prozessen gesteigert werden. Vor der Analyse und Optimierung eines Prozesses muss dieser erst dargestellt werden. Um einen solchen Prozess zu beschreiben, gibt es verschiedene Modelle, wobei sich BPMN als Standard durchsetzen konnte. 2011 wurde von der Object Management Group (OMG) die aktuelle Version BPMN 2.0 verabschiedet und 2013 ebenfalls als ISO-Standard (ISO/EC 19510:2013) veröffentlicht. Dadurch wurden Symbole und Regeln für deren Bedeutung und Verknüpfung untereinander definiert und standardisiert. Dies ergibt den Vorteil, dass alle Gesprächspartner die Prozessmodelle lesen können

⁴³Vgl. [7] Freund und Rucker, S. 7

und eine gesonderte Erklärung hinfällig ist. Prozesse stellen eine zeitlich-logische Abfolge von Aktivitäten dar. BPMN dient nur zur Darstellung solcher Prozesse und kann daher Strukturen wie Strategie, Daten, Organisationsaufbau, Geschäftsregeln oder Prozesslandschaften nicht darstellen. Um einen solchen Prozess darzustellen, bietet BPMN verschiedene Symbole und Verknüpfungen, welche nach festgelegten Regeln miteinander verknüpft werden dürfen. Ähnlich zu einer Sprache gibt es verschiedene Möglichkeiten, einen Vorgang zu beschreiben. Mit welcher Genauigkeit ein Prozess modelliert werden soll, hängt von der gesetzten Zielvorgabe und Zielgruppe ab.⁴⁴

In der gegenständlichen Arbeit werden im Rahmen der Prozessermittlung und nachfolgenden Untersuchung von Optimierungsmaßnahmen die ersten beiden vorgestellten Fälle zur Anwendung kommen. Die zur Verfügung stehenden Basiselemente sind:⁴⁵

- Flussobjekt
- verbindende Objekte
- Artefakte
- Schwimmbahnen
- Daten

Flussobjekte⁴⁶

Flussobjekte dienen zur Darstellung von Aufgaben und Ereignissen und gliedern sich in Aktivitäten, Ereignisse und Gateways. Diese können noch weiter in verschiedene Spezifikationen unterteilt werden. Eine Übersicht kann aus Abb. 3.1 entnommen werden.

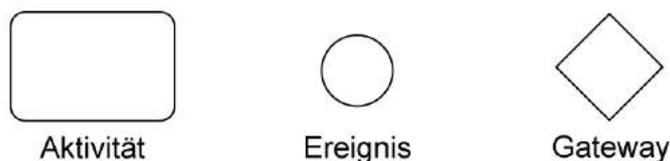


Abb. 3.1: Darstellungsform der Flussobjekte
(Quelle: Freund und Rücker [7, S. 29])

- **Aktivität**
Aktivitäten sind Aufgaben, die im Zuge des Prozesses abgearbeitet werden müssen, um das Ziel zu erreichen. Sie stellen somit den Hauptbestandteil des Prozesses dar. Um die Übersichtlichkeit bei der Prozessmodellierung wahren zu können, bietet es sich an, zusammenhängende Aktivitäten zur Erreichung eines Zwischenziels als Teilprozess zusammenzufassen.
- **Ereignisse**
Kommt es im Zuge eines Prozesses zu erwähnenswerten Ereignissen, können diese als Start-, Zwischen- oder Endereignis dargestellt werden. Startereignisse dienen dabei zur Kennzeichnung, welches Ereignis den Ablauf des Prozessmodells anstößt. Zwischenereignisse sind Ereignisse innerhalb eines Prozesses, die besonders hervorgehoben werden müssen. Sie

⁴⁴Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 7, 15, 27

⁴⁵Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 29

⁴⁶Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 29,32,52

können auch als Meilenstein verstanden werden. Endereignisse markieren das Ende bzw. Ziel eines Prozesses. Um diese noch weiter eingrenzen zu können, existiert die Möglichkeit ein Ereignis als eintretendes oder ausgelöstes Ereignis darzustellen.

- Gateway

Da der Verlauf eines Prozesses von vielen Bedingungen, Ereignissen oder Entscheidungen abhängt, kann dieser nicht immer gleich ablaufen. Um dies modellieren zu können, gibt es Gateways mit verschiedenen Funktionen, wie z.B.:

- XOR-Gateway: Abhängig von der Entscheidung wird nur ein Pfad weiterverfolgt. Dieses kann auch eingesetzt werden, um mehrere mögliche Pfade auf einen weiterführenden zusammenzuführen.
- AND-Gateway: Ein paralleles Gateway bietet die Möglichkeit, bei einer Verzweigung mehrere Pfade parallel ausführen zu können. Ebenso können mehrere Pfade synchronisiert werden und anschließend einem ausgehenden Pfad folgen.
- OR-Gateway: Bietet die Möglichkeit, Prozessverläufe flexibler zu gestalten. Durch ein OR-Gateway können und-oder-Situationen dargestellt werden. Das Gateway kann ebenfalls als zusammenführendes bzw. synchronisierendes Gateway eingesetzt werden.
- Komplexes-Gateway: Um komplexere Sachverhalte darstellen zu können, bietet das Komplexes-Gateway die Möglichkeit, mit einem angehängten Text, die Bedingung für den weiteren Verlauf zu definieren.

Theoretisch ist es ebenfalls möglich, Prozesspfade ohne Gateways zu modellieren, allerdings können nicht alle Fälle abgebildet werden. Des Weiteren kann es bei komplexeren Prozessen dazu führen, dass diese nicht mehr leicht zu verstehen sind und dass gewisse Möglichkeiten, wie der parallele Ablauf mehrerer Pfade, nicht mehr modelliert werden können.

Verbindende Objekte⁴⁷

Um die logische Abfolge zwischen den Flussobjekten, Gateways, Artefakten, Daten, Pools und Lanes darzustellen, werden sogenannte verbindende Objekte verwendet, welche aus Abb. 3.2 zu entnehmen sind. Bei der Verbindung ist jedoch darauf zu achten, ob sich die Elemente im selben Pool befinden oder Objekte über Poolgrenzen verbunden werden sollen.

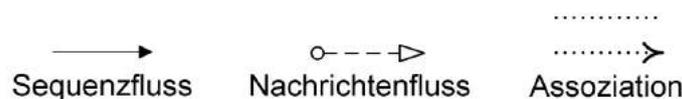


Abb. 3.2: Darstellungsform der verbindenden Objekte
(Quelle: Freund und Rücker [7, S. 29])

- Sequenzfluss

Sequenzflüsse werden als durchgehende Linie mit ausgefüllter Pfeilspitze dargestellt und dienen dazu Aktivitäten und Gateways miteinander zu verbinden. Damit wird die logische Reihenfolge derselben abgebildet. Sequenzflüsse dürfen die Objekte jedoch nur innerhalb eines Pools verknüpfen und nicht darüber hinaus verwendet werden.

⁴⁷Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 28,46

- **Nachrichtenfluss**
Nachrichtenflüsse stellen einen Kommunikationsweg dar, welcher sich zwischen Aktivitäten und Ereignissen über Poolgrenzen hinweg ereignet. Sie sind explizit nur für die Verknüpfung verschiedener Pools vorgesehen und dürfen nicht innerhalb desselben Pools verwendet werden. Der Anfangspunkt wird durch einen nicht ausgefüllten Kreis, der Endpunkt durch eine nicht ausgefüllte Pfeilspitze und die Verbindung dazwischen als punktierte Linie dargestellt.
- **Assoziationen**
Assoziationen dienen dazu um Artefakte und Datenobjekte mit Aktivitäten in Verbindung zu setzen. Diese Verbindung kann dabei gerichtet, mit Pfeilspitze, oder ungerichtet sein. Sie wird als punktierte Linie mit oder ohne offene Pfeilspitze dargestellt.

Artefakte⁴⁸

Um Aufgaben oder Bedingungen näher beschreiben zu können, werden Artefakte herangezogen. Das dabei verwendete Symbol muss keines aus dem Standardsortiment des BPMN sein. Dem Anwender ist es darüber hinaus gestattet, eigene Symbole einzuführen. In der Regel werden Artefakte als Anmerkungen und Gruppierungen eingesetzt. Anmerkungen bieten die Möglichkeit, durch einen freien Text zusätzliche Hinweise oder Bedingungen zur Erfüllung zu definieren. Gilt eine solche Anmerkung für mehrere Aktivitäten, können diese über eine Gruppierung zusammengefasst werden, ohne den Sequenzfluss abzuändern. Die Darstellungsform der Artefakte ist in Abb. 3.3 ersichtlich.



Abb. 3.3: Darstellungsform der Artefakte
(Quelle: Freund und Rücker [7, S. 29])

Schwimmbahnen⁴⁹

Um neben dem Ablauf eines Prozesses die Zuständigkeiten und Grenzen ebenfalls definieren zu können, werden Pools und Lanes verwendet. Die Bezeichnung ist aufgrund der Darstellungsform aus Abb. 3.4 an die Betrachtung eines Schwimmbeckens mit einzelnen Bahnen angelehnt. Die Betrachtungstiefe für die Unterteilung kann dabei frei gewählt werden:

- **Pools**
Pools definieren die Grenzen eines Prozesses. Sie dienen der Darstellung einer oberen Instanz oder der gesamten Organisation und können über Lanes weiter unterteilt werden.
- **Lanes**
Lanes dienen zur feineren Gliederung eines Pools und repräsentieren dabei Teilnehmer, die eine bestimmte Reihe von Aufgaben lösen sollen. Dabei sollen diese Teilnehmer nicht spezifische Personen, sondern ihre ausführenden Rollen darstellen.

⁴⁸Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 102

⁴⁹Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 92

Durch diese Darstellungsform kann ein Prozess übersichtlicher und verständlicher modelliert werden. Soll ein Austausch zu einem weiteren Pool angedeutet werden, dessen Prozess aber nicht dargestellt wird, ist es möglich, einen zugeklappten Pool zu verwenden und diesen über Nachrichtenflüsse zu verknüpfen.

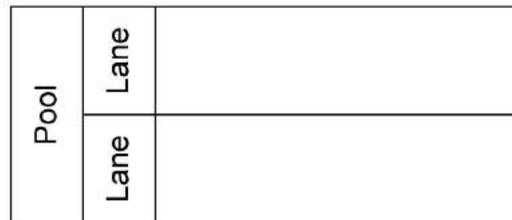


Abb. 3.4: Darstellung eines Pools mit Lanes
(Quelle: Freund und Rücker [7, S. 29])

Daten⁵⁰

Für den Prozess relevante Dokumente und Informationen können über Datenobjekte eingepflegt werden. Diese werden, unabhängig davon, ob es sich um Papierdokumente, elektronische Daten oder abstrakte Informationen handelt, als Daten bezeichnet. Der Status dieser Objekte wird über eine eckige Klammer festgelegt. Üblicherweise werden dafür Bezeichnungen wie z.B. erzeugt, geprüft, freigegeben oder abgelehnt verwendet. Eine Übersicht kann aus Abb. 3.5 entnommen werden.



Abb. 3.5: Darstellungsformen von Daten
(Quelle: Freund und Rücker [7, S. 29])

- **Datenspeicher**
Datenspeicher repräsentieren permanent gespeicherte Daten und können mit einer Datenbank, wie z.B. Kundenverzeichnis, gleichgesetzt werden.
- **Datenobjekt**
Datenobjekte werden als ein Blatt Papier mit abgeknickter Ecke dargestellt. Sie dienen zwar nicht der Prozessbeschreibung, informieren den Leser jedoch darüber, dass relevante Dokumente eingegeben, erstellt oder berücksichtigt werden müssen. Um diese näher spezifizieren zu können, gibt es noch die Möglichkeit, sie als Input- oder Output-Datenobjekt zu kennzeichnen.

3.2 IST-Prozessanalyse

Der Bestellprozess von Asphaltmischgut ist umfangreicher, als er auf den ersten Blick erscheinen mag. Daher ist es notwendig, den genauen Ablauf zu erfassen, bevor Optimierungspotentiale

⁵⁰Vgl. [7] Freund und Rücker, S. 100

diskutiert werden können. Bei der Ermittlung des IST-Prozesses wird ein besonderes Augenmerk auf die Kommunikationsform und den Informationsaustausch gelegt. Des Weiteren wird darauf geachtet, ob der Prozess durch die Implementierung einer Software verbessert werden kann. Das häufigste Problem bei nicht optimierten oder digitalisierten Prozessen ist der ständige Verlust von Informationen. Die Prozessbeteiligten nutzen verschiedene Formen der Kommunikation für den Informationsaustausch. Die weitergeleitete Informationsmenge hängt neben den Kommunikationsbeteiligten auch von der gewählten Kommunikationsform ab. Durch die fehlende Digitalisierung werden die Fakten meist auf Papierform festgehalten und haben nur selten eine bestimmte Form. Fehlende Vorlagen führen dazu, dass der festgehaltene Inhalt vom jeweiligen Teilnehmer abhängt und tagesabhängig zu Unterschieden führen kann. Handschriftliche Notizen können somit wiederholt zu Übertragungsfehlern, Informationsverlusten und Rechenfehlern führen. Die Komponente *Mensch* ist jedoch bei einem digitalisierten Prozess nicht zu vernachlässigen und bildet eine wesentliche Schnittstelle, da eine Software nur so gut ist wie ihre Anwender. Für die mögliche Einführung einer Software ist daher auf die Bedienungsfreundlichkeit zu achten. Das übergeordnete Ziel ist es, den Prozessverlauf für die Teilnehmer zu vereinfachen, Informationen zu sammeln und Fehler durch manuelle Tätigkeiten nach Möglichkeit zu unterbinden. Um den Prozess in seiner gesamten Vielfalt geeignet erfassen zu können, ist in Zusammenarbeit mit dem unterstützenden Unternehmen ein Fragenkatalog entwickelt worden. Bei der Ausarbeitung der Fragen ist darauf geachtet worden, dass notwendige Schlüsselkomponenten zur Einführung einer Software erfasst werden und die Interview-Partner auch persönliche Erfahrungen wiedergeben können. Dabei waren folgende Themen von Bedeutung:

- Welche Informationen sind für eine AMA bei einer Bestellung von Bedeutung?
- Wie werden Bestellungen innerhalb einer AMA bearbeitet?
- Welche wiederkehrenden Fehler bzw. Optimierungsmöglichkeiten sind den Beteiligten bekannt?

Auf Basis dieser Merkmale wurde der Fragenkatalog erarbeitet, der im Anhang A.1 ersichtlich ist. Die Interview-Termine fielen in den Zeitraum der Reisebeschränkungen und Lockdowns im Jahr 2020, weshalb es bei der Auswahl der zur Verfügung stehenden Mischanlagen zu Einschränkungen kam. Es wurden daher nur jene AMA ausgewählt, die gemäß Gesetzeslage und den Empfehlungen des Krisenstabs zum damaligen Zeitpunkt alle Sicherheitsvorkehrungen erfüllt haben. Telefonische Interviews wurden bewusst nicht in Betracht gezogen, da sie womöglich den laufenden Betrieb beeinträchtigt hätten und hier immer die Gefahr eines Informationsverlustes besteht. Die Option einer Videokonferenz wäre mit ähnlichen Nachteilen einhergegangen, weshalb diese Idee letztendlich verworfen wurde.

Im Zeitraum Juli bis November 2020 wurden daher 14 zur Verfügung stehende Mischanlagen befragt. Die unterschiedlich großen Anlagen befanden sich in den Bundesländern Wien, Niederösterreich, Burgenland, Steiermark und Salzburg. Neben der Befragung des Personals wurde von einem Teil der Mischanlagen die Lieferscheine aus den Geschäftsjahren 2017 bis 2020 statistisch ausgewertet, auf welche im Kapitel 3.3 näher eingegangen wird. Für diese Auswertung wurden die Daten einer weiteren Mischanlage herangezogen, da der Export bei AMA 2 aufgrund des durchgehenden Betriebes nicht möglich war, die AMA 15 hingegen in Lage, Größe, Geschäftsführung und Prozessablauf ident ist bzw. große Ähnlichkeiten aufweist.

Die besuchten Mischanlagen wurden in Abb. 3.6 dargestellt und farblich nach Untersuchungsumfang unterschieden. So wurden jene Anlagen grün markiert, mit welchen nur ein Interview geführt wurde, mit rot wurden Mischanlagen gekennzeichnet deren Interviews mit einer statistischen Auswertung kombiniert wurden. Die AMA 15 ist blau hinterlegt, welche als Ersatz für die

Auswertung der AMA 2 hinzugezogen wurde. Die Mischanlagen selbst sind als eigene Betriebe aufgebaut, die durch mehrere Gesellschafter betrieben werden. In der Regel sind dies größere Bauunternehmen aus Österreich. In seltenen Fällen können diese ein direktes Tochterunternehmen einer Baufirma sein. Daher kann die Annahme getroffen werden, dass die AMA eigenständig agieren und ihre Prozesse nicht aufeinander abgestimmt sind.

Obwohl die Mischanlagen voneinander unabhängig sind, zeigte die Befragung, dass die Prozesse innerhalb der Anlagen größtenteils den gleich ablaufen. Am Anfang jeder Bestellung steht die

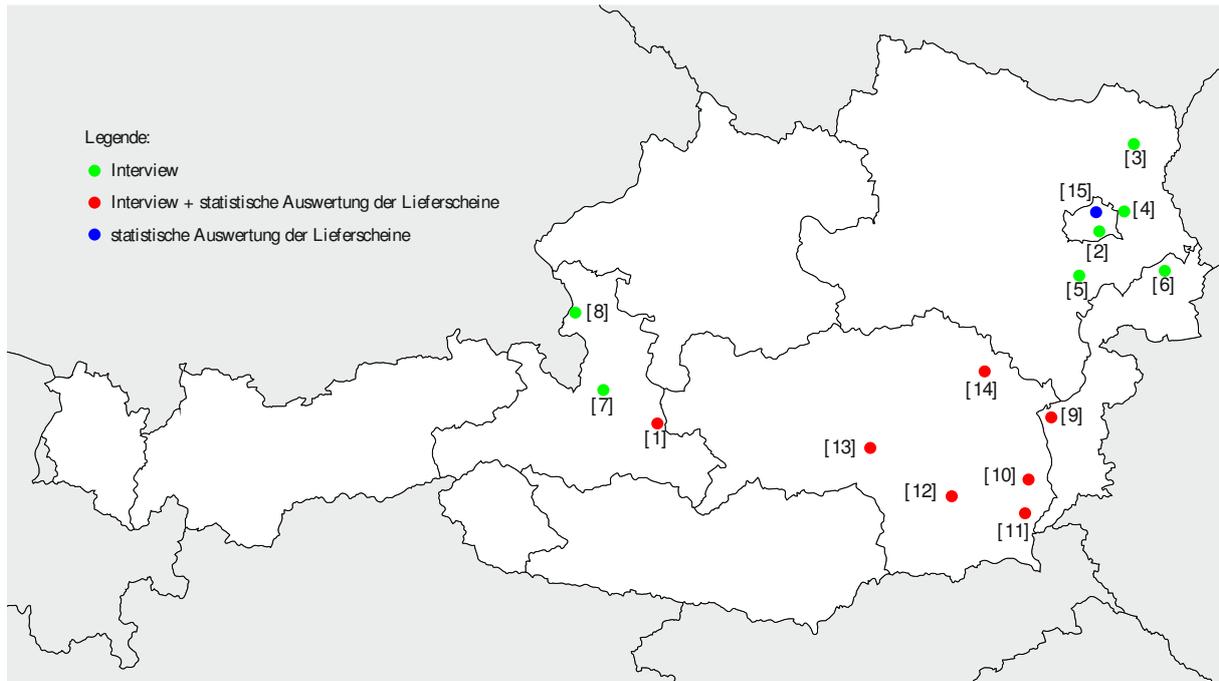


Abb. 3.6: Übersicht der untersuchten Asphaltmischanlagen

Planung eines Bauvorhabens. Hier finden sich Bauleiter und Poliere zusammen, um im Rahmen einer Besprechung, Bauleitersitzung oder eines Jour fixes, anstehende Ausführungen gemeinsam zu erörtern. Die einzelnen Ausführungsverantwortlichen innerhalb einer Firma stimmen ihre geplanten Bauvorhaben miteinander ab und schicken ihre Bestellung, meist in Form einer Tabelle, als EXCEL-Export an die AMA. In der Regel haben die Baufirmen dabei immer mit denselben Mischanlagen zu tun, da deren Bauvorhaben selten außerhalb der Einzugsgebiete einzelner AMA liegen. Die Ansprechpartner diverser Firmen sowie jener der Mischanlage sind den Beteiligten dadurch bereits nach kurzer Zeit bekannt. Dies führt oft dazu, dass fehlende Informationen oder Bestellfehler telefonisch besprochen werden und auf einem Ausdruck der übermittelten Bestellung handschriftlich vermerkt werden. Sollte eine Anfrage von einem unbekanntem Ansprechpartner oder einer unbekanntem Firma aufgegeben werden, sind die Beteiligten dazu verpflichtet, die Rechte der Person abzuklären oder die notwendigen Firmenunterlagen vor Bestellannahme anzufordern. Schon bei der Bestellaufgabe fallen dem Betrachter wesentliche Unterschiede auf. Nur wenige der befragten Mischanlagen haben innerhalb des Betriebes feste Bestellformen oder Bestellvorlagen eingeführt. Die Regel stellen diverse EXCEL-Exporte oder frei formulierte Texte in einer E-Mail dar. Ein Grund dafür ist der geringe Auslastungsgrad mancher Anlagen. Mischanlagen mit einer festgelegten Bestellstruktur, wiesen zumeist eine hohe Auslastung auf. Auch wenn es in der Regel kein festes Format oder eine Vorlage für die Bestellaufgabe gibt, ist der zu übermittelnde Informationsumfang je Mischanlage anders geregelt.

Einige Beispiele für Bestellungen sind in Abb. 3.7 zu sehen, diese beinhalten zumindest die Grundinformation, welche zur Abwicklung einer Bestellung notwendig ist. Zu den Grundinformationen gehören unter anderem Unternehmen, Besteller, Kostenstelle, Mischgutsorte, Bestellmenge, Bauvorhaben und Liefertag. Des Weiteren ist ersichtlich, dass jeweils eine Kontaktperson angegeben wird, die für den Einbau und die Feinabstimmung mit der Mischanlage verantwortlich ist. Zur besseren Übersicht wurde dies bei manchen Bestellungen farblich unterteilt. Aufgrund des Datenschutzes ist in der Abb. 3.7 nur ein Ausschnitt der Tabellen dargestellt bzw. sind Kostenstellen, Namen oder Telefonnummern unkenntlich gemacht worden. Die Grundinformationen sind nicht für jede Bestellung gleich, da die notwendigen Daten von der Bestellmenge und Zahlungsart abhängen.

Als Kleinbestellungen oder Mindermengen werden jene Bestellmengen bezeichnet, welche von der Mischanlage ohne Vorlaufzeit bearbeitet werden können. Mindermengen werden üblicherweise für denselben Tag angefragt, die Angabe des Liefertags kann somit entfallen. Bei gewissen Mischanlagen ist es möglich, neben der Bestellung auf Rechnung, Kleinmengen in bar vor Ort zu bezahlen. Bei solchen Barverkäufen entfällt somit die Angabe einer Kostenstelle. Neben den Grundinformationen können bei größeren Mengen oder auch bei speziellen Bauvorhaben weitere Informationen erforderlich sein. Dies stellen zusätzliche Auskünfte dar, um einerseits eine optimale Auslastung der Anlage gewährleisten zu können und andererseits eine geregelte Belieferung des Kunden zu bewerkstelligen. Eine Übersicht über die notwendigen Bestellinformationen je nach AMA ist in Anhang A.15 dargestellt. Die Bestellungen werden dabei direkt an die E-Mail-Adresse der AMA adressiert und, abhängig von internen Strukturen, vom Mischmeister oder Betriebsleiter bearbeitet. Nach Erhalt einer Bestellung, prüfen die Beteiligten lediglich die Richtigkeit der Daten und kontaktieren die Besteller nur im Falle eines merklichen Fehlers. Nach einer kurzen Überprüfung werden alle Bestellungen für die weitere Bearbeitung gesammelt. Als Deadline für eine Bestellaufgabe in der Folgewoche ist meistens der Donnerstagabend festgelegt.

Der Freitag wird vom Mischanlagenpersonal dazu genutzt, um sich auf die kommenden Bestellungen in der Folgewoche vorbereiten zu können. Üblicherweise erfolgen die Bestellungen wochenweise, die Ausnahme stellen größere Projekte wie z.B. ein Flughafen oder eine Autobahn dar. Bei dieser Art von Vorhaben werden die Mischanlagen mehrere Monate im Voraus kontaktiert oder sind oft bereits in die Planungsphase involviert. Nach Sammlung aller eingelangten Bestellungen werden diese im Vier-Augen-Prinzip nochmals vom Betriebsleiter und einem Mischmeister auf Fehler überprüft. Durch diese doppelte Überprüfung wird versucht, die Anzahl von Bestellfehlern gering zu halten. Bei der Planung für die Folgewoche wird geprüft, ob die Bestellungen zu den angegebenen Wunschterminen angenommen werden können oder die Kontaktpersonen aufgrund von Terminkollisionen kontaktiert werden müssen. Besonders hervorzuheben ist, dass die Mischanlagen hier keine Firmen priorisieren, sondern unparteiisch versuchen, die bestmögliche Lösung für alle Beteiligten zu finden. Nach der Fixierung aller Bestellungen werden gleiche Mischgutsorten aufsummiert und der Materialbedarfsrechnung zugeführt. Hier wird nach den festgelegten Rezepten laut Erstprüfung bzw. CE-Zertifizierung der Materialbedarf berechnet und mit dem Bestand verglichen. Die Differenz aus Lagerbestand und errechnetem Materialbedarf stellt die Grundlage für die Bestellung der Gesteinskörnungen, Bitumen oder Zusatzmittel dar. Die Berechnung der Bedarfsmenge erfolgt dabei manuell und wird meist in einem Bestellbuch oder Notizblock handschriftlich festgehalten. Mit diesen Informationen werden die einzelnen Lieferanten kontaktiert und bezüglich Liefermenge angefragt. Da in dem gegebenen Prozess die Vorlaufzeit für die Lieferanten relativ kurz gehalten wird, ist bei größeren Bestellungen auf eine längere Vorlaufzeit zu achten. Des Weiteren ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass bei Mischgutsorten, die spezielle Zusatzstoffe, Bindemittel oder Gesteinskörnungen enthalten, ebenfalls größere Vorlaufzeiten einzuhalten sind. Im Zuge der Interviews wurde dabei des Öfteren erwähnt, dass dies in der Regel Mischgutsorten mit Diabas, Kalkhydrat oder polymermodifizierten

Bsp.: E-Mail Bestellung:

Servus Gerhard

Hier die Mischgut-Bestellung für diese Woche.

Mittwoch 28.10.2020

Baustelle: FW Eisengasse **Kst.:** #####2282 **Mischgut:** AC 32 trag 70/100 TI,G4 RA20 **Menge:** 45 TO**Baustelle:** FW Eisengasse **Kst.:** #####2282 **Mischgut:** AC 22 trag 70/100 TI,G4 RA20 **Menge:** 62 TO

Donnerstag 29.10.2020

Baustelle: Riesstraße-Rauchleitenstraße **Kst.:** #####3656 **Mischgut:** AC 22 trag 70/100 TI,G4 RA20 **Menge:** 70 TO**Baustelle:** Riesstraße-Rauchleitenstraße **Kst.:** #####3656 **Mischgut:** AC 8 deck 70/100 AI,G2 **Menge:** 20 TO

Freitag 30.10.2020

Baustelle: Riesstraße-Rauchleitenstraße **Kst.:** #####3656 **Mischgut:** AC 32 binder PmB 45/80-65 HI,G4 RA 10 **Menge:** 50 TO**Baustelle:** Riesstraße-Rauchleitenstraße **Kst.:** #####3656 **Mischgut:** AC 22 binder PmB 45/80-65 HI,G4 RA 10 **Menge:** 32 TO**Einbaupolier:** Peter K. 0664 / #####Bsp.: EXCEL-Bestellung:

Firmen- logo	KW 44					
	Woche	Montag 26.Okt.20	Dienstag 27.Okt.20	Mittwoch 28.Okt.20	Donnerstag 29.Okt.20	Freitag 30.Okt.20
Vorname 1 Nachname 1 Tel. Nummer	Mischgut:		ArtNr. 40446 100 To AC 16 deck 70/100,A7,G7	ArtNr. 40622 110 To AC 32 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40521 90 To AC 32 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40301 12 To AC 32 trag 70/100,T1,G4,RA20
	Baustelle:	Nationalfeiertag	Kst.: #####17753 BVH: Stainz	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf
	Mischgut:		ArtNr. 40446 40 To AC 16 deck 70/100,A7,G7	ArtNr. 40521 60 To AC 22 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40414 50 To AC 16 deck 70/100,A5,G8,RA10	ArtNr. 40521 3 To AC 32 trag 70/100,T1,G4,RA20
	Baustelle:		Kst.: #####17744 BVH: Soboth	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf	Kst.: #####03618 BVH: WVA Gerasdorf
Vorname 2 Nachname 2 Tel. Nummer	Mischgut:					ArtNr. 40301 11 To AC 11 deck 70/100,A5,G7
	Baustelle:					Kst.: #####03618 BVH: Greisdorf

Bsp.: EXCEL-Bestellung:

Baustellen	Asphaltpartie groß	kst.	Tag	KW	To	Gerät
KW 43						
A10WKP	ca. 420m2 AC22binder,PmB45/80-65,H1,G4,	3660	Mo	43	116	GF
A10WKP	ca. 420m2 AC22binder,PmB45/80-65,H1,G4,	3660	Mo	43	116	GF
A10WKP	ca. 420m2 SMA11 PmB45/80-75,S3,GS,Ka18,	3660	Mo	43	32	GF
Stiegler Willi Ramsau	145 m2 AC 16 deck,70/100,A5,G8,RA, 8 cm	3370	Di	43	29	
Pesendorfer Ramsau Vorberg	100 m2 AC 16 deck,70/100,A5,G8,RA, 8 cm	3370	Di	43	20	
Pitzer vlg Zainer Preuneaa Pichl	325 m2 AC 16 deck,70/100,A5,G8,RA, 8 cm	3370	Di	43	65	
Scherz Werner Schladmina	165 m2 AC 16 deck,70/100,A5,G8,RA, 8 cm	3370	Mi	42	33	
Siegmond Schrempf Haus	120 m2 AC 16 deck,70/100,A5,G8,RA, 8 cm	3370	Mi	43	24	
Krings Obertauern	100 m3 Fräsgut einbauen mit Fertiaer	3890	Do	43		GF+Kipper
Krings Obertauern	250 m2 AC 11 deck,70/100, A1, G3, 4 cm	3890	Do	43	25	GF+KF+Dumper
Bahnhof und PP Tamsweg, Porr Gleis	100 m2 AC 11 deck, 70/100, A 1, G3 4cm	3880	Do	43	10	Hand
Lagerhaus Tamsweg, Lungaubau	350 m2 AC 16 deck, 70/100, A5, GB, RA, 8cm	3880	Fr	43	70	GF+Hand
Lagerhaus Tamsweg, Porr Gleisbau	40 m2 AC 16 deck, 70/100, A5, GB, RA, 8cm	3880	Fr	43	8	Hand
Polzweg, Gemeinde Görtschach	360 m2 AC 16 deck, 70/100, A5, GB, RA 8cm	3880	Fr	43	72	GF+Mulde
Tweng 22, Greinmeister Hias	80 m2 AC 11 deck, 70/100, A 1, G3, 8cm	3880	Fr	43	16	GF+Dachprofil

Abb. 3.7: Beispiele unterschiedlicher Bestellaufgaben

Bitumen betrifft. Beim Auffüllen der Lagerbestände wird laut Aussage der Interviewpartner darauf geachtet, dass eine ausreichende Lagerreserve von ca. 30% vorhanden ist. Diese Reserve dient zur Bearbeitung zweier Fälle:

1. zur Deckung einer größeren Abrufmenge als der bestellten Menge
2. zur Deckung von Kleinbestellungen

Laut Aussage der einzelnen Interviewpartner nehmen Kleinbestellungen im bestehenden Prozess, eine Sonderstellung ein. Während bei den sogenannten Großbestellungen eine gewisse Struktur beim Bearbeitungsverlauf besteht und Bestellfristen bzw. Vorlaufzeiten eingehalten werden müssen, ist dies bei den Kleinbestellungen nicht der Fall. Deren Größe schwankt mit der momentanen Tagesauslastung der Anlage und der gewählten Mischgutsorte, jedoch konnten die befragten

Personen eine ungefähre Richtgröße angeben, die in Tab. 3.1 ersichtlich ist. In der Tabelle ist deutlich zu erkennen, dass sich die Mischanlagen zwei und sieben von den übrigen abheben. Dies ist dem Umstand zu verdanken, dass die Anlagen große Auslastungskapazitäten, eine moderne Ausstattung und einen größeren Lagerbestand aufweisen. Damit eine moderne Anlage und ein solches Lagervolumen wirtschaftlich tragbar sind, muss ein entsprechendes Einzugsgebiet und ein hohes Bestellaufkommen vorhanden sein. Ist dies nicht gewährleistet, so muss über eine Kosten-Nutzen-Analyse verglichen werden, ob eine Erneuerung der Anlage bzw. Aufstockung des Rohstofflagers sinnvoll ist. Darüber hinaus gibt es Unterschiede in Größe und Auslastung der einzelnen Anlagen. Als Vergleich können hierfür die Mischanlagen elf und zwölf betrachtet werden. AMA elf ist eine große und moderne Anlage, welche ihre Produktion auf größere Bestellungen fokussiert und diese bereits für mehrere Monate im Voraus plant. Durch eine solche Vorausplanung bleibt wenig Spielraum für die Bearbeitung von kurzfristigen Kleinbestellungen und muss dementsprechend die Größe für diese stärker einschränken. AMA zwölf stellt im Vergleich dazu das genaue Gegenteil dar. Die Anlage befindet sich innerhalb eines städtisch bebauten Gebiets und ist in ihrer Bauhöhe und Größe hinsichtlich baurechtlichen Bestimmungen begrenzt. Aufgrund der limitierten Größe können Großbestellungen nur eingeschränkt verarbeitet werden, die Anlage setzt daher vermehrt auf die Bearbeitung von kleineren Bestellgrößen und profitiert hierbei von der günstigen innerstädtischen Lage. Da das Augenmerk auf Kleinbestellungen liegt und größere Bestellanfragen auf kooperierende Anlagen im Umfeld weitergeleitet werden, können trotz der geringen Anlagen- und Lagergröße Kleinbestellungen bis zu 50 Tonnen bearbeitet werden. Trotz starker Unterschiede der Anlagengröße und Lage zueinander ist erkennbar, dass mit dem Begriff Kleinbestellung in etwa dieselben Größenordnung gemeint ist. Unter Ausschluss der AMA zwei und sieben liegt die übrige Spannweite zwischen 20 und 50 Tonnen und der Durchschnitt bei 39,58 Tonnen. Im Gegensatz zur Großbestellung werden bei kleineren Mengen die Bestellungen

Tab. 3.1: Übersicht der Grenzgrößen von Klein- zu Großbestellungen der befragten AMA

AMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trennung Klein-/Großbestellung	30 t	150 t	50 t	50 t	50 t	50 t	150 t	50 t	30 t	30 t	25 t	40 t	50 t	20 t

selten per E-Mail aufgegeben. Bei einer solchen Größenordnung dominieren Telefonate und persönliche Anfragen vor Ort bei den Bestellformen. Diese Vorgehensweise resultiert aus zwei Gründen. Zum einen ergibt sich der Materialbedarf kurzfristig bzw. ungeplant und zwingt die Ausführenden zum schnellen Handeln. Zum Anderen wird von den Firmen keine bestimmte Mischgutsorte benötigt. Betreffend der geforderten Mischgutsorte benötigen Firmen oft den informellen Austausch mit dem Mischmeister. Dieser kann anhand des Verwendungszwecks beurteilen, welche Mischgutsorte den gestellten Anforderungen gerecht wird und muss darüber hinaus berücksichtigen, welche Gesteinskörnungen in der Heißsilierung vorhanden sind. Falls die geforderte Zusammensetzung aus den im Moment vorhandenen Gesteinskörnungen nicht herstellbar ist, wäre der Mischmeister gezwungen, eine oder mehrere Kammern des Heißsilos zu leeren, um diese mit der benötigten Gesteinskörnung zu füllen.

Wie im Kapitel 2.5 beschrieben, muss das Material vor der Befüllung in der Trockentrommel getrocknet und auf die geforderte Mischtemperatur erhitzt werden. Eine weitere Option wäre die Siebung durch die Verwendung des Bypasses zu umgehen und die Waage direkt zu befüllen. Diese Vorgehensweise bedarf jedoch eines erhöhten Augenmerks hinsichtlich Zusammensetzung und Einhaltung der Sieblinie. Da die Heißsilierung vorbereitend auf die Produktion der zu bearbeitenden Großbestellungen befüllt wurde, stellt die Option der Leerung einer Kammer zur Bearbeitung von Kleinbestellungen keine wirtschaftliche oder praktikable Lösung dar. In

der Praxis hat sich daher durchgesetzt, dass bei geringer Auslastung kleine Mengen über den Bypass gemischt werden und bei hoher Auslastung der Mischmeister den Kunden lediglich die Mischgutsorten anbieten kann, welche mit den bereits vorbereiteten Komponenten hergestellt werden können. Eine gezielte Mischgutanfrage bei Kleinmengen ist dadurch nur bedingt möglich. Sollte trotz des Angebots einer alternativen Mischgutsorte der Kunde auf die angefragte bestehen, muss die Bestellung seitens der Mischanlage abgelehnt oder auf einen anderen Termin verschoben werden. Die kurze Vorlaufzeit verhindert eine mögliche Vorausplanung der Mischanlagen daher ist zum Abfangen der Kleinmengen die bereits erwähnte Lagerreserve unbedingt notwendig.

Nach einer erfolgreichen Bestellaufgabe und der Annahme durch die Mischanlage, folgt die Produktion des Asphaltmischguts. Der Zeitpunkt der Mischgutproduktion hängt im Wesentlichen von der Bestellmenge und in weiterer Folge von der Mengenleistung ab. Bei Kleinmengen und Großbestellungen mit geringer Mengenleistung wird das Mischgut Just-in-Time produziert, da eine Lagerung im Silo nicht notwendig ist. Bei starken Auslastungen wird ein Teil der Bestellmenge vorproduziert und im Silo gelagert. Dies ermöglicht der AMA die hohe Auslastung durch eine Bestellung abzufangen und eventuell im Nachgang weitere Bestellungen bearbeiten zu können. Ob Mischgut vorproduziert wird, obliegt der Entscheidung des Betriebsleiters bzw. Mischmeisters und bedarf einer Abstimmung mit den ausführenden Firmen. In der Regel wird bei größeren Bestellungen am Vortag der Polier oder Bauleiter kontaktiert, um die Details zur kommenden Bestellung abzustimmen. Im Zuge eines solchen Gesprächs, das auch als Feinabstimmung bezeichnet wird, verlangt die AMA unter anderem nach einer nochmaligen Bestätigung der Bestellung. Dies ist erforderlich, da die Ausführung bei Bauvorhaben im Straßenbau wetterabhängig ist, Ausführungsänderungen eintreten können oder aufgrund von Ausfällen der Einbaugeräte die angefragte Menge nicht innerhalb eines Tages eingebaut werden kann. Während der Feinabstimmung wird des Weiteren bekanntgegeben, in welchem Zeitraum und mit wie vielen Frächtern die Bestellung abgeholt wird. Daraus können die Beteiligten schlussfolgern, welche Mengenleistung aus der resultierenden Umlaufzeit gefordert wird. Bei speziellen Bauvorhaben können Nebeninformationen wie:

- Anzahl der Straßenfertiger
- Rang der Straße (Bundesstraße, Landesstraße, Autobahn, usw.)
- zu beachtende Sperr- oder Arbeitszeiten
- Zufahrtsmöglichkeit bzw. Entladestelle
- Ausführungsart des Lastkraftfahrzeugs

für die Produktion notwendig sein.

Nach der erfolgreichen Abwicklung aller Vorbereitungsschritte steht der Produktionstag an. Zur Abrufung der bestellten Menge melden sich die Frächter bei der Brückenwaage an. Die Brückenwaage stellt in einigen Fällen einen eigenen Prozessteilnehmer dar, welcher intern oder durch ein externes Unternehmen besetzt und betrieben werden kann. Grundsätzlich sind dabei drei Fälle der Besetzung möglich:

1. Mischpersonal bedient die Mischanlage und die Brückenwaage
2. Strikte Trennung der Zuständigkeiten des Eigenpersonals für Mischanlage und Brückenwaage
3. Mischanlage wird durch Eigenpersonal verwaltet und die Brückenwaage durch ein externes Unternehmen

Abb. 3.8 zeigt eine solche Unterflur-Fahrzeugwaage mit einem externen Sitz. Das Büro der Brückenwaage dient dabei als zentrale Anlaufstelle für die Kunden. Der Kontakt zwischen Mischpersonal und Kunden wird zwar unterbunden, jedoch ist eine Absprache mit dem Brückenwaagenpersonal notwendig. Da der Preis des Produktes durch dessen Gewicht bestimmt wird, ist für jede Waage eine Ersteichung und regelmäßige Nacheichung laut EU-Richtlinie 2009/23/EG erforderlich.⁵¹ Falls dies nicht der Fall ist, wird die Brückenwaage vom Mischmeister selbst



Abb. 3.8: Beispiel einer Unterflur-Fahrzeugwaage mit getrennter Personalbesetzung

bedient. Während der Anmeldung werden in einer Verwiegesoftware zumindest jene Kenndaten erfasst, die zur Erstellung eines Lieferscheins notwendig sind. Die Dateneingabe erfolgt in den untersuchten AMA zumeist manuell, jedoch gibt es Ausnahmen. In wenigen Mischanlagen wurden die bestätigten Bestellungen bereits vorab in der Verwiegesoftware hinterlegt, um während des Betriebes Zeit zu sparen und Tippfehler zu vermeiden. Des Weiteren gibt es ebenfalls die Möglichkeit, eine solche Anmeldung über ein Terminal durchzuführen, siehe Abb. 3.9. Bei diesem wählt der Frächter selbstständig seine hinterlegte Bestellung aus und erhält eine Chipkarte, die er bei der Abmeldung erneut am Terminal abgeben muss. Nach der Anmeldung wird das Lastkraftfahrzeug auf die Fahrzeugwaage zur sogenannten Leerwiegung abgestellt. Nach erfolgter Wiegung und Hinterlegung des Leergewichts in der Verwiegesoftware fährt der Frächter zum angegebenen Silo vor und wird mit Mischgut befüllt. Ein Signalton weist den Fahrer darauf hin, dass die Befüllung beendet wurde und er zur Brückenwaage zurückfahren soll. Fallweise ist bei Mischanlagen die Waage direkt unterhalb des Silos angeordnet und ermöglicht dadurch eine Reduktion der Wege, da für Wiegung und Befüllung der Wagen nicht bewegt werden muss. Bei der erneuten Wiegung wird aus der Differenz des Leergewichtes und des befüllten Gewichts die Füllmenge berechnet. Neben der Füllmengenenermittlung dient die zweite Wiegung zur Kontrolle der Einhaltung der maximalen Nutzlast des Fahrzeugs. Das gewogene Gesamtgewicht sowie das errechnete Ladegewicht werden ebenfalls durch die Software erfasst und ermöglichen nun die Ausstellung eines Lieferscheins.

⁵¹Vgl. [23] *RICHTLINIE 2009/23/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES*–über nicht-selbsttätige Waagen, S. 122/7



Abb. 3.9: Beispiel-Terminals zur Bestellabholung und Lieferscheinerstellung

Der Lieferschein wird zumindest in dreifacher Ausfertigung ausgedruckt und dem Frächter zur Unterzeichnung vorgelegt. Im Falle einer Terminal-Abmeldung erfolgt die Unterschrift und Bestätigung direkt am Bedienfeld. Zwei Lieferscheine werden dem Frächter übergeben, wovon einer bei ihm verbleibt und der zweite dem Kunden bei der Auslieferung übergeben wird. Die Mitgabe eines Lieferscheins stellt eine optionale Handlung dar da die Frächter laut dem Bundesgesetz über die gewerbsmäßige Beförderung von Gütern mit Kraftfahrzeugen, in der Fassung vom 31.12.1993 zum Nachweis eines Lieferscheins verpflichtet sind. In der Abb. 3.10 ist das Beispiel eines mittels Nadeldrucker erstellten Lieferscheins zu sehen, der im Besitz der Mischanlage verbleibt. Dieser unterscheidet sich je nach AMA von der Form her, jedoch nicht im Informationsgehalt. Der beinhaltet zumindest die folgenden Komponenten:

1. Anlagenname, Adresse und Kontaktinformation
2. Kundennummer und Kostenstelle (Kontrakt-Nr.)
3. Lieferscheinnummer
4. Lieferort
5. Geladene Mischgutsorte und interne Sortennummer
6. Ladegewicht
7. Frächtername und zugehöriges Fahrzeugkennzeichen
8. Datum, Ein- und Ausfahrtzeit der Lieferung

9. Gewicht des Fahrzeuges bei Ein- und Ausfahrt

10. CE-Produktzertifizierung

Die ersten sechs Punkte dienen der genauen Zuordnung des Lieferscheines. Damit ist genau festgelegt, woher das geladene Produkt stammt, wer der Empfänger ist, um welche Lieferung es sich handelt, welche Mischgutsorte geladen ist und welche Menge ausgeliefert wird. Diese Informationen sind besonders für die Fakturierung und Rechnungsprüfung von Bedeutung. Bei den nachfolgenden drei Punkten werden Informationen zum Frächter aufgezeichnet. Hier erfolgt eine genaue Zuordnung, von wem und zu welchem Zeitpunkt das angegebene Produkt abgeholt wurde, wie lange es auf dem Anlagengelände war sowie das Gewicht des Fahrzeuges. Die Frächter selbst müssen neben der Richtigkeit der Informationen auch auf die Einhaltung der maximalen Nutzlast ihres Fahrzeuges achten. Durch die Unterfertigung bestätigt der Frächter nämlich die Richtigkeit des Lieferscheins und trägt auch die Verantwortung bei einer möglichen Überschreitung des zulässigen Gesamtgewichts.

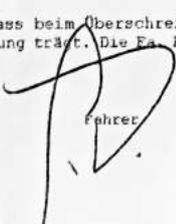
Da es sich um ein zertifiziertes Bauprodukt handelt, muss die CE-Kennzeichnung ebenfalls gut sichtbar platziert werden. Durch diese wird bestätigt, dass die im Zusammenhang stehende Leistungserklärung erfüllt wird. Innerhalb der Anlage werden die Lieferscheine gesammelt und

Eigenverbrauch

<p>LIEFERSCHEIN 02302104</p> <p>Temperaturgrenzen 140°C bis 180 °C 53 13351E</p> <p>13:06 JO11304 Einfahrt pol. Kennz.</p> <p>13:11 103000070 Ausfahrt Kontrakt - Nr.</p> <p>42034 Sorten - Nr.</p> <p>0500003 Code</p> <p>Ab / Zu AN AB</p>	<p>CE</p> <p>0988-CFR-1099</p> <p>WINTER Frächter</p> <p>01 Kunde</p> <p>AC 16 deck 70/100, A5, G8, PSV37 Sorte RAD-TP-42034-190409</p> <p>Almdorf support steinfeldgasse Lieferadresse</p>	<p>WIEGESCHEIN</p> <p>04/08/2020 Datum</p> <p>G 13,18 t Einf. Gewicht</p> <p>G 27,00 t Ausf. Gewicht</p> <p>13,82 t Lade - Gew.</p> <p>Bestellzeichen</p> <p>Alibi 1.Wg Alibi 2.Wg 28</p>
---	--	--

Leistungserklärung auf: www.bautechlabor.at

Wir machen darauf aufmerksam, dass beim Überschreiten des zulässigen Gesamtgewichtes des LKW, der Fahrer alleine die Verantwortung trägt. Die Fa. FORN Mischanlagen GmbH lehnt jegliche Verantwortung aus diesem Titel ab.


 Fahrer

Übernahme durch Kunden

Abb. 3.10: Beispiel eines im Besitz der AMA verbleibenden Lieferscheins

dem kaufmännischen Personal zur Abrechnung übergeben. Zumeist werden die Lieferscheine dem Kaufmann in Papierform ausgehändigt und nur in seltenen Fällen als PDF-Export per E-Mail zugesandt. In weiterer Folge wird auf Basis der erhaltenen Lieferscheine die Rechnung erstellt und den Firmen zugestellt. Da gewisse Mischanlagen ebenfalls den Barverkauf anbieten, entfällt in einem solchen Fall die Abrechnung über das kaufmännische Personal, da das Mischgut vor Ort bezahlt werden muss. Schlussendlich werden die Lieferscheine gemäß der gesetzlichen Aufbewahrungspflicht für mindestens zehn Jahre archiviert.

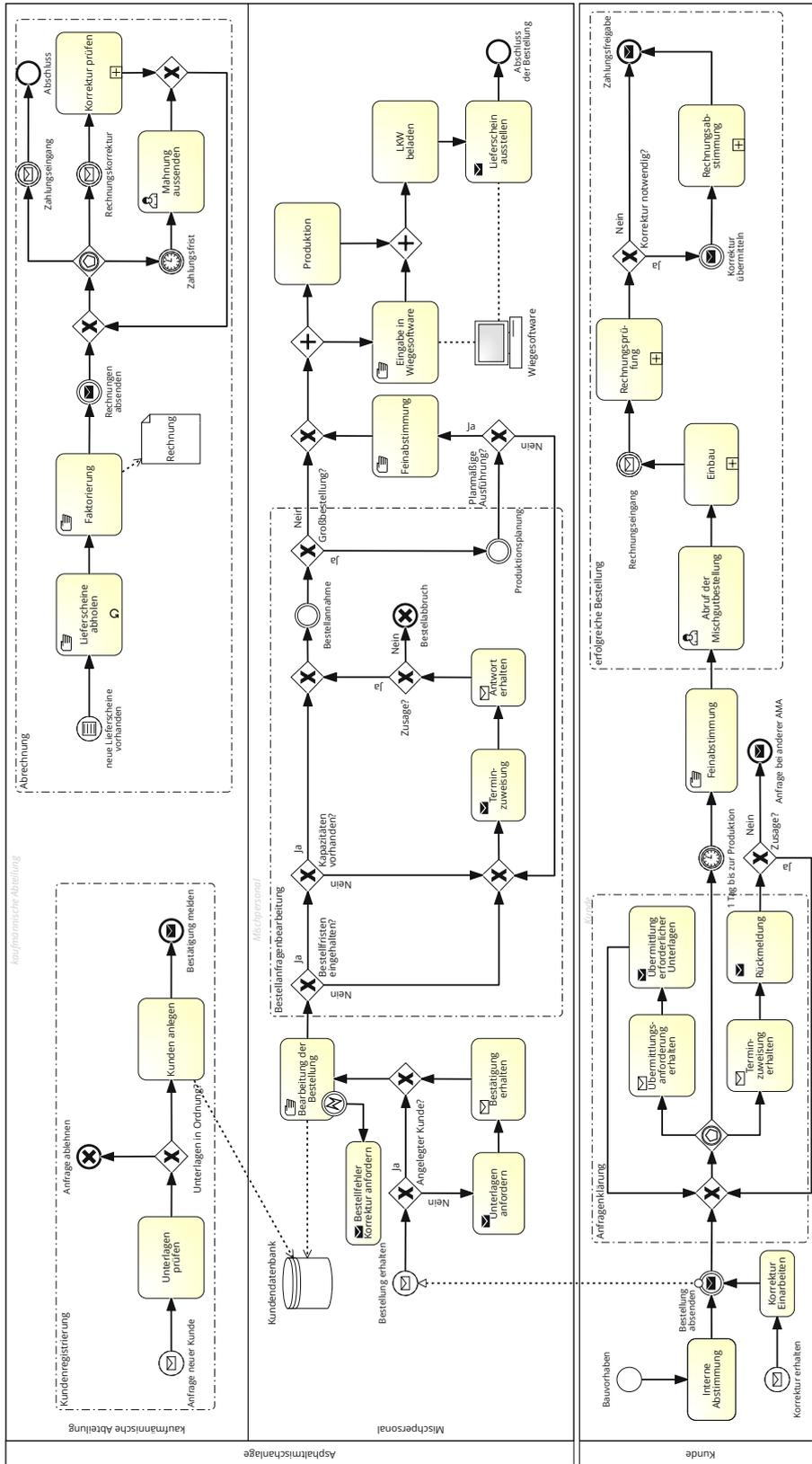


Abb. 3.11: IST-Bestellprozess

Das Ergebnis der Auswertung aller Befragungen ist in Abb. 3.11 dargestellt. Die Abbildung zeigt einen Prozess nach den Regeln des Business Process Model and Notation aus dem Kapitel 3.1. Zur Darstellung werden zwei Pools benötigt, die zum einen die AMA und zum anderen den Kunden repräsentieren. Ausgelöst wird der Prozess im Pool des Kunden durch ein anstehendes Bauvorhaben. Auf Basis einer internen Abstimmung wird die Bestellung verfasst und der Mischanlage übermittelt. Mit Erhalt der Bestellung wird der Prozess im Pool der Mischanlage in Gang gesetzt. Das Personal muss vor einer weiteren Bearbeitung, den Kunden und dessen Berechtigungen überprüfen. Sollte der Besteller ein Neukunde sein, so wird der Teilprozess zur Registrierung durchlaufen, anderenfalls wird die Bearbeitung der Bestellung initiiert. Dafür wird überprüft, ob die Randbedingungen der Bestellaufgabe eingehalten wurden. Dazu gehört die Einhaltung der Bestellfristen und ob ausreichend Kapazitäten seitens der Mischanlage vorhanden sind. Sind beide Bedingungen erfüllt, erfolgt die Annahme der Bestellung. Sollte jedoch auch nur eine nicht erfüllt werden, kommt es zu einer Terminzuweisung. Bei dieser wird dem Kunden von der Mischanlage ein möglicher Produktionstermin vorgeschlagen. Dieser kann den Vorschlag annehmen oder in einem Austausch versuchen, einen Alternativtermin zu finden. Kommt es zu keiner Termineinigung, wird der Bestellprozess abgebrochen. Der Besteller muss nach einem Abbruch eine weitere Mischanlage kontaktieren. Wird ein gemeinsamer Termin gefunden, findet jedoch eine verbindliche Bestellung statt.

Anschließend muss für das Mischpersonal unterschieden werden, ob die Bestellung als Großbestellung eingeordnet werden kann oder zu den Kleinbestellungen zählt. Im Falle einer Großbestellung wird diese bei der Produktionsplanung berücksichtigt. Die Planung wird benötigt, um die notwendigen Rohstoffe zu bestellen, damit diese der Anlage zeitgerecht zur Verfügung stehen. Bei einer planmäßigen Ausführung kommt es am Tag vor dem geplanten Produktionstermin zu einer Feinabstimmung. Hier werden Abholzeitpunkt, Produktionszeitraum, Umlaufzeit und eventuelle Rahmenbedingungen festgelegt. Anschließend wird der Produktionsprozess eingeleitet. Kommt es im Zuge der Produktionsplanung zu unvorhersehbaren Ereignissen, wie z.B. Schlechtwetter, so wird der Teilprozesses zur Terminfindung nochmals eingeleitet. Für die Abrufung des Mischgutes wird je nach Projektrahmenbedingungen das Mischgut bereits vorgemischt und in Silos gelagert oder Just-in-Time hergestellt. Bevor ein LKW beladen werden kann, muss die Bestellung in der Wiegesoftware angelegt werden. Ohne diesen Schritt wäre eine Erstellung von Lieferscheinen nicht möglich. Danach werden die LKWs beladen und der dazugehörige Lieferschein ausgestellt. Nach erfolgreicher Auslieferung der gesamten Bestellung ist der Prozess für das Mischpersonal beendet. Die gesammelten Lieferscheine werden der kaufmännischen Abteilung übergeben und dem Kunden weiterverrechnet. Dieser muss die Rechnung auf Grundlage der Lieferscheine überprüfen und gibt als letzten Schritt die Zahlung frei. Damit ist der Prozess auch für den Kunden beendet.

3.3 Statistische Analyse zur Validierung der Interview-Ergebnisse

Durch die geführten Interviews konnte bereits ein sehr guter Einblick in den bestehenden Prozess gewonnen werden. Für die Bearbeitung einer Anfrage sind zwei Kerninformationen für den weiteren Verlauf entscheidend. Zum einen ist es wichtig welche Mischgutsorte bestellt wird, zum anderen ist es von essentieller Bedeutung, die Größenordnung der Bestellung anzugeben. Bei Angabe der gewünschten Sorte prüft die Anlage, welche Komponenten in welcher Menge zur Herstellung erforderlich sind. Außerdem wird darauf geachtet, ob ein spezieller Bestandteil gesondert bestellt werden muss, da diese im Regelfall nicht auf Lager ist. Diese Punkte sind für die Vorgabe einer Mindestvorlaufzeit erforderlich. Bei Angabe der gewünschten Menge wird, laut Aussage der Interviewpartner, der weitere Verlauf in zwei Prozesspfade unterteilt.

Großbestellungen benötigen aufgrund ihrer Größe eine längere Vorlaufzeit. Dies ist dadurch begründet, dass die Komponenten bereitgestellt werden müssen und darüber hinaus ist die AMA in diesem Zeitraum mit der Bearbeitung dieser Bestellung beschäftigt und kann nur begrenzt weitere Aufträge aufarbeiten. Neben einer Order aus dem Standardsortiment, ist es möglich, weitere Sorten anzufordern. Dies geschieht in der Regel ebenfalls im Zuge von Großbestellungen und Bedarf einer gesonderten Betrachtung. Für Sortimente, die noch keine Rezeptzusammenstellung mit zugehöriger Leistungserklärung besitzen, müssen diese erst erstellt werden. Hierfür wird die notwendige Zusammensetzung im Labor ermittelt und bei einer Testmischung nochmals überprüft. Erst nach einer erfolgreichen Freigabe darf das Mischgut produziert und dem Kunden geliefert werden. Dementsprechend muss in einem solchen Fall ebenfalls mit einer längeren Vorlaufzeit gerechnet werden. Kleinbestellungen fallen laut Angaben der Befragten nicht ins Gewicht und werden daher über einen simpleren Teilprozess abgewickelt. Da die Trennung in Groß- und Kleinbestellung bisher lediglich auf Aussagen der Gesprächspartner zurückzuführen ist, war es notwendig, diese durch eine Auswertung der bisher bearbeiteten Bestellungen zu belegen und die Trennung der Prozesse zu rechtfertigen. Aufgrund der fehlenden Software zur Bestellbearbeitung ist ein schneller Export einer solchen Übersicht nicht möglich. Auf Anfrage erklärten sich die befragten Mischanlagen bereit, die Lieferscheine für den Zeitraum 2017 bis 2020 aus der Verwiegesoftware zu exportieren und als TXT-Datei zu übermitteln. Die übermittelten TXT-Dateien wurden zur weiteren Bearbeitung und Auswertung in MS EXCEL importiert. In einem weiteren Schritt wurde analysiert, wie die Spalten unterteilt sind, um die weitere Vorgehensweise festzulegen.

Tab. 3.2: Ausschnitt über angetroffene Fehler beim Lieferschein-Export

Firmennummer	Bauvorhaben	Bezeichnung	t
51	:-) :-)	AC 11 deck 70/100, A1, G3, PSV37	9,02
51	ST.MAGARETTEN	AC 11 deck 70/100, A1, G3, PSV37	13,24
51	ST.MARGARETHEN	AC 11 deck 70/100, A1, G3, PSV37	17,76
51	ST.MARGARETTEN	AC 11 deck 70/100, A1, G3, PSV37	14,08
51	ST.MARGHARETHEN	AC 11 deck 70/100, A1, G3, PSV37	12,16
51	TWINS PROJEKT/ ST. MICHAEL	AC 16 deck 70/100, A5, G8,PSV37, RA 15	13,92
51	TWINS PROJEKT/ST. MICHAEL	AC 16 deck 70/100, A5, G8,PSV37, RA 15	8,24
51	TWINS PROJEKT/ST.MICHAEL	AC 16 deck 70/100, A5, G8,PSV37, RA 15	14,04
51	WAGRAIN BAU OILZ SCHLADMING	AC 8 deck 70/100, A1, G3, PSV37	18,16
51	WAGRAIN BAU PILZ SCHLADMING	AC 8 deck 70/100, A1, G3, PSV37	13,62
51	WAGRAIN BAU PIZ SCHLADMING	AC 8 deck 70/100, A1, G3, PSV37	10,06

Die Tabellenstruktur war bei allen Exporten gleich aufgebaut und umfasste die folgenden Komponenten in den jeweiligen Spalten: Firmennummer, Firmenname, Niederlassung, Adresse, Postleitzahl, Gemeinde, Bauvorhaben, Rezeptnummer, Mischgutsortenbezeichnung, Füllmenge in Tonnen, Einheitspreis je Tonne, Positionspreis des Lieferscheins, Lieferscheinnummer sowie das Datum der Lieferung. Nach der Beschriftung der Spalten mussten zusammenhängende Lieferscheine den entsprechenden Bauvorhaben bzw. Bestellungen zugeordnet werden um die Groß- und Kleinbestellungen zu filtern. In diesem Arbeitsschritt fiel auf, dass für dieselbe Bestellung unterschiedliche Bauvorhaben angelegt worden sind, die wiederum auf Tippfehler bzw. einen ungenauen Umgang mit der Software zurückzuführen sind. Übliche Fehler umfassten Mehrfachbelegungen, wie „Musterweg 1“, „Muster weg 1“, „Musterweg1“ und unterschiedliche Varianten der Groß- und Kleinschreibung, siehe weitere Beispiele hierzu in Tab. 3.2.

Tab. 3.3: Statistische Auswertung von Lieferscheinen aus den Jahren 2017–2020 zur AMA Nr. 11

AMA			11
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			25 t
Produktionszeitraum April bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	6.917	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	3.898	56,35%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	3.019	43,65%	
Gesamtmenge [2017-2020]	420.141 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	36.158 t	8,61%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	383.983 t	91,39%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	30.446		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	1.729	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	975	56,35%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	755	43,65%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	105.035 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	9.040 t	8,61%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	95.996 t	91,39%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	9 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	127 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	7.612		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	2.314	10.986 t	2,61%
10-20 Tonnen	1.240	17.509 t	4,17%
20-30 Tonnen	709	17.677 t	4,21%
30-40 Tonnen	415	14.325 t	3,41%
40-50 Tonnen	356	15.805 t	3,76%
50-75 Tonnen	529	32.491 t	7,73%
75-100 Tonnen	296	25.881 t	6,16%
100-150 Tonnen	370	45.656 t	10,87%
150-200 Tonnen	190	32.444 t	7,72%
200-300 Tonnen	217	52.912 t	12,59%
300-450 Tonnen	135	48.545 t	11,55%
>450 Tonnen	146	105.909 t	25,21%

Für die statistische Auswertung der Lieferscheine war es daher erforderlich, die Daten vorab von Tippfehlern zu bereinigen, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen. Eine ähnliche Mehrfachbelegung konnte bei den angelegten Firmen, Mischgutbezeichnungen und Niederlassungen ebenfalls entdeckt werden. Die doppelten Werte bei den Mischgutbezeichnungen wurden analog zur Doppelbelegung der Bauvorhaben bereinigt. Übrige Mehrfachbelegungen konnten ignoriert werden, da deren Wertekategorien keine Verwendung in den Auswertungsfunktionen hatten. Im Zuge der Vorbereitungsarbeiten konnte des Weiteren bemerkt werden, dass die Mischanlagen unterschiedliche Bezeichnungsstrukturen hatten und die Verwiegesoftware unterschiedlich verwendeten. Die Erstellung einer einheitlichen Funktion zur Auswertung ist daher nur bedingt möglich und muss je nach untersuchter Mischanlage angepasst werden. Das Ziel der Auswertung ist die Ermittlung der Bestellanzahl und der dazugehörigen Liefergröße sowie die dazugehörige Verteilung innerhalb der Bestellgrößen. Um dies zu ermöglichen, mussten zusammenhängende

Bestellungen nach einer festgelegten Struktur ermittelt werden. In diesem Zusammenhang wurde festgelegt, dass Lieferscheine mit der gleichen Firma, demselben Bauvorhaben, derselben Mischgutsorte und innerhalb eines Zeitraums, der nicht länger als eine Woche auseinander liegt, als eine Bestellung gelten.

Nach Abschluss der Datenbereinigung und Vorarbeiten wurden die Lieferscheine nach dem Muster in Tab. 3.3 analysiert. Tab. 3.3 zeigt die exemplarische Auswertung mittels Daten der AMA Nr. 11. Dabei wurde ein Parameter zur Trennung von Groß- und Kleinbestellungen festgelegt, welcher jenem aus Abb. 3.1 entspricht. Darauf aufbauend wurde die Gesamtanzahl sowie die Gesamtmenge der Bestellungen aus den Geschäftsjahren 2017 bis 2020 entsprechend in Groß- und Kleinbestellungen aufgeteilt und deren prozentuelle Anteile ermittelt. Anschließend ist der jährliche Durchschnitt derselben Werte berechnet worden. Wie bereits erwähnt, ist die Grenze von Klein- und Großbestellungen eine fließende und wurde nur durch einen seitens der Gesprächspartner angegebenen Richtwert beschrieben. Aus diesem Grund ist bei der Lieferscheinauswertung eine weitere Betrachtungsweise gewählt worden, bei welcher die Größenordnungen gestaffelt werden. Da der Großteil der befragten Mischanlagen Richtwerte im Bereich zwischen 20 und 50 Tonnen angegeben hat, wurde hier eine enge Staffelung in Zehnerschritten gewählt. Nachfolgend werden die Schritte im Abstand von 25, 50, 100 und 150 Tonnen zunehmend erweitert. Dies ermöglicht, unabhängig von einem festgelegten Wert, einen direkten Vergleich der Anlagen miteinander und erlaubt es, Rückschlüsse auf die Bestellgrößenverteilung zu ziehen.

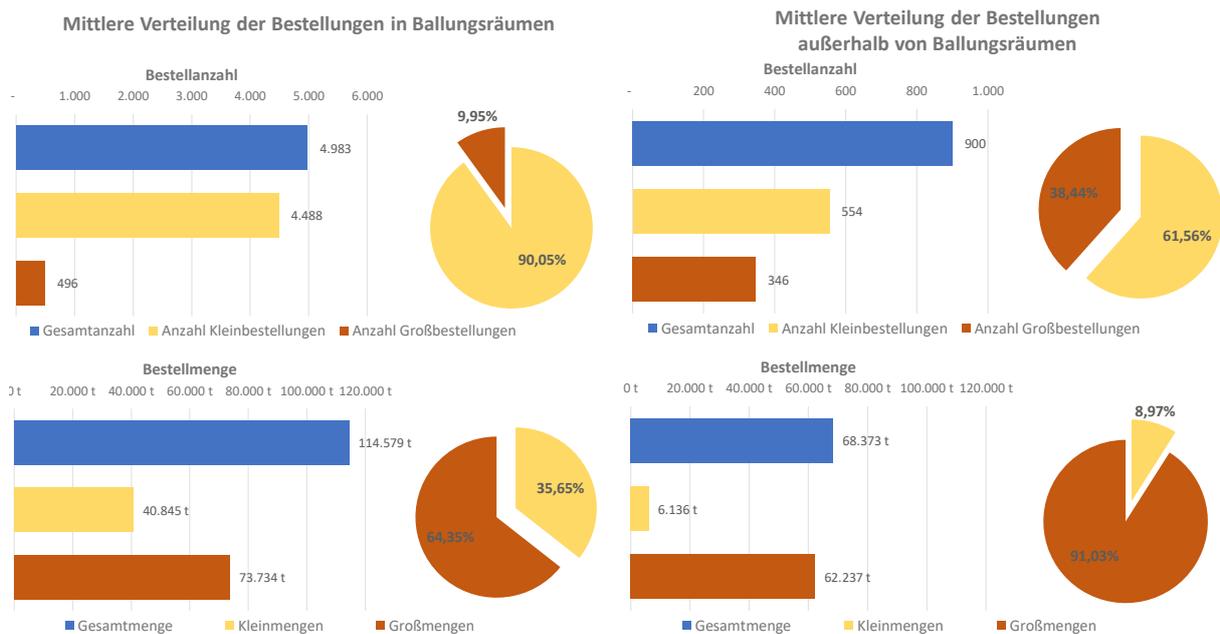


Abb. 3.12: Diagrammen zur mittleren Verteilung von Bestellungen in und außerhalb von Ballungsräumen

Nach Auswertung aller untersuchten Mischanlagen wurden die einzelnen Ergebnisse gegenübergestellt, siehe dazu Abb. 3.14 und Abb. 3.15. Besonders auffällig ist, dass Bestellgrößen bis zu 20 Tonnen mehr als die Hälfte der aufgegebenen Bestellungen umfassen. Dies ist dahingehend besonders hervorzuheben, da unabhängig von der Mischgutsorte, Anlagengröße oder der geografischen Lage, diese Bestellgröße allgemein als Mindermenge angesehen wird. Hiermit wird ersichtlich, dass der Hauptteil der zu bearbeitenden Bestellaufgaben aus Kleinmengen besteht und dies bei einer digitalen Umsetzung besonders zu beachten gilt. Beim Vergleich der AMA untereinander konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Die Verteilung von Groß- und Kleinbestellungen hat eine starke Abhängigkeit von der geografischen Lage der Asphaltmischanlage. Ist deren Lage im städtischen bzw. stadtnahen Gebiet, erhöht sich die Anzahl an Kleinbestellungen deutlich gegenüber jener in stadtfernen Lagen. Bei dieser Untersuchung zählten AMA 12 und AMA 14 zu den stadtnahen Mischanlagen. Wie in der linken Hälfte der Abb. 3.12 zu sehen, beträgt die Anzahl der Kleinbestellungen in Ballungsräumen rund 90% der Gesamtbestellungen, die ca. ein Drittel der ausgelieferten Menge darstellen. Im Gegensatz dazu liegt der Durchschnitt der übrigen Kleinbestellungen bei ca. 62% der Gesamtanzahl und 9% der Gesamtmenge. Dies ist in der rechten Hälfte der Abb. 3.12 veranschaulicht.
- Unabhängig von der geografischen Lage, ist in Abb. 3.13 ersichtlich, dass die Anzahl der Kleinbestellungen einen Großteil der Gesamtanzahl ausmacht. Errechnet man den Durchschnitt aller untersuchten Mischanlagen, so geht hervor, dass rund 80% aller angegebenen Bestellungen Mindermengen sind. Bei einer mittleren Bestellanzahl von 1921 sind somit 1537 Kleinbestellungen zu bearbeiten. Diese Tatsache ist insbesondere bei einer möglichen Integration von Softwarelösungen zu berücksichtigen.

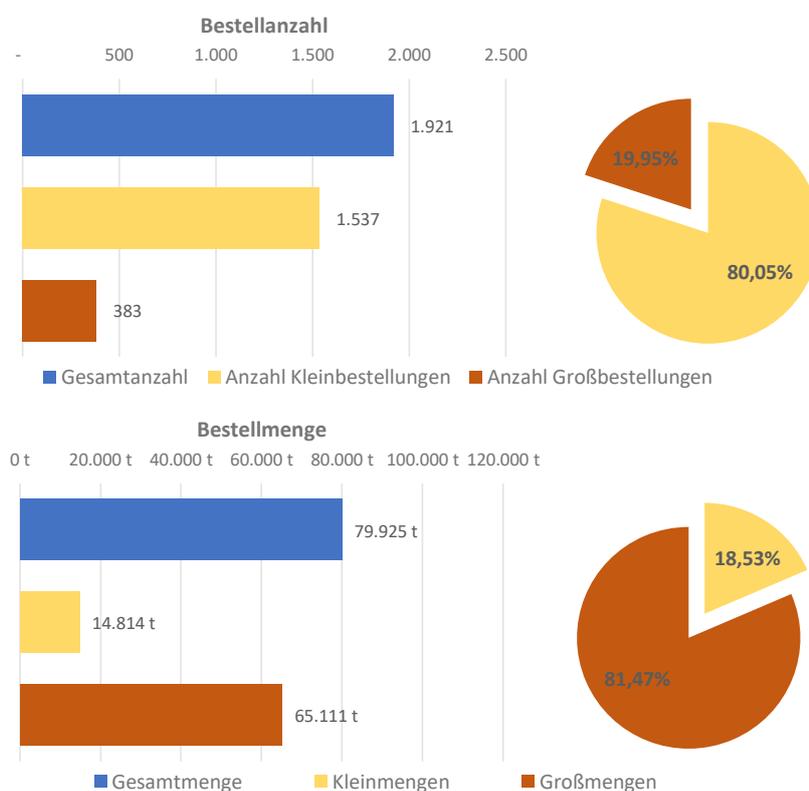


Abb. 3.13: Diagrammen zur mittleren Verteilung von Bestellungen

- In Hinblick auf die Liefermenge ist für den Betrachter in Abb. 3.13 ebenfalls ersichtlich, dass die Anzahl der Kleinbestellungen zwar beträchtlich ist, die produzierte Menge jedoch gering ausfällt. Im Schnitt liegt die Menge unter 20% der gesamten Jahresproduktion. Diese Erkenntnis zeigt, dass eine Vernachlässigung bei der Produktionsplanung legitim ist und die Mengen durch Einplanung einer Lagerreserve vollständig abgedeckt werden können.

Werden die Ergebnisse der statistischen Auswertung in Abb. 3.15 näher betrachtet, ist die Aussage zur Vernachlässigung der Kleinbestellungen bei der Produktionsplanung zu bestätigen. Zur besseren Übersicht wird die Summe der prozentuellen Verteilung von Bestellmengen bis 50 Tonnen ergänzt. Diese verdeutlicht einmal mehr, dass Kleinbestellungen nur einen Bruchteil der produzierten Mengen darstellen. Allerdings sei an dieser Stelle erneut zu erwähnen, dass AMA in Stadtnähe einen höheren Anteil bei Kleinbestellungen aufweisen, da diese das Hauptgeschäft darstellen. Was jedoch widerlegt werden konnte, ist dass sich ihre Häufigkeit in Grenzen hält und eher das Gegenteil der Fall ist. In Hinblick auf mögliche Optimierungsansätze bei der Planung und Bestellverarbeitung ist daher Rücksicht auf die Trennung von Groß- und Kleinbestellungen Rücksicht zu nehmen. Der Ablauf für kleine Mengen muss möglichst schnell und unkompliziert erfolgen, da die Anwendung der Software in der Praxis sonst auf Ablehnung stößt und damit kontraproduktiv wäre.

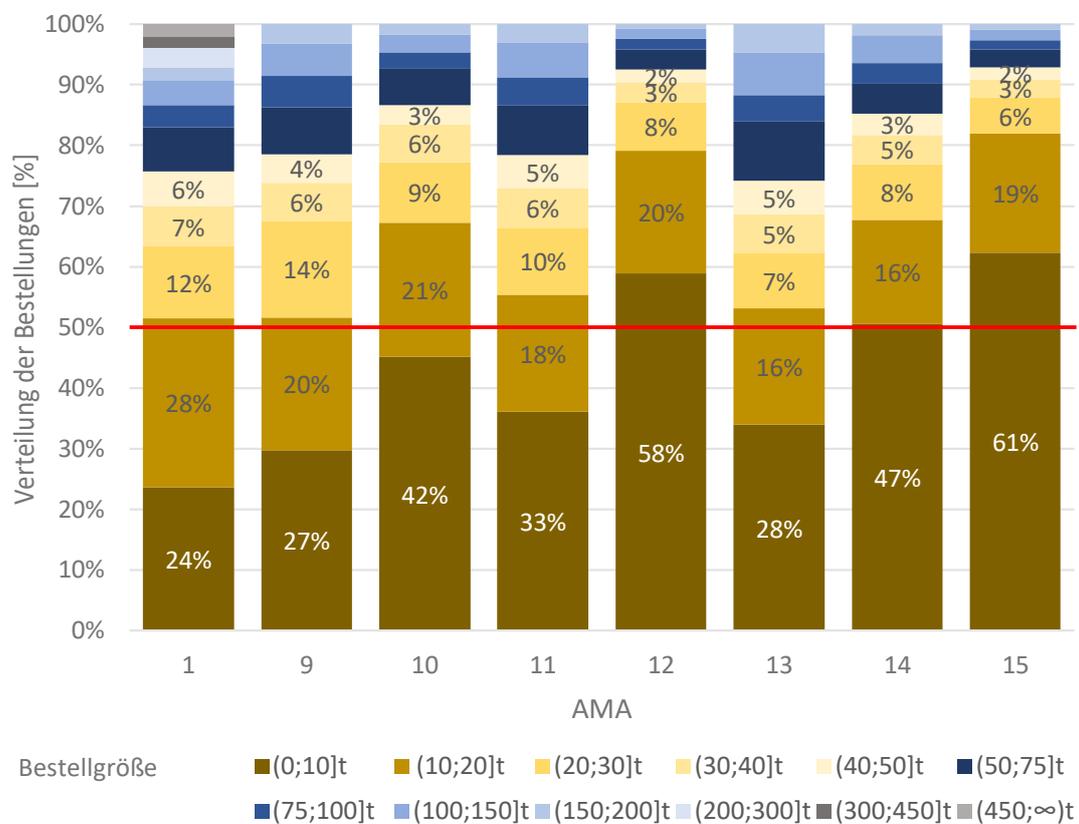


Abb. 3.14: Säulendiagramm zur statistische Auswertung der Verteilung der Bestellanzahl von 2017–2020

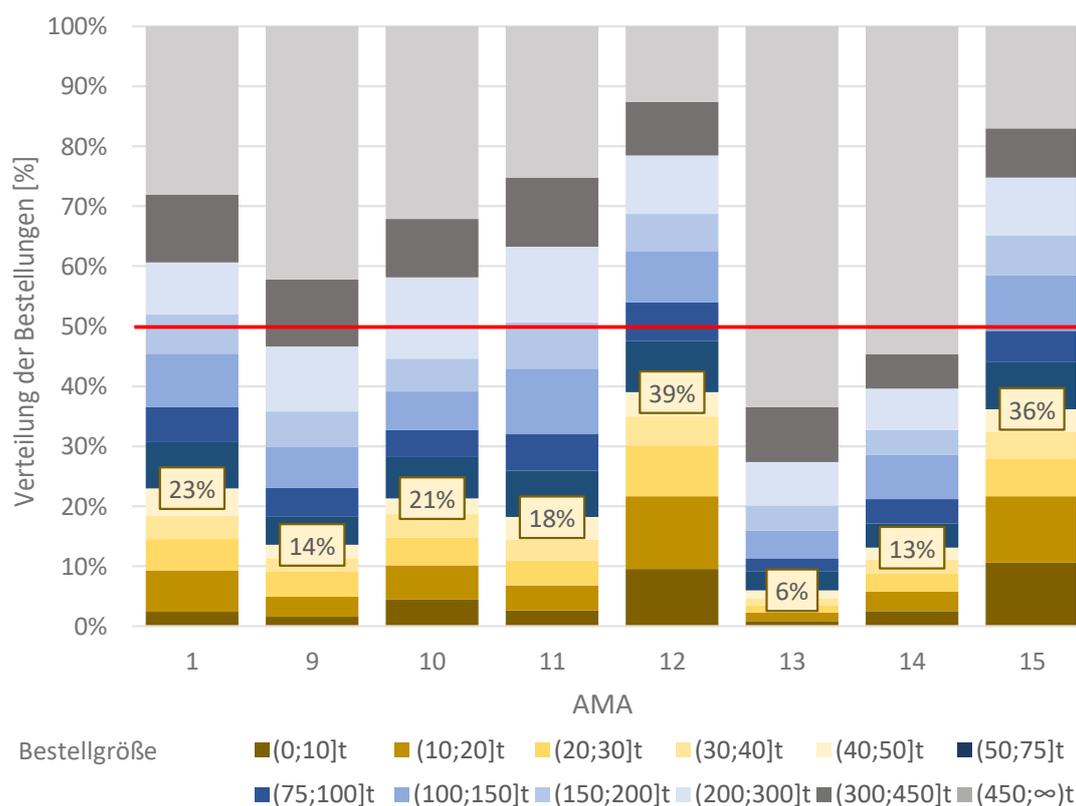


Abb. 3.15: Säulendiagramm zur Statistische Auswertung der Verteilung der Bestellmenge von 2017–2020

3.4 Optimierungspotentiale des IST-Prozesses

Dieser Abschnitt befasst sich näher mit den Optimierungspotential, für den bestehenden IST-Prozess. Dabei wird besonders auf die digitalen Möglichkeiten eingegangen, welche nach heutigem Stand der Technik umsetzbar wären.

Bereits im frühen Stadium der IST-Prozessanalyse fällt auf, dass die Abläufe überwiegend manueller Natur sind und nur selten softwaregestützte Lösungen zum Einsatz kommen. Dieser Umstand hat zur Folge, dass Fehler durch menschliches Handeln unausweichlich sind. Kopierfehler, Abschreibfehler oder Rechenfehler zählen zu den am häufigsten eintretenden Fehlern. In vielen Fällen wird versucht, diese durch den Einsatz des 4-Augen-Prinzips zu verhindern bzw. zu minimieren. Dennoch ist dies keine ideale Lösung, da nicht garantiert werden kann, dass sie auch konsequent umgesetzt wird und weil sie bei kurzfristigen Entscheidungen auch nicht immer angewendet werden kann. Durch den Einsatz von digitalen Hilfsmitteln können gewisse Handlungen unterbunden oder eingeschränkt werden. So wäre z.B. die Eingabe einer nicht existenten Mischgutsorte oder einer außerhalb des Mischgutangebotes einer Anlage nicht möglich. Der Besteller könnte somit, ähnlich wie in einem Onlineshop, nur jene Produkte auswählen, die eine Anlage anbietet. Die digitale Welt von heute bietet bekanntlich einige Möglichkeiten, welche die Geeignetesten sind hängt vom Prozess und den Anwendererwartungen ab. Dennoch kann auch die beste Software nicht alle Fehler unterbinden. So wird es bei jeder Anwendung noch möglich sein, die falsche Mischgutsorte oder ein falsches Datum ausgewählt zu haben bzw. Fehler ähnlicher Natur zu generieren. Dem Betrachter muss bewusst sein, dass ein vollständiger

Ausschluss von Fehlern nicht möglich ist. Das Ziel welches mit dieser Arbeit verfolgt wird ist Möglichkeiten aufzuzeigen, wodurch das Auftreten von Fehlern verringert werden kann und dadurch deren Häufigkeit auf Dauer zu senken.

Im Zuge der Befragungen ergaben sich bekannte Fehler und Fehlerquellen, auf die nun bei der Betrachtung von Optimierungsmöglichkeiten näher eingegangen wird:

- Alte Bestellungen dienen den Bauleitern und Polieren oft als Vorlage. Für das Aufgeben einer neuen Bestellung werden diese abgeschrieben oder gar kopiert und in die üblicherweise verwendete Vorlage eingefügt. In manchen Fällen werden diese noch geringfügig ergänzt oder bearbeitet, um sie an das aktuelle Bauvorhaben anzupassen. Bei diesen Vorgängen kommt es immer wieder zu Fehlern, da dadurch Mischgutsorten kreiert werden, die nicht existieren. In anderen Fällen wurde die Vorlage nicht vollständig kopiert und wichtige Informationen der Mischgutsortenbezeichnung fehlten. Mischmeister oder Betriebsleiter sind dadurch zur Kontaktaufnahme gezwungen, um die korrekte Sorte zu eruieren.
- Bestellfristen werden nur in seltenen Fällen eingehalten. Trotz des bestehenden Ablaufs, dass Bestellungen für die Folgewoche spätestens Donnerstagabend übermittelt werden, kommt es immer wieder vor, dass diese doch erst am Freitag geschickt werden. Des Weiteren wird vom Besteller beim Versenden nicht zwischen den Mischgutsorten unterschieden. So kann es vorkommen, dass der Kunden eine Mischgutsorte für Montagfrüh wünscht, welche jedoch aufgrund der Komponenten eine Vorlaufzeit von zwei bis drei Wochen benötigen würde.
- Gespräche am Telefon und das lockere Verhältnis zwischen dem Mischanlagenpersonal und den Kunden führt dazu, dass oft noch zu später Stunde Bestellungen aufgegeben werden. Ein kurzer Anruf oder eine Textnachricht reicht in vielen Fällen dafür aus. Dies stellt nicht die Regel dar, kommt laut Aussage der Mischmeister jedoch immer wieder vor. Bei einer solchen Bestellung wird darauf vertraut, dass diese vom Mischmeister entsprechend notiert wird. Eine schriftliche Bestätigung oder Nachverfolgung ist daher nicht möglich bzw. vorhanden.
- Bei einer telefonischen Bestellung kommt es zudem des Öfteren zu Missverständnissen. Bei dieser Art der Anfrage sitzt der Besteller selten im Büro und ruft vom Schreibtisch aus an, sondern befindet sich auf einer Baustelle und oft sogar in unmittelbarer Nähe von Baugeräten. Durch Lärm und Störgeräusche kann es damit zu Irrtümern kommen. Immer wieder wurde berichtet, dass durch Fehlinterpretationen aus 17 Tonnen schnell 70 Tonnen werden konnten. Zwar erwähnten einige Mischmeister, dass sie die Poliere oft auffordern, sie aus einer stilleren Umgebung zurückzurufen, doch diesem Ersuchen wird aufgrund der Dringlichkeit nicht immer nachgekommen..
- Jeder Kunde verwendet eine eigene Bestellvorlage, welche unterschiedliche Informationen enthält und jeweils eine andere Form aufweist. Nur die wenigsten Mischanlagen haben eigene Vorlagen eingeführt, die der Kunde für Bestellungen zu verwenden hat. Dies wäre jedoch eine relativ einfache Form der Fehlerminimierung, bei der der Kunde durch Pflichtfelder vorgegebene, notwendige Informationen eingibt, womit wiederum auch eine einheitliche Bearbeitung innerhalb der Anlage gewährleistet wäre.

Auf Basis der erhaltenen Informationen sowie der Erkenntnissen bei näherer Betrachtung des IST-Prozesses konnten einige Kritikpunkte erkannt werden, welche Potential für eine Verbesserung bieten. Die Optimierung ist abhängig vom betrachteten Kritikpunkt entweder durch einfache Hilfsmittel möglich oder erfordert den Einsatz eines softwaregestützten Bestellsystems. Die

ermittelten Punkte, an denen im Prozess angesetzt werden kann, sind in der Abb. 3.16 zu sehen. Die Abbildung zeigt den bereits vorgestellten IST-Prozess aus Abb. 3.11. Die ergänzten rote Markierungen zeigen jene Bereiche an, die optimiert werden können und sollen. Zwecks besserer Übersicht ist jede Markierung mit einer Nummer versehen. Im Folgenden wird auf die Verbesserungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der vergebenen Nummerierung eingegangen:

1. Abstimmungsprozess der Kunden

Der eigentliche Abstimmungsprozess innerhalb eines Unternehmens kann nicht durch einen externen Beteiligten verändert oder optimiert werden. Durch gezielte Handgriffe ist es jedoch möglich, diesen vorab zu beeinflussen. Im bestehenden Handlungsablauf stimmen die einzelnen Kunden ihre Unternehmungen nur innerhalb des eigenen Betriebes ab und nehmen keine Rücksicht auf den Produktionsplan der Mischanlage. Fairerweise muss klargestellt werden, dass zur Zeit keine Möglichkeit besteht, die Terminbelegung einer Mischanlage zu berücksichtigen, da die Informationen hierzu fehlen. Könnten Kunden auf Terminauskünfte zugreifen, wäre es möglich, die eigene Ausführungsplanung in gewissen Maße an die bestehende Produktionsplanung anzupassen. Des Weiteren werden Kunden durch eine Art Terminübersicht dazu animiert, die eigenen Bestellungen so früh wie möglich bei der Mischanlage abzugeben. So könnten diese gewährleisten, dass die Ausführung zum geplanten Wunschtermin stattfinden kann. Durch diesen psychologischen Faktor wäre es ebenfalls möglich, dem Problem der Fristeinhaltung entgegenzuwirken.

2. Freie Wahl der Bestellform

Im Regelfall haben die Bestellungen keine feste Form und orientieren sich, wenn überhaupt, nur an einer betriebsinternen Vorlage der Ausführungsunternehmen. Dieser Umstand führt dazu, dass für eine Übersicht innerhalb der Anlagen nur selten eine Zusammenführung stattfindet. Momentan werden Bestellungen, die als E-Mail oder im PDF-Format einlangen, ausgedruckt und auf den Schreibtisch des Mischmeisters gelegt. Ergänzt werden diese Ausdrucke häufig durch handschriftliche Listen. Im unteren Abschnitt der Abb. 3.17 ist ein Beispiel einer handschriftlichen Liste zu sehen. In dieser Liste werden all jene Bestellungen eingetragen, die nicht über E-Mail übermittelt wurden. Dazu zählen Telefonate, Textnachrichten oder persönliche Bestellungen vor Ort. Der Informationsgehalt einer solchen Notiz ist sehr überschaubar. Ganz im Sinne eines Notizblocks werden Änderungen ohne Vermerke oder dergleichen durchgestrichen, überschreiben oder ergänzt. Ein Revisionsverlauf, der aufzeigt wer, wann oder weswegen eine Änderung vorgenommen wurde, ist in einer solchen Form nicht ersichtlich. Auch bei den schriftlichen Bestellungen fehlen teilweise Auskünfte dieser Art. So erhält der Kunde unter anderem keine Bestellbestätigung, Änderungen werden meist telefonisch besprochen und handschriftlich auf dem dazugehörigen Ausdruck vermerkt. Einige wenige Mischmeister fordern die Kunden nach einem Telefonat dazu auf, das Besprochene nochmals per E-Mail zu übermitteln, um eine schriftliche Bestätigung der Änderung zu erhalten. Fehlende Bestätigungen, Ablehnungen oder Revisionsverläufe können zu Missverständnissen führen, welche auch bei einer späteren Nachverfolgung zur Fehlerermittlung fehlen. Die Mischanlage kann damit im Falle eines Streitfalles keinen festgehaltenen Bestellverlauf vorweisen.

3. Manuelle Kundenabfrage

Mischanlagen erhalten meist Bestellungen von denselben Firmen und lernen die Ansprechpersonen sehr schnell kennen. Bei Unternehmen, die nicht regelmäßig bestellen und dem Mischpersonal unter Umständen unbekannt sind, müssen diese vor einer Bestellannahme prüfen, ob der Kunde bereits im System hinterlegt ist. Dafür muss der Mitarbeiter das zuständige kaufmännische Personal kontaktieren und eine Kundenabfrage durchführen.

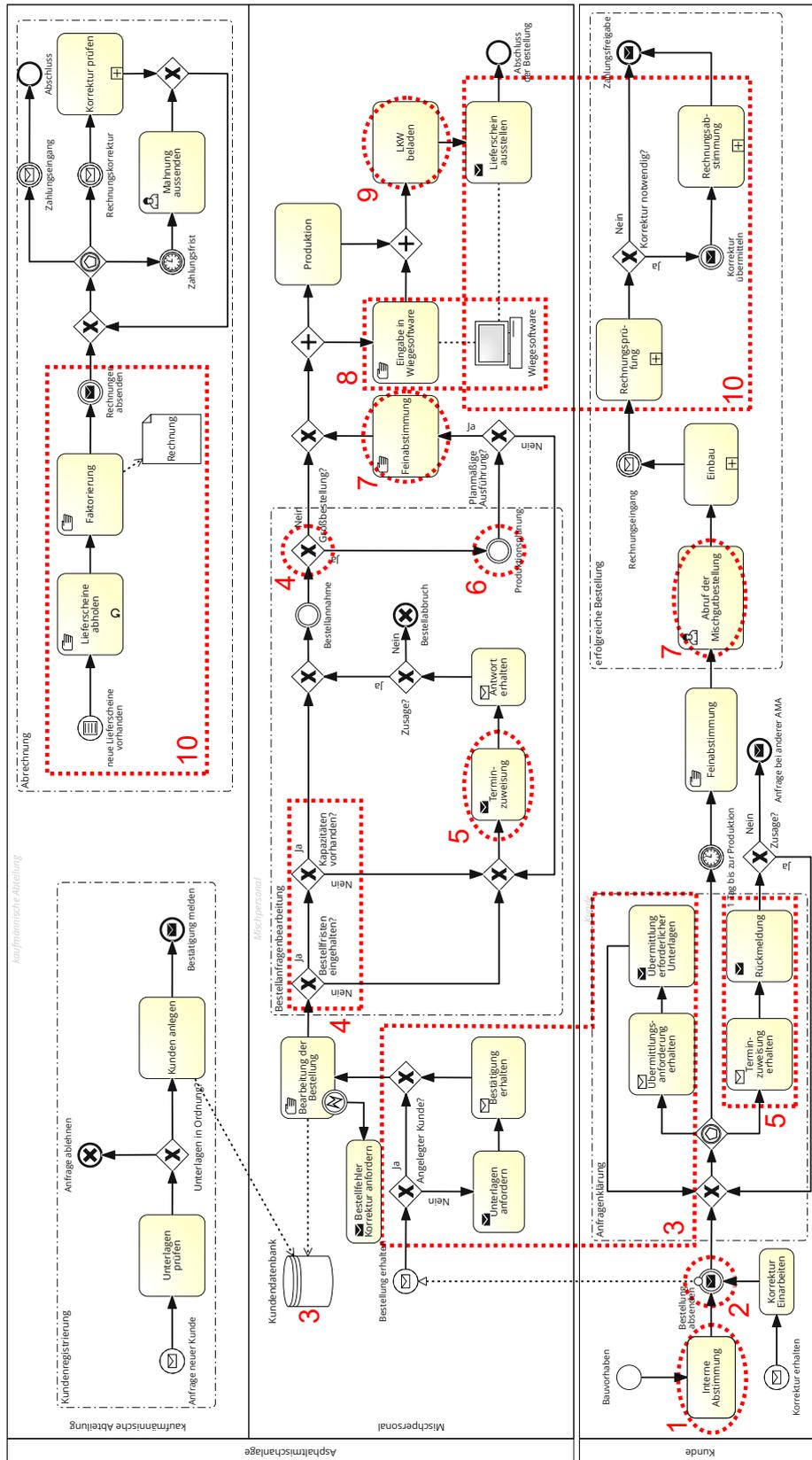


Abb. 3.16: Optimierungspotentialen im bestehenden Bestellprozess

Bei einem hinterlegten Kunden kann der Prozess wie gewöhnlich fortgesetzt werden. Ist der Besteller jedoch unbekannt, so müssen erst die notwendigen Firmenunterlagen an die kaufmännische Abteilung übermittelt werden und nach Prüfung dieser, wird das Mischpersonal darüber informiert, ob eine Bestellung aufgegeben werden kann oder nicht. Den Kunden selbst ist dieser Hintergrundprozess nicht bekannt. Daher versenden diese ihre Bestellung ohne das Wissen, dass sie dafür ein registrierter Kunde sein müssen. Im Falle von Barverkäufen ist eine solche Registrierung jedoch nicht notwendig. Die derzeitige Kundenabfrage wird daher vollständig manuell durchgeführt, bietet allerdings Potential zur Automatisierung mittels einer Software.

4. Einhaltung von Bearbeitungsbedingungen

Für die Entscheidung, ob eine Bestellung zum angegebenen Wunschtermin bearbeitet werden kann, wird überprüft, ob der Anlage eine Vorlaufzeit zur Bearbeitung gegeben wurde und ob am angegebenen Termin ausreichend Kapazität vorhanden sind. Sollte einer der Punkte nicht erfüllt sein, so wird der Kunde kontaktiert und es erfolgt ein Abstimmungsprozess für eine neue Terminzuweisung. Die Fristen zur Übermittlung einer Bestellung sind zwar in keiner Form dokumentiert, den regelmäßigen Bestellern aber bekannt. Dennoch wird dies häufig durch den Kunden ignoriert, da diese davon ausgehen, dass das Mischpersonal ihnen den frühest möglichen Termin zuweisen wird. Ob Kapazitäten vorhanden sind, kann der Besteller, ähnlich zum Abstimmungsprozess der Kunden, nicht wissen, da ihm dafür die Information fehlen. Wären ihm diese bekannt, könnte er vorab seine Bestellungen auf den bestehenden Produktionsplan der Mischanlage auslegen. Bei der Einführung eines softwaregestützten Bestellsystems kann bereits bei der Eintragung einer Bestellung auf die Fristen verwiesen oder gar eine nicht fristgerechte Bestellung unterbunden werden.

5. Terminänderungen und Terminzuweisungen

Für eine Terminzuweisung bzw. -änderung gibt es zwei Fälle. Der erste Fall stellt die Nichteinhaltung von Fristen dar. Hier kontaktiert das Mischpersonal den Kunden, um zu besprechen, zu welchem Alternativtermin die Bestellung ausgeführt werden kann. Wie in Punkt 4 erörtert, wird dieser Fall durch fehlende Informationen zur Produktionsplanung der AMA ausgelöst. Beim zweiten Fall handelt es sich um ungeplante Ausfälle, Verhinderungen oder Änderungen im Ausführungsablauf wie z.B.:

- Eines der eingesetzten Einbaugeräte funktioniert nicht ordnungsgemäß und muss einer Reparatur unterzogen werden
- Aufgrund von Schlechtwetter muss der Ausführungstermin verschoben werden
- Die geplante Einbauleistung konnte nicht erreicht werden und führt damit zu einer Änderung der Bestellmenge bzw. des Auslieferungszeitraumes
- Straßensperren bzw. Genehmigungen konnten nicht für das geplante Zeitfenster erhalten werden

Wird eine geplante Produktion durch die oben genannten Ereignisse verschoben, so sind unter Umständen auch zukünftige Bestellungen von der Verschiebung betroffen. Im Falle von Schlechtwetter fällt in der Regel der gesamte Produktionstag aus und muss vollständig auf andere Tage aufgeteilt werden. Um schnell wissen zu können, für welche Verschiebungen die Anlage ausreichend Kapazitätsreserven besitzt, fehlen zur Zeit Übersichten, die das entsprechend darstellen. Diese Vorgänge werden zum Großteil nach Erfahrung des Mischpersonals ausgeführt und bedürfen einer kurzfristigen Rücksprache mit den Kunden. Da der wetterbedingte Ausfall als selbsterklärend angesehen wird, erfolgt die Rücksprache zum Kunden nur telefonisch und die Produktionsplanung wird auf dem Papier manuell

angepasst. Bei Betrachtung der Abb. 3.17 ist im oberen Abschnitt der Abbildung ein solcher Vermerk ersichtlich. Eine derartige Notiz zieht jedoch einige Fragen mit sich, die Spielraum für Interpretationen lassen und daher für Nachverfolgungszwecke ungeeignet sind. Für den Betrachter sind folgende Punkte nicht eindeutig erkennbar:

- Welche Tage sind genau betroffen?
- Sind alle Bestellungen des entsprechenden Tages betroffen?
- Wer hat die Mischanlage über die Verschiebung informiert?
- Wann ist dies geschehen?
- Durch welches Medium ist dies kommuniziert worden?
- Auf welche Tage werden die Bestellungen verschoben bzw. wie werden diese aufgeteilt?
- Sind die Änderungen schriftlich festgehalten und dem Kunden in Form einer Rückmeldung übermittelt worden?
- Müssen bereits eingeplante Bestellungen infolge Überschreitung der Auslastungskapazität für die Folgetage umstrukturiert werden?

6. Manuelle Produktionsplanung

Um den kommenden Monat bzw. die kommende Woche planen zu können, benötigt das Mischpersonal die aufgegebenen Bestellungen sowie die dazugehörigen Rezepturen der bestellten Mischgutsorten. Hier wird anschließend manuell eine Art Summenliste der Asphaltarten erstellt und auf dieser Basis mittels der dazugehörigen Rezepturen der notwendige Materialbedarf errechnet. Die Materialbedarfsrechnung wird manuell durchgeführt und kann somit nicht immer frei von Rechenfehlern sein. Des Weiteren kann nicht sichergestellt werden, ob der aktuelle Rezeptkatalog für die Berechnung herangezogen wurde. Durch fehlende Übersichtslisten bzw. Zusammenführungen ist es erforderlich, diesen Abschnitt des Prozesses vollständig manuell durchzuführen. Dabei ist jedoch hervorzuheben, dass die Wiegesoftware Materialbedarfsberechnungen unterstützt. Würden die Bestellungen vorab in der Verwiegesoftware angelegt werden, könnte diese den notwendigen Materialbedarf automatisch errechnen. Nur wenige Mischanlagen nutzen diese Funktion und führen die Materialbedarfsrechnung trotz Eingabe in die Verwiegesoftware händisch durch. Des Weiteren kann die Anlage nur selten auf Höchstauslastung betrieben werden, da eine Übersicht fehlt und Berechnungen zu Mengenleistungen nur im Falle von Großbestellungen ausgeführt werden. Für die regelmäßige Prüfung einer optimalen Auslastung fehlt die entsprechende Übersicht bzw. eine automatisierte Berechnung.

7. Feinabstimmung zur Ermittlung fehlender Informationen

Die Feinabstimmung dient dem Erhalt von Zusatzinformationen, die bei der Bestellaufgabe nicht angegeben wurden. Teilweise können diese in einem solchen Stadium nicht weitergegeben werden, teilweise werden diese einfach nicht übermittelt. In der Regel fehlen Angaben wie Mengenleistung oder gar Zeitangaben, wie „Einbaubeginn“ oder „vorhandenes Zeitfenster“ zur Gänze. Das Mischpersonal muss dafür die Kunden kontaktieren und die genauen Rahmenbedingungen der Produktion abklären. Dies geschieht jedoch erst am Vortag, wodurch eine Vorausplanung mit höheren Auslastungen kaum möglich ist. Die Produktionsplanung auf eine optimale Auslastung der Anlage anzupassen, ist dadurch kaum möglich. Lediglich bei Bestellungen von besonderen Projekten, welche die Mischanlage vollständig besetzen, laufen die Anlagen auf den Kapazitätsgrenzen. Des Weiteren lässt sich das Mischpersonal die Bestellung für den morgigen Tag nochmals vom Kunden bestätigen. Dies sollte jedoch keine Aufgabe der AMA sein, da eine Bestellung verbindlich aufgegeben

44			
Dienstag 27. Okt 20	Mittwoch 28. Okt 20	Donnerstag 29. Okt 20	Freitag 30. Okt 20
ArtNr. 40446 100 To AC 16 deck 70/100,A7,G7	ArtNr. 40622 110 To AC 32 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40521 90 To AC 22 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40301 12 To AC 11 deck 70/100,A5,G7
Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: Stainz	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf
ArtNr. 40446 40 To AC 16 deck 70/100,A7,G7	ArtNr. 40521 60 To AC 22 trag 70/100,T1,G4,RA20	ArtNr. 40414 50 To AC 16 deck 70/100,A5,G8,RA10	ArtNr. 40521 3 To AC 22 trag 70/100,T1,G4,RA20
Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: Soboth	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf	Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: WVA Greisdorf
<p>Regen → Verschieben</p>			
			ArtNr. 40301 11 To AC 11 deck 70/100,A5,G7
			Kst.: 1.0000.17700; Kuester BVH: Greisdorf

Freitag 24.07.20
 HP1: AC16deck 70/100 RA15 (42031) 60to 55⁶³⁰
 H/F: (42041) AC11deck G3

Montag 27.07.20
 Griessner: AC22bin pm B 45/10-65 (42014) 30to 6³⁰
 HP: AC16deck A5 G8 (42031) 18to 6³⁰

Dienstag 28.07.20
 Griessner: AC16deck A5,G8,RA15 (42031) 70
 HP: 15to AC11deck G3
 GW: AC8deck GW (42057)

Mittwoch 29.07.20
~~HP~~: AC22trag T1 G4 8to 7⁰⁰ (Bst: Gemeinde Alkermarkt)
 Griessner: AC11deck G3 (42043) 60to 6⁰⁰
 GW: AC8deck GW

Abb. 3.17: Beispiele für Notizen über eingelangte Bestellungen und Bestelländerungen

wird und damit bis auf Widerruf auch ausgeführt wird. Hier zeigt sich, dass dem Personal ein reibungsloser Ablauf der Produktion und Bestellabrufung wichtig ist und daher in Kauf nimmt die Informationen bei den betroffenen Kunden zu hinterfragen.

8. Unzureichende Nutzung der Verwiegesoftware

Im Zuge der Interviews sowie der statistischen Auswertung konnte festgestellt werden, dass die vorhandene Verwiegesoftware nicht optimal genutzt wird bzw. deren Funktionsumfang nicht ausgeschöpft wird. AMA 4 stellt dabei eine Ausnahme dar, welche besonders her-

vorgehoben werden soll. Die Anlage trägt alle Bestellungen unmittelbar nach Erhalt, in die Verwiegesoftware ein. Die Eingaben erfolgen sorgfältig und ermöglichen dadurch auch statistische Auswertungen zur Produktionsoptimierung. Des Weiteren kann die Materialbedarfsberechnung bei einer regelmäßigen Eingabe der Bestellungen automatisch durchgeführt werden. Berechnungsfehler können somit ausgeschlossen werden. Dies stellt, wie bereits erwähnt, die große Ausnahme dar. Die Standardnutzung beschränkt sich lediglich auf die Erstellung von Lieferscheinen. Dafür erfolgt die Eingabe der erforderlichen Daten erst unmittelbar vor Beladung des LKW. Dies führt zu Abschreib- und Kopierfehlern, die in Tab. 3.2 bereits vorgestellt worden sind. Fehler dieser Art verhindern eine korrekte statistische Auswertung und stellen den Anwender im Falle von Aktivitäten zur Nachverfolgung vor Schwierigkeiten.

9. Beladezeitpunkt von Lastkraftwägen

Dieser Optimierungspunkt setzt besonders bei der Bearbeitung von Großbestellungen an. Einige Mischanlagen arbeiten bereits mit Softwarelösungen, die Taktplanung und ein Flottenmanagementsystem anbieten. Dies erlaubt es bei großen Bestellungen die Lieferungen entsprechend zu takten und ermöglicht einen schnellen, reibungslosen Ablauf. Der Vorteil dabei ist, dass die Mischanlage Auskunft darüber erhält, ob ein LKW bereits auf dem Rückweg zur Mischanlage ist. Dadurch kann die Produktion optimal auf die zu erwartenden LKWs angepasst werden. Um diese Möglichkeiten noch besser nutzen zu können, würde sich der Einsatz von GPS-Trackern empfehlen. Diese stellen noch keinen Standard bei Großbaustellen dar. Auch der Einsatz des Flottenmanagementsystems kann nicht allein von der Mischanlage veranlasst werden, da dafür sowohl Kunde als auch AMA die Software entsprechend bedienen müssen.

Der Einsatz solcher digitalen Möglichkeiten wird bereits von einigen Kunden genutzt, die flächendeckende Nutzung steht jedoch aus. Fehlt ein derartiges Rückmeldesystem, kommt es des Öfteren vor, dass die Anlage bereits heruntergefahren wird, da laut Bestellung die vollständige Menge abgerufen wurde. Ist die Produktion weiterer Mengen erforderlich, sendet der Kunde die LKWs wieder zurück zur Anlage, jedoch ohne diese zu informieren. Für die Produktion weiterer Mengen muss die Asphaltmischanlage wieder gestartet werden und verbraucht dabei eine höhere Menge an Energie, als sie bei einem durchgehenden Betrieb benötigt hätte. Folglich kommt es auch zu längerem Wartezeiten, da das Mischpersonal nicht entsprechend informiert wurde.

10. Lieferscheinausdruck und manuelle Rechnungserstellung

Derzeit werden zumeist alle Lieferscheine in dreifacher Ausführung ausgedruckt und vom Frächter bei Abholung unterzeichnet. Die unterzeichneten Lieferscheine werden vom Mischpersonal an die kaufmännische Abteilung übergeben, welche anschließend auf Basis dieser eine Rechnung erstellt. Die verrechneten Lieferscheine werden in Mappen gesammelt und zum Schluss archiviert. In Anbetracht des dadurch erzeugten Papierverbrauchs bieten sich erstaunliche Einsparungsmöglichkeiten.

Wird die Tab. 3.3 der AMA 11 herangezogen, so ist ersichtlich, dass durchschnittlich 7612 Lieferscheine pro Jahr gedruckt werden. Handelsübliches dreifaches Endlospapier für Nadeldrucker kann mit einem Papiergewicht von ca. 57 g/m² angenommen werden. Druckerpapier hat gewöhnlich ein Papiergewicht von rund 80 g/m². Je nach Mischanlage werden die Lieferscheine im DIN A5 oder DIN A4-Format ausgedruckt. Für das vorliegende Beispiel wird von einem DIN A4-Ausdruck ausgegangen. Bei 7612 Lieferscheinen im Jahr ergibt sich somit ein Papierverbrauch von 81,35 kg/Jahr. Dieser könnte um 43,29 kg/Jahr

reduziert werden, indem die Lieferscheine nur in einfacher Ausführung für den Frächter gedruckt werden und die übrige Bearbeitung digital erfolgt.

Die manuelle Bearbeitung hängt jedoch nicht nur mit Mehrkosten hinsichtlich des Papierverbrauchs zusammen. Damit die Lieferscheine verrechnet werden können, fährt das kaufmännische Personal mittels Kraftfahrzeug zu den entsprechenden Mischanlagen und holt die Lieferscheine wöchentlich ab. Aufgrund der verpflichtenden Archivierung müssen die unterzeichneten Lieferscheine für mehrere Jahre aufbewahrt werden und verursachen damit Lagerkosten. Dabei ist zu erwähnen, dass jeder erstellte Lieferschein auch automatisch innerhalb der Verriegelungssoftware abgespeichert wird. Dieser wird bei fehlender digitaler Unterschrift jedoch nur als unbestätigter Ausdruck abgelegt. Durch Ergänzung der Unterschrift mittels Terminal oder Unterschriften-Pad würden die hinterlegten Lieferscheine die Ausdrücke vollwertig ersetzen.

Nichtsdestotrotz besteht die Möglichkeit, die Lieferscheine zu exportieren und in eine Verrechnungssoftware einzuspielen. Somit könnte zumindest ein Teilprozess der Rechnungserstellung automatisiert werden. Diese Möglichkeit der Verrechnung wird zur Zeit kaum genutzt und stellt somit nicht den Regelfall dar. Durch eine geeignete Nutzung der vorhandenen Möglichkeiten könnte somit nicht nur der Papierverbrauch reduziert werden, sondern auch Archivierungskosten, Fahrtkosten der Kaufleute sowie die Arbeitszeit der Mitarbeiter effizienter genutzt werden. In weiterer Folge ermöglicht dies auch eine automatisierte Abrechnung, die in geregelten Zeitabständen ausgeführt werden kann. Diese einfachen Maßnahmen würden wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, Arbeitszeit sparen und umweltschonend sein.

Die Optimierungspotentiale der beschriebenen Punkte fokussieren sich auf verschiedene Kernpunkte. Die Kritikpunkte eins, zwei, drei, vier und sieben setzen bereits vor der eigentlichen Bestellung an. Sie betreffen direkt die Art und Weise, wie eine Bestellung durch den Kunden erfolgt. Die aufgezeigten Verbesserungsmöglichkeiten umfassen zum einen die Einhaltung von Bestellbedingungen und zum anderen die Form der Bestellung. Dabei richtet sich die Kritik im Wesentlichen auf das Fehlen von Vorgaben durch die Mischanlage.

Digitalisierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten werden vorwiegend in den Punkten fünf, sechs, acht, neun und zehn aufgezeigt. Viele der durch bestehende Software vorhandenen Möglichkeiten werden kaum oder gar nicht genutzt. Würde eine Datenbank mit Asphaltarten, Rezepten, Kunden und Lieferscheinen geführt werden, ergeben sich diverse Automatisierungsmöglichkeiten. Lieferscheine könnten durch die digitale Form automatisch in ein Abrechnungsprogramm integriert werden. Des Weiteren können durch eine Datenbank aller Asphaltarten mit den dazugehörigen Rezepten die Produktionsplanung, der Materialbedarf sowie die Lagerverwaltung optimiert werden. Die Datenbank ermöglicht eine automatische Berechnung des Materialbedarfs, welcher mit dem Lagerbestand gegengeprüft wird. Dadurch wird dem Anlagenpersonal ein Teil der Vorbereitungsarbeiten abgenommen. Neben der Planung einer Bestellung betreffen die Kritikpunkte ebenfalls die Änderungsmöglichkeiten. Durch fehlende digitale Hilfsmittel sind Änderungen durch fehlende Informationen oder unvorhergesehene Ereignisse, wie sie in Punkt fünf und neun beschrieben werden, nur sehr umständlich einzuarbeiten. Darüber sind diese Änderungen kaum nachvollziehbar und ermöglichen es in Streitfällen nicht, den Revisionsverlauf nachzuvollziehen.

Punkt neun und zehn haben neben den erwähnten Digitalisierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Umwelt. Durch eine verbesserte Kommunikation zwischen LKW-Fahrer und Anlage können Neustarts der Anlage vermieden werden und damit Ressourcen geschont und der Ausstoß von Abgasen reduziert werden. Die Digitalisierungsmöglichkeiten reduzieren darüber hinaus den Papierverbrauch aller Anlagen sowie

der zusammenarbeitenden Firmen. Dieser schont nicht nur die Ressourcen, sondern ermöglicht auch weitere Einsparungen, wie die Reduzierung von Verkehrswegen oder die Reduzierung von Lagerräumen.

3.5 Digitale IDEAL-Bestellprozesskette

In diesem Kapitel wird beschrieben wie es mit den verfügbaren digitalen Hilfsmitteln möglich ist, den bestehenden Ablauf zu optimieren. Dabei wird versucht, bekannte Fehlerquellen einzudämmen und manuelle Abläufe zu digitalisieren oder zu automatisieren. Bei der Ausarbeitung der Prozesskette werden die Kritikpunkte aus Kapitel 3.4 aufgegriffen und bei den entsprechenden Teilprozessen berücksichtigt. Die IDEAL-Prozesskette nimmt keinen Bezug auf den Einsatz einer bestimmten Software. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, die die auf dem Markt vorhandene Software womöglich noch nicht beherrscht.

Unter Abb. 3.18 sowie der dazugehörigen Abb. 3.19 wird ein Prozessmodell vorgestellt, das einen idealen Prozessverlauf darstellt und im Folgenden näher beschrieben wird. Am Anfang einer geplanten Bestellung steht, wie schon bei der IST-Prozesskette, das Bauvorhaben. Im Zuge der Ausführungsvorbereitung sind benötigte Materialien und Ausführungsbedingungen bekannt. Vor der internen Abstimmung meldet sich das Unternehmen im Bestellportal an. In dieser webbasierten Applikation hat der Nutzer die Möglichkeit auf mehrere registrierte Mischanlagen zuzugreifen. Wird eine AMA ausgewählt, so gelangt man zu einer Kalenderübersicht. Die Übersicht gibt dem Kunden Auskunft über bereits belegte Termine und bestehende Leistungsreserven. Dadurch ist es möglich, sich auf bereits bekannte Termine abzustimmen. Die Ansicht kann je nach Bedarf zwischen einer Kalenderansicht, Listenansicht oder Balkenansicht umgeschaltet werden. Dies ist notwendig, da eine höhere Anzahl an Kleinbestellungen innerhalb einer Kalenderansicht nur begrenzt angezeigt werden können. Über die weiteren Ansichten ist es möglich eine detaillierte Ansicht des gewählten Zeitraums zu erhalten. Diese Detailansicht ist für die Anlage, sowie den Kleinbesteller von Nutzen. Im Zuge der internen Abstimmung wird dabei auf terminliche Gegebenheiten Rücksicht genommen. Dies bietet den Vorteil, dass für ausgelastete Tage keine Bestellanfragen mehr einlangen. Haben sich die Bauleiter und Poliere auf eine interne Terminplanung geeinigt, kann diese direkt in die Übersicht eingetragen werden. Durch Auswahl der betreffenden Tage und Zeitfenster öffnet sich ein Pop-Up-Fenster zur Eingabe der Bestelldaten. Je nach Größe der Bestellung ändern sich die notwendigen Pflichtfelder. Da die Unterscheidung zwischen Groß- und Kleinbestellung mischanlagenspezifisch erfolgt, ist der Kunde nicht gezwungen, eine solche Unterscheidung zu treffen. Dieser soll die Größe und Sorte der Bestellung eintragen und die Software bewertet durch den hinterlegten Algorithmus, ob dies unter Groß- oder Kleinbestellung fällt. Sind alle Pflichtfelder ausgefüllt, kann die Anfrage an die Mischanlage verschickt werden. Der ausgewählte Zeitraum wird dabei schraffiert hinterlegt, um weiteren Nutzern zu verdeutlichen, dass die Belegung dieses Zeitfensters nicht bestätigt ist.

In Abb. 3.20 ist ein Vorschlag für den Entwurf einer Bestellmaske ersichtlich. Wichtig ist hierbei, den Aufbau simpel zu halten und den Kunden mit der Eingabe nicht zu überfordern. Neben dem Feldnamen ist anhand eines roten Sterns markiert, ob das betroffene Feld ein Pflichtfeld darstellt oder nicht. Abhängig von der eingegeben Menge verändern sich die Pflichtfelder, um so die Anforderungen von Klein- und Großbestellungen unterscheiden zu können. Für die Auswahl der Mischgutsorte ist das Sortiment in der Datenbank hinterlegt. Der Besteller kann mittels Dropdown-Liste eine der hinterlegten Sorten auswählen. Sollte der Kunde jedoch eine Bestellung außerhalb des Sortiments wünschen, kann die Möglichkeit einer freien Bestellung gewählt werden. In einem solchen Fall gelangt die Anfrage ebenfalls zum Betriebsleiter der Anlage. Bevor das Mischpersonal die Bestellung freigeben kann, muss der Betriebsleiter eine entsprechende

Freigabe erteilen. Damit diese erteilt werden kann, wird ein Kostenvoranschlag an den Kunden übermittelt. Kann eine Einigung betreffend des Mischgutpreises getroffen werden, wird ein entsprechender Eignungsnachweis vom Labor erstellt. Um die notwendige CE-Zertifizierung zu erhalten, sind alle Nachweise laut Kapitel 2.6 vorzulegen. Nach der entsprechenden Zertifizierung kann der Betriebsleiter entscheiden, ob die Sorte in das Standardsortiment übernommen wird oder nicht. Nach erfolgreicher Freigabe durch den Betriebsleiter kann die Bestellung im normalen Bestellprozess bearbeitet werden.

Über die angegebene Menge und den angeforderten Zeitraum wird die notwendige Mengenleistung errechnet. Dabei wird vom Besteller die Zeit angegeben, zu welcher das Mischgut auf der Baustelle sein soll. Sollte es aufgrund der Ausführungsbedingungen eine Abweichung geben, kann die Mengenleistung auch manuell eingegeben werden. Im Feld darunter wird der Bestellung eine Projektnummer zugewiesen. Diese wird vom System automatisch generiert und ist jeder Bestellung eindeutig zuordenbar. Über die Adresse sowie der LKW-Anzahl wird die Umlaufzeit berechnet. Diese kann für eine notwendige Taktplanung herangezogen werden. Sollte das Bauvorhaben eindeutig differenziert werden können, wird zusätzlich ein beliebiger Name vergeben. Über die Angabe eines Poliers und einer Telefonnummer ist die zuständige Person für die Feinabstimmung definiert. Bereits hinterlegte Poliere bzw. Kontaktpersonen können über eine Dropdown-Liste ausgewählt werden. Sind bestimmte Bedingungen einzuhalten bzw. gibt es Anmerkungen, die für die weitere Bestellbearbeitung durch die Anlage interessant sein könnten, werden diese in den Anmerkungen festgehalten. Im oberen Bereich ist der Status der Bestellung sowie die Revisionsnummer ersichtlich. Über die Dropdown-Auswahl kann auf vorangegangene Revisionsnummern gewechselt werden. Damit ist der Änderungsverlauf jederzeit ersichtlich. Neben oder unter den einzelnen Feldern wird vermerkt, von wem und zu welchem Zeitpunkt die Änderung vorgenommen wurde.

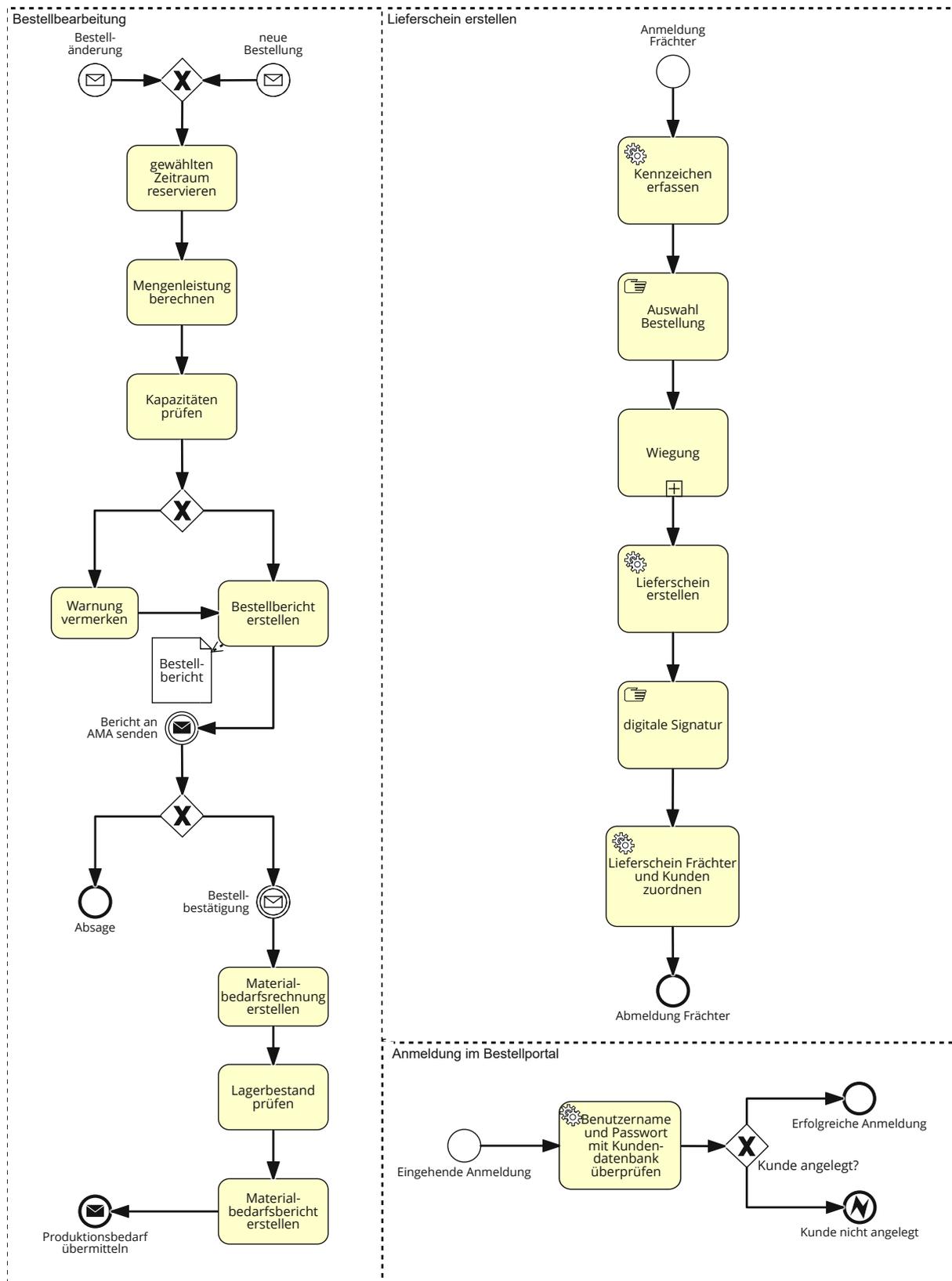


Abb. 3.19: Aufgeklappte Unterprozesse der digitalen IDEAL-Bestellprozesskette

Sollte eine Anmeldung nicht erfolgreich verlaufen, so kann dies zwei verschiedene Gründe haben. Der erste Grund für ein fehlerhaftes Login ist, dass die Kombination aus Passwort und E-Mail-Adresse in der Kundendatenbank nicht hinterlegt ist. Der Kunde kann daraufhin im Portal per Knopfdruck eine Anfrage senden, dass er das Passwort zu seiner E-Mail-Adresse vergessen hat. Diese Anfrage wird in der kaufmännischen Abteilung mittels Abgleich der Kundendatenbank überprüft. Sollte der Benutzer nicht gewollt gesperrt worden sein, so wird ein neues Passwort generiert und dies dem Benutzer per E-Mail übermittelt. Dieser Vorgang kann manuell erfolgen oder ebenfalls automatisiert werden. Der andere Grund ist, dass für die angefragte E-Mail-Adresse noch kein Nutzer angelegt wurde. Um einen neuen Benutzer anzulegen, müssen die notwendigen Firmenunterlagen der kaufmännischen Abteilung übermittelt werden. Um Fehler oder unvollständige Anfragen zu vermeiden, wird die Anfrage ebenfalls innerhalb der Web-App verschickt. Alle notwendigen Unterlagen sind angegeben und müssen einzeln hochgeladen werden. Die Anfrage gelangt ebenfalls bei der kaufmännischen Abteilung ein und wird auch durch diese überprüft. Sollten alle Unterlagen vorhanden und die Voraussetzung für eine Registrierung erfüllt sein, wird das Unternehmen in der Kundendatenbank angelegt und die Logindaten entsprechend übermittelt. Da dieser Teilprozess nicht vollständig automatisiert werden kann, muss bei einer solchen Anfrage mit einer entsprechenden Bearbeitungsdauer gerechnet werden. Ist die Anfrage fehlerhaft, ist der Nutzer aus bestimmten Gründen gesperrt worden (z.B. wegen einem offenen Konkursverfahren) oder sind die Unterlagen fehlerhaft, wird dem Nutzer eine Fehlermeldung übermittelt. Zur Klärung ist die Kontaktaufnahme von Unternehmen und kaufmännischer Abteilung notwendig.

Sind Anmeldungen und die Anfragen erfolgreich abgeschlossen, werden die einzelnen Bestellungen von der Applikation aufbereitet. Im Unterprozess der Bestellbearbeitung wird der Zeitraum reserviert und eine Leistungsberechnung durchgeführt. Beim Vergleich des Ergebnisses der Berechnung mit den vorhandenen Kapazitätsreserven wird überprüft, ob eine Ausführung möglich ist und bei Überschreitung der Randbedingungen eine Warnung vermerkt. Die Anfrage wird aufgrund einer Warnung nicht abgebrochen, da das Mischpersonal entscheiden kann, die Produktion außerhalb der üblichen Öffnungszeiten zu starten. Damit wäre es möglich, einen Teil der Mengen vorab zu produzieren und somit die notwendige Mengenleistung zu erreichen. Die Bestelldaten, Leistungsberechnung sowie mögliche Warnmeldungen werden zu einem Bestellbericht zusammengefügt und dem Mischpersonal übermittelt. Die Mitarbeiter sind mit derselben Web-App verbunden, haben jedoch andere Zugriffsrechte als ein herkömmlicher Nutzer. Im Interface der App wird dem Personal als Push-Benachrichtigung angezeigt, dass eine neue Mitteilung eingegangen ist. Diese beinhaltet die Bestellanfrage samt Bestellbericht und ermöglicht, es innerhalb der Ansicht direkt eine Rückmeldung zu übermitteln. Auf Basis des Bestellberichtes kann entschieden werden, ob die Anfrage mit allen Bedingungen akzeptiert wird oder ob es Änderungen seitens der Mischanlage gibt, damit es zu einer Ausführung kommen kann. Sollte eine Produktion mit den angegebenen Randbedingungen nicht möglich sein, wird die Bestellung abgelehnt. Unabhängig von der Entscheidung wird auf jeden Fall eine Rückmeldung übermittelt. Anhand dieser kennt der Besteller den Status seiner Bestellung. Im Falle einer Änderung muss auf eine Rückmeldung des Kunden gewartet werden. Akzeptiert dieser die angegebenen Änderungen, kann der Bestellprozess fortgesetzt werden. Sollten diese jedoch nicht annehmbar sein oder verstreicht die Rückmeldefrist, wird der Bestellprozess abgebrochen.

Status: **Anfrage** **Revisionsnummer:** # ▼

Besteller* ▼

Mischanlage* ▼

Mischgutsorte* ▼
Freier Text

Menge* Tonnen

Datum* von **Zeit*** von

Anzahl LKWs*

Mengenleistung Tonnen/Std **Errechneter Wert**

Projektnummer automatische Zuweisung

Bauvorhaben

Adresse*

Kostenstelle

Polier ▼

Telefon*

Anmerkungen

Abb. 3.20: Eine mögliche Darstellungsform für eine Bestellmaske

In Abb. 3.21 ist ein Vorschlag für die Darstellung einer solchen Übersicht ersichtlich. Innerhalb der einzelnen Tage werden Zeitblöcke definiert, die wie bei einem Kalender belegt werden können. Da eine zeitgleiche Bearbeitung mehrerer Bestellungen möglich ist, ist eine Mehrfachbelegung desselben Zeitfensters möglich. Um die Machbarkeit einer solchen Mehrfachbelegung abschätzen zu können, dient die Spalte der Leistungsreserve. Hier wird in Prozent dargestellt, wie viele Leistungsreserven auf Basis der maximal möglichen Leistung vorhanden sind. Wird eine Bestellung ausgewählt, so können bestimmte Daten fremden Kunden angezeigt werden. Dies beinhaltet Informationen wie z.B. Mischgutsorte, Menge und Zeitfenster. Damit kann der Kunde bereits selbst einschätzen, ob sein Bestellwunsch im selben Zeitrahmen möglich wäre, oder ob er besser eine Anpassung durchführen sollte. Neben den Bestellinformationen ist eine grafische Unterscheidung des Bestellstatus möglich. So werden unbestätigte Anfragen schraffiert und bestätigte voll ausgefüllt. Auch eine farbliche Unterscheidung soll dazu dienen, dass das Anlagenpersonal Bestellungen desselben Unternehmens leichter einsehen kann. Diese Farbuweisung kann von den jeweiligen Mischanlagen individuell angepasst werden. In der Ansicht des Kunden ist eine farbliche Unterscheidung nicht vorgesehen. Dieser sieht lediglich seine Bestellungen farblich hervorgehoben und alle anderen gräulich hinterlegt.

Wird der Anfrage zugestimmt, so wird dem Besteller eine Bestätigung zur Bestellannahme gesendet, der reservierte Zeitraum in der Übersicht wird auf *belegt* umgestellt und die Bestelldaten in der Datenbank hinterlegt. Durch den Eintrag in die Datenbank ist eine gesonderte Eingabe in einer Wiegesoftware nicht notwendig. Nach der Bestätigung wird anhand des hinterlegten Logarithmus die Bestellung als Groß- oder Kleinbestellung klassifiziert. Abhängig von dieser Zuordnung fließt die Bestellung in die Produktionsplanung ein oder überspringt diesen Prozesspfad. Neben der vorgestellten Übersicht für den Kunden sind darüber hinaus noch zwei weitere Layouts notwendig.

Es ist zu beachten, dass im Gegensatz zur Betonherstellung der Produktionsprozess unterschiedlich abläuft und somit der Bedarf nach einem zweiten Layout zur Produktionsplanung gegeben ist. Zum einen liegt das an der notwendigen Materialaufbereitung und zum anderen an der Möglichkeit, Mischgut vorzuproduzieren und in Silos zu lagern. Dadurch ist es auch bei kleineren Anlagen möglich, hohe Produktionsleistungen zu erzielen. Um dies bewerkstelligen zu können, wird der Betrieb der Anlage weit vor den üblichen Öffnungszeiten gestartet. Damit die Mengenleistung korrekt berechnet werden kann, wird im zweiten Layout dem Mischpersonal eine zusätzliche Zeitangabe bei den Bestellungen ermöglicht. Dafür öffnet das Personal die Bestellung und sieht die Bestellmaske wie in Abb. 3.20 vor sich. Zusätzlich werden Felder eingeführt mit Produktionsbeginn, Produktionsende, Silolagerung, Silonummer, Zeitpunkt des Beladebeginns und Zeitpunkt der letzten Beladung. Damit kann die Mischanlage neben den gewünschten Terminen vom Kunden, die notwendige Produktionsplanung und Produktionszeiten individuell anpassen. Als zusätzlicher Vorteil wird die Silobelegung erfasst. Damit hat das Personal einen besseren Überblick in welchem Zeitraum, welches Silo belegt ist. Damit dies ermöglicht wird kommt das dritte Layout ins Spiel. Dieses gibt eine Übersicht über die Frächtereinteilung, welche der Mischanlage als Hilfsmittel zur Produktionsplanung dient. Die ermittelten Umlaufzeiten werden mit der Silobelegung gekoppelt und können dadurch den Füllstand zum jeweiligen Zeitpunkt errechnen. Auf Basis der Silobelegungen und der Frächtereinteilung kann das Personal anschließend entscheiden, ob eine Vorproduktion notwendig bzw. möglich ist oder das Mischgut Just-in-Time produziert wird. Damit ein Umschalten zwischen den drei Ansichten leicht vonstattengehen kann, kann über ein Dropdown-Menü zwischen diesen gewechselt werden.

Für die Planung der Produktion ist eine Materialbedarfsrechnung notwendig. Diese führt die Software anhand des hinterlegten Rezeptkatalogs durch. Somit können Rechenfehler stets vermieden und eine Berechnung auf Basis des aktuellen Rezeptkatalogs gewährleistet werden. Des Weiteren ist es möglich, bekannte Liefer- bzw. Vorlaufzeiten für alle Materialien zu hinterlegen.

Dies ermöglicht es dem System, neben der Mengenberechnung selbst, eine Übersicht zu erstellen, bis zu welchem Stichtag die Bestellung durchgeführt werden sollte. Dies dient dem Personal als Hilfestellung, falls die Lagermöglichkeiten begrenzt sind. Die errechneten Mengen werden mit dem hinterlegten Lagerbestand abgeglichen. Sollte die Deckung mit dem Bestand nicht möglich sein bzw. die Reserven zu stark ausgeschöpft werden, wird in der Produktionsplanung angegeben, welche Bestellmenge empfohlen wird. Da neben der Empfehlung auch die errechneten Bedarfswerte sichtbar sind, kann das Personal auf Basis seiner Erfahrung selbst entscheiden, welche Menge bestellt wird. Die Lagermenge kann entweder über die Mengenberechnung der Ein- und Ausgänge erfolgen sowie durch Kopplung einer Waage im Bereich der Deponien oder Materialboxen. Neben Gesteinskörnungen und Zusatzstoffen auf der Deponie wird ebenfalls der Bestand des Bitumens im Tank angezeigt. Dadurch hat das Personal eine gute Übersicht über den Lagerbestand und vorhandene Reserven.

Asphaltmischanlage Musterbeispiel							
KALENDERWOCHE 14							
Uhrzeit	05.04.2021 Montag	06.04.2021 Dienstag	07.04.2021 Mittwoch	08.04.2021 Donnerstag	09.04.2021 Freitag	10.04.2021 Samstag	11.04.2021 Sonntag
	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve	Reserve
00:00	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
00:30	100%		100%	100%	100%		
01:00	100%		100%	100%	100%		
01:30	100%		100%	100%	100%		
02:00	100%		100%	100%	100%		
02:30	100%		100%	100%	100%		
03:00	100%		100%	100%	100%		
03:30	100%		100%	100%	100%		
04:00	100%		100%	100%	100%		
04:30	100%		100%	100%	17%		
05:00	100%		100%	100%	17%		
05:30	100%		100%	100%	17%		
06:00	64%	Nr.12	77%	100%	17%		
06:30	64%		77%	100%	17%		
07:00	64%		77%	100%	17%		
07:30	64%	Nr.02	77%	83%	17%		
08:00	64%		77%	83%	17%		
08:30	60%	Nr.55	77%	83%	17%		
09:00	64%		77%	83%	17%		
09:30	64%		100%	83%	17%		
10:00	64%	350t 87,5 t/h	100%	83%	17%		
10:30	100%		98%	83%	17%		
11:00	100%		100%	83%	17%		
11:30	96%		100%	83%	17%		
12:00	100%		71%	83%	17%		
12:30	100%	450t 75 t/h	71%	100%	17%		
13:00	100%		71%	100%	17%		
13:30	100%		71%	100%	17%		
14:00	100%		71%	100%	17%		
14:30	100%		71%	100%	17%		
15:00	100%		71%	100%	17%		
15:30	100%		71%	100%	17%		
16:00	100%		71%	100%	17%		
16:30	100%		71%	100%	17%		
17:00	100%		100%	100%	100%		
17:30	100%		100%	100%	100%		
18:00	100%		100%	100%	100%		
18:30	100%		100%	100%	100%		
19:00	100%		100%	100%	100%		
19:30	100%		100%	100%	100%		
20:00	100%		100%	100%	100%		
20:30	100%		100%	100%	100%		
21:00	100%		100%	100%	100%		
21:30	100%		100%	100%	100%		
22:00	100%		100%	100%	100%		
22:30	100%		100%	100%	100%		
23:00	100%		100%	100%	100%		
23:30	100%		100%	100%	100%		
Gesamtmenge	0t	835t	593t	200t	2300t	0t	0t

Abb. 3.21: Darstellungsmöglichkeit der Terminübersicht

Ist das notwendige Material vorhanden und ist der Folgetag zur Auslieferung vorgesehen, verlangt das System die Bestätigung der planmäßigen Ausführung. Sollten gewisse Umstände, wie z.B. Schlechtwetter, Ausfall eines Einbaugerätes oder Terminverschiebungen, die Abrufung der Bestellung verhindern, so ist eine neue Terminvergabe notwendig. Dafür wird ein Kompensationsereignis eingeführt, welches im Falle einer nicht planmäßigen Ausführung die Kompensationsaktivität auslöst, die wiederum eine erneute Abstimmung auf Basis der Terminänderung vorsieht. Dieser

Abstimmungsprozess entspricht dem Prozess der Terminklärung beim Bestelleingang. Nach erfolgreicher Abstimmung wird nochmals eine Bestätigung der Änderung und der Bestellsannahme ausgesendet. Anschließend folgt abermals die Unterscheidung in Groß- oder Kleinbestellung sowie die Berücksichtigung einer eventuellen Überarbeitung der Produktionsplanung. Kann die Bestellung planmäßig ausgeführt werden, ist mit der Feinabstimmung fortzufahren. Hier werden Informationen, welche über die Grundinformationen der Bestellung hinausgehen, ausgetauscht. Es wird z.B. festgelegt, ob der angegebene Zeitrahmen eingehalten werden kann oder eine Anpassung notwendig ist. Des Weiteren können für Projekte mit einer Taktplanung die Kennzeichen und weitere Informationen der Frächter ausgetauscht werden, um diese bereits im System zu hinterlegen. Die Feinabstimmung ist bei Kleinbestellungen nicht notwendig, da für die Menge keine Vorausplanung notwendig ist. Hier werden die bestellten Mengen Just-in-Time produziert. Neben einer Bestellanfrage innerhalb des Systems kann nicht verhindert werden, dass es zu einer Order außerhalb des Systems kommt. Diese müssen nicht nur telefonische oder Anfragen vor Ort für Kleinbestellungen sein, sondern könnten ebenfalls bei Großbestellungen vorkommen. Als Beispiel dafür kann die Planung eines Großprojektes herangezogen werden. Da das Mischanlagenpersonal bereits in der Planung miteinbezogen wird, kann der Auftrag des Kunden im System umgangen und die Bestellung manuell vom Anlagenmitarbeiter angelegt werden. Trotz einer Anfrage außerhalb des Systems, wird immer eine Bestätigung der Bestellsannahme ausgesandt. In der Folge wird der übliche Prozessvorgang fortgesetzt.

Wird der geplante Produktionstag erreicht, kommt es zum Prozess der Produktion und der Auslieferung. In dieser Phase wird der Teilprozess der Lieferscheinerstellung erreicht. Dieser ist als ausgeklappter Unterprozess in Abb. 3.19 dargestellt. Erreicht ein Frächter die Mischanlage, wird sein Kennzeichen durch eine Kamera erfasst und auf einem Terminal oder beim Anlagenpersonal wird die zugehörige Bestellung ausgewählt, welche im Bestellsystem bereits hinterlegt ist. Sollte das Kennzeichen im System bei einer aktiven Taktplanung registriert sein, so wird die Bestellauswahl vom System automatisch ausgeführt. Anschließend erfolgt auf der Brückenwaage die Leerwiegung. Eine Anzeige signalisiert dem Fahrer, zu welchem Silo er zwecks Beladung fahren soll. Ist die Beladung abgeschlossen, kehrt der Fahrer zur Brückenwaage zurück um die Zweitwiegung abzuschließen. Nun sind alle notwendigen Daten zur Lieferscheinerstellung erfasst. Abschließend muss der Lieferschein vom Frächter unterzeichnet werden. Dafür begibt sich dieser zum Terminal oder zum Personal und unterzeichnet auf dem Bildschirm oder einem Unterschriften-Pad. Mit der digitalen Unterschrift kann der Lieferschein digital signiert werden und ist somit für Veränderungen gesperrt. Innerhalb des Systems wird der Lieferschein dem Kunden und dem Frächter zugewiesen. Über einen erstellten QR-Code kann der Lieferant im Falle einer Polizeikontrolle diesen den Behörden vorweisen. Diese wiederum können über eigene Endgeräte den Lieferschein bzw. die Lieferdetails einsehen. Ein Ausdruck des Lieferscheins entfällt. Der Vorgang bietet den Vorteil, dass der Kunde innerhalb der angelegten Bestellung alle zugehörigen Lieferscheine schnell finden kann. Wurde die Bestellung für einen Kunden außerhalb des Systems produziert oder befindet sich der Frächter ebenfalls nicht im System, ist ein Ausdruck des Lieferscheins immer noch möglich. Der Ausdruck für eigene Zwecke der Anlage ist jedoch nicht vorgesehen, da jeder Lieferschein in der Datenbank abgelegt und allen berechtigten Usern ersichtlich ist. Wurde die vollständige Bestellung ausgeliefert, wird diese abgeschlossen und der Prozess der Mischanlage beendet.

Hat eine AMA den Bestellabwicklungsprozess abgeschlossen, fängt der kaufmännische Abrechnungsprozess an. Über eine Verknüpfung mit der Applikation und der dazugehörigen Datenbank wird der Kaufmann über das Vorhandensein neuer Lieferscheine informiert. Diese werden in regelmäßigen Abständen, die vom Anwender frei definiert werden können, heruntergeladen. Nach Ablage der Dateien werden diese über eine Schnittstelle der verwendeten kaufmännischen Software eingespielt. Über die hinterlegte Preisliste des jeweiligen Kunden kann die Rechnung automatisch

erstellt werden. Die Abholung oder das Abtippen von Lieferscheinen entfällt somit vollständig und bietet den Vorteil, dass Fehler aus manuellen Tätigkeiten weitestgehend ausgeschlossen werden können. Nach der Fakturierung kann die Rechnung automatisch dem entsprechenden Kunden zugesandt werden.

Nach Rechnungserhalt prüft der Kunde grundsätzlich diese über einen Vergleich mit den zugehörigen bzw. unterfertigten Lieferscheinen. Da diese innerhalb des Systems dem Kunden zugeordnet worden sind, können über das Portal die dem Bauvorhaben zugehörigen Lieferscheine schnell gefunden werden und in weiterer Folge mit diesen die Rechnung prüfen. Der Kunde profitiert dabei von den zugeordneten Lieferscheinen insofern, als dass er auf einen Blick die ausgelieferte Gesamtmenge sowie die dazugehörigen Lieferscheinnummern sehen kann. Um die Kunden beim Controlling zu unterstützen, bietet die Applikation eine Exportmöglichkeit. Hier können üblich verwendete Dateiformate exportiert werden, um diese z.B. als PDF oder EXCEL-Datei weiter bearbeiten zu können. Da projektabhängig Sonderpreise definiert werden können, ist auf diesen Punkt besonders zu achten, weil dies im Zuge einer automatischen Abrechnung nur durch vorherige manuelle Definition berücksichtigt werden kann. Werden Fehler im Zuge der Rechnungskorrektur festgestellt, wird das Korrektorexemplar der kaufmännischen Abteilung übermittelt. Nach Klärung bezüglich Verrechnungsmenge und Sortenpreise wird ein Korrektorexemplar erstellt und dabei die vorherige Rechnung storniert. Nach erfolgreichem Zahlungseingang ist der Prozess auch für Kunden und kaufmännische Abteilung erfolgreich abgeschlossen. In Sonderfällen ist die Einbindung der kaufmännischen Abteilung für die Verrechnung nicht notwendig. Dies ist dann der Fall, wenn eine Bestellung bar vor Ort bezahlt wird. Kommt es zu einer Barablöse so wird im System vermerkt, dass die Bestellung bereits bezahlt wurde, um eine automatische Verrechnung zu verhindern. Unabhängig von der Verrechnungs- bzw. Zahlungsart wird nach Zahlungseingang der Prozess für alle Prozessbeteiligten erfolgreich abgeschlossen.

3.6 Gegenüberstellung IDEAL-IST-Zustand

Um die Nachteile des IST-Prozesses bzw. die Vorteile der idealen Bestellprozesskette aufzuzeigen, werden in diesem Abschnitt die zwei Prozesse direkt miteinander verglichen. Als Grundlage für den Vergleich dienen die bereits vorgestellten Optimierungspotentiale aus Kapitel 3.4. Aufbauend auf diesen Kritikpunkten wird aufgezeigt, wie diese beim idealen Ablauf gelöst werden. Des Weiteren wird darauf eingegangen, welche Eingriffe beim bestehenden Prozess notwendig wären, um sich dem Ideal anzunähern. Die Lösungsmöglichkeiten können der folgenden Auflistung entnommen werden:

1. Abstimmungsprozess der Kunden

Durch die vorgestellte Kalenderübersicht ist es Kunden jederzeit möglich, die momentane Auslastung und Bestellsituation auf jeder registrierten Mischanlage zu überprüfen. Wie in der Kritik erwähnt, kann somit schon vor einer Bestellaufgabe das Bestellverhalten der Kunden beeinflusst werden. Zum einen bewirkt der psychologische Faktor, dass die Nutzer ihre Bestellungen so früh wie möglich eingeben wollen, um ihre Wunschtermine zu erhalten, zum anderen können bereits im internen Abstimmungsprozess Ausweichtermine für stark ausgelastete Tage gesucht werden. Dafür wird den Bauleitern und Polieren eine Entwurfsansicht zur Verfügung gestellt. Vor der internen Abstimmung können damit alle zuständigen Personen ihre benötigten Bestellungen vorab im System eingeben und als Entwurf hinterlegen. Anschließend werden im Abstimmungsprozess auf Basis der Kalenderübersicht und internen Umschichtungen die letzten Änderungen im Bestellportal übernommen und schließlich gesammelt abgesendet. Die Übersicht kann somit überflüssige Bearbeitungen abfangen und reduziert die Bearbeitungszeit für Mischpersonal und Kunden. Außerdem

können sich Kunden durch die Übersicht besser an ihre jeweiligen Baustellbedingungen anpassen. Im Falle von genehmigten Sperrzeiten kann somit einfach überprüft werden, welche der umliegenden Mischanlagen die Bestellung bearbeiten kann.

2. Freie Wahl der Bestellform

Durch die Einführung eines Bestellportals werden die Anfragen gebündelt. Damit sollen Bestellungen über das Telefon, als Textnachricht oder über diverse E-Mail-Formate weitestgehend verhindert werden. Einer der häufigsten Bestellfehler sind Eingabefehler. Die ungebundene Form schränkte den Kunden beim Verfassen der Bestellung in keinsten Weise ein. Darüber hinaus wurde von ihnen auch ein vorhandenes Sortiment nicht berücksichtigt. Das Bestellportal unterbindet die freie Auswahl an Sorten und kann somit ausschließen, dass Sorten bestellt werden, die eine Mischanlage nicht produzieren kann. Durch eine weitere Option kann gegebenenfalls für Sorten außerhalb des Sortiments angefragt werden. Damit bleibt die Freiheit der Mischanlage gewahrt, Aufträge über das bestehende Sortenverzeichnis annehmen zu können.

Damit die Einführung eines solchen Bestellportals Früchte trägt, müssen alle Kunden konsequent auf das Portal verwiesen werden und das Portal selbst muss eine möglichst einfache und kundenfreundliche Bestellung ermöglichen. Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, besteht die Gefahr, dass das Portal nur eine weitere Möglichkeit neben den bestehenden ist und dadurch die Arbeit für das Personal nur vergrößert wird. Da eine vollständige Unterbindung aller weiteren Bestellformen nicht möglich ist, besteht die Möglichkeit, dass der Mischmeister eine manuelle Eingabe durchführt. Diese Form ist z.B. für Laufkundschaften oder dringende Anfragen vorgesehen bzw. kann bei Großbauvorhaben zum Einsatz kommen, in denen die AMA in die Planung involviert ist. Alle Formen der Eingabe im Portal sind mit der Aussendung einer Bestellbestätigung verbunden. Kunden erhalten somit die Bestätigung für die Aufgabe ihrer verbindlichen Bestellung. Darüber hinaus werden alle Bestellversionen in einem Revisionsverlauf gespeichert. Damit ist sowohl für den Kunden als auch für die Anlage der Bestellverlauf jederzeit nachvollziehbar.

3. Manuelle Kundenabfrage

Bei Einführung einer Applikation sind alle Besteller dazu gezwungen, einen Benutzer anzulegen. Damit ein solcher angelegt werden kann, müssen die Firmen eine Anfrage an die kaufmännische Abteilung schicken. In der Anfrage selbst sind alle notwendigen Unterlagen bereits inkludiert. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das Mischpersonal in diesen Prozess nicht involviert ist. Die Daten sind in einer Datenbank hinterlegt und werden beim Login vom System selbst auf ihre Gültigkeit überprüft. So kann ein Nutzer z.B. wegen ausständigen Rechnungen so lange gesperrt werden, bis diese beglichen sind. Die Prüfung findet somit laufend im System statt und die Datenbank wird immer auf dem aktuellen Stand gehalten.

4. Einhaltung von Bearbeitungsbedingungen

Bis dato konnten Kunden ihre Order an die AMA versenden, obwohl diese die erforderlichen Bearbeitungsbedingungen nicht eingehalten haben. Definiert man alle Bedingungen innerhalb des Bestellsystems, können Bestellungen, die diese nicht einhalten, zum Großteil unterbunden werden. Üblicherweise musste das Mischpersonal die Bestellung auf einen Termin verschieben, der für beide Seiten akzeptabel ist. Diese Bestellgrenzen ersparen dem Personal somit Arbeit, da die Kunden aufgrund der Systemeingabe dazu aufgefordert werden, die Bedingungen einzuhalten. Eine Anfrage außerhalb der definierten Grenzen kann versendet werden, wenn bestimmte Bedingungen, die das Mischpersonal festlegen kann, erfüllt sind. So können z.B. Anfragen für Großbestellungen ab einer festgelegten Menge

auch außerhalb der üblichen Betriebszeiten erfolgen oder Mindermengen bei einer hohen Auslastung versendet werden. Grundsätzlich kann jedoch das Mischpersonal, unabhängig aller Bedingungen, eine manuell eingegebene Bestellung außerhalb der Systemgrenzen setzen. Diese Grenzen dienen dazu, den Kunden dazu zu bringen, Fristen einzuhalten und auf Kapazitäten zu achten.

5. Terminänderung und Terminzuweisung

Terminänderungen konnten bei den Optimierungspotentialen in zwei unterschiedliche Fälle unterteilt werden. Der erste Fall stellt eine Bestellaufgabe dar, welche die Mindestvorlaufzeiten der Anlage unterschritten haben. Diese Bestellungen werden durch die Einführung der Bestellbedingungen unterbunden. Der zweite Fall stellte eine außerplanmäßige Veränderung dar, bei welcher der Kunde zur Verschiebung gezwungen ist. Die Kritik bei allen Terminänderungen setzte bei der Dokumentation und den Konsequenzen an. Bisher verschobene Termine wurden zumeist handschriftlich festgehalten, wobei die Mitteilung oder Bestätigung nur telefonisch erfolgte. Das System bietet in solchen Fällen sowohl dem Kunden, als auch dem Mischpersonal die Möglichkeit, den Termin zu ändern. Den Anwendern steht es frei, durch telefonischen Austausch zu definieren, wie sie die Termine verschieben wollen. Nach Eingabe der neuen Ausführungstermine wird vom System festgehalten, von wem und zu welchem Zeitpunkt die Änderung durchgeführt wurde und lässt die Möglichkeit frei, einen Text als Notiz hinzuzufügen. So könnte z.B. ein Bauvorhaben aufgrund von Schlechtwetter verschoben werden und nach Kontaktaufnahme zum Mischmeister führt dieser die Änderung im System durch. Als Notiz hält dieser fest „Verschoben, wegen Regen“. Besprochen mit Polier „Musterfrau“. Nach der Änderung sendet das System eine Änderungsmeldung an den Nutzer aus, welcher diese bestätigen muss. Nach der Bestätigung wird der Termin in der Übersicht als akzeptiert gekennzeichnet.

Somit erfüllt das Bestelltool eine lückenlose Dokumentation aller Änderungen und informiert alle Beteiligten nachweislich über die durchgeführten Änderungen bzw. den Status. Bei einer solchen Terminverschiebung kommt es oft zu Umstrukturierung des bestehenden Plans. Die vollen Auswirkungen sind auf einer handschriftlichen Notiz nicht immer ersichtlich. Wird eine Bestellung in der Übersicht auf einen anderen Zeitslot gelegt, so berechnet das Programm im Hintergrund die Leistungsreserven und kann damit umgehend eine Rückmeldung über die Durchführbarkeit geben. Durch diese Resonanz hat der Anwender einen besseren Überblick über geplante Änderungen und die Auswirkungen auf alle Folgebestellungen.

6. Manuelle Produktionsplanung

Durch das Hinterlegen des Sortiments sowie der dazugehörigen Rezeptzusammensetzungen innerhalb der Bestellsoftware kann jederzeit und für jeden gewünschten Zeitraum eine Produktionsplanung erstellt werden. Durch Kopplung mit eingehenden und ausgehenden Lieferungen kann mit einer hohen Wahrscheinlichkeit der aktuelle Lagerbestand wiedergegeben werden. Dadurch kann der Prozessschritt der Produktionsplanung sowie Berechnung vollständig automatisiert werden. Dies spart nicht nur Zeit, sondern verhindert Rechenfehler. Da der Materialkatalog in einer Datenbank hinterlegt ist, wird immer sichergestellt, dass die aktuellen Rezeptzusammensetzungen verwendet werden.

7. Feinabstimmung zur Ermittlung fehlender Informationen

Die Feinabstimmung dient hauptsächlich dem Austausch fehlender Informationen bzw. jene Angaben, die zum Zeitpunkt der Bestellaufgabe noch nicht bekannt waren. Eine Applikation kann fehlende Informationen nur teilweise unterbinden. So kann mit Festlegung von Pflichtfeldern die Übermittlung einer unvollständigen Bestellung verhindert werden, jedoch können bestimmte Informationen zum Zeitpunkt der Anfrage nicht exakt vorhanden

sein. Da eine frühe Order auf Seiten der Mischanlage zur Vorausplanung gewünscht wird, kann der Kunde im Freitext auf ungenaue oder fehlende Punkte hinweisen. Damit kann durch eine digitale Lösung zumindest ein Teil der fehlenden Angaben eingeholt werden, jedoch liegt eine vollständige Angabe aller Informationen mit ausreichender Vorlaufzeit nicht immer in der Sphäre des Kunden und kann damit durch eine Applikation nur bedingt beeinflusst werden. Die weitere Kritik bezieht sich auf die Aufgabenabgrenzung des Personals und der Kunden. Es sollte im Interesse des Kunden liegen, dass die Bestellung ordnungsgemäß abgewickelt werden kann. Das Mischpersonal bestätigt mit der Annahme, dass in jedem Fall zu den angegebenen Konditionen produziert werden kann. Sollten neue oder genauere Informationen zu den Bestellparametern vorhanden sein, ist es Aufgabe des Kunden, diese weiterzugeben. Hier sieht das System eine Erinnerung am Tag vor der Produktion vor, die den Kunden auffordert, bei neuen Informationen die Mischanlage zu kontaktieren bzw. die angegebenen Bedingungen zu akzeptieren. Damit verlagert sich die Aufgabe zur Feinabstimmung auf die Seite des Kunden. Bei fehlender Kontaktierung wird die Bestellung zu den ursprünglichen Angaben ausgeführt, da bei der Bestellbestätigung und der Erinnerung auf die Verbindlichkeit der Bestellung hingewiesen wird.

8. Unzureichende Nutzung der Verwiegesoftware

Im Zuge der statistischen Auswertung konnten immer wieder falsche oder fehlerhafte Eingaben entdeckt werden. Diese erschweren nicht nur eine Analyse, sondern erlauben zudem keine automatische Auswertung der Lieferscheinexporte. Vergleiche der Geschäftsjahre bzw. Vergleiche mit anderen Anlagen zur Produktionsoptimierung können somit nur bedingt durchgeführt werden. Die Fehler entstehen durch uneingeschränkten Eingabeoptionen des Personals sowie den Eingabezeitpunkt kurz vor dem Beladen. Durch die Kopplung der Bestelllösung mit dem Verwiegesystem werden alle Informationen zusammengeführt. Nach einer erfolgreichen Bestellaufgabe wird jeder Bestellung eine eindeutig zuordenbare Bestellnummer vergeben. Dadurch kann das System innerhalb der Datenbank jederzeit die Informationen der richtigen Bestellung zuordnen. Bei einer Abholung wird somit die richtige Bestellung ausgewählt und alle dazugehörigen Informationen werden über die Systemdatenbank eingespielt. Darüber hinaus wird bemängelt, dass die Option zur Materialbedarfsrechnung nicht oder kaum genutzt wird. Dieser Punkt wird durch die automatisierte Produktionsplanung erfolgreich gelöst. Durch die Kopplung kann somit auf die zusätzlichen Funktionen der Verwiegesoftware verzichtet und die Standardversion ohne Erweiterungen oder Zusätze bezogen werden.

9. Beladezeitpunkt von Lastkraftwägen

Nachdem der LKW beladen wurde, erstellt das System einen Lieferschein. Der Lieferschein wird nach der Unterfertigung durch den Frächter nicht nur innerhalb der Mischanlagendatenbank abgelegt, sondern ebenfalls dem Kunden zugewiesen. Dadurch erhält der Kunde Meldung, dass seine Lieferung auf dem Weg ist. Nachdem der LKW auf der Baustelle angekommen ist, wird der Lieferschein oder der digitale QR-Code eingescannt. Damit wird im System hinterlegt, dass der LKW sein Ziel erreicht hat und mit dem Einbau des Materials beschäftigt ist. Hat der LKW die Entladung beendet und kehrt zur Mischanlage zurück, wählt der Kunde das entsprechende Fahrzeug im Flottenmanagementsystem an und signalisiert der Anlage damit, dass der LKW auf dem Rückweg zur selbigen ist. Durch die Ergänzung eines GPS-Trackingsystems kann sich die Mischanlage jederzeit auf ankommende Frächter vorbereiten und so unerwartete Neustarts der Anlage verhindern. Der genaue Aufbau und die Funktionsweise eines Flottenmanagementsystems ist nicht Teil des Forschungsziels dieser Arbeit. Es wird lediglich angemerkt, dass sich durch die Integration eines solchen Systems die Leistung einer AMA erhöht und durch die Überwachung von

eingehenden und ausgehenden Fahrzeugen der Betrieb der Mischanlage besser gesteuert werden kann. Des Weiteren sei zu erwähnen, dass ein solches System erst ab größeren Bestellgrößenordnungen sinnvoll ist.

10. Lieferscheinausdruck und manuelle Rechnungserstellung

Allein schon durch wenige Eingriffe könnten bei diesem Punkt deutliche Verbesserungen erzielt werden. Mischanlagen hätten die Wahl einen Terminal einzuführen oder als kostengünstigere Alternative ein Unterschriften-Pad nachzurüsten. Durch die Integration einer digitalen Signatur wird auf den mehrfachen Ausdruck verzichtet. Die Einsparung von Lieferscheinen in Papierform trägt zur Reduzierung des Papierbedarfs bei, erhöht die Nachhaltigkeit und senkt die damit verbundenen Archivierungskosten. Für den Kunden bietet dies ebenfalls einen Vorteil, da alle ihn betreffenden Lieferscheine seinem Benutzer und dem entsprechenden Projekt zugeordnet werden. Mit einem einfachen Knopfdruck sind alle Lieferscheine ersichtlich. Außerdem können durch die digitale Form weitere Funktionen, wie z.B. die Summe der gelieferten Menge oder eine statistische Auswertung über die Umlaufzeit und den Vergleich der bestellten und gelieferten Mengen angeboten werden. Eine mögliche Nachverfolgung gestaltet sich somit für beide Parteien äußerst einfach und würde in Zukunft nicht mehr im Aufgabenbereich des Mischpersonals liegen. Da das Mitführen eines Lieferscheins für den Frächter verpflichtend ist, wird zumindest ein Lieferschein immer gedruckt werden. In Zukunft wäre es jedoch ebenfalls möglich, Frächter bei einer solchen Software miteinzubeziehen und diesem die Lieferscheine ebenfalls zuzuordnen. Als zweite Möglichkeit kann ein zusätzlicher QR-Code generiert werden, welcher beim Einscannen den Lieferschein öffnet. Dies wäre ein möglicher Nachweis bei einer Kontrolle durch die zuständigen Behörden, die den Lieferschein auf ihren eigenen Geräten einsehen können.

In regelmäßigen Abständen mussten die Kaufleute bisher Lieferscheine für die Abrechnung abholen und anschließend manuell an die Kunden verrechnen. Durch das Speichern von signierten Lieferscheinen innerhalb der Datenbank können solche Wege in Zukunft erspart werden. Ein manueller Export durch das Mischpersonal wäre in einem solchen Fall nicht mehr notwendig. Im System wird hinterlegt, dass die Lieferscheine in regelmäßigen Abständen an die zuständigen Kaufleute übermittelt werden, um eine laufende Verrechnung zu gewährleisten. Im Idealfall ist dieser Export direkt mit einer Verrechnungssoftware gekoppelt und kann nach Abschluss eines Bauvorhabens die dazugehörige Rechnung automatisiert erstellen. Durch eine einfache Ergänzung des bestehenden Systems können somit große Änderungen bewirkt und Fehler dauerhaft vermieden werden.

3.7 Zusammenfassung

In Kapitel 3 konnte ein Einblick in die bestehenden Prozesse der Bestellstruktur innerhalb einer Mischanlage gewährt werden. Die Prozessstruktur wurde mittels Interviews mit einer aussagekräftigen Anzahl an Mischanlagen ermittelt. Dies ermöglichte zugleich persönliche Kritikpunkte und Annahmen innerhalb eines Prozesses zu überprüfen. Eine verbreitete Annahme ist die Vernachlässigung von Kleinbestellungen in der Planung. Um eine solche Annahme zu bekräftigen, wurde auf Basis der Lieferscheine aus dem Zeitraum 2017 bis einschließlich 2020 eine statistische Auswertung durchgeführt. Diese untermauern zum einen die Annahme, dass eine Vernachlässigung in der Produktionsplanung berechtigt ist, zum anderen zeigte sie die erhebliche Anzahl an zu bearbeitenden Kleinbestellungen auf. Auf Grundlage der ermittelten IST-Prozesskette wurden für den Betrachter zehn entscheidende Kritikpunkte ausgewählt und deren unvorteilhafte Wirkung im Prozess erörtert.

Als Pendant dazu wurde eine IDEAL-Prozesskette entwickelt. Diese sollte unter Zuhilfenahme digitaler und softwaregestützten Hilfsmitteln die angeführten Kritikpunkte lösen, ohne dabei auf reale Softwarelösungen Rücksicht zu nehmen. Das wesentliche Ziel des IDEAL-Prozesses ist es manuelle Prozesse zu digitalisieren und Automatisierungen einzuführen. Dadurch wird das Personal in seiner Arbeit entlastet und die Fehlerhäufigkeit minimiert. Damit dies ermöglicht wird, sind verschiedene Handgriffe notwendig. Die Basis dafür ist ein online zugängliches Bestellportal. Über dieses wird der Kunde bereits während der Bestellaufgabe beeinflusst bzw. in seinen Möglichkeiten beschränkt. Der Zugang wird nur registrierten Personen bzw. Firmen ermöglicht, wodurch eine Kundenüberprüfung bereits vorab erfolgt. Innerhalb des Portals werden dem Kunden Belegungsübersichten zur Verfügung gestellt. Dies führt dazu, dass die Kunden bereits während der Planungsphase auf Belegungen bzw. Auslastungen Rücksicht nehmen können. Im weiteren Bestellverlauf hat der Kunde einem festgelegten Bestellverlauf zu folgen. Das Missachten von Vorlaufzeiten oder Bestellbedingungen ist damit nicht möglich. Des Weiteren werden durch Einschränkungen bei Eingabefeldern Fehlbestellungen vermieden.

Die weiteren Vorteile eines Portals betreffend die anschließenden Vorbereitungsarbeiten innerhalb einer AMA. Diese können durch ein hinterlegtes Sorten- und Rezeptverzeichnis und festgelegten Rahmenbedingungen automatisiert werden. Materialbedarfsrechnungen, Lagerbestandsüberprüfung, Umlaufzeitenberechnung und vieles mehr werden bereits bei der endgültigen Bestellaufgabe durch das System automatisch bereitgestellt. Das Personal muss damit nur den fertigen Bericht der Berechnungen überprüfen und darauf aufbauend seine Produktions- und Rohstoffplanung takten. Darüber hinaus können Änderungen innerhalb des Systems leicht verfolgt werden. Umplanungen werden grafisch dargestellt und ermöglichen dem Anlagenpersonal damit eine bessere Übersicht der Auswirkungen. Neben den Vorbereitungsarbeiten ist es dem Personal ebenfalls möglich das Flottenmanagement darauf aufbauend einzutakten. Abschließend kann durch die hinterlegte Datenbank jede Fuhr einer Bestellung und einem Kunden zugeordnet werden. Durch die digitale Zuordnung kann darauf aufbauend die Rechnung automatisch erstellt werden und verringert infolgedessen den Arbeitsaufwand des kaufmännischen Personals. In einer Gegenüberstellung der Prozessabläufe von IDEAL und IST-Zustand wurde verdeutlicht, dass nicht nur Fehler minimiert, sondern durch die Digitalisierung Automatisierungen eingeführt werden können, die das Personal entlasten. Des Weiteren wurde darauf hingewiesen, auf welchem Wege dies bewerkstelligt werden soll.

Für das folgende Kapitel ist damit von Bedeutung, welche Möglichkeiten einem Unternehmen derzeit zur Verfügung stehen um eine Verbesserung im Ablauf zu erzielen. Da eine Optimierung nicht nur vom technischen Standpunkt aus betrachtet werden darf, ist die wirtschaftliche Komponente ebenfalls zu berücksichtigen. Somit werden Varianten für eine Gegenüberstellung ausgewählt und diese von ihren technischen und wirtschaftlichen Aspekten bewertet, um eine Entscheidungsgrundlage erhalten zu können. Eine mögliche Herangehensweise dafür wird in Kapitel 4 vorgestellt.

Kapitel 4

Auswertung - Optimierungsanalyse

Dieses Kapitel analysiert die Möglichkeiten zur Integration der aufgezeigten Optimierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte. Dafür sind vier Varianten in Abstimmung mit dem kooperierenden Bauunternehmen ausgewählt worden, die näher betrachtet werden sollen. Neben drei Möglichkeiten, die selbst entwickelt werden können, wird der Ankauf einer externen Software betrachtet. Um einen besseren Einblick in die Funktionsweise dieser Programme zu erhalten, ist ein Pilotprojekt gestartet worden, das im Zuge der Ausarbeitung der Diplomarbeit begleitet und dokumentiert wurde. Dafür ist eine Mischanlagenapplikation auf einer der besuchten Anlagen installiert und parallel zum bestehenden Prozessablauf betrieben worden. Diese Arbeit gibt jedoch weder einen Einblick in die verwendete Software noch wird diese bewertet oder kommentiert. Die im Variantenvergleich betitelte Softwarelösung soll die aktuellen auf dem Markt befindlichen Lösungen widerspiegeln und keine spezielle Software vertreten. Um dies zu gewährleisten, ist neben der Begleitung des Pilotprojektes eine ausgiebige Markterkundung betrieben worden. Die verschiedenen auf den Markt befindlichen Softwareoptionen bieten unterschiedliche Lösungsansätze zur Umsetzung einer Bestellprozessoptimierung. Da die Variantenevaluierung keinen Bezug auf ein bestimmtes Produkt nehmen wird, dient die Markterkundung nur zur Feststellung welche Möglichkeiten ein Softwareeinsatz momentan bieten kann. Es wird im weiteren Verlauf der Arbeit daher keine nähere Erläuterung zu den betrachteten Softwarelösungen geben. Nach dem erfolgten Vergleich der vier Lösungsansätze wird die Umsetzung dieser bewertet. Eine anschließende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung soll es ermöglichen, eine entsprechende Handlungsempfehlung auf Basis des derzeitigen Entwicklungsstandes treffen zu können.

4.1 Variantenevaluierung

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit richtet sich auf die Optimierung des Bestellprozesses von Asphaltmischanlagen. Neben der Bestellaufgabe und Bearbeitung werden in weiterer Folge die damit in Verbindung stehenden Nebenprozesse betrachtet. Diese sollen ebenfalls Einfluss auf die Bewertung haben. Für die Auswahl der Verbesserungsmöglichkeiten wird daher zunächst auf die Verbesserung der Bestellungen per se geachtet. Danach wird ebenfalls darauf eingegangen, ob und wie die Nebenprozesse mit optimiert werden können. Auf Basis dieser Grundlagen wurden vier Varianten ausgewählt, die im Folgenden näher beleuchtet und verglichen werden:

1. Einheitliche PDF-Bestellvorlage ohne Softwareoptimierungen

Die erste Variante beinhaltet eine Optimierung ohne Einführung einer neuen Softwarelösung. Stattdessen wird eine einheitliche Bestellvorlage, die sowohl per Mail als auch vor Ort abgegeben werden kann, eingeführt. Das einheitliche Bestellformular muss den Kunden genau vorgeben, welche Daten die Anlage benötigt und welche *optional* sind. Damit soll dem Kunden die Gestaltungsfreiheit entzogen und die manuelle Bearbeitung teilweise optimiert werden. Indem eine einheitliche Optik gewahrt wird, kann sich das Personal auf die Form

einstellen und wird über den Einarbeitungseffekt die Bearbeitung desselben Formulars schneller erledigen können. Als PDF-Ansatz sollte die Erstellung eines Formulars, das maschinell ausgefüllt wird, angestrebt werden. Durch eine nicht handschriftliche Eingabe kann im Hintergrund ein Export als CSV-Datei erfolgen, die in ein Tabellenbearbeitungsprogramm (z.B. MS-EXCEL) eingepflegt wird. Damit könnte eine Auswertung sowie Kontrolle der Dateneingaben erfolgen sowie Berechnungen wie etwa die Materialbedarfsberechnung durchgeführt werden. Der Nachteil hierbei ist, dass damit eine weitere Schnittstelle erzeugt wird, die Fehlerpotentiale in sich birgt. Zudem ist hierbei erneut die Nutzung von mehreren Programmen notwendig, um eine Bestellung zu bearbeiten. Außerdem kann bei einer PDF-Vorlage nicht verhindert werden, dass diese von den Kunden ausgedruckt und per Hand ausgefüllt wird. Somit wird ein Export verhindert und die händische Eingabe in das Tabellenbearbeitungsprogramm sowie in das Wiegesystem erforderlich. Die Kundenfreundlichkeit erweist sich als ein weiterer Nachteil. Eine PDF-Vorlage wirkt auf den ersten Blick äußerst kundenfreundlich, da diese einfach zu verstehen ist und schnell ausgefüllt werden kann. Dies deckt die Anforderungen für die Bestellabgabe von Kleinbestellungen ab, jedoch ist die Abgabe von Wochen- und Monatsplänen kontraproduktiv. Bei solchen Bestellungen ist es nämlich zielführend, dass ohne größeren Aufwand und übersichtlich mehrere Order gleichzeitig abgesendet werden können.

Die Variante bietet damit Potential einige Bedürfnisse abzudecken, aber keine bzw. sehr eingeschränkte Automatisierungsmöglichkeiten. Jedoch ist die Einführung dieser sehr kostengünstig und die Erstellung eines Formulars, das alle Bedürfnisse einer Mischanlage abdeckt, ist ebenfalls rasch abgewickelt.

2. Einheitliche MS-EXCEL-Bestellvorlage mit Softwareintegrationsansätzen

Der zweite Ansatz sieht die Einführung einer Bestellvorlage in Form eines Tabellenbearbeitungsprogramms vor, welches im Fall des begleitenden Bauunternehmens das Programm MS-EXCEL darstellt. Eine MS-EXCEL-Vorlage bietet viele Vorteile für die weitere Bearbeitung einer Bestellung. Ähnlich zur Variante 1 wird zunächst eine Form vorgegeben. Über das Programmieren von Makros könnte eine Unterscheidung in Klein- und Großbestellungen getroffen werden. Dadurch können je nach gewählter Option unterschiedliche Tabellenblätter bzw. Formatvorlagen angezeigt werden. Die Form einer Kleinbestellung könnte optisch ähnlich an jene der ersten Variante angeglichen werden. Bei einer Großbestellung ist es wichtig, dass die Eingabe mehrerer Bestellungen in einem Formular möglich ist.

Als Beispiel hierfür kann die Vorlage aus Abb. 4.1 herangezogen werden. Die Vorlage beinhaltet wesentliche Angaben für die Mischanlagen. Dabei sind alle Felder verpflichtet auszufüllen, um eine erfolgreiche Bestellung abschicken zu können. Die Mischanlage verlangt Angaben, wie Bezeichnung, Sortenkennzeichnung, Type und Gesteinsklasse, erforderliche Zusätze, Menge sowie Ladezeitpunkt und zuständige Mischanlage. Des Weiteren ist über die Fußzeile die Angabe von Kontaktpersonen möglich, welchen über eine farbliche Darstellung den Baustellen zugewiesen werden. Weitere Informationen für die Verrechnung oder Angaben über Frächter werden lediglich per Mail übermittelt. Die Verwendung wird von regelmäßigen Bestellern sowie bei Großbestellungen vorausgesetzt.

In einem ersten Schritt werden somit die Form und die notwendigen Eingabefelder definiert. Im Hintergrund kann darüber hinaus eine Eingabebeschränkung hinterlegt werden. Auf diese Weise kann neben einer korrekten Eingabe von Zeiten, Einheiten oder einem Datum auch noch die Mischgutsorte kontrolliert werden. Hierfür wird ein Sortenverzeichnis aller beteiligten Mischanlagen benötigt, auf welches sich die Beschränkung bezieht. Für Sorten außerhalb des Sortiments, ist ein gesondertes Feld notwendig, das den Kunden bereits beim

FIRMENLOGO		2021 KW: 15		Betriebsleitung		Mischanlage					
Musterort		05.04.2021		06.04.2021		07.04.2021		08.04.2021		09.04.2021	
Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle	
Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.	
Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.	
A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,	
Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze	
Menge		Menge		Menge		Menge		Menge		Menge	
Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.	
Ladezeit:	MA										
Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle	
Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.	
Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.	
A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,	
Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze	
Menge		Menge		Menge		Menge		Menge		Menge	
Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.	
Ladezeit:	MA										
Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle	
Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.	
Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.	
A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,	
Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze	
Menge		Menge		Menge		Menge		Menge		Menge	
Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.	
Ladezeit:	MA										
Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle	
Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.	
Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.	
A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,	
Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze	
Menge		Menge		Menge		Menge		Menge		Menge	
Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.	
Ladezeit:	MA										
Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle		Baustelle	
Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.		Bezng.	
Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.		Bit.	
A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,		A., G.,	
Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze		Zusätze	
Menge		Menge		Menge		Menge		Menge		Menge	
Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.		Vorsp.	
Ladezeit:	MA										
Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####		Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####		Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####		Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####		Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####		Bauleiter: Fr. ##### 06## / #####	
Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####		Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####		Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####		Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####		Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####		Einbaupolier: Hr. ##### 06## / #####	

Abb. 4.1: Aktuell verwendete Bestellvorlage der AMA 9

Ausfüllen darüber in Kenntnis setzt, dass die Mischgutsorte angefragt wird und damit mit längeren Vorlaufzeiten verbunden ist. Mit den Makros, welche durch die Programmiersprache Visual Basic for Applications (VBA) erstellt werden, sind den Entwicklern keine Grenzen gesetzt. Es ist unter anderem möglich, eine fertige Bestellung über die Verknüpfung mit einem E-Mail-Programm direkt an die gewählte Mischanlage zu versenden. Wichtig bei einer solchen Vorlage ist es außerdem den Export bzw. Druck als PDF-Datei zu verhindern, da sich anderenfalls keine Vorteile ergeben. Die einheitliche Form sowie der vorhanden Dateityp ermöglichen es, die Datei in eine Hauptdatei einzubinden. Damit kann sowohl eine Übersicht erstellt werden als auch die Materialbedarfsrechnung, Umlaufzeitberechnung sowie eine statistische Auswertung erfolgen. Über den Export der Lieferscheine ist ein Soll-Ist-Vergleich ebenfalls ohne größeren Aufwand möglich.

Einen Nachteil bei dieser Lösungsform bietet die fehlende Aktualisierungsmöglichkeit des Sortenverzeichnisses bzw. der Bestellbedingungen. Eine neue Vorlage kann zwar jederzeit erstellt und angepasst werden, ist jedoch genauso an die Kunden zu verteilen. Die Verwendung einer alten Version kann nicht bzw. sehr eingeschränkt unterbunden werden. Kann eine Bestellung nicht planmäßig ausgeführt werden, sind Anpassungen und Abstimmungen notwendig. Um die geänderten Bedingungen eintragen zu können, müssen diese in den einzelnen Bestelldateien übernommen werden. Wird die Originaldatei verändert, ist eine Nachvollziehbarkeit nicht mehr möglich. Um die Nachverfolgung und lückenlose Aufzeichnung gewährleisten zu können, ist es erforderlich, bei jeder Änderung den Kunden aufzufordern, eine neue Bestelldatei zu übermitteln. Demgegenüber stehen einige auto-

matisierte Prozesse welche die Überprüfung, Bearbeitung und Berechnung umfassen. Die Verknüpfung des Bestellformates mit der Verwiegesoftware hängt von der Schnittstelleneinbindung des Softwareherstellers der Verwiegesoftware ab. Dadurch dass die Originaldatei in einem .xls bzw. einem .xlsx-Format vorhanden ist, können die notwendigen Informationen in unterschiedlichste Formate exportiert und anschließend automatisch in die Verwiegesoftware eingepflegt werden. Diese Schnittstelle hängt jedoch von der Kooperation des Softwareherstellers mit dem Anwender ab.

3. Einführung eines firmeninternen webbasierten Bestellportals

Die dritte Variante sieht die Programmierung eines firmeninternen Bestellportals vor. Dadurch soll ermöglicht werden, dass die eigenen Vorstellungen über die Funktionen und Verknüpfungen individuell auf die Bedürfnisse angepasst werden. Dafür ist es möglich, sich an der Ausarbeitung des IDEAL-Prozesses zu orientieren. Zu Beginn muss daher eine zentrale Kundendatenbank eingeführt werden, in welcher alle berechtigten Kunden angelegt und notwendige Informationen abgespeichert werden. Die Informationen umfassen neben Firmennamen, Rechnungsadresse und Ansprechperson auch Angaben, wie etwa Rechnungs- und Zahlungskonditionen. Somit kann jeder Kunde individuell bearbeitet und an neue Rahmenverträge angepasst werden. Nach der Einführung einer Kundendatenbank, welche mit der kaufmännischen Abteilung abgestimmt werden muss, kommt es zur Erstellung des Bestellportals. Ähnlich zum IDEAL-Prozess wird hier eine Wochenansicht empfohlen, bei welcher mithilfe von Zeitslots die Bestellungen eingetragen werden können. Vorteilhaft ist hier, dass die Kunden jederzeit Einblick in die Auslastung der AMA haben und ihre Bestelltermine darauf abstimmen können. Des Weiteren kann nach Auswahl des gewünschten Termins zwischen Klein- und Großbestellungen unterschieden werden. Hierbei kann jedoch auf eine Auswahl durch den Kunden verzichtet werden. Abhängig davon, bei welcher Mischanlage bestellt werden soll, ist im System hinterlegt, welche Bestellgrößen als Kleinbestellungen gelten. Dadurch kann über eine simple Wenn-Dann-Regel einprogrammiert werden, welche Daten für eine Bestellabgabe erforderlich sind. Für die Optimierung der kurzfristigen Kleinbestellungen sind darüber hinaus noch weitere Möglichkeiten offen. So könnte für denselben Tag durch einen Algorithmus vorgegeben werden, welche Mischgutsorten auf Basis der zu diesem Tag produzierten Sorte hergestellt werden können. Dadurch könnten viele Telefonate zwischen Mischpersonal und Kunden wegfallen. Nach einer erfolgreichen Bestelleingabe wird diese an den Mischmeister zur Bearbeitung übermittelt. Der Kunde befindet sich anschließend noch innerhalb der Übersicht und kann beliebig viele weitere Bestellungen eingeben. Ein Überblick über versandte Bestellungen und deren Bestellstatus kann ähnlich zu einem Warenkorb eines Onlineshops eingeführt werden.

Als Nachteil dieser Variante gilt die Unabhängigkeit zu anderen bestehenden Softwareansätzen. Bestehende Programme, wie beispielsweise die eingesetzte Verwiegesoftware, sind nicht dazu verpflichtet, eine Schnittstelle zwischen der hauseigenen Software und dem Verwiegeprogramm herzustellen. Dies führt dazu, dass zwar ein Bestellportal eingeführt werden kann, sich jedoch die Kooperation mit anderen Programmen schwierig gestalten könnte. Des Weiteren können Laufkundschaften nur eingeschränkt über eine solche Software abgewickelt werden. Zwar ist es möglich, dem Mischpersonal Administratorrechte zu erteilen, sodass dieses auch für nicht angelegte Kunden eine Bestellung im System hinterlegen kann, jedoch gilt dies als eher unüblich. In der Praxis würde dies dazu führen, dass zahlreiche Kleinbestellungen lediglich im Verwiegesystem erfasst werden und die Eingabe innerhalb des Bestellportals übergangen wird. Eine lückenlose Aufzeichnung aller Bestellungen könnte somit nicht gewährleistet werden. Abgesehen davon, können die meisten Optimierungspotentiale innerhalb eines solchen Bestellportals umgesetzt werden. Eine einfache Optik wirkt auf

den Kunden benutzerfreundlich und animiert dazu, die Bestellungen aufgrund der einfachen Handhabung zukünftig ausschließlich über das Portal abzuwickeln. Durch die hinterlegten Preislisten, Sortenverzeichnisse und Rezepturen können alle erforderlichen Rechenschritte bereits innerhalb des Bestellportals gelöst werden. Als webbasierte Applikation kann auf bestimmte Systemanforderungen verzichtet werden. Dadurch wird gewährleistet, dass auch Mischanlagen bzw. Kunden mit einer älteren Ausrüstung die Applikation einwandfrei benutzen können. Ein hauseigenes Bestelltool deckt somit die wesentlichen Grundbedürfnisse einer Prozessoptimierung der Bestellkette ab, bringt jedoch die Nachteile von fehlenden oder eingeschränkten Verknüpfungen zu externen Services mit sich.

4. Einführung einer externen Softwarelösung

Als vierte und letzte Möglichkeit wird die Einführung einer externen Softwarelösung beleuchtet. Führende Hersteller haben bereits erste Bestelltools auf den Markt gebracht. Entscheidend bei einer Auswahl, ist die Schnittstellenproblematik zu bestehenden Softwareanwendungen innerhalb einer Mischanlage, weshalb es von Beginn an zu einer Einschränkung der erwägenswerten Applikationen kommen. Im Zuge der Markterkundung konnte festgestellt werden, dass der Ansatz ebenfalls auf die Bereitstellung eines Bestellportals mit einheitlicher Maske setzt. Eine momentane Bestellübersicht als Wochenplan ist jedoch nicht immer verfügbar bzw. nur auf die Ansicht des Mischanlagenpersonals beschränkt. Um zum Bestellportal zu gelangen, ist eine Anmeldung im System nötig. Dieses ist erst nach einer erfolgreichen Registrierung freigeschaltet. Anschließend können die User Projekte anlegen und damit verbundene Anfragen an die Mischanlagen senden. Die Anzahl der Pflichtfelder zeigt dabei deutlich, dass keine Unterscheidung zwischen Groß- und Kleinbestellung vorhanden ist. Auch sind zurzeit keine Bestellbedingungen, wie etwa notwendige Vorlaufzeiten, eingeführt worden. Damit werden weiterhin notwendige Fristen nicht eingehalten. Nach Absenden der Order wird diese vom Anlagenpersonal bestätigt oder mit einer Überarbeitung zurückgesendet. Der User hat nun die Wahl die Änderungen zu akzeptieren oder abzulehnen und den Prozess somit zu beenden.

Als Nachteil innerhalb der Bestelleingabe ist damit die fehlende Unterscheidung zwischen Klein- und Großbestellung zu erwähnen. Momentan versuchen Applikationen Bestellungen jeglicher Größenordnung oder Sorte über dieselbe Bestellmaske abzuwickeln, damit ist jedoch nur der Standardfall einer Großbestellung abgedeckt worden. Der notwendige Informationsgehalt für eine Kleinbestellung ist wesentlich geringer und bedarf daher einer dementsprechenden Anpassung. Kann diese Möglichkeit nicht angeboten werden, führt dies dazu, dass die Anwendung nur in Einzelfällen bzw. für gewisse Kundenkreise zur Ausführung kommt und nicht flächendeckend eingesetzt wird.

Wird die Datenbank im Hintergrund ordnungsgemäß angelegt und gepflegt, ist es möglich Materialbedarfsrechnungen sowie Produktionsplanungen innerhalb der Applikation durchzuführen. Hierbei ist besonders auf die Bedienungsfreundlichkeit der Anwendung zu achten. Sind Funktionen für den Anwender nicht leicht begreiflich, führt dies unweigerlich dazu, dass auf altbewährte Methoden zurückgegriffen wird. Bei einer verfügbaren Schnittstelle zum Verwiegesystem entfällt eine gesonderte Eingabe in dieses. Somit muss bei Ankunft lediglich das entsprechende Bauvorhaben bzw. die laufende Ordernummer ausgewählt werden und Daten wie z.B. Kennzeichen und Frächter manuell ergänzt werden. Eine vollständige Implementierung des Verwiegesystems innerhalb des Bestellportals ist zurzeit nicht vorhanden.

Im Zuge der Markterkundung konnte auch festgestellt werden, dass der derzeitige Einsatz solcher Softwarelösungen noch in den Kinderschuhen steckt und folglich selten Anwendung

findet. Im Zuge der Interviews bzw. während der Recherche konnte festgestellt werden, dass einige Großfirmen bereits eigene Lösungen entwickelt haben bzw. an diesen arbeiten.

Die präsentierten Varianten haben alle ihre Vor- und Nachteile. Um als Unternehmen die optimale Wahl treffen zu können, bedarf es einer Bewertung der einzelnen Systeme. Die für diese Arbeit gewählten Bewertungsmittel werden im anschließenden Kapitel vorgestellt.

4.2 Klassifizierungs- und Bewertungssystem

Zur Bewertung der vier Optimierungsmöglichkeiten bedarf es eines geeigneten Mittels, um die Eigenschaften entsprechend abbilden zu können. Um eine solche Lösung ideal zu bewerten, sind zwei Gesichtspunkte zu betrachten. Auf der einen Seite müssen die Funktionen bewertet und miteinander verglichen werden. Dieser Ansatz dient dazu, objektiv jene Variante auswählen zu können, welche insgesamt die meisten Punkte erfolgreich optimieren konnte und damit die funktionell beste Variante darstellt. Auf der anderen Seite ist zu beachten, dass die funktionell beste Methode nicht immer auch die wirtschaftlich beste Lösung darstellt. Daher ist es notwendig, die Kosten der Ansätze zu vergleichen, um somit eine Handlungsempfehlung abgeben zu können.

In der Betriebswirtschaft können solche Entscheidungsinstrumente in drei Verfahrensarten unterteilt werden:^{52,53}

- **Quantitative Verfahren:**
Ist die finanzielle Auswirkung einer Variante erfassbar, so ist es möglich, die Bewertung mittels quantitativer Verfahren durchzuführen. Der direkte Vergleich von Methoden auf Basis ihrer Kosten bzw. ihres Kapitalwerts liefert anschließend die Rangordnung dieser untereinander. Über die Zuordnung von direkten und indirekten Kosten innerhalb eines festgelegten Zeitraums werden die Gesamtkosten der Methoden ermittelt. Die angesetzten Kosten können dabei statisch oder dynamisch betrachtet werden. Innerhalb einer statischen Untersuchung werden Durchschnittswerte verwendet, während bei einer dynamischen Erfassung der Zeitpunkt von Ein- und Auszahlungen mittels Abzinsung einfließt. Dynamische Kosten stellen somit eine sehr komplexe Betrachtungsweise dar und setzen voraus, dass der Einnahmen- und Ausgabenverlauf prognostizierbar ist. Für die Bewertung von Investitionen geringer Komplexität empfiehlt sich daher ein statisches Bewertungsverfahren.
- **Qualitative Verfahren:**
Sind die zu vergleichenden Punkte nicht in Geldeinheiten messbar bzw. sollen Sicherheiten oder Qualitäten bewertet werden, kommen qualitative Bewertungsverfahren zum Einsatz. Um eine solche Wertung zu ermöglichen, wird daher ein Zielsystem festgelegt. Die einzelnen Ziele können dabei in *Muss-* und *Kann-Bestimmungen* weiter unterteilt werden. Aufbauend auf einer solchen Zuordnung wird jeder Punkt durch Multiplikation mit einem Faktor unterschiedlich gewertet. Anschließend werden die Varianten hinsichtlich der festgelegten Punkte miteinander verglichen. Jene Methode mit der größten Gesamtpunktzahl besitzt den größten Erfüllungsgrad der Ziele und wird damit als empfohlene Methode wiedergegeben. Ein solcher Ansatz wird daher auch als „Punktwertverfahren“ oder „Scoring-Modell“ bezeichnet. Individuelle Anpassbarkeit des Zielsystems an gegebene oder geforderte Bedingungen ist der größte Vorteil dieses Verfahrens und findet damit ein weit gefächertes Anwendungsfeld. Als Kritikpunkt bei diesem Bewertungsansatz gelten die subjektive Auswahl sowie Gewichtung der Ziele.

⁵²Vgl. [10] *Handbuch für Organisationsuntersuchungen und Personalbedarfsermittlung*, S.304

⁵³Vgl. [28] Steier et al., S. 355

- Mischverfahren:

Das Mischverfahren vereint die Vorteile der qualitativen und quantitativen Bewertungsmethoden. In die Bewertung eines Systems fließen somit monetär bewertbare als auch nicht bewertbare Punkte ein. Dabei werden in einem ersten Schritt mittels eines ausgewählten quantitativen Verfahrens die Kosten ermittelt. In einem weiteren Schritt wird durch eine qualitative Bewertung der Nutzwert der Möglichkeiten ermittelt, um diese anschließend gegenüberzustellen. Der Quotient aus Kosten und Wirksamkeit dient hierbei als entscheidendes Kriterium.

Bei der vorliegenden Problemstellung müssen die vier definierten Varianten anhand des Erfüllungsgrads der Optimierungsmöglichkeiten bewertet werden. Diese Wertung gibt dem Betrachter einen Überblick über deren Rangordnung hinsichtlich der Erfüllung von qualitativen Merkmalen. Als Entscheidungskriterium ist eine solche Wertung allein nicht ausreichend. Um eine geeignete Entscheidungsgrundlage bieten zu können, ist daher im Zuge der Arbeit entschieden worden, ein Mischverfahren als Lösungsansatz anzuwenden. Nach ausgiebiger Recherche der gängigen Methoden ist aufgrund der vorliegenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) zur Entscheidungshilfe herangezogen worden. Die Kostenwirksamkeitsanalyse stellt eine Erweiterung der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) dar. Im Gegensatz zum Kosten-Nutzen-Verfahren muss der Nutzen nicht monetär bewertet werden. Die Methode bietet somit den Vorteil der qualitativen Bewertung einzelner nicht in Geldeinheiten messbarer Größen. Diese werden als Erweiterung des Verfahrens im Anschluss den Kosten des Lösungsansatzes gegenübergestellt und ordnen damit den Kosten eine ebenso große Bedeutung zu. Das Entscheidungskriterium wird durch die Quotientenbildung des Nutzwertes und der Gesamtkosten gebildet. Der Ablauf wird dabei in folgende Schritte unterteilt:^{54,55,56}

1. Formulieren des Zielkatalogs

Die Definition der Bewertungskriterien ist ein kreativer Prozess, an dem alle am Projekt beteiligten Personen teilnehmen sollten. Durch die Teilnahme einer großen Anzahl an Beteiligten kann bewerkstelligt werden, dass die Vollständigkeit der wesentlichen Punkte größtmöglich gegeben ist. Ist eine Vielzahl an Kriterien festgelegt worden, so ist es empfehlenswert, diese in Untergruppen mit Teilergebnissen zu unterteilen und *Muss-Ziele* zu definieren. Daneben besteht die Möglichkeit, weitere Kriterien als *Kann-Ziele* zu bestimmen, deren Erfüllung jedoch nicht zwingend erforderlich ist.

2. Gewichtung der Ziele

In diesem Schritt wird die Bedeutung der Ziele untereinander verglichen. Für ein solches Gewichtsverfahren finden unterschiedliche Systeme Gebrauch. Ein häufig angetroffenes Mittel ist die Gewichtung mittels Präferenzmatrix. In der Matrix werden die N ausgewählten Kriterien in Zeilen und Spalten erfasst, um sie anschließend paarweise zu vergleichen. Bei dem Vergleich erhält das wichtigere Kriterium zwei Punkte, während das andere keinen Punkt bekommt. Gelten die Ziele als gleichwertig, erhalten beide jeweils einen Punkt. Die Teilpunkte werden mittels Formel (4.1) ermittelt. Abschließend werden die Teilpunkte t_i der einzelnen Ziele in Relation zur Gesamtsumme aller vergebenen Punkte $p_{i,j}$ gesetzt und somit die Gewichtung g_i durch die Formel (4.2) ermittelt. Die Kontrollsumme der Gewichtungen muss dabei 100% betragen.

$$t_{i,j} = \sum_{j=1}^N p_{i,j} \quad (4.1)$$

⁵⁴Vgl. [10] *Handbuch für Organisationsuntersuchungen und Personalbedarfsermittlung*, S.304

⁵⁵Vgl. [28] Steierd et al., S. 355

⁵⁶Vgl. [11] Hasenöhrl, S. 37

$$g_i = \frac{t_i}{\sum_{i=1}^N t_i} \quad (4.2)$$

3. Definition des Punktvergabesystems

Um den Nutzwert einer Variante ermitteln zu können, wird ein Punktesystem festgelegt. Dafür werden für die einzelnen Kriterien Bedingungen definiert, die je nach Erfüllung Punkte zugeordnet bekommen. Um eine spätere Reproduzierbarkeit und die Nachvollziehbarkeit für externe Betrachter gewährleisten zu können, wird empfohlen, den Vergabekatalog tabellarisch festzuhalten und falls notwendig mit Notizen zu ergänzen.

4. Berechnung Nutzwert

Anschließend wird auf Basis der definierten Ziele und des Punktvergabesystems der Nutzwert der zu vergleichenden Varianten berechnet. Dafür werden den Methoden Punkte E_i für den Erfüllungsgrad der deklarierten Ziele zugeordnet. Nach der Punktvergabe werden diese mit dem berechneten Gewichtungsfaktor multipliziert um, wie in Formel (4.3) dargestellt, nach anschließender Summenbildung den Nutzwert errechnen zu können. Die ermittelte Höchstpunktzahl kennzeichnet jenes Verfahren mit dem höchsten Erfüllungsgrad bzw. Nutzwert.

$$NW_m = \sum_{i=1}^N E_{m,i} \cdot g_i \quad (4.3)$$

5. Kostenermittlung

Im Zuge dieser Arbeit wurde eine statische Investitionsrechnung gewählt. Das angewandte Verfahren wird als *Kostenvergleichsrechnung* bezeichnet. Hierbei werden Durchschnittswerte für die anfallenden Kosten innerhalb des festgelegten Betrachtungszeitraumes angesetzt. Damit bleibt der zeitliche Anfall der Kosten im Gegensatz zu den dynamischen Methoden unberücksichtigt. Um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Varianten zu ermöglichen, müssen sich die Kosten auf eine einheitliche Basis beziehen. Grundsätzlich wird als Basis eine produzierte Leistungseinheit oder ein Zeitrahmen, z.B. ein Jahr, gewählt.

6. Berechnung des Wirksamkeitsquotienten

Als abschließenden Entscheidungswert wird mittels Formel (4.2) der Kostenwirksamkeitsquotient errechnet. Dieser spiegelt wider, wie viel Geldeinheiten je Nutzwertpunkt aufgewendet werden müssen. Jene Variante mit dem niedrigsten Quotienten verzeichnet die beste Lösung.

$$Q_m = \frac{K_m}{NW_m} \quad (4.4)$$

4.3 Variantenauswertung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im folgenden Abschnitt werden die zuvor festgelegten Schritte auf die vorhandene Problemstellung angewandt. Dafür musste in erster Linie ein Zielsystem aufgestellt werden. Die dafür benötigten Kriterien werden auf Basis der bereits vorgestellten Kritikpunkte und der Optimierungsziele gewählt. Im Gegensatz zur Vorstellung des IDEAL-Prozesses, welcher keine Rücksicht auf die gegenwärtige Marktsituation nimmt, werden nun Kriterien ausgewählt, deren Umsetzung nicht nur angestrebt, sondern auch umsetzbar sind. Da sich die vorliegende Arbeit mit der Optimierung von Bestellprozessen innerhalb einer Mischanlage beschäftigt, steht bei der Bewertung diese im Fokus. Mit diesen Überlegungen sind zehn Bewertungskriterien sowie ein dazugehöriges Scoring-Modell festgelegt worden, die im Folgenden näher erörtert werden:

Vorlagenstruktur

Alle vorgestellten Varianten bieten eine in Zukunft einheitlich anwendbare Vorlage. Je nachdem welche ausgewählt wird, sind die weiteren Verwendungsmöglichkeiten unterschiedlich groß. So bietet zwar Variante 1 etwa die Möglichkeit, Informationen aus einem PDF-Formular zu exportieren und in einem weiteren Programm zu bearbeiten, jedoch ist die weitere Anwendung durch Dateiformate und fehlende Schnittstellen begrenzt. Die höchste Punktzahl wird vergeben, wenn neben einer einheitlichen Struktur auch alle in Abhängigkeit stehenden Optimierungspunkte, wie z.B. Materialbedarfsrechnung, Wochen-Übersicht oder Leistungsberechnung, miteinander verknüpft werden können. Die niedrigste Punktzahl erhält jene Vorlage, die keine weitere Verwendung ermöglicht.

Bestellfehler

Neben der Optimierung des Ablaufs sollen Fehler in Zukunft weitgehend vermieden werden. Dass die Fehlervermeidung in die Bewertung mit einfließt ist damit unerlässlich. Zu berücksichtigen ist, dass kein System - sei es noch so ausgereift - völlig fehlerfrei ist. Wichtig bei dieser Bewertung ist daher, ob Fehler bei der Bestellaufgabe, z.B. falsche Sortenbezeichnung, verhindert werden können. Jene Systeme, die eine Fehlbestellung verhindern können, erhalten die maximale Punktzahl. Jene hingegen, die keinen Einfluss auf die übermittelten Bestelldaten haben, bekommen die niedrigste Wertung.

Vollständigkeit der Bestelldaten

Ein spezieller Fehler, der nicht mit der Richtigkeit der einzelnen Angaben zusammenhängt, ist das Fehlen derer. Unvollständige Bestellungen führen ebenso wie fehlerhafte Bestellungen dazu, dass ein Mehraufwand beim Mischanlagenpersonal entsteht. Demzufolge ist die Vollständigkeit einer Bestellung ebenfalls als wesentlicher Punkt in die Wertung eingeflossen. Verhindert eine Variante das Absenden einer unvollständigen Bestellung, erhält sie die höchste Wertung. Nimmt ein System keinen Einfluss auf die Vollständigkeit der Daten, erhält es die niedrigste Punktzahl.

Fristeinhaltung

Häufig werden Bestellungen ohne Rücksicht auf die Einhaltung von Bestellfristen versandt. Dies führt zu einem höheren Arbeitseinsatz des Anlagenpersonals, um erhaltene Bestellungen zu koordinieren. Im Zuge der Optimierung des Prozesses ist es daher sinnvoll, nur die Übermittlung von fristgerechten Bestellungen zu erlauben. Lösungsansätze die, dies bewerkstelligen können, erhalten die volle Punktzahl, während jene, die keinen Einfluss darauf nehmen, die niedrigste Wertung erhalten.

Bestellbestätigung

Bis dato wird nach Bestellaufgabe keine Bestätigung der Annahme versandt. Um eine durchgängige Dokumentation zu gewährleisten sowie auf die Verbindlichkeit der Bestellung hinweisen zu können, ist die Übermittlung einer Bestätigung zwingend notwendig. Daher ist es unerlässlich, die Möglichkeit zur Integration von Bestellbestätigungen in die Wertung miteinfließen zu lassen. Die höchste Wertung erhalten jene Varianten, die eine automatische Bestätigung aussenden. Im Gegensatz dazu wird die niedrigste Beurteilung für jene vergeben, die keine Bestätigungen aussenden bzw. ein manuelles Versenden erfordern.

Materialbedarfsrechnung

Für die Materialbedarfsrechnung werden Sortensummen der bestätigten Bestellungen gebildet und mit den dazugehörigen Rezepturen laut Leistungserklärung berechnet. Um Rechenfehler oder die Verwendung einer abgelaufenen Rezeptur zu verhindern, soll die automatische Berechnung mittels einer Vorlage angestrebt werden. Kann die Ermittlung des

Materialbedarfs automatisch erfolgen, wird die Höchstpunktzahl vergeben. Demgegenüber stehen Ansätze, die eine manuelle Berechnung erforderlich machen, und demzufolge die niedrigste Wertung erhalten.

Revisionsverlauf

In Streitfällen und zur Nachverfolgung ist die lückenlose Aufzeichnung des Bestellverlaufs von essenzieller Bedeutung. Dabei ist eine automatische Mitschrift und Ablage anzustreben, um weitere Fehler durch menschliches Handeln zu unterbinden. Varianten, die eine solche automatische Aufzeichnung und Rückverfolgung ermöglichen, werden mit der höchsten Punktzahl bewertet. Die niedrigste Bewertung erhalten jene Lösungssysteme, die eine manuelle Aufzeichnung und Ablage verlangen.

Übertragung in Verwiegesoftware

Der Einsatz von verschiedenen Programmen zur Abwicklung einer Bestellanfrage soll möglichst vermieden werden. Je mehr Eingaben oder Schnittstellen benötigt werden umso anfälliger ist das System auf Fehler. Varianten, die eine Integration der Verwiegesoftware innerhalb der Bestellbearbeitungslösung ermöglichen, erhalten damit die höchste Bewertung. Ist die Verwendung von einzelnen Programmen für die jeweiligen Arbeitsschritte erforderlich, wird die niedrigste Punktwertung vergeben.

Bestellübersicht

Übersichten können sowohl für den Kunden eine Bestellhilfe darstellen als auch den Koordinierungsaufwand innerhalb der Anlage wesentlich verringern. Die Erstellung einer Wochenansicht von den zu bearbeitenden Bestellungen kann mit geringem Aufwand in verschiedene Ansätze integriert werden. Da jedoch die Umsetzung dieser unterschiedlich bewerkstelligt werden muss, fließt die Umsetzungsart ebenfalls in die Bewertungskriterien ein. Wird für die Erstellung ein weiteres Programm benötigt oder sind diese manuell anzulegen und Bestellinformationen zu übertragen, wird die niedrigste Punktzahl vergeben. Varianten, die automatisch eine Übersicht innerhalb des Programms besitzen, werden mit der Höchstpunktzahl bewertet.

Einschulungsaufwand

Ein nicht zu vernachlässigender Punkt ist der Schulungsaufwand für Personal und Kunden. Je komplexer ein System aufgebaut ist desto höher können die Schwierigkeiten im Zuge der Anwendung sein. Es ist daher von besonderer Bedeutung, die Vorlagen verständlich zu gestalten. Ist dies aufgrund zahlreicher Funktionen und Untermenüs nur bedingt möglich, sind Schulungen für den Einsatz notwendig. Ausbildungen verursachen Kosten, die für das gesamte Personal zu tragen sind. Damit etwaige Großkunden die Software ebenfalls anwenden können, ist zu beachten, dass ihnen ebenso eine kostenfreie Schulung zur Verfügung gestellt werden muss. Bestellvorlagen mit einer einfachen selbsterklärenden Struktur werden bevorzugt und erhalten in der Bewertung auch die höchste Wertung. Im Umkehrschluss wird die niedrigste Bewertung an Varianten vergeben, die eine umfassende Schulung erfordern.

Das Scoring-Modell gibt jeweils an welche Bedingungen erfüllt werden müssen, um die maximale oder niedrigste Punktzahl zu erhalten. Für die Punktvergabe selbst wurde festgelegt, dass Punkte zwischen eins und fünf vergeben werden können. Dabei stellt eins die niedrigste und fünf die höchste Bewertung dar. Da es sich um qualitative Kriterien, handelt wird die Punktvergabe des Zwischenbereichs nicht näher definiert. Hinsichtlich der Zielerfüllung im Zwischenbereich wird die Wertung nachdem Erfüllungsgrad vergeben. Eine übersichtliche Darstellung für das definierte Scoring-Modell ist in Tab. 4.1 zu sehen. Bevor anhand des Zielsystems und dem

Tab. 4.1: Scoring-Modell zur Variantenanalyse

Punkte	1	5
Bewertungskriterium	Minimum	Maximum
Vorlage, Struktur	keine weitere Verwendung möglich, unleserlich	ermöglicht weitere Verwendungen, einheitliche Struktur
Bestellfehler	hat keinen Einfluss	keine Fehler möglich
unvollständige Bestellungen	hat keinen Einfluss	werden vollständig verhindert
Fristeinhaltung	hat keinen Einfluss	müssen eingehalten werden
Bestellbestätigung	manuell	automatisch
Materialbedarfsberechnung	manuell	automatisch
Revisionsverlauf	manuell	automatisch
Integration Verwiegesoftware	manuell	vollständige Integration
Bestellübersicht	manuell	automatisch
Einschulungsaufwand	vollständige Schulung	keiner

Punktvergabemodell der Nutzwert berechnet werden kann, müssen die Ziele einer Gewichtung unterzogen werden. Das dafür angewandte Verfahren wird als Präferenzmatrix bezeichnet. Dabei werden die Ziele paarweise miteinander verglichen. Die Entscheidung welches Kriterium als bedeutender zu werten ist, wird auf Basis der Interviews, Kritikpunkte und Optimierungsziele getroffen. Die Präferenzmatrix für die vorliegende Problemstellung kann aus Tab. 4.2 entnommen werden. Sie beinhaltet eine Zusammenfassung über die bereits vorgestellten Ziele samt zugehöriger Bewertungsmodalität. Die folgenden vier Ziele können dabei besonders hervorgehoben werden:

1. Bestellfehler: 18,89%
2. Unvollständige Bestellungen: 15,56%
3. Materialbedarfsrechnung: 14,44%
4. Bestellübersicht: 11,11%

Auf Basis der Vorarbeiten konnten anhand des Erfüllungsgrades der vier Varianten die Erfüllungspunkte vergeben werden. Nach anschließender Multiplikation mit der zugehörigen Gewichtung sind die gewichteten Punkte ermittelt worden. Die Summe dieser Punkte liefert den Gesamtnutzwert der Variante, die in Tab. 4.3 dargestellt ist.

Tab. 4.2: Präferenzmatrix zur Gewichtung der Zielkriterien

Bewertungskriterium	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe	Gewichtung
1 Vorlage, Struktur	0	0	0	2	0	1	2	1	1		7	7,78%
2 Bestellfehler	2	1	2	2	2	2	2	2	2		17	18,89%
3 unvollständige Bestellungen	2	1	1	2	1	1	2	2	2		14	15,56%
4 Fristeinhaltung	2	0	1	1	0	1	2	0	1		8	8,89%
5 Bestellbestätigung	0	0	0	1	0	1	0	1	2		5	5,56%
6 Materialbedarfsberechnung	2	0	1	2	2	2	2	1	1		13	14,44%
7 Revisionsverlauf	1	0	1	1	1	0	2	1	1		8	8,89%
8 Integration Verwiegesoftware	0	0	0	0	2	0	0	0	2		4	4,44%
9 Bestellübersicht	1	0	0	2	1	1	1	2		2	10	11,11%
10 Einschulungsaufwand	1	0	0	1	0	1	1	0	0		4	4,44%
Kontrollsumme											90	100%

Bewertung	
2:0	Kriterium 1 wichtiger als Kriterium 2
1:1	Kriterium 1 gleich wichtig wie Kriterium 2
0:2	Kriterium 1 weniger wichtig als Kriterium 2

Der Nutzwert verdeutlicht das, was die Beschreibung der Varianten bereits erahnen hat lassen. Den höchsten Nutzwert liefert Variante 4 mit dem Einsatz einer externen Software und stellt damit die optimalste Lösung dar. Interessant ist jedoch, dass Variante 3 die Höchstwertung nur knapp verpasst und damit eine ebenfalls starke Position vertritt. Variante 2 belegt den dritten Platz und ihr Nutzwert liegt im Mittelfeld. Diese Option ist daher nicht zu vernachlässigen, da durch den Einsatz dieser Methode einige Verbesserungen bewirkt werden können. Abgeschlagen auf dem vierten Platz befindet sich Variante 1 mit einem PDF-Lösungsansatz. Die Punktwertung von 1,58 fällt äußerst gering aus und verdeutlicht, dass der Ansatz keine entscheidenden Verbesserungen mit sich bringt. Auf Basis des Nutzwertes kann die Variante 1 daher gedanklich als Empfehlung bereits ausgeschlossen werden. Um eine Entscheidung treffen zu können, muss abschließend noch der Kostenfaktor berücksichtigt werden.

Tab. 4.3: Nutzwertberechnung zur Variantenevaluierung

Bewertungskriterium	Gewichtung	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Vorlage, Struktur	7,78%	2	4	5	5
Bestellfehler	18,89%	1	3	5	5
unvollständige Bestellungen	15,56%	2	3	5	5
Fristeinhaltung	8,89%	1	1	5	5
Bestellbestätigung	5,56%	2	3	4	5
Materialbedarfsberechnung	14,44%	1	3	5	5
Revisionsverlauf	8,89%	1	3	4	5
Integration Verriegessoftware	4,44%	1	2	3	3
Bestellübersicht	11,11%	2	4	5	5
Einschulungsaufwand	4,44%	5	5	3	1
Gesamtnutzwert		1,58	3,06	4,68	4,73

Um die Kosten einfließen lassen zu können, müssen alle anfallenden Aufwendungen innerhalb eines Betrachtungszeitraums von zehn Jahren erfasst werden. Dieser Zeitraum wird gewählt, da die ersten zwei bis drei Jahre zur Etablierung der Software benötigt werden. Die folgenden fünf Jahre dienen als Betrachtungszeitraum für den Betrieb und dessen Verbesserung. In Summe sind damit bereits sieben bis acht Jahre abgedeckt. In der Zwischenzeit konnten die Softwaremöglichkeiten bereits ausreichend weiterentwickelt werden. Die restlichen zwei bis drei Jahre werden genutzt, um eine weitere Markterkundung, Prozessanalyse sowie Optimierung durchzuführen und auf Basis dessen den Wechsel oder Beibehaltung des Lösungsansatzes festzulegen.

Die Kosten werden wie folgt aufgeschlüsselt:

- Herstellungskosten
- Anschaffungskosten
- Servicekosten
- Kosten pro Bestellung

Herstellungskosten umfassen alle Kosten, die im Zuge der Erstellung einer Vorlage entstehen. Dies umfasst unter anderem Kosten für die Recherche, Programmierung oder Abstimmung. Anschaffungskosten sind jene Kosten, die für den Bezug einer Software anfallen. Servicekosten fallen bei der Wartung des Systems an, je nachdem ob diese intern entstehen oder bei den Anschaffungskosten inkludiert sind, müssen diese ebenfalls berücksichtigt werden. Da diese Kosten jedoch nur einmalig anfallen und nicht bei jeder Mischanlage erneut zu tragen sind, ist als Referenzwert eine Anzahl von 20 Mischanlagen herangezogen worden. Die Anzahl entspricht in etwa den Anlagen, welche im Besitz von größerer österreichischer Unternehmen sind. Die Kosten pro Bestellung stellen den mittleren Personalaufwand pro Order dar. Dafür müssen Zeitansätze

für die Bearbeitung definiert und mit dem Mittellohn multipliziert werden. Die durchschnittliche Anzahl der Bestellungen pro Jahr kann aus der statistischen Auswertung entnommen werden.

Die Darstellung der Kostenberechnung ist in Abb. 4.2 und Abb. 4.3 ersichtlich. Hierfür wird der Aufwand einer Bestellbearbeitung in folgende Teilschritte unterteilt:

- Prüfung der Bestellung
- Notwendige Abstimmung der Bestellangaben aufgrund von Unklarheiten
- Kapazitätsprüfung
- Materialbedarfsrechnung
- Feinabstimmung

Die dafür gewählten Zeitansätze sollen den Gesamtaufwand mit allen dafür notwendigen Nebentätigkeiten abdecken. So wird z.B. für eine Abstimmung berücksichtigt, dass eine Klärung eventuell nicht sofort möglich ist oder mehrere Kontaktversuche notwendig sind. Neben den Zeitaufwänden ist jeweils eine Kurzbeschreibung der Tätigkeit vorhanden. Anschließend ist zu berücksichtigen, dass die Arbeitsschritte in Klein- und Großbestellung unterschieden werden müssen. Für eine größere Order wird die Summe aus allen Vorgängen gebildet und für Kleinbestellungen wird lediglich die Bestellprüfung und Feinabstimmung addiert. Die gebildeten Bearbeitungskosten pro Bestellaufgabe werden mit einem angenommenen Mittellohn von 50 € multipliziert und ergeben somit die Variablenkosten. Anschließend gilt es die Investitions- und Servicekosten zu berücksichtigen. Dabei wird beachtet, dass gewisse Varianten nicht über den vollen Betrachtungszeitraum ohne Überarbeitung auskommen. Diese Fixkosten sind auf die Mischanlagen sowie den Betrachtungszeitraum gleichmäßig aufzuteilen. Damit sind abschließend sowohl die variablen als auch die Fixkosten pro AMA und Jahr vorhanden. In Summe stellen diese die Kosten pro AMA und Jahr dar. Zusammen mit den Kostenwerten kann abschließend der Kostenwirksamkeitsquotient gebildet werden. Dieser gibt wieder, wie viel Geldeinheiten pro Nutzwert aufzuwenden sind und ist als Erweiterung der Tab. 4.3 in Tab. 4.4 ergänzt worden. Mit 11.023 €/NW liegt die Variante 1 weit hinten auf dem letzten Platz. Variante 3 besitzt die niedrigsten Kosten je Nutzwert mit 2.003 €/NW, sind dicht gefolgt von Variante 2 mit 3.820 €/NW. Aufgrund

Tab. 4.4: Kostenwirksamkeitsberechnung zur Variantenevaluierung

Bewertungskriterium	Gewichtung	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Vorlage, Struktur	7,78%	2	4	5	5
Bestellfehler	18,89%	1	3	5	5
unvollständige Bestellungen	15,56%	2	3	5	5
Fristeinhaltung	8,89%	1	1	5	5
Bestellbestätigung	5,56%	2	3	4	5
Materialbedarfsberechnung	14,44%	1	3	5	5
Revisionsverlauf	8,89%	1	3	4	5
Integration Verwiegesoftware	4,44%	1	2	3	3
Bestellübersicht	11,11%	2	4	5	5
Einschulungsaufwand	4,44%	5	5	3	1
Gesamtnutzwert		1,58	3,06	4,68	4,73
Kosten pro Jahr und AMA		17.376,00 €	11.671,33 €	9.369,68 €	Variabel
Kostenwirksamkeitsquotient		11013	3820	2003	

der Tatsache, dass keine bestimmte Software zur Evaluierung herangezogen wurde, kann im Zuge dieser Untersuchung keine vollständige Kostenaufstellung der Variante 4 erfolgen, der Wert

wird daher mit „variabel“ beziffert. Jedoch ist es möglich, einen Grenzwert festzulegen, damit der Bezug einer externen Software als Optimallösung bewertet werden kann. Als Referenzwert wird der Kostenwirksamkeitsquotient von Variante 3 festgelegt, da dieser zur Zeit den Bestwert darstellt. Für den Grenzwert werden die Quotienten gleichgesetzt und die Kosten der Variante 4 in Investition- und Bestellbearbeitungskosten gesplittet.

$$\begin{aligned} \frac{K_3/a}{NW_3} &= \frac{K_4/a}{NW_4} \\ NW_4 \cdot \frac{K_3/a}{NW_3} &= K_4/a \\ K_4/a &= \frac{\text{Investitionskosten}_{4,ideal}}{a} + \frac{\text{Kosten}}{\text{Bestellung}} \cdot \frac{\text{Bestellungen}}{a} \\ NW_4 \cdot \frac{K_3/a}{NW_3} &= \frac{\text{Investitionskosten}_{4,ideal}}{a} + \frac{\text{Kosten}}{\text{Bestellung}} \cdot \frac{\text{Bestellungen}}{a} \\ \text{Investitionskosten}_{4,ideal} &= \left[NW_4 \cdot \frac{K_3/a}{NW_3} - \frac{\text{Kosten}}{\text{Bestellung}} \cdot \frac{\text{Bestellungen}}{a} \right] \cdot a \quad (4.5) \end{aligned}$$

Durch Umformung der Kostenrechnung können die maximalen Investitionskosten mit der Formel (4.5) errechnet werden.

$$\text{Investitionskosten}_{4,ideal} = \left[4,73 \cdot \frac{9.369,68}{4,68} - 4,17 \cdot 1537 - 4,08 \cdot 383 \right] \cdot 10 = 14.979 \text{ €}$$

Diese verdeutlichen, dass der Bezug einer Software nur dann sinnvoll wäre, wenn diese zu einem Preis von rund 15.000 € für zehn Jahre pro Mischanlage bezogen werden kann. Die Kosten pro Jahr lägen damit für einen Betrachtungszeitraum von zehn Jahren bei rund 1.500 € pro AMA. Dass eine Software für solch einen Preis angeschafft werden kann, scheint äußerst unrealistisch und führt dazu, dass trotz des herausragenden Nutzwertes Variante 4 nicht als Optimallösung bewertet werden kann.

Durchschnittlich	383 Groß-Bestellungen pro AMA im Jahr
Durchschnittlich	1537 Klein-Bestellungen pro AMA im Jahr

Variante 1		
Tätigkeit	Zeitaufwand	Beschreibung
Bestellung prüfen	3 min/Bstl.	Prüfung auf Vollständigkeit, Lesbarkeit, Größe und Sorte
Abstimmung	10 min/Bstl.	größere Abstimmung bei Unklarheiten erforderlich (fehlende Angaben, Sortenabklärung) - Annahme bei jeder 10. Bestellung
Kapazitätsprüfung	12 min/Bstl.	händische Summenbildung, Klärung der Mengenleistung
Materialbedarfsrechnung	9 min/Bstl.	Rezeptkatalog suchen, Sortensumme bilden, manuelle Materialbedarfsrechnung, Materialsummenbildung
Feinabstimmung	4 min/Bstl.	Genaue Klärung Abholzeitpunkt, nochmalige Bestätigung, LKW-Klärung
Summe Kleinbestellung	7 min/Bstl.	
Summe Großbestellung	26 min/Bstl.	
Bearbeitungskosten pro Kl.-Bstl.	5,83 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Bearbeitungskosten pro Gr.-Bstl.	21,83 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Investitionskosten Gesamt	4.800,00 €	Allgemein gültige Vorlage erstellen (recherchieren, programmieren, abstimmen) - ca. 40 Std - ML 120€ - 5 Jahre gültig
Investitionskosten / (AMA x Jahr)	48,00 €	Annahme: Optimierungsmaßnahmen auf 20 AMA
Servicekosten pro Jahr und AMA	- €	kein Service möglich
Kosten pro Jahr und AMA	17.376,00 €	

Variante 2		
Tätigkeit	Zeitaufwand	Beschreibung
Bestellung prüfen	1 min/Bstl.	Prüfung auf Vollständigkeit, informativ
Abstimmung	7 min/Bstl.	Abstimmung bei Unklarheiten erforderlich (fehlende Angaben) - Annahme bei jeder 10. Bestellung
Kapazitätsprüfung	6 min/Bstl.	Export für Summenbildung notwendig, Berechnung automatisch möglich
Materialbedarfsrechnung	0 min/Bstl.	Vorleistung bei Kapazitätsprüfung erledigt, Rest automatisch
Feinabstimmung	4 min/Bstl.	Genaue Klärung Abholzeitpunkt, nochmalige Bestätigung, LKW-Klärung
Summe Kleinbestellung	5 min/Bstl.	
Summe Großbestellung	11 min/Bstl.	
Bearbeitungskosten pro Kl.-Bstl.	4,17 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Bearbeitungskosten pro Gr.-Bstl.	8,83 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Investitionskosten	14.400,00 €	Allgemein gültige Vorlage erstellen (recherchieren, programmieren, abstimmen) - ca. 120 Std - ML 120€ - 5 Jahre gültig
Investitionskosten / (AMA x Jahr)	144,00 €	Annahme: Optimierungsmaßnahmen auf 20 AMA
Servicekosten pro Jahr und AMA	1.740,00 €	Annahme 1 Std alle 2 Monate + jährliche Überarbeitung des Rezept- und Sortenkatalogs (8,5 Stunden)
Kosten pro Jahr und AMA	11.671,33 €	

Abb. 4.2: Kostenaufstellung der Varianten 1 und 2

Variante 3		
Tätigkeit	Zeitaufwand	Beschreibung
Bestellung prüfen	1 min/Bstl.	informativ
Abstimmung	4 min/Bstl.	Falls Besonderheiten - Annahme bei jeder 10. Bestellung
Kapazitätsprüfung	0 min/Bstl.	automatisch
Materialbedarfsrechnung	0 min/Bstl.	automatisch
Feinabstimmung	4 min/Bstl.	Genauere Klärung Abholzeitpunkt, nochmalige Bestätigung, LKW-Klärung
Summe Kleinbestellung	5 min/Bstl.	
Summe Großbestellung	5 min/Bstl.	
Bearbeitungskosten pro Kl.-Bstl.	4,17 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Bearbeitungskosten pro Gr.-Bstl.	4,08 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Investitionskosten	112.320,00 €	Allgemein gültige Vorlage erstellen (recherchieren, programmieren, abstimmen) - 4 IT-Techniker x 6 Wochen - ML 120€ - 10 Jahre gültig
Investitionskosten / (AMA x Jahr)	561,60 €	Annahme: Optimierungsmaßnahmen auf 20 AMA
Servicekosten pro Jahr und AMA	840,00 €	Annahme 5 Stunden pro Jahr + jährliche Überarbeitung des Rezept- und Sortenkatalogs (2,0 Stunden)
Kosten pro Jahr und AMA	9.369,68 €	

Variante 4		
Tätigkeit	Zeitaufwand	Beschreibung
Bestellung prüfen	1 min/Bstl.	informativ
Abstimmung	4 min/Bstl.	Falls Besonderheiten - Annahme bei jeder 10. Bestellung
Kapazitätsprüfung	0 min/Bstl.	automatisch
Materialbedarfsrechnung	0 min/Bstl.	automatisch
Feinabstimmung	4 min/Bstl.	Genauere Klärung Abholzeitpunkt, nochmalige Bestätigung, LKW-Klärung
Summe Kleinbestellung	5 min/Bstl.	
Summe Großbestellung	5 min/Bstl.	
Bearbeitungskosten pro Kl.-Bstl.	4,17 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Bearbeitungskosten pro Gr.-Bstl.	4,08 €/Bstl.	Annahme 50€/Std ML
Investitionskosten	variabel	Ankauf
Investitionskosten / (AMA x Jahr)	variabel	Annahme: Optimierungsmaßnahmen auf 20 AMA
Servicekosten pro Jahr und AMA	- €	inkludiert
Kosten pro Jahr und AMA	7.968,08 €	ohne Ankauf + ohne Service

Abb. 4.3: Kostenaufstellung der Varianten 3 und 4

4.4 Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Als Entscheidungsgrundlage wird im Zuge der Variantenauswertung verdeutlicht, dass auf Basis der definierten Ziele und den im Zusammenhang stehenden Kosten zur Zeit Variante 3 die beste Lösung darstellt. Diese wird aufgrund der praktischen Umsetzung jedoch nur zum Teil als Handlungsempfehlung abgegeben. Der Hauptgrund dafür sind zwei wesentliche Aspekte:

- Erstens kann die Bearbeitung der Kleinbestellung als wesentliches Kriterium für die Einführung von Optimierungsschritten gesehen werden. Wie im Zuge der Prozessanalyse bereits erörtert, stellen diese den Hauptteil der zu bearbeitenden Bestellungen dar und müssen daher simpel und rasch abwickelbar sein. Zumeist werden Mengen solcher Größenordnungen nicht vom Büro aus aufgegeben, sondern kurzfristig von der Baustelle aus geordert oder durch persönliche Bestellung vor Ort. Wichtig ist bei einem Verbesserungsansatz daher ein ortsunabhängiges System, das durch eine simple Applikation für ein Smartphone oder Tablet ergänzt wird. Somit wären Kunden in der Lage, ohne großen Aufwand, eine Order abgeben zu können. Wichtig ist es ebenfalls, die menschliche Komponente zu berücksichtigen. Diese wird dazu führen, dass trotz eines guten Systems, viele Kunden weiterhin das Personal telefonisch kontaktieren möchten.

Unabhängig vom Eingabeort ermöglichen alle Varianten entweder ein rasches Ausfüllen durch den Kunden selbst oder durch Eingabe des Personals. Letzteres wird jedoch aufgrund der fehlenden Schnittstelle zur Verwiegesoftware jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht genutzt werden. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass das Personal bei jeder Variante schlussendlich die Daten nochmals in die Verwiegesoftware eingeben muss. Variante 4 ermöglicht zwar teilweise eine Verknüpfung mit der Datenbank der Verwiegesoftware, allerdings muss die Endeingabe aller Daten innerhalb derselben erfolgen. Damit wird das Anlagenpersonal über kurz oder lang in alte Bearbeitungsmuster zurückfallen und Kleinbestellungen lediglich innerhalb des Wiegesystems eingeben. Eine geeignete Abwicklung von Mindermengen kann erst gewährleistet werden, wenn die doppelte Eingabe in Bestellsystem und Wiegesystem entfällt. Diese Punkte verdeutlichen, dass nach aktuellem Stand eine Optimierung für Kleinbestellungen erst sinnvoll bewerkstelligt werden kann, wenn eine vollständige Integration von Bestell- und Wiegesystem sowie eine vereinfachte Eingabe mittels Smartphone ermöglicht wird.

- Zweitens ist für die Automatisierung der Folgeprozesse nach Bestellannahme die Summenbildung und Übersichtsdarstellung notwendig. Bei näherer Betrachtung der Variante 3 lässt sich erkennen, dass alle Anforderungen diesbezüglich erfüllt werden können. Als Nachteil für dieses System sieht der Autor die unterschiedliche Verteilung der Partnerfirmen auf den betriebenen Mischanlagen. Führt ein Unternehmen ein solches Bestellsystem auf allen Mischanlagen, bei denen es beteiligt ist, ein, so ist dieses nur dann sinnvoll, wenn die Partnerfirmen das Bestellsystem ebenfalls zulassen und nutzen wollen. Kann keine Einigung erzielt werden, ist die Anwendung eines Bestellsystems auf bestimmte Firmen begrenzt und verliert somit seine Sinnhaftigkeit. Eine Ablehnung des Systems kann aufgrund der Tatsache erfolgen, dass neben einer Beispiel-Mischanlage auch alle anderen Mischanlagen mit Beteiligung des softwareeinführenden Unternehmens auswählbar sind. Dies ist insofern problematisch, da die Partnerverteilung auf anderen Anlagen nicht immer aus denselben Firmen besteht. Sollte ein Kunde lediglich über das eingeführte Bestellportal sein Mischgut beziehen und aufgrund einer Auslastung die Mischanlage innerhalb des Portals wechseln, kann dies somit zu Umsatzeinbußen der restlichen Gesellschafter führen. Dadurch könnte die Einführung eines solchen Systems mit Schwierigkeiten verbunden sein. Im Gegensatz

dazu bietet Variante 2 eine ebenfalls zufriedenstellende Lösung an. Der Vorteil gegenüber des dritten Lösungsansatzes ist, dass dieser auf der Verwendung eines Tabellenbearbeitungsprogrammes beruht. Solche Programme gehören zur Standardausstattung jeder Firma und können damit ohne Investitionskosten eingeführt werden. Weiters ist die Verwaltung von Bestellungen damit nicht innerhalb einer Software geregelt, welche nur durch eine bestimmte Firma abgewickelt wird. Der Ansatz stellt lediglich eine Vorlage zur Bestellbearbeitung dar und kann durch die Mischanlage für die Bestellaufgabe vorausgesetzt werden.

Ein Nachteil im Gegensatz zur Variante 3 ist die manuelle Zusammenführung einzelner Bestellungen zu einer Übersicht und damit in weiterer Folge zur Summenbildung. Dies erfordert letztendlich zwei Dateivorlagen. Eine Datei dient zur Bestellaufgabe und muss an die Kunden verteilt werden. Die andere Datei dient der Mischanlage als Masterdatei zur Zusammenführung aller Einzelbestellungen. Zur Verknüpfung der einzelnen Bestellaufgaben müsste ein einfaches System eingeführt werden, das nicht den manuellen Import jeder Order erfordert. Ebenso könnte ein externes Sortenverzeichnis in Erwägung gezogen werden. Dies bietet den Vorteil, dass bei einer notwendigen Änderung der Rezeptur oder des Mischgutangebots lediglich die entsprechende Datei auf einem Server auszutauschen ist. Die Variante funktioniert nicht nur mit einer bestimmten Software und ist damit vielfältig einsetzbar. Dies ermöglicht einen hohen Verbreitungsgrad innerhalb von weiteren Mischanlagen und kann eine hohe Einsatzbereitschaft verzeichnen. Eine Anwendung über Unternehmensgrenzen hinaus ist äußerst wünschenswert, da damit bestätigt wäre, dass die Optimierungsansätze an den richtigen Stellen ansetzen und eine wegberreitende Lösung auf dieser Ebene darstellt. Sowohl bei Variante 2 als auch bei der Variante 3 bereitet die Koppelung mit der bestehenden Verwiegeanwendungssoftware große Schwierigkeiten. Zwar könnte die notwendige Importdatei so weit wie möglich durch das Tabellenbearbeitungsprogramm vorbereitet werden, jedoch ist die Funktion von der Bereitschaft der Verwiegeanwendungshersteller abhängig. Sind die Hersteller zu keiner Kooperation bereit, stellt dies die Einführung solcher Optimierungsansätze vor Schwierigkeiten. Zudem muss berücksichtigt werden, dass nicht alle Mischanlagen dieselbe Software verwenden. Die Schnittstellen müssen jedoch von allen Unternehmen so bereitgestellt werden, dass die vorgefertigte Exportvorlage der Bestelldatei bei jeder Anwendung funktioniert.

Unter Berücksichtigung all der genannten Aspekte wird deutlich, dass trotz Nutzenanalyse und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine Empfehlung nicht ausschließlich auf Basis des errechneten Nutzwertes und Kostenwirksamkeitsquotienten gegeben werden kann. Die zahlreichen Schnittstellen und weiteren Anwendungen, die zur Verbreitung notwendig wären, stellen die internen Ansätze vor große Herausforderungen. Werden alle wichtigen Merkmale in Betracht gezogen, stellt Variante 3 zum jetzigen Zeitpunkt jene Lösung dar, die alle erforderlichen Optimierungspunkte zufriedenstellend umsetzt und zugleich eine angenehme und übersichtliche Benutzeroberfläche bietet. Variante 4 kann die notwendigen Verbesserungen ebenso geeignet umsetzen und bietet entsprechende Serviceleistungen sowie alle notwendigen Applikationen und Schnittstellen. Laut Analyse spricht gegen diese Lösung zurzeit lediglich der Anschaffungspreis. Zu beachten ist, dass externe Softwarelösungen für die Mischgutbestellung im österreichischen Raum bis dato kaum verfügbar sind. Dies liegt zum einen an den Preisen und zum anderen an der Benutzeroberfläche, die noch nicht vollständig ausgereift ist. Erst bei einer Integration der zwei erörterten Aspekte wären alle Voraussetzungen vollständig abgedeckt. Aus diesem Grund sollte die Entwicklung des Softwareangebots in den kommenden Jahren weiter begleitet und nicht vollständig abgelehnt werden. Um dennoch Optimierungen am bestehenden Prozess vornehmen zu können, wird aufgrund der leichten Einführung sowie des Kostenaspekts Variante 2 als erster Optimierungsansatz angestrebt. Wird jedoch eine Lösung ins Auge gefasst, die unabhängig von

der Marktentwicklung zumindest die nächsten zehn Jahre zur Anwendung kommen soll, wird Variante 3 als Optimallösung empfohlen.

Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass sowohl Lösungsvariante 2 als auch 3 keine geeigneten Ansätze für Kleinbestellungen darstellen. Zwecks lückenloser Dokumentation wird daher die Empfehlung abgegeben, zusätzlich eine Bestellvorlage wie in Variante 1 einzuführen. Die Vorlagen der Varianten 1 und 2 bzw. 1 und 3 sollten aufeinander abgestimmt sein, um eine einheitliche Optik zu erzielen.

Kapitel 5

Zusammenfassung und Ausblick

Im folgenden Kapitel werden die eingangs in Kapitel 1.2 definierten Forschungsfragen beantwortet und Empfehlungen für das zukünftige Handeln abgegeben. Die Beantwortung der Forschungsfrage stützt sich dabei auf die Ausarbeitung und Ergebnisse der Kapitel 3 und 4. In einer Zusammenfassung soll dem Leser nochmals ein Überblick über die Problemstellung und die im Zuge der Forschungsarbeit erzielten Ergebnisse gegeben werden. Im Zuge dessen wird auf die Schwierigkeiten der Optimierungsumsetzungen und einer Prozessänderung hingewiesen und ein Ausblick für die weitere Entwicklung in diesem Segment geschildert.

5.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Die zu Beginn formulierten Forschungsfragen werden auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse der Prozess- und Optimierungsanalyse beantwortet. Die erzielten Ergebnisse spiegeln dabei die Situation der untersuchten Mischanlagen wider und haben somit keine allgemeine Gültigkeit für alle Asphaltmischanlagen in Österreich. Grenzübergreifende Lösungsansätze können von der hier dargestellten Situation abweichen und müssen auf die vor Ort befindliche Problemstellung individuell angepasst werden.

1. Forschungsfrage:

Wie verläuft der Bestellabwicklungsprozess innerhalb einer Asphaltmischanlage, beginnend von einer Mischgutbestellung bis hin zur Auslieferung?

Für die Beantwortung dieser Frage wurden im Zuge der Forschungsarbeit 14 Experteninterviews mit den Mischanlagenbetreibern geführt, um eine geeignete Grundlage zur Erstellung des bestehenden Prozesses zu erhalten. Auf Basis dieser Erkenntnisse sowie der eigenen Eindrücke, die im Zuge der Befragungen gewonnen werden konnten, wurde der IST-Prozess in Abb. 3.11 dargestellt. Der Prozess wird dabei von drei Prozessteilnehmern abgewickelt, wovon zwei Teilnehmer (das Mischpersonal und die kaufmännische Abteilung) zum Pool der AMA zugeordnet werden. Als eigener Pool steht der Initiator – der Kunde – einer Bestellung selbst da. Beginnend mit einem geplanten Projekt wird nach einer internen Abstimmung eine Bestellung mit den gewünschten Ausführungsbedingungen an die Anlage übermittelt. Das Anlagenpersonal prüft bei einer eingehenden Order zuerst, ob der Besteller berechtigt ist, eine solche aufzugeben. Ist dies nicht der Fall, so werden Unternehmensunterlagen angefordert und diese für die Kundenregistrierung an die kaufmännische Abteilung weitergeleitet. Anschließend wird die Bestellung selbst auf ihre Richtigkeit geprüft und bei Fehlern an den Kunden zwecks Korrektur retourniert. Sind alle Orderangaben vollständig und korrekt, werden die Ausführungsbedingungen überprüft. Können die angegebenen Bedingungen aufgrund fehlender Kapazität oder Vorlaufzeit nicht eingehalten werden, wird ein Abstimmungsprozess ausgelöst, bei welchem eine neue Terminfindung das Ziel ist. Wird keine Einigung erzielt, muss die Bestellung abgelehnt werden. Lässt sich jedoch ein

für alle Beteiligten passender Termin finden, wird nach erfolgter Bestellannahme mit der Produktionsplanung fortgefahren.

Am Vortag der Auslieferung kommt es bei Großbestellungen nochmals zu einer Feinabstimmung über die Auslieferungsbedingungen. Am Produktionstag wird die aufgegebenen Bestellung im Verwiegesystem angelegt, um nach der Beladung des LKW die dazugehörigen Lieferscheine erstellen zu können. Jeder Lieferschein wird dabei vom Frächter unterzeichnet und als Kopie bei der Anlage archiviert. In regelmäßigen Abständen werden die Lieferscheine von der kaufmännischen Abteilung abgeholt. Auf Basis der Mengen der entsprechenden Preisvereinbarungen, wird das ausgelieferte Mischgut den jeweiligen Kunden in Rechnung gestellt. Das Prozessende ist je nach Teilnehmer durch ein unterschiedliches Ereignis gekennzeichnet. Die Mischanlage schließt ihren Prozesspfad mit dem Abschluss der Auslieferung ab. Der Kunde beendet seinen Prozess durch Überweisung des geforderten Rechnungsbetrages und die kaufmännische Abteilung schließt parallel dazu die Bearbeitung nach erfolgtem Zahlungseingang ab.

2. Forschungsfrage:

Existieren Klassifizierungsmöglichkeiten die Einfluss auf den Prozessverlauf einer Bestellbearbeitung haben?

Es existieren zwei Klassifizierungsmerkmale. Das erste Klassifizierungsmerkmal ist die Mischgutsorte selbst. Je nachdem, welches Mischgut bestellt wird, sind andere Rezepturen und damit verbundene Komponenten zur Herstellung notwendig. Besitzt eine AMA nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Vorratslagerung, werden zumeist nur jene Komponenten gelagert, welche für die am häufigsten bestellten Sorten erforderlich sind. Wird jedoch eine Bestellung aufgegeben, die nicht dem Regelfall entspricht, muss der Anlage eine höhere Vorlaufzeit zur Materialbeschaffung eingeräumt werden. Ob es sich um eine spezielle Mischgutsorte handelt, hängt daher stark von der untersuchten Anlage ab und muss individuell festgelegt werden.

Das zweite und wesentliche Klassifizierungsmerkmal ist die Unterscheidung zwischen Klein- und Großbestellungen. Wie in Kapitel 3 bereits näher erörtert, werden Ordergrößen, die durch Lagerreserven kurzfristig produzier- und lieferbar sind, als Kleinbestellungen definiert. Die Größenordnung hängt im Wesentlichen von der betrachteten Mischanlage ab und ist nicht nur von der Leistungsfähigkeit, sondern auch vom Lagerbestand abhängig. Im durchschnitt liegen die angegebenen Größen bei 39,58 Tonnen und stellen ca. 80% des gesamten Bestellaufkommens dar. Wichtig ist diese Unterscheidung insofern, als unterschiedliche Prozessabläufe bei der Bearbeitung dieser Größen durchgespielt werden müssen. Großbestellungen erfordern eine größere Vorlaufzeit zur Abwicklung innerhalb der Mischanlage. Es müssen erforderliche Kapazitäten freigeräumt, der Materialbestand überprüft sowie die Produktion und Taktung geplant werden. Die Order von Kleinmengen ermöglicht im Gegensatz dazu eine kurzfristige Abholung am selben Tag, teilweise direkt nach Bestellabgabe. Damit sind weder Produktions-, Material- noch Taktplanung erforderlich. Dies spiegelt sich ebenfalls am geringen Anteil von ca. 20 % der Jahresproduktion wider. Auch die Feinabstimmung zur präzisen Festlegung der Auslieferungs- und Produktionsbedingungen entfällt. Zusammenfassend lässt sich die Order einer Kleinmenge als vereinfachter Bestellprozess beschreiben, der keiner Berechnung oder Planung bedarf.

3. Forschungsfrage:

Welche Optimierungsmöglichkeiten sind beim derzeit bestehenden Mischgutbestellprozess möglich?

Im Zuge der Ausarbeitung des Kapitels 3.4 ist auf zehn Kritikpunkte aufmerksam gemacht

worden, die in Abb. 3.16 auf Seite 54 innerhalb des bestehenden Prozesses farblich markiert sind. Die Kritikpunkte stellen Prozessabschnitte dar, welche Optimierungsmöglichkeiten bieten. Darüber hinaus sind im Zuge der Ausarbeitung drei weitere Optimierungsmaßnahmen eingeführt worden, die im bestehenden Prozess vermisst werden. Diese umfassen:

- Einführung einer Übersicht zur Beeinflussung des Abstimmungsprozesses der Kunden
- Vorgabe einer Bestellvorlage zur Unterbindung der freien Gestaltung der Bestellung
- Einführung einer automatischen Kundenabfrage
- Unterbindung von Bestellungen, die die definierten Bearbeitungsbedingungen nicht einhalten
- Schriftlich festgehaltene Terminänderungen sowie deren Bestätigung
- Einführung von automatischen Berechnungsmöglichkeiten, um die Notwendigkeit von manuellen Produktionsplanungen zu verhindern
- Informationsgehalt der Feinabstimmung reduzieren
- Einschulung zur Bedienung der Verwiegesoftware sowie Vermeidung von Fehleingaben und unzureichender Nutzung
- Einsatz von Flottenmanagementsystemen sowie GPS-Trackern zur Optimierung des LKW-Beladezeitpunkts
- Einführung von digitalen Lieferscheinen und der entsprechenden automatischen Rechnungserstellung
- Kanalisierung der Bestellmöglichkeiten
- Aussenden von schriftlichen Bestellannahmen, -ablehnungen und -korrekturen
- Einschränkung der Eingabemöglichkeit von Asphaltarten, um Sortenbezeichnungsfehler zu verhindern

Der derzeitige Prozess ist durchzogen von hauptsächlich manuellen Prozessabwicklungen und damit stark fehleranfällig. DZu den häufigsten Mängeln zählen Kopier-, Abschreib-, Rechenfehler und die Nichteinhaltung von Bestellbedingungen. Dies liegt vor allem an fehlenden Strukturen innerhalb der Anlagen. Nur die wenigsten AMA besitzen feste Vorgaben und Strukturen, an welche sich Kunden für eine erfolgreiche Bestellabgabe halten müssen. Strukturen dieser Art sind zumeist in Mischanlagen anzutreffen, die eine hohe Leistungsfähigkeit und eine damit verbundene Auslastung besitzen. Jedoch ist die Einführung von klar geregelten Abläufen auch bei kleineren Mischanlagen sinnvoll. Digitale Möglichkeiten zur Vorgabe solcher Abläufe und Automatisierung bestimmter Arbeitsschritte kommen nur bedingt zum Einsatz. Handschriftliche Notizen, Rechnungen und Planungen stellen zumeist die Arbeitsabwicklung auf den untersuchten Mischanlagen dar. Als Optimierung für diese Umstände und die vorgestellten Kritikpunkte ist daher der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln anzuraten.

4. Forschungsfrage:

Welche Anforderungen müsste eine Software zur Abwicklung von Mischgutbestellungen erfüllen?

Zuerst müssten die angeführten Optimierungspunkte aufgegriffen und innerhalb der Software eingearbeitet werden. Eine eigene Vorstellung, wie diese Prozesse zu implementieren wären, ist in Abb. 3.18 dargestellt. Die Anwendungsanforderungen müssen dabei aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Vom Blickpunkt des Mischanlagenpersonals

ist es wichtig, so viele Funktionen wie möglich innerhalb einer Anwendung zu komprimieren. Die Anlagen werden zumeist mittels einer Software gesteuert. Ebenso wäre das Ziel einer Bestellanwendung, welche die Notwendigkeit weiterer Anwendungen zur Kommunikation, Berechnung, Planung oder Lieferscheinerstellung überflüssig macht. Trotz des hohen Funktionsgrades ist jedoch ein besonderes Augenmerk auf die Verständlichkeit sowie das Interface zu legen. Je leichter die Bedienung der Softwarelösung ausfällt und je übersichtlicher das Interface für den Nutzer ist, umso schneller wird die Anwendung von den einzelnen Beteiligten angenommen. Des Weiteren bietet eine einheitlichen Optik den Vorteil, dass firmenintern Personal zwischen Anlagen getauscht werden kann, ohne diese vorher auf der Anlage einschulen zu müssen. Ebenso wie für das Mischpersonal, ist eine einfache Bedienung auch für den Kunden wünschenswert. Der Kunde soll alle Bestellungen innerhalb der Anwendung aufgeben und ebenfalls alle dazugehörigen Lieferscheine auf die entsprechenden Projekte zugewiesen bekommen. Dafür ist eine Registrierung des Kunden notwendig, die gleich zu Beginn durchgeführt werden muss. Diese Registrierung ersetzt notwendige Prüfungen des Mischpersonals und wird vorab durch die kaufmännische Abteilung durchgeführt. Durch die Abwicklung aller Schritte innerhalb einer Software kann eine lückenlose Dokumentation gewährleistet werden. Als entscheidendes Merkmal zur Einführung einer Anwendung gilt unter anderem die Unterscheidung zwischen Klein- und Großbestellungen. Die Software muss daher zwei Prozesse einführen, wovon einer einen vereinfachten Ablauf zur Abwicklung von Kleinbestellungen darstellt. Da diese Order laut statistischer Auswertung in Kapitel 3.3 mit rund 80% des gesamten Bestellaufkommens die häufigste Art darstellt, darf dieser Punkt nicht vernachlässigt werden.

Damit es einem Kunden auch ermöglicht wird, dass alle Bestellungen immer über die zur Verfügung gestellte Software abwickelbar sind, ist eine geräteunabhängige Lösung notwendig. In der heutigen Zeit gehören Smartphones und Tablets zum Standardrepertoire. Die Lösung muss folglich diesen Geräten die Benutzung der Anwendung ebenfalls ermöglichen, da die Bearbeitung und Verfolgung oft direkt von der Baustelle aus notwendig ist. Um Nebenprozesse ebenfalls optimieren zu können sollte die Software eine Möglichkeit bieten, Sorten- oder Rezeptkataloge sowie entsprechende Leistungserklärungen in der Datenbank einfach zu aktualisieren. Zur automatisierten Rechnungserstellung muss die Anwendung eine einfache Exportmöglichkeit mit einem Dateiformat anbieten, dass mit gängigen kaufmännischen Softwarelösungen kompatibel ist. Die digitale Lösung hat das Ziel, bekannte Fehler zu verhindern und den Prozessteilnehmern die Arbeitsschritte über automatisierte Teilprozesse zu erleichtern. Nur wenn alle Bestellungen innerhalb des Portals optimal abgewickelt werden, wird sich der Nutzer derer Anwendung erfreuen können. Die Einführung der Software ist nur dann zielführend, wenn diese flächendeckend auf allen beteiligten Mischanlagen angewandt wird. Werden nur leistungsstarke Mischanlagen zur Optimierung ausgewählt, vernachlässigt man dadurch kleinere Anlagen, die laut Untersuchungsergebnis jedoch den größten Optimierungsbedarf besitzen. Dafür ist im Vorfeld eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung notwendig, da die investierten Kosten durch die Leistungssteigerung, Arbeitersparnis und Fehlerminderung der Anlagen wieder eingespielt werden müssen.

Im Zuge der vorliegenden Arbeit sind neben eines softwaregestützten Ansatzes ebenfalls drei weitere Varianten, mit unterschiedlich hohem Automatisierungsgrad, untersucht worden. Diese umfassten einen Ansatz mittels einheitlicher PDF-Bestellvorlage, einen Ansatz mittels MS-EXCEL-Bestellvorlage und einen Ansatz mittels firmeninternem Bestellportal. Eine Kostenwirksamkeitsanalyse ist zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und dem Vergleich der Varianten gewählt worden. Als Grundlage hierfür dient ein im Vorfeld definiertes Scoring-Modell. Im nächsten Schritt wurde der Nutzwert der Varianten berechnet. Die not-

wendigen Kosten zur Variantenevaluierung sind mittels Kalkulationsansatzes aus Abb. 4.2 und Abb. 4.3 auf Seite 89 bis 90 ermittelt worden. Zuletzt wurde darauf aufbauend der Kostenwirksamkeitsquotient berechnet. Als Ergebnis dieser Analyse konnten die maximal zulässigen Kosten für die softwaregestützte Variante definiert werden. Laut Kostenwirksamkeitsberechnung stellt der firmeninterne Lösungsansatz die optimale Lösung dar. Damit die Anwendung einer Software mit dieser Wertung gleich ziehen kann, dürfen die jährlichen Kosten pro AMA maximal 15.000 € betragen. Neben den funktionalen Anforderungen müsste nach derzeitigem Stand diese Kostengrenze ebenfalls eingehalten werden.

5.2 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Die Änderung von bestehenden Prozessstrukturen ist schnell angedacht, lässt sich jedoch nicht immer leicht umsetzen. Für eine Umstellung von bestehenden Abläufen müssen Schritte zur Einführung definiert werden, um einen fließenden Übergang der Abläufe aller Prozessteilnehmer zu ermöglichen. Im Zuge solcher Digitalisierungsmaßnahmen spielt der Mensch als Beteiligter den wichtigsten Faktor. Änderungen dieser Form werden nur selten offen angenommen und man steht ihnen meist skeptisch gegenüber. Es ist daher wichtig, diese in den Einführungsprozess zu integrieren, um den Nutzen der Änderung näher zu bringen. Die zurzeit auffindbare Prozessstruktur Bedarf in vielerlei Hinsicht einer Verbesserung. Der momentane Entwicklungsstand der Softwareangebote lässt jedoch bezweifeln, dass dies mit einer externen Software erfolgen kann. Die Angebote weisen eine hohe Funktionsvielfalt und einen hohen Optimierungsgrad auf, jedoch ist die Investition in eine externe Softwarelösung nur dann sinnvoll, wenn alle Prozessschritte und Bestellungen mit dieser abgedeckt werden können. Der Prozess zeigt jedoch, dass ein hohes Potential für den Einsatz solcher Anwendungslösungen vorhanden ist. Durch Ergänzung fehlender Komponenten und Optimierung der Bedienung selbst, ist eine großflächige Einführung in den kommenden Jahren durchaus vorstellbar. Durch die Implementierung der Digitalisierungsmaßnahmen kann die Wertschöpfungskette effizienter gestaltet werden und bringt die Baubranche dem Ziel Industrie 4.0 sowie der Vernetzung mit „Internet of Things“ einen weiteren Schritt näher.

Literaturverzeichnis

- [1] Alfa Tech International. *Trockentrommel - Alfa Tech International*. 1. Mai 2021. URL: <http://www.alfatechinternational.com/de/projekte/trockentrommel.aspx>.
- [2] *Begriffserklärung – Makro*. 16. Juli 2021. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Makro>.
- [3] W. Beinert. *Begriffserklärung – Layout*. 16. Juli 2021. URL: <https://www.typolexikon.de/layout/>.
- [4] R. Blab. „Asphalt - empirisch oder fundamental“. In: *GESTRATA-Journal - Das Asphalt-Magazin*. Hrsg. von GESTRATA. 116. Aufl. Wien: GESTRATA, 2007, S. 11–20.
- [5] R. Blab et al. *Gestrata - Asphalthandbuch*. 4. Aufl. Wien: Seyss Medienhaus, 2010.
- [6] denkfabrik groupcom GmbH. *Begriffserklärung – Portal*. 16. Juli 2021. URL: <https://www.business-wissen.de/artikel/it-services-qualitaetskriterien-fuer-it-servicekataloge/>.
- [7] J. Freund et al. *Praxishandbuch BPMN – Mit Einführung in DMN*. 6. Aufl. München: Carl Hanser Verlag, 2019.
- [8] G. Goger et al. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. Empfehlungen für zukünftige Forschung und Innovationen*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2018.
- [9] H. W. Hallmann et al. *Historische Bauforschung und Materialverwendung im Garten- und Landschaftsbau - Wegebau und Wasseranlagen*. Nordstedt: Books on Demand GmbH, 2004. ISBN: 3-8334-1814-1.
- [10] *Handbuch für Organisationsuntersuchungen und Personalbedarfsermittlung*. 2018.
- [11] R. Hasenöhr. „Nutzwertanalyse und Nutzwert-Kosten-Analyse“. In: *Der Wirtschaftsingenieur 15 (3)*. Graz: South African Institution of Civil Engineering, 1983.
- [12] <https://www.ibo.de/glossar/definition/prozesserhebung>. *Begriffserklärung – Automatisierung*. 13. Sep. 2021. URL: <https://nativdigital.com/definition-automatisierung/>.
- [13] ibo Akademie GmbH. *Begriffserklärung – Prozessanalyse*. 13. Sep. 2021. URL: <https://www.ibo.de/glossar/definition/prozessanalyse>.
- [14] ibo Akademie GmbH. *Begriffserklärung – Prozesserhebung*. 13. Sep. 2021. URL: <https://www.ibo.de/glossar/definition/prozesserhebung>.
- [15] M. Kappel. *Angewandter Straßenbau*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2012. ISBN: 978-3-8348-2477-6.
- [16] H. König. *Maschinen im Baubetrieb - Grundlagen und Anwendung*. 3. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2011. ISBN: 978-3-8348-0953-7.
- [17] M. Kostjak. „Die Anwendung der „neuen“ Asphaltarten in den RVS“. In: *GESTRATA-Journal - Das Asphalt-Magazin*. Hrsg. von GESTRATA. 116. Aufl. Wien: GESTRATA, 2007, S. 5–8.

- [18] K. Mallwitz. „Historische Verkehrsflächenbefestigungen“. In: *Entwicklungen in der Bodenmechanik, Bodendynamik und Geotechnik - Festschrift zum 60. Geburtstag von Herrn Univ.-Professor Dr.-Ing. habil. Stavros A. Savidis*. Hrsg. von F. Rackwitz. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, S. 379–395. ISBN: 978-3-540-27425-4.
- [19] G. Neroth et al. *Wendehorst Baustoffkunde*. 27. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2011. ISBN: 978-3-8351-0225-5.
- [20] *ÖNORM B 3580-2:2018-02: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Asphaltbeton – Teil 2: Gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1*. Wien: Austrian Standards, Feb. 2018.
- [21] S. Reinheimer. *Industrie 4.0 – Herausforderung, Konzepte und Praxisbeispiele*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017. ISBN: 978-3-658-18165-9.
- [22] D. Richter et al. *Straßen- und Tiefbau – Mit lernfeldorientierten Projekten*. 11. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2011. ISBN: 978-3-8348-0869-1.
- [23] *RICHTLINIE 2009/23/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES – über nichtselbsttätige Waagen*. EU, Apr. 2009.
- [24] V. Schäfer. *Ausschreiben von Asphaltarbeiten*. 2013.
- [25] K. Schwartz. *Soil Compaction, course notes*. Südafrika, 1984.
- [26] Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. *Begriffserklärung – Information*. 13. Sep. 2021. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/information-40528>.
- [27] Stadt-Wien – Prüf- Inspektions- und Zertifizierungsstelle. *Glossar - Zertifizierungsstelle für Bauprodukte*. 16. Juli 2021. URL: <https://www.wien.gv.at/forschung/laboratorien/vfa/zertifizierung/glossar.html>.
- [28] G. Steierd et al. *Stadtverkehrsplanung – Grundlagen, Methoden, Ziele*. Berlin-Heidelberg: Springer, 2005. ISBN: 3-540-40588-7.
- [29] *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 – harmonisierte Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten*. EU, Juni 2011.
- [30] H.-G. Wiehler et al. *Straßenbau - Konstruktion und Ausführung*. 5. Aufl. Berlin: Verlag Bauwesen, 2005. ISBN: 978-3-345-00615-9.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Übersicht historischer Straßenaufbauten des 19. Jahrhunderts	15
2.2	Schematische Darstellung eines Straßenaufbaus und der erforderlichen Eigenschaften	19
2.3	Aufnahme einer der besuchten Asphaltmischanlagen	20
2.4	Einbauten einer Trockentrommel	21
2.5	Einbauten einer Trockentrommel	22
3.1	Darstellungsform der Flussobjekte	31
3.2	Darstellungsform der verbindenden Objekte	32
3.3	Darstellungsform der Artefakte	33
3.4	Darstellung eines Pools mit Lanes	34
3.5	Darstellungsformen von Daten	34
3.6	Übersicht der untersuchten Asphaltmischanlagen	36
3.7	Beispiele unterschiedlicher Bestellaufgaben	38
3.8	Beispiel einer Unterflur-Fahrzeugwaage mit getrennter Personalbesetzung	41
3.9	Beispiel-Terminals zur Bestellabholung und Lieferscheinerstellung	42
3.10	Beispiel eines im Besitz der AMA verbleibenden Lieferscheins	43
3.11	IST-Bestellprozess	44
3.12	Diagramme zur mittleren Verteilung von Bestellungen in und außerhalb von Ballungsräumen	48
3.13	Diagrammen zur mittleren Verteilung von Bestellungen	49
3.14	Säulendiagramm zur statistische Auswertung der Verteilung der Bestellanzahl von 2017–2020	50
3.15	Säulendiagramm zur Statistische Auswertung der Verteilung der Bestellmenge von 2017–2020	51
3.16	Optimierungspotentiale im bestehenden Bestellprozess	54
3.17	Beispiele für Notizen über eingelangte Bestellungen und Bestelländerungen	57
3.18	Prozessmodell einer möglichen digitalen IDEAL-Bestellprozesskette	62
3.19	Aufgeklappte Unterprozesse der digitalen IDEAL-Bestellprozesskette	63
3.20	Eine mögliche Darstellungsform für eine Bestellmaske	65
3.21	Darstellungsmöglichkeit der Terminübersicht	67
4.1	Aktuell verwendete Bestellvorlage der AMA 9	77
4.2	Kostenaufstellung der Varianten 1 und 2	89
4.3	Kostenaufstellung der Varianten 3 und 4	90

Tabellenverzeichnis

2.1	Beispiel für eine Mischgutbezeichnung nach dem empirischen Ansatz	25
2.2	Nationale Umsetzungsnormen der EN 13108-ff	26
3.1	Übersicht der Grenzgrößen von Klein- zu Großbestellungen der befragten AMA .	39
3.2	Ausschnitt über angetroffene Fehler beim Lieferschein-Export	46
3.3	Statistische Auswertung von Lieferscheinen aus den Jahren 2017–2020 zur AMA Nr. 11	47
4.1	Scoring-Modell zur Variantenanalyse	85
4.2	Präferenzmatrix zur Gewichtung der Zielkriterien	85
4.3	Nutzwertberechnung zur Variantenevaluierung	86
4.4	Kostenwirksamkeitsberechnung zur Variantenevaluierung	87

Anhang A

Interviews und statistische Auswertung

A.1 Fragenkatalog

- Ablauf-Bestellprozess
 - Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?
 - In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?
 - Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?
- Bestellinformationen und deren Verwendung
 - Welche sind die notwendigen Informationen für eine Mischgutbestellung?
 - Besteller (Firma und Person)
 - Partie
 - Bauvorhaben
 - Kostenstelle
 - Mischgutsorte
 - Menge in Tonnen
 - Mengenleistung t/h
 - Abholtag
 - Abholzeitraum
 - LKW-Anzahl
 - Zusätzlich notwendige Informationen (Freitext)
 - In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?
 - Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen und wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA
 - Gibt es typische Probleme beim Bestellungs- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?
- Produktion
 - Wie erfolgt die Produktionsplanung?
 - Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?
 - Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?

- Wie wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert
- Werden Lieferscheine digital erfasst?
- Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?

A.2 Interview Mischmeister AMA Nr. 1

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**
 Fixierte Partie-Bestellungen werden als Wochenplan bis spätestens 15 Uhr an den Mischmeister übermittelt. Die Übermittlung erfolgt entweder per Mail, oder der Bauleiter bespricht den Plan persönlich mit dem Mischmeister durch. Dabei werden z.B. das benötigt Mischgut, das Bauvorhaben, die Anzahl der LKWs pro Tag oder die Lage der Baustelle besprochen. Neben Wochenplänen, kommt es auch zu regelmäßigen Bestellungen von Laufkundschaften. Diese geben ihre Bestellungen häufig per Telefon oder persönlich vor Ort auf, aber in seltenen Fällen ebenfalls per Mail. Je nach Auslastung, wird vom Mischmeister entschieden, ob die Bestellung bearbeitet werden kann oder abgelehnt werden muss.
- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**
 - Als Wochenpläne – gemeinsame Abstimmung mit den zuständigen Parteien
 - Per Mail werden üblicherweise größere Bestellungen abgegeben. Bei größeren Bestellungen bedarf es gegebenenfalls um eine Abstimmung zwischen den Parteien. In Ausnahmefälle erfolgen geringe Bestellmengen, ebenfalls per Mail.
 - Per Telefon werden Bestellungen sowohl für größere als auch für geringe Mengen aufgegeben. Bei größeren Bestellungen bedarf es gegebenenfalls um eine Abstimmung zwischen den Parteien. Laufkundschaften Fragen für Bestellungen häufig per Telefon an.
 - Persönlich vor Ort – Für größere Bestellungen werden, die notwendigen Details zwischen dem Bauleiter und Mischmeister vor Ort besprochen. Laufkundschaften Fragen für Bestellungen häufig vor Ort an.
- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**
 - Geringe Bestellmengen, ohne spezieller Asphaltrezeptur können am selben Tag aufgegeben werden. Allerdings kann es aufgrund hoher Auslastung zu Ablehnung von Bestellungen kommen.
 - Bestellungen in der Größenordnung von ca. 100 Tonnen oder mehr, sollten mindestens 1 Woche vorher aufgegeben werden. Viele Bauvorhaben klären die Bestellungen für Ihr Mischgut, oft wesentlich früher ab.
 - Bestellungen für Großbaustellen z.B. 10.000 Tonnen, sollten ca. 2 Monate vorher erfolgen.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**
 Im Fall von E-Mail-Bestellungen, wird das entsprechende Mail ausgedruckt und am Pult zur Erinnerung und Übersicht aufgelegt. Die restliche Dokumentation von aufgegebenen Bestellungen erfolgt in einem Notizbuch, in dem auch die Wochenplanung durchgeführt

wird. Bestellungen von Laufkundschaften, werden hier allerdings nicht aufgezeichnet. Dokumentiert werden die ausgelieferten Mischgutbestellungen anhand von Lieferscheinen, welche für die weitere Verwendung archiviert werden. Zur Ausstellung der Lieferscheine wird das Wiegesystem „Butler“, der Firma Batsch Waagen & EDV GmbH & Co KG, verwendet. Für die Ausstellung des Lieferscheins werden unter anderen folgende Informationen erfasst:

- Einfahrtszeitpunkt
- Ausfahrtszeitpunkt
- Kennzeichen
- Name des Frächters
- Kundennummer
- Asphaltsorte
- Lieferadresse
- Datum
- Gewicht bei Einfahrt
- Gewicht bei Ausfahrt
- Kostenstelle

In der Software des Wiegesystems wird dafür eine Baustelle angelegt und die entsprechenden Positionen eingetragen. Allerdings wird vom Mischmeister nicht für jedes Bauvorhaben ein eigenes Profil erstellt. Bei erneuten Bestellungen einer Firma X, wird das bestehende Profil überarbeitet und damit unwiderruflich überschrieben. Eine nachträgliche digitale Zuordnung von Bauvorhaben, wäre aufgrund der fehlenden Eindeutigkeit der Profile nicht gegeben. Es erfolgt keine digitale Erfassung der Informationen bzw. Bestellungen.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**
Lieferscheine werden vor Abfahrt per Rohrpost an die Fahrer übermittelt. Davon verbleibt jeweils eine Kopie im Besitz der Mischanlage. Diese werden gesammelt am Ende der Woche, zwecks Abrechnung an die Kaufleute übermittelt. Bereits verrechnete Lieferscheine werden archiviert. Es gibt keine Zusammenarbeit mit anderen Mischanlagen.
- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**
Im Idealfall sollten Bestellungen mit der Artikel- und Rezeptnummer angegeben werden, um Missverständnisse zu vermeiden.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**
Das Hauptgeschäft der Mischanlage stellen die Wochenpläne dar. Diese werden mindestens 1 Woche vorher besprochen und für die vereinbarten Termine getaktet. Die Planung wird im Notizbuch festgehalten. Bei schriftlichen Bestellungen wird ein Ausdruck beigelegt. Weitere Bestellungen werden ebenfalls im Notizbuch festgehalten. Hier werden lediglich, jene für die Produktion benötigten Informationen aufgeschrieben (Ansprechperson, Rezeptnummer, Menge, Uhrzeit usw.)

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Neben den Wochenplänen, werden die gesammelten Bestellungen aus dem Notizbuch getaktet. Dabei erfolgt die Siloeinteilung, wie bzw. wann gemischt wird, um 16:30 für den Folgetag. So wird gewährleistet, dass die Besteller zu den vereinbarten Zeiten ihr Mischgut erhalten. Als Mischanlage im Besitz der *Firma X*, werden Bestellungen für eigene Bauvorhaben im Gegensatz zu anderen priorisiert. Diese Priorisierung ist jedoch nur bei einer ausreichenden Vorlaufzeit gegeben. Bei Terminkollisionen von spontanen bzw. kurzfristigen Bestellungen der *Firma X*, mit einer größeren Bestellung bzw. Wochen- oder Monatsplänen einer anderen Firma, werden die Bestellungen des Bauvorhabens der *Firma X* abgelehnt. Eine generelle Priorisierung ist nicht gegeben.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

-

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die Kommunikation nach der Bestellaufgabe, erfolgt fast ausschließlich über Telefon.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja. Die digitale Erfassung erfolgt über die Wiegesoftware, allerdings werden diese nicht weitergeleitet, abgelegt oder weiter verwendet.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Die Lieferscheine werden z.B. bei Verlust nachverfolgt und der entsprechenden Ansprechperson als Lieferschein zur Verfügung gestellt. Des Weiteren werden für die werkseigene Produktionskontrolle, über das Wiegesystem die Tonnen je Mischgutsorte gezählt um bei z.B. 500 oder 1000 Tonnen eine Probenentnahme zu veranlassen.

A.3 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 2

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Bestellungen werden entweder im Vorfeld beim Mischmeister für die Folgetage aufgegeben oder bei der Brückenwaage direkt bestellt. Die Bestellungen können bis 12 Uhr bei der großen Einteilung an den Disponenten übergeben werden, wobei Laufkundschaft auch ohne vorherige Ankündigung größtenteils abgewickelt werden können. Bei der Abholung des bestellten Mischgutes, wird zuerst das Leergewicht an der Brückenwaage gewogen und die Abholung bestätigt. Dabei erfolgt eine Überprüfung ob das angeforderte Mischgut, auch dem bestellten entspricht. Anschließend wird das Mischgut geladen und der Lieferschein, nach der zweiten Wiegung, ausgestellt.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Als Wochenpläne – gemeinsame Abstimmung mit den zuständigen Parteien
- Per Telefon erfolgen Bestellungen nur für Kleinmengen.
- Bestellformulare werden für größere Mengen entweder per Mail oder persönlich vor Ort, während der großen Einteilung um 12 Uhr, dem Disponenten übergeben. Das Bestellformular wurde eigens für und von der Mischanlage Nr.2 erstellt.
- Per Mail werden üblicherweise größere Bestellungen aufgegeben. Entweder mittels Anhang des Bestellformulars oder durch schriftlicher Übermittlung der notwendigen Informationen für die Mischgutbestellung.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Aufgrund des großen Lagervolumens aller üblich verwendeten Gesteinskörnungen, Bitumen-sorten und Additive können Mischgutbestellungen bis zu 1.000 Tonnen am Vortag bis 12 Uhr, vor der großen Einteilung aufgegeben werden. Bei größeren Bestellmengen wird in der Regel eine Vorlaufzeit von ca. 1 Woche empfohlen. Für Bestellungen mit speziellen Additiven empfiehlt es sich ebenfalls mit einer Vorlaufzeit von mindestens 1 Woche anzufragen. Aus den bisherigen Erfahrungen, kann angegeben werden, dass größere Bestellungen in der Regel mit einer deutlich größeren Vorlaufzeit aufgegeben werden.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Alle, im Laufe des Tages, eingegangenen Bestellungen werden in Form einer EXCEL Tabelle vom Mischmeister zusammengefasst.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Die vom Mischmeister erstellte EXCEL Tabelle, wird jeden Abend an den Produktionsleiter und die Brückenwaage versandt. Für den Produktionsleiter hat diese nur eine informativen Zweck. Die Brückenwaage benötigt die Informationen, da die Abholung nicht beim Mischmeister sondern auf der Brückenwaage eingegeben wird. Des Weiteren erfolgt eine Gegenkontrolle, falls der Frächter ein anderes Mischgut abholen möchte, als in der Bestellung angeführt. Zur Mischgutabholung wird das Wiegesystem „BUTLER“ der Firma BATSCH

Waagen & EDV GmbH & Co KG verwendet. In der Wiegesoftware werden die einzelnen Baustellen erfasst und nach Auslieferung gegen weitere Bearbeitung gesperrt.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Häufig vorkommende Fehler sind Abschreibfehler und Kopierfehler bei Mailbestellungen. Durch Kopierfehler bei Mailbestellungen, kann es dazu kommen, dass eine Mischgutsorte bestellt wird, welche in der Form nicht existiert. In einem solchen Fall, muss der Mischmeister mit dem Polier bzw. der Bauleitung telefonieren und abklären welche Sorte benötigt wird.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Das Hauptgeschäft der Mischanlagen stellen die Wochenpläne der eigenen Partien dar. Aufgrund der städtischen Lage der Mischanlage, erfolgen in der Regel viele Bestellungen von kleineren Mengen. Die meisten Bestellungen werden daher just-in-time produziert. Abstimmungen für die Produktionsplanung erfolgen daher, in der Regel nur mit den Polieren bzw. den Bauleitern, betreffend Änderungen aufgrund von Planungsänderungen oder Schlechtwetter. Die Einteilung der kommenden Tage ist der zusammenfassenden Tabelle zu entnehmen.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Die Einteilung des Produktionstages erfolgt unter Rücksprache mit den zuständigen Ansprechpersonen, dabei wird abgeklärt wann das bestellte Mischgut benötigt wird, bzw. wie viele LKWs gleichzeitig kommen oder ob z.B. der Asphalt heiß auf heiß eingebaut wird und daher wesentlich mehr vorzuproduzieren ist. Kleine Bestellungen werden just-in-time produziert. Als Mischanlage im Besitz der *Firma X* werden Bestellungen, der eigenen Firma grundsätzlich vorgezogen. Allerdings gibt es auch Bauvorhaben (z.B. A23 oder Nordbahnhof) die priorisiert werden, unabhängig von der zuständigen Firma. Welche Bauvorhaben Priorität haben wird vom Produktionsleiter vorgegeben.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Nicht vorhandenes bzw. falsch bestelltes Mischgut müssen vom Mischmeister bzw. der Brückenwaage durch eine doppelte Kontrolle (4-Augenprinzip) überprüft werden. Dabei wird einerseits schon beim Bestelleingang überprüft ob dieses Mischgut produziert werden kann und andererseits werden von der Brückenwaage Abschreibfehler aus Terminverschiebungen nochmals hinterfragt und das bestellte Mischgut mit den zur Abholung angefragten Mischgut verglichen.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die Kommunikation erfolgt fast ausschließlich über Telefon. Außernatürliche Vorkommnisse werden schriftlich festgehalten.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja. Die Lieferscheine werden Konzernintern digital abgelegt und für die Weiterverrechnung digital weitergeleitet. Bei externen Firmen werden diese ebenfalls mit der Rechnung mitverschickt, bei elektronischen Rechnungen in Form einer PDF-Datei.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Die Lieferscheine werden für die werkseigene Produktionskontrolle verwendet. Des Weiteren erfolgt die Aufbewahrung der Lieferscheine lediglich in digitaler Form und wird für die jährliche Produktionsstatistik verwendet. Bei Verlust wird nur den zuständigen Bauleitern bzw. den Verrechnungsstellen eine Kopie zugesandt. Frächter erhalten bei Verlust, vor Ort keine Kopie.

A.4 Interview Betriebsleitung AMA Nr. 3

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Jegliche Bestellung für die Folgewoche müssen bis spätestens 12 Uhr am Donnerstag bei der Mischanlage aufgegeben werden. Der Hintergrund für die Regelung ist, dass den Mitarbeitern der Mischanlage noch ausreichen Zeit zur Verfügung steht, um auf einen ausreichenden Lagerstand der Ressourcen zu achten und um gegebenenfalls Gesteinskörnungen, Bitumen oder Zugabemittel nachzubestellen. Des Weiteren kann die Mischanlage noch die Machbarkeit der Bestellungen überprüfen. Sollte es dazu kommen, dass mehrere Partnerfirmen am selben Tag größere Mengen bestellt haben, werden unter Rücksprache mit dem zuständigen Personal, Bestellungen umdisponiert. Schriftliche Bestellungen werden direkt an die Mischanlage gerichtet, wobei der Betriebsleiter in CC zu setzen ist. Die Bestellungen werden anschließend im Wiegesystem angelegt. Der Abholzeitraum wird meist zu einem späteren Zeitpunkt, telefonisch vom zuständigen Polier mitgeteilt.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

Die Form der Bestellung unterscheidet sich in erster Linie davon, ob es sich um eine Partnerfirma, eine Straßenmeisterei oder um Fremdfirmen handelt. Im Falle von Partnerfirmen und Straßenmeistereien, werden Bestellungen wie folgt abgegeben:

- Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommenden 1-2 Wochen aufgegeben.
- Per E-Mail werden Bestellungen für Mengen aufgegeben, welche größer 50 Tonnen sind und somit nicht unter Kleinbestellungen fallen. Die Mail wird an das Büro der Brückenwaage geschickt, der Betriebsleiter ist bei jeder Bestellung in CC zu setzen.
- Per Telefon - telefonisch können Bestellungen nur von bekannten Personen aufgegeben werden, wobei diese Form nur für Kleinmengen bis 50 Tonnen zur Anwendung kommt. Telefonische Bestellungen werden im Büro der Brückenwaage entgegengenommen.

Für Fremdfirmen ist der Bestellprozess eingeschränkt. Jede Bestellanfrage wird an den Betriebsleiter gerichtet, dabei muss erklärt werden wer bzw. welche Firma anfragt, was bestellt werden möchte und welche Menge. Nach der Anfrage wird zuerst die Bonität der anfragenden Person/Firma geprüft und danach ein Angebot erstellt. Erst nach Annahme des Angebotes, wird für die Bestellung ein Abholtag vereinbart.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

In der Regel ist eine Vorlaufzeit von einer Woche ausreichend. Dies ist jedoch abhängig von den Materiallieferanten, ob diese auch die benötigten Materialien liefern können.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Alle Bestellungen, welche für die kommende Woche angenommen wurden, werden im Wiegesystem von BATSCH angelegt. Zur Übersicht werden die schriftlichen Bestellungen, welche meist als EXCEL Tabelle übermittelt werden, ausgedruckt und beim Mischmeister aufgelegt, bzw. in einer Mappe aufbewahrt. Im Falle einer telefonischen Bestellungen, wird diese nach Erhalt schriftlich festgehalten und an den Mischmeister weitergeleitet. Bis auf

die Erfassung im Wiegesystem, erfolgt keine Aufzeichnung der Bestellung oder Erstellung von Tages- oder Wochenübersichten in anderen Programmen.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**
Jegliche Bestellinformationen für größere Mengen, sind im Wiegesystem hinterlegt. Auf die Datenbank des Wiegesystems haben alle Mitarbeiter der Mischanlage zugriff, eine gesonderte Weiterleitung ist daher nicht notwendig. Damit ist die Einsicht im Bezug auf Materialbestellungen jederzeit gegeben. Bei Kleinmengen werden die Informationen nur schriftlich notiert, und an den Mischmeister weitergegeben. Neben der Mischanlage Nr.3, liegt die AMA Nr. 4 ebenfalls im Zuständigkeitsgebiet derselben Betriebsleitung. Dies hat den Vorteil, dass bei Auslastung unter Rücksprache mit den Bestellern, auf die Mischanlage Nr.4 ausgewichen werden kann.
- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**
Seit der Umstellung auf E-Mail Bestellungen sind die meisten Fehler, hervorgerufen durch handschriftliche Scans, bereits eliminiert worden. Des Weiteren kam es bei telefonischen Bestellungen immer wieder zu Missverständnissen, weshalb die Grenze von 50 Tonnen für telefonische Bestellungen eingeführt wurde. Es kommt häufig vor, dass die abgeholte Menge über der bestellten Menge liegt. Soweit sich diese Mehrmenge in einem, für die Mischanlage vertretbaren Rahmen bewegt, hat dies keine Konsequenzen, jedoch kann es aufgrund Materialknappheit dazu kommen, dass der Betriebsleiter anordnet keine weiteren Mengen für dieses Bauvorhaben auszugeben. Des Weiteren wird der Mischmeister oft nicht darüber informiert, dass weitere Mengen abgerufen werden. Dies hat zur Folge, dass die Anlage heruntergefahren wird und kein Mischgut mehr vorbereitet wird. Ein erneutes hochfahren der Anlage, führt zu starken Heizmittelverbrauch.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**
Die Produktionsplanung erfolgt, jeweils am Donnerstag ab 12 Uhr und Freitags für die Folgewoche. Dies bietet den Mitarbeitern ausreichend Zeit Materialien nachzubestellen, um einen ausreichenden Lagerbestand für die kommende Woche zu haben. Des Weiteren wird geprüft, ob die eingegangenen Bestellungen auch bearbeitet werden können oder es aus Kapazitätsgründen zu Umdisponierungen kommen muss.
- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**
Am Ende der Woche wird bereits eine Grobabstimmung der Folgewoche vorgenommen. Unter Rücksprache mit den Polieren bzw. Partieleitern wird der Abholzeitraum festgelegt. Die genaue Einteilung des Produktionstages erfolgt jeweils nur für den kommenden Tag. Dies ist begründet durch wetterbedingte oder baustellenbedingte Verzögerungen, welche durch diesen Einteilrythmus aktuell erfasst werden können. Sollte es zu überschneidenden Bestellungen größerer Mengen mehrerer Partnerfirmen kommen, wird unter Rücksprache eruiert, welche Bestellung ausweichen oder verschoben werden kann, um alle Bestellungen ohne Verzögerungen bzw. Wartezeiten abwickeln zu können. Bei überschneidenden Bestellungen zwischen einer Partnerfirma und einer Fremdfirma, wird in jedem Fall die Partnerfirma priorisiert.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Nein.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Kommt es bei einer größeren Bestellung zu einer Änderungen, so werden diese von den Firmen per E-Mail bekanntgegeben. Interne Ablaufänderungen oder Freigaben zum Vormischen erfolgt telefonisch zwischen den Mitarbeitern der Mischanlage. Abstimmungen zwischen der Mischanlage und der ausführenden Firma erfolgt telefonisch.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja. Die Lieferscheine werden über das Wiegesystem in der Datenbank abgelegt und für die Verrechnung der jeweiligen Firmen exportiert, abgelegt und per E-Mail versandt.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Im Falle eines Verlustes bzw. zur Nachverfolgung eines bestimmten Tages, können Lieferscheine rückwirkend über das Wiegesystem exportiert werden. Durch die Lieferscheine ist außerdem bekannt wann die nächste Produktionskontrolle ansteht.

A.5 Interview Betriebsleitung AMA Nr. 4

Da die Betriebsleitung, dieselbe ist wie jene bei der Mischanlage Nr.3, werden im folgenden nur Fragen bzw. Antworten angeführt welche vom Ablauf zur Mischanlage Nr.3 abweichen.

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Der Ablauf auf der Mischanlage unterscheidet sich nur in wenigen Punkten von jenem der AMA Nr. 3. Der Mischmeister muss neben dem Mischanlage, auch die Brückenwaage bedienen, daher werden alle Bestellungen direkt an den Mischmeister gerichtet. Dieser trägt umgehend alle Bestellungen, unabhängig ihrer Größe im Wiegesystem ein. Im Gegensatz zu anderen Anlagen besitzt die Mischanlage, ein Chipkartensystem zur Abholung. Bei einer Abholung muss sich der Frächter beim Terminal eintragen und dabei das Kennzeichen, die Baustelle, die Kostenstelle und das abzuholende Gut eingeben oder auswählen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Bestellinformationen bereits im Wiegesystem hinterlegt sind. Um einen reibungslosen Prozess zu gewährleisten, müssen Bestellungen von Kleinmengen mindestens eine halbe Stunde vor Ankunft auf der Mischanlage aufgegeben werden. Die Bedienung von aufkundschaft ist daher nur mit Verzögerungen möglich. Nach dem Beladen, wird beim Terminal die Chipkarte abgegeben und das abgeholte Gut bzw. die Menge nochmals Bestätigt. Sollte eines der Kraftfahrzeuge überladen sein, liegt die Verantwortung beim Frächter, da dieser den Lieferschein durch Unterfertigung bestätigt.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Alle Bestellungen werden Ausnahmslos im BATSCH Wiegesystem eingetragen. Außerdem wird für telefonische Bestellungen eine zusätzliche Liste geführt, in der vermerkt wird, wer angerufen hat, was bestellt wurde und ob die Bestellung zeitlich rechtzeitig bekannt gegeben wurde. Außerdem wird eine Liste geführt in der besondere Vorkommnisse aufgezeichnet werden.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Es kommt immer wieder zu Situationen, in denen die Kunden ohne Vorankündigung zur Mischanlage kommen um Mischgut zu bestellen. Dies führt zu Verzögerungen auf der Anlage, da die Bestellung erst durch nachtelefonieren im Wiegesystem angelegt werden muss. Sonstige Problem gleichen denen der Mischanlage Nr.3.

A.6 Interview Mischmeister AMA Nr. 5

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Alle Bestellungen werden bei der Brückenwaage aufgegeben, der Kontakt zum Mischmeister ist nicht vorgesehen. Diese befindet sich auch nicht im selben Raum wie der Mischmeister, er hat nur im Fall einer nicht besetzten Brückenwaage, Zugriff auf das System und verfolgt in der Regel durch einen Monitor die Eingaben. Großbestellungen über 50 Tonnen müssen schriftlich erfolgen und werden bis zum Ende der Woche, für die Folgewoche gesammelt. Kleinbestellungen bis 50 Tonnen werden in keinen Übersichten erfasst, sie werden just-in-time abgewickelt oder auf einem Notizzettel notiert. Sie können jederzeit bei der Brückenwaage aufgegeben werden.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommende Woche aufgegeben, in Form eines PDF Exports einer EXCEL-Liste.
- Per E-Mail werden Bestellungen für Mengen aufgegeben, welche größer 50 Tonnen sind und somit nicht unter Kleinbestellungen fallen. Die Mail wird an das Büro der Brückenwaage geschickt.
- Per Telefon können eingetragene Firmen bzw. Personen Bestellungen, bei der Brückenwaage, bis zu 50 Tonnen aufgeben.
- Persönlich, können eingetragene Firmen bzw. Personen Bestellungen, bei der Brückenwaage, bis zu 50 Tonnen aufgeben.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

In der Regel genügt eine Vorlaufzeit von einer Woche. Die meisten Bestellungen werden jedoch direkt vor Ort aufgegeben und anschließend gemischt und ausgegeben. Ist eine Erstprüfung erforderlich, wird für den optimalen Fall eine Vorlaufzeit von 10-14 Tagen benötigt.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Die übermittelten Wochenpläne, für die Großbestellungen, werden ausgedruckt und zur Übersicht aufgelegt. Kleinmengen werden auf einem gesonderte Notizzettel erfasst, jedoch nur wenn diese für einen späteren Zeitpunkt zur Abholung vorgesehen sind. Bei Laufkundschaften, erfolgt keine gesonderte Erfassung. Zur Erfassung der Lieferscheine und der weiteren Verrechnung, erfolgt eine Erfassung im Wiegesystem von BATSCH, allerdings werden diese erst kurzfristig vor Abholung angelegt.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Durch die räumliche Trennung der Brückenwaage und des Mischmeisters, sind diese gezwungen mittels Telefon oder, bei geringer Auslastung, persönlich zu kommunizieren. Die Kommunikation mit den Materiallieferanten erfolgt ausschließlich über Telefon, da hier oft für Mengen angefragt wird, jedoch die Bestellung bzw. das Abrufen der Mengen erst zu

einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Mit der kaufmännischen Abteilung wird nur telefonisch kommuniziert und die benötigten Lieferscheine digital über das BATSCH Wiegesystem exportiert. Zusammenarbeiten mit anderen Mischanlagen, stellen die Ausnahme dar und erfolgt nur bei besonderen Projekten. Bei größerer Auslastung werden Bestellungen abgelehnt und es wird nicht auf andere Mischanlagen ausgewichen.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Es kommt immer zu laufenden Änderungen, bei getätigten Mischgutbestellungen, welche zum einen wetterbedingt sind und zum anderen planungsbedingt. Diese Änderungen werden jedoch der Mischanlage teilweise zu spät mitgeteilt, wodurch sich die Umdisponierung der Wochenplanung schwierig gestaltet. Des Weiteren werden Änderungen nur telefonisch bekanntgegeben, und als Notiz auf den ausgedruckten Wochenplänen vermerkt. Eine genaue Nachverfolgung, ist daher nur bedingt möglich.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Am Freitag wird auf Basis der Wochenpläne, errechnet welche Gesteinskörnungen, Bitumen oder Zugabemittel in welcher Menge benötigt werden und unter Berücksichtigung des Lagerbestandes für die kommende Woche nachbestellt. Der Bestand wird insoweit aufgefüllt, dass die Bestellungen inklusive einer größeren Leistungsreserve abgewickelt werden können. Im Falle einer Großbaustelle (z.B. Autobahn) wird bei den Steinbrüchen, bis zu einem Monat im voraus, angefragt und erst für die jeweils kommende Woche abgerufen. Des Weiteren muss für besondere Mischgutsorten, dass Labor rechtzeitig kontaktiert werden. Der Abholzeitraum einer Bestellung, wird in der Regel erst am Tag vorher bekannt gegeben.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Am Ende des Arbeitstages, wird für den Folgetag mit den zuständigen Ansprechpersonen der Bestellungen gesprochen. Dabei werden nochmals der Abholzeitpunkt und die Anzahl der LKWs bestätigt. Abhängig davon, ob mehrere Bestellungen zum selben Zeitpunkt abgerufen werden sollen, wird bereits eingeplant, dass das Mischgut vorgemischt und im Silo gelagert wird. Es erfolgt keine Priorisierung der Firmen. Die Firmen werden nach Zeitpunkt des Eintreffens bei der Mischanlage bedient.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Es kommt häufig vor, dass das bestellte Mischgut nicht mit dem welches anschließend vom Frächter abgeholt werden soll übereinstimmt. Dies führte dazu, dass die Mischanlage nur für vertrauenswürdige Bauleiter/Poliere vormischt. Außerdem müssen bereits angelegte Bestellungen im Wiegesystem geändert werden. Solche Änderungen werden nur telefonisch besprochen, eine Nachverfolgung ist daher kaum möglich. Des Weiteren kommt es regelmäßig dazu, dass mehr Mengen als bestellt abgerufen werden. Durch die fehlende Kommunikation seitens der Ausführenden, muss die Mischanlage dadurch öfters erneut hochfahren.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die Kommunikation erfolgt, nach der Bestellaufgabe, ausschließlich telefonisch.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, die Lieferscheine werden digital erfasst und auch in digitaler Form weiterverwendet. Es erfolgt lediglich ein Ausdruck des Lieferscheins für den Frächter.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Durch die digitale Hinterlegung der Lieferscheine, kann das Wiegesystem über die anstehenden Prüfungen im Sinne der werkseigenen Produktionsüberwachung informieren. Die Nachverfolgung von Lieferscheinen erfolgt ebenfalls über das Wiegesystem, durch welches ein digitaler Export mit anschließender Übermittlung erfolgt.

A.7 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 6

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Die Bestellaufgabe erfolgt prinzipiell beim Betriebsleiter. Großbestellungen müssen bis spätestens Donnerstagsabends, für die Folgewoche, aufgegeben werden. In der Regel handelt es sich dabei um Wochenpläne, in seltenen Fällen um 2-Wochenpläne oder Langzeitpläne. Dies bietet der Mischanlage ausreichend Zeit für die Produktionsplanung und Disposition. Bei Bestellungen von Kleinmengen wird zwischen registrierten Kunden und unregistrierten unterschieden. Jene welche im System nicht hinterlegt sind, können nur gegen Barzahlung Mischgut bestellen. Bei Großbestellungen werden ebenfalls die eingeteilten Frächter, vorab bekanntgegeben dadurch kann die Brückenwaage bereits anhand des Kennzeichens zuordnen welches Mischgut abgeholt wird.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommenden 1-2 Wochen aufgegeben. In der Regel per Mail übermittelt.
- Per E-Mail werden Bestellungen für Mengen aufgegeben, welche größer 50 Tonnen sind und somit nicht unter Kleinbestellungen fallen.
- Per Telefon - telefonisch können Bestellungen nur von bekannten Personen aufgegeben werden, wobei diese Form nur für Kleinmengen bis 30 Tonnen zur Anwendung kommt.
- Persönlich, können sowohl registrierte als auch nicht registrierte Personen, welche jedoch Bar vor Ort zahlen müssen, bestellen. Diese Variante ist bis zu einer Bestellmenge von 30 Tonnen möglich.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

In der Regel ist eine Vorlaufzeit von einer Woche ausreichend. Diese wird durch die Bestellaufgabe jeweils am Ende der Woche für die kommende Woche eingehalten. Bei speziellen Mischgutsorten, für die das Labor zwecks Prüfung angefordert werden muss, muss eine Vorlaufzeit von 14 Tagen eingehalten werden. Handelt es sich um Großbaustellen wird die Mischanlage schon mehrere Woche im voraus in den Ablauf einbezogen. Das Material wird auf Basis das Bauzeitplans schon mehrere Wochen im voraus gelagert, da ansonsten die Mengen nicht abgerufen werden könnten.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Die übermittelten Wochenpläne und Großbestellungen werden auf einem Notizzettel zusammengefasst und dient als Übersicht. Diese Übersicht stellt, jedoch lediglich eine Auflistung der abzuarbeitenden Bestellungen dar. Eine Auswertung der benötigten Rohstoffe erfolgt auf einem eigenen Zettel, dieser wird jedoch nicht archiviert und besitzt auch keine eigene Form. Bestellungen für den Folgetag werden jeweils am Abend angelegt.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Die interne Weiterleitung von Informationen erfolgt durch den Austausch der ausgedruckten

Bestellungen und erfolgt ansonsten nur telefonisch. In den Tagesberichten werden die über den Tag abgewickelten Bestellungen als Sammelübersicht dargestellt und ebenfalls werden außergewöhnliche Ereignisse bzw. Verschiebungen und Stornierungen vermerkt. Es erfolgt keine Zusammenarbeit mit anderen Mischanlagen.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Es kommt häufig zu Tipp- und Kopierfehler bei der Bestellung. Diese konnte oft nur deshalb aufgedeckt werden, da der Betriebsleiter bereits in der Kalkulation mit eingebunden war und dies nochmal mit den zuständigen Bauleitern telefonisch abgeklärt und anschließend umgeändert hat. Beim Erstellen der Bestellübersicht werden vom Betriebsleiter neben der Mischgutsorte auch die dazugehörige Artikelnummer notiert. Hier ist es schon vorgekommen, dass eine falsche Artikelnummer aufgeschrieben wurde. Dies wurde oft durch den Mischmeister aufgedeckt. Als weiteres Problem wurden Lufkundschaften genannt, welche sich nicht telefonisch angekündigt haben oder vorab angefragt haben. Dies führt oft zu längeren Wartezeiten.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Am Ende der Woche wird auf Basis der Wochenpläne und der Großbestellungen der Lagerstand aufgefüllt, dabei wird eine zusätzliche höhere Leistungsreserve eingeplant. Über die Reserven werden Kleinbestellungen und Mehrmengen, die bei den Großbestellungen abgerufen werden, abgewickelt. Bevor die notwendigen Materialien errechnet werden, prüft der Betriebsleiter die zugesandten Bestellungen. Hier wird darauf geachtet, ob es sich um eine Mischsorte aus der Artikelliste handelt, oder ob es evtl. zu einem Kopierfehler gekommen ist. Des Weiteren prüft er, bei den ihm bekannten Projekten, ob das Mischgut mit der Planung überstimmt.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Der Betriebsleiter ruft bei den Bestellern für den Folgetag an und lässt sich die Bestellungen nochmals bestätigen. Außerdem wird bei diesem Gespräch der Abholzeitpunkt festgelegt. Nach Bestätigung der Bestellung wird diese im Wiegesystem von BATSCH angelegt. Wenn mehrere größere Bestellungen zum selben Zeitpunkt abgeholt werden sollen, plant die Mischanlage ein, die Mischanlage bereits früher zu starten um die entsprechenden Mengen vorzumischen und in den Silos einzulagern. Im Falle der Kapazitätsgrenzen, wird mit den zuständigen Bauleitern nach einer Konsenslösung gesucht, bei der einer ausweichen kann. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Partnerfirmen sich bei Großbaustellen bereits früh intern absprechen. Bestellern von Kleinmengen wird eine Uhrzeit zugeteilt, oder sie müssen bei Ankunft warten bis die Mischanlage sie bedienen kann.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Es kommt oft zu Verzögerung der geplanten Einteilung, aufgrund von unpünktlichen Abholungen. Hier muss immer wieder kommuniziert werden, dass auf Pünktlichkeit zu achten ist. Abgesehen davon sind dem Betriebsleiter keine überflüssigen Prozesse bekannt.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Sowohl die interne, als auch externe Kommunikation erfolgt ausschließlich telefonisch.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, sie werden über das Wiegesystem von BATSCH digital erfasst und für die Verrechnung exportiert.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Für die Nachverfolgung von Lieferscheinen, z.B. bei Verlust, werden diese nochmals vom Wiegesystem exportiert und per Mail versandt. Des Weiteren wird das Wiegesystem ebenfalls für das Hinweisen auf die laufenden Prüfungen der werkseigenen Produktionskontrolle verwendet.

A.8 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 7

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Bestellungen werden direkt an die Mischanlage gerichtet und intern vom Mischmeistern bzw. Betriebsleiter weiter bearbeitet. Das Hauptgeschäft stellen die Wochenpläne dar, welche bis spätestens Donnerstag um 19 Uhr bei der Mischanlage ankommen müssen. Bestellungen welche größer als 150 Tonnen sind oder für eine Landes-, Bundes- oder Gemeindebaustelle sind, müssen schriftlich an die Mischanlage versandt werden. Kleinmengen sollten im Idealfall am Vortag bis 15 Uhr angekündigt werden. Laufkundschaften stellen bei dieser Mischanlage die Ausnahme dar.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommende Wochen aufgegeben.
- Per E-Mail werden Bestellungen für Mengen aufgegeben, welche größer 150 Tonnen sind und somit nicht unter Kleinbestellungen fallen.
- Per Telefon - telefonisch können Bestellungen nur von bekannten Personen aufgegeben werden, wobei diese Form nur für Kleinmengen bis 150 Tonnen zur Anwendung kommt.
- Persönlich können Kleinmengen bestellt werden, diese Form kommt jedoch nur selten zur Anwendung

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Die Vorlaufzeiten hängen von den bestellten Mischgutsorten ab. Mischgutsorten welche bei der Anlage regelmäßig bestellt werden können für eine Menge von 200 - 500 Tonnen mit einer Vorlaufzeit von einer Woche, oder im Zuge der Wochenpläne bestellt werden. Für Sorten welche nicht zum Regelfall zählen, können für Mengen bis 200 Tonnen Bestellungen ebenfalls mit einer Woche Vorlaufzeit aufgegeben werden. Darüber hinaus ist für größere Mengen bzw. spezielle Mischgutsorten eine Vorlaufzeit von mindestens 14 Tage einzuhalten.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Es wird händisch eine Liste erstellt welche den zuständigen Personen als Übersicht und zur Erstellung der Lieferscheine dient. Dabei werden neben den für die Verrechnung wesentlichen Punkten, auch die Abholzeit und das Kennzeichen der Frächter notiert. Da die Brückenwaage extern besetzt ist, erfolgt keine Erfassung im Wiegesystem. Die Erfassung der abgeholten Mengen erfolgt durch die Software BPO.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Da die Brückenwaage extern besetzt und betrieben ist, wird hier nur das Gewicht und das Kennzeichen an den Mischmeister weitergeleitet. Dieser weiß auf Basis seiner Übersichtsliste, welches Mischgut zu laden ist. Das Kennzeichen wird dem Mischmeister am PC angezeigt. Interne wird persönlich vor Ort gesprochen bzw. werden notwendige Unterlagen für die Abrechnung bzw. für den Betrieb abgeholt oder per Post versandt. Sollten aufgrund von Verschiebungen, oder zu großer Auslastung Bestellungen nicht bearbeitet werden können, so

werden diese an eine andere Mischanlage weitergeleitet. Es wird mit anderen Mischanlagen kooperiert.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Bei Bestellungen sind die üblichen Fehler Tipp- bzw. Kopierfehler, oder Missverständnisse bei telefonischen Bestellungen. Des Weiteren wird genannt, dass aufgrund fehlender Fachkenntnis oft Mischgut mit zu wenig Angaben bestellt wird.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Aufgrund des großen vorhandenen Lager Volumens, können die üblichen Bestellgrößen ohne Materialnachbestellung bearbeitet werden. Trotzdem erfolgt jeden Freitag, die Prüfung des Lagerbestandes und für den Fall einer Nachbestellung wird am selben Tag bei den Steinbrüchen angefragt bzw. das Bitumen bestellt. Des weiteren wird, das Labor für kommende Woche ebenfalls verständigt, damit diese ausreichend Zeit zur Einteilung haben.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Am Vortag um 15 Uhr werden die Besteller nochmals kontaktiert, um die aufgegeben Bestellungen zu bestätigen. Insbesondere wird hier der Bestellzeitpunkt und die Menge abgeklärt. Am nächsten Tag wird um 6 Uhr in der Früh bevor die ersten Lieferungen erfolgen, nochmals mit den zuständigen Personen gesprochen um, gebrechen auf der Baustelle oder ähnliches auszuschließen und die Bestellung zum Mischen freigeben zu können. Die Einteilung erfolgt unter Absprache mit den Bestellern und wird in Abhängigkeit der bestellten Mischgutsorten und der dafür notwendigen Gesteinskörner bzw. Füller eingeteilt. Prinzipiell werden jene Firmen zuerst bedient die, zeitgerecht bestellt haben und als erstes bei der Mischanlage erschienen sind. Eine prinzipielle Bevorzugung der Partnerfirmen erfolgt nicht. In der Regel werden keine Bestellungen vorproduziert, sondern just-in-time gemischt und abgeladen. Ausnahmen stellen Bestellmengen von über 1000 Tonnen dar, diese werden nach der ersten Bestätigung am Vortag, am Folgetag bereits vorproduziert.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Die Partien einer Bestellfirma sprechen sich nicht ab und geben für denselben Tag mehrere Bestellungen auf. Diese müssen dann durch telefonische Rücksprache auf verschiedene Tage verteilt werden. Des Weiteren ist es schon dazu gekommen, dass Bauleiter nach mehreren Tagen oder Wochen behaupten, dass Ihnen nicht das geliefert worden ist, was sie auch bestellt haben. Hier muss der Betriebsleiter die archivierten Wochenpläne, Übersichtlisten und Tagesberichte durchschauen und diese als Beleg den Bauleitern übermitteln.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Bei Änderungen großer Bestellungen, spezieller Mischungen oder im Fall einer Landes-, Bundes oder Gemeindebaustelle wird per Mail kommuniziert bzw. telefonische besprochene Punkte nochmals per Mail festgehalten. Darüber hinaus wird ausschließlich telefonisch kommuniziert.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, Lieferscheine werden durch die Software BPO digital abgelegt und auch in digitaler Form für die Abrechnung weiterverwendet. Abgesehen vom Ausdruck für den Frächter, werden diese auch in Papierform intern archiviert.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Im Falle einer Nachverfolgung, werden die Lieferscheine eingescannt und als PDF per Mail übermittelt. Die Intervalle für Prüfungen im Sinne der werkseigenen Produktionskontrolle wird durch die Software BPO angegeben.

A.9 Interview Mischmeister AMA Nr. 8

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**
 Wochenpläne und Großbestellungen sollten bis spätestens Donnerstagsabend, für die Folgewoche aufgegeben werden. In der Regel erfolgt die Bestellung Freitag Mittags. Alle Bestellungen werden an die Brückenwaage gerichtet und anschließend in einer Übersichtsliste vermerkt. Bei der Abholung melden sich die Frächter zwecks Wiegung bei der Brückenwaage, während der Mischmeister über eine Gegensprechanlage klärt, welches Mischgut geholt wird und die Silonummer bekannt gibt. Kleinbestellungen müssen bis 15 Uhr für den Folgetag aufgegeben werden. Diese erfordern keine besondere Form.
- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**
 - Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommende Woche aufgegeben. Übermittlung erfolgt per Mail.
 - Per Telefon werden sowohl Kleinbestellungen, als auch Großbestellungen aufgegeben. Teilweise erfolgt auch die Durchsage des Wochenplanes telefonisch.
 - Laufkundschaften stellen bei dieser Mischanlage die Ausnahme dar.
- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**
 Für Mengen größer 1000 Tonnen sollte eine Vorlaufzeit von 14 Tagen eingehalten werden. Des Weiteren muss für spezielle Mischungen wie z.B. Splittmastixasphalt ebenfalls eine Vorlaufzeit von mindestens 14 Tagen eingehalten werden. Bei speziellen Mischungen ist dies oft bei den Bitumenbestellungen zu berücksichtigen, da hier ein Tank freigehalten werden muss.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**
 Die übermittelten Großbestellungen werden in Tagesübersichten handschriftlich zusammengefasst und an den Mischmeister übergeben. Bei Änderungen des Mischgutes oder des Abholtages wird dies ebenfalls, nachträglich auf dem Zettel ergänzt. Eine Erfassung dieser Informationen erfolgt nicht. Die Übersichten werden archiviert. Des Weiteren werden nach Bestätigung der Bestellung, diese für den Folgetag im Wiegesystem von BATSCH angelegt.
- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**
 Die Weiterleitung von Informationen, erfolgt durch den Ausdruck der Wochenpläne, sowie Übergabe bzw. Kopie der Tagesübersichten. Es erfolgt keine digitale Ablegung oder Weiterverwendung der Informationen. Kooperationen mit anderen Mischanlagen sind nicht vorhanden.
- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**
 Es kommt regelmäßig zu kurzfristigen Bestellungen, von größeren Mengen. Diese können

nur mit erheblichen Aufwand und Kooperation der Materiallieferanten bearbeitet werden. Des Weiteren kommt es ebenfalls zu ungenauen Bestellangaben, welche erst durch Telefonate werden können. Unter anderem werden auch Mischgutsorten, außerhalb der Artikelliste bestellt und dabei nicht berücksichtigt, dass diese eine Erstprüfung und damit eine Vorlaufzeit von mindestens 14 Tagen benötigen.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Firmen werden dazu angehalten Großbestellungen bis Donnerstag zu übermitteln, damit der Freitag für die Disposition genutzt werden kann. Der Umstand, dass in der Regel die Bestellungen erst mit Freitag Mittag eintreffen, kann nur bearbeitet werden, da der Steinbruch von dem das Material bezogen wird äußerst flexibel ist und auch kurzfristige Anfragen bedienen kann. Auf Basis dieser Bestellungen wird mit einer ausreichenden Reserve das Material für die Folgewoche bestellt. Besonderes Augenmerk wird auf spezielle Bitumensorten gelegt, da für diese ein Tank geleert werden muss. Bestellungen werden erst am Vortag im Wiegesystem von BATSCH eingetragen, eine Übersicht im Wiegesystem ist daher nicht gegeben. Die Bestellungen werden nicht vorher im Wiegesystem eingetragen, da angegeben wurde dass es zu regelmäßigen Änderungen und Verschiebungen kommt. Die Berechnung der benötigten Materialien erfolgt händisch und kann durch die fehlende digitale Erfassung auch nicht digital unterstützt erfolgen.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Jeweils nach 15 Uhr erfolgt eine erneute Rücksprache mit den Bestellern zur Bestätigung der Mengen, LKW-Anzahl, Abholzeitraum, Einbaupartie und Sorte. Nach der Bestätigung erfolgt die Überprüfung der Machbarkeit der Bestellungen. Sollte es in einem Zeitraum aufgrund mehrfachen Bestellungen zu einer Überlastung führen, werden nach Rücksprache die Abholtag oder der Zeitraum verschoben. Abhängig von den zu mischenden Mengen und Sorten erfolgt die übrige Einteilung. Die festgelegte Silonummer wird auf der Tagesübersicht händisch vermerkt. Bedient werden die Firmen in der Reihenfolge des Eintreffens, es gibt daher keine Priorisierung.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Fehlende Kommunikation mit der Mischanlage, führen oft zu kurzfristigen Bestelländerungen, auf welche aufgrund kurzer Reaktionszeit nur eingeschränkt reagiert werden kann. Hier werden nicht schlechtwetterbedingte Absagen gemeint, sondern z.B. Änderungen der ursprünglich bestellten Mischgutsorte. Aufgrund der ursprünglichen Bestellung, wurden teilweise Kunden verschoben oder abgelehnt, da diese nicht bedient werden konnten. Nach der Änderungen kommt es nochmals zu einer Umstrukturierung des Tagesplanes.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Bauleiter übermitteln Änderungen noch in schriftlicher Form. Alle anderen Prozessbeteiligten kommunizieren ausnahmslos per Telefon.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, sie werden durch das Wiegesystem digital erfasst, allerdings nicht verwendet. Sowohl für Frächter, als auch für Archivierung und Abrechnung werden Ausdrucke verwendet.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Laufende Kontrollen werden vom Wiegesystem, nach Erreichen festgelegter Mengen vorgegeben. Das Prüfprotokoll wird zum dazugehörigen Lieferschein angeheftet. Es kommt bei Restasphaltdeliverungen regelmäßig zum nochmaligen Ausdruck des Lieferscheines, darüber hinaus kommt es zu keinen Nachverfolgungen.

A.10 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 9 und AMA Nr. 10

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Bereits vor mehrere Jahren wurde eine Bestellvorlage für Wochenpläne oder Großbestellungen eingeführt. Diese umfasst alle für die Mischanlage notwendigen Informationen, wie z.B. Kalenderwoche, Datum, Kostenstelle, Bauvorhaben, Bestellnummer, Mischgutbezeichnung, Rezeptnummer, betreffende Mischanlage, usw. Regelmäßige Besteller werden dazu angehalten, die bereitgestellte Vorlage zu verwenden. Für Einzelbestellungen werden Ausnahmen gemacht. Benötigte Prüfungsnachweise, sowie Artikelliste können auf der Mischanlagenwebseiten von eingetragenen Nutzern eingesehen werden. Wochenpläne sowie Großbestellungen müssen bis Donnerstag um 15 Uhr übermittelt werden. Kleinbestellungen können je nach Auslastung für denselben Tag oder bis 15 Uhr für den Folgetag aufgegeben werden.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Als Wochenplan werden Bestellungen meist für die kommende Woche aufgegeben. Übermittlung erfolgt per Mail, auf der bereit gestellten Vorlage.
- Per Mail, werden Mengen über 30 Tonnen aufgegeben.
- Per Telefon werden Kleinbestellungen aufgegeben. Diese werden direkt an den Mischmeister gerichtet und nur im Falle von außergewöhnlichen Mischgutsorten und besonderen Bauvorhaben an den Betriebsleiter weitergeleitet.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Bis 5000 Tonnen reicht in der Regel eine Vorlaufzeit von einer Woche aus. Größere Bestellungen sind aufgrund der Einbindung der Mischanlage in die Kalkulation bereits früher bekannt und werden für die interne Disposition nach Auftragserteilung bereits vermerkt.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Alle Bestellungen werden in einem Deckblatt auf EXCEL zusammengefasst. Anhand des Deckblattes ist die Auslastung der 2 Mischanlagen ersichtlich. Zusätzlich werden die Bestellungen bereits im Wiegesystem von BATSCH hinterlegt, jedoch ohne Eintragung von Datum oder angefragter Menge. Parallel dazu wird während des laufenden Betriebes eine EXCEL-Liste geführt in welcher jede Fuhr aufgelistet wird. Diese wird im weiteren Verlauf dazu genutzt die Umlaufzeiten der Frächter zu berechnen und die Liefermenge im Auge zu behalten. Darüber hinaus wird in einem Notizbuch, jedes Telefonat aufgeschrieben. Hier wird vermerkt, ob es sich um eingehende oder ausgehende Anrufe handelt, der Zweck des Telefonates, die Person, Datum und Uhrzeit. Bei Unstimmigkeiten wird auf alle Aufzeichnungen zurückgegriffen.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Alle angestellten auf der Mischanlage haben einen gemeinsamen Zugriff auf die Übersichtslisten. Außerdem wird jede Mail an alle beteiligten übermittelt, dadurch ist stets die gesamte

Belegschaft informiert. Die Zusammenarbeit beschränkt sich auf die gemeinsam geführten Anlagen AMA Nr. 9 und Nr.10.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Trotz Einsatz der Excel Vorlagen kommt es sowohl beim Bestell-, als auch beim Aufzeichnungsprozess zu Kopier- und Übertragungsfehler. Ein häufig vorkommender Fehler ist die nicht Übereinstimmung der Mischgutbezeichnung mit der Artikelnummer/Rezeptnummer. Durch Nachfrage werden diese Fehler gelöst, wobei bei größeren Mengen oder speziellen Sorten vom Betriebsleiter die Übermittlung einer neuen Bestellung gefordert wird.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Anhand des erstellten Deckblattes, welches Tagesleistung, Gesamtmenge und die bestellten Sorten enthält, kann bereits ermittelt werden, ob alle Bestellungen wie aufgegeben bearbeitet werden können. Beim Erreichen der Auslastungsgrenze, wird nach Rücksprache mit den zuständigen Bauleitern auf andere Tage, Zeiten oder Miaschanlage ausgewichen. Abhängig davon, ob die Bearbeitung einer großen Baustelle ansteht, wird des Materiallager vollständig aufgefüllt oder je nach Preislage der Materialien, das Lager vollständig aufgefüllt oder nur zur Abdeckung der kommenden Woche nachbestellt. Besonders wird bei der Anschaffung von Bitumen, neben den Bestellungen auch die Marktentwicklung verfolgt und bei der Disposition berücksichtigt.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Am Vortag werden alle Besteller kontaktiert, um die Bestellungen zu bestätigen und den Abholungszeitraum abzuklären. Damit alle Bestellungen bedient werden können, kann es dazu kommen das, nach Rücksprache, auf einen späteren Zeitpunkt ausgewichen werden muss. Abhängig von den geplanten Mengen und der errechneten Umlaufzeit erfolgt die Siloeinteilung. Durch die Vorproduktion und vorer geplanten Einteilung sollen Steh- und Wartezeiten verhindert werden. Daher ist die genaue Bekanntgabe und Einheiltung des Abholungszeitraum besonders wichtig. Des Weiteren wird während den Auslieferung, Rücksprache mit den Einbaupolieren gehalten, um diese zu informieren ob die Einbauleistung gesteigert oder gesenkt werden kann.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Bestellmengen werden oft angegeben, ohne diese vorher abzuklären. Dies führt dazu, dass am Vortag nach der Bestellbestätigung, die Menge nochmals hinterfragt und eventuell korrigiert werden muss.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Ausgenommen von groben Änderungen, welche schriftlich übermittelt werden müssen, erfolgt die Kommunikation ausschließlich per Telefon. Diese werden alle sorgfältig dokumentiert.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, diese werden im Wiegesystem digital hinterlegt, jedoch nicht weiter verwendet. Sowohl Archivierung als auch Abrechnung erfolgt in Papierform.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Für die werkseigene Produktionskontrolle wird das Qualitätsmanagement im Wiegesystem verwendet. Für Nachverfolgungen werden Ausdrücke der Lieferschein, EXCEL-Listen bzw. Bestellvorlage und Telefonliste verwendet. Es erfolgt keine digitale Nachverfolgung, da diese nicht in digitaler Form abgelegt werden.

A.11 Interview Mischmeister AMA Nr. 11

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Durch die *Firma X* wurde bereits eine Bestellsoftware eingeführt. Diese deckt Großbestellungen bzw. Wochenbestellungen von eingetragenen Firmen ab. Registrierte Nutzer haben Einblick auf den Kalender der Mischanlage und sehen bereits aufgegebenen Bestellungen und können ihre dahingehend vor Bestellabgabe anpassen. Nach Eintragung aller notwendigen Information wie z.B. Firma, Kontaktperson, Bauvorhaben, Kostenstelle, Mischgutsorte, Menge, Datum, Abholzeitraum usw., ist diese für die Mischanlage sichtbar. Die Anlage hat als Administrator die Berechtigung Änderungen vorzunehmen. Im Falle einer Änderung, unabhängig durch wen diese erfolgt, sind geänderte Bestellungen farblich markiert, bis diese von allen Personen eingesehen wurde. Sowohl bei Bestellabgabe, als auch bei Änderung, erfolgt keine Push-Benachrichtigung. Dies erfordert, dass zwecks Änderungsverfolgung eine regelmäßige Einsicht erfolgen muss. Großbestellungen bzw. Wochenpläne müssen bis spätestens Donnerstags für die Folgewoche aufgegeben werden. Kleinbestellungen bis 20 Tonnen, können am Vortag direkt beim Mischmeister aufgegeben werden.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Eintragung im Kalender der Bestellsoftware. Erfolgt für Wochenpläne und Großbestellungen.
- Per Mail erfolgen Bestellungen nur in seltenen Fällen.
- Per Telefon werden Bestellungen bis 20 Tonnen, direkt beim Mischmeister aufgegeben.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Größere Bestellungen ab ca. 1000 Tonnen, oder Mischgutsorten wie z.B. Splittmastixasphalt sollten mit einer Vorlaufzeit von mindestens 10 Tagen aufgegeben werden.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Über einen Export der Bestellsoftware, wird eine Listendarstellung ausgedruckt, die der Mischanlage als Übersicht dient. besondere Vorkommnisse und Verschiebungen werden händisch dazu geschrieben. Prinzipiell sind die Informationen, in der Bestellsoftware hinterlegt. Diese ist nicht mit dem Wiegesystem verknüpft, dadurch ist es erforderlich die Bauvorhaben für die Bestellungen nochmals händisch anzulegen. Das Anlegen im Wiegesystem von BATSCH, erfolgt erst bei Abholung.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Eine Weiterleitung, ist durch den gemeinsamen Zugriff auf die Webbasierte Bestellsoftware nicht notwendig. Kleinbestellungen können anhand der Lieferscheine nachverfolgt werden. Aufgrund der großen Leistungskapazität der Mischanlage, erfolgt keine Kooperation mit anderen Mischanlagen, jedoch bieten sie anderen Mischanlagen der Partnerfirmen die Möglichkeit an, bei ihnen auszuweichen.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Seit der Einführung der Bestellsoftware, haben sich Fehler auf das Verklicken bei der Mischgutauswahl im Dropdownfeld reduziert.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Am Ende der Woche wird auf Basis, der bisher aufgegeben Großbestellungen das Materiallager aufgefüllt. Die Berechnung dafür, erfolgt noch händisch. Sollte sich aufgrund einer hohen Auslastung bei bestimmten Bestellungen, die Bearbeitung anderer nicht mehr ausgehen, werden diese in der Software nach telefonischer Rücksprache auf einen anderen Zeitpunkt verschoben.
- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Die aufgegeben Bestellungen werden am Vortag nochmal durch die Einbaupolier bestaetigt. Dabei wird im besonderen die Menge und der Abholzeitraum nochmals abgeklärt. Auf Basis der erforderlichen Mengenleistung wird der Arbeitsbeginn festgelegt. Des weiteren wird auch festgelegt, ob Teile der Bestellung vorgemischt und im Silo gelagert werden. In der Regel werden die Bestellungen erst beim Eintreffen der Frächter gemischt.
- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Das nochmalige übertragen der Bestellungen aus der Bestellsoftware in das Wiegesystem.
- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die Kommunikation beschränkt sich auf das Telefon.
- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, die Lieferscheine werden am Bildschirm des Abholterminals unterschrieben und digital abgelegt. Den einzigen Ausdruck erhält der Frächter. Im 2 Stundentakt erfolgt ein Export der Lieferscheine an die kaufmännische Abteilung. Innerhalb der Mischanlage sind die Lieferscheine durch des Wiegesystem abgelegt.
- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Im Falle eines Verlustes bzw. zur Nachverfolgung eines bestimmten Tages, können Lieferscheine rückwirkend über das Wiegesystem exportiert werden. Durch die Lieferscheine ist außerdem bekannt, wann die nächste Prüfung im Sinne der werkseigenen Produktionskontrolle ansteht. Durch die Bestellsoftware und dem eingespeicherten Bestellverlauf bzw. Änderungsverlauf kann auch der Verlauf vergangener Bestellungen eingesehen werden.s

A.12 Interview Betriebsleiter AMA Nr. 12

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Durch die städtische Lage der Mischanlage, werden neben Großbestellungen aus Wochenpläne, auch eine Vielzahl an Kleinbestellungen bearbeitet. Kleinbestellungen werden in Regel direkt beim Mischmeister aufgegeben, welcher je nach Auslastung diese annimmt und einen Abholzeitraum vorgibt. Kleinbestellungen werden meist für den selben Tag aufgegeben bzw. erfolgen durch persönliche Anfrage direkt vor Ort. Großbestellungen werden an den Betriebsleiter gesandt. Die Bestellvorgänge für müssen in den zu bearbeitenden Baugebieten unterschieden werden. 2 der 4 Gebiete übermitteln ihre Bestellungen per Mail, die anderen 2 geben die Bestellungen per Telefon durch.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Per Mail werden Bestellungen als Wochenplan für die Folgewoche übermittelt.
- Per Telefon werden sowohl Wochenpläne durchgegeben als auch Kleinbestellungen.
- Persönlich können sowohl registrierte als auch nicht registrierte Kunden, welche jedoch Bar vor Ort zahlen müssen, bestellen.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Vorlaufzeiten hängen stark von der aktuellen Auslastung ab. In der Regel reicht für Bestellungen ab ca. 500 Tonnen eine Vorlaufzeit von 1-2 Tagen aus, bei Bestellungen ab 1000 Tonnen sollte eine Vorlaufzeit von mindestens 3-4 Tagen eingehalten werden. Da die Mischanlage ebenfalls Gussasphalt mischt, muss bei speziellen Mischungen eine Vorlaufzeit von mindestens 3 Wochen eingehalten werden. Dies ist dadurch bedingt, dass die Silos und Tänke für den Gussasphalt belegt sind.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Die übermittelten Bestellungen werden handschriftlich auf einer Übersichtsliste festgehalten. Teilweise erfolgt die Bearbeitung von größeren Baustellen mit der Software BPO. Das Anlegen der Bestellungen im Wiegesystem von BATSCHE erfolgt erst am Vortag. Die eingelangten Bestellungen bzw. die erstellten Übersichtslisten werden nicht digital abgelegt oder aufgezeichnet.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Bestelllisten, Übersichtslisten oder Mitschriften werden als Kopie zwischen den Beteiligten ausgetauscht. Restliche Absprachen erfolgen über das Telefon. Aufgrund der geringen Kapazität der Mischanlage, wird öfter auf andere Mischanlagen in näherer Umgebung ausgewichen. Bei diesen wird vorab telefonisch angefragt, ob eine Weiterleitung zu ihnen momentan möglich ist.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Häufige Fehler bei Mailbestellungen sind Kopier- und Tippfehler, durch welche entweder falsches Mischgut bestellt wird oder eine Sorte kreiert wird, die so nicht existieren bzw. produziert werden können. Des Weiteren kommt es durch einen verspäteten Informationsfluss, zu späten Bestellaufgaben und zu späten Bekanntgaben von Leistungsänderungen nach Auftragserteilung eines gewonnen Projektes.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Da kein großes Lager vorhanden ist, wird auf Basis der bis Freitag eingelangten Bestellungen, die benötigten Materialien errechnet und das Lager mit einem 40% Überschuss aufgefüllt. Dieser dient dazu abgerufene Mehrmengen und Kleinbestellungen abdecken zu können.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Für den Folgetag erfolgt die Einteilung ab 15 Uhr. Dabei wird nochmal mit den zuständigen Einbaupolieren oder Partieführern Rücksprache gehalten. Da die Leistungskapazität nur gering ist, werden Großbestellungen vorgemischt und im Silo gelagert. Kleinbestellungen werden in der Regel erst zu einem späteren Zeitpunkt bearbeitet und wird eine Uhrzeit zugeteilt. Sollte es laut Planung zum Überschreiten der Kapazitätsgrenze kommen, erfolgt eine erneute Feinabstimmung mit den zuständigen Personen. Priorisierungen sind nur mit einer ausreichenden Vorlaufzeit gegeben, ansonsten werden die Bestellungen in einer Reihenfolge bearbeitet, welche für die Mischanlage aus technischer Sicht die schnellste Bearbeitung erlaubt. Dies kann dazu führen, dass Frächter die bereits früher bei der Mischanlage eingetroffen sind trotz dessen nicht als erstes beladen werden.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Da die Mengenleistung oft nicht bekanntgegeben wird, kann dies zu Problemen bzw. Unklarheiten bei der Ablaufplanung führen. Hier ist demzufolge erneut Rücksprache zu halten.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Weitere Kommunikation, nach der erfolgten Bestellung, erfolgt ausschließlich über das Telefon.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Lieferscheine werden im Wiegesystem von BATSCH digital erfasst, jedoch nicht weiter verwendet.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Laufende Kontrollen werden vom Wiegesystem, nach Erreichen festgelegter Mengen vorgegeben. Zweckes Nachverfolgungen werden benötigte Lieferscheine erneut eingescannt und an die betroffenen Personen übermittelt.

A.13 Interview Betriebsleiter und Mischmeister AMA Nr. 13

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Großbestellungen und Wochenpläne werden für 2 Baugebiete der *Firma X* und darüber hinaus an weitere Fremdfirmen beliefert. Diese müssen ihre Bestellungen soweit wie möglich im voraus bekanntgeben. Großbestellungen sollten spätestens am Donnerstag für die Folgewoche aufgegeben werden, jedoch hat es sich bei dieser Mischanlage etabliert, die Großbestellungen nicht nur Wochenweise voraus zu planen, sondern über mehrere Monate. Zum Zeitpunkt des Interviews, 28.10.2020, wurde bereits das restliche Jahr durchgeplant. Für Großbestellungen muss der Besteller eine, von der Mischanlage zur Verfügung gestellten, EXCEL-Vorlage verwenden. Kleinbestellungen werden in der Regel auch soweit bekannt, aufgegeben. Bestellungen von kleineren Betrieben, für eine Menge von 10-50 Tonnen müssen mindestens einen Tag vorher aufgegeben werden. Des weiteren wird zwischen registrierten und unregistrierten Kunden welche auf Rechnung zahlen müssen, unterschieden. Großbestellungen werden an den Betriebsleiter gerichtet, der die für die Monatsplanung verantwortlich ist. Kleinbestellungen werden in der Regel direkt mit dem Mischmeister besprochen und eingeteilt.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Wochen- und Monatspläne werden auf einer EXCEL-Vorlage eingetragen und per Mail übermittelt.
- Per Mail, werden Mengen über 50 Tonnen aufgegeben.
- Per Telefon werden Kleinbestellungen bis 50 Tonnen, direkt beim Mischmeister, aufgegeben.
- Laufkundschaften können Bestellungen für Mengen von 3 bis 10 Tonnen aufgeben.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Die optimale Vorlaufzeit, hängt von der Größe der Bestellung ab. Im Falle von Bestellungen über 50 Tonnen sollten diese in der Regel mit einer Vorlaufzeit von einer Woche aufgegeben werden. Größere Bauvorhaben wie z.B. Autobahnen oder Bundes- und Landesstraßen bedürfen einer Vorlaufzeit von mehrere Wochen bzw. Monaten. Kleinbestellungen bis 10 Tonnen können, je nach Auslastung, am selben Tag angenommen und bearbeitet werden. Bestellungen zwischen 10 und 50 Tonnen müssen am Vortag bekanntgegeben werden.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Die Bestellungen werden soweit möglich im voraus gesammelt und aus den EXCEL-Listen in einer EXCEL-Übersichtsliste zusammengefügt. Es werden nur Großbestellungen mittels der Übersichtsliste erfasst. Kleinbestellungen werden aufgrund der Kurzfristigkeit nur händisch auf einem Ausdruck der Übersichtsliste vermerkt. Die Hinterlegung im Wiegesystem von BATSCH erfolgt erst bei Ankunft des ersten Frächters.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Im Netzwerk innerhalb der Mischanlage haben alle zuständigen Personen Einsicht auf die EXCEL-Listen und Übersichtslisten. Des Weiteren werden Kopien für die weitere Ablage und Bearbeitung verteilt. Aufgrund der geografischen Lage, ist eine Zusammenarbeit mit anderen Mischanlagen nicht möglich. Dies wurde bereits getestet und ist aufgrund der schlechten Erfahrungen eingestellt worden.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Nein, aufgrund der Bestellvorlage kann es zu keiner Auswahl von Mischgutsorten kommen, welche nicht von der Mischanlage hergestellt werden können bzw. nicht existieren.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Die Übersichtslisten bieten der Mischanlage, die Möglichkeit einer ausreichend genauen Langzeitplanung. Durch die Bekanntgabe von großen Bauvorhaben in naher Zukunft, werden andere Besteller bereits darüber informiert, dass in diesem Zeitraum keine Bestellungen angenommen werden. Außerdem werden Steinbrüche ebenfalls über anstehende Projekte informiert, damit diese den entsprechenden Rohstoffe rechtzeitig bereitstellen können. Zwecks Bitumenanschaffung, können durch die Langzeitplanung neben der aktuellen Auftragslage auch auf wirtschaftliche Schwankungen reagiert werden. In der Regel wird das Bitumen am Freitag bestellt und je nach Bedarf nachbestellt. Das Rohstofflager wird für die kommenden Wochen, mit einer ausreichenden Reserve gefüllt. Die Berechnung dafür erfolgt händisch.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Bestellungen für die Folgewoche oder des Folgetages, werden vor Produktion telefonisch bestätigt. In der Früh werden die zuständigen Personen kontaktiert, um die Feinabstimmung für den Folgetag vornehmen zu können. Neben der Menge und dem Mischgut wird in der Abholzeitraum genauer definiert. Im Falle eines großen Bauvorhabens, wird eine Ladeliste übermittelt. Hier wurden im Zusammenhang mit der Software BPO bereits gute Erfahrungen gemacht. Laufende Bestellungen werden händisch notiert und nach Möglichkeit bearbeitet. Aufgrund der großen Kapazität, gibt es keine Priorisierung von Firmen.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

Durch fehlende Kommunikation der Ausführenden, kommt es öfter dazu, dass die Anlage heruntergefahren wird und durch unerwartetes erneutes Eintreffen von Frächtern, erneut hochgefahren werden muss. Dies führt zu einem starken Brennstoffverbrauch. Durch den Einsatz der Software BPO konnten solche Vorfälle reduziert werden.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die Kommunikation erfolgt per Telefon.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Die Lieferscheine werden durch das Wiegesystem von BATSCH, digital erfasst, jedoch nicht weiter verwendet. Sie werden sowohl zur Archivierung, Verteilung als auch Abrechnung in Papierform verteilt.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Die werkseigene Produktionskontrolle erfolgt nicht über Lieferscheine oder das Wiegesystem,

sondern werden direkt von der Bedienungssoftware der Firma BENNINGHOVEN und dem, bei der Mischanlage ansässigen, Labor koordiniert. Zwecks Nachverfolgung werden die abgelegten Ausdrücke verwendet.

A.14 Interview Mischmeister AMA Nr. 14

Ablauf-Bestellprozess

- **Wie läuft ein typischer Bestellvorgang ab?**

Die Anlage ist im Besitz der *Firma X*, die auch hauptsächlich alle Bestellungen bei dieser Anlage aufgibt. Großbestellungen werden aufgrund der Größe der Anlage, sowie der geografischen Lage nur von der *Firma X* aufgegeben. Diese werden bis Freitag an den Betriebsleiter übermittelt. Kleinmengen werden auch von Fremdfirmen abgerufen, welche in der Regel bis zu ca. 20 Tonnen umfassen. Dafür wird direkt mit dem Mischmeister Kontakt aufgenommen und können in den meisten Fällen auch am selben Tag bearbeitet werden.

- **In welcher Form wird eine Bestellung aufgegeben?**

- Per Mail werden Großbestellungen an den Betriebsleiter übermittelt.
- Per Telefon können Kleinmengen bis 20 Tonnen bestellt werden.
- Persönlich vor Ort können Kleinmengen bis 20 Tonnen bestellt werden.

- **Was ist die optimale Vorlaufzeit, in Hinsicht auf größere Mengen bzw. spezielle Mischungen?**

Durch die geringe Auslastung der Anlage, ist die Vorlaufzeit abhängig von Lagerstand. Größere Mengen sind mit einer Vorlaufzeit von 1-2 Tagen abrufbar. Spezielle Mischgutsorten wie z.B. Splittmastixasphalt benötigen zumindest eine Vorlaufzeit von einer Woche. Großprojekte wie z.B. eine Autobahn müssen mindestens einen Monat im voraus geplant werden.

Bestellinformationen und deren Verwendung

- **In welcher Form erfolgt die Aufzeichnung dieser Informationen? Wird evtl. schon ein Programm zur Erfassung genutzt?**

Bestellungen werden, sobald diese bekannt sind, bereits im Wiegesystem von BATSCH angelegt. Darüber hinaus wird keine digitale Aufzeichnung geführt. Auf einem Ausdruck des übermittelten Wochenplanes, werden Kleinbestellungen händisch ergänzt.

- **Wie erfolgt die Weiterleitung von Informationen, wer erhält diese? In Bezug auf z.B. Materialbestellungen oder Zusammenarbeit mit anderen AMA.**

Innerhalb der Anlage werden Listen in das Postfach des Mischmeisters gelegt. Weitere Kommunikationen erfolgen über das Telefon. Die Zusammenarbeit mit anderen Anlagen ist aufgrund der Entfernung nicht möglich.

- **Gibt es typische Probleme beim Bestell- und Aufzeichnungsprozess? Wie könnte man diese optimieren?**

Aufgrund des geringen Bestellaufkommens und dass das Hauptgeschäft aus dem eigenen Haus kommt, führt dies zu einer sehr geringen Fehleranzahl, welche sich auf Einzelfälle beschränken.

Produktion

- **Wie erfolgt die Produktionsplanung?**

Unabhängig vom Bestellaufkommen, wird das Lager immer voll gehalten. Dies ist bedingt durch die langen Transportwege, welche bei Engpässen, zu Ausfällen führen könnten.

Darüber hinaus müssen spezielle Sorten ausreichend Früh bekanntgegeben werden, da die Rohstoffe nach Bekanntgabe bereits gelagert werden müssen.

- **Wie erfolgt die Einteilung des Produktionstages (Gibt es Priorisierungen von Firmen oder Bestellzeitpunkten)?**

Die Feinabstimmung erfolgt am Abend des Vortages mit den zuständigen Einbaupolieren. Hier wird der Zeitraum nochmals genau abgestimmt, da in der Regel das Mischgut vorgemischt wird. Eine genauere Einsatzplanung gibt es, aufgrund der geringen Auslastung, nicht.

- **Sind Ihnen redundante Prozessvorgänge aufgefallen?**

In der Regel wird weniger bestellt, als benötigt wird. Dies erfordert einen regen Austausch zwischen den Ausführenden und dem Mischmeister.

- **Wird zwischen den Prozessbeteiligten kommuniziert?**

Die gesamte Kommunikation erfolgt telefonisch.

- **Werden Lieferscheine digital erfasst?**

Ja, sie werden digital erfasst und auch weiter verwendet. Den einzigen Ausdruck erhält der Frächter. Archivierung und Abrechnung erfolgt in digitaler Form.

- **Werden Lieferscheine für die Produktionsüberwachung bzw. Nachverfolgung weiterverwendet?**

Sowohl die Produktionsüberwachung, als auch für die Nachverfolgung, wird das Wiegesystem der Firma BATSCH verwendet.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



A.15 Übersicht der notwendigen Bestellinformationen

AMA	1	2	3	4	5	6	7
Besteller (Firma und Person)	X	X	X	X	X	X	X
Partie	X	X	X	X	X	X	X
Bauvorhaben	X	X	X	X	X	X	X
Kostenstelle	X	X	X	X	X	X	X
Mischgutsorte	X	X	X	X	X	X	X
Menge in Tonnen	X	X	X	X	X	X	X
Mengenleistung V/h							
Abholtag	X	X	X	X	X	X	X
Abholzzeitraum	X	X	X	X	X	X	X
LKW-Anzahl	X	X	nur für Bestellungen >800 Tonnen	nur für Bestellungen >800 Tonnen	X	X	X
zusätzlich notwendige Informationen (Freitext)			-) Bauvorhaben die besonderen Bestimmungen unterliegen wie z.B.: Landesstraße, Schnellstraße, Bundesstraße, öffentlicher Gehweg, usw. -) Anforderungen Labor notwendig oder wird dies selbst informiert?	-) Bauvorhaben die besonderen Bestimmungen unterliegen wie z.B.: Landesstraße, Schnellstraße, Bundesstraße, öffentlicher Gehweg, usw. -) Anforderungen Labor notwendig oder wird dies selbst informiert?	-) Anforderungen Labor notwendig oder wird dies selbst informiert?		
AMA	8	9	10	11	12	13	14
Besteller (Firma und Person)	X	X	X	X	X	X	nur für externe Firmen
Partie	X	X	X	X	X	X	
Bauvorhaben	X	X	X	X	X	X	X
Kostenstelle	X	X	X	X	X	X	X
Mischgutsorte	X	X	X	X	X	X	X
Menge in Tonnen	X	X	X	X	X	X	X
Mengenleistung V/h		nur für Großbestellungen	nur für Großbestellungen	X		X	
Abholtag	X	X	X	X	X	X	X
Abholzzeitraum	X	nur für Großbestellungen	nur für Großbestellungen	X	X	X	X
LKW-Anzahl	X	X	X	X	X	X	X
zusätzlich notwendige Informationen (Freitext)		-) Anforderungen Labor notwendig oder wird dies selbst informiert? -) maximale Nutzlast der LKW's	-) Anforderungen Labor notwendig oder wird dies selbst informiert? -) maximale Nutzlast der LKW's	-) Anzahl der Straßenfertiger	-) Bauvorhaben die besonderen Bestimmungen unterliegen wie z.B.: Landesstraße, Schnellstraße, Bundesstraße, öffentlicher Gehweg, usw.		

A.16 Statistische Auswertung der Lieferscheine aus den Geschäftsjahren 2017–2020

AMA			1
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			30 t
Produktionszeitraum April bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	4.194	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	2.692	64,19%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.502	35,81%	
Gesamtmenge [2017-2020]	239.043 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	34.672 t	14,50%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	204.371 t	85,50%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	16.225		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	1.049	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	673	64,19%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	375	35,77%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	59.761 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	8.668 t	14,50%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	51.093 t	85,50%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	13 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	136 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	4.056		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	1.002	5.717 t	2,39%
10-20 Tonnen	1.186	16.536 t	6,92%
20-30 Tonnen	504	12.418 t	5,19%
30-40 Tonnen	278	9.416 t	3,94%
40-50 Tonnen	246	10.918 t	4,57%
50-75 Tonnen	308	18.511 t	7,74%
75-100 Tonnen	157	13.640 t	5,71%
100-150 Tonnen	175	21.309 t	8,91%
150-200 Tonnen	91	15.673 t	6,56%
200-300 Tonnen	86	20.920 t	8,75%
300-450 Tonnen	73	26.932 t	11,27%
>450 Tonnen	88	67.052 t	28,05%

AMA		9
Parameter der Auswertung		
Maximal Größe Kleinbestellung		30 t
Produktionszeitraum April bis Dezember		
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	%-Verteilung
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	2.843	100,00%
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	1.716	60,36%
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.127	39,64%
Gesamtmenge [2017-2020]	240.376 t	100,00%
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	21.701 t	9,03%
Menge Großbestellungen [2017-2020]	218.675 t	90,97%
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	14.956	
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	711	100,00%
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	429	60,36%
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	282	39,64%
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	60.094 t	100,00%
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	5.425 t	9,03%
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	54.669 t	90,97%
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	13 t	
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	194 t	
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	3.739	

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	%-Verteilung
0-10 Tonnen	755	3.817 t	1,59%
10-20 Tonnen	558	7.850 t	3,27%
20-30 Tonnen	403	10.034 t	4,17%
30-40 Tonnen	160	5.471 t	2,28%
40-50 Tonnen	121	5.404 t	2,25%
50-75 Tonnen	196	11.557 t	4,81%
75-100 Tonnen	132	11.392 t	4,74%
100-150 Tonnen	134	16.288 t	6,78%
150-200 Tonnen	83	14.297 t	5,95%
200-300 Tonnen	107	25.912 t	10,78%
300-450 Tonnen	74	26.839 t	11,17%
>450 Tonnen	120	101.515 t	42,23%

AMA			10
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			30 t
Produktionszeitraum April bis November			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	2.397	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	1.729	72,13%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	668	27,87%	
Gesamtmenge [2017-2020]	120.719 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	17.873 t	14,81%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	102.846 t	85,19%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	8.778		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	599	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	432	72,13%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	167	27,87%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	30.180 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	4.468 t	14,81%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	25.712 t	85,19%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	10 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	154 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	2.195		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	1.009	5.311 t	4,40%
10-20 Tonnen	495	6.974 t	5,78%
20-30 Tonnen	225	5.588 t	4,63%
30-40 Tonnen	138	4.735 t	3,92%
40-50 Tonnen	71	3.155 t	2,61%
50-75 Tonnen	134	8.247 t	6,83%
75-100 Tonnen	63	5.438 t	4,51%
100-150 Tonnen	64	7.798 t	6,46%
150-200 Tonnen	39	6.619 t	5,48%
200-300 Tonnen	67	16.337 t	13,53%
300-450 Tonnen	33	11.821 t	9,79%
>450 Tonnen	59	38.697 t	32,06%

AMA			11
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			25 t
Produktionszeitraum April bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	6.917	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	3.898	56,35%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	3.019	43,65%	
Gesamtmenge [2017-2020]	420.141 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	36.158 t	8,61%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	383.983 t	91,39%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	30.446		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	1.729	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	975	56,35%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	755	43,65%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	105.035 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	9.040 t	8,61%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	95.996 t	91,39%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	9 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	127 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	7.612		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	2.314	10.986 t	2,61%
10-20 Tonnen	1.240	17.509 t	4,17%
20-30 Tonnen	709	17.677 t	4,21%
30-40 Tonnen	415	14.325 t	3,41%
40-50 Tonnen	356	15.805 t	3,76%
50-75 Tonnen	529	32.491 t	7,73%
75-100 Tonnen	296	25.881 t	6,16%
100-150 Tonnen	370	45.656 t	10,87%
150-200 Tonnen	190	32.444 t	7,72%
200-300 Tonnen	217	52.912 t	12,59%
300-450 Tonnen	135	48.545 t	11,55%
>450 Tonnen	146	105.909 t	25,21%

AMA			12
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			40 t
Produktionszeitraum Jänner bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	17.427	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	15.447	88,64%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.980	11,36%	
Gesamtmenge [2017-2020]	399.618 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	139.521 t	34,91%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	260.097 t	65,09%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	36.768		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	4.357	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	3.862	88,64%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	495	11,36%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	99.905 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	34.880 t	34,91%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	65.024 t	65,09%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	9 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	131 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	9.192		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	10.072	38.261 t	9,57%
10-20 Tonnen	3.459	48.412 t	12,11%
20-30 Tonnen	1.367	33.833 t	8,47%
30-40 Tonnen	549	19.015 t	4,76%
40-50 Tonnen	369	16.350 t	4,09%
50-75 Tonnen	565	34.214 t	8,56%
75-100 Tonnen	296	25.771 t	6,45%
100-150 Tonnen	279	34.116 t	8,54%
150-200 Tonnen	142	24.755 t	6,19%
200-300 Tonnen	159	38.887 t	9,73%
300-450 Tonnen	100	35.760 t	8,95%
>450 Tonnen	70	50.244 t	12,57%

AMA			13
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			50 t
Produktionszeitraum März bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	2.947	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	1.810	61,42%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.137	38,58%	
Gesamtmenge [2017-2020]	460.525 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	27.619 t	6,00%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	432.906 t	94,00%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	24.058		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	737	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	453	61,42%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	284	38,58%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	115.131 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	6.905 t	6,00%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	108.227 t	94,00%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	15 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	381 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	6.015		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
10	828	4.053 t	0,88%
20	470	6.694 t	1,45%
30	221	5.484 t	1,19%
40	156	5.367 t	1,17%
50	135	6.022 t	1,31%
75	239	14.911 t	3,24%
100	108	9.416 t	2,04%
150	171	21.259 t	4,62%
200	114	19.689 t	4,28%
300	135	33.026 t	7,17%
450	117	42.490 t	9,23%
>450	253	292.115 t	63,43%

AMA			14
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			20 t
Produktionszeitraum März bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	2.295	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	1.443	62,88%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	852	37,12%	
Gesamtmenge [2017-2020]	160.149 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	9.253 t	5,78%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	150.896 t	94,22%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	10.183		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	574	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	361	62,88%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	213	37,12%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	40.037 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	2.313 t	5,78%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	37.724 t	94,22%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	6 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	177 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	2.546		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	1.077	4.099 t	2,56%
10-20 Tonnen	366	5.154 t	3,22%
20-30 Tonnen	195	4.847 t	3,03%
30-40 Tonnen	104	3.582 t	2,24%
40-50 Tonnen	74	3.285 t	2,05%
50-75 Tonnen	105	6.407 t	4,00%
75-100 Tonnen	74	6.483 t	4,05%
100-150 Tonnen	97	11.852 t	7,40%
150-200 Tonnen	39	6.618 t	4,13%
200-300 Tonnen	46	11.095 t	6,93%
300-450 Tonnen	25	9.142 t	5,71%
>450 Tonnen	93	87.587 t	54,69%

AMA			15
Parameter der Auswertung			
Maximal Größe Kleinbestellung			50 t
Produktionszeitraum Jänner bis Dezember			
Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	% - Verteilung	
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	22.439	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	20.455	91,16%	
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.984	8,84%	
Gesamtmenge [2017-2020]	517.015 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	187.240 t	36,22%	
Menge Großbestellungen [2017-2020]	329.775 t	63,78%	
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	45.558		
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	5.610	100,00%	
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	5.114	91,16%	
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	496	8,84%	
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	129.254 t	100,00%	
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	46.810 t	36,22%	
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	82.444 t	63,78%	
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	9 t		
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	166 t		
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	11.390		

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	% - Verteilung
0-10 Tonnen	13.716	54.769 t	10,59%
10-20 Tonnen	4.311	57.394 t	11,10%
20-30 Tonnen	1.316	32.264 t	6,24%
30-40 Tonnen	666	22.845 t	4,42%
40-50 Tonnen	446	19.968 t	3,86%
50-75 Tonnen	647	39.987 t	7,73%
75-100 Tonnen	317	27.433 t	5,31%
100-150 Tonnen	394	47.880 t	9,26%
150-200 Tonnen	199	34.473 t	6,67%
200-300 Tonnen	204	49.482 t	9,57%
300-450 Tonnen	117	42.387 t	8,20%
>450 Tonnen	106	88.133 t	17,05%

AMA	Durchschnitt
Parameter der Auswertung	
Maximal Größe Kleinbestellung	34 t

Auswertungskriterium	Menge / Anzahl	%-Verteilung
Anzahl der Bestellungen [2017-2020]	7.682	100,00%
Anzahl der Kleinbestellungen [2017-2020]	6.149	80,04%
Anzahl der Großbestellungen [2017-2020]	1.534	19,96%
Gesamtmenge [2017-2020]	319.698 t	100,00%
Menge Kleinbestellungen [2017-2020]	59.255 t	18,53%
Menge Großbestellungen [2017-2020]	260.444 t	81,47%
Anzahl Lieferscheine [2017-2020]	23.372	
Anzahl der Bestellungen [Durchschnitt/Jahr]	1.921	100,00%
Anzahl der Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	1.537	80,04%
Anzahl der Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	383	19,96%
Gesamtmenge [Durchschnitt/Jahr]	79.925 t	100,00%
Menge Kleinbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	14.814 t	18,53%
Menge Großbestellungen [Durchschnitt/Jahr]	65.111 t	81,47%
Größe Kleinbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	11 t	
Größe Großbestellung [Durchschnitt aus 2017-2020]	183 t	
Anzahl Lieferscheine [Durchschnitt/Jahr]	5.843	

Größenordnung	Bestellanzahl	Liefermenge [t]	%-Verteilung
0-10 Tonnen	3.847	15.877 t	4,33%
10-20 Tonnen	1.511	20.815 t	6,00%
20-30 Tonnen	618	15.268 t	4,64%
30-40 Tonnen	308	10.595 t	3,27%
40-50 Tonnen	227	10.113 t	3,06%
50-75 Tonnen	340	20.791 t	6,33%
75-100 Tonnen	180	15.682 t	4,87%
100-150 Tonnen	211	25.770 t	7,85%
150-200 Tonnen	112	19.321 t	5,87%
200-300 Tonnen	128	31.071 t	9,88%
300-450 Tonnen	84	30.489 t	9,48%
>450 Tonnen	117	103.907 t	34,41%