ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Hölczli, Andreas

Research Report

Technologiegeunterstützte Anlieferstrategien bei Baumaßnahmen im Bestand - TABB. Schlussbericht, AIF/ IGF-Vorhaben 17167

Suggested Citation: Hölczli, Andreas (2014) : Technologiegeunterstützte Anlieferstrategien bei Baumaßnahmen im Bestand - TABB. Schlussbericht, AIF/ IGF-Vorhaben 17167, Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V., Bremen, http://www.bvl.de/forschung/forschungsfoerderung/abgeschlossene-projekte/projekte/17167-tabb

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/120411

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

1, Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS

zu dem über die

im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **17167**

Technologieunterstützte Anlieferstrategien bei Baumaßnahmen im Bestand

(Bewilligungszeitraum: 01/2012 - 12/2013)

der AiF-Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik BVL e.V.

Nürnberg, 11.04.2014
Ort, Datum

Andreas Hölczli
Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 17167 der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik BVL e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zusammenfassung

Die geringe Integration der Versorgungsketten in der Baubranche bildet die Grundlage für eine Vielzahl von Herausforderungen. Die mangelhafte Kommunikation zwischen den zahlreichen Schnittstellen auf der Baustelle hat einen umfangreichen und ineffizienten Informationsfluss zur Folge. Demnach werden die Transparenz und die Nachvollziehbarkeit der logistischen Prozesse negativ beeinflusst. Diese Probleme der zeitlich und finanziell suboptimalen Prozessketten zeigen sich bei Baumaßnahmen im Bestand in Form von Schwund, mangelhaften Lagerstrukturen sowie unnötigen Arbeiten. Zusätzlich werden durch fehlerhafte Lieferungen und die damit verbundenen langen Wartezeiten Logistikkosten unnötig in die Höhe getrieben.

Vor diesem Hintergrund zeichnet sich ein Trend in Richtung zentraler und digitaler Lösungen, die Informationen über den Material- und Informationsflüsse bündeln und gezielt bereitstellen. Gleichzeitig werden seitens der Baubranche weiterhin konventionelle Informationswege, wie beispielsweise Telefonate und Lieferscheine, in unübersichtlichen Lieferprozessen eingesetzt, wodurch die Transparenz der Flüsse erheblich beeinträchtigt wird. Um die daraus resultierenden und bisher ungenutzten Potenziale der Zentralisierung, Standardisierung und Transparenz erschließen zu können, untersuchte das Forschungsprojekt TABB die Potentiale einer zentralen Softwarelösung, bei der jeder Partei eines Bauvorhabens essentielle Daten zum Materialfluss, relevante Informationen und eine Kommunikationsplattform zur Verfügung steht. Durch die Funktionen der modular aufgebauten Software sollen die ineffizienten Aspekte bisheriger Bauvorhaben beseitigt und die Nachvollziehbarkeit der Prozessketten deutlich verbessert werden.

Das Forschungsvorhaben schafft die Voraussetzungen zur Realisierung eines solchen Konzepts, indem eine Supply-Chain-übergreifende Online-Plattform entwickelt wurde. Ansätze aus der klassischen Logistik und innovative IT-Lösungen wurden dabei erstmals auf eine traditionsbehaftete Branche übertragen. Während des Projektes konnte gezeigt werden, dass dieser Ansatz maßgeblich dazu beitragen kann Logistikkosten zu reduzieren.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Inhalt

1. Einleitung 1

1.1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstel- lung 1

1.2. Forschungsziel 4

1.3. Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels 4

2. Stand der Technik und Forschung 7

2.1. Definitionen relevanter Begriffe 7

2.1.1. Logistik 7

2.1.2. Baulogistik 7

2.1.3. Lean Management und Lean Construction 9

2.2. Rahmenbedingungen der Baubranche 9

2.2.1. Niedriger Standardisierungsgrad 10

2.2.2. Ortsgebundenheit des Bauprozesses 11

2.2.3. Arbeiten unter „freiem Himmel“ 11

2.2.4. Zeitraum der Fertigung 12

2.2.5. Arbeitsteiligkeit und Fragmentierung der Baubranche 12

2.2.6. Gesetzliche Rahmenbedingungen 12

2.2.7. Mangelnde Rechtssicherheit und intransparente Kostenstrukturen 13

2.2.8. Fehlende Innovationsbereitschaft 13

2.2.9. Unprofessionelle Auftragsabwicklung 13

2.3. Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand 13

2.3.1. Konkurrierende Flächennutzung 13

2.3.2. Begrenzte Lagerverhältnisse 14

2.3.3. Schutz und Rücksichtnahme auf umliegende Grundstücke, Gebäude und Anwohner 14

2.4. Bewertung der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand 15

2.5. Kategorisierung von Baumaßnahmen im Bestand 18

2.5.1. Maßnahmen zur Erhaltung 18

2.5.2. Maßnahmen zur Erneuerung 18

2.6. Anlieferkonzepte der Baubranche 21

2.6.1. Festbaustoffanlieferungen 21

2.6.1.1. Traditionelle Anlieferung 21

2.6.1.2. Werkslieferung 23

2.6.1.3. Anlieferung zum Handwerker 24
2.6.2. Flüssigbaustoffanlieferungen 25
2.6.2.1. Anlieferung im Schleifenbetrieb 25
2.6.2.2. Anlieferung durch mobile Logistik-Mischstationen 27
2.6.3. Zusammenführung der Schwachstellen der Anlieferkonzepte und des Gesamtprozesses 29
2.7. Vorhandene Technologien zur Unterstützung baulogistische Prozesse 30
2.7.1. Navigations- und Lokalisierungstechnologien 31
2.7.1.1. Navstar GPS 31
2.7.1.2. WLAN Navigation 31
2.7.1.3. Galileo 32
2.7.2. Identifikations- und Autorisierungstechnologien 32
2.7.2.1. Barcode und QR Code 32
2.7.2.2. Magnetstreifen 33
2.7.2.3. RFID und NFC 33
2.7.2.4. Sensornetzwerke 34
2.8. Vorhandene Softwarelösungen für baulogistische Prozesse 35
2.9. Anwendungen von Software und Hardware in baulogistischen Prozessen 36
2.10. Bekannte projektbezogene Ergebnisse Dritter 36
3. Anforderungsanalyse 38
3.1 Stakeholderanalyse 38
3.1.1. Die Gruppe der Befürworter 39
3.1.2. Die Gruppe der Skeptiker 43
3.1.3. Die Gruppe der neutralen Stakeholder 45
3.1.4. Zusammenfassende Beurteilung 47
3.2. Funktionale Anforderungen 50
3.2.1 Bestellen 50
3.2.2 Kommunikation 50
3.2.3 Information und Datenverwaltung 51
3.2.4 Navigieren 51
3.3. Nichtfunktionale Anforderungen 51
3.3.1. Niedrige Implementierungskosten 52
3.3.2. Einheitliche Lösung und Marktdurchdringung 52

3.3.3. Akzeptanz 53
3.3.4. Leichte Umsetzbarkeit 53
4. Bestandteile der technisierten Lösung für Anlieferprozesse bei Baumaßnahmen im Bestand 54
4.1. Allgemeines 54
4.2. Soll Konzept 55
4.3. Aufbau 63
4.3.1. Information und Datenverwaltung 63
4.3.2. Bestellung 63
4.3.3. Lieferung 64
4.3.4. Navigation 64
4.4. Technische Realisierung 65
4.5. Module 66
4.4.1. Allgemeines 66
4.4.2. Funktionen des Bestellers 71
4.4.3. Funktionen des Verkäufers bzw. Lieferanten 88
4.4.4. Interaktion zwischen Besteller und Lieferant im Schleifenbetrieb 94
5. Validierung der entwickelten Softwarelösung 99
5.1. Projektbegleitende Ausschüsse 99
5.2. Feldtest 99
5.2.1. Tag 1: 100
5.2.2. Tag 2: 102
5.3. Akzeptanz der Tabb Plattform: 103
5.4. Quantifizierung des Nutzens der Tabb Plattform: 103
6. Forschungsergebnisse und Ausblick 105
6.1. Projektzusammenfassung Tabb: 105
6.2. Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen für KMU 109
6.3. Weiterführung des Vorhabens Tabb: Mögliche Ergänzungen und Zusatzmodule 110
6.4. Ausblick: Technisierung der Baulogistik 111
7. Veröffentlichungen 114

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung von Tabb 1
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Baustellenlogistik nach Schach und Schubert 8
Abbildung 3: Einfluss Rahmenbedingungen 15
Abbildung 4: Auswirkungen der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Allgemeinen 17
Abbildung 5: Auswirkungen der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand 17
Abbildung 6: Übersicht über Baumaßnahmen im Bestand 20
Abbildung 7: Traditionelle Anlieferung 21
Abbildung 9: Werkslieferung 23
Abbildung 11: Anlieferung zum Handwerker 24
Abbildung 13: Anlieferung im Schleifenbetrieb 25
Abbildung 15: Abholung des Flüssigbaustoffes durch einen Mischer (Bildrechte liegen bei Cemex Deutschland AG) 27
Abbildung 16: Anlieferung durch mobile Logistik-Mischstationen 27
Abbildung 18: Mobile Mischstation im Baustelleneinsatz (Bildrechte liegen bei Bremat Holland BV) 29
Abbildung 19: RFID Tag 33
Abbildung 20: NFC Tag 34
Abbildung 21: Sensorknoten S3Tag des Fraunhofer IIS 35
Abbildung 22: Liste der befürwortenden Stakeholder 39
Abbildung 23: Gruppe der Skeptiker 44
Abbildung 24: Gruppe der Neutralen Stakeholder 45
Abbildung 25: Ableitung von Anforderungen aus der Stakeholder Analyse 49
Abbildung 26: Tabb Übersicht 54
Abbildung 27: Soll Konzept der Traditionellen Anlieferung 55
Abbildung 28: Soll Konzept der Werkslieferung 57
Abbildung 29: Soll Konzept der Anlieferung zum Handwerker 58
Abbildung 30: Soll Konzept der Anlieferung mittels Schleifenbetrieb 60
Abbildung 31: Soll Konzept beim Einsatz einer mobilen Mischstation 62
Abbildung 32: Tabb Startseite 67
Abbildung 29: Tabb Loginseite 67
Abbildung 30: Tabb Baustellenkarte 68
Abbildung 31: Tabb Öffentliche Bautafel 69
Abbildung 32: Tabb Allgemeine Informationen 70
Abbildung 33: Meldungen des Bestellers 71
Abbildung 34: Bestellung erstellen, Artikelgruppen 72
Abbildung 35: Bestellung erstellen, Artikelgruppe Beton für den Industriebau 73
Abbildung 36: Warenkorb ohne Daten 74
Abbildung 37: Warenkorb mit Bestellbetreff, Auswahl des geplanten Lieferdatums 75
Abbildung 38: Auswahl des Datums der Rückmeldefrist 76
Abbildung 39: Auswahl des Zeitrahmens der Lieferung 76
Abbildung 40: Lotsenpunkt und Lieferort auswählen 77
Abbildung 41: Lieferort in Baustellenkarte auswählen 78
Abbildung 42: Lieferort in Detailkarte auswählen 78
Abbildung 43: Buchungsoption auswählen 79
Abbildung 44: Kommentar schreiben 80
Abbildung 45: Warenkorb speichern 80
Abbildung 46: Status der Bestellungen/Aufträge 82

Abbildung 47: Liste "Offene Aufträge" **83**
Abbildung 48: Änderung an Bestellung **84**
Abbildung 49: Verkäufer kontaktieren **85**
Abbildung 50: Formular „Nachricht verfassen“ **86**
Abbildung 51: Bestellung stornieren **87**
Abbildung 52: Liste "Abgelehnte / Stornierte Aufträge" **87**
Abbildung 53: Meldungen des Baustoffhändlers **88**
Abbildung 54: Übersicht der Anfragen **89**
Abbildung 55: Anfragendetails (annehmen) **90**
Abbildung 56: Übersicht "Aufträge" **91**
Abbildung 57: Anfragendetails (ablehnen) **91**
Abbildung 58: Übersicht "Abgelehnte Anfragen" **92**
Abbildung 59: Käufer kontaktieren **93**
Abbildung 60: Käufer kontaktieren bei "Aufträge" **93**
Abbildung 61: Formular „Nachricht verfassen“ **94**
Abbildung 62: Lieferdetails des Bestellers **96**
Abbildung 63: Auftragsdetails des Lieferanten **97**
Abbildung 64: Lieferdetails des Lieferanten **98**
Abbildung 65: LKW-Fahrweg zwischen Besteller und Lieferant **100**
Abbildung 66: Bestätigen einer Lieferung am Tablet PC **101**
Abbildung 67: Kontrolle der bereits ausgelieferten Menge **102**
Abbildung 68: Erstellen einer Lieferung im Mischwerk **102**

1. Einleitung

Tabb ist eine Onlineplattform, die der Kommunikation von verschiedenen Parteien eines Bauvorhabens und der Bereitstellung von relevanten Informationen sowie der Navigation dient. Durch die Integration von Funktionen wie beispielsweise einer Bestellfunktion wird ein einzigartiger Ansatz zur Optimierung baulogistischer Prozesse geschaffen. Neben Zeit- und Kostenersparnissen erlaubt es das geschaffene System, die Planungsqualität durch Standardisierung und Transparenzsteigerung merklich zu verbessern.

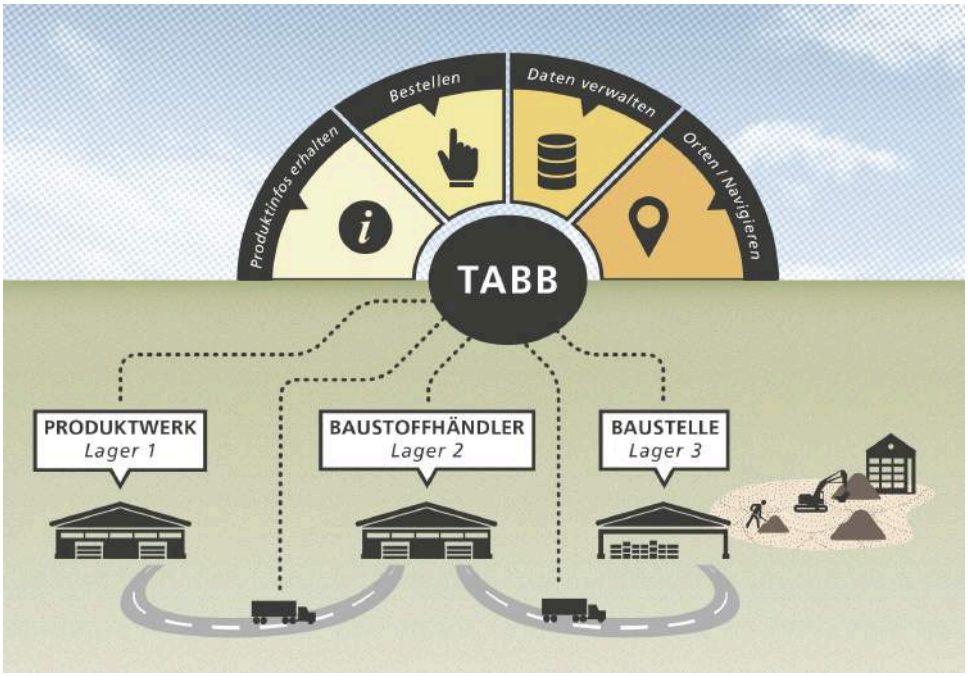


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Tabb

1.1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Das Bauwesen ist eine sehr traditionsverhaftete Branche.[1] Die Branche ist geprägt von rein funktionalem und konservativem Denken sowie geringer Innovationsbereitschaft.[2] Deshalb ergibt es sich, dass in der Bauindustrie im Vergleich mit anderen Industriezweigen bisher lediglich eine sehr eingeschränkte Nutzung moderner Infor-

[1] Schm-03

[2] Schm-03

mations- und Kommunikationstechnologien möglich ist.[3] Des Weiteren sind Abläufe häufig wenig koordiniert und Prozessoptimierungen nur punktuell und nicht bereichsübergreifend umgesetzt,[4] was an vielen Stellen zu Ineffizienzen oder Fehlplanungen führt, die Mängel oder Verzögerungen nach sich ziehen.

Um die Marktteilnehmer und den Ablauf der Wertschöpfungsprozesse der heutigen Baubranche verstehen zu können, erweist sich eine historische Betrachtung als hilfreich.[5] Seit Ende des zweiten Weltkrieges ist die Baubranche von starken konjunkturellen Schwankungen geprägt.[6] Beispiele hierfür sind die Wiederaufbautätigkeiten nach dem Zweiten Weltkrieg, der Bauboom der 1960er Jahre, aber auch die Auswirkungen der Ölkrise in den 1970ern.[7] Seit den Wiederaufbautätigkeiten, bei denen die Arbeitsabläufe einfach strukturiert waren, da durchschnittlich fünf Gewerke an einem Bauprojekt beteiligt waren, fand eine stetige Komplexitätssteigerung der Bauwirtschaft statt.[8] Innovative Produkte und Werkstoffe, die die Leistungsfähigkeit der Baukonstruktionen entscheidend verbesserten, führten zu einer stärkeren Fragmentierung der Baubeteiligten.[9] Die heute durchschnittlich 25 beteiligten Gewerke eines Bauvorhabens führen dazu, dass die Selbstorganisation der Handwerker nicht mehr funktioniert. Bauleiter haben die Aufgabe die Schnittstellen zwischen den jeweiligen Tätigkeiten beziehungsweise Bearbeitern zielsicher zu koordinieren.[10] [11] Der gesteigerte Einfluss von Gesetzen und Regulierungen, der Wandel der Stakeholderstrukturen bei Bauvorhaben und die Fragmentierung der Auftragnehmerlandschaft erfordern eine stärkere Zentralisierung bei Bauvorhaben, da die Lösungen zur Vereinheitlichung von Datenschnittstellen bisher noch nicht zufriedenstellend umgesetzt wurden.[12] Aufgrund der Vielzahl an Schnittstellen, hervorgerufen durch Arbeitsteiligkeit und Subunternehmer auf der Baustelle, ist eine standardisierte Lösung zur Koordination der baulogistischen Prozesse unabdingbar.[13] Schlüsselfaktoren beim strategischen Bauunternehmensmanagement für eine erfolgreiche Baulogistikdurchführung

[3] Cla-06
[4] Gün-11
[5] Schm-03
[6] Schm-03
[7] Schm-03
[8] Gro-02
[9] Möl-13
[10] Gro-02
[11] Möl-13
[12] Möl-13
[13] Mül-09

sind Abstimmung, Kommunikation und Koordination aller Prozessbeteiligten, sodass anfallende Aktivitäten effizient und synchron durchgeführt werden können. Die Verwendung von Identifikationstechnologien ist eine Pflichtmaßnahme für eine effiziente Baustellenlogistik.[14]

Gerade bei Baumaßnahmen im Bestand ist die Komplexität durch andere Stakeholder, Limitationen aber auch Projektziele gegenüber regulären Bauvorhaben nochmals gesteigert.[15] Knapp 75% des aktuellen Gebäudebestandes sind vor 1978 gebaut worden, gelten als sanierungsbedürftig und damit als zukünftige Bestandsbaustellen.[16] Externe Einflussfaktoren schränken bei diesen Bauvorhaben die Baubeteiligten in der Ausführung ihrer Tätigkeit ein. Die Baustelle muss Rücksicht auf Anwohner, angrenzende Gebäude und Einrichtungen nehmen. Dies verzögert Abläufe und führt zu erhöhten Koordinations- und Planungsbedarfen.

Die Lösung für diese Herausforderungen ist ein durchgängiges Anlieferkonzept, mit dem das Material bis zum Verbauort transportiert wird. Solche Anlieferkonzepte haben sich in der stationären Industrie bereits bewährt. Als Ergebnis sind dort sinkende Lagerbestände, verbunden mit niedrigen Kapitalbindungskosten sowie einem geringeren logistischen Aufwand der Materialzuführung an Produktionsstätten, zu beobachten.

Eine „1:1-Übertragung“ der genannten Anlieferkonzepte in die Bauwirtschaft ist allerdings nicht durchführbar. Bauwerke verändern sich im Bauprozess stetig und damit „wandern“ auch Verbauorte und Anlieferpunkte. Während in der stationären Industrie immer an derselben Stelle angeliefert wird, muss in der Bauwirtschaft das Material an immer neuen Verbauorten bereitgestellt werden. Eine dynamische Verknüpfung von logistischen Anlieferprozessen mit Informationen zu Verbau- und Anlieferpunkten ist der Schlüssel zur Übertragung der Anlieferkonzepte aus der stationären Industrie.

[14] Gri-10

[15] Str-11

[16] Sta-08

1.2. Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines technisierten Materialanlieferkonzeptes für Baustoffe bei Baumaßnahmen im Bestand. Dadurch soll sowohl die Planung von Bauvorhaben durch standardisierte Kommunikation und Bestellvorgänge optimiert werden, als auch die Koordination durch eine einheitliche und zielgerichtete Bereitstellung von relevanten Daten vereinfacht werden. Standardisierte Strukturen und Prozesse bei dem Anlieferkonzept dienen der Transparenzsteigerung der oftmals unübersichtlichen Prozessstrukturen der Baubranche, was eine erhöhte Nachvollziehbarkeit von Vorgängen mit sich bringt und damit Effizienzsteigerungen nach sich zieht.

Um eine praxisgerechte Lösung zu erarbeiten werden die Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand detailliert analysiert und der Projektbegleitende Ausschuss, der aus Experten unterschiedlicher Firmen entlang der Baustoffversorgungskette besteht, bei regelmäßigen Treffen mit in die Entwicklung eines solchen technisierten Anlieferkonzeptes einbezogen.

1.3. Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels

Das in dem vorangegangenen Punkt erläuterte Forschungsziel wurde in zwölf aufeinander abgestimmten Arbeitspaketen (AP) erarbeitet, der Abschlussbericht fasst diese Arbeitspakete in sechs Kapiteln zusammen.

Kapitel 2:

Im zweiten Kapitel werden zunächst relevante Begriffe für den Leser definiert, um einen Einstieg in die Thematik möglichst einfach zu gestalten. Darauf folgt die Auflistung von Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren auf logistische Prozesse bei Baumaßnahmen. Im Anschluss werden dann die adäquaten Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand kurz abgehandelt. Es folgen eine Kategorisierung von Baumaßnahmen im Bestand sowie eine Auflistung und Einschätzung der gängigen Anlieferkonzepte. Abschließend werden Smart-Object-Technologien und Softwarelösungen für die Baubranche sowie projektbezogene Forschungsergebnisse Dritter kurz erläutert.

Kapitel 2 enthält die Ergebnisse der Arbeitspakete 1 (themenbezogene Literaturrecherche, Expertenbefragung), 2 (Identifikation von Prozessschwerpunkten), 3 (Analyse der Ist-Prozesse) sowie 5 (Evaluation von Anlieferkonzepten).

Kapitel 3:

Kapitel drei enthält die Ergebnisse der Stakeholderanalyse bei Baumaßnahmen im Bestand. Diese umfasst den Einflussgrad der Stakeholder auf eine Verwirklichung einer technisierten Anlieferstrategie sowie deren Anforderungen und Befürchtungen an ein solches System. Die genannten Anforderungen werden im Anschluss weiter beurteilt, gewichtet und in funktionale und nichtfunktionale Anforderungen übersetzt. Kapitel 3 umfasst Ergebnisse der Arbeitspakete 4 (Interessensanalyse der Prozessbeteiligten), 6 (Definition des Soll-Prozesses) und 7 (Anforderungsprofil der zu entwickelnden Lösung).

Kapitel 4:

Im vierten Kapitel wird zunächst die Umsetzung der Projektidee entlang der Baustoffversorgungskette skizziert und die einzelnen Funktionenbereiche erklärt. Im Anschluss daran wird dem Leser ein detaillierter Einblick in die Funktionsweise von Tabb gewährt. Anhand von Screenshots wird der gesamte Funktionsumfang von Tabb aus Besteller- und Zulieferersicht erläutert. In Kapitel 4 werden die Inhalte der Arbeitspakete 8 (technische Spezifikation der Lösung) und 9 (Softwareentwicklung und Erstellung des Funktionsmusters) vorgestellt.

Kapitel 5:

In Kapitel fünf wird die Interaktion mit dem Projektbegleitenden Ausschuss dargestellt. Darauf werden im Detail der Verlauf und die Ergebnisse des durchgeführten Feldtests vorgestellt und bewertet. Kapitel 5 gibt Einblick in die Arbeiten der Arbeitspakete 10 (Nachweis der technischen Machbarkeit im Feldtest) und 11 (Nutzenanalyse).

Kapitel 6:

Kapitel sechs fasst die bisherigen Erkenntnisse zusammen und liefert einen Überblick über die Projektergebnisse sowie einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen sowie Beschränkungen bei der Technisierung von Anlieferprozessen. Außerdem wird erläutert wie die Tabb weiterentwickelt und verbessert werden könnte und wo Anwendungsbereiche des Systems liegen können

Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse

- Tabb ist ein technisiertes Anlieferkonzept, das von allen beteiligten Akteuren der Baustoffversorgungskette genutzt werden kann, auf diese Weise werden die Schnittstellen zwischen den Gliedern der Baustoffversorgungskette verbessert und eine Koordination zwischen den Beteiligten erleichtert.
- Tabb verknüpft mehrere logistische Funktionen miteinander, die bisher getrennt voneinander gehandhabt wurden. Die Funktionen Planung, Information, Bestellung und Navigation vereinen sich in Tabb um durch eine ganzheitliche Handhabung Synergieeffekte hervorrufen zu können und Prozesse transparenter zu gestalten.
- Tabb ist auf die Durchführung von Baumaßnahmen im Bestand ausgerichtet. Dafür wurden die speziellen Anforderungen bei diesem speziellen Typ von Baumaßnahmen aufgenommen und bei der Entwicklung des Systems Tabb beachtet. Tabb eignet sich jedoch auf für die Anwendung bei regulären Bauvorhaben.
- Tabb ist ein technisiertes Anlieferkonzept, das als Dienstleistung angeboten werden kann. Systemanbieter, Softwarefirmen und Logistikdienstleister können ihren Kunden Tabb anbieten und somit den Wert ihrer Dienstleistung steigern. Gemäß diesem Aufgabenprofil wurde Tabb entwickelt. Prämissen waren dabei die einfache, barrierefreie Anwendbarkeit, die hohe Akzeptanz entlang der Baustoffversorgungskette und die leichte Implementierung.

2. Stand der Technik und Forschung

2.1. Definitionen relevanter Begriffe

2.1.1. Logistik

Die Logistik befasst sich mit der Planung, Steuerung, Realisierung und Kontrolle von Material- und Informationsflüssen innerhalb eines und zwischen mehreren Unternehmen.[17] Die Objekte der Logistik sind Sachgüter, Personal und Informationen. Ein logistisches System ist ein Netzwerk zur Durchführung logistischer Prozesse. Es beinhaltet Transport- und Lagerprozesse inklusive der Vorgänge: Be- und Entladen, Ein- und Auslagern sowie Kommissionieren.[18]

2.1.2. Baulogistik

Die Baulogistik befasst sich mit der Planung, Ausführung und Steuerung von Material-, Personal- und Informationsflüssen unter Berücksichtigung einer optimierten baubetrieblichen Leistungserstellung hinsichtlich der Termine, Kosten und der Qualität des Bauprojekts. Gleichzeitig werden die Sicherheit und der Gesundheitsschutz sowie die ökologischen Aspekte berücksichtigt. Ziel ist die optimale Ver- und Entsorgung von Baustellen zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und Quantität, am richtigen Ort.[19]

Die Baulogistik ist, wie in Abbildung 2 zu sehen, in drei Hauptphasen unterteilt:

1. Versorgungs- bzw. Beschaffungslogistik
2. Baustellen- bzw. Produktionslogistik
3. Entsorgungslogistik

Parallel zu diesen drei Hauptphasen dient die Informationslogistik zur effizienten Umsetzung der Versorgungs-, Baustellen und Entsorgungslogistik.

[17] Gün-09

[18] Arn-04

[19] Scha-09

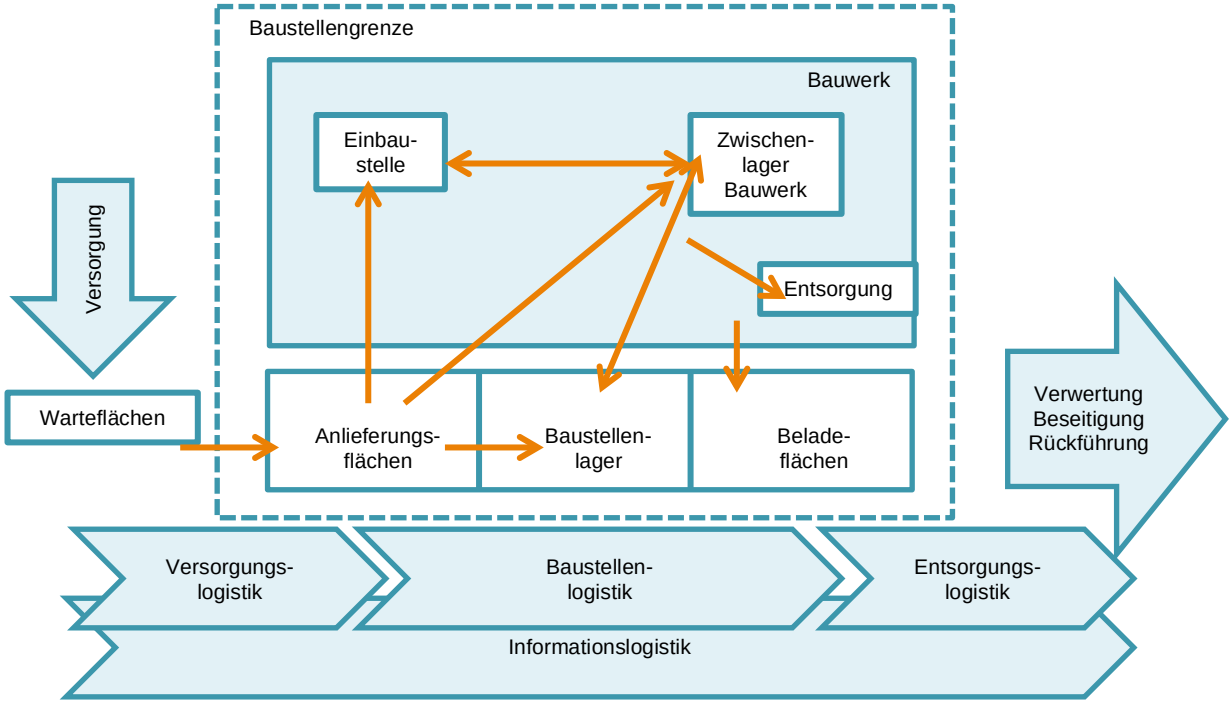


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Baustellenlogistik nach Schach und Schubert 20

Aufgabe der **Versorgungs- oder Beschaffungslogistik** ist die Versorgung der Baustelle mit den benötigten Logistikobjekten zum richtigen Termin, zur richtigen Qualität und zu den richtigen Kosten. Logistikobjekte können sowohl Personal oder Informationen, als auch Bau- und Betriebsstoffe, Bauhilfsstoffe und Schalungen bzw. Rüstungen sein.[21]

Die logistischen Aufgaben auf dem Baustellengelände werden von der **Baustellen- oder Produktionslogistik** umfasst. Sämtliche Transferbewegungen, die im Zusammenhang mit Transport, Umschlag und Lagerung von Logistikobjekten stehen gehören hierzu. Der Baustellentransport kann durch unterschiedliche Transportgeräte, wie z. B. Krane, Betonpumpen, Gabelstapler oder Aufzüge erfolgen.[22]

Die Aufgabe der **Entsorgungslogistik** ist die Beseitigung und auch Verwertung von anfallenden Bauabfällen, wie bspw. Bodenaushübe, Bauschutt und Baustellenabfälle. Des Weiteren ist die Rückführung der Baustelleneinrichtung, insbesondere von

[20] Scha-09

[21] Scha-09

[22] Scha-09

Schalungen und Rüstungen, und der Baugeräte eine Aufgabe der Entsorgungslogistik.[23]

2.1.3. Lean Management und Lean Construction

Lean Management beschreibt einen wirtschaftsphilosophischen Ansatz zur Wettbewerbssteigerung von Unternehmen.[24] Die kontinuierliche Verbesserung aller Prozesse innerhalb einer Organisation, mit dem Ziel alle aus Kundensicht wertsteigernden Tätigkeiten effizienter zu gestalten und zugleich wertlose Elemente zu eliminieren, ist der Grundgedanke vom Lean Management.[25]

Daher wird unter Lean Management ein Ansatz, der sich besonders durch die Prinzipien der Dezentralisierung und der Simultanisierung auszeichnet, verstanden. Es wird das Ziel verfolgt, unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Kundenorientierung bei konsequenter Kostensenkung für die gesamte Unternehmensführung herbeizuführen und zu stärken.[26]

Ursprünglich aus der Automobilindustrie stammend, erfreut sich die Managementphilosophie auch in andere Branchen großer Beliebtheit. Howell und Ballard haben mit dem Lean Construction Institute versucht die Lean Philosophie mit ihren Methoden an die Rahmenbedingungen der Baubranche anzupassen.[27] Einige Methoden wie Poka Yoke oder 5S lassen sich dabei fast identisch adaptieren. Für andere Schwerpunkte mussten eigene Methoden, wie beispielsweise das Last Planner System entwickelt werden.[28]

2.2. Rahmenbedingungen der Baubranche

In den 1990er Jahren wurden in der stationären Industrie bereits Einsparungs- und Verbesserungspotentiale, welche in der Optimierung von Abläufen, vor allem aber in der Verbesserung von Logistikprozessen liegen erkannt.[29] [30] [31] Durch die Entwicklung von Konzepten wie Just-in-time (JIT) oder Just-in-Sequence (JIS)-Belieferung

[23] Scha-09
[24] Maa-14
[25] Gor-13
[26] Gab-14
[27] Dit-09
[28] Ber-04
[29] Gün-08
[30] Cla-06
[31] Wom-91

wurden Lagerbestände reduziert und damit Kosten eingespart.[32] Eine langfristige Lieferantenbindung ermöglicht es, dass Logistikkonzepte auch ganzheitlich entlang involvierter Parteien eines Projekts zu optimieren. Aufgrund des gestiegenen Konkurrenzdrucks in der Baubranche, rückt eine Optimierung der Logistik weiter in den Fokus.[33] Beobachtungen der Baupraxis zeigen jedoch, dass die Umsetzungen von Logistikstrategien häufig auf Grund von mangelnden Informationen bzw. mangelhafter Abstimmung an Schnittstellen scheitern. Aufgrund unzuverlässiger Informationen über Bestände, Lagerorte von Materialien oder über durchgeführte Lieferungen zu der Baustelle, kommt es zu Suchzeiten.[34] Bisher werden diese Probleme jedoch in Form einer hohen Improvisationsbereitschaft anstelle der Bereitstellung relevanter Informationen behoben.

Die Baubranche und im Besonderen Baumaßnahmen im Bestand weisen Rahmenbedingungen auf, welche die Komplexität logistischer Prozesse erhöhen. Basierend auf Literaturrecherche und Expertenaussagen während des Projekts werden im Folgenden zu anderen Branchen abweichende Rahmenbedingungen in Kürze genannt und samt ihrer Auswirkungen auf logistische Prozesse erläutert.

2.2.1. Niedriger Standardisierungsgrad

Aufgrund der Einzel- und Auftragsfertigung ist die Produktvielfalt in der Baubranche sehr hoch. Projekte werden in den meisten Fällen nur einmal geplant und auch gebaut,[35] wobei es oftmals zu Änderungen kommt. Selbst wenn es durch die Verwendung von gleichen Merkmalen zu konstruktiven Überschneidungen kommt, sind meist die Umgebung, Geländeform und der Baugrund unterschiedlich zu vergangenen Projekten. Ein Optimierungspotential ist jedoch, dass die notwendigen Prozesse zur Errichtung des Bauwerks, verwendete Materialien und Komponenten sich oftmals gleichen und somit Rationalisierungsansätze bieten. Im Vergleich zur stationären Industrie ist eine Ausreizung des potentiellen Automatisierungsgrades bei der Bauproduktion jedoch noch unausgeprägt,[36] [37] was sich in der Baulogistik in Form von Planungsunsicherheiten und spontanen Problemen bemerkbar macht.

[32] Dem-08
[33] Gün-11
[34] Schm-03
[35] Kra-05
[36] Bau-07
[37] Bar-08

2.2.2. Ortsgebundenheit des Bauprozesses

Es lassen sich ortsgebundene und ortsungebundene Produktionsfaktoren unterscheiden.[38] Bei der Baustellenfertigung lässt sich eine **Ortsungebundenheit der Produktionsfaktoren** beobachten**.** Dies meint, dass in diesem Fall die Faktoren der Produktion nicht an einen bestimmten Ort gebunden sind. Bauarbeiter und Maschinen sind in der Regel mobil einsetzbar und können anders als schwere Produktionsanlagen aus der Industrie an unterschiedlichen Standorten eingesetzt werden. **Ortsgebundenheit der Produktionsfaktoren** kann demnach in der anlagengebundenen Produktion angetroffen werden.[39] Anders als in der industriellen Produktion ist das Produktionsumfeld bei Baumaßnahmen daher äußerst dynamisch, mit sich verschiebenden Rahmenbedingungen, auf die bei der Koordination und Planung der einzelnen Prozessschritte eingegangen werden muss.

Anders als die Produktionsfaktoren ist aber das Produkt, namentlich das Bauwerk standortgebunden. Durch die daraus resultierende Ortsgebundenheit des Produktionsprozesses ist jede Baustelle fremd bestimmt durch andere Umweltbedingungen.

Hieraus ergeben sich für jedes Bauprojekt andere Anforderungen an die Baulogistik. Trotz des steigenden Einsatzes von Fertigteilen, die in einer stationären Produktion vorgefertigt werden, erfolgt ein Großteil der Arbeit vor Ort. Darüber hinaus ist die regionale Nähe von Zulieferern zur Baustelle, anders als beispielsweise in der Automobilbranche nicht immer gegeben. Somit bedarf es eines eigenen Logistiklayouts und einer individuellen Logistikplanung für jede Baustelle.[40]

2.2.3. Arbeiten unter „freiem Himmel“

Saisonale und stochastisch auftretende Witterungsänderungen beeinflussen die Auslastung eines Bauprojektes, wodurch es zu terminlichen Änderungen der Fertigstellung kommen kann. Zudem sind Bauwerke weitestgehend unter freiem Himmel und damit allen Umgebungseinflüssen unmittelbar ausgesetzt.[41] Diese externen Faktoren beeinflussen Logistikdienstleistungen für die Baustelle maßgeblich. Materialanlieferungen können nur bei geeigneten Bedingungen durchgeführt werden. Genauso kann die Einlagerung von Materialien unter den Einflüssen schlechter Witterungsbe-

[39] Gab-14a

[40] Bar-08

[41] Gün-11

dingungen leiden. Die Folge von unflexiblen Prozessen sind höhere Aufwendungen bei der Einlagerung und die damit verbundenen Such- und Wartezeiten sowie teilweise Beschädigungen des Materials durch unangemessene Lagerung.

2.2.4. Zeitraum der Fertigung

Aufgrund fehlender finanzieller Möglichkeiten oder veränderter Anforderungen bzw. Prioritäten der Auftraggeber werden oftmals kurzfristig Änderungen an Baumaßnahmen vorgenommen. Dies führt dazu, dass sich abhängig von der Größe der Bauprojekte und der Änderungen der Zeitraum eines Projektes über mehrere Jahre strecken kann. Daraus ergeben sich teilweise sehr lange Planungs- und Entwicklungszyklen. Die Weitergabe und Ausbreitung von Informationen und Wissen unter den relevanten beteiligten Parteien und die Abstimmung sind eine große Herausforderung[42] [43], was sich besonders auf die Baulogistik in Form von unkoordinierten Prozessen auswirkt.

2.2.5. Arbeitsteiligkeit und Fragmentierung der Baubranche

Die niedrigen Markteintrittsbarrieren der Baubranche sind der Grund einer starken Fragmentierung.[44] Durch die stetige Spezialisierung der Unternehmen werden neue Marktnischen sofort besetzt und es entsteht ein Wettbewerb hinsichtlich Kosten. Dies ist die Ursache für den Trend, Aufgaben an Subunternehmer zu vergeben. Daraus ergibt sich die steigende Anzahl von den am Bauprojekt beteiligten Unternehmen, wodurch auch die Anzahl der Schnittstellen vervielfacht wird. In der Baulogistik wirkt sich das in Form eines steigenden Koordinationsaufwands, aber auch durch höheren Informationsverlusten bzw. Problemen durch fehlende Verantwortlichkeiten aus[45].

2.2.6. Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Baubranche weist eine hohe spezifische Gesetzgebung auf. Durch die große Anzahl an Gesetzen, Verordnungen und Normen haben Bauprojekte meist ein sehr starres Umfeld. Strenger werdende Umweltschutzgesetze und Vorschriften von Seiten der Bauherren und der Länder führen zu einer erheblichen Anzahl an Vorschriften, die bei Bauprojekten beachtet werden müssen.[46]

[42] Bau-07

[43] Gün-11

[44] Die-10

[45] Gün-11

[46] Wan-10

2.2.7. Mangelnde Rechtssicherheit und intransparente Kostenstrukturen

Aufgrund kurzfristiger Änderungen an einem Bauobjekt, vor und während des Bauprozesses und der oftmals starken Schwankungen der Materialpreise entstehen folgerichtig ungeplante Mehrkosten während der Bauphase und Folgekosten nach Bauabschluss.

2.2.8. Fehlende Innovationsbereitschaft

Für die Baulogistik und insbesondere die Informationslogistik stellen die beschriebenen Rahmenbedingungen große Problemstellungen dar. Dennoch bieten sie für Unternehmen, die die daraus resultierenden Herausforderungen lösen, zahlreiche Möglichkeiten, sich vom Wettbewerb zu differenzieren bzw. durch innovative Lösungen neue Geschäftsfelder (z.B. als Logistikdienstleister) zu erschließen.[47] Wagt man einen Blick über den Tellerrand der Bauwirtschaft in verwandte Industriezweige wie z.B. den Schiff- oder Anlagenbau, der ähnliche Rahmenbedingungen aufweist, hinaus, finden sich Beispiele, bei denen moderne Logistikkonzepte bereits erfolgreich übernommen wurden. Ein Schlüssel für den Erfolg der Bauindustrie liegt also darin es diesen Branchen gleichzutun. Die aktuellen Entwicklungen begünstigen dabei dieses Vorhaben.

2.2.9. Unprofessionelle Auftragsabwicklung

Der niedrige Standardisierungsgrad in der Baubranche hat auch Auswirkungen auf die Auftragsabwicklung. Auftragsauslösungen oder Bestellungen werden häufig unvollständig oder kurzfristig über Telefon, Fax oder persönlich getätigt. Dieses unstrukturierte Verhalten von Bestellern wird häufig von Seiten der Baustoffhändler und –werke aufgefangen. Um den Bestellanforderungen gerecht werden zu können, werden die Produkte auf Vorrat produziert und verursachen dadurch hohe Lagerkosten.[48]

2.3. Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand

2.3.1. Konkurrierende Flächennutzung

Bei Baumaßnahmen im Bestand konkurriert die Baustelle um die Nutzung von Flächen mit umliegenden Bauten. Die Verwendung von Zufahrten, das Parken in Nähe des Bauobjektes und die Verfügbarkeit von Lagerflächen sind daher in vielen Fällen

[47] Dem-08

[48] Schm-03

stark eingeschränkt. Die Lagerung von Materialien zur Baustellenversorgung ist daher limitiert und muss in hohem Maße koordiniert und abgestimmt werden.

2.3.2. Begrenzte Lagerverhältnisse

Abhängig von der Lage der Bestandsbaustelle entsteht daher in vielen Fällen ein dynamisches Umfeld mit volatilen Lagerverhältnissen. Freie Räume werden bei Bedarf genutzt und bei Zeiten mit hoher Baustellenauslastung entstehen Engpasssituationen bei Anlieferung und Materialversorgung, da Lager- und Bereitstellungsflächen nur begrenzt erweiterbar sind, anders als beim Bauvorhaben „auf einer grünen Wiese“. Eine Abweichung zu bestehenden gesetzlichen Vorgaben kann zu Belastungen für Baustellenumfeld und Anwohnern führen.

2.3.3. Schutz und Rücksichtnahme auf umliegende Grundstücke, Gebäude und Anwohner

Umliegende Gebäude sollten des Weiteren von Baumaßnahmen im Bestand nur in möglichst geringem Maße beeinträchtigt werden. Dies beschränkt sich nicht nur auf den Zustand der Gebäude, der nicht in Mitleidenschaft gezogen werden sollte, sondern reicht auch hin bis zum Freihalten von Zufahrten und Eingängen sowie der Gewährleistung des Zugangs zu Fußgängerwegen, Parkplätzen und Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs. Außerdem muss gewährleistet werden können, dass umliegende Gebäude ihren grundsätzlichen Betriebszweck erfüllen können und in ihrer Nutzung nicht eingeschränkt werden.

Die Rücksichtnahme auf das Umfeld engt damit Baumaßnahmen im Bestand ein und die Belastung des Umfelds erhöht gleichzeitig auch den Druck auf eine schnelle Fertigstellung der zu vollziehenden Baumaßnahmen.[49]

Bei Baumaßnahmen im Bestand müssen sich operative Kräfte auf der Baustelle auch an gesetzliche Lärm-, Emissions- und Schmutzregulierungen halten um die Belastungen für Anwohner und benachbarte Gebäude in Grenzen zu halten.[50] Dies resultiert in Einschränkungen der Anlieferzeiten und –bedingungen. Die gesetzlich zulässigen Anlieferzeiten für Baustellen in Wohn- und Gewerbegebieten unterliegen strengen Richtlinien und fallen kürzer aus als bei regulären Bauvorhaben auf freien Flächen. Daneben stellen Umweltzonen in deutschen Innenstädten, Fußgängerzo-

[49] Bie-10 S. 222f.

nen und gesetzliche Ruhezeiten weitere Einschränkungen für Logistikdienstleister in der Baubranche dar.

2.4. Bewertung der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand

Einige der vorher genannten Rahmenbedingungen wurden anhand ihrer Auswirkungen auf die Faktoren Kosten, Zeit und Qualität gemeinsam mit einem Ingenieurbüro für Bauplanungen ausgewertet. Dabei wurden die Rahmenbedingungen untersucht, die einen großen Einfluss auf logistische Prozesse besitzen.

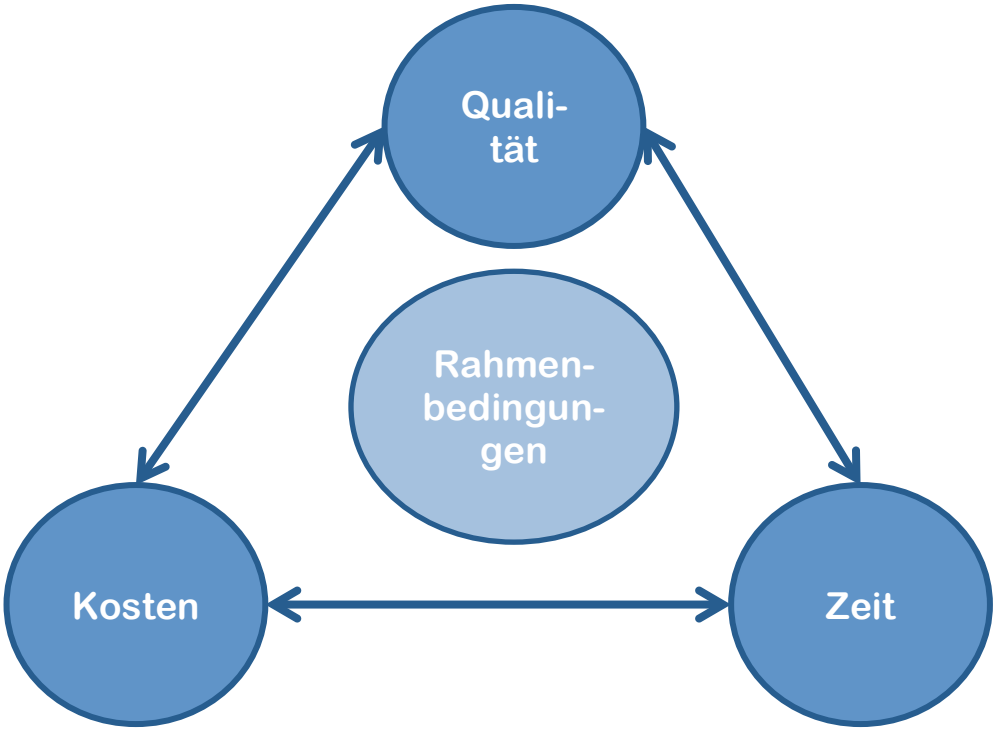


Abbildung 3: Einfluss Rahmenbedingungen

Der niedrige Standardisierungsgrad bei Bauvorhaben verhindert Massenproduktionen und –lieferungen und hat somit direkten Einfluss auf die Kosten durch Nicht-Erzielbarkeit von Skaleneffekten. Er wirkt sich des Weiteren stark auf die Zeit, welche logistische Tätigkeiten beanspruchen aus, da er Mehraufwände bei Transport und Kommissionierung verursacht. Eine fehlende Standardisierung hat außerdem starke Auswirkungen auf die Qualität des Bauvorhabens da dadurch eine Heterogenität der Materialien und Verbauprozesse hervorgerufen wird.

Die Ortsgebundenheit der Bauprozesse verhindert eine Montage ab Werk und sorgt somit für hohe logistische Aufwände welche Kosten verursachen. Sie hat außerdem

geringe Auswirkungen auf Zeit und Qualität, da sie individuelle Lösungen erfordert welche Zeitaufwendungen und Qualitätsschwankungen hervorrufen.

Die Arbeitsteiligkeit auf der Baustelle verhindert das Ausnutzen von Skaleneffekten in vielen Bereichen und verursacht dadurch hohe Kosten. Andererseits können aber durch die Spezialisierung der Beteiligten passendere Lösungen gefunden werden und manche Prozesse schneller abgearbeitet werden. Andererseits erschwert es die Zuordnung gewisser Lieferung zu Empfängern, etc.

Die konkurrierende Flächennutzung mit anderen Anwohnern oder funktionalen Bereichen verursacht in vielen Fällen große zeitliche Verzögerungen und damit auch Kosten, hat jedoch keinen Einfluss auf die Qualität des Bauvorhabens.

Ähnlich sieht es mit den begrenzten Lagerverhältnissen bei Baustellen im Bestand aus. In beiden Fällen sorgen diese speziellen Problemstellungen zu zeitlichen Verzögerungen im Anlieferprozess und verhindern mitunter die Anlieferung von dringend benötigten Materialien auf der Baustelle.

Regulierungen führen unter Anderem dazu, dass eine Belieferung der Baustelle nur zu bestimmten Zeiten erfolgen kann. Sie können somit der Auslöser von Staus der Transporteure bei der Eingangskontrolle sein und verursachen demnach zeitliche Verzögerungen und hohe Kosten. Einen Einfluss auf die Qualität hat dies jedoch nicht.

Dadurch, dass Transporteure bei Baumaßnahmen im Bestand Rücksicht auf Anwohner nehmen müssen und die Funktionalität von anderen Gebäuden oder Bereichen gewährleistet werden muss, verlängern sich unter Umständen Transportrouten oder Begeiferungen können nur zu bestimmten Zeiten erfolgen. Dies zieht Verzögerungen im Anlieferprozess nach sich und führt somit auch zu höheren Kosten des Bauvorhabens. Auswirkungen auf die Qualität der Baumaßnahme hat es in den meisten Fällen aber nicht.

Im Folgenden gibt Abbildung 3 nochmals einen Überblick über die Rahmenbedingungen und ihre Auswirkungen bei Baumaßnahmen im Allgemeinen.

Rahmenbedingungen	Auswirkung auf Kosten	Auswirkungen auf Zeit	Auswirkungen auf Qualität
Niedriger Standardisierungsgrad	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen
Ortsgebundenheit des Produktionsfaktoren	Starke Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen
Arbeitsteiligkeit	Starke Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen
Arbeiten unter freiem Himmel	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen
Zeitraum der Fertigung	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Gesetzliche Rahmenbedingungen	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen
Mangelnde Rechtssicherheit	Starke Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Fehlende Innovationsbereitschat	Starke Auswirkungen	Geringe Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Unprofessionelle Auftragsabwicklung	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen

Abbildung 4: Auswirkungen der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Allgemeinen

Abbildung 5 verschafft einen Überblick über die spezifischen Bedingungen und Auswirkungen bei Baumaßnahmen im Bestand.

Rahmenbedingungen	Auswirkung auf Kosten	Auswirkungen auf Zeit	Auswirkungen auf Qualität
Konkurrierende Flächennutzung	Geringe Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Begrenzte Lagerverhältnisse	Geringe Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Gesetzliche Regulierungen	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Rücksichtnahme auf Anwohner	Starke Auswirkungen	Starke Auswirkungen	Keine Auswirkungen

Abbildung 5: Auswirkungen der Rahmenbedingungen bei Baumaßnahmen im Bestand

2.5. Kategorisierung von Baumaßnahmen im Bestand

Bei Baumaßnahmen im Bestand kann man grundsätzlich zwischen zwei Hauptgruppen unterscheiden, dies sind Maßnahmen zur Erhaltung der bestehenden Gebäudestruktur und Maßnahmen zur Erneuerung.

2.5.1. Maßnahmen zur Erhaltung

Maßnahmen zur Erhaltung dienen der Konsolidierung eines Gebäudezustandes. In Fällen von großen Gebäuden oder ganzen Komplexen von Immobilien fallen sie in den Aufgabenbereich eines Facility Managers oder speziell damit betreuten Handwerksfirmen. Der finanzielle Rahmen, in dem sich Instandhaltungsarbeiten bewegen ist in vielen Fällen als klein zu betrachten, kann jedoch auch je nach Objektwert größere finanzielle Aufwendungen erfordern.

Instandhaltung

Instandhaltungsarbeiten lassen sich grundsätzlich in Inspektionen und Wartungsarbeiten gliedern. Inspektionen dienen der Erfassung des Ist-Zustandes einer Anlage oder eines Objektes. Dabei wird das betreffende Objekt oder die Anlage einer eingehenden Prüfung unterzogen. Wartungsarbeiten sind gemäß DIN 31051 *Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates* eines Objektes oder einer Anlage. [51] Wartungsarbeiten gehen in vielen Fällen einher mit der Inspektion einer Betrachtungseinheit. Beide Arbeiten zielen auf die Verlängerung der Lebenszeit einer Betrachtungseinheit und werden in der Regel in festgelegten Intervallen durchgeführt.

2.5.2. Maßnahmen zur Erneuerung

Alle Maßnahmen die über die reine Erhaltung und damit lediglich Verlängerung der Nutzbarkeit eines Objektes hinausgehen bezeichnet man als Maßnahmen zur Erneuerung. Erneuerungsarbeiten umschließen sowohl Maßnahmen zur Sanierung als auch Maßnahmen zur Modernisierung eines Objektes. Sie besitzen in vielen Fällen einen größeren finanziellen Rahmen als Maßnahmen zur Erhaltung und ihnen fehlt auch der zeitlich vordeterminierte Charakter von Inspektions- und Wartungsarbeiten.

[51] DIN-12

Sanierung

Eine Sanierung zielt auf die Behebung von Missständen eines Objektes oder einer Anlage ab und dient der Werterhaltung selbiger. Sie lässt sich gliedern in Instandsetzungsarbeiten, Rekonstruktionen und Adaptierungen. Häufig fallen Sanierungsarbeiten an, wenn Missstände bei Inspektionen festgestellt wurden. Instandsetzungen erfolgen wenn defekte Teile ersetzt oder repariert werden müssen. Sie grenzen sich von Instandhaltungen dadurch ab, dass das betroffene Objekt bis zum Zeitpunkt der Instandsetzung seinen Nutzungszweck nicht umfassend erfüllen kann. Rekonstruktionsarbeiten befassen sich mit der neuerlichen Erstellung eines defekten Objektes. Dabei wird die vorhandene Grundsubstanz genutzt und in ähnlicher oder identischer Weise zum Ausgangszustand wieder hergestellt. Eine Adaptierung bezeichnet bauliche Veränderungen die Auswirkungen auf die Form eines Bauobjektes haben. Der Zweck von Adaptierungen sind Mängelbeseitigung oder funktionale Verbesserung des Baukörpers. Formen der Adaptierung sind Anbau, Aufstockung, Umbau und Ausbau. Eine Adaptierung kann neben dem Zweck der Sanierung auch der Modernisierung eines Gebäudes dienen.

Modernisierung

Maßnahmen zur Modernisierung dienen der Erhöhung des Gebäudewertes. Das der Modernisierungsarbeit unterworfene Objekt erhält eine neue Qualität, daher muss Modernisierungen kein Mangel vorausgehen. Man unterscheidet Maßnahmen zur Modernisierung in haustechnische Verbesserungen, bautechnische Verbesserungen, Nutzungsverbesserungen und Wohnumfeldverbesserungen.

Haustechnische Verbesserungen sind in der Regel nicht mit Eingriffen in die Konstruktion eines Gebäudes verbunden. Sie bezeichnen Verbesserungen der Einrichtung von Gebäuden, beispielsweise Heiz- oder Sanitäranlagen, Elektroinstallationen aber auch Satelliten- und Kabelanschlüsse.

Als bautechnische Verbesserungen werden Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudesubstanz verstanden, dies kann zum Beispiel Wärme- oder Schallschutzverbesserungen meinen.

Veränderte Nutzungsanforderungen für ein Bauobjekt haben Maßnahmen zur Nutzungsverbesserung zur Folge. Wenn adaptive Maßnahmen den Gebrauchswert ei-

nes Objektes nachhaltig steigern, gehören auch sie zu Nutzungsverbesserungen. Beispiele für Nutzungsverbesserungen sind die Änderung von Raumgrößen oder die Verlegung von Fenstern oder Türen.

Maßnahmen zur Verbesserung des Wohnumfeldes bezeichnen Arbeiten zur Verbesserung des Außenumfeldes eines Gebäudes, beispielsweise am Garten oder an Garagen. Die folgende Grafik gibt nochmals einen Überblick über die genannten Baumaßnahmen im Bestand.

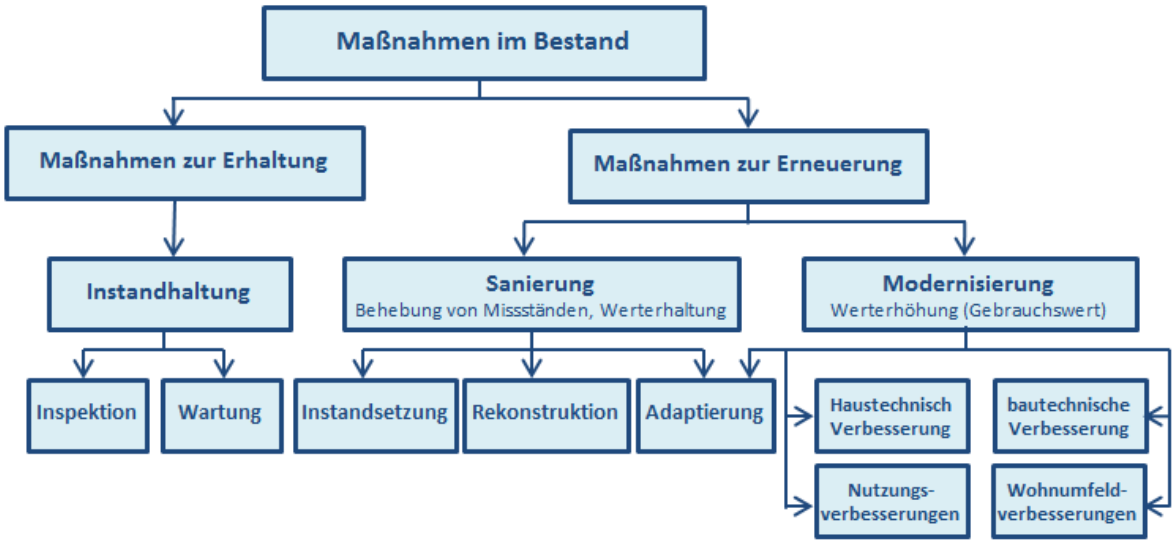


Abbildung 6: Übersicht über Baumaßnahmen im Bestand

2.6. Anlieferkonzepte der Baubranche

2.6.1. Festbaustoffanlieferungen

2.6.1.1. Traditionelle Anlieferung

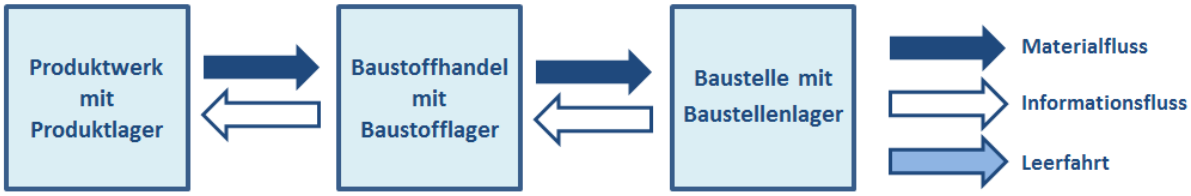


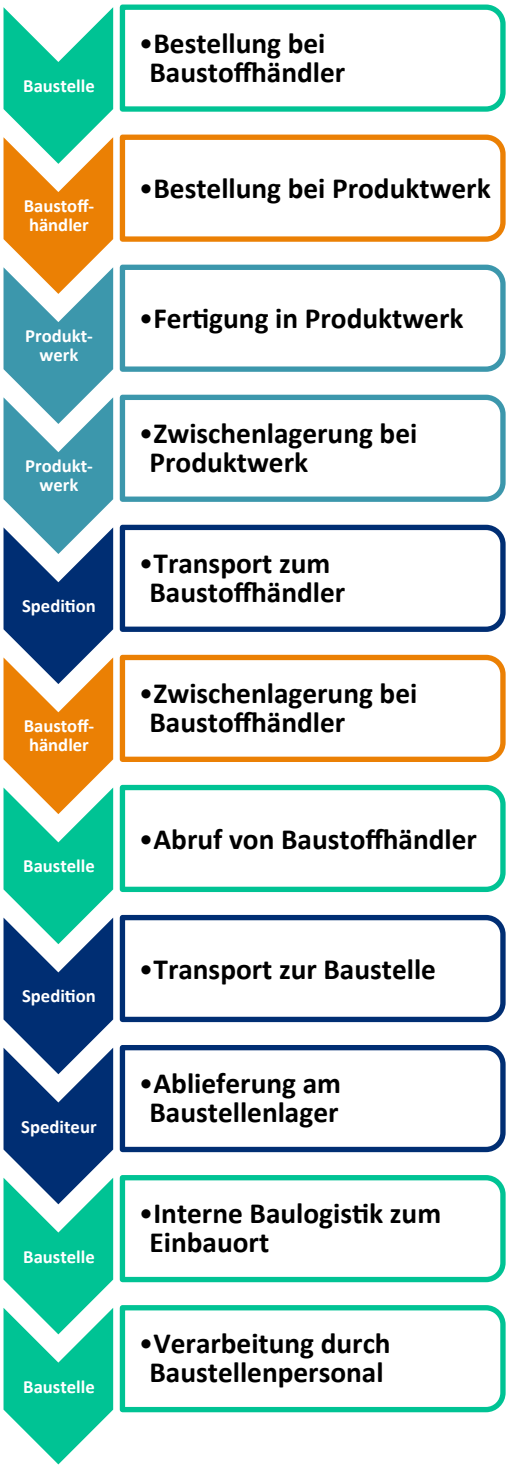
Abbildung 7: Traditionelle Anlieferung

Beschreibung: Die Bestellung des benötigten Produktes erfolgt beim Baustoffhandel. Der Materiallieferungsprozess ist dem Bestellprozess entgegengesetzt und findet zeitlich dem Bestellzeitpunkt meist nachgelagert statt.

Die **Vorteile** der traditionellen Anlieferung bestehen darin, dass dieser Prozess (1) bewährt ist und aufgrund der Kompetenzen und Erfahrungen der involvierten Parteien meist (2) keine ganzheitliche Koordination erfordert.

Als **Schwachstellen** dieses Anlieferungsprozesses werden die (1) unzureichend geklärte bzw. fehlende Zuständigkeit für die Lieferungsabnahme und die daraus folgende Suche des Abnahmepersonals durch das Lieferpersonal, (2) die Abhängigkeit der teilweile unkoordinierten oder nicht vorhandenen Baustellenlogistik und (3) die unklare Flächennutzung des Baustellenlagers durch fehlende Ausweisung der Lagerflächen identifiziert. Des Weiteren kann es bei der traditionellen Anlieferung aufgrund von Mehrfachbestellungen zu (4) Staus im Bestellprozess und Lieferprozess und im Falle von falschen Lieferungen bezüglich Menge oder Art der Lieferware zu (5) Rücklieferungen kommen.

ıbildung 8: Prozess Traditionelle Anlieferung



Spezifikationen: Da das bestellte Produkt (1) in mehreren Stationen (Produktwerk, Baustoffhändler und Baustellen-lager) zwischengelagert wird und oftmals (2) kurzfristig zur Baustelle abgerufen wird, ist (3) eine lange Vorausplanung notwendig. Die benötigten Produkte werden in (4) handelsüblichen KFZ zur Baustelle und auf der Baustelle mit den (5) gängigen Baustellenlogistikmaschinen transportiert.

Durch Kommunikationssoftware von Bestellung des benötigten Produktes bis zum Verbauort bzw. Bedarfsort ist es möglich, die Schwachstellen der traditionellen Anlieferung zu reduzieren.

2.6.1.2. Werkslieferung

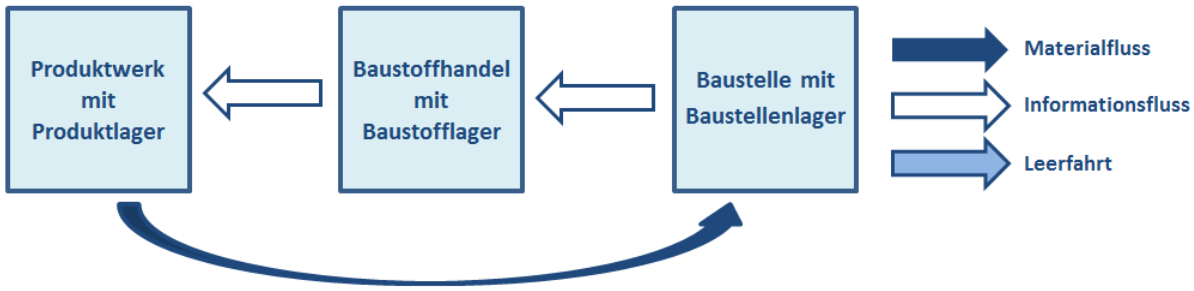


Abbildung 9: Werkslieferung

Beschreibung: Die Bestellung des auf der Baustelle benötigten Produktes beim Produktwerk erfolgt über den Baustoffhandel. Das bestellte Material wird direkt vom Produktwerk zum Lager der Baustelle transportiert und lässt somit das Lager des Baustoffhandels als Zwischenstation aus.

Vorteile dieses Lieferungsprozesses sind (1) die Schnelligkeit der Lieferung und (2) die unnötige ganzheitliche Koordination.

Die **Nachteile** der Werkslieferung sind analog zu denen der traditionellen Anlieferung, welche jedoch noch um (6) die schwierige Kommunikation mit der Lieferspedition und (7) die daraus folgend erschwerte Koordination von Liefer- und Abladezeit ergänzt werden. Hinzu kommen (8) die meist fehlenden Ortskenntnisse des Spediteurs und (9) die mangelnde Baustelleneignung des Spediteur-KFZ.

Abbildung 10: Prozess Werkslieferung

Spezifikationen: Die benötigten Produkte werden in (1) handelsüblichen KFZ zur und den (2) gängigen Baustellenlogistikmaschinen transportiert. Es werden oftmals (3) große Bestellmengen bzw. Volumen in einer Lieferung transportiert, was einen (4) großen Baustellenlagerflächenbedarf mit sich bringt.

Durch Kommunikationssoftware von Bestellung des benötigten Produktes bis zum Verarbeitungsort bzw. Bedarfsort ist es möglich, die Schwachstellen der Werkslieferung zu reduzieren.

2.6.1.3. Anlieferung zum Handwerker

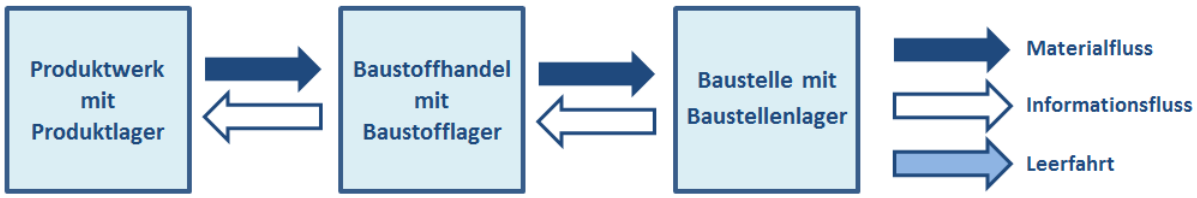


Abbildung 11: Anlieferung zum Handwerker

Beschreibung: Die Bestellung des benötigten Produktes beim Produktwerk erfolgt über den Baustoffhandel. Das bestellte Material wird vom Produktwerk zum Baustoffhandel transportiert und von dort aus direkt zum Einbauort auf der Baustelle.

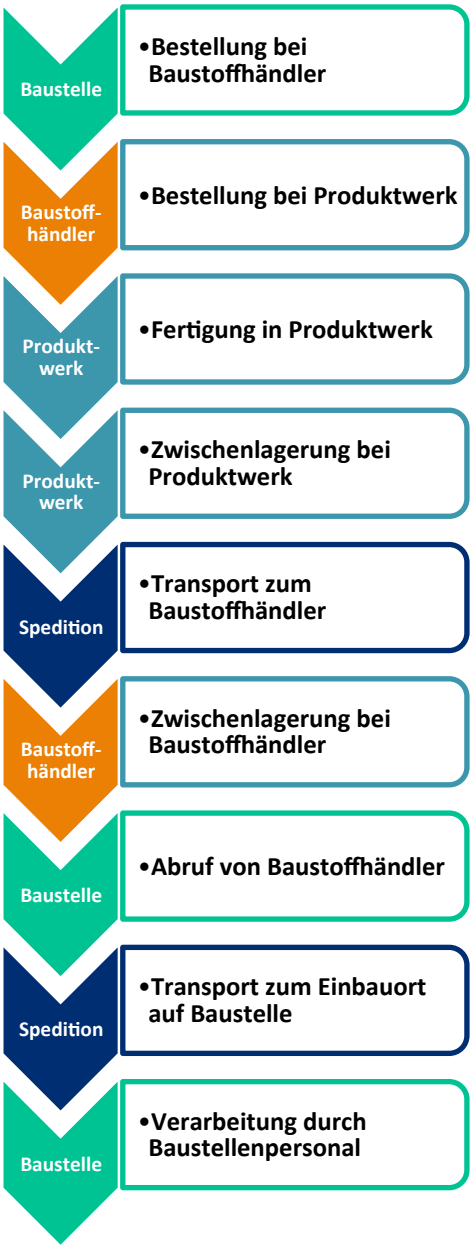


Abbildung 12: Prozess Anlieferung zum Handwerker

Die **Vorteile** sind (1) die sehr schnelle Anlieferung an den bekannten Bedarfsort, wodurch auch (2) Just in Time Anlieferung ermöglicht und das (3) Baustellenlager nicht benötigt wird.

Spezifische **Nachteile** sind (1) der erhöhte Kommunikations- und Koordinierungsaufwand, (2) lange Standzeiten des Speditions-KFZ, verursacht durch (3) unbekannten Lieferort bzw. (4) fehlenden Zugang zum Lieferort, die daraus folgende Sperrung von Verkehrswegen auf der Baustelle und (5) Stillstandszeiten, die sich aus Lieferverzögerungen und Lieferfehlern bzgl. Art, Menge usw. ergeben.

Spezifikationen: Die benötigten Produkte werden vom Baustoffhändlerlager mit (1) speziellen Logistiklösungen direkt zum Verarbeitungsort transportiert. Hierzu wird (2) spezielles KFZ und (3) zugeschnittene Lager- und Transportgestelle verwendet.

Das heißt, dass (4) der Lieferant die Baustellenlogistik für das zu liefernde Produkt selbst übernimmt.

Durch individuelle Kommunikationssoftware von Bestellung des benötigten Produktes bis zum Verarbeitungsort bzw. Bedarfsort auf der Baustelle ist es möglich, die Schwachstellen der Anlieferung zum Handwerker zu vermindern.

2.6.2. Flüssigbaustoffanlieferungen

2.6.2.1. Anlieferung im Schleifenbetrieb

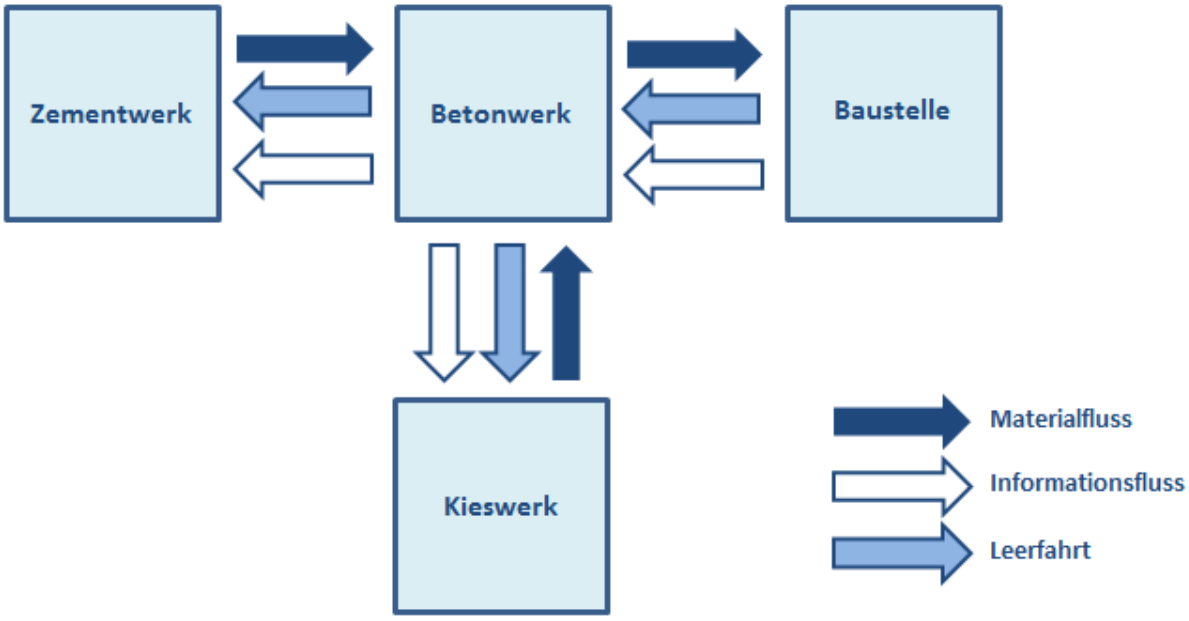


Abbildung 13: Anlieferung im Schleifenbetrieb

Beschreibung: Die Bestellung des benötigten Produktes erfolgt beim Mischwerk in meist großen Mengen. Die Lieferung erfolgt durch das Mischwerk im Schleifenbetrieb bestehend aus Lieferung zur Baustelle und Leerfahrt zurück zum Mischwerk. Die Belieferung des Mischwerkes wird durch Sublieferanten realisiert.

Beispiele für Produkte, die im Schleifenbetrieb geliefert werden:

- Transportbeton
- Fertigteile im Fertigteilbau
- Silobaustoffe
- Asphalt im Straßenbau

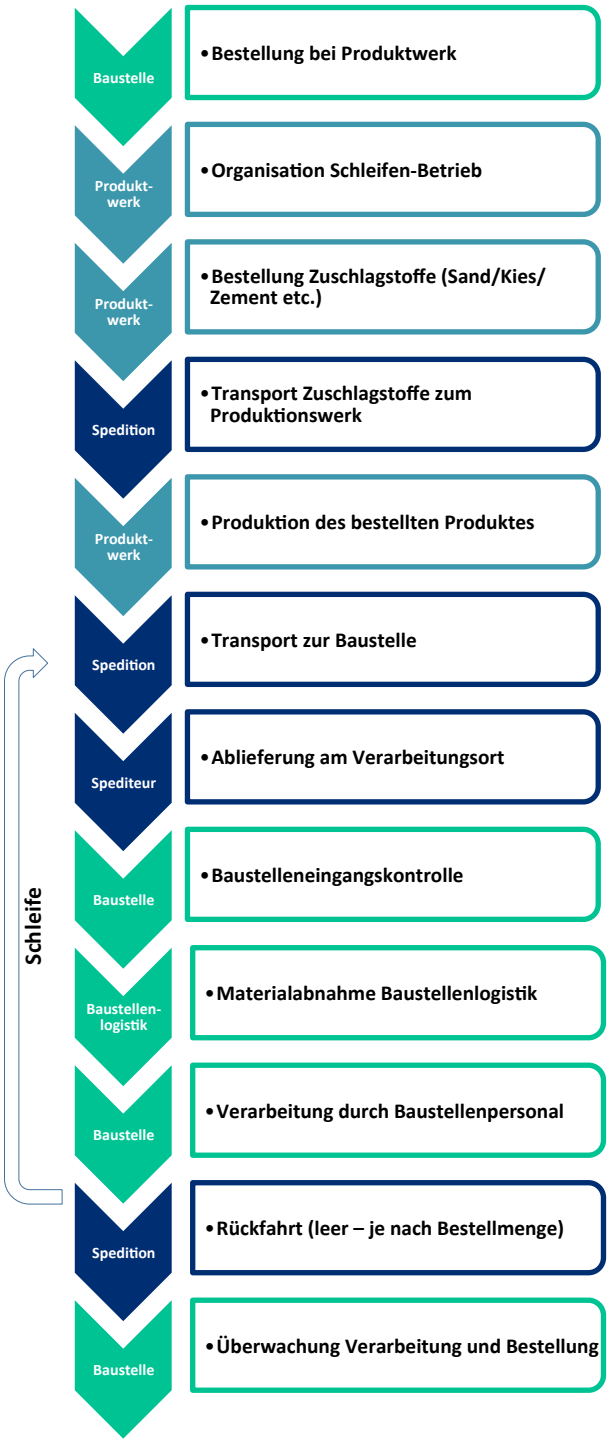


Abbildung 14: Prozess Anlieferung im Schleifenbetrieb

Die **Vorteile** der Anlieferung im Schleifenbetrieb sind (1) die Direktlieferung vom Mischwerk, die, aufgrund der schnell herstellbaren Produktarten meist kurzfristig und flexibel abrufbar gesteuert werden kann, (2) die direkte Lieferung an den Bedarfsort der Baustelle und das damit verbundene (3) Wegfallen von Kapazitätsbedarf des Baustellenlagers.

Die **Nachteile** der Anlieferung im Schleifenbetrieb sind (1) die aufwendige Organisation, (2) Koordination, (3) fehlende Überwachung und mögliche (3) Rücklieferungen, die durch (4) fehlende Freigabe oder (5) Unstimmigkeiten zwischen Verarbeitungspersonal und Liefermenge verursacht werden. Dies kann auch (6) die Materialannahme auf der Baustelle verhindern, wenn die benötigte Baustellenlogistik (z.B. Kran, Pumpe etc.) nicht auf die Liefermenge ausgelegt ist. Zudem ist (7) eine Baustelleneingangskontrolle des gelieferten Produktes ist oftmals nicht möglich.

Spezifikationen: Die benötigten Produkte werden in einem (1) regionalen stationären Produktionswerk hergestellt und mit (2) speziellen KFZ transportiert. Der (3) Transport erfolgt direkt zum Bedarfsort bzw. Verarbeitungsort.

Durch individuelle Kommunikationssoftware von Bestellung des benötigten Produktes bis zum Verarbeitungsort bzw. Bedarfsort auf der Baustelle und Überwachung

der Schnittstellen des Produktionswerkes zu den Sublieferanten ist es möglich, die Nachteile der Anlieferung im Schleifenbetrieb zu reduzieren.

Abbildung 15: Abholung des Flüssigbaustoffes durch einen Mischer (Bildrechte liegen bei Cemex Deutschland AG)

2.6.2.2. Anlieferung durch mobile Logistik-Mischstationen

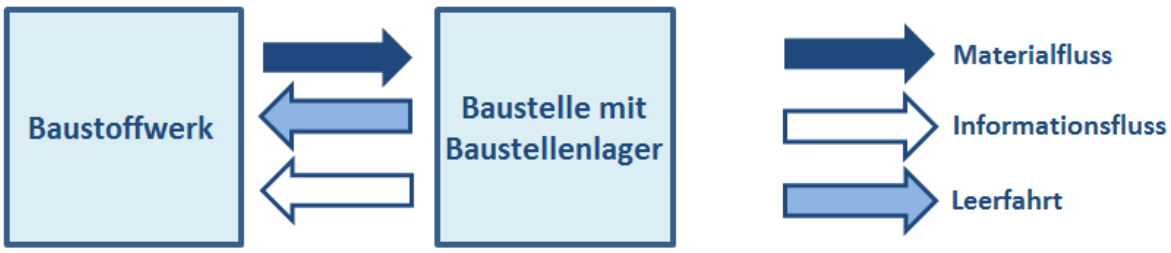


Abbildung 16: Anlieferung durch mobile Logistik-Mischstationen

Beschreibung: Die Bestellung des benötigten Produktes erfolgt beim Baustoffwerk. Die Lieferung des zu liefernden Gutes erfolgt durch eine Logistik- Mischstation, die vor Ort einsetzbar ist.

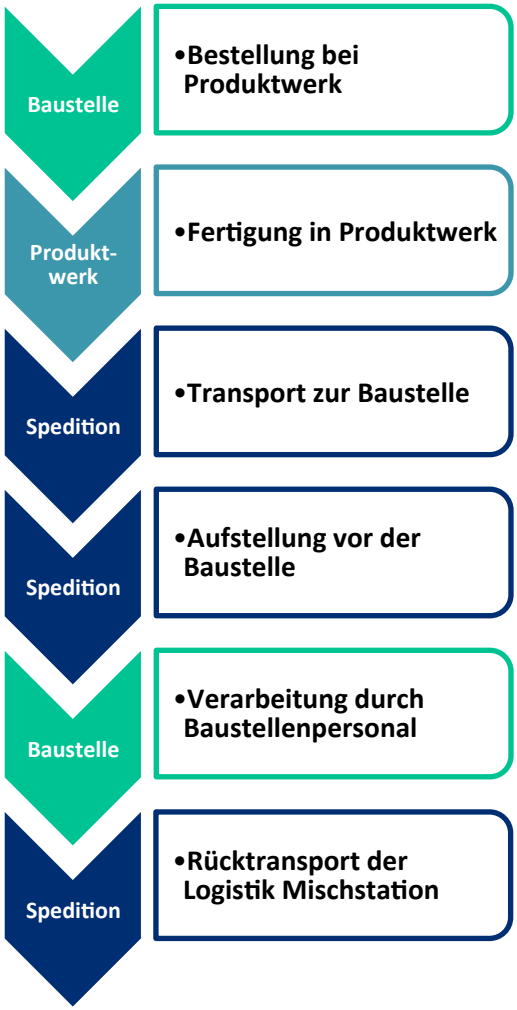


Abbildung 17: Anlieferung durch mobile Logistik-Mischstationen

Beispiele für Produkte, die in mobilen Logistik-Mischstationen geliefert werden:

- Putze
- Mörtel

Beispiele für mobile Logistik-Mischstationen:

- Silosysteme
- Sattelaufliegersysteme

Vorteile: Die Logistik-Mischstation ist (1) flexibel, (2) kurzfristig und (3) individuell einsetzbar. Oftmals wird (4) keine Baustellenlagerkapazität benötigt.

Den Vorteilen der Station stehen (1) die fehlende Möglichkeit der Abnahmekontrolle, (2) die erschwerte Kommunikation von Werk und Verarbeiter und (3) die benötigten Kenntnisse zur Bedienung als **Nachteile** gegenüber.

Spezifikationen: Das (1) bestellte Produkt wird in mobilen Logistik-Mischstationen auf, meist Herstellereigenen, speziellen KFZ, (2) inkl. aller erforderlichen Geräte, die zur Verarbeitung benötigt werden (Pumpen, Mischsysteme etc.) angeliefert.

Durch individuelle Kommunikationssoftware von Bestellung des benötigten Produktes bis hin zur Schulung des Verarbeitungspersonals auf der Baustelle über die Nutzung des Mischsystems ist es möglich, die Nachteile der Anlieferung in mobilen Logistik-Mischsystemen zu vermeiden.

Neben den spezifischen Problemen der verschiedenen Anlieferprozesse sind folgend die allgemeinen Baustellenprobleme aufgelistet:

- Staus vor Baustelle verursachen Chaos
- Anlieferort (Lager oder Verbauort/Bedarfsort) für zu lieferndes Gut ist schwer erreichbar

- Baustellenlager überfüllt und unsortiert
- Suche nach Abnahmepersonal/für Anliegen zuständige Person

Abbildung 18: Mobile Mischstation im Baustelleneinsatz (Bildrechte liegen bei Bremat Holland BV)

2.6.3. Zusammenführung der Schwachstellen der Anlieferkonzepte und des Gesamtprozesses

Die Ursachen vieler logistischer Probleme der Baulogistik lassen sich auf die Kommunikation innerhalb und zwischen der Baustelle und deren Zulieferer (Baustofflieferant, Produktwerk und Baustoffwerk) zurückführen. Ein nicht funktionierender Informationsaustausch mit undurchsichtigen Informationsströmen und fehlender oder mangelhafter Dokumentation bzw. Bereitstellung der Daten erschweren die partnerschaftliche Zusammenarbeit und Koordination der am Bau beteiligten Parteien,[52] wie z.B. das Personal der Intralogistik, Verarbeitern und vor Allem der beschäftigten Subunternehmer, die häufig nicht mit integrierten Konzepten koordiniert werden. Durch mangelhafte Bauorganisation laufen die Arbeitsübergänge zwischen den beteiligten Parteien nicht fließend ab und es kann zur Beeinträchtigung der Qualität eines Bauprojektes kommen, welche negative Einflüsse auf die Termineinhaltung, Kostensituation und somit auf die Wirtschaftlichkeit eines Bauvorhabens hat.[53]

Schnelle wechselnde Nutzeranforderungen und der hohe Grad an Arbeitsteilung, der sich aus der zunehmenden Spezialisierung der Parteien des Bauwesens und der Baulogistik ergibt, unterstreichen die Bedeutung einer effizienten Bauorganisation

[52] Hel-11

[53] Möl-13

mit effizienter Kommunikation durch funktionierenden Informations- bzw. Datenaustausch, [54] sowohl im Prozess der Bestellung, die Koordination bei und vor der Lieferung, Abstimmung bei ungeplanten Ereignissen als auch die Betreuung nach Lieferung der Leistung.

Einige Anlieferkonzepte sehen eine direkte Belieferung zum Einbauort vor und merzen daher die Schwachstellen hervorgerufen durch eine Einlagerung im Baustellenlager aus. Sie benötigen jedoch einen erhöhten Kommunikations- und Koordinationsaufwand zwischen den am Transport beteiligten Parteien. Außerdem bedingen sie neben einem reibungslosen Transport eine Anlieferung während der Stoßzeiten auf der Baustelle. Rücklieferungen sind in höchstem Maße zu vermeiden, da sie den Baustellenbetrieb am längsten Aufhalten und unter Umständen sogar mit Mehrkosten verbunden sind.

2.7. Vorhandene Technologien zur Unterstützung baulogistische Prozesse

Durch einen durchgängigen, gesteuerten und technologiegestützten Informationsfluss wird durch die Sammlung von Daten eine Basis geschaffen, die für die Planung, Steuerung und Abwicklung von Bauprozessen nötig ist. Diese Daten werden in der Logistik durch Navigations- und Lokalisierungstechnologien und Identifikations- und Autorisierungstechnologien erhoben.

Das bauindustrielle Umfeld und die ständig wechselnden Bedingungen des Umfelds stellen hohe Anforderungen an diese Technologien, hinsichtlich Widerstands gegen Witterung, Temperatur, Verschmutzung oder mechanischen Belastungen. Da Bauprojekte oftmals unter freiem Himmel umgesetzt werden, muss der direkte Einfluss der **Witterung** durch Regen, Schnee oder Reif berücksichtigt werden. Neben den Einflüssen der Witterung muss auch der Einfluss von **Temperatur** beachtet werden. Direkte Sonneneinstrahlung und Abwärme von Motoren in Baumaschinen oder Aggregaten sind mögliche Quellen für Temperatur. **Mechanische Belastungen** treten meist in Form von Abnutzung auf, da ein gerechter Umgang mit den genutzten Endgeräten nicht sichergestellt werden kann. Staub, Dreck und weitere baustellentypische Schmutzarten sind Gründe für **Verschmutzung** von Technologieperipherie.

[54] Möl-13

2.7.1. Navigations- und Lokalisierungstechnologien

Mittels durchgängiger Lokalisierung werden eine höhere Transparenz und effizientere Prozesse erreicht. Der Abgleich zwischen Realität und Datenbestand wird automatisiert und der Informationsfluss verbessert.

2.7.1.1. Navstar GPS

Das Globale Positioniersystem GPS ist seit Mitte der 1990er Jahre im Einsatz. Ursprünglich für den Einsatz bei militärischen Zwecken vorhergesehen steht das System seit Abschaltung der künstlichen Signalverschlechterung im Jahr 2000 auch für den Einsatz bei zivilen Zwecken mit einer Genauigkeit von unter zehn Metern zur Verfügung.

GPS besteht aus mehreren Satelliten, die mittels verschlüsselter Signale ihre aktuelle Position sowie die Uhrzeit an Empfänger mitteilen. Aus den Laufzeiten der Signale errechnen die Empfänger dann ihre aktuelle Position. Zur Errechnung benötigen die Empfänger dazu mindestens das Signal von vier Satelliten. Bei GPS werden derzeit mehr als 24 Satelliten eingesetzt. Je mehr Signale von unterschiedlichen Satelliten ein Empfänger verarbeiten kann, desto genauer kann die Position bestimmt werden. Zur Navigation innerhalb von Gebäuden kann GPS derzeit nicht verwendet werden. Häufige geschäftliche Anwendungen sind der Einsatz beim Flottenmanagement in der Logistik sowie zur Lokalisierung und Navigation in der Luftfahrt.

2.7.1.2. WLAN Navigation

Mithilfe der awiloc®-Technologie des Fraunhofer IIS ist eine kontinuierliche Lokalisierung möglich. Diese wird durch die Erkennung der charakteristischen Feldstärkenverteilung der vorhandenen WLAN-Stationen umgesetzt.

Diese Lokalisierung von mobilen Endgeräten basiert auf dem Fingerprinting-Verfahren. Hierzu werden an Referenzpunkten Messwerte aufgenommen, welche alle empfangenen WLAN-Basisstationen und die dazugehörigen Empfangsinformationen enthalten. Die Empfangsinformationen beinhalten dabei die gemessenen Signalstärken der vorhandenen WLAN-Basisstationen an dem Referenzpunkt.

Diese Empfangsinformationen werden in einer Datenbank hinterlegt und ermöglichen somit die eigene Positionsbestimmung auf dem mobilen Endgerät. Durch den Abgleich der Empangs- und der Referenzinformation werden durch den Lokalisierungs-

algorithmus des Fraunhofer IIS autark die aktuelle Position auf dem Endgerät berechnet, weshalb die Position nur dem Nutzer bekannt ist.

Die MAC-Adresse dient zur technischen Unterscheidung der gemessenen Signalstärken der WLAN-Stationen. Ein Datenaustausch mit der WLAN-Station wird nicht durchgeführt. Da die Position der WLAN-Sender nicht ermittelt wird, ist diese unwichtig. Da die, vom Benutzer vergebene SSID bei WLAN-Stationen abschaltbar ist, ist diese, ebenso wie andere ausgesendete Informationen der WLAN-Station für die Lokalisierung mit der awiloc®-Technologie nicht notwendig und wird daher weder ermittelt noch gespeichert.

2.7.1.3. Galileo

Das Galileo Navigations-System ist ein ziviles, europäisches Navigations- und Zeitgebungssystem. Galileo besitzt eine Grundkonstellation mit 30 Satelliten. Gemeinsam mit GPS benutzt es die Frequenzbänder L1 und L2. Dies ermöglicht die Kombination von GPS und Galileo zur Erreichung eines verbesserten Signals.
Genau wie bei GPS steht auch bei Galileo der zivilen, kostenfreien Nutzung nicht die höchste Positionsgenauigkeit für Navigation und Ortung zur Verfügung. Gegen ein Entgelt kann diese jedoch erworben werden, dann verfügt Galileo über eine Ortungsgenauigkeit von unter einem Meter. Die reguläre Genauigkeit beträgt vier Meter horizontal und acht Meter vertikal.

2.7.2. Identifikations- und Autorisierungstechnologien

Grundlage für den Einsatz von Navigations- und Lokalisierungstechnologien ist, dass die zu lokalisierenden Objekte über eine Kennzeichnung verfügen, die eine eindeutige Lokalisierung ermöglicht.[55]

2.7.2.1. Barcode und QR Code

Barcodes und QR Codes gibt es in eindimensionalen und mehrdimensionalen Formen. Beispiele hierfür sind der traditionelle Strich-Barcode, der QR Code und Farbcodes. Diese Codes können mittels Laser oder Kameras erfasst und ausgelesen werden. Die Code Technologie sind laut Günthner die gängigste in der Baubranche.[56] Die Empfindlichkeit gegen Einwirkungen von außen ist jedoch sehr hoch, da sich die Codes aus Gründen der Lesbarkeit meist an der Oberfläche befinden.

[55] Arn-08

[56] Gün-08

2.7.2.2. Magnetstreifen

Bei Magnetstreifen werden Daten durch verschieden magnetisierte Teile auf dem Streifen gespeichert, welche durch einen direkten Kontakt mit einem Leser erfasst werden können. Ebenso können Magnetstreifen beschrieben werden. Auf Baustellen ist die Magnetstreifentechnologie eher ungeeignet, da die Einflüsse und Rahmenbedingungen von Baustellen dazu führen können, die Daten auf den durch beispielsweise Korrosion oder Verschmutzung Streifen zu beeinflussen.

2.7.2.3. RFID und NFC

Mithilfe der RFID-Technologie lassen sich Objekte berührungslos, schnell und ohne Sichtverbindung identifizieren. RFID Tags können in Materialien integriert werden und sind somit von den direkten Einflüssen und Rahmenbedingungen einer Baustelle geschützt. Zudem ist es möglich, mehrere RFID Tags durch ein Empfangsgerät gleichzeitig zu identifizieren, was beispielsweise die Kontrolle von Lieferungen mit verschiedenen Positionen erleichtert.[57]

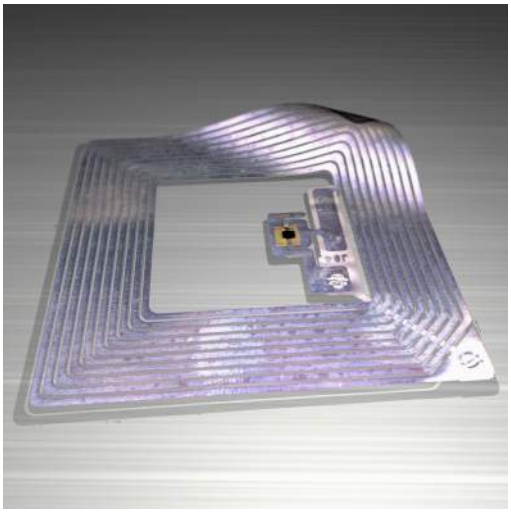


Abbildung 19: RFID Tag

RFID-Tags, auch RFID-Transponder genannt, bestehen aus einer flachen, kleinen **Antenne** und einem **Mikrochip**. Um auf dem Mikrochip gespeicherte Daten der RFID-Transponder auslesen zu können, wird ein RFID-Reader benötigt. Dieser Reader, welcher eine Lese- und manchmal auch Schreibstation ist, besteht aus einem Transceiver und einer speziell angepassten Antenne. Diese versorgt den Transponder drahtlos mit Energie um einen Datenaustausch zu ermöglichen. Außerdem emp-

[57] FML-11

fängt und sendet der Reader Daten vom und zum Transponder. Die RFID-Technologie ermöglicht den Datenaustausch zwischen einer Schreib- / Lesestation und einem an einem Objekt angebrachten RFID-Transponder. Ein angebundenes IT-System verwertet die ausgelesenen Informationen.

Aufgrund des gleichen Funktionsprinzips ist die Near-Field-Communication Technologie eine Unterart der RFID-Technologie. Die NFC Technologie ermöglicht ebenfalls die Kommunikation zwischen zwei Geräten, oder einem Gerät und einem NFC Tag und findet ihre Anwendung momentan meist in der elektronischen Bezahlung.

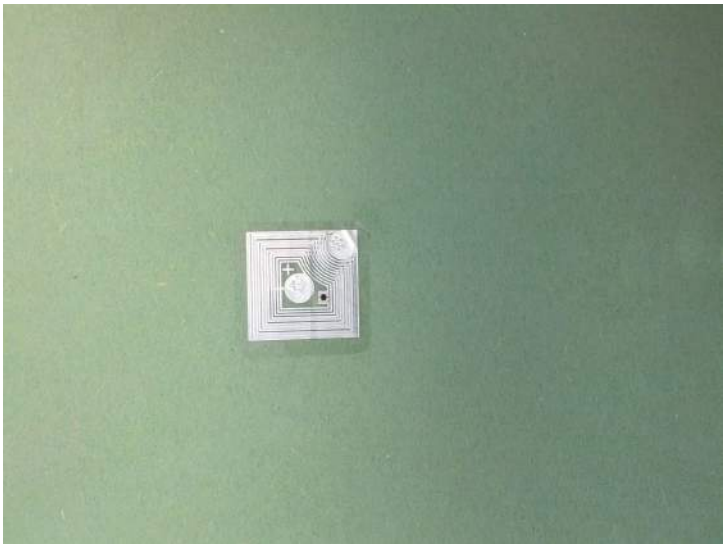


Abbildung 20: NFC Tag

2.7.2.4. Sensornetzwerke

Sensornetze sind Zusammenschlüsse miniaturisierter Rechner (Knoten), die via Funktechnologie miteinander kommunizieren. Mittels auf den Rechnern implementierter Sensorik können die einzelnen Knoten Umweltzustände an den unterschiedlichen Standorten erfassen.

Durch das Schaffen von Ad-hoc-Netzwerken können Sensornetze ihre Infrastruktur jederzeit neu ausrichten und verfügen über einen variablen Aufbau. Dies ermöglicht das Erkennen neuer Knoten und die Identifizierung dazugehöriger Objekte.

Multi-Hop-Kommunikation ermöglicht es, dass Sensornetze Daten ressourceneffizient zu externen Empfängern transportieren können. Dafür wird ein Knoten definiert, der Daten aus dem Sensornetz transferieren kann (bspw. über eine UMTS Verbindung). Daten werden dann, ausgehend vom Knoten, der die Messung vorgenommen

hat, von Knoten zu Knoten weitergereicht, bis sie den Endknoten erreicht haben, welcher dann den Datentransfer nach Außen vornimmt. Multi-Hop sorgt ebenfalls dafür, dass der Verlust von Sensorknoten detektiert werden kann. Sensornetze können ebenso für Lokalisierungsanwendungen eingesetzt werden, dies kann durch Fingerprints des Funknetzes sowie durch Triangulation geschehen.

Die Hardware der Sensornetze ist jedoch sehr fragil und teuer. Einzelne Knoten mit einfacher Sensorik kosten ca. 100€. Eine erhöhte Robustheit kann nur durch spezielle Gehäuse erreicht werden, dies ist mit weiteren Kosten verbunden.

Abbildung 21: Sensorknoten S3Tag des Fraunhofer IIS

2.8. Vorhandene Softwarelösungen für baulogistische Prozesse

Auf dem Markt existieren derzeit zahlreiche Softwarelösungen für die Optimierung von logistischen und Projektplanungsprozessen. Logistische Optimierungssysteme werden dem Kunden oftmals in Form von Fuhrparkmanagementsystemen, Lieferplanungssystemen und Flächenmanagementsystemen angeboten.

Für die Supply-Chain-übergreifende, ganzheitliche Optimierung der Logistik eines Bauprojektes von Planung bis hin zur gibt es derzeit noch keine verfügbaren Anwendungen. Hierzu müssen von Baustellen eigene Lösungen durch Software- bzw. Dienstleistungsanbieter in Auftrag gegeben werden. Dafür müssen oftmals wichtige

Daten zur Verfügung gestellt oder gar überlassen werden. Zudem ergibt sich durch die meist externe Planung bzw. System (bauserve, softbasic (ims-GmbH), PRAXIS Software AG).

2.9. Anwendungen von Software und Hardware in baulogistischen Prozessen

Anwendungen bestehend aus einer Kombination von Soft- und Hardware in baulogistischen Prozessen verbinden die bereits vorhandenen Softwarelösungsmöglichkeiten mit dem konkreten Einsatz unterstützender Hardware.

Solche Systeme kommen vornehmlich auf Großbaustellen oder bei zeitlich stark ausgedehnten Bauvorhaben zum Einsatz. Hierzu werden oftmals Identifikations- und Ortungssysteme genutzt, um die im Voraus geplanten Abläufe zu überwachen, zu interpretieren, zu steuern und teilweise zu automatisieren. Als Schnittstelle zum Arbeiter dienen meist PCs und Tablet PCs, wobei unterschiedliche Akteure bei manchen Software-Lösungen individuell angepasste Oberflächen besitzen.[58] Nur wenige Systeme binden die Akteure unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen dabei mit ein. Eine Aufteilung der entstehenden Kosten, gerade bei teurer Hardware, verhindert in vielen Fällen den unternehmensübergreifenden Einsatz solcher Systeme.

2.10. Bekannte projektbezogene Ergebnisse Dritter

Kompetenzzentrum Bau: Optimierung der logistischen Abläufe im Bauprozess

Das Kompetenzzentrum Bau hat gemeinsam mit Praxispartnern ein Kooperationsprojekt durchgeführt, in dem ähnliche Problemstellungen wie bei Tabb beseitigt werden sollen. Zur Lösung wurden betriebswirtschaftliche Optimierungslösungen über die beteiligten Supply Chain Partner angewendet und vor allem Schnittstellenprozesse optimiert sowie ein Logistik-optimiertes Bauhoflayout entworfen. Im Projekt entworfenen Idealprozess für Bestellungen und Lieferungen werden lediglich vorhandene EDV-Strukturen genutzt, des Weiteren setzt das Kompetenzzentrum Bau auf eine

[58] CIB-14

weitere Zentralisierung von Bestellungen über eine IT-Plattform. Im Musterprozess werden Bestellungen lediglich vom Einkauf getätigt.[59]

Karlsruher Institut für Technologie: Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter Berücksichtigung der Lean Prinzipien

Das Karlsruher Institut für Technologie greift die Lean Denkweise auf und untersucht Implementierungsmöglichkeiten bei der Projektabwicklung von Bauvorhaben. Dafür wurden Fallstudien in Australien und den USA aufgenommen. Zwei Länder, die eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung von Lean Construction einnehmen.

Während der Projektlaufzeit wurde ein Lean-Projektabwicklungssystem entwickelt, mit Hilfe derer Planung, Vertragsgestaltung und interne Organisation des Bauherrn ausgestaltet werden können. Eine Projekterkenntnis ist, dass der Zeitpunkt der Planung eine wichtige Rolle bei der effizienten Ausgestaltung von Bauvorhaben spielt.[60]

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik: Minimalinvasive Baumaßnahmen

Das Fraunhofer IML hat in einem Forschungsvorhaben die Auswirkungen von baulogistischen Prozessen auf die Baustellenumgebung untersucht. Eine Erkenntnis war, dass schlecht geplante Bauvorhaben erhebliche negative Auswirkungen auf ihr Umfeld haben. Als Hauptursachen wurden mangelhafte Kommunikation, Planung und Koordination genannt. Mit Hilfe von web-basierten Softwarelösungen sowie der Entwicklung eines Baustellen-Informationsterminals wurde gezeigt, dass Kommunikations- und Informationsbedarfe mit technischen Hilfsmitteln besser befriedigt werden konnten.[61]

[59] Max-14

[60] Geh-11

[61] Fra-14

3. Anforderungsanalyse

3.1 Stakeholderanalyse

Die jüngste Entwicklung von Shareholder- zu Stakeholderstrukturen in der Baulogistik bringt einen sich verstärkenden Druck auf kürzere Bauzeiten mit sich[62]. Die starke Fragmentierung in der Baubranche führt zu einer großen Anzahl an Akteuren und folglich Schnittstellen, die es zu koordinieren gilt.[63]

Die verschiedenen, an einem Bauprojekt mittel- oder unmittelbar beteiligten Gruppen von Stakeholdern führen zu einer heterogenen Interessensverteilung. Interessenskonflikte gegenüber der Durchführung des Forschungsvorhabens sind die Folge. In Expertengesprächen mit 14 Stakeholdern wurden die individuellen Anforderungen und Wünsche der Stakeholdern sowie ihrer Kunden erfasst und die Auswirkungen der Erfüllung einzelner Anforderungen gemeinsam diskutiert.

Basierend auf der Analyse der Gespräche werden nachfolgend die zu unterscheidenden Gruppen der Stakeholder genannt und ihre jeweilige Position bei einer technologiegestützten Logistikstrategie erläutert. Dabei ist darauf zu achten, dass einer Projektdurchführung unterschiedliche Erwartungen und Befürchtungen entgegen gebracht werden. Um eine erfolgreiche Technologieimplementierung zu gewährleisten, müssen die verschiedenen Interessen beachtet werden. Die beteiligten Gruppen tragen auf verschiedene Arten und in verschiedenen Intensitätsgraden zur Projektgestaltung bei.

Im Folgenden wird zwischen den Befürwortern und den Skeptiker einer Technisierung der Anlieferung von Baumaterialien sowie der Gruppe der Neutralen unterschieden. Befürworter können Kostenvorteile aus einer technisierten Lösung ziehen, neue Geschäftsmodelle etablieren oder Prozesse vereinfachen. Skeptiker sind solche Akteure, die Bedenken gegenüber einer solchen Lösung formuliert haben. Eine technisierte Anlieferung ist für sie mit Kosten verbunden, beschneidet ihre Umsätze oder erhöht die Komplexität ihrer Prozesse. Als neutrale Akteure werden jene Beteiligte bezeichnet, bei denen sich entweder keine Auswirkungen auf ihre Arbeitsabläufe ausmachen lassen oder bei denen Vor- und Nachteile sich die Waage halten.

[62] Möl-13

[63] Gün-11

3.1.1. Die Gruppe der Befürworter

Die Gruppe der Befürworter wird durch diejenigen Stakeholder repräsentiert, die in der Durchführung des Projektes einen finanziellen Anreiz, beispielsweise durch Effizienzsteigerungen sehen. Hierzu gehören Architekten, Bauüberwacher, kleine, mittelständische und industrielle Bauunternehmen, Transportbetonindustrie, Handwerk, (kleine) Baustoffhändler, sowie Baustofflogistiker und Baustoffhersteller.

Stakeholdergruppe	Verantwortlichkeit	Erwartungen	Skepsis	Einfluss-nahme*
Architekt	Beratung, Planung, Entscheidung	Leichtere Handhabung	Aufwand	5
Bauüberwachung	Abnahme, Bewertung der Bauleistung	Reibungsfreier Informationsfluss	Kinderkrankheiten	5
Bauunternehmung, klein	Verarbeitung	Gesamtkonzept	Vereinheitlichung des Systems	3
Bauunternehmung, Mittelstand	Verarbeitung, Generalunternehmer	Übersichtlichere Planung	Durchsetzung, Kosten	5
Bauunternehmung, Industrie	Generalübernehmer	Bessere Kommunikation	Kosten	5
Transportbeton	Lieferung	Detaillösung	Überwachung	4
Innenausbau/Handwerk	Verarbeitung	Einheitliche Lieferstruktur	Vereinheitlichung des Systems	4
Baustoffhandel, klein	Handel, Logistik	Liefersicherheit	Investitionshemmung	4
Baustofflogistiker	Lieferung, Logistik	Bessere Termintaktung	Durchsetzung, Kosten	4

*O bedeutet negativer Wert bzw. geringe Bedeutung für die Entwicklung der Projektidee; 5 entspricht positiver Bewertung bzw. großer Bedeutung

Abbildung 22: Liste der befürwortenden Stakeholder

3.1.1.1. Architekt

Der Architekt bildet die Schnittstelle zum Bauherrn und ist demnach eine entscheidende Größe bei der Gestaltung der Projektidee. Ihn gilt es von den Vorteilen einer technisierten Anlieferstrategie zu überzeugen und seine Erwartungen hinsichtlich einer leichteren Koordination seiner Haupt- und Nachunternehmen zu erfüllen. Er wird die Idee gegenüber dem Bauherrn vertreten und sie in der Bauausführung durchsetzen. Durch den Einsatz neuester Technologien kann es ihm gelingen, den Aufwand zur Abstimmung der einzelnen Nachunternehmer zu reduzieren und damit die Terminplanung und -treue positiv zu beeinflussen. Dies sichert ihm Folgeaufträge und hat das Potential auch die Baukosten positiv zu beeinflussen.

3.1.1.2. Bauüberwachung

Die Bauüberwachung ist sehr an einer transparenten und strukturierten Anlieferung von Materialien interessiert und nimmt daher auch großen Einfluss auf die Ausgestaltung einer technisierten Anlieferstrategie. Befragte Praxispartner nennen die Einführung einer Datenbank mit leichter Zugänglichkeit für die unterschiedlichen Baubeteiligten als entscheidende Funktion des neu einzuführenden Systems. Dadurch soll der Informationsfluss effizienter gestaltet werden. Lieferstandinformationen können für eine bessere Kontrolle des Baufortschritts zugänglich gemacht werden. Schwierigkeiten sieht die Bauüberwachung in der flächendeckenden Implementierung des Systems. Die Umsetzbarkeit hängt ihrer Meinung nach davon ab, ob jedes Glied der Logistikkette sich an einer Systemeinführung beteiligt.

3.1.1.3. Kleine Bauunternehmen

Kleine Bauunternehmen haben ein stark eingeschränktes Investitionsbudget, weshalb sie ihren Einfluss auf die Entwicklung einer technisierten Anlieferstrategie als relativ gering einschätzen. Dennoch sind kleine Bauunternehmen bestrebt Standardsysteme zu vereinheitlichen und somit grundsätzlich an der Einführung der technisierten Anlieferstrategie interessiert. Durch eine verbesserte Planbarkeit und reibungslosere Materialanlieferungen hilft ihnen eine Standardisierung dabei Bauvorhaben termingerecht durchzuführen, vereinfacht die Integration neuer Mitarbeiter sowie Lieferanten und hilft kleinen Bauunternehmen auch dabei sich schneller in Bauvorhaben mit hoher Arbeitsteiligkeit einzufügen.

3.1.1.4. Mittelständische Bauunternehmen

Die hohe Dichte des Mittelstandes in der Wirtschaft macht diese Baubeteiligten zu einer wichtigen Anwendergruppe für die Ausgestaltung der Anlieferstrategie. Eine einheitliche Logistiklösung wird von mittelständischen Firmen erwartet, die Entwicklung eines eigenen Logistiksystems steht jedoch aufgrund der Betriebsgröße nicht im Vordergrund. Mittelständische Bauunternehmen haben genaue Vorstellungen bezüglich einer übersichtlicheren, strukturierten Planung eines Bauprojektes. Sie würden gerne bei der Umsetzung von Bauvorhaben eine genauere Taktung einzelner Anlieferungen vornehmen und logistische Teilschritte dabei effizienter durchführen können um Logistikkosten einzusparen sowie Warte- und Vorlaufzeiten zu reduzieren. Wie auch bei den kleinen Bauunternehmen spielen die Kostenaspekte eine entscheidende Rolle bei den Überlegungen zur Einführung einer technisierten Anlieferstrategie.

3.1.1.5. Industriebauunternehmen

Diese Gruppe hantiert mit einem großen Volumen an Bauprojekten und hat bereits eigene Logistiklösungen entwickelt, die es zu verbessern gilt. Aus den Befragungen ergab sich, dass gerade in Informations- und Kommunikationspolitik zwischen Baubeteiligten großes Potential gesehen wird. Ein weiteres Feld mit Optimierungspotentialen wird in der iterativen Planung von logistischen Aktivitäten gesehen. Für eine hohe Transparenz müssen dem Planer adäquate Kontrollmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Durch eine bessere Termineinteilung und –einhaltung wird vermieden, dass mehrere gleichzeitig zu bearbeitende Prozesse zu Zeitverzögerungen führen. Dies ist gerade im Innenausbau häufig der Fall. Der Einfluss auf die Projektidee ist als groß zu bewerten, allerdings ist zu beachten, dass Industrieunternehmen nur Teilaspekte ihres eigens entwickelten Logistiksystems noch ergänzen können und demnach eine anpassbare/individualisierbare Lösung benötigen. Als schwierig bewerten die Industriebauunternehmen, eine Marktdurchdringung in angestrebter Weise zu erzielen, da diese stark von den Schlüsselakteuren wie den Architekten abhängig ist. Außerdem stellt sich die Aufgabe den unterschiedlichen Interessen und Anforderungen auf industriellen Großbaustellen gerecht zu werden.

3.1.1.6. Transportbeton

Die Betonindustrie repräsentiert die Gruppe der Unternehmen, die mit terminabhängigen Produkten handeln. Der Erstarrungszeitpunkt des Betons erfordert eine zeitge-

naue Anlieferung dieses Produktes und benötigt somit eine exakte logistische Planung. Betontransporteure sind als potentieller Partner für eine technisierte Lösung anzusehen, die Probleme in der Prozesskette eliminiert und den Informationsfluss effizienter gestaltet. Dieser Teil der Betonindustrie ist von mittelständischen Unternehmen besetzt und verfügt somit über die finanziellen Mittel eine solche Lösung zu etablieren. Die Projekteinführung und -ausgestaltung wird durch sie stark beeinflusst - auch durch ihre Nähe zu den Verarbeitern. Sie haben ein großes Interesse an höherer Prozesstransparenz und einer gut laufenden Kommunikation der Beteiligten, da sie direkt von dessen positiven Auswirkungen betroffen sind.

3.1.1.7. Innenausbau/Handwerk

Zum Zeitpunkt des Innenausbaus müssen häufig mehrere Akteure zeitgleich auf der Baustelle koordiniert werden. Als Konsequenz der Schwachstellen in diesem Bereich kommt es häufig zu logistischen Leistungsspitzen und folglich Verzögerungen bei ungenügenden Kapazitäten. Eine einheitlich kontrollierte Lieferstruktur soll diesen Problemen Abhilfe schaffen und verstärkt das Interesse und das Einflusspotential auf die Projektidee.

Als problematisch wird in diesem Sektor der Mangel an Logistikfachkräften bewertet. Um die Projektidee erfolgreich umzusetzen, müssen die Handwerker selbst von dem System überzeugt und dabei auf ein einheitliches System eingearbeitet werden. Eine technisierte Anlieferungslösung muss demnach leicht zu bedienen sein und auch von Laien ohne Fehler handhabbar sein.

3.1.1.8. Kleine Baustoffhändler

Die kleineren Baustoffhändler sind häufig auf das Handwerk spezialisiert und führen zu großen Kontrahenten abweichende Probleme und Erwartungen mit sich. Kleine Baustoffhändler erleben aufgrund mangelnder Kommunikation häufig logistische Stausituationen, die es zu verhindern gilt. Von ihrer Seite liegt auch ein sehr großes Interesse an einer übergreifenden Logistiklösung vor. Auf diese Weise soll eine höhere Liefersicherheit hinsichtlich der Termintreue erreicht werden. Die begrenzten finanziellen Mittel von kleinen Baustoffhändlern wirken sich investitionshemmend aus. Auf der anderen Seite sieht sich ein kleiner Baustoffhändler bei Großaufträgen mit höheren Koordinationskosten als ein großer Baustoffhändler konfrontiert und er-

kennt in einer Implementierung einer technisierten Anlieferstrategie die Chance diese Kosten zu reduzieren.

3.1.1.9. Baustofflogistiker

Da der Baustofflogistiker direkt von Fehlern bei der Materialbestellung oder -anlieferung betroffen ist, hat er großes Interesse an einer besseren Termintaktung durch verbesserte Logistiklösungen. Der Baustofflogistiker gibt Kosten für eine technische Lösung direkt an seine Auftragnehmer weiter. Höhere Kosten senken die Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit seiner Dienstleistung, daher steigt bei Baustofflogistikern mit den Kosten auch die Skepsis gegenüber einer Implementierung der technisierten Anlieferstrategie.

3.1.2. Die Gruppe der Skeptiker

Diese Gruppe wird durch die Baulogistiker (Systemanbieter) und den Baustoffhandel (groß) vertreten. Die negative Einstellung gegenüber einer Umsetzung technologiegestützter Anlieferstrategien begründet sich meist in den hohen Kosten, die durch eine Implementierung bei Baumaßnahmen im Bestand entstehen. Bei vielen Beteiligten sorgen auch Zurückhaltung gegenüber neuen Technologien oder mangelnde Motivation zu Veränderung für Skepsis gegenüber einer technisierten Anlieferstrategie. Diese Form des Traditionalismus fußt auf mangelnder Beeinträchtigung der genannten Beteiligten durch mangelhafte logistische Lösungen auf der Baustelle.

Zu beachten ist jedoch, dass das Projekt „Technologiegestützte Anlieferstrategien für Baumaßnahmen im Bestand“ einen Added Value durch unter anderem eine höhere Kundenzufriedenheit hervorruft. Die Skeptiker werden vermutlich zunächst auf bestehenden Lösungen beharren und erst dann umdenken, wenn der Markt selbst nach neuen Lösungen verlangt.

Stakeholdergruppe	Verantwortlichkeit	Erwartungen	Skepsis	Einfluss-nahme*
Baulogistik Systeman-bieter	Logistik, Lieferung	Neue Ideen	Konkurrenz	1
Baustoffhandel, groß	Systemanbieter, Logistik, Handel	Detaillösungen	Marktanteilverlust	5

*O bedeutet negativer Wert bzw. geringe Bedeutung für die Entwicklung der Projektidee; 5 entspricht positiver Bewertung bzw. großer Bedeutung

Abbildung 23: Gruppe der Skeptiker

3.1.2.1. Baulogistik Systemanbieter

Der Begriff „Systemanbieter“ bezeichnet ein Unternehmen, welches, hier baulogistische Dienstleistungen für die verladende Wirtschaft erbringt.[64] Von Seiten der Baustofflogistiker ist kaum mit einer Einflussnahme auf die Projektidee zu rechnen. Ihnen ist es wichtig, die bereits selbst entwickelten, angewandten und etablierten Lösungen nicht an die Konkurrenz weiterzugeben und damit einen Wettbewerbsvorteil zu verspielen. Interesse an neuen Ideen ist zwar vorhanden, eine frühe Umsetzung der Projektidee ist durch diese Stakeholdergruppe allerdings nicht zu erwarten.

3.1.2.2. Große Baustoffhändler

Große Baustoffhändler haben gerade für den Baumittelstand in den letzten Jahren viel in Logistiklösungen investiert. Um eigene Transport- und Lagerkosten einzusparen, haben sie großes Interesse daran eine direkte Belieferung vom Hersteller zu fördern, jedoch stets mit der Einschränkung nicht zu viele Informationen und Ansprechpartner an den Kunden weiterzugeben. Denn falls Baubeteiligte selbst mit dem Hersteller in Kontakt treten und eng mit den Herstellern zusammenarbeiten können, würden die Baustoffhändler unter Umständen perspektivisch ihre Rolle als Vermittler abgeben und Gewinne einbüßen. Außerdem befürchten sie, dass durch IT-Lösungen mit einer höheren Transparenz viele Informationen über eigene Vorhaben,

[64] Gab-14c

gegebenenfalls auch an die Konkurrenz, preisgegeben werden. Große Baustoffhändler stellen mit ihren hohen Liefervolumina jedoch eine der wichtigsten Interessengruppen dar, daher ist bei der Implementierung einer technisierten Anlieferstrategie unbedingt auf ihre Bedenken und Anforderungen einzugehen.

3.1.3. Die Gruppe der neutralen Stakeholder

Viele Baubeteiligte stehen einer technisierten Anlieferung neutral gegenüber, in vielen Fällen halten sich bei ihnen Für und Wider einer technisierten Anlieferung die Waage. Sie setzen sich zusammen aus Bauherrn, Ingenieurbüro, Betonindustrie, Stahlbau, Erdbau/Tiefbau und Straßenbau. Im Folgenden werden die möglichen Kritikpunkte dieser Bereiche ebenso wie die hier bestehenden Erwartungen geschildert.

Stakeholdergruppe	Verantwortlichkeit	Erwartungen	Skepsis	Einfluss-nahme*
Bauherr	Auftraggeber	Termintreue	Kosten	3
Ingenieurbüro	Planung der Technik	Neues Geschäftsfeld	Akzeptanz, Abwartend	3
Betonindustrie	Produzent	Gesamtkonzept	Motivierung	3
Stahlbau	Verarbeitung	Bessere Termintaktung	Kosten	3
Erdbau/Tiefbau	Verarbeitung, Lieferung	Desinteresse	Überzeugung	0
Straßenbau	Verarbeitung, Lieferung	Detaillösungen	Marktabdeckung	2
Baustoffhersteller	Produktion	Sichere Warenabnahme	Akzeptanz, Abwartend	4

*O bedeutet negativer Wert bzw. geringe Bedeutung für die Entwicklung der Projektidee; 5 entspricht positiver Bewertung bzw. großer Bedeutung

Abbildung 24: Gruppe der Neutralen Stakeholder

3.1.3.1. Bauherren

Der Bauherr als Auftraggeber profitiert davon, wenn das Vorhaben mit seinen Plankosten auskommt und in der angesetzten Zeit durchgeführt wird. Allerdings ist er häufig als Laie bezüglich bautechnischer Fragestellungen anzusehen und will mit diesem Wissen auch nur geringen Einfluss auf die Implementierung von Anlieferstrategien ausüben. Da alle baustellenbezogenen Kosten die Gesamtkosten der Baustelle erhöhen, hegt der Bauherr Skepsis gegenüber den Kosten einer Implementierung.

3.1.3.2. Ingenieurbüros

Das Ingenieurbüro könnte als Systemanbieter fungieren und hat prinzipiell ein sehr großes Interesse an der Einführung technisierter Lösungskonzepte für Bauprozesse. Wichtig jedoch ist, dass die Baubeteiligten überzeugt sind und gerade hier sehen die Ingenieurbüros eine Menge Überzeugungsarbeit ihrerseits als notwendig an. Der Einfluss auf die Projektidee ist eher mittelmäßig zu bewerten und die generelle Haltung davon abhängig ob die Idee auf entsprechende Akzeptanz und Technologieverständnis auf Seiten des Ingenieurbüros stößt.

3.1.3.3. Betonindustrie

Das in der Betonindustrie gehandelte mengenmäßige als auch finanzielle Volumen ist sehr groß. Durch die Distanz zur Baustelle und die fehlende Relevanz der Unversehrtheit der Ware für die Produzenten, spielt eine technologiegestützte Anlieferstrategie für die industriellen Betonproduzenten keine große Rolle. Hinzu kommt, dass in einer Implementierung eines einheitlichen Systems am Markt ein großer Aufwand gesehen wird, der für Produzenten mit einer gesteigerten Komplexität verbunden sein könnte. Andererseits könnten durch eine technisierte Lösung unter Umständen neue Märkte oder Kundenkreise erschlossen werden.

3.1.3.4. Stahlbau

Im Stahlbau wird ebenfalls eine große Teilezahl geliefert und verarbeitet. Prinzipiell besteht hier das Hauptinteresse darin die Termintaktung zu verbessern. Diese Teilbranche ist jedoch gewöhnlich mit mengenmäßig großen Lieferungen in kurzen Zeitintervallen konfrontiert, daher sind die Stahlbauer in vielen Fällen bereits gut organisiert und sehen demnach in einer Systemimplementierung eher die drohenden Kosten.

3.1.3.5. Erdbau/Tiefbau

Diese Branche öffnet sich bisher nur zögerlich gegenüber der Implementierung technologiegestützter Lösungen. Dies hängt damit zusammen, dass bei Erdbaumaßnahmen keine Notwendigkeit darin gesehen wird, von der gut funktionierenden, traditionellen Arbeitsweise auf neue Technologien umzusteigen. Für die Ausgestaltung der Projektidee spielt diese Branche daher eine untergeordnete Rolle. Da der Erd- und Tiefbau große Transportmengen zu bewältigen hat könnte bei einer Etablierung eines technischen Anlieferkonzeptes aber ein Umschwung stattfinden. Die Umsetzung einer technisierten Lösung ist in diesem Sektor allerdings als schwierig zu bewerten, da Rahmenbedingungen wie die schlecht ausgeprägte technische Ausstattung und die kurzlebige Dauer vieler Erdbaumaßnahmen eine technisierte Anlieferstrategie nicht begünstigen.

3.1.3.6. Straßenbau

Gerade für die Verarbeitung von Asphalt und Beton wird viel Logistik benötigt und es werden teilweise bereits fortschrittliche Technologien eingesetzt. Diese Teilbranche der Bauindustrie agiert allerdings losgelöst von anderen Baumaßnahmen und es ist zu erwarten, dass die Straßenbaubranche als Nachzügler einer technisierten Anlieferstrategie auftreten wird. Das Interesse an technisierten Anlieferkonzepten ist allenfalls auf Detaillösungen konzentriert.

3.1.3.7. Baustoffhersteller

Für die Baustoffhersteller ist eine sichere Abnahme ihrer Ware von zentraler Bedeutung. Um dieses Ziel zu erreichen sind sie auf der Suche nach einer möglichst großen Anzahl von Händlern und Kunden und sind so meist gezwungen sich an Trends aus dem Handel (statt an den Verarbeitern) zu orientieren. Aufgrund der sich abzeichnenden Skepsis von großen Baustoffhändlern gegenüber einer technisierten Anlieferung ist eine abwartende Haltung ist die Folge. Baustoffhersteller werden die Entwicklungen am Markt beobachten und sich dann zu Versorgungsketten integrierenden Projektlösungen positionieren.

3.1.4. Zusammenfassende Beurteilung

Während der Durchführung der Stakeholderanalyse zeichneten sich unterschiedliche Basisbedingungen der verschiedenen Baustellen-Akteure ab. Von der Größe und der Art des Unternehmens abhängig, kann unterschiedlich hohes Investitionskapital bereitgestellt werden. Außerdem werden bei größeren Betrieben bereits eigene Logi-

stiklösungen eingesetzt. Diese Faktoren wirken sich auf das Interesse an einer technisierten Anlieferstrategie zur Optimierung der Baulogistik aus.

Einig sind sich die Stakeholder in den Vorteilen einer Projektimplementierung. Hohe Erwartungen bestehen hier bezüglich eines reibungsfreien Informationsflusses, Kommunikation, einer erhöhten Transparenz und der Übersichtlichkeit des Bauprozesses. Darüber hinaus soll den Problemfeldern der Baustelle, nämlich der Termintreue und der Liefersicherheit, verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Große Unternehmen erhoffen sich Detaillösungen, die ihre bereits selbst entwickelten Logistikkonzepte ergänzen.

Skepsis begründen die Akteure durch den hohen Aufwand und die Kosten, die sie auf sich zukommen sehen. Die Erlangung einer Marktdurchdringung wird von einigen Stakeholdern oft als schwierig bewertet.

Die Architekten, Bauüberwachung, mittelständische und industrielle Bauunternehmen werden als Schlüsselakteure und zugleich Treiber der Projektimplementierung betrachtet. Sie haben einen sehr großen Einfluss und sind zugleich der technisierten Anlieferstrategie positiv gesinnt. Werden ihre Erwartungen erfüllt, werden auch die Gruppen, die im Kontakt mit den Schlüsselakteuren stehen, positiv beeinflusst und eine Umsetzung von ihrer Seite aus weiter verstärkt.

Große Baustoffhändler haben eine wichtige Rolle bei der Ausgestaltung der Projektidee und sind unbedingt von dieser zu überzeugen. Sie sind allerdings grundsätzlich skeptisch gegenüber dem Vorhaben eingestellt, da sie befürchten eigene Wettbewerbsvorteile zu verspielen und stark durch IT-Systeme durchleuchtet zu werden.

Wichtig ist es, auch die unterschiedlichen Erwartungen und Befürchtungen der neutralen Baubeteiligten und der Skeptiker einer Technisierung zu beachten. Nur so ist eine ganzheitliche Umsetzung durchführbar, was wiederum den Grad der Marktdurchdringung essentiell positiv beeinflusst. In Abbildung 4 sind die Anforderungen der unterschiedlichen Stakeholder an eine technisierte Anlieferlösung bei Baumaßnahmen im Bestand aufgelistet und gewichtet nach jeweiligem Stakeholder-Einfluss bewertet.

		Befürworter									Skepti-ker		Neutrale Stakehol-der							
		Architekt	Bauüberwacher	Kl. Bauunternehmen	Mittelständische BU	Industrielle BU	Betontransporte	Innenausbau	Kl. Baustoffhändler	Baustofflogistiker	Baulogistik System-anbieter	Gr. Baustoffhändler	Bauherrn	Ingenieurbüros	Betonindustrie	Stahlbau	Erdbau / Tiefbau	Straßenbau	Baustoffhersteller	
	Einflussnahme	**5**	**5**	**3**	**5**	**5**	**4**	**4**	**4**	**4**	**1**	**5**	**3**	**3**	**3**	**3**	**0**	**2**	**4**	**Gewichtete Bewertung**
Anforderungen	Detaillösungen						X					X						X		11
	Einheitliche Logistiklösung	X		X	X			X	X						X					**24**
	Erschließung neuer Märkte/Kunden; Marktdurchdringung		X		X	X				X				X	X			X		**27**
	Geringe Implementierungskosten			X	X	X			X	X	X	X	X			X				**33**
	Sensible Informationsweitergabe										X	X								6
	Hohe Akzeptanz		X			X		X						X	X		X		X	**24**
	Informationsfluss	X	X			X	X													19
	Kommunikation	X				X	X		X											18
	Kostenreduktion	X			X				X			X								19
	Leichte Bedienbarkeit	X						X							X					12
	Leichte Umsetzbarkeit/ Implementierung	X	X					X							X		X			17
	Liefersicherheit			X					X											7
	Termintreue	X		X	X	X	X	X	X	X			X			X			X	**44**
	Transparenz		X			X	X						X							17
	Übersichtliche Planung			X	X	X	X													17
	Verbesserte Kontrolle		X			X	X													14
	Vermeiden von Kinderkrankheiten		X																	5
	Zeitersparnis			X	X	X														13

Abbildung 25: Ableitung von Anforderungen aus der Stakeholder Analyse

3.2. Funktionale Anforderungen

Aus den Anforderungen sollen funktionale Anforderungen abgeleitet werden, sodass daraus der Umfang eines Systems zur technisierten Anlieferung bei Baumaßnahmen im Bestand umrissen werden kann. Als funktionale Anforderungen bezeichnet man die Funktionen eines Systems, oder: Welche Aufgaben ein System ausführen können muss.[65]

3.2.1 Bestellen

Einer Materiallieferung an eine Bestandsbaustelle ist stets eine Bestellung vorgelagert. Diese werden häufig von ausführenden Kräften auf der Baustelle getätigt, da sie am besten abschätzen können, wann und in welcher Menge Materialien benötigt werden. Die Bestellungen findet derzeit aber häufig unter suboptimalen Bedingungen statt. Sie werden meist telefonisch, in vielen Fällen direkt auf der Baustelle getätigt. Durch Einflussfaktoren wie Lärm oder schlechten Empfang kann es leicht zu Missverständnissen kommen. Diese können in Fehllieferungen resultieren und dann den Bauprozess verzögern.

Die genannten Anforderungen der erhöhten Liefersicherheit, der verbesserten Kontrolle sowie der Zeitersparnis können durch eine Bestellfunktion in einer technisierten Anlieferlösung gefördert werden. Eine elektronisch aufgegebene Bestellung ist eindeutig, nachvollziehbar und kann schnell von den Beteiligten aufgegeben und bearbeitet werden.

3.2.2 Kommunikation

Gemäß den Anforderungen der verbesserten Kommunikation und des Informationsflusses soll eine technisierte Lösung die Kommunikation zwischen den Baubeteiligten verbessern. Im Idealfall können Beteiligte über ein System miteinander in Kontakt treten und Informationen auf einfache Weise austauschen. Dies erfordert die Hinterlegung von Ansprechpartnern, sodass diese einfach zu finden sind, auch für Fremde oder kurzzeitig Beteiligte. Aus der Anforderung der sensiblen Informationsweitergabe folgt, dass dabei auch ein Augenmerk auf vertrauliche Daten gelegt werden muss. Baustoffhändler fürchten sich davor übergangen zu werden. In einem System, in dem Baustoffhersteller und Verarbeiter miteinander kommunizieren sollen, muss daher Wert darauf gelegt werden, dass diese beispielsweise keine Kontaktinformatio-

[65] Har-13

nen miteinander austauschen können und so die Baustoffhändler als Mittelsmänner obsolet machen.

3.2.3 Information und Datenverwaltung

Abgeleitet aus den genannten Anforderungen Informationsfluss, Transparenz und übersichtlicher Planung muss das System auch eine Informationsfunktion übernehmen können. Eine technisierte Lösung zur Anlieferung muss Informationen über das Bauvorhaben, die Baubeteiligten, die bestellbaren Produkte und Lieferstatus zur Verfügung stellen. Durch eine Bereitstellung von Informationen können Informationsasymmetrien geglättet werden somit entfallen Such- und Informationsbeschaffungszeiten. Dies führt mittelbar zur Reduktion der damit verbundenen Kosten. Neben der Information nach Außen muss den Baubeteiligten auch eine Selbstorganisation mit Hilfe des Systems ermöglicht werden. Das heißt, Termine der Lieferungen müssen einsehbar sein, Aufträge und Bestellungen müssen verwaltet werden können sowie verschiedene Bauvorhaben parallel bearbeitet werden können.

3.2.4 Navigieren

Gerade auf großen Baustellen kommt es häufig zu Suchzeiten aufgrund von fehlerhaften Anlieferungen. Baustellenlager sind schwer auffindbar oder verfügen über eine mangelhafte Anordnung der Materialien. Lieferanten wissen dann nicht, wo sie die Baustelle idealerweise betreten und an welchem Ort der Baustelle sie die Materialien abladen sollen. Aus den Anforderungen Kostenreduktion, Zeitersparnis und Termintreue folgt demnach auch eine Navigationsfunktion für den Transporteur des Materials. Diese Funktion soll den Transporteur, je nach Wunsch des Verbauers zum Einbauort oder zu dem gewünschten Baustellenlager navigieren.

3.3. Nichtfunktionale Anforderungen

Um zu beschreiben auf welche Art und Weise ein System diese Funktionen erledigen soll, müssen nichtfunktionale Rahmenbedingungen für ein System einer technisierten Anlieferstrategie bei Baumaßnahmen im Bestand aus den Anforderungen abgeleitet werden. Nichtfunktionale Anforderungen beschreiben Rahmenbedingungen, Qualitätsanforderungen oder undetailliert spezifizierte Funktionen eines Systems.[66] Die während der Experteninterviews aufgenommen nichtfunktionalen Anforderungen un-

[66] Har-13

terscheiden sich von Annahmen, die während der Antragsphase getroffen wurden. Daher weicht das zu entwickelnde System Tabb im Sinne einer kundenorientierten Lösung von der im Antrag skizzierten Lösung ab, um das Ziel des Vorhabens eine technologisierte, vereinfachte Belieferung von KMU mit Baustoffen bei Baumaßnahmen im Bestand zu erreichen. Im Folgenden werden zu erfüllende Rahmenbedingungen und Eigenschaften eines Systems zur technisierten Anlieferung bei Baumaßnahmen im Bestand genannt.

3.3.1. Niedrige Implementierungskosten

Stakeholder-übergreifend wurden geringe Implementierungskosten eines Systems als wichtiger Faktor für eine Umsetzung des Systems genannt. Hohe Kosten eines Systems entstehen durch Anschaffungskosten, Verwaltungsaufwendungen zur Dateneinpflegung und Aufwendungen bei der Pflege und Administration eines Systems. Anschaffungskosten können reduziert werden indem der Hardwareeinsatz minimal gehalten wird. Das heißt eine Lösung zur Anlieferung muss auf bereits vorhandenen Strukturen aufbauen können und es müssen keine zusätzlichen Hardwareeinkäufe getätigt werden. Die Implementierungskosten WLAN-basierter Ortungssysteme in logistischen Prozessen wurden von den Stakeholdern als zu hoch eingeschätzt. Um eine praktikable Lösung im Projekt zu entwickeln, den Wünschen der Anwender zu entsprechen und Implementierungskosten niedrig zu halten soll Tabb eine Softwarebasierte Lösung sein, die mit gängigen Smartphones und Desktop-Rechnern bedient werden kann. Um des Weiteren Verwaltungs- und Anschaffungskosten für die Software so gering wie möglich zu halten soll Tabb modular aufgebaut sein. Dies beinhaltet eine Grundversion der Software sowie zubuchbare Module, wie beispielsweise die Navigationsfunktion, die lediglich auf sehr großen Baustellen benötigt wird.

3.3.2. Einheitliche Lösung und Marktdurchdringung

Tabb soll darüber hinaus von vielen Unternehmen eingesetzt werden können. Dafür muss es sowohl die spezifischen Funktionen für Besteller, Verkäufer, Hersteller als auch Transporteure von Baumaterialien abdecken. Es soll dadurch die Baustoffversorgungskette näher zusammenbringen und den Informationsfluss zwischen den Baubeteiligten erhöhen. Durch die kostengünstige Anwendung ist es auch für kleine Unternehmen interessant.

3.3.3. Akzeptanz

Die Stakeholder haben Akzeptanz als eine wichtige Anforderung an Tabb genannt. Dies soll durch einen einfach und intuitiven Aufbau der Software erreicht werden. Tabb soll von jedem auf der Baustelle bedient werden und somit Entscheidern auf der Baustelle mehr Zeit verschaffen.

Auch wenn die Software dabei helfen soll Vorgänge bei Bestellung, Auftragsbearbeitung und Lieferung der Materialien zu standardisieren, soll sie Baubeteiligte nicht in ihren Möglichkeiten einschränken. Daher müssen auch individuelle Wünsche und Anforderungen an Materiallieferungen berücksichtigt werden. Bei Tabb wird dies durch eine Nachrichtenfunktion realisiert, die es dem Besteller ermöglicht den Verkäufer auf besondere Rahmenbedingungen bei der Auslieferung hinzuweisen.

3.3.4. Leichte Umsetzbarkeit

Die Stakeholder haben eine leichte Umsetzbarkeit von Tabb als eine weitere nichtfunktionale Anforderung genannt. Da Tabb von Anwendern unterschiedlichster Smartphones, Tablets und Desktop-Computer genutzt werden soll, gibt es verschiedene Lösungsansätze. Eine Lösung wäre die Programmierung der Software für die zahlreichen Betriebssysteme, inklusive der Schaffung von Schnittstellen zum Datenaustausch. Diese Lösung wäre verbunden mit hohen Kosten und würde auch hohe Wartungsaufwendungen nach sich ziehen. Daher wurde im Projekt auf die Entwicklung einer Web-Anwendung gesetzt. Es wurde ein Web-Portal entwickelt, das sowohl für die mobile Anwendung als auch den Einsatz bei Desktop-Computern optimiert wurde. Dadurch kann Tabb auf Smartphones und Tablets auf Android- und iOS-Basis eingesetzt werden und darüber hinaus auch auf allen Desktop-Rechnern. Es ist beim Einsatz von Tabb keine Installation einer Software oder Aufstellen und Kalibrierung von Hardware nötig. Nach dem Einloggen auf dem Web-Portal können Baustellenmitarbeiter sofort bestellen und Lieferungen entgegennehmen. Es sind zahlreiche Schnittstellen geschaffen worden, so dass beispielsweise leicht Produktkataloge von Baustoffhändlern hochgeladen werden können. Auf diese Weise kann Tabb schnell und reibungslos in bestehende Prozesslandschaften integriert werden.

4. Bestandteile der technisierten Lösung für Anlieferprozesse bei Baumaßnahmen im Bestand

4.1. Allgemeines

Mit der vom Fraunhofer IIS entwickelten Onlineplattform Technologieunterstützte Anlieferstrategie für Baumaßnahmen im Bestand – kurz Tabb – wird die bisherige Baustellenversorgung optimiert.

Die geringe Integration der Versorgungsketten in der Baubranche bildet die Grundlage für eine Vielzahl von Herausforderungen. Die mangelhafte Kommunikation zwischen den zahlreichen Schnittstellen auf der Baustelle hat einen umfangreichen und ineffizienten Informationsfluss zur Folge. Demnach werden die Transparenz und die Nachvollziehbarkeit der logistischen Prozesse negativ beeinflusst. Diese Probleme der zeitlich und finanziell suboptimal verwalteten Prozessketten zeigen sich auf Baustellen in Form von Schwund, mangelhaften Lagerstrukturen sowie unnötigen Arbeiten. Zusätzlich werden durch fehlerhafte Lieferungen und die damit verbundenen langen Wartezeiten Logistikkosten unnötig in die Höhe getrieben.

Tabb stellt eine Lösung zur Bewältigung dieser Probleme dar. Durch die Funktionen der modular aufgebauten Software werden die ineffizienten Aspekte beseitigt und die Nachvollziehbarkeit sowie Transparenz der Prozessketten deutlich verbessert.

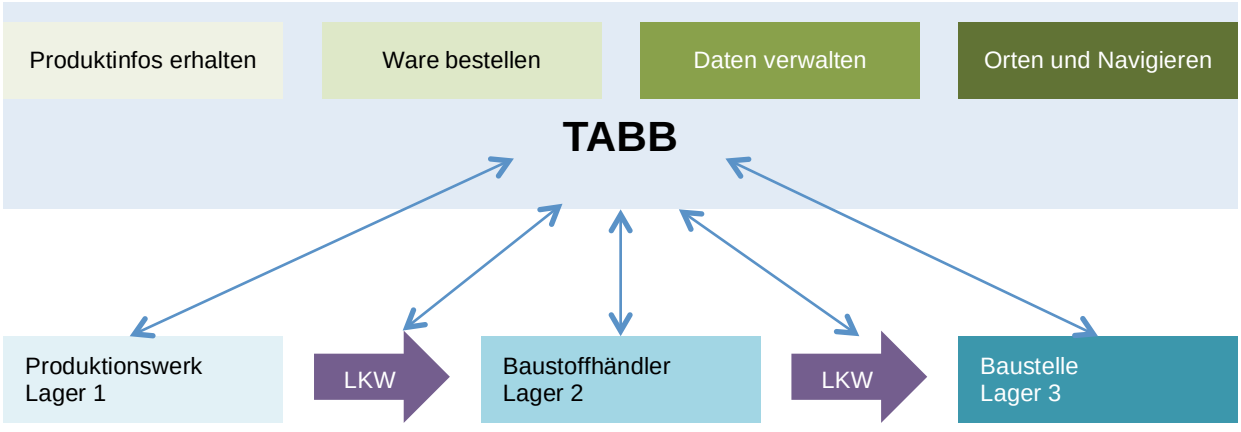


Abbildung 26: Tabb Übersicht

Um eine allgemeine, von Standort und Hardware unabhängige Zugänglichkeit zu ermöglichen und Stabilität zu gewährleisten, wird Tabb als Web-Plattform umgesetzt. Die modulare Funktionsstruktur kann vom Kunden spezifisch auf die eigenen Be-

dürfnisse angepasst werden. Dadurch wird die Ansprache einer breiten potentiellen Anwendergruppe sichergestellt.

4.2. Soll Konzept

4.2.1. Traditionelle Anlieferung

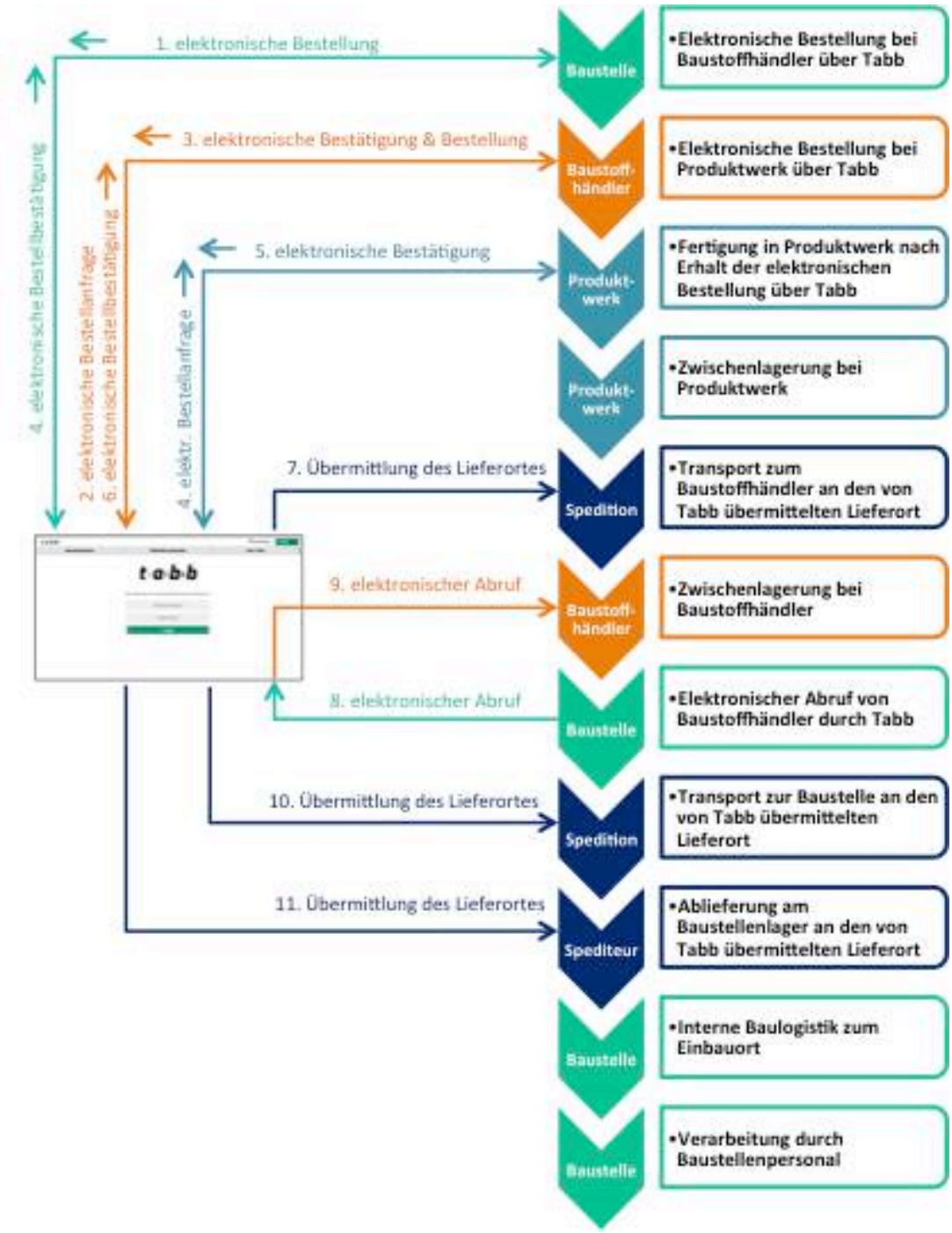


Abbildung 27: Soll Konzept der Traditionellen Anlieferung

Die Schwachstellen der traditionellen Anlieferung können durch die Verwendung der Onlineplattform Tabb weitestgehend beseitigt werden. Löst der Verantwortliche auf der Baustelle eine Bestellung aus, so wird diese elektronisch in Tabb übertragen, wodurch bereits hier die Dokumentation der Bestellung gesichert ist. Tabb versendet automatisch eine elektronische Bestellanfrage an den Baustoffhändler. Dieser kann dann die Bestellung wiederum bestätigen und einen Auftrag über Tabb an das Produktwerk senden. Um die Transparenz der Prozesse zu erhöhen erhält der Besteller stets eine elektronische Bestellbestätigung über das System, sobald die Bestellung angenommen wurde.

Bereits bei der Bestellanfrage hinterlegt der Kunde neben den Lieferterminen und –mengen den gewünschten Lieferort. Dies kann durch Markierung der Position in einer Baustellenkarte, durch Wegbeschreibungen oder Angabe der GPS-Daten geschehen. Nachdem die Baustelle die benötigten Waren elektronisch über Tabb abgerufen und der Händler die Bestellung erhalten hat, wird der Lieferort an die Spedition übermittelt. Dadurch wird eine ortsgenaue Lieferung gewährleistet, da der Fahrer an den richtigen Zielort navigiert wird. Des Weiteren können die Beteiligten zusätzliche Informationen über das Bauvorhaben, den Lieferstatus diverser Artikel, Termine und Kontaktinformationen der Verantwortlichen einsehen. Die elektronische Online-Lösung erlaubt zudem, vertrauliche Daten zu schützen und nur berechtigten Personen zugänglich zu machen.

4.2.2. Werkslieferung

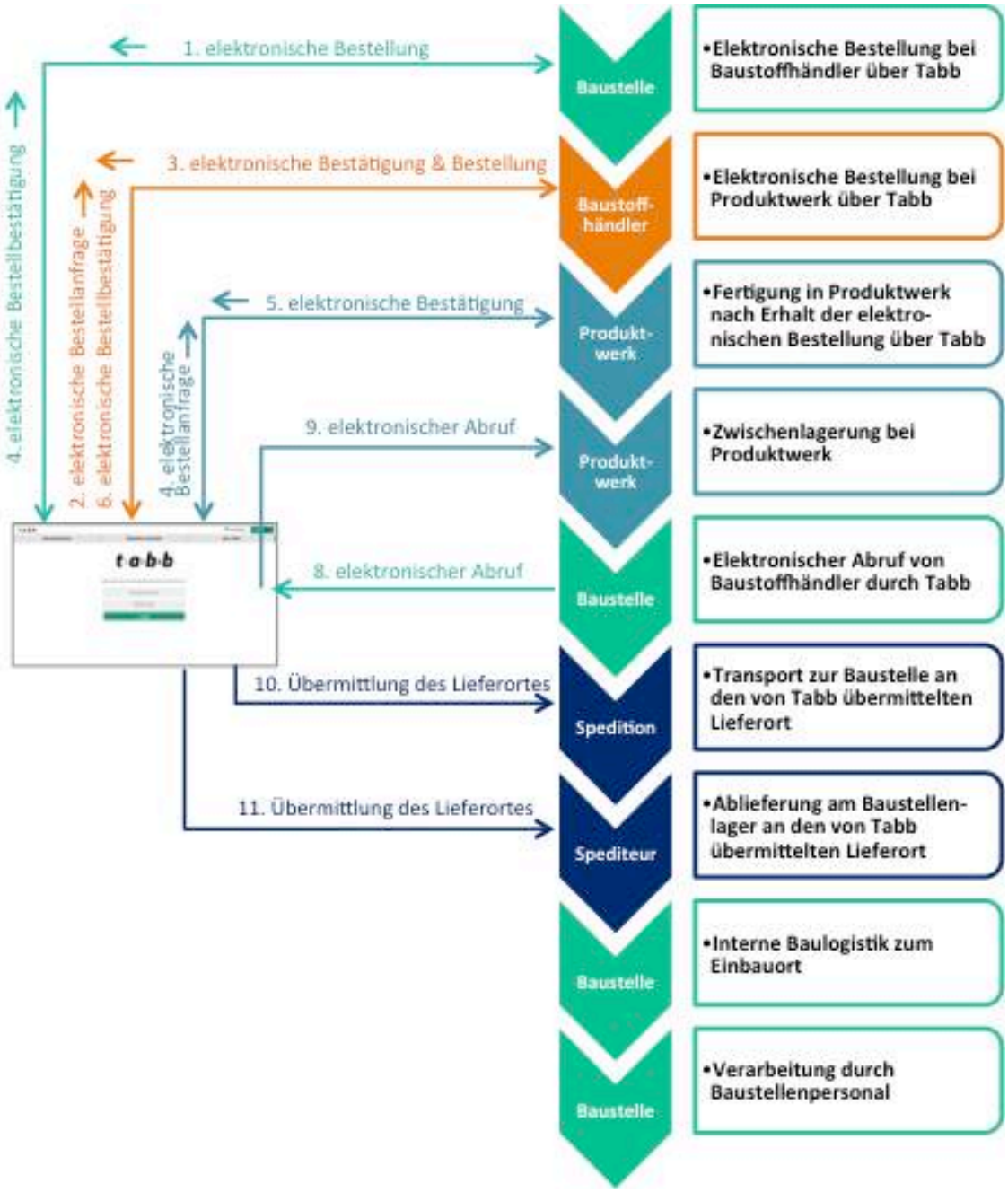


Abbildung 28: Soll Konzept der Werkslieferung

Um die Vorteile der Werkslieferung, nämlich die Schnelligkeit der Prozesse und die reduzierte Komplexität durch die nicht anfallende manuelle Koordination, auch tatsächlich nutzen zu können, müssen bisherige Herausforderungen, wie die schwierige Kommunikation oder die erschwerte Koordination bewältigt werden. Durch den Einsatz von Tabb bei der Werkslieferung ist dies möglich. Auch hier geht, wie bei der traditionellen Lieferung, jeder Materiallieferung eine elektronische Bestellung voraus.

Bestellbestätigungen werden über Tabb versendet, Lieferstatus, -zeiten und Lieferorte sind einsehbar und werden an benötigter Stelle im Bestellprozess übermittelt. Auch wenn der Materialfluss direkt vom Produktwerk zur Baustelle führt, kann der Händler über die Online-Plattform Tabb für ihn relevante Informationen über die Bestellung einsehen und überprüfen. Der stetige Informationsfluss, Datenaustausch und die Dokumentation der Bestellungen und Lieferungen wird durch das System gewährleistet.

4.2.3. Anlieferung zum Handwerker

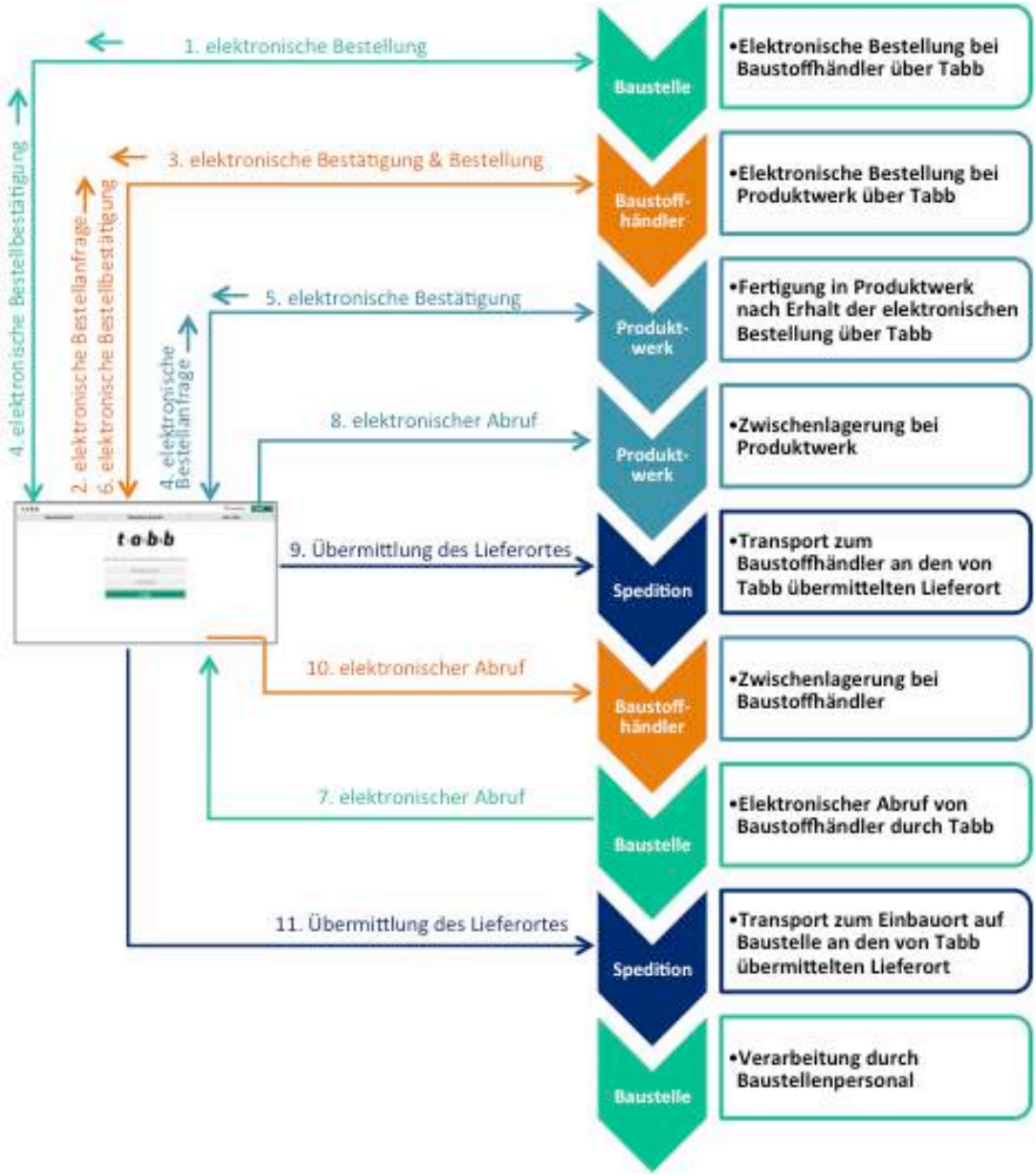


Abbildung 29: Soll Konzept der Anlieferung zum Handwerker

Bei der Anlieferung der benötigten Güter direkt zum Handwerker können bisher die eigentlichen Vorteile des Konzeptes wie eine schnelle Just-in-Time Anlieferung an den Bedarfsort trotz des hohen Kommunikations- und Koordinierungsaufwandes erreicht werden. Auch bei diesem Konzept unterstützt Tabb die Kommunikation, Datenbereitstellung und Dokumentation der Prozesse. Getätigte Bestellungen werden von Tabb erfasst, Bestellbestätigungen versendet und der Lieferstatus kann eingesehen werden. Alle Prozessbeteiligten, das Produktwerk, der Baustoffhandel, die Spedition sowie die Verantwortlichen auf der Baustelle werden mit für sie relevanten Informationen über das System versorgt. Ruft die Baustelle die benötigten Güter über die Online-Plattform ab, wird dieser Abruf an das Produktwerk und den Baustoffhändler übermittelt und ermöglicht einen reibungslosen Just-in-Time Ablauf. Informationen zu Lieferorten oder zu nutzenden Verkehrswegen auf der Baustelle können durch Nutzung von Tabb im Vorfeld eingesehen werden, was bisher beobachtete Lieferverzögerungen und Stillstandzeiten reduziert.

4.2.4. Schleifenbetrieb

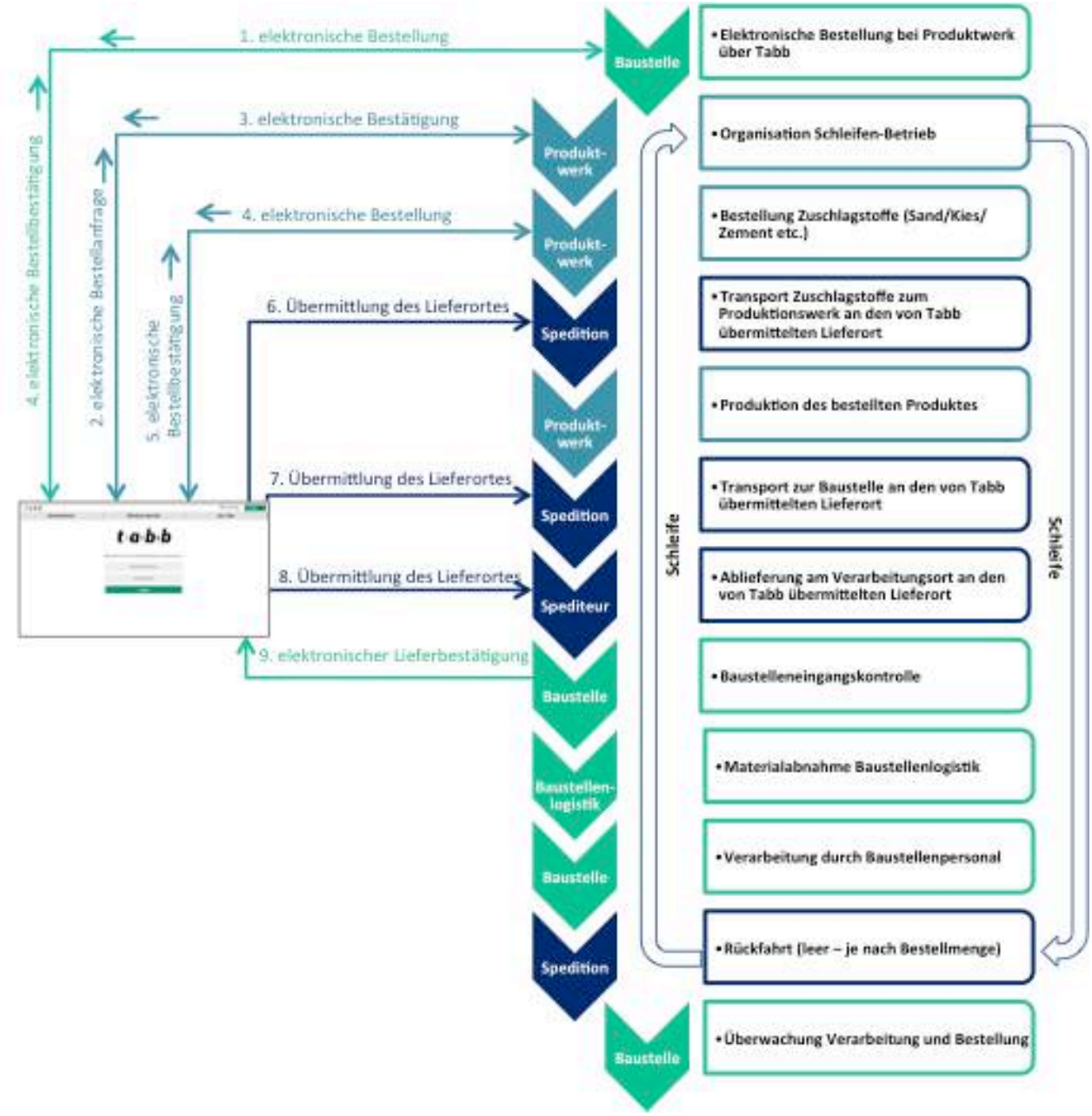


Abbildung 30: Soll Konzept der Anlieferung mittels Schleifenbetrieb

Bei einem Schleifenbetrieb erfolgt die Belieferung der Baustelle direkt vom Mischwerk aus. Die bestellten Mengen müssen am Ende des Schleifenbetriebs oft noch geringfügig angepasst werden, da sich der Bedarf an der Baustelle kurzfristig ändern kann oder im Vorfeld falsch eingeschätzt wurde. Tabb hilft auch bei dieser Anlieferstrategie dabei, einen besseren Überblick über bereits gelieferte Mengen zu erhalten und immer im Blick zu haben, welche Lieferfahrzeuge noch auf dem Weg zur Baustelle sind und welche Mengen noch benötigt werden. Nach der elektronischen

Bestellung durch den Baustellenverantwortlichen wird der Schleifenbetrieb eingeleitet. Das Produktwerk bestellt benötigte Zuschlagstoffe. Diese Bestellungen werden wiederum in Tabb verbucht und sind jederzeit einsehbar. Nachdem die angeforderten Güter produziert wurden, erfolgt der Transport direkt an den von Tabb übermittelten Anlieferort.

Nach der Eingangskontrolle erfolgt eine elektronische Bestätigung über die angelieferten Mengen und das Transportfahrzeug kann zum Produktwerk zurückfahren. Werden weitere Mengen auf der Baustelle benötigt, ist dies in Tabb einsehbar und der nächste Transport kann eingeleitet werden. Über die Online-Plattform haben alle Prozessbeteiligten jederzeit einen Überblick über bereits gelieferte und noch ausstehende Mengen. Eine Erweiterung oder Verminderung der benötigten Bestellmenge kann ebenfalls jederzeit über das System eingepflegt werden. Dadurch wird die für den Prozess benötigte Transparenz stets bewahrt. Die Koordination der Beteiligten kann einfach elektronisch erfolgen, was zudem eine Dokumentation getätigter und ausstehender Aufträge bedeutet.

4.2.5. Mobile Mischstation

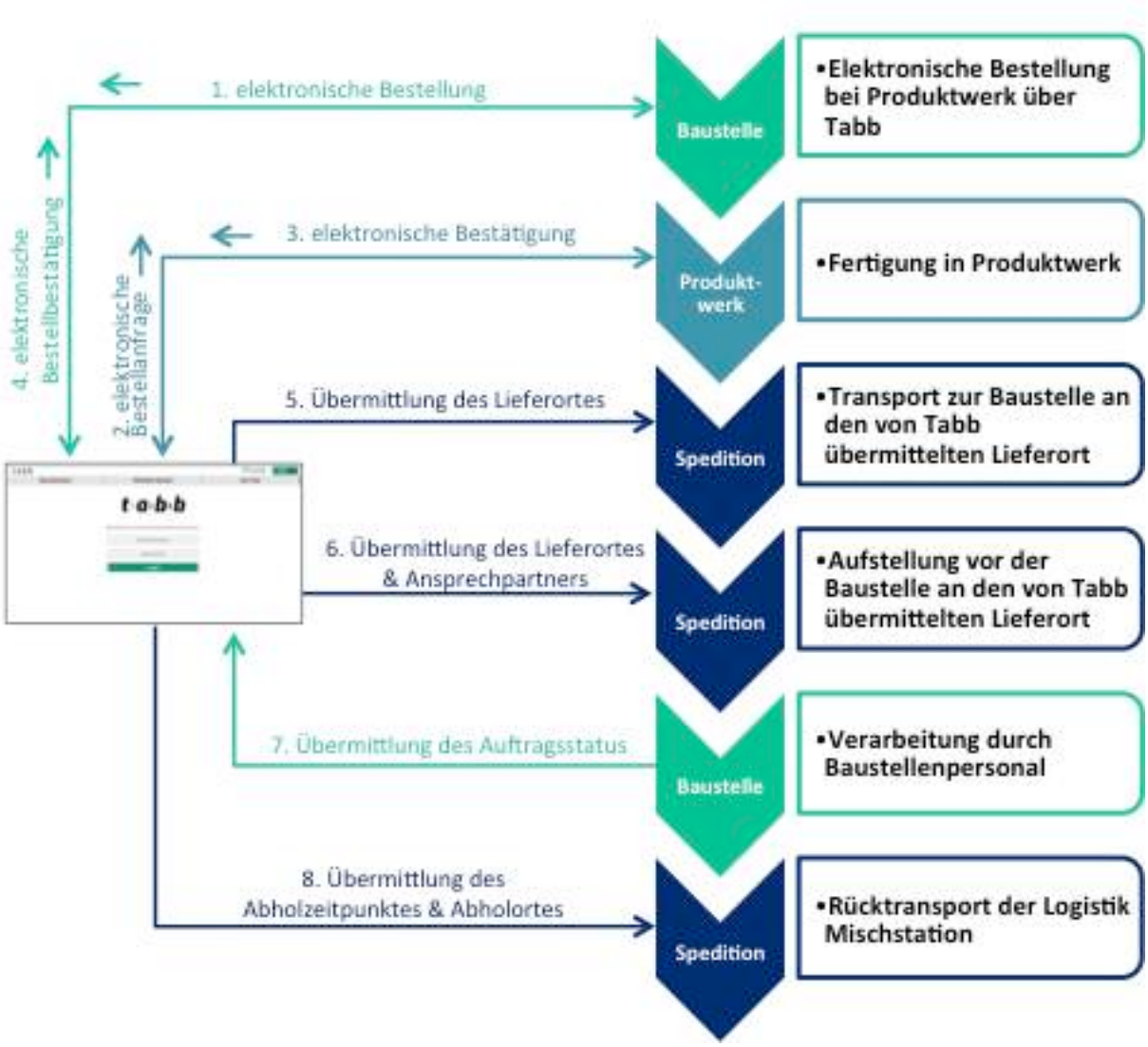


Abbildung 31: Soll Konzept beim Einsatz einer mobilen Mischstation

Eine Logistik-Mischstation ist flexibel vor Ort einsetzbar und wird von dem Baustellenverantwortlichen beim Produktwerk bestellt. Probleme, wie die fehlende Abnahmekontrolle, eine erschwerte Kommunikation und die Suche nach Ansprechpartnern auf der Baustelle sowie dem richtigen Anlieferort können durch die Nutzung von Tabb behoben werden. Wie auch bei den anderen Anlieferkonzepten unterstützt Tabb den Bestellprozess von Buchung bis Quittierung elektronisch und übermittelt notwendige Informationen an die Beteiligten. In diesem Fall bekommt die Spedition, welche die Mischstation anliefert, den genauen Lieferort sowie potenzielle Ansprechpartner mitgeteilt. Ist der Auftrag an der Baustelle abgeschlossen wird dies der Spe-

dition mitgeteilt, so dass diese die Gerätschaften zum festgelegten Abholzeitpunkt am festgelegten Abholort abholen und rücktransportieren kann.

4.3. Aufbau

Tabb verfügt über zahlreiche Schnittstellen. Termine können mit Planungssoftware oder Email Clients wie Outlook synchronisiert und Produktkataloge, Gerätelisten und Betriebsdaten von beteiligten Unternehmen direkt importiert werden. Dadurch wird ein reibungsloser Ablauf der vier Hauptfunktionen Information, Bestellung, Navigation und Lieferung realisiert. Unterschiedliche Zugriffsrechte und Sichtbarkeiten ermöglichen neben der nachvollziehbaren Kommunikation Transparenz dort, wo sie gebraucht und gewünscht ist. Die Hauptfunktionen des Grundmoduls können durch weitere Funktionen verschiedener optionaler Module ergänzt werden. Im Folgenden sollen die Grundfunktionen kurz dargestellt werden.

4.3.1. Information und Datenverwaltung

Ein Grundproblem auf Baustellen ist die heterogene Verteilung von Wissen und die Undurchsichtigkeit der Verteilung von Informationen. In Abhängigkeit des jeweiligen Zugriffrechts haben Nutzer der Plattform Tabb verschiedene Möglichkeiten der Datenverwaltung. Ansprechpartner, Gerätelisten, Produktkataloge und weitere Informationen zu Bauprojekten können auf der Plattform hinterlegt und angesehen werden. Eine digitale Baustellentafel und allgemeine Informationen zum Projekt sind in einem freien Bereich für jedermann sichtbar. Dadurch können Informationen selbst von Neulingen auf der Baustelle schnell aufgerufen und eingesehen werden. Dies schafft mehr Transparenz für alle Baubeteiligten.

4.3.2. Bestellung

Der Besteller wählt die auf der Baustelle benötigten Artikel aus einem Produktkatalog aus. Dieser beinhaltet die verfügbaren Produkte der involvierten Baustofflieferanten. Informationen wie Zeit, Menge und Ort der Lieferung werden vom Besteller angegeben und automatisch an den Baustofflieferanten weitergeleitet. Der Lieferort kann entweder durch direkte Bestellung am Verbauort über mobile Geräte oder über die Auswahl eines Lieferpunktes auf der Baustellenkarte bestimmt werden. Der Baustofflieferant hat nach Erhalt der Anfrage die Möglichkeit die Bestellpositionen in Absprache mit dem Besteller zu verändern. Auf diese Weise können Fehllieferungen hin-

sichtlich Menge, Zeit und Ort vermieden werden. Bestellungen können im Gegensatz zu telefonischen Bestellungen dokumentiert und nachgewiesen werden. Großes Augenmerk wurde darauf gelegt, dass Bestellungen inklusive Suchzeiten der Artikel in der gleichen Zeit zu bewerkstelligen waren, wie am Telefon.

4.3.3. Lieferung

Die Lieferdetails der Bestellung bilden den Ausgangspunkt für die Anlieferung. Zur Optimierung der Anlieferung und zur Vermeidung von Staus und Wartezeiten auf der Baustelle wird die Kommunikation zwischen Baustelle und Baustoffhändler/Spedition vom System geleitet. Die Anlieferungsprozesse sind in Fest- und Flüssigstoffe unterteilt. Bei Feststoffen werden Abfahrts- wie Ankunftszeitpunkt der Lieferung angegeben, bei Flüssigstoffen hingegen wird ein Schleifenbetrieb organisiert und genaue Liefermenge und –zeit der einzelnen Fahrten über das System erfasst. Zu definierten Meilensteinen im Anlieferungsprozess wird der Besteller automatisch vom System über den aktuellen Stand der Lieferung informiert. Dies soll Wartezeiten und Staus an der Baustelle verhindern.

Die Prozessdaten werden aus Gründen der Auswertung und Nachvollziehbarkeit dokumentiert und archiviert. Hierdurch wird die Umsetzung und Verwendung eines automatisch generierten digitalen Lieferscheines ermöglicht.

4.3.4. Navigation

Um ein optimiertes Anlieferkonzept der Baustelle umzusetzen, werden die in den Lieferdetails bereits ausgewählten Daten als Grundlage zur Navigation verwendet. Informationen über die auszuliefernden Positionen, die Anlieferzeit, den genauen Lieferort und den Ansprechpartner auf der Baustelle werden dem Baustofflieferanten auf mobilen navigationsfähigen Geräten bereitgestellt. Dies ermöglicht eine gezielte Navigation vom Baustofflieferanten zum Verbauort auf der Baustelle, sowie in bereits bestehenden Gebäuden. Um eine Navigation über Geräte ohne GPS zu ermöglichen, ist zudem die Wegbeschreibung über eine Baustellenkarte mit Bild möglich. Die Navigation im Gebäudeinneren kann mit dem Zusatzmodul Awiloc realisiert werden.

4.4. Technische Realisierung

Die Rahmenbedingungen der Serveranwendung wurden durch die Anforderungen nach ständiger Erreichbarkeit, Endgeräteunabhängigkeit und der mobilen Einsatzfähigkeit des Systems gegeben. Aus diesen Gründen wurde eine plattformunabhängige Webanwendung entwickelt. Diese sorgt dafür, dass Endgeräte unabhängig und ohne Installationsaufwand die Anwendung verwendet werden können.

Realisiert wurde diese Webanwendung durch Verwendung von Java EE, der Enterprise Edition der Java Plattform. Diese bietet eine große Unabhängigkeit von dem Betriebssystem eines Servers. Zusätzlich stellt Java EE viele benötigte Funktionalitäten bereit, die zur Entwicklung von Webanwendung und Verteilten Systemen benötigt werden.

Als Application Server kommt ein Glassfish von Oracle zum Einsatz. Glassfish ist ein Open-Source-Anwendungsserver für Java EE. Die Hauptaufgabe ist, neben der eigentlichen Bereitstellung einer Laufzeitumgebung für die Webanwendung, die Ressourcenverwaltung der Webanwendung. Dazu gehört ebenfalls die Anbindung einer Datenbank, in dem Fall von Tabb von PostgreSQL, einem freien, objektrelationalem Datenbankmanagementsystem. In diesem werden alle relevanten Daten der Webanwendung abgelegt. Dies umfasst beispielsweise die Daten zu aufgegebenen Bestellungen, Baustellenkarten und die versendeten Nachrichten.

Für die Entwicklung des Webfrontends wurde Apache Tapestry ausgewählt, ein Open-Source-Framework für Java, welches den Kontext eines Servlet-Containers verwendet. Durch einen modularen Aufbau, dem Fokus auf wiederverwendbaren und konfigurierbaren Komponenten, der Trennung von Funktionalität und Design sowie der Integration in Java EE eignete es sich besonders für die Entwicklung der Webanwendung.

4.5. Module

4.4.1. Allgemeines

Tabb dient neben den oben genannten Funktionen zur Kommunikation aller planungsinvolvierten bzw. entscheidungstreffenden Parteien eines Bauprojektes. Für jedes Bauprojekt wird eine neue Domain angelegt. Ein fiktives Beispiel hierfür: Bauprojekt Nordostpark 93 ist erreichbar über www.meintabb.de/nordostpark93. Zu jedem Bauprojekt gibt es verschiedene Rollen und Zugänge. Zu den Rollen Besteller und Lieferant werden jeweils Personen- oder Firmenzugänge geschaffen. Im Folgenden wird der Aufbau und die Funktionen von Tabb anhand Screenshots und zugehörigen Beschreibungen erklärt.

Auf der Startseite, die unter www.meintabb.de erreichbar ist, ist es möglich, die Öffentliche Bautafel des spezifischen Bauprojekts, die Baustellenkarte des Bauvorhabens und allgemeine Informationen über Tabb einzusehen. Auf diese Weise sollen auch Außenstehende oder Transporteure ohne Tabb-Zugang die Möglichkeit besitzen sich über das Bauvorhaben zu informieren oder Informationen zu Zuständigkeiten oder der Anlieferung erhalten (siehe Abbildung 32: Tabb Startseite). Nutzer mit einem Zugang können sich mit ihrem Benutzernamen und Passwort im Loginbereich einloggen und verfügen dann über weitere Funktionen (siehe Abbildung 33: Tabb Loginseite).

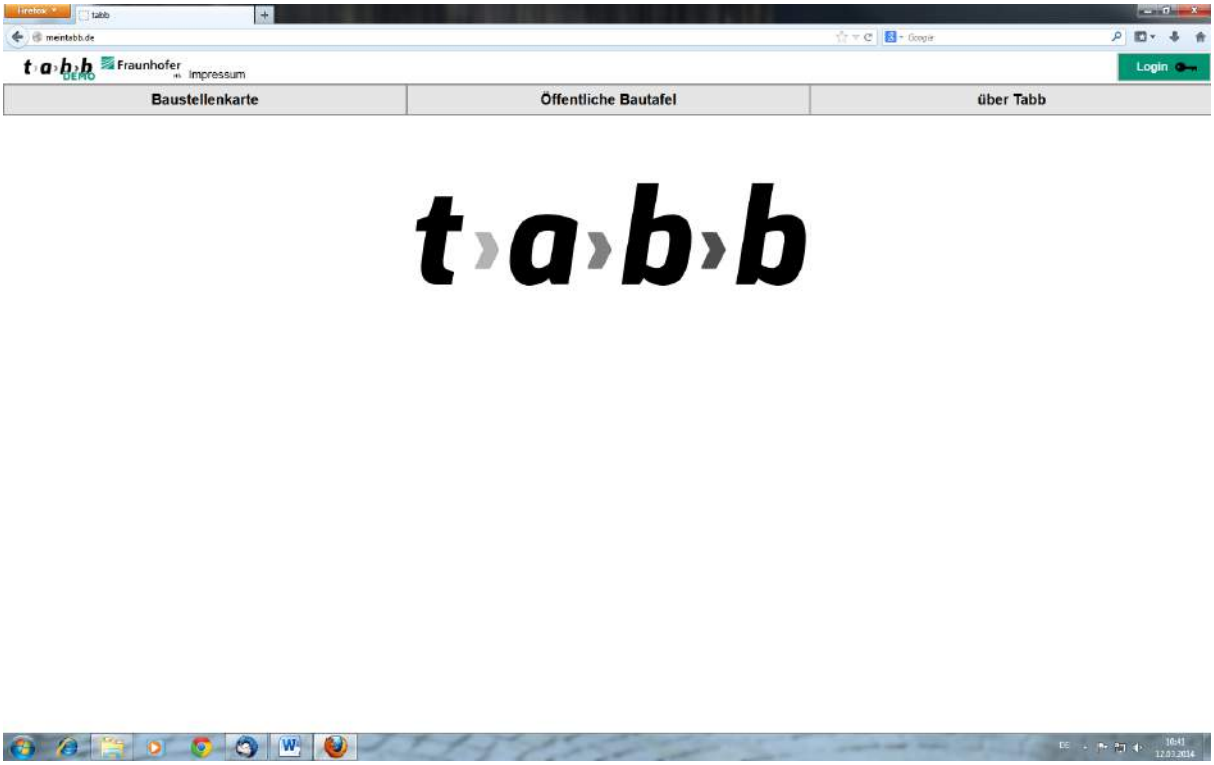


Abbildung 32: Tabb Startseite

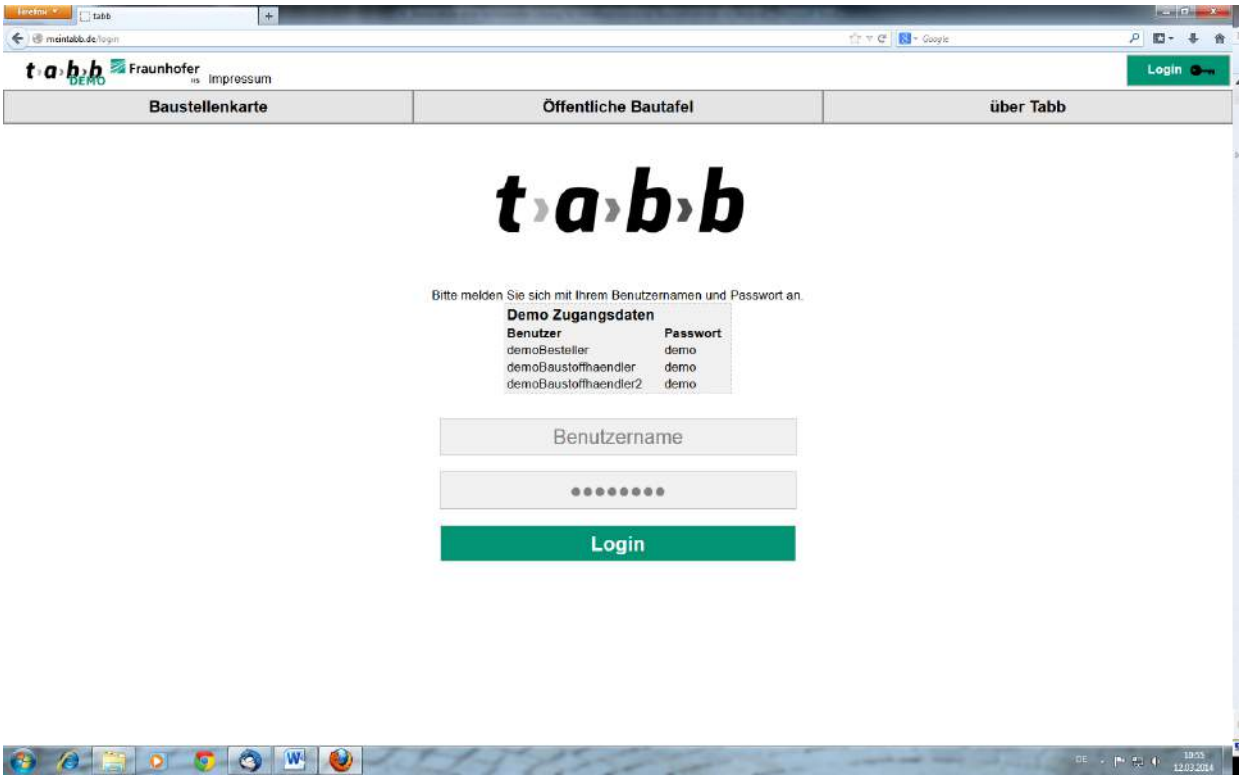


Abbildung 33: Tabb Loginseite

Die „Baustellenkarte“ zeigt in einer grafischen Darstellung die Begebenheiten vor Ort. Es werden zudem Zufahrtsmöglichkeiten zum Gelände und ggf. Umrisse von

bestehenden Gebäuden gezeigt. Als Karte können eigene Grafiken hochgeladen werden. Diese können im Vorfeld auch mit Markierungen oder Beschriftungen versehen werden, um die Orientierung auf der Karte zu erleichtern. Die Baustellenkarte kann lediglich vom Administrator oder dem Ersteller des Bauvorhabens angelegt und hochgeladen werden.

In Abbildung 34: Tabb Baustellenkarte sind die Flächen, auf denen Bautätigkeiten stattfinden beispielsweise rot markiert, nach Bauabschnitten gegliedert und mit Angaben zur Größe der Fläche versehen.

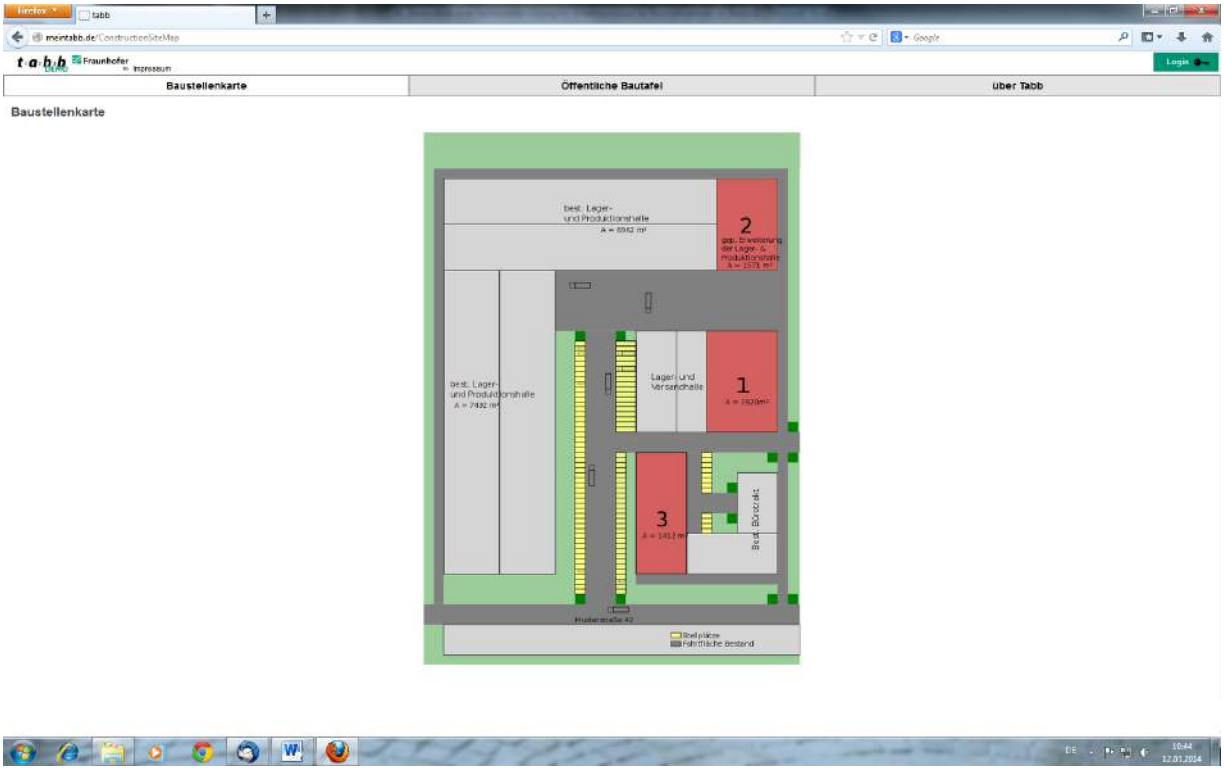


Abbildung 34: Tabb Baustellenkarte

Die Seite der „Öffentlichen Bautafel“ zeigt neben der Baustellenkarte noch alle relevanten Informationen über die Baubeteiligten und das Bauvorhaben an. Informationen umfassen rechtlichen Vorgaben an eine Bautafel, wie beispielsweise den Namen des Bauvorhabens und die Anschrift des Bauherrn. Daneben können aber auch Kontaktinformationen zu beteiligten Gewerken bereitgestellt werden.

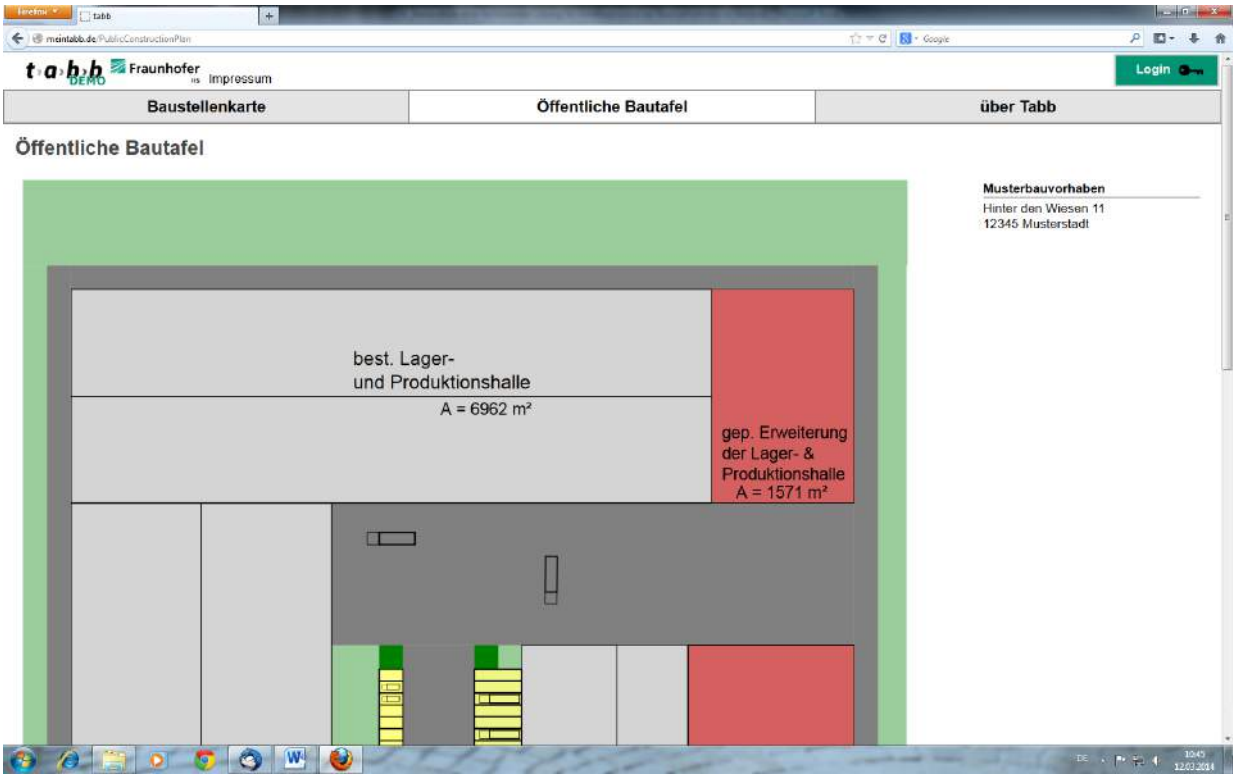


Abbildung 35: Tabb Öffentliche Bautafel

Die Seite „über Tabb“ enthält eine Kurzbeschreibung der Plattform und der Hauptfunktionen. Abbildung 36: Tabb Allgemeine Informationen zeigt die Seite. Hier erhalten Interessenten in Kurzfassung eine Übersicht über die Vorzüge der Plattform und können Kontakt mit dem Fraunhofer IIS aufnehmen.

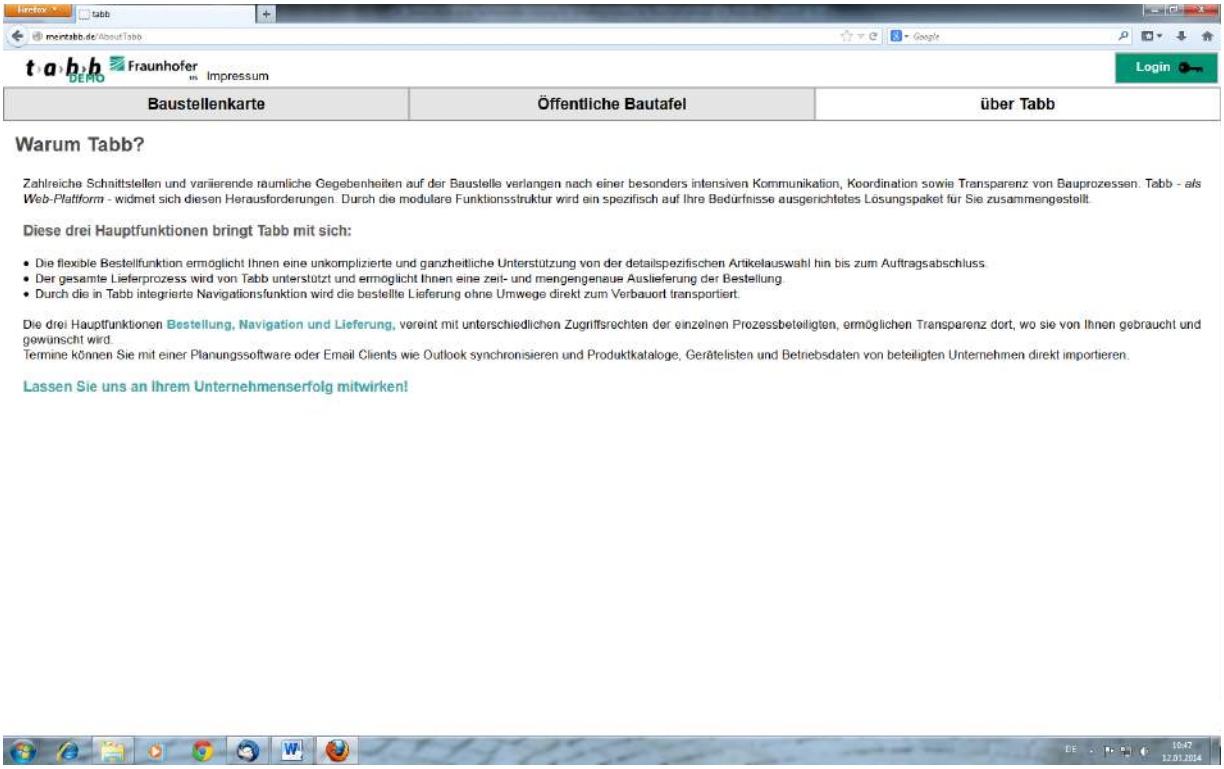


Abbildung 36: Tabb Allgemeine Informationen

4.4.2. Funktionen des Bestellers

Durch das Einloggen auf der Startseite mit den Zugangsdaten des Bestellers, wird der Übersichtsbereich des Bestellers geöffnet. Hier hat der Besteller neben den bereits genannten Möglichkeiten der Einsichtnahme der Baustellenkarte und der öffentlichen Bautafel folgende Optionen:

- Bestellungen erstellen
- Warenkorb speichern
- Warenkorb löschen
- Aufträge einsehen
- Bestellungen ändern
- Verkäufer kontaktieren
- Bestellungen stornieren

Nach dem Login als Besteller öffnet sich die Seite „Meldungen“, auf der alle aktuellen Meldungen von Lieferanten und Statusänderungen zu aktuellen Bestellungen erscheinen, um Transparenz und Übersicht zu gewährleisten. Durch Betätigen des Refresh-Buttons können die Meldungen aktualisiert werden. Durch das Drücken des Buttons Logout können sich eingeloggte Nutzer wieder ausloggen.

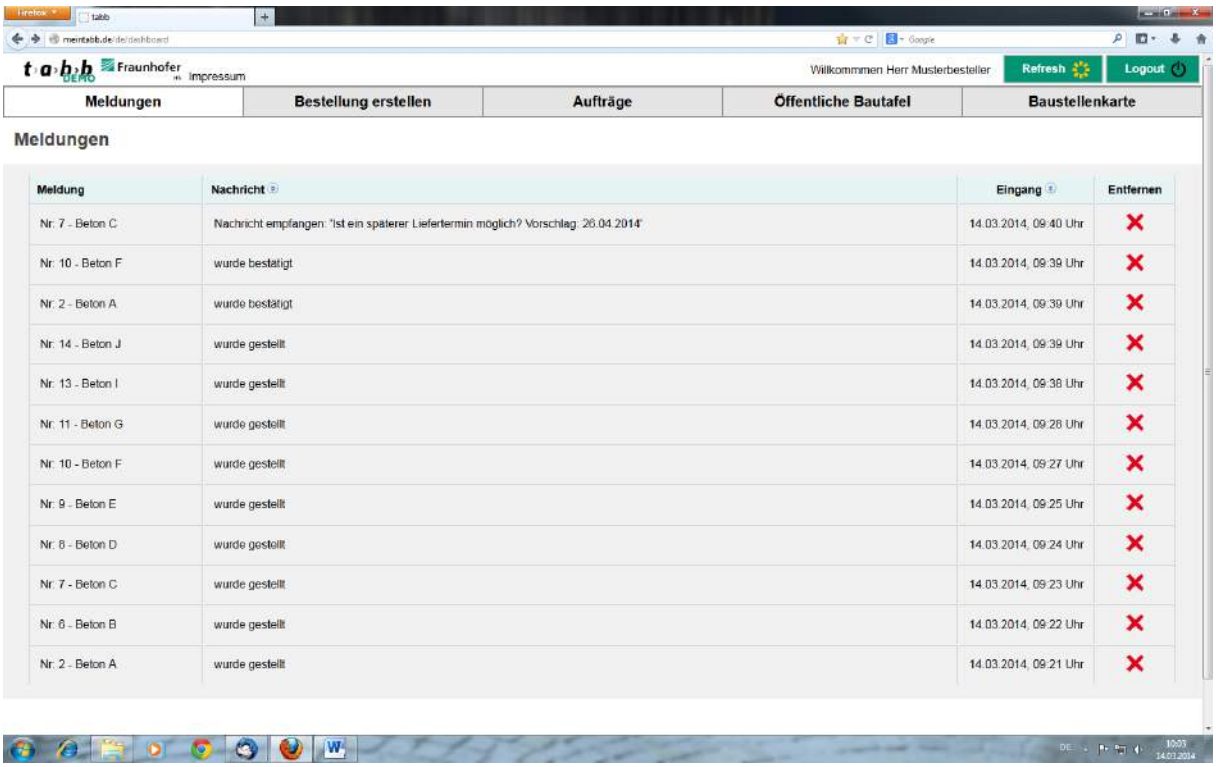


Abbildung 37: Meldungen des Bestellers

4.4.2.1. Bestellung erstellen

Um eine Bestellung erstellen zu können, muss die Seite „Bestellung erstellen“ aufgerufen werden. Hierdurch wird ein Artikelkatalog, der im Voraus von den Lieferanten auf der Plattform zur Verfügung gestellt werden muss, geöffnet. Dieser beinhaltet bei diesem Beispiel zur Veranschaulichung zwei unterschiedliche Artikelgruppen: Betone für den Industriebau und Hartstofftrockenmörtel zur Oberflächenhärtung von Industrieböden. Um die Funktionsweise der Bestellung bei Tabb zu veranschaulichen wird nun der Bestellprozess anhand der Bestellung von 150 Kubikmeter Beton für Hallenböden beispielhaft durchgeführt. Um einen Artikel einer Artikelgruppe bestellen zu können, muss die jeweilige Artikelgruppe mittels Klick geöffnet werden. Um Beton für Hallenböden zu bestellen, muss die Artikelgruppe Betone angeklickt werden.

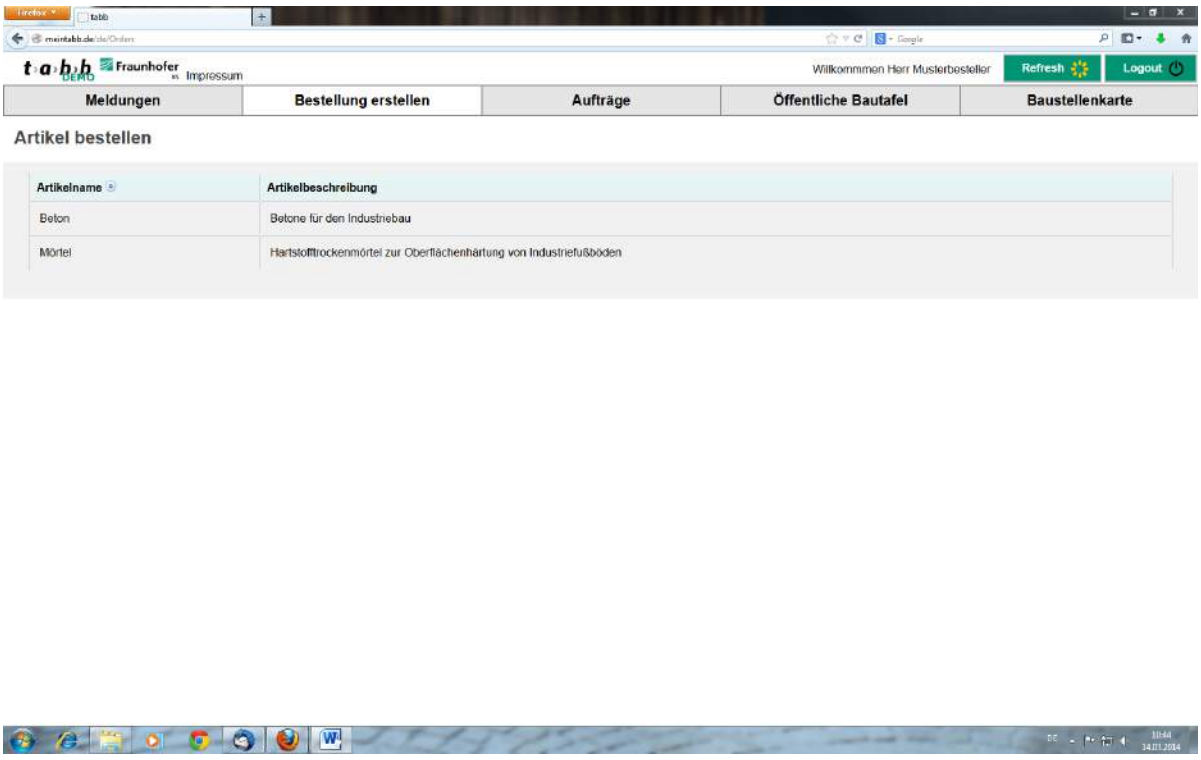


Abbildung 38: Bestellung erstellen, Artikelgruppen

Nach Aufruf der Artikelgruppe werden alle Artikel, die dieser Gruppe zugeteilt sind dargestellt. In diesem Beispiel sollen 150 Kubikmeter Beton für Hallenböden ohne Verschleißbeanspruchung in Großkorn bestellt werden. Durch Eingabe von 150 in das Feld Anzahl neben dem Artikel wird die Menge festgelegt. Durch Drücken des grünen Feldes im unteren Bereich der Website können dann die Artikel zum Warenkorb hinzugefügt werden. Durch die großen Flächen und Buttons wird auch bei mobiler Nutzung ein irritationsfreies Arbeiten ermöglicht.

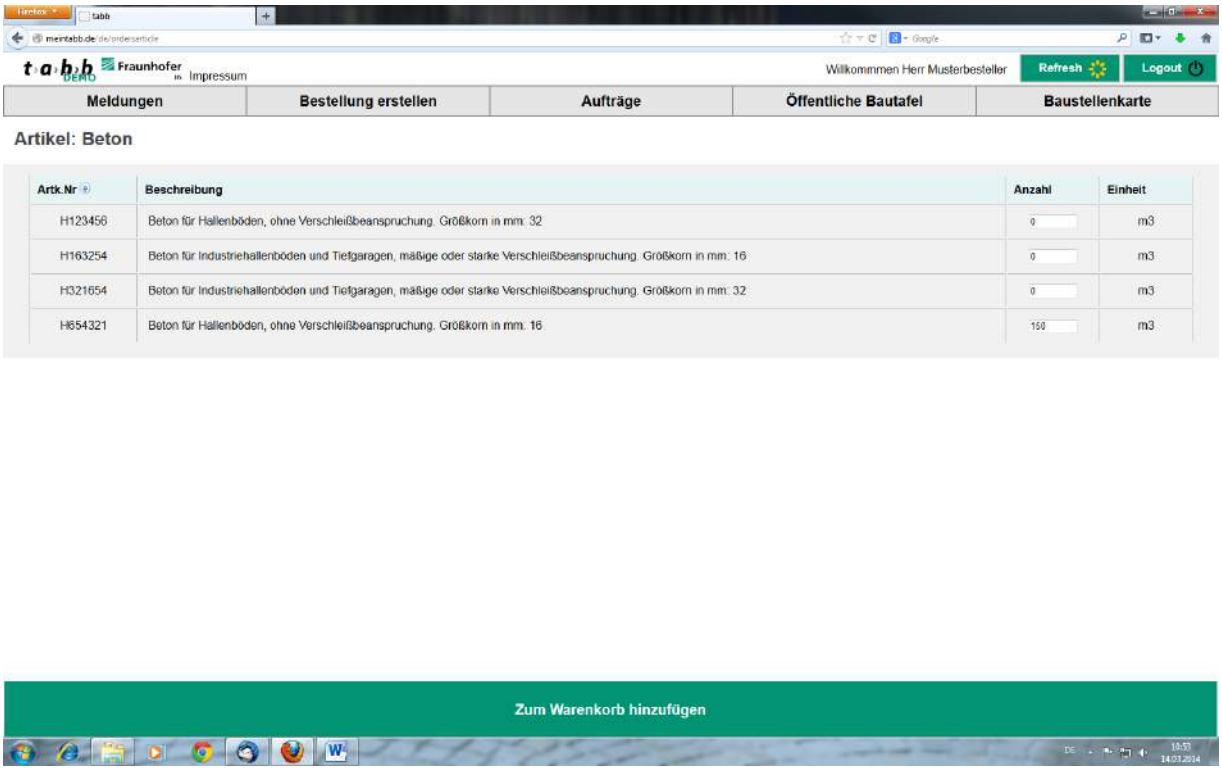


Abbildung 39: Bestellung erstellen, Artikelgruppe Beton für den Industriebau

Nachdem der Artikel dem Warenkorb hinzugefügt wurde, besteht die Möglichkeit der Bestellung, neben der vom System automatisch vergebenen Bestellnummer, einen individuellen Bestellbetreff zuzuordnen. Dieses Feature soll es dem Besteller ermöglichen seine Bestellungen einfach und nachvollziehbar zu verwalten und soll so die Übersicht über getätigte Bestellungen deutlich verbessern. Der Bestellbetreff ist lediglich für den Besteller sichtbar, nicht für den Lieferanten.

Des Weiteren müssen vom Besteller die geplante Lieferzeit und ein Rückmeldedatum festgelegt werden, welches jeweils in der Zukunft liegen muss. Diese Daten werden im Format tt.mm.yyyy und hh angegeben. Weitere Daten, die angegeben werden müssen sind der Lotsen- bzw. Lieferpunkt, welche in einer Karte ausgewählt werden, der Zeitrahmen der Lieferung und eine der Abladeoptionen, welche jeweils in einem Dropdown Menü festgehalten sind. Zudem kann der Besteller einen Kommentar zur Bestellung schreiben. In diesem können dem Lieferanten individuelle Informationen bereitgestellt werden. Die Bestelldaten werden dem Lieferanten zugesendet und zur Verfügung gestellt, um einen reibungslosen und zielgerichteten Lieferungsablauf zu gewährleisten.

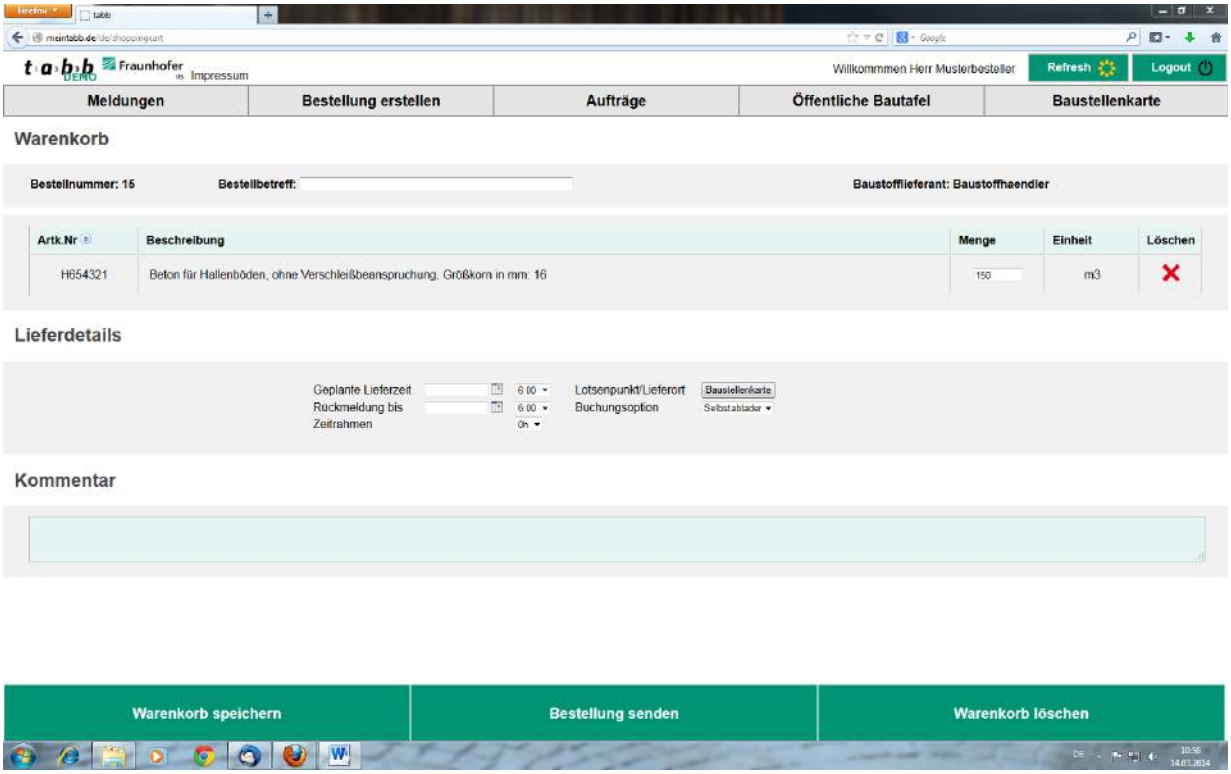


Abbildung 40: Warenkorb ohne Daten

Liefer- und Rückmeldedatum können sowohl manuell eingegeben, als auch im Kalender ausgewählt werden. Abbildung 41: Warenkorb mit Bestellbetreff, Auswahl des geplanten Lieferdatums zeigt die Änderung des Datums mit Hilfe der Kalenderfunktion. In einem zweiten Schritt gilt es dann noch per Dropdown-Menü die genaue Lieferzeit festzulegen. Abbildung 42: Auswahl des Datums der Rückmeldefrist zeigt, dass dies auf dieselbe Weise auch für das Rückmeldedatum möglich ist. Äquivalent muss auch hier eine Uhrzeit für die Rückmeldung festgelegt werden. Die Rückmeldezeit beschreibt den spätesten Zeitpunkt, an dem der Lieferant entschieden haben muss, ob die Bestellung angenommen, abgelehnt oder nur unter Vorbehalt von Änderungen angenommen wird. Falls der Lieferant bis zum Erreichen der Rückmeldezeit keine Rückmeldung im System hinterlegt, wird die Bestellung automatisch vom System storniert. Im letzten Schritt wird mittels der Festlegung eines Zeitrahmens ein Lieferfenster vereinbart, in dem die Waren angeliefert werden können.

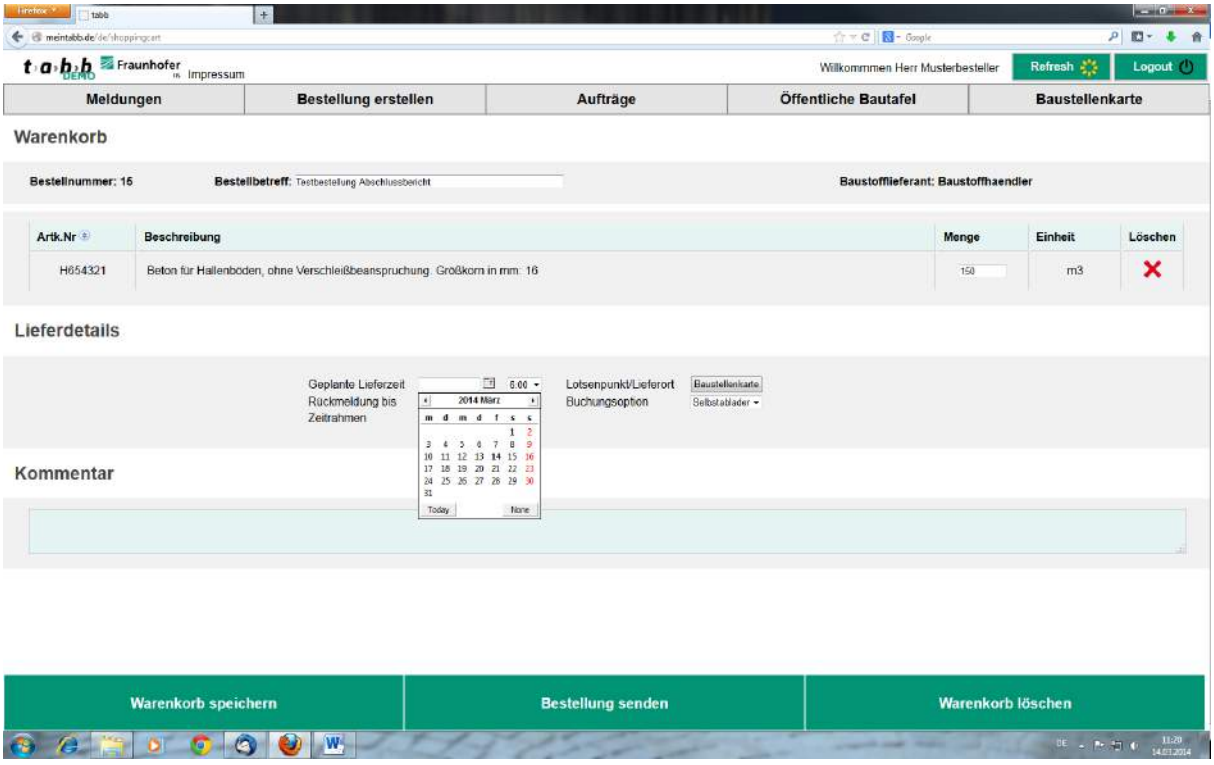


Abbildung 41: Warenkorb mit Bestellbetreff, Auswahl des geplanten Lieferdatums

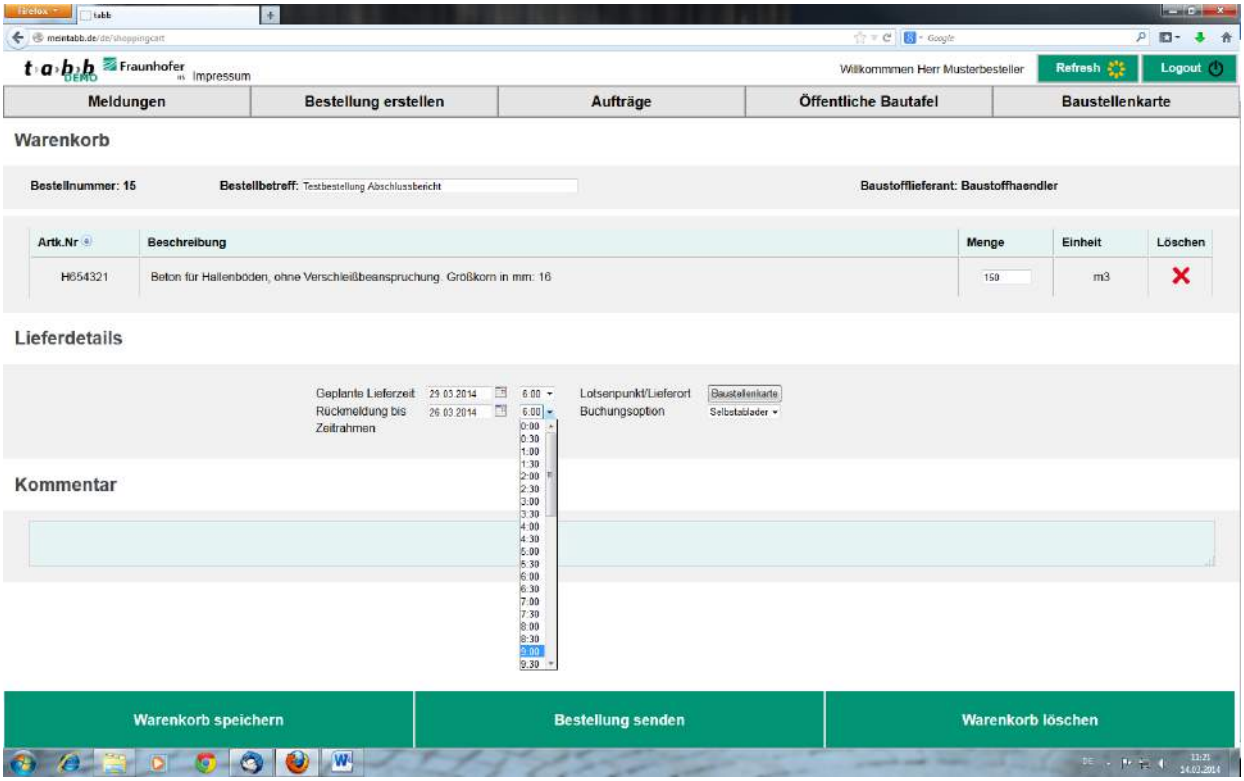


Abbildung 42: Auswahl des Datums der Rückmeldefrist

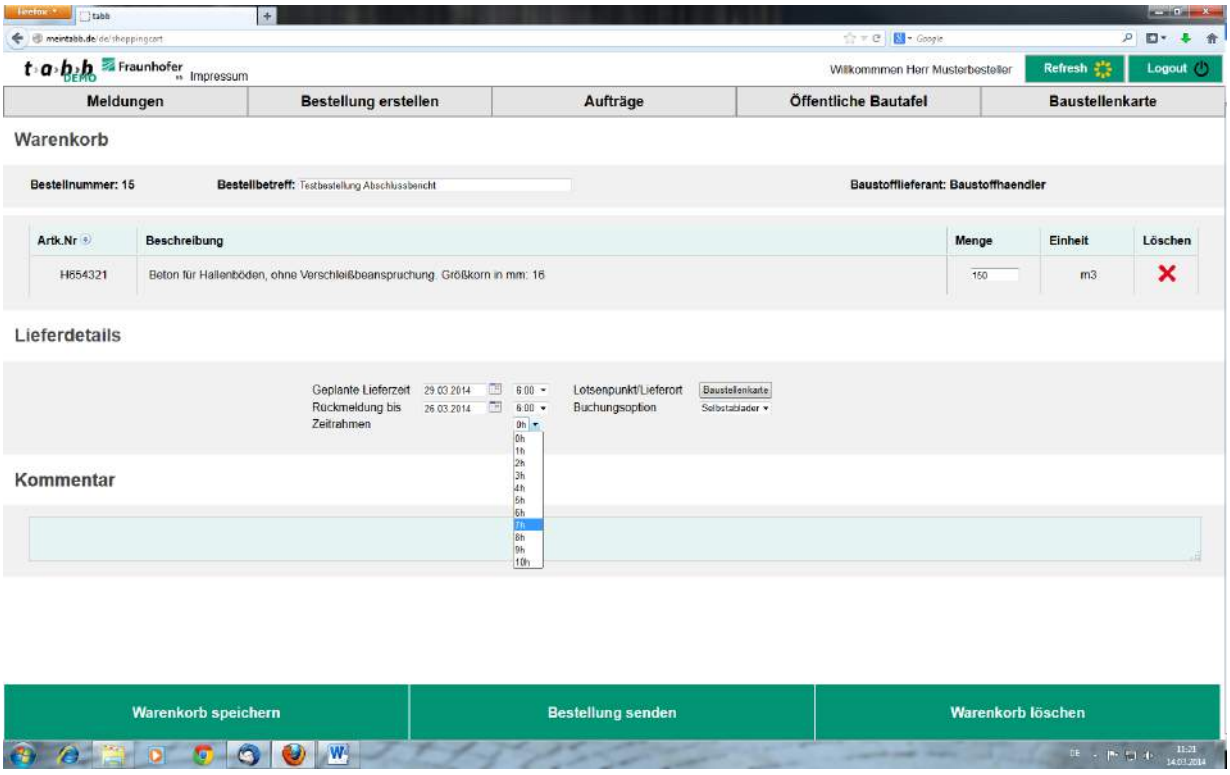


Abbildung 43: Auswahl des Zeitrahmens der Lieferung

Um den Lieferort einer Bestellung auszuwählen, wird die Baustellenkarte per Klick auf den Button „Baustellenkarte“ geöffnet. Es folgt eine Darstellung der Baustellenkarte mit Lotsenpunkt. Je nach Größe der Baustelle existieren ein oder mehrere Lotsenpunkte, welche eine Zufahrt zur- oder einen markanten Punkt auf der Baustelle kennzeichnen. Lotsenpunkte stellen für Baustellenfremde und Baustellenmitarbeiter leicht auffindbare Basispunkte auf der Baustelle dar. Von den Lotsenpunkten können leicht alle Orte auf der Baustelle erreicht werden. Lotsenpunkte sind Ausgangsorte für die Baustellenanmeldung, Navigation oder können als Treffpunkt dienen. Damit helfen sie dabei Such- und Wartezeiten zu minimieren.

Nach der Auswahl des Lotsenpunktes, muss der Lieferort bestimmt werden. Dies geschieht durch einen Klick auf die gewünschte Stelle auf der Karte. Hierfür kann die grobe Darstellung der Baustellenkarte genutzt werden, oder eine Detailkarte, die unter dem Button „zur Detailkarte“ abrufbar ist. Die Auswahl des Lieferorts in der Detailkarte ist in Abbildung 46: Lieferort in Detailkarte auswählen dargestellt. Die erfolgreiche Bestimmung des Lotsenpunkts und des Lieferorts wird im Bestellformular mit „Lieferort ausgewählt“ bestätigt.

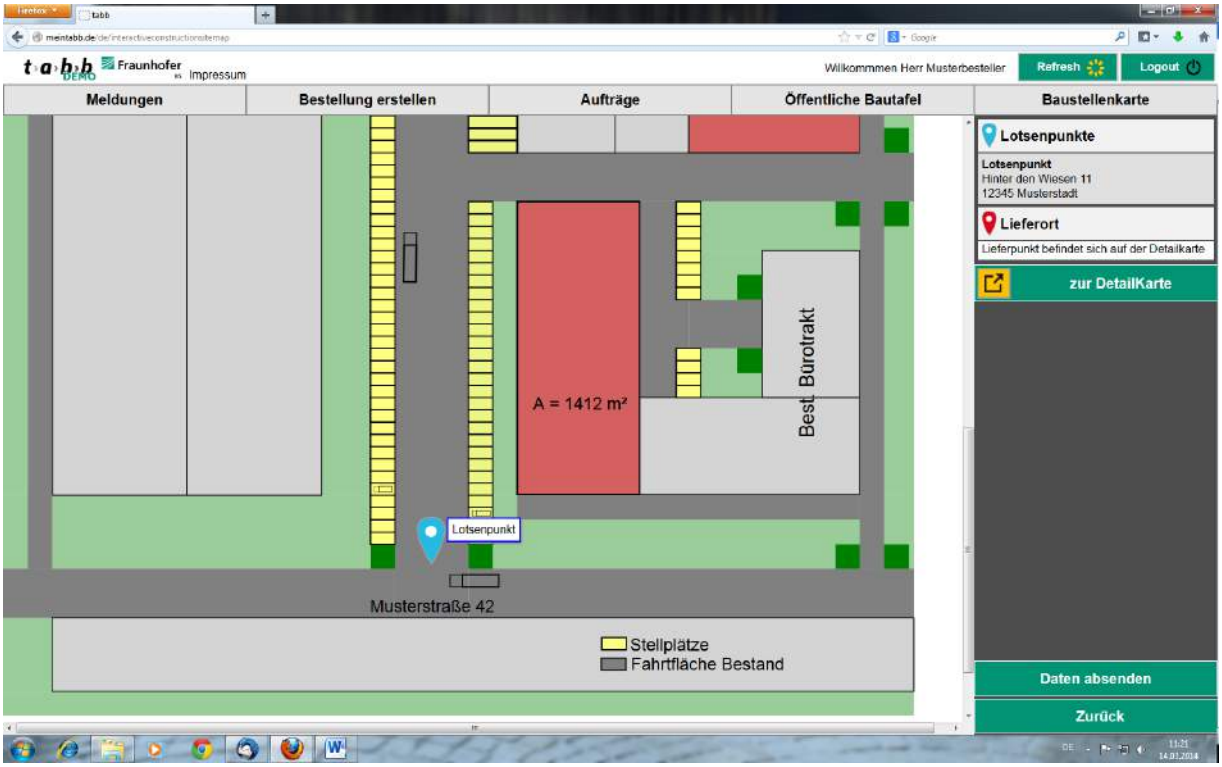


Abbildung 44: Lotsenpunkt und Lieferort auswählen

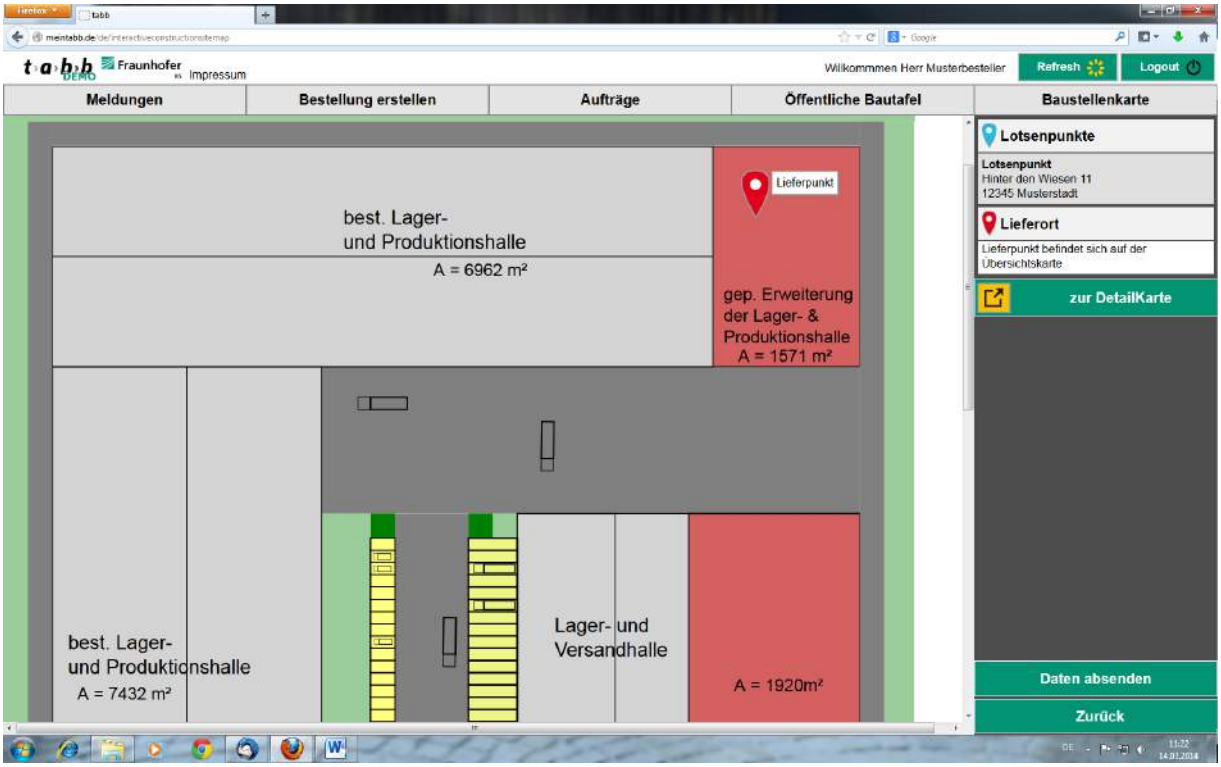


Abbildung 45: Lieferort in Baustellenkarte auswählen

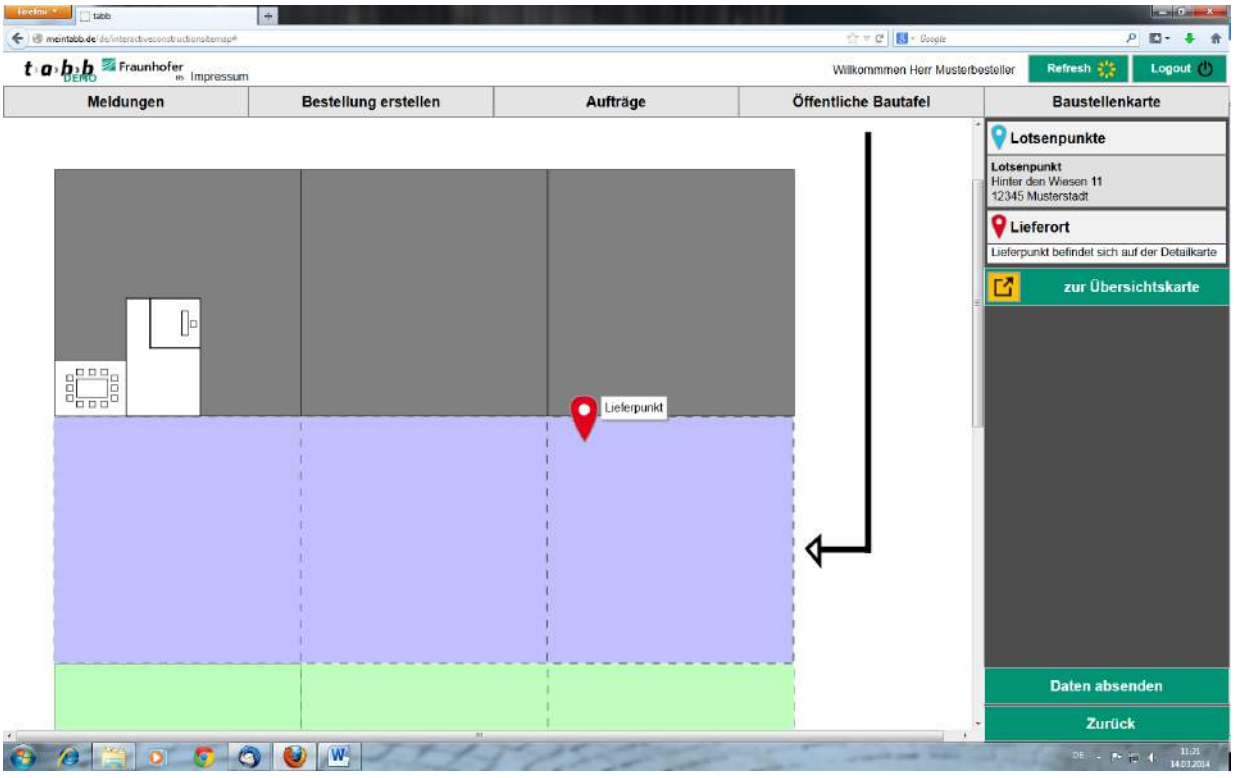


Abbildung 46: Lieferort in Detailkarte auswählen

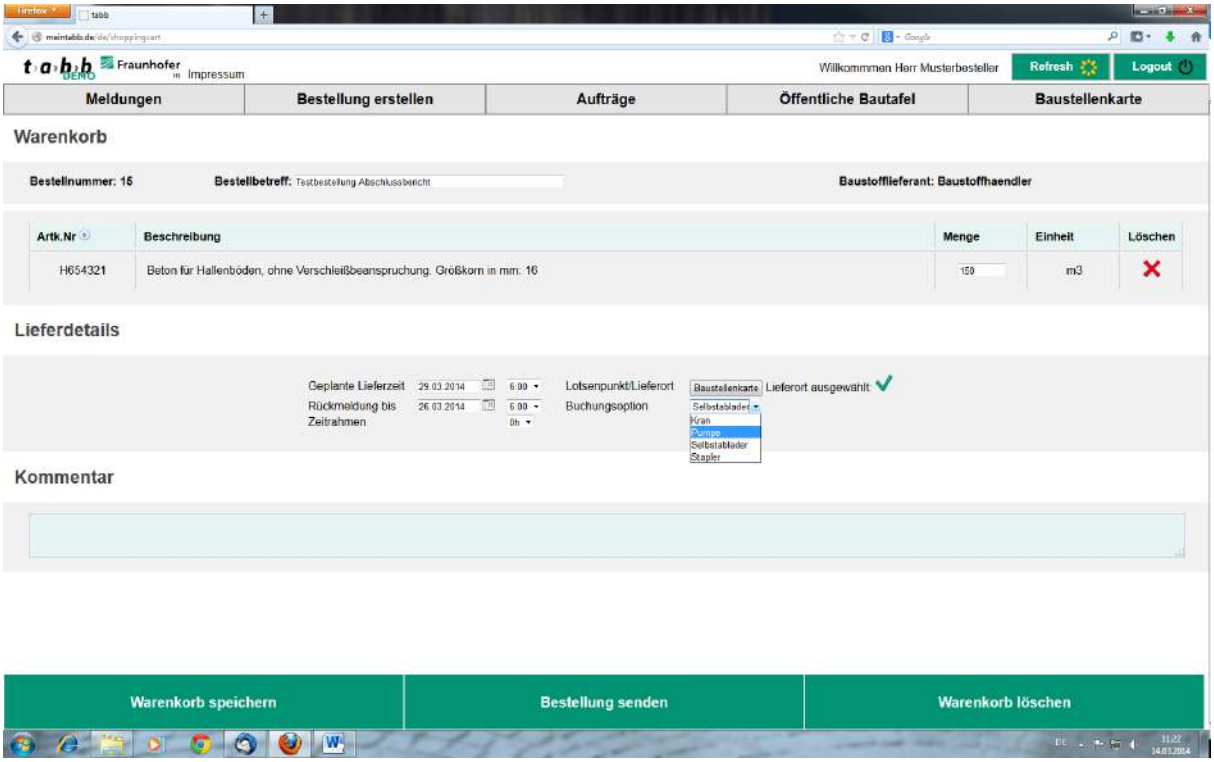


Abbildung 47: Buchungsoption auswählen

Durch das Kommentarfeld besteht die Möglichkeit zusätzliche Informationen oder Bedingungen der Bestellung zu formulieren. Durch Klick des Buttons „Bestellung senden“ werden die Bestelldaten automatisch an den Lieferanten bzw. Verkäufer geleitet. Eine gesendete Bestellung wird auf der Seite „Aufträge“ gelistet. Mit Klick auf den Button „Warenkorb speichern“ werden die festgelegten Bestelldaten gesichert und der Einkauf kann fortgesetzt werden. Abbildung 49: Warenkorb speichern zeigt, was nach dem Klicken auf den Button „Warenkorb speichern“ geschieht. Ein gespeicherter Warenkorb erscheint bei „Bestellung erstellen“ unter „Offene Bestellungen“. Dort kann der Warenkorb beliebig geändert und bearbeitet werden. Durch den Button „Warenkorb löschen“ werden alle Bestellinformationen gelöscht und die ausgewählten Artikel aus dem Warenkorb entfernt.

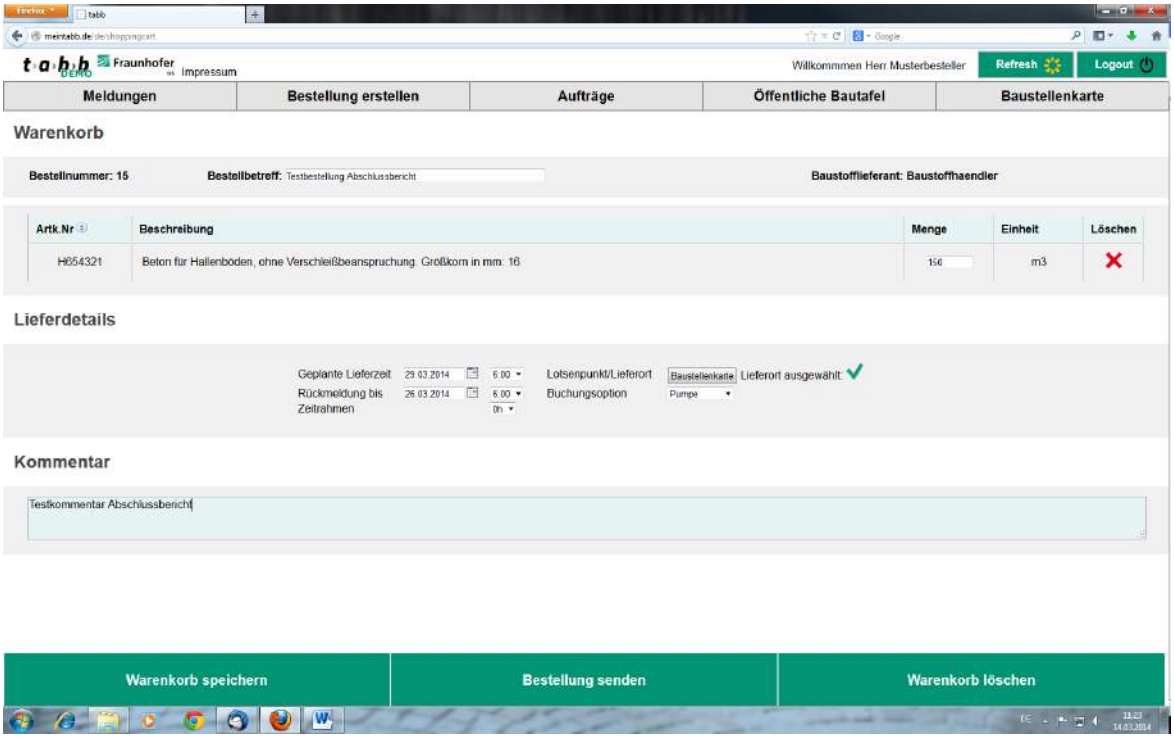


Abbildung 48: Kommentar schreiben

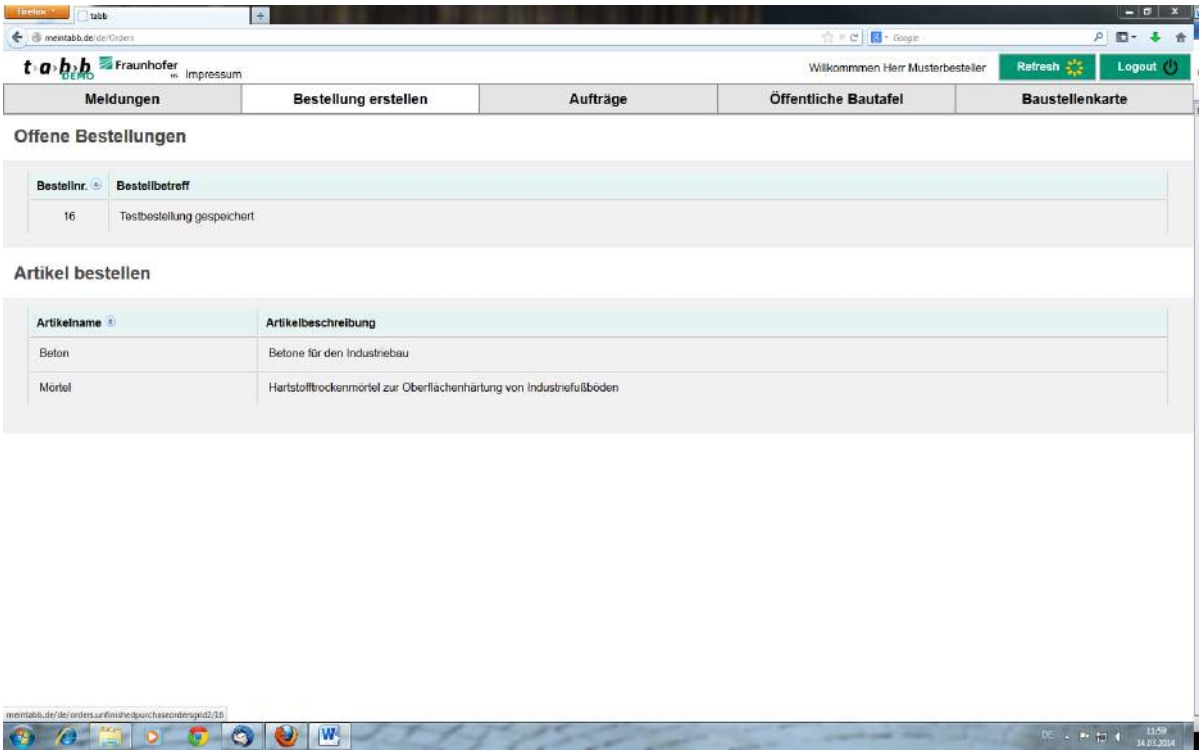


Abbildung 49: Warenkorb speichern

4.4.2.2. Aufträge einsehen

Um bereits gesendete Bestellung einsehen zu können, muss die Seite „Aufträge“ aufgerufen werden. Hier ist der Status einer gesendeten Bestellung einsehbar. Die Bestellungen werden - je nach Status - in den zwei vorhandenen Kategorien gelistet: „Offene Aufträge“ und „Abgelehnte/Stornierte Aufträge“. Zudem besteht die Möglichkeit, bereits gesendete Bestellungen zu ändern, zu stornieren oder den Verkäufer zu kontaktieren. Die verschiedenen Status einer Bestellung sind:

- **Bestellt:** Wenn eine Bestellung erstellt und abgesendet wurde, trägt diese den Status „Bestellt“.
- **Bestätigt:** Wenn eine Bestellung erstellt und abgesendet wurde und der Lieferant bzw. Verkäufer die Bestellung annimmt, da dieser die in der Bestellung festgelegten Bedingungen akzeptiert, trägt die Bestellung den Status „Bestätigt“.
- **Geändert:** Wenn eine bereits erstellte und gesendete Bestellung im Nachgang geändert wurde, trägt diese den Status „Geändert“. Auch Bestellungen die bereits vom Lieferanten bzw. Verkäufer bestätigt wurden, können geändert werden. Diese Änderungen müssen dann allerdings vom Verkäufer erneut bestätigt werden.
- **Abgelehnt:** Eine Bestellung, die vom Verkäufer bzw. Lieferanten abgelehnt wurde, trägt den Status „Abgelehnt“.
- **Storniert:** Eine Bestellung, die an den Verkäufer geschickt wurde, kann so lange storniert werden, bis der Verkäufer die Bestellung entweder ablehnt oder annimmt. Eine solche Bestellung trägt den Status „Storniert“. Sobald der Verkäufer die Bestellung annimmt, sind nur noch Änderungen der Bestellung möglich. Auf diese Weise kann die Baustelle flexibel auf Änderungen und saisonale Einflussfakturen reagieren, ohne die Planungssicherheit des Baustoffhändlers zu beeinträchtigen.
- **Im Zulauf:** Eine Bestellung trägt den Status „Im Zulauf“, wenn der Lieferant mit der Auslieferung begonnen hat. Bestellungen im Zulauf können nicht mehr vom Besteller geändert werden.

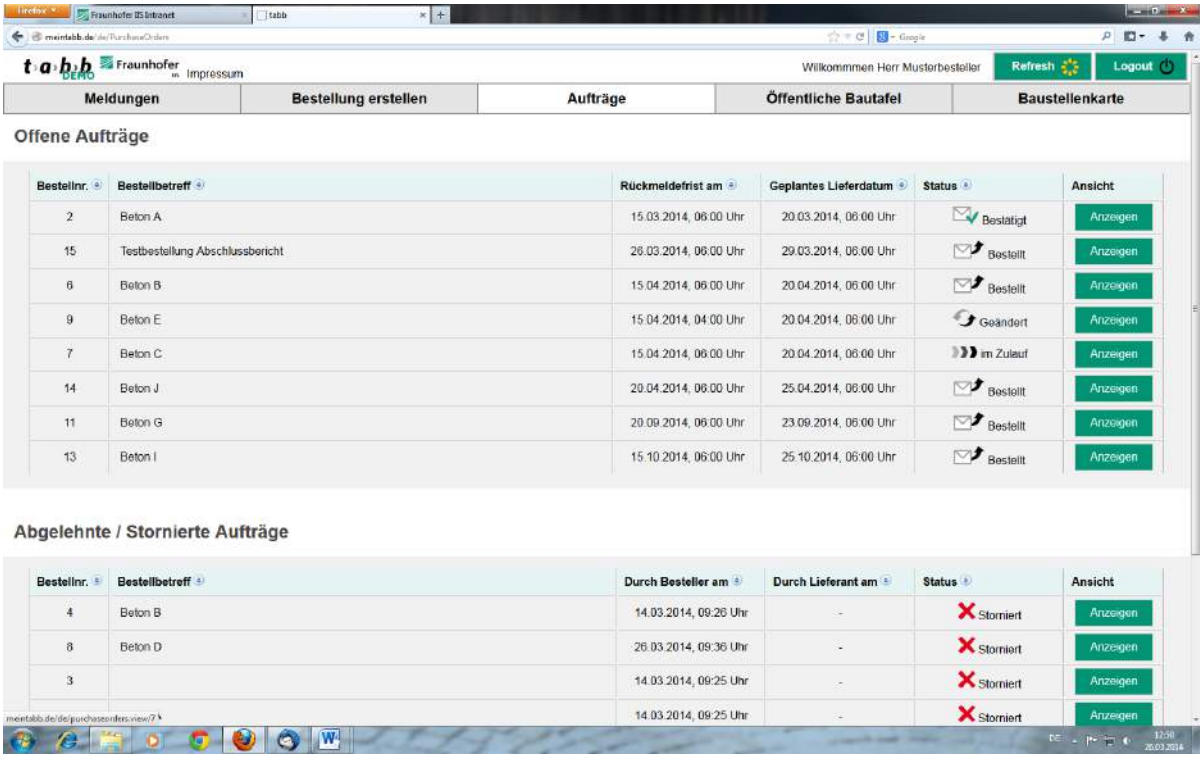


Abbildung 50: Status der Bestellungen/Aufträge

4.4.2.3. Bestellungen ändern

Eine bereits gesendete Bestellung kann bei „Aufträge“ unter „Offene Aufträge“ vom Besteller geändert werden. Hierzu muss die zu ändernde Bestellung aus der Liste zunächst ausgewählt werden.

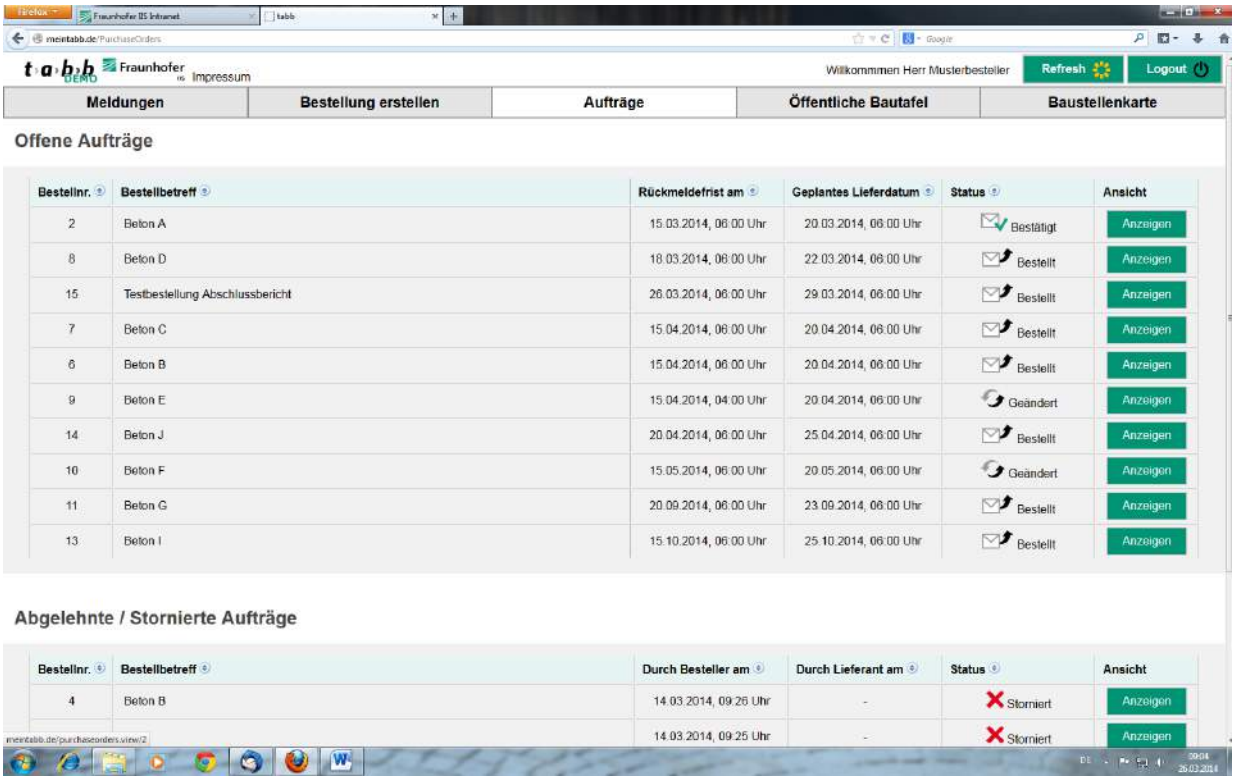


Abbildung 51: Liste "Offene Aufträge"

Die angezeigte Bestellung kann nun durch die Veränderung der Bestellparameter geändert werden. In Bezug auf die Zeiten sind hierbei die Vorschriften aus der Bestellung gültig. Abgeschlossen wird eine Veränderung durch den Klick auf „Auftrag aktualisieren“.

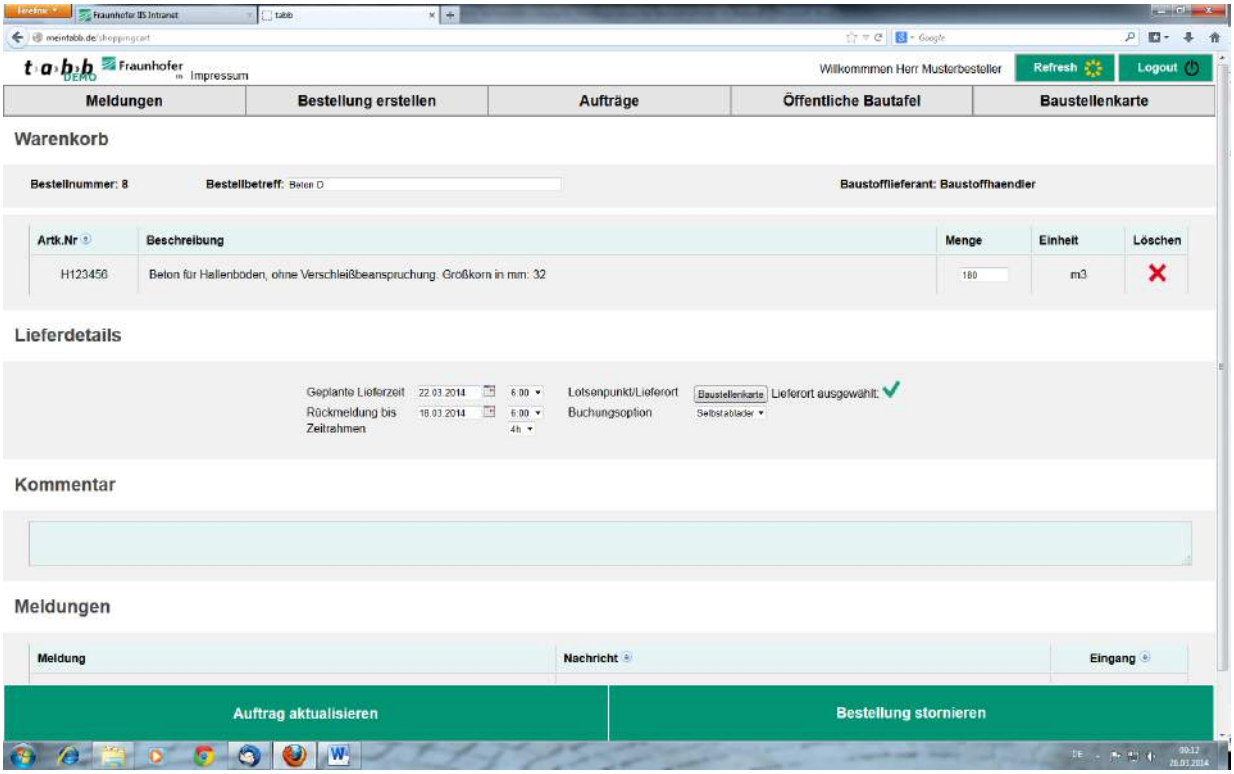


Abbildung 52: Änderung an Bestellung

Die Bestellung hat in der Liste der „Offenen Aufträge“ nun den Status „geändert“ und muss erneut vom Lieferanten bzw. Verkäufer bestätigt werden.

4.4.2.4. Verkäufer kontaktieren

Bei Bestellungen, die bereits vom Verkäufer bestätigt wurden besteht neben der Änderungsmöglichkeit auch die Option, den Verkäufer über die Plattform zu kontaktieren. Tabb soll die Kommunikation unter den Beteiligten steigern und für eine höhere Transparenz zwischen den Beteiligten ist eine direkte Kontaktaufnahme per Nachrichtenfunktion eine einfache Möglichkeit um Vertraulichkeitsinteressen der Projektbeteiligten zu wahren, komplexe Lieferanforderungen mitzuteilen und individuelle Wünsche in ein standardisiertes System zu integrieren. Damit Besteller Nachrichten über Tabb an Verkäufer oder Lieferanten senden können, muss der Button „Verkäufer kontaktieren“ ausgewählt werden. Es erscheint das Formular „Nachricht verfassen“, bei dem automatisch der Empfänger und der Betreff – die jeweilige Bestellnummer und der Bestellbetreff – zugeordnet werden und das Nachrichtenfeld.

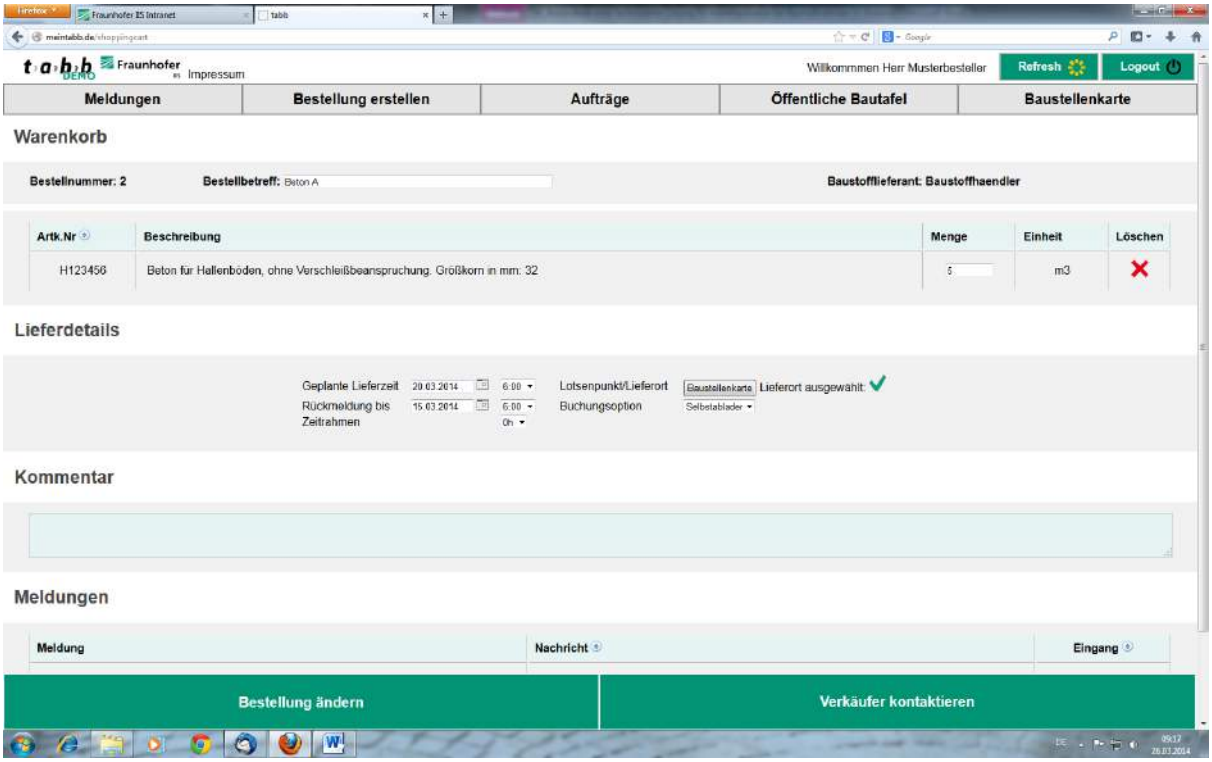


Abbildung 53: Verkäufer kontaktieren

Im Nachrichtenfeld kann der Besteller Nachrichten an den Verkäufer schreiben. Diese erscheinen dann sowohl beim Besteller als auch beim Verkäufer in der Meldungsübersicht, als auch in der jeweiligen Bestellung bzw. Anfrage. Das Aussehen des Nachrichtenfeldes ist in Abbildung 54: Formular „Nachricht verfassen“ dargestellt. Auf mobilen Endgeräten können die Nachrichten mittels Tastaturfunktion des Smartphones eingegeben werden.

Wenn gewünscht, können durch die Kontaktfunktion auch Besteller und Baustoffwerke miteinander in Kontakt treten, ohne dass Baustoffhändler darum fürchten müssen, dass die Baustelle sie bei zukünftigen Bestellungen übergeht. Nachrichten werden zentral zur Nachweispflicht gespeichert und können vom Administrator eingesehen werden. Sensible Kontaktinformationen können an keiner Stelle eingesehen werden.

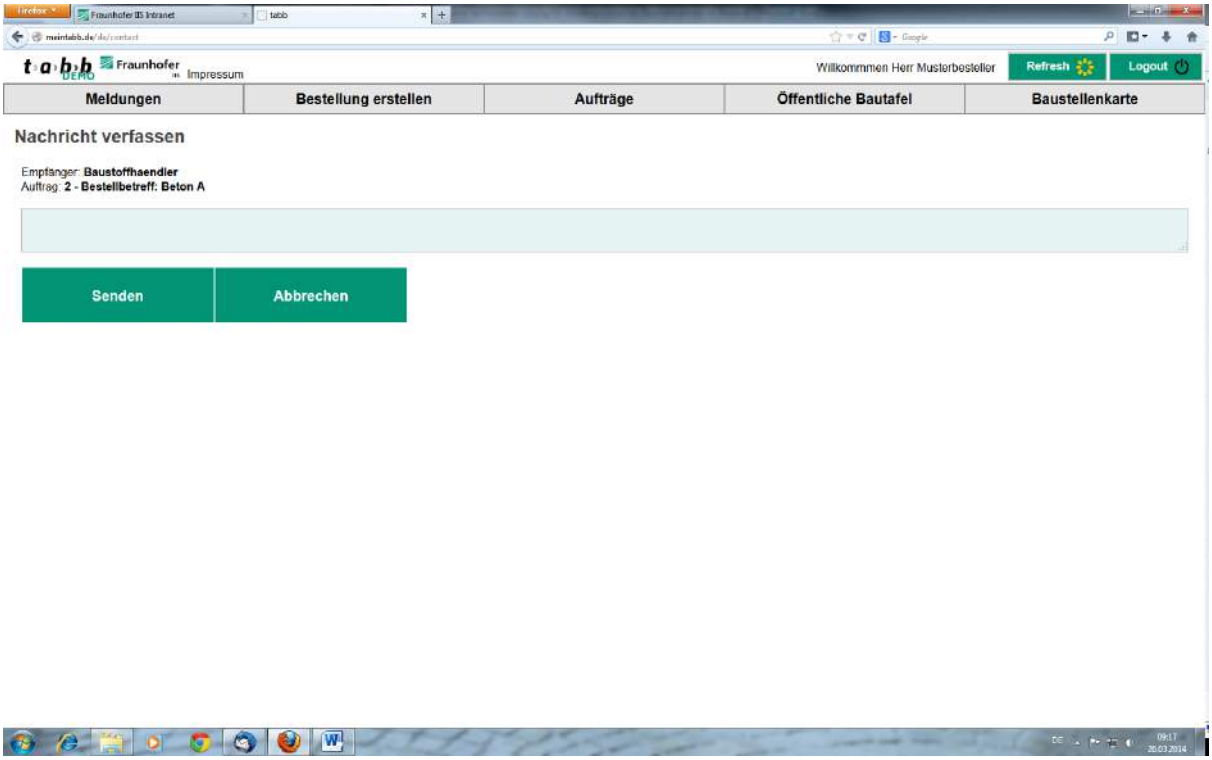


Abbildung 54: Formular „Nachricht verfassen“

4.4.2.5. Bestellungen stornieren

Um eine Bestellung zu stornieren, muss diese in der Liste der „offenen Aufträge“ ausgewählt werden. Um zu stornieren genügt der Klick auf den Button „Bestellung stornieren“. Der Status der Bestellung wird automatisch auf „Storniert“ geändert und die Bestellung wird in der Liste „Abgelehnte / Stornierte Aufträge“ gelistet.

Durch Auswählen des Buttons „Anzeigen“, können stornierte Bestellungen wieder aufgerufen werden. Sie können dann bearbeitet werden und es kann eine neue Bestellung mit veränderten Bestellparametern an den Verkäufer gesendet werden. Auf diese Weise können Fehler beim Bestellvorgang schnell und sicher korrigiert werden. Ebenso können vom Verkäufer abgelehnte Bestellungen vom Besteller abgeändert und wieder an den Verkäufer übersendet werden.

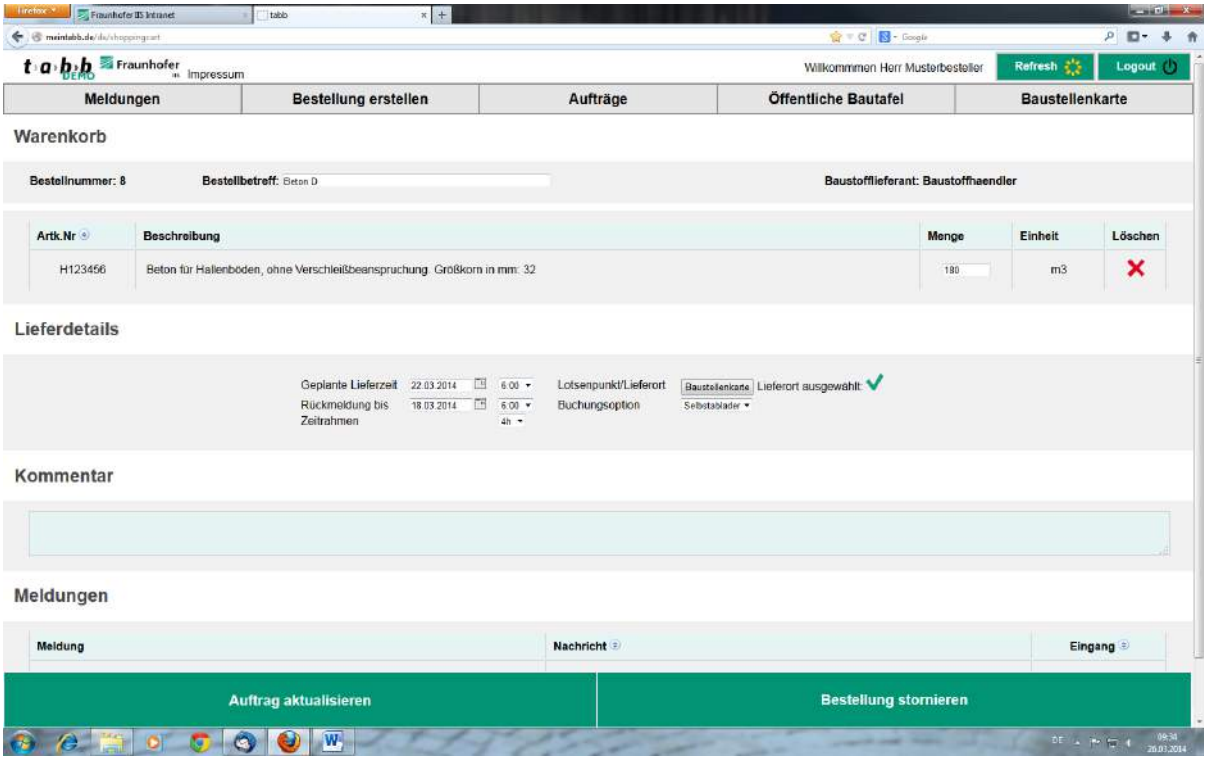


Abbildung 55: Bestellung stornieren

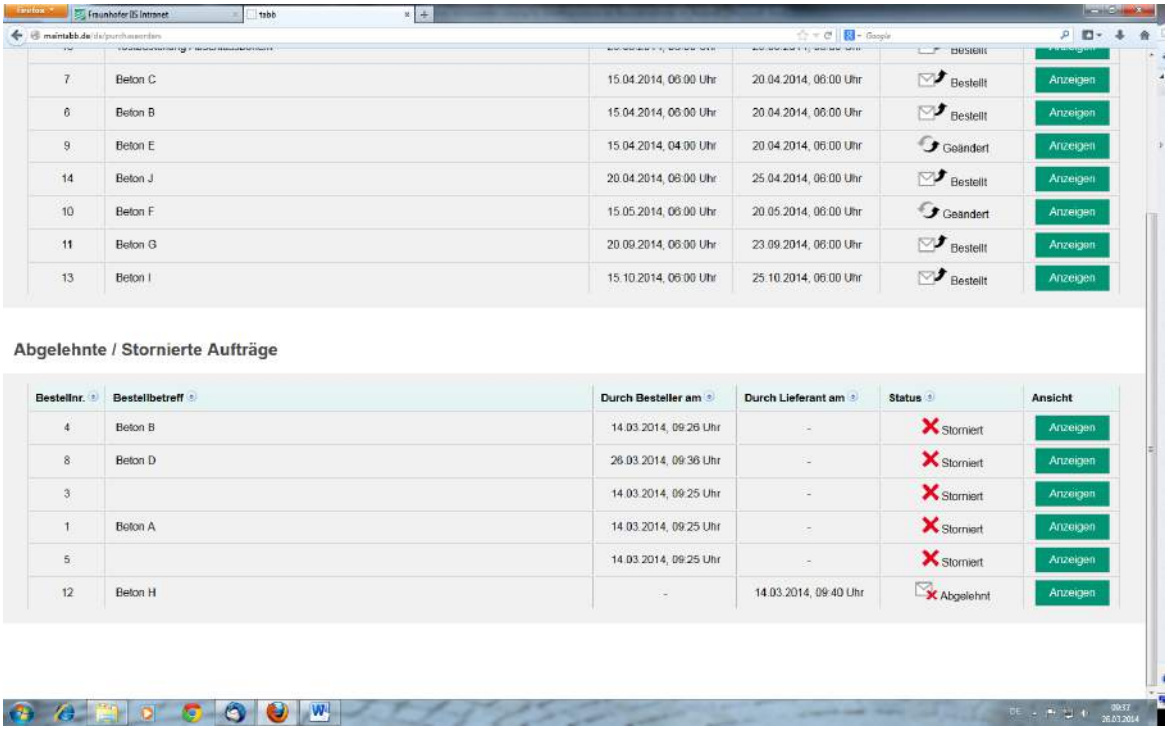


Abbildung 56: Liste "Abgelehnte / Stornierte Aufträge"

4.4.3. Funktionen des Verkäufers bzw. Lieferanten

Durch das Einloggen auf der Startseite mit den Zugangsdaten des Baustoffhändlers, wird der Übersichtsbereich des Verkäufers geöffnet. Hier hat der Verkäufer neben den bereits genannten Möglichkeiten der Einsichtnahme der Baustellenkarte und der öffentlichen Bautafel folgende Optionen:

- Anfragen einsehen
- Anfragen annehmen
- Anfragen ablehnen
- Käufer kontaktieren

Nach dem Login als Besteller öffnet sich die Seite „Meldungen“, auf der alle aktuellen Meldungen vom Besteller und Statusänderungen zu aktuellen Anfragen und Aufträgen erscheinen, um Transparenz und Übersicht zu gewährleisten.

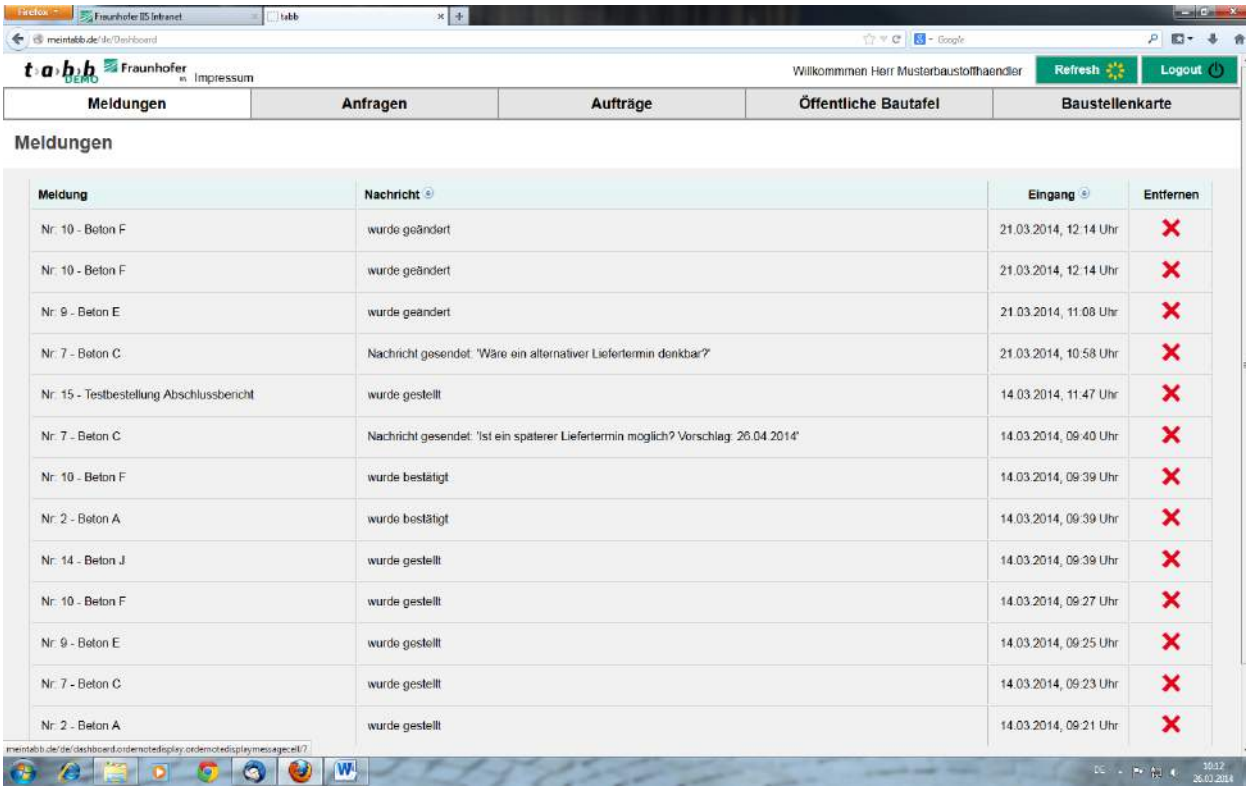


Abbildung 57: Meldungen des Baustoffhändlers

4.4.3.1. Anfragen einsehen

Vom Besteller gestellte Anfragen können bei „Anfragen“ eingesehen werden. Hier sind die Anfragen – je nach Status –in drei Listen unterteilt:

- Liste „Anfragen“, für Anfragen die vom Besteller gesendet wurden und noch nicht beantwortet wurden

- Liste „Geänderte Anfragen“, für Anfragen die vom Besteller geändert wurden. Diese Anfragen konnten bereits bestätigt sein.

- Liste „Abgelehnte Anfragen“, für Anfragen, die abgelehnt wurden.

Diese Gliederung der Anfragen erhöht die Transparenz und Übersichtlichkeit der Plattform.

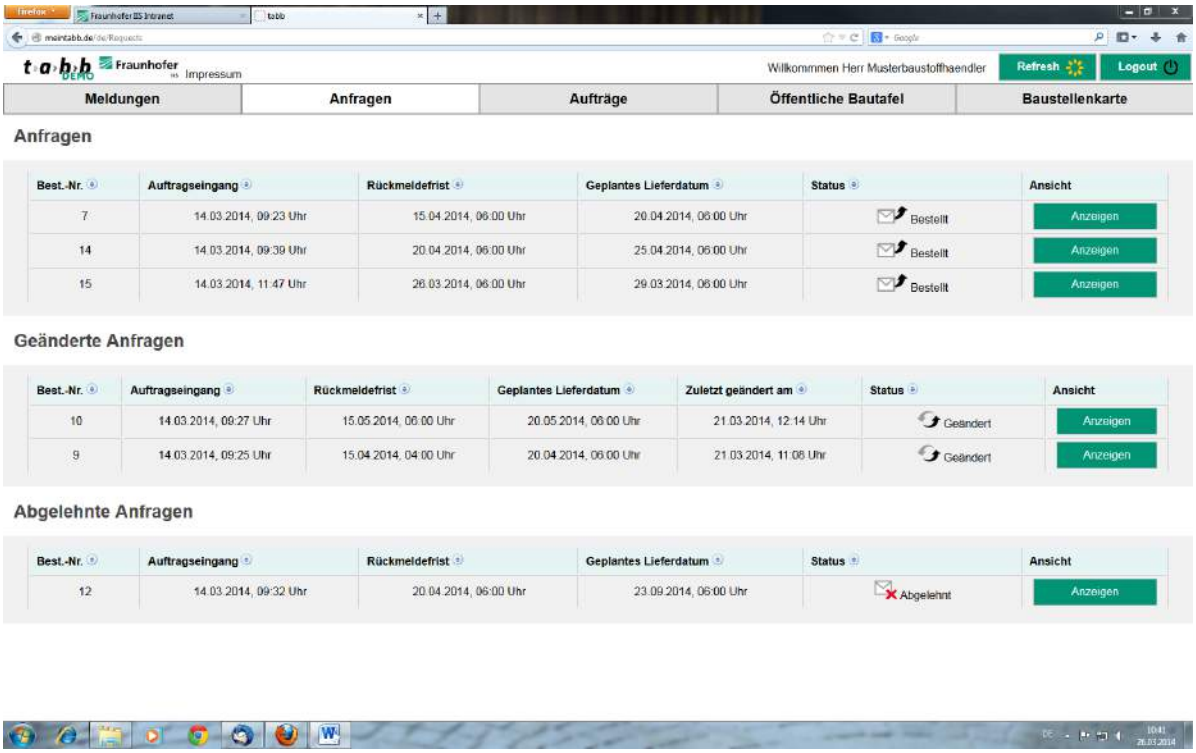


Abbildung 58: Übersicht der Anfragen

4.4.3.2. Anfragen annehmen

Anfragen mit dem Status „Bestellt“ und „Geändert“ können vom Verkäufer angenommen werden. In den Übersichtslisten sind zu jeder Anfrage die relevanten Zeitangaben gelistet. Neben den Eingangsdaten, werden auch die Daten zur Rückmeldung und zum geplanten Liefertermin angezeigt. Um genauere Details, wie die Men-

ge und den Lieferort zu einer Anfrage zu erhalten, muss diese per Klick auf den Button „Anzeigen“ angezeigt werden. In Abbildung 59: Anfragendetails (annehmen) ist eine angezeigte Bestellung mitsamt der Lieferdetails aufgeführt. Dort können vom Verkäufer ebenfalls die hinterlegten Lotsenpunkte und der Lieferort auf der Baustellkarte eingesehen werden und Zeitrahmen sowie Buchungsoption werden aufgelistet. In weiteren Feldern werden etwaige Kommentare des Bestellers und Meldungen zu der Bestellung angezeigt.

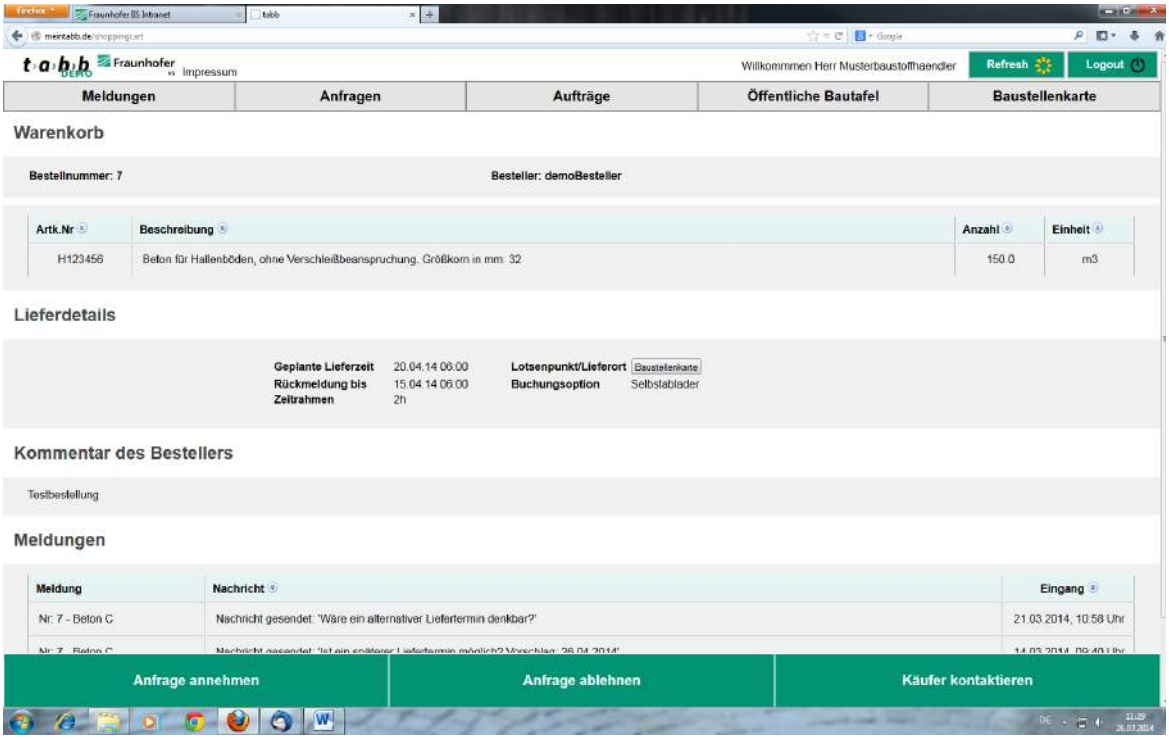


Abbildung 59: Anfragendetails (annehmen)

Um die Anfrage anzunehmen, muss der Button „Anfrage annehmen“ geklickt werden. Die angenommene Anfrage wird dann automatisch bei „Aufträge“ gelistet, siehe Abbildung 60: Übersicht "Aufträge".

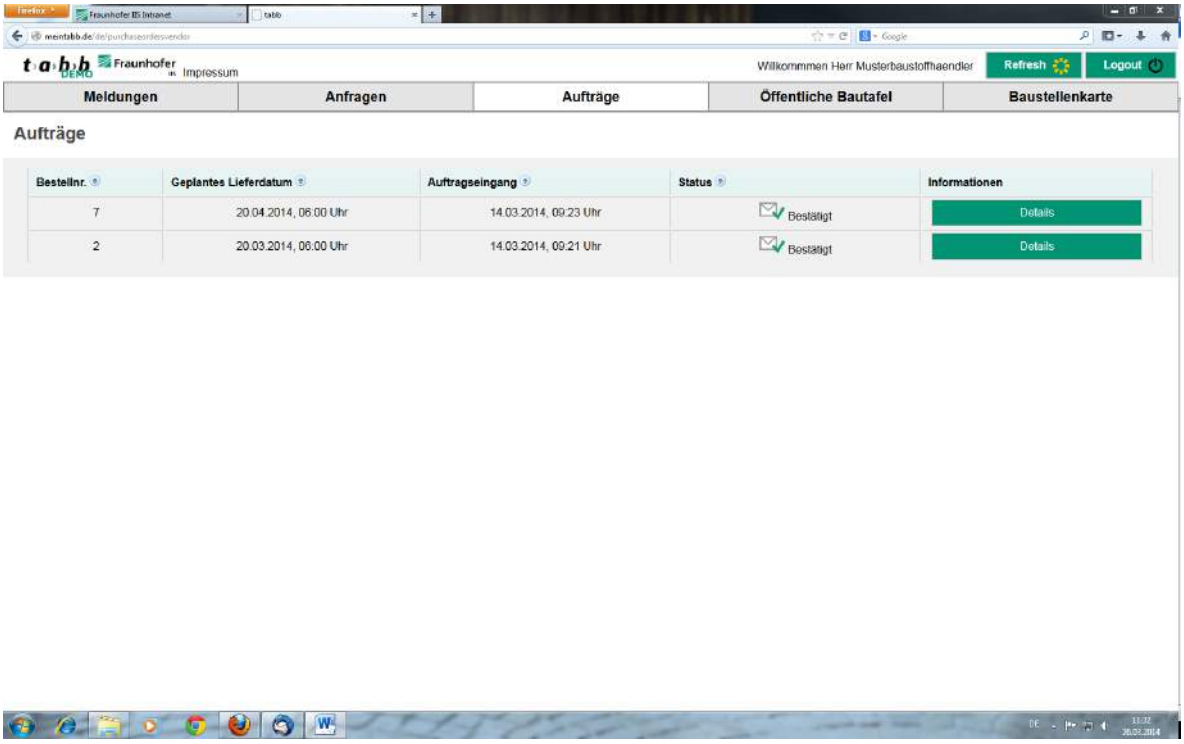


Abbildung 60: Übersicht "Aufträge"

4.4.3.3. Anfragen ablehnen

Anfragen mit dem Status „Bestellt“ und „Geändert“ können abgelehnt werden. Hierzu muss ebenfalls die betroffene Anfrage angezeigt werden.

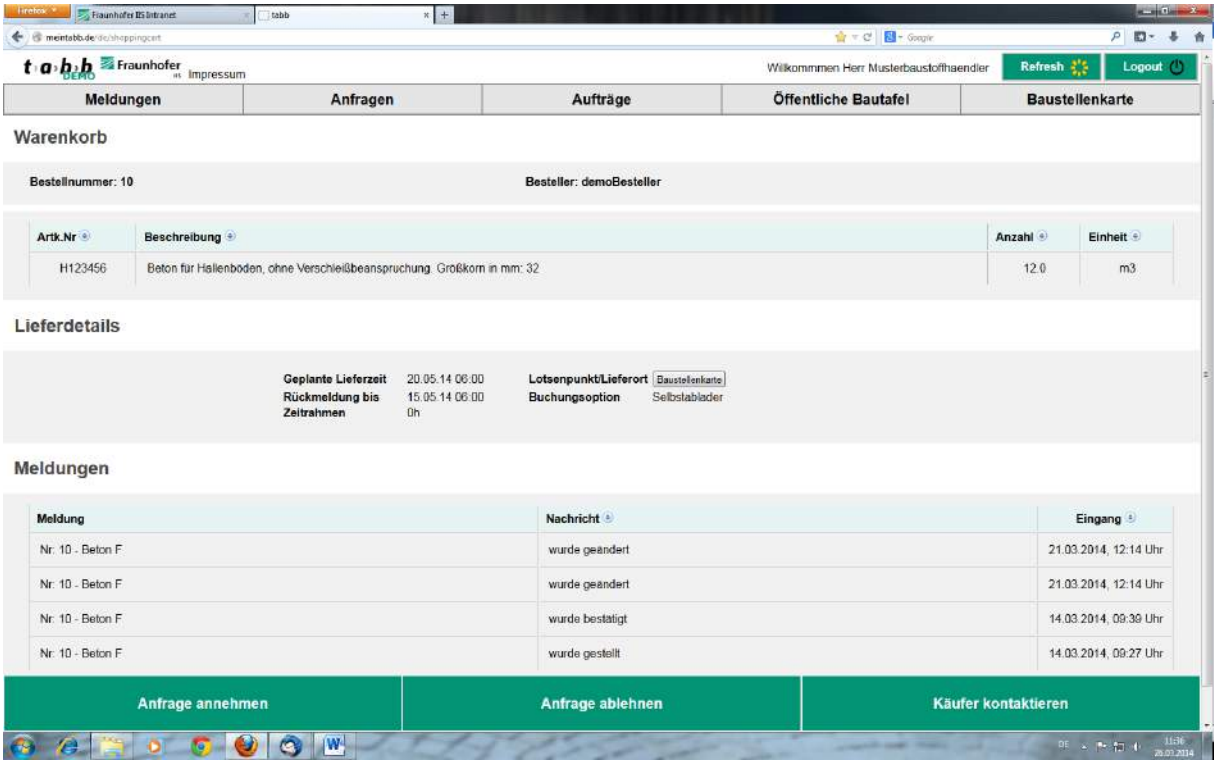


Abbildung 61: Anfragendetails (ablehnen)

Der Status der abgelehnten Anfrage wird automatisch von „Bestellt“ bzw. „Geändert“ zu „Abgelehnt“ verändert und die Anfrage wird somit bei „Anfragen“ unter „Abgelehnte Anfragen“ gelistet, siehe Abbildung 62: Übersicht "Abgelehnte Anfragen".

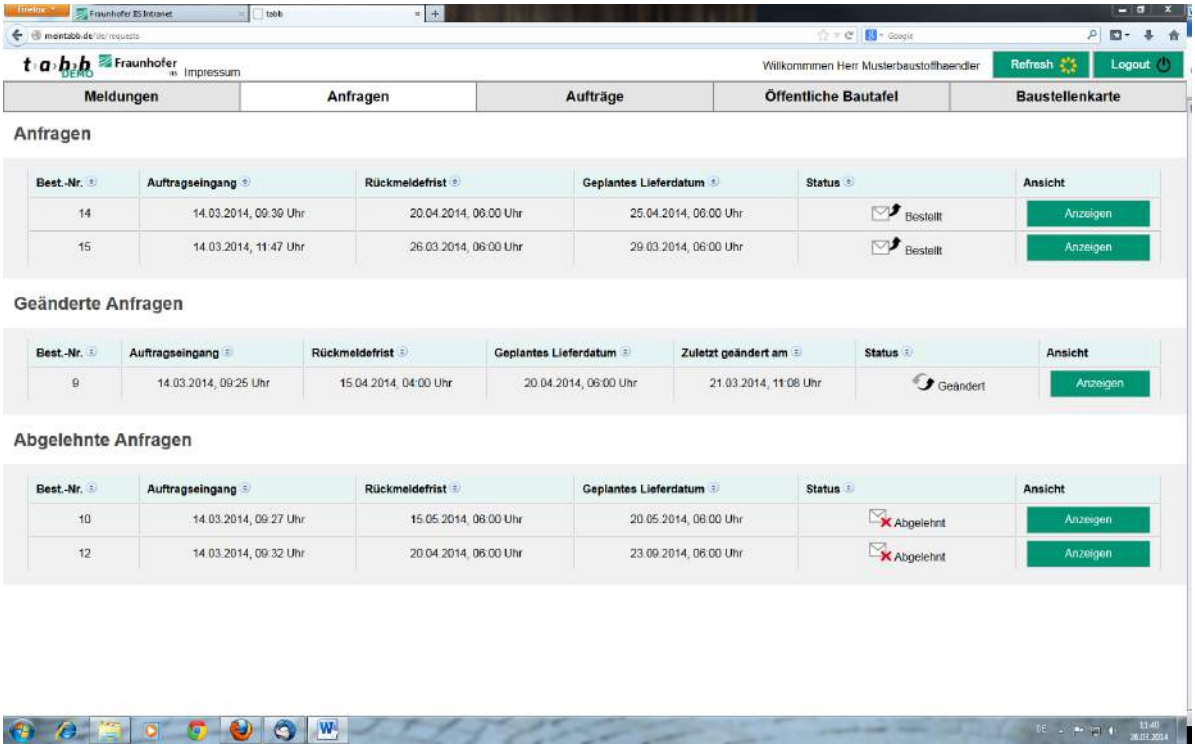


Abbildung 62: Übersicht "Abgelehnte Anfragen"

4.4.3.4. Käufer kontaktieren

Bei Anfragen vom Besteller besteht neben „Anfrage annehmen“ und „Anfrage ablehnen“ die Option, den Besteller über die Plattform zu kontaktieren. Auf diese Weise kann der Baustoffhändler individuelle Rückfragen zur Bestellung abklären oder die Käufer über kurzfristige Verzögerungen oder Schwierigkeiten bei Lieferungen informieren. Hierfür muss der Button „Käufer kontaktieren“ geklickt werden. Es erscheint das Formular „Nachricht verfassen“, bei dem automatisch der Empfänger und der Betreff – die jeweilige Auftragsnummer – zugeordnet werden und das Nachrichtenfeld. Auch bei angenommenen Anfragen, die unter „Aufträge“ zu finden sind ist die Kontaktmöglichkeit vorhanden.

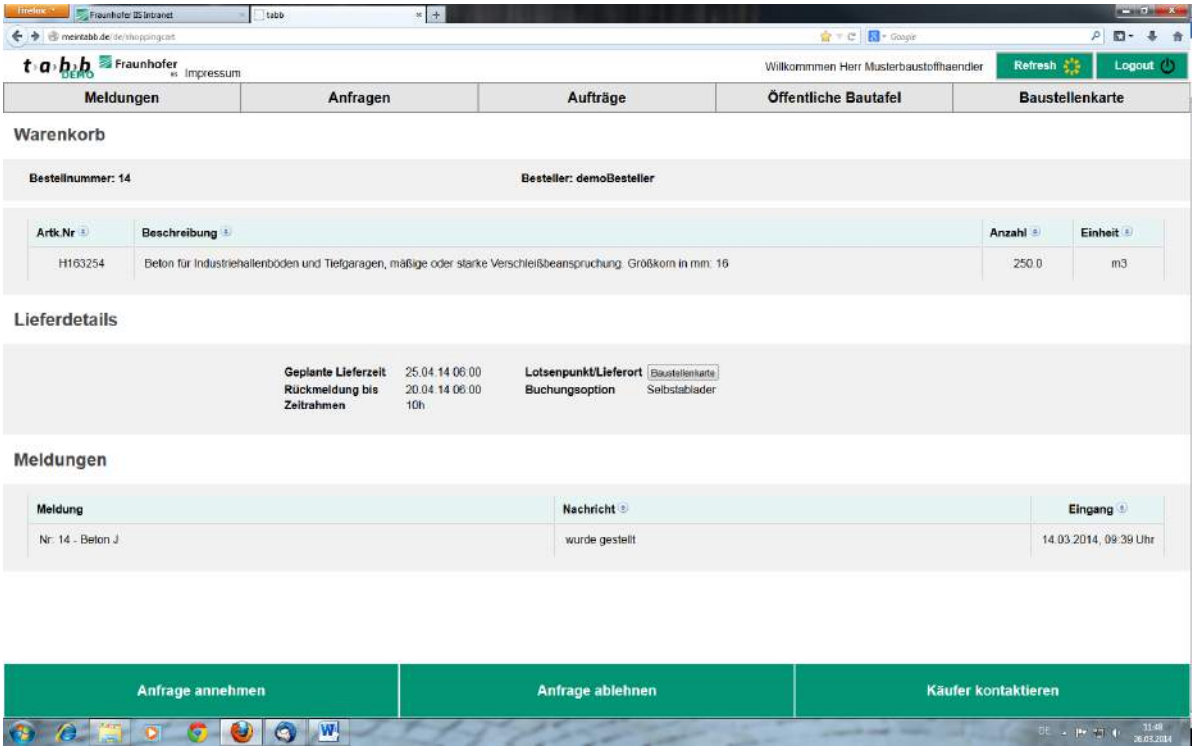


Abbildung 63: Käufer kontaktieren

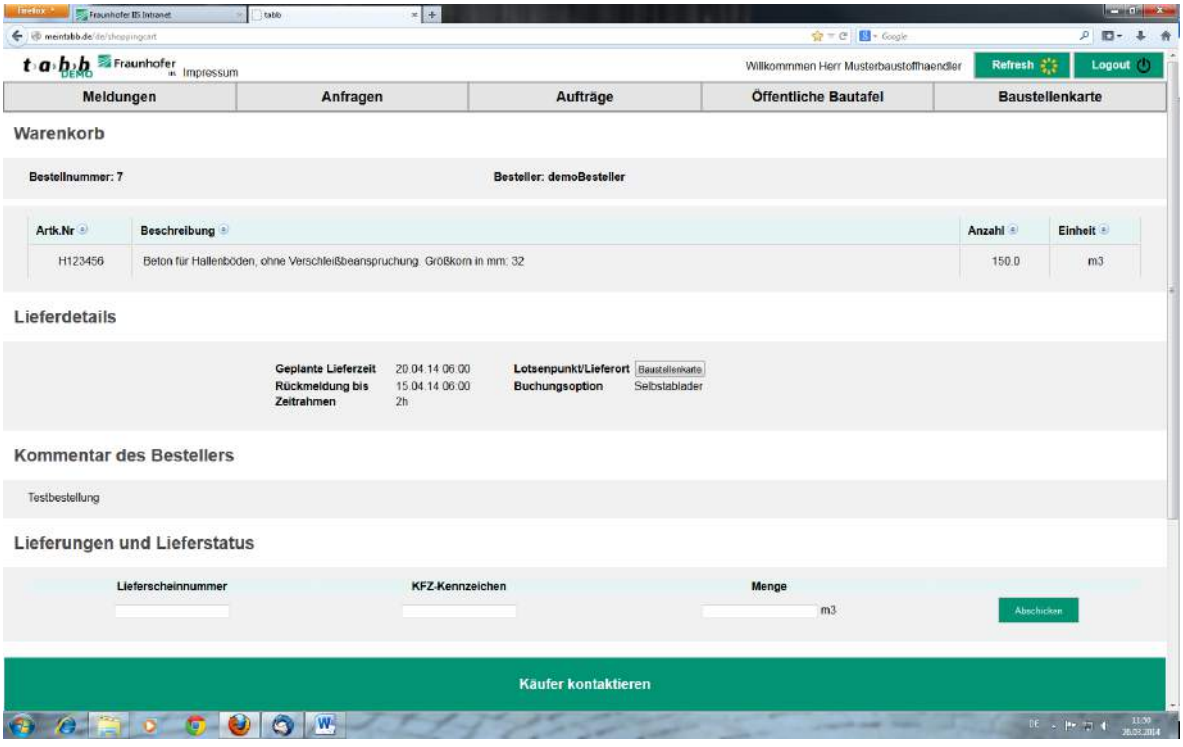


Abbildung 64: Käufer kontaktieren bei "Aufträge"

Im Nachrichtenfeld kann der Baustoffhändler Nachrichten an den Käufer verfassen. Diese erscheinen dann sowohl beim Besteller als auch beim Verkäufer in der Meldungsübersicht und in der jeweiligen Bestellung bzw. Anfrage oder Auftrag.

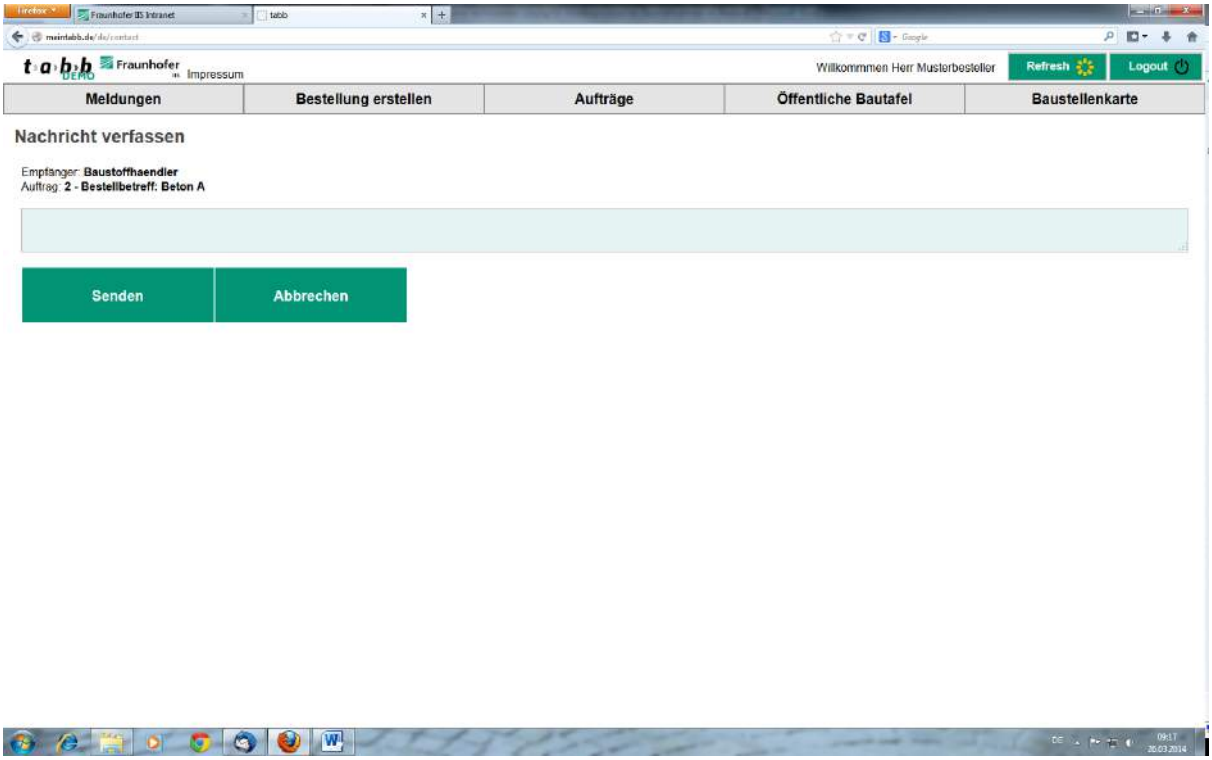


Abbildung 65: Formular „Nachricht verfassen“

4.4.4. Interaktion zwischen Besteller und Lieferant im Schleifenbetrieb

4.4.4.1. Beschreibung und Schwachstellen des Schleifenbetriebs

Beim Schleifenbetrieb erfolgt die Bestellung des benötigten Produktes meist großen Mengen beim Mischwerk direkt. Der Schleifenbetrieb besteht aus der Lieferung zur Baustelle und der Leerfahrt zurück zum Mischwerk. Aufgrund der großen Liefermengen sind meist mehrere Fahrzeuge über einen längeren Zeitraum zwischen Baustelle und Mischwerk unterwegs. Die bestellten Liefermengen sind meist nur Richtwerte und werden gegen Ende des Schleifenbetriebs oftmals geringfügig angepasst.

Beispiele für Produkte, die im Schleifenbetrieb geliefert werden:

- Transportbeton
- Fertigteile im Fertigteilbau
- Silobaustoffe
- Asphalt im Straßenbau

Neben der aufwendigen Koordination und Organisation sind die fehlende Überwachung und die mangelnde Übersichtlichkeit über Materialströme die Hauptschwach-

punkte des Schleifenbetriebs. Diese Schwachstellen werden durch die Umsetzung des Schleifenbetriebs auf der Tabb Plattform beseitigt, da auf eine einfache Weise jede einzelne Lieferung vom Lieferanten erstellt und vom Besteller bestätigt wird, wodurch eine lückenlose Dokumentation gewährleistet wird. Der Lieferant erhält dadurch Transparenz über seine Lieferkapazitäten und der Besteller verschafft sich Transparenz über den Stand des Anlieferprozesses, der bereits geleisteten Materialverarbeitung während des Anlieferprozesses und der sich im Zulauf befindlichen Materialien.

4.4.4.2. Umsetzung in Tabb

Um mit der Organisation bzw. Abwicklung eines Auftrags beginnen zu können, müssen folgende Kriterien erfüllt sein:

- Der Besteller muss eine Bestellung erstellt- und zum Verkäufer geschickt haben
- Der Verkäufer muss die Bestellung erhalten und angenommen haben

Automatisiert wird eine lückenlose Dokumentation der einzelnen Lieferungen mit den zugehörigen Daten, wie die Liefermenge, Lieferzeit und Lieferscheinnummer erstellt, Dadurch wird die Transparenz im Schleifenbetrieb deutlich gesteigert. Zudem wird jeder Lieferung automatisch ein Status zugeteilt. Die Status der Lieferungen sind:

- „Erstellt“, für Lieferungen die vorbereitet sind und in die Plattform eingetragen wurden, jedoch noch nicht gestartet wurden.
- „Im Zulauf“, für Lieferungen die gestartet wurden.
- „Abgeschlossen“, für Lieferungen die beim Besteller angekommen und von diesem bestätigt wurden.

Dies ermöglicht sowohl dem Lieferanten als auch dem Besteller die Übersicht über den Schleifenprozess zu behalten, effizienter zu überwachen und zu koordinieren.

4.4.4.3. Funktionen des Bestellers im Schleifenbetrieb

Nach Start der Auslieferung hat der Besteller eine Übersicht über die sich im Zulauf befindlichen Lieferungen. Abbildung 66: Lieferdetails des Bestellers zeigt eine Liefe-

rung, die sich im Schleifenbetrieb befindet. Dort befinden sich zwei Lieferungen im Zulauf, während eine schon entgegen genommen und abgeschlossen wurde. Lieferungen, die bereits auf der Baustelle angekommen sind und entladen wurden, werden vom Besteller durch Buttonklick auf „Lieferung abschließen“ bestätigt. Der Status der Bestellung wird hierdurch automatisch von „Im Zulauf“ auf „Lieferung abgeschlossen“ geändert, was sowohl für den Besteller als auch für den Lieferanten sichtbar ist. Unter den „Lieferdetails“ ist eine mengenmäßige Übersicht der bestellten, der sich im Zulauf befindlichen und der bereits ausgelieferten Menge dargestellt.

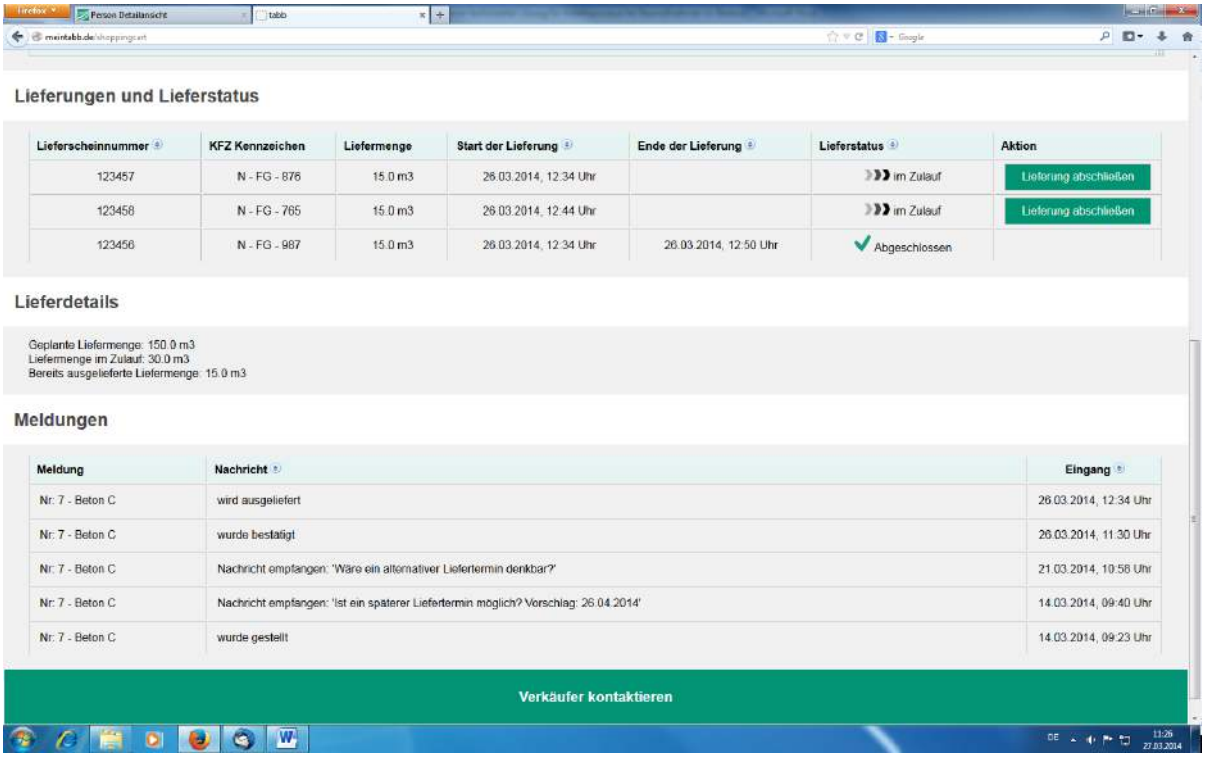


Abbildung 66: Lieferdetails des Bestellers

Da die anfänglich bestellte Menge lediglich als Richtwert dient und oftmals korrigiert wird, besteht seitens des Käufers die Möglichkeit dem Verkäufer die Änderungen per Nachrichtenfunktion zukommen zu lassen. *Funktionen des Lieferanten bzw. Verkäufers im Schleifenbetrieb*

Die Auslieferung eines Auftrags wird durch das Erstellen einer Lieferung in den Auftragsdetails gestartet. Der Lieferant hat die Möglichkeit, einzelne Lieferungen unter „Lieferungen und Lieferstatus“ zu generieren. Hierzu werden die Lieferscheinnummer, das KFZ-Kennzeichen und die Liefermenge benötigt. Durch Identifikation der

Lieferung mittels KFZ-Kennzeichen, sind einzelne Lieferungen für den Käufer auf der Baustelle leicht identifizierbar und besitzen ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal. Nach Eingabe der Daten wird die Lieferung durch Buttonklick auf „Abschicken“ fertiggestellt. Die Lieferung trägt nun den Status „Erstellt“. Verlässt das Liefer-KFZ den Beladeort, wird dies mit Klick auf den Button „Lieferung starten“ bestätigt. Die Lieferung trägt nun den Status „In Zulauf“, was ebenfalls für den Besteller sichtbar ist und in Lieferdetails aufsummiert wird. In Abbildung 68: Lieferdetails des Lieferanten ist der Schleifenbetrieb mit den unterschiedlichen Lieferstatus in der Detailansicht des Lieferanten dargestellt.

Auch der Verkäufer kann den Käufer kontaktieren. Dies geschieht durch Drücken des Buttons „Käufer kontaktieren“. Dadurch können etwaige Kapazitätsengpässe mitgeteilt werden oder Liefermengen genauer abgestimmt werden.

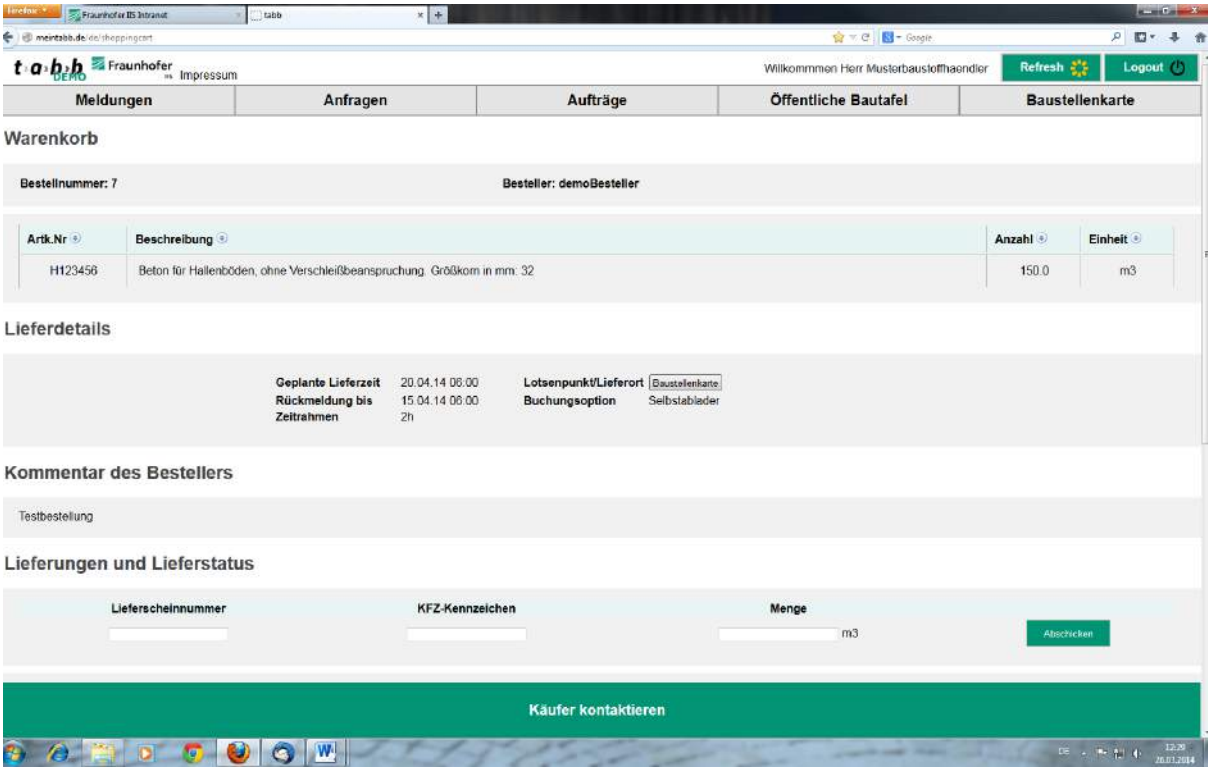


Abbildung 67: Auftragsdetails des Lieferanten

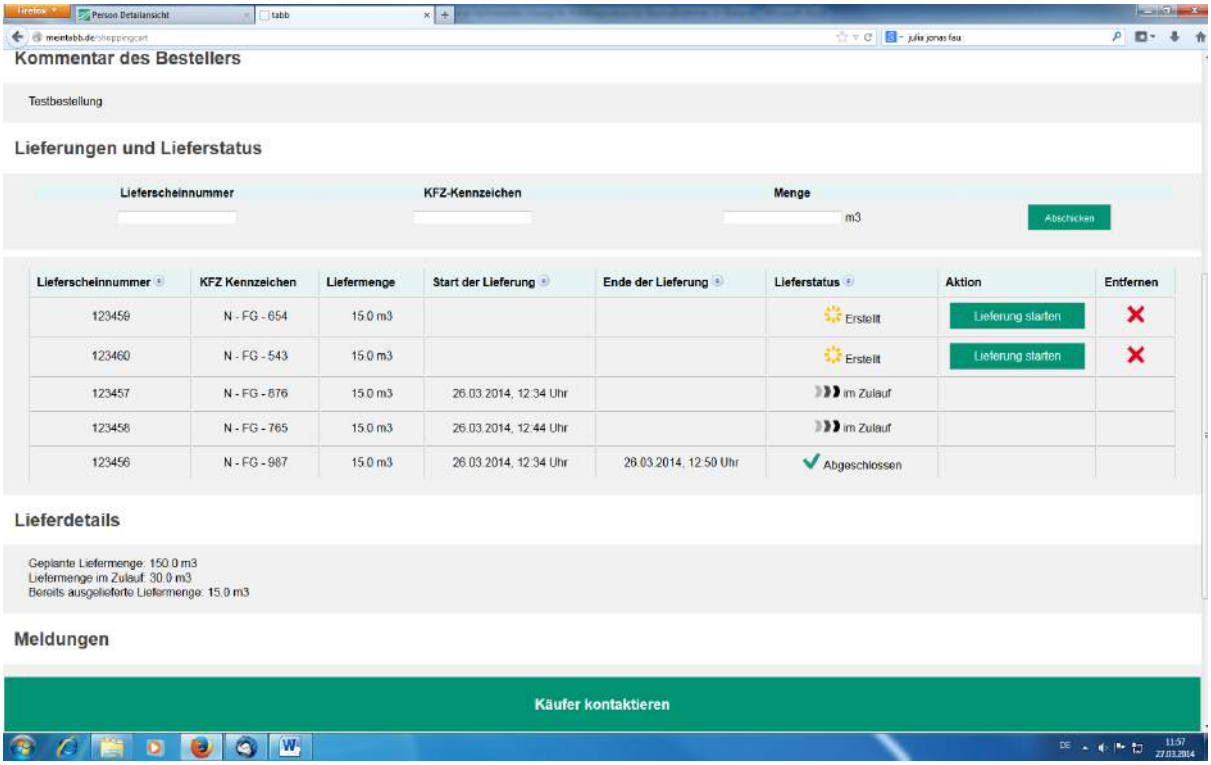


Abbildung 68: Lieferdetails des Lieferanten

5. Validierung der entwickelten Softwarelösung

5.1. Projektbegleitende Ausschüsse

Um eine anforderungsgerechte Gestaltung der Tabb Plattform zu gewährleisten, wurden während der Entwicklung Stakeholder durch den projektbegleitenden Ausschuss mit einbezogen. So wurden zu Beginn des Projektes im projektbegleitenden Ausschuss bereits bestehende Lösungen der Informationsverteilung und Kommunikation zwischen Lieferant und Besteller beschrieben, welche aber, aufgrund der vereinzelten und nicht übergreifenden Anwendung innerhalb der Versorgungsketten als Insellösungen betitelt wurden. Zudem wurde die bedarfsgerechte Informationsverteilung und Usability einer Plattform auf Handheld-Endgeräten verstärkt besprochen. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf der Lieferung von Flüssigbaustoffen gelegt werden. Die Lieferung von Flüssigbaustoffen wie beispielsweise Beton bedarf einer genaueren zeitlichen Abstimmung, welche bisher meist durch Telefonate erfolge.

Während der Umsetzung von Tabb wurden besonders die Realisierung der Flüssigbaustofflieferung auf der Plattform, die lückenlose Dokumentation und die Darstellung der Liefermengen hervorgehoben. Neben der Integration eines Bautagebuchs, dem RFID Einsatz zur Prüfung von angelieferten Produkten und dem Einsatz von digitalen Lieferscheinen wurden die Einbindung einer Baumaschinenauslastungsplanung und einer dauerhaften Ortung von Lastzügen als optionale Erweiterungsmöglichkeiten angeregt.

5.2. Feldtest

Zur Validierung der Softwarelösung wurde ein Feldtest dieser durchgeführt. Hierzu wurde die Belieferung von Flüssigbeton für Hallenböden von dem Lieferanten, ein Betonmischwerk in Oschatz (Sachsen) zu einer Hallenerweiterung in Wermsdorf (Sachsen), bei der der Boden gegossen werden musste, unter Verwendung von Tabb durchgeführt. Die geplante Gesamtliefermenge von 630 m³ für den 0,2 m starken Boden auf 3171 m² wurde in zwei Einzelbestellungen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen unterteilt. Die Distanz zwischen Lieferant und Besteller betrug 23 Kilometer, was einer LKW-Fahrtzeit von ca. 28 Minuten entsprach. Alle Parteien innerhalb der gesamten Versorgungskette wurden im Vorfeld in die Softwarelösung ein-

gewiesen und während des Feldtests beobachtet. Entgegen der im Antrag anvisierten zwei Feldtests wurde ein extensiver Feldtest durchgeführt, da der durchgeführte Feldtest eine Einspeisungen der zu beliefernden Flüssigbaustoffe erforderte, die Einweisung von Beteiligten in die Benutzung der Plattform sowie eine gemeinsame Abschlussbesprechung mit den Beteiligten in der Forschungsstelle.

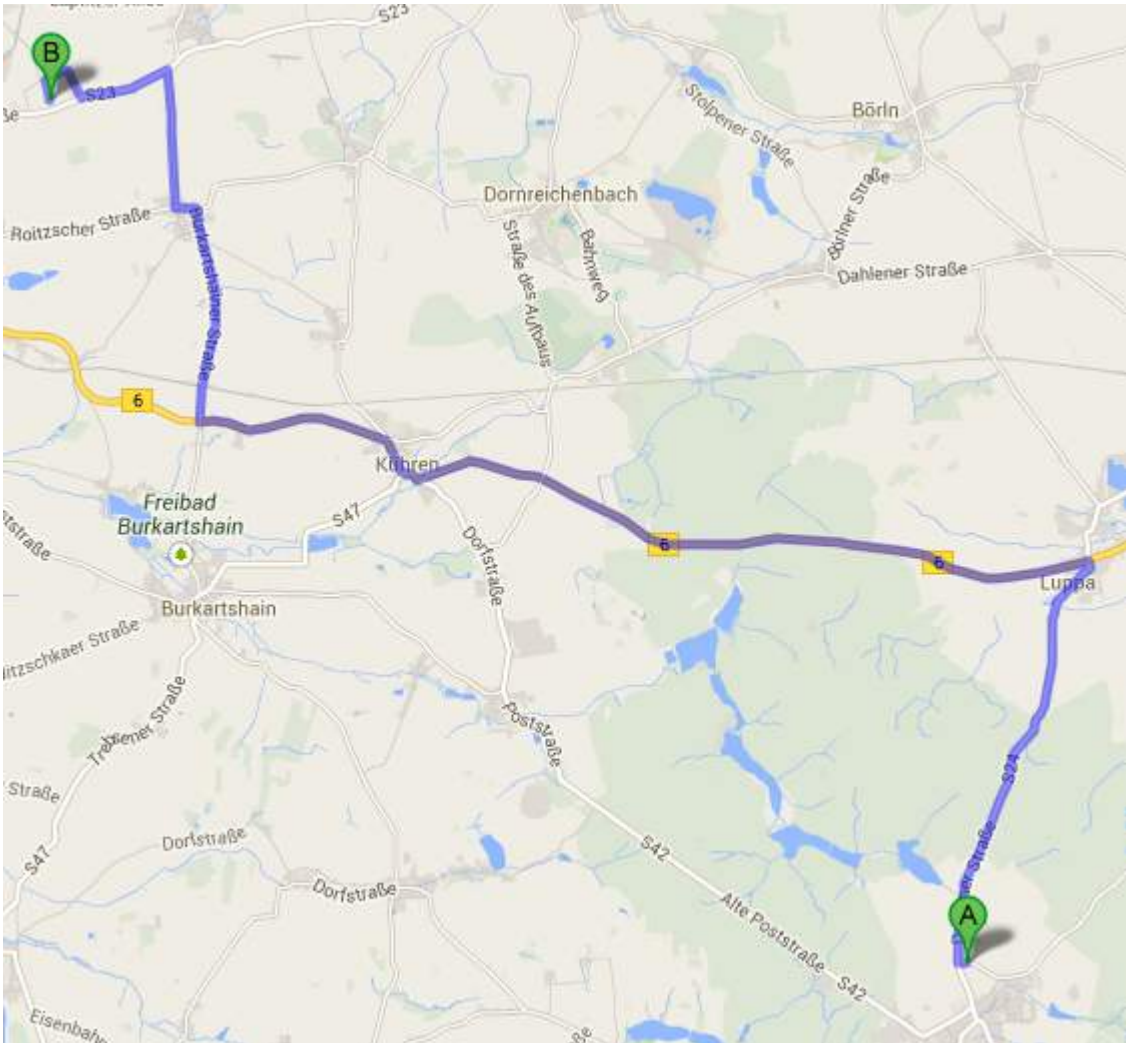


Abbildung 69: LKW-Fahrweg zwischen Besteller und Lieferant

5.2.1. Tag 1:

Für den ersten Feldtesttag wurden am Vortag von der Baustelle aus 360 m³ Flüssigbeton geordert. Start der Lieferung war 5:30 Uhr morgens. Um die bestellte Menge abzuarbeiten, waren für den Schleifenbetrieb sechs Betonlastwagen eingeplant, welche direkt im Mischwerk beladen wurden, anschließend zur Baustelle gefahren sind, dort entladen wurden und leer zurückgefahren sind. Jede der Lieferungen wurde vom Lieferanten auf Tabb erstellt und nach Verlassen des Mischwerkgeländes gestartet, dass der Besteller stets die Übersicht über die sich in Zulauf befindliche Liefermenge

hatte. An der Baustelle angekommen und entladen, wurden die Lieferungen vom Besteller abgeschlossen. Durch diese Information war dem Lieferanten bekannt, wie viele LKWs sich zu diesem Zeitpunkt im Rücklauf befinden. Dies ermöglichte dem Mischmeister eine optimierte Einteilung weiterer Aufträge, die neben dem Feldtest-Auftrag abgearbeitet werden mussten. Statusmeldungen zum Auftragsverlauf und Nachrichten zur gewünschten Restmenge konnten über die Nachrichtenfunktion gesendet werden. Am ersten Feldtesttag wurden in 47 Einzellieferungen bis 16:52 Uhr 362,5 m³ Flüssigbeton ausgeliefert und verarbeitet. Die Einarbeitungszeit in die Systemabläufe von Tabb war laut den Anwendern sehr kurz, da die Plattform selbsterklärend aufgebaut ist. Für den zweiten Auslieferungstag wurde am Abend eine Bestellung von 270 m³ mit Start um 5:15 Uhr aufgegeben. Diese Bestellung wurde vom Mischwerk bestätigt.

Abbildung 70: Bestätigen einer Lieferung am Tablet PC

5.2.2. Tag 2:

Start der ersten Lieferung war 5:15 Uhr morgens. Aufgrund der Erfahrungswerte vom ersten Feldtesttag und der übersichtlichen Darstellung des Auslieferungsstandes auf der Plattform, waren für den Schleifenbetrieb am zweiten Tag zunächst 6, zu einem späteren Zeitpunkt dann noch 5 Betonlastwagen eingeplant. Am zweiten Feldtesttag wurden bis 14:41 Uhr 35 Einzellieferungen mit gesamt 280 m³ Flüssigbeton ausgeliefert und verarbeitet. Besonders geschätzt war die verbindliche Nachricht bezüglich der geforderten Restmenge, da die bestellte Menge oftmals nur ein Richtwert ist und die tatsächlich benötigte Menge somit abweichen kann.

Abbildung 71: Kontrolle der bereits ausgelieferten Menge

Abbildung 72: Erstellen einer Lieferung im Mischwerk

5.3. Akzeptanz der Tabb Plattform:

Die lückenlose Dokumentation aller Lieferungen auf der Plattform ermöglicht eine Kontrolle des gesamten Auslieferungsstatus und somit eine erhebliche Erleichterung und Verbesserung der Schleifenplanung. Das Nachrichtensystem intensiviert die Kommunikation zwischen Besteller und Baustofflieferant und gestaltet diese effizienter. Während des Feldtests war kein Telefonat betreffend den logistischen Abläufen nötig. Neben der Verringerung der Wartezeiten für Fahrer und Schreibarbeiten für den Disponenten, kam es zu keinen zeitlichen, örtlichen und mengenmäßigen Fehlauslieferungen. Besonders hervorgehoben wurden in den Feedbackgesprächen die kurze Einarbeitungszeit in die Systemabläufe, die Übersichtlichkeit der Plattform und die daraus folgende Transparenz der Abläufe innerhalb der gesamten Lieferkette sowie die erleichterte und nachvollziehbare Kommunikation über Nachrichten im Vergleich zu bisherigen Telefonaten.

5.4. Quantifizierung des Nutzens der Tabb Plattform:

Die geschilderten Vorgänge haben gezeigt, dass Tabb dafür sorgt fehlerhafte Belieferungen von Baustellen zu eliminieren und dass Tabb allgemeinhin von den Mitarbeitern der Baustelle, des Baustoffhandels und der Transporteure akzeptiert wurde. Es fehlt noch eine Quantifizierung und Überführung dieser Merkmale in monetäre Wertangaben. Dies soll anhand der Daten des Feldtests geschehen.

Bei dem Feldtest wurden in Summe 82 Lieferungen durchgeführt, insgesamt wurden 642,5 m³ Beton ausgeliefert. Der Preis für das Material einer Lieferung betrug dabei etwa 750€. Zuschläge für den Transport und die Entladung beliefen sich auf ca. 100€ pro Lieferung. Für das Überschreiten der Entladezeit wären Sondergebühren in Höhe von 90€ pro Stunde angefallen. Verzögerungen bei der Entladung von 20 Prozent der Lieferungen sind keine Seltenheit bei Bauvorhaben mit einer engen Taktung der Materialanlieferungen. Für das Bauvorhaben hätten diese Verzögerungen eine finanzielle Mehrbelastung von 1476€ bedeutet.

Hinzu kommen Kosten ausgelöst durch Staueffekte. Supply-Chain-übergreifend umfassen diese Kosten die Personalkosten der Baustellenmitarbeiter als auch Personalkosten bei Transporteuren, dem Baustoffhändler oder Baustoffwerk. Es waren 18 Beteiligte in die Belieferung involviert, diese Zahl setzt sich zusammen aus sieben Fahrern, sieben Betonverarbeitern, zwei Polieren, einem Mischmeister und seinem

Assistenten. Stundenlöhne inklusive Lohnzuschlägen für die Beteiligten bewegen sich zwischen 30€ und 50€. Vereinfachend werden für die Beispielrechnung 35€ Stundenlohn pro Person angesetzt. Insgesamt wurden 21 Stunden lang Flüssigbaustoffe angeliefert. Bei einer unkoordinierten Belieferung werden bei Verzögerungen im Entladeablauf gerne kleine Aufträge zwischengeschoben, die Mischänderungen bedingen und damit zu Verzögerungen im Lieferablauf führen können. Verzögerungen bei der Entladung führen außerdem dazu, dass die Lieferkette abreißt und Wartezeiten beim Mischwerk entstehen. Durch diese Vorkommnisse kann eine Verlängerung der Gesamtvorhabenszeit um 30% entstehen, was einer Gesamtvorhabenszeit von 27,3 Stunden entspräche. Bei Gesamtpersonalkosten von 630€ pro Stunde, würde dies zu Mehrbelastungen in Höhe von 3969€ für das Vorhaben führen.

Die hypothetische Herleitung der Mehrkosten belegt, dass durch den Einsatz von Tabb bei dem Bauvorhaben Supply-Chain-übergreifend knapp 5500€ in zwei Tagen eingespart werden konnten.

6. Forschungsergebnisse und Ausblick

6.1. Projektzusammenfassung Tabb:

6.1.1. Aufgenommene Rahmenbedingungen und Anforderungen an Software-Lösungen

Während des Forschungsvorhabens Tabb wurde eine detaillierte Analyse des Ist-Standes bei der Anlieferung von Materialien bei Baumaßnahmen im Bestand durchgeführt. Die Erkenntnisse umfassten die Interessen der Stakeholder, ihre Anforderungen an eine Lösung, als auch den Ist-Zustand von Lager- und Transportstrukturen.

Aufgrund der Vielzahl von beteiligten Stakeholdern gehen die Interessen dieser auch auseinander. Im Vorhaben wurden Befürworter, neutrale Stakeholder und Skeptiker eines technisierten Anlieferkonzeptes bei Baumaßnahmen im Bestand identifiziert. Zu den Befürwortern zählen vor allem kleinere Unternehmen, die noch keine eigenen Lösungen entwickelt haben, aber unter ineffizienten Strukturen leiden. Die Mehrzahl der größeren baubeteiligten Unternehmen steht der Technisierung von Anlieferprozessen bei Bauvorhaben neutral oder skeptisch gegenüber, sie haben bereits eigene Konzepte erarbeitet oder befürchten durch ein technisches Anlieferkonzept Marktsegmente an Wettbewerber zu verlieren. Zu den wichtigsten Anforderungen für eine technisierte Anlieferlösung gehören niedrige Implementierungskosten und die Verbesserung der Termintreue. Daneben wurden auch noch als notwendige Eigenschaften genannt, dass eine Lösung eine hohe Marktdurchdringung besitzen sollte, allgemeinhin akzeptiert werden sollte und die bisherigen Logistiklösungen vereinheitlichen sollte.

Die genannten Anforderungen fanden sich sowohl unter Befürwortern, Projektneutralen, als auch unter Skeptikern wieder. Bei Interviews, Feldversuchen und Vorträgen wurde allerdings deutlich, dass die Branche noch Berührungsängste mit Technologien besitzt. Viele Lösungsansätze wurden vor allem von operativen Kräften grundsätzlich abgelehnt. Daher ist besonders die Anforderung Akzeptanz nicht zu unterschätzen.

6.1.2. Erarbeitete Lösung

Basierend auf Anforderungen und Interessen wurde Tabb entwickelt. Tabb ist eine web-basierte Bestellplattform. Mit Hilfe von Tabb können Baustoffwerk, Baustoffhändler, Baustelle sowie Transporteure miteinander kommunizieren, Aufträge weiterreichen, Bestellungen tätigen, Zeiten planen und Informationen über Bauvorhaben einholen. Damit bringt Tabb mehr Transparenz in Bauprozesse und hilft dabei Nachvollziehbarkeit, Verlässlichkeit und Stabilität selbiger zu erhöhen.

Gleichzeitig sollte Tabb einfach zu implemtieren- und robust sein. Daher wurde auf eine Integration von zusätzlicher Hardware weitestgehend verzichtet. Tabb nutzt vorhandene Hardware, wie Desktop Computer oder Mobiltelefone mit GPS. Falls gewünscht, kann ein zusätzliches Modul „Navigation“ integriert werden, mit welchem basierend auf der Fraunhofer AWILOC Technologie auch in geschlossenen Räumen navigiert und lokalisiert werden kann. Da diese Funktion jedoch nur auf sehr großen Bestandsbaustellen Anwendung findet und beispielsweise bei dem Feldtest nicht benötigt wurde, ist es standardmäßig nicht Bestandteil des Funktionsumfang von Tabb.

Nicht nur wegen der integrierten Kommunikationsfunktion geht Tabb auf die individuellen Bedürfnisse der Baustellenmitarbeiter ein. Bei der Entwicklung wurde die Software so gestaltet, dass spezielle Wünsche bei Bestellungen und Transportabwicklung berücksichtigt werden können. So können auch Anlieferart, bereitzustellende Gerätschaften und Abwicklung des Transports vom Besteller angegeben werden. Ziel dieser detaillierten Lösung ist es, dass bei Bestellungen nicht mehr zum Telefonhörer gegriffen werden muss, sondern diese schnell und intuitiv auf der mobilen Website erledigt werden können.

6.1.3. Entwicklung eines Dienstleistungskonzeptes für Tabb

Um eine möglichst einfache Anwendung von Tabb in der Praxis zu gewährleisten, wurde parallel mit Softwareanbietern und Logistiksystemlieferanten an einem Produktkonzept für Tabb gearbeitet.

Durch die zahlreichen Vorteile die Tabb einer Baustelle offenbart, kann ein Entgelt für die Bereitstellung der Software-Plattform durch Drittanbieter aufgerufen werden. Mögliche Drittanbieter sind Logistiksystemlieferanten, Softwareanbieter, Logistikdienstleister und Baustoffhändler. Bei dem Dienstleistungskonzept übernimmt der

Drittanbieter Administrationstätigkeiten, wie das Registrieren/Freischalten von Akteuren. Des Weiteren überwacht er die adäquate Nutzung und identifiziert beispielsweise Bestellfehler, falls diese vorkommen sollten. Außerdem übernimmt der Drittanbieter das Hosting der Website und Datenbankstrukturen und pflegt die Softwarelösung. Gemeinsam wurden Payment Modelle entwickelt, mit Hilfe derer die beteiligten Anwender entsprechend ihrer Nutzung belastet werden.

Prinzipiell können für Tabb drei Payment-Modelle abgeleitet werden, die alle nach dem Pay-later Modell funktionieren. Auf diese Weise ist Tabb auch bei kleinen Baustellen und vor allem von KMU anwendbar[67]:

- Pay-per-Order:
  Bei diesem Zahlungsmodell wird ein Fixbetrag für jede Bestellung vom Nutzer verlangt. Dabei können Bestellungen den dafür zuständigen Gewerken zugeordnet werden. Die Folge ist, dass Gewerke, die für ein hohes Lieferaufkommen sorgen und damit auch höhere logistische Aufwendungen verursachen stärker finanziell belastet werden. Eine mögliche negative Konsequenz könnte die gewerkeübergreifende Bündelung von Bestellungen sein, um Kosten zu sparen.

- Pay-per-User:
  Bei dem Pay-per-User Konzept wird pro Nutzer eine Nutzungsgebühr verlangt. Dadurch werden Gewerke mit einem Besteller weniger stark belastet als Gewerke mit mehreren Bestellern. Eine Folge kann dabei sein, dass Unternehmen die Bestelltäentigkeit nicht auf mehrere Schultern verteilen und somit die gewünschte Dezentralisierung der Bestelltätigkeit vornehmen.

- Pay-per-Day:
  Die Pay-per-Day Zahlungsmethode sieht vor, dass unabhängig von der Anzahl der Nutzer ein Fixbetrag pro Tag der Nutzung von jedem Unternehmen verlangt wird. Dieses Konzept würde dafür sorgen, dass Tabb gemäß seiner Konzipierung genutzt würde und bietet sich dadurch besonders als Payment-Modell an. Die einzige Herausforderung ist dabei, dass Vorbehalte bezüglich

[67] Dan-04

der Nutzung von Tabb auf Seiten der Anwender im Vorfeld ausgeräumt werden müssen.

6.1.4. Zusammenfassung der Ergebnisse bei Tabb, Beurteilung der Transfermaßnahmen und Überführung in die Praxis

Vor allem der Einsatz bei dem Feldtest konnte zeigen, dass Tabb die angedachten Aufgaben übernehmen und die gewünschten Ergebnisse liefern konnte. Die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Gliedern der Baustoffversorgungskette wird durch den Einsatz von Tabb erheblich erleichtert und ermöglicht eine reibungslose und eindeutige Abstimmung. Auf diese Weise hilft Tabb dabei, kleine und mittlere Bauvorhaben zu koordinieren und die Planung selbiger transparenter zu gestalten. Die Folge sind reduzierte Warte- und Suchzeiten, die Reduzierung von Fehlmengen sowie in Folge dessen die Reduzierung der Arbeitszeiten, Bauzeiten und Gesamtkosten für logistische Aktivitäten bei Bauvorhaben.

Während des Feldtests gab es mit Hilfe der Anwendung von Tabb keinerlei Fehllieferungen. Wartezeiten auf Lieferungen sind entfallen und Mengen unter- bzw. Überschreitungen der angelieferten Baustoffe konnten nicht registriert werden. Die Tabb-Funktion der Anlieferung im Schleifenbetrieb stieß auf große Zustimmung unter den Beteiligten. Ohne jeglichen telefonischen Koordinationsaufwand haben die Baustellenmitarbeiter stets den Überblick über Anlieferfortschritt, sich im Zulauf befindliche Lieferungen und noch ausstehende Liefermengen. Durch den Einsatz von Tabb konnten bei dem Bauvorhaben während des Feldtests Kosten für Verzögerungen und Fehllieferungen eingespart werden.

Durch den Verzicht auf die Integration zusätzlicher Hardware und den Einsatz von vertrauten Geräten konnte auch eine hohe Akzeptanz für Tabb unter den Beteiligten erzeugt werden. Vorhandene Rechner und Mobilgeräte konnten eingesetzt werden und so betrug die Einarbeitungszeit samt Einweisung lediglich wenige Minuten. Dies drückt sich auch darin aus, dass während des zweitägigen Einsatzes von Tabb keine Telefonate zwischen Baustelle und Baustoffhändler geführt wurden um logistische Fragstellungen zu klären.

Die angesetzten Transfermaßnahmen konnten zur Erreichung einer Überführung der Software in eine praktische Anwendung beitragen. Neben Messeauftritten auf den Messen Transport Logistic, Logimat und Bauma wurden auch zahlreiche Vorträge zu der Thematik gehalten. Besonders hervorzuheben sind dabei die Vorträge auf dem Tag der Baulogistik der Hochschule Augsburg und der Fachgruppe Baulogistik des House of Logistics and Mobility HOLM sowie beim Symposium der Digitalen Stadt in Düsseldorf.

Tabb liegt zum Abschluss des Vorhabens als Funktionsmuster vor und ist in einem vorwettbewerblichen Zustand. Die entwickelte Software stieß auf sehr positive Resonanz, daher werden derzeit Gespräche über eine Fortführung des Vorhabens gemeinsam mit Industriepartnern geführt, um die Software in eine industrielle Anwendung zu überführen. Es ist außerdem angedacht eine Adaption der Software für andere logistische Aufgabenstellungen zu beantragen und den Funktionsumfang der Software durch zusätzliche Module zu erweitern. Bei Messebesuchen der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS wird Tabb weiterhin beworben werden.

6.2. Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen für KMU

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens stellen für Unternehmen der Baubranche und KMU im Speziellen einen großen Nutzen dar. Die Software stellt für KMU eine leicht implementierbare Möglichkeit dar, um Anlieferprozesse bei Baumaßnahmen und Baumaßnahmen im Bestand zu technisieren. Anders als Großunternehmen verfügen häufig nicht über die Möglichkeit eigene Softwarelösungen für ihre Prozesse entwickeln zu lassen. In der Baubranche herrscht traditionell noch kein hoher Technisierungsgrad vor. Durch Tabb werden Prozesse von KMU technisiert und damit die Wettbewerbsfähigkeit von KMU gesteigert.

Tabb hilft ihnen insbesondere dabei Planung, Kontrolle und Sichtbarkeit von Anlieferprozessen zu steigern und sorgt damit für Kosteneinsparungen. Diese werden durch die Reduktion von Verzögerungen im Anlieferprozess, Fehllieferungen, Unsicherheiten über Bestände, Schwund und Beschädigungen hervorgerufen. Für KMU stellt dies einen Vorteil bei der Vergabe von Aufträgen dar. Aufträge werden in der

Baubranche häufig per Kostenzuschlag vergeben. Im Vorfeld niedrigere Kosten zur Auftragsbearbeitung ansetzen zu können, hilft KMU dabei weitere Aufträge und damit Umsätze zu generieren.

Tabb sorgt des Weiteren für eine erhöhte Kommunikation zwischen den Beteiligten in der Baustoffversorgungskette und vereinfacht dadurch Koordination und Ausführung der anfallenden Tätigkeiten bei Anlieferprozessen im Bauwesen. Die Folge sind reduzierte Wartezeiten bei Prozessschritten. Für KMU, bei denen Personalressourcen in vielen Fällen einen Flaschenhals für die Bearbeitung von Projekten darstellen, ist die Anwendung von Tabb bei Anlieferprozessen eine Möglichkeit, um die Bearbeitungszeit von Projekten zu reduzieren und ihre Effizienz zu steigern.

6.3. Weiterführung des Vorhabens Tabb: Mögliche Ergänzungen und Zusatzmodule

Tabb bietet aufgrund seiner Schnittstellen zahlreiche Möglichkeiten für Erweiterungen und kann Ausgangsbasis für ergänzende Entwicklungen darstellen. Durch die Web-Oberfläche können leicht neue Dienstleistungen angeboten werden und durch das einfache Anmeldesystem können auf einfache Weise auch alle Baubeteiligten erreicht und integriert werden. Die folgenden Entwicklungen stellen den weiteren Forschungsbedarf bei der Technisierung der Baulogistik heraus.

Die Anbindung eines digitalisierten Bautagebuches wäre eine mögliche Ergänzung von Tabb. In digitaler Form könnte ein Bautagebuch, das Zugriff auf die Datenbank von Tabb hat, weitestgehend automatisiert werden. Dadurch könnten vor allem Vorarbeiter und Poliere entlastet werden. Dabei würden Daten zu Anlieferungen automatisch übernommen, mit Klima- und Wetterdaten ergänzt und durch Plandaten weiter angereichert werden.

Ein weiteres denkbares Modul wäre die Integration von Baumaschinen und Gerätschaften sowie eines zugehörigen Buchungssystems in Tabb. Dies würde den Anlieferverlauf weiter vereinfachen. Herausforderungen dabei wären die Ortung der Maschinen und Geräte, Verwaltung von Rechten zur Bestellung der Baubeteiligten und eine Überprüfungsfunktion für eine ordnungsgemäße Rückgabe. Viele neue Maschinen sind mittlerweile mit intelligenten Technologien, wie RFID ausgestattet. Dies

würde sich vorteilhaft auf ein System zur Suche von Baumaschinen und –gerätschaften auswirken.

Zusätzlich könnte Tabb durch ein Modul für die Entsorgung angereichert werden. Die Baubranche ist der größte Produzent von Abfall in Deutschland.[68] Ein koordinierter Abtransport von diesen großen Mengen würde sich positiv auf vorhandene Kostenstrukturen auswirken. Ebenso könnte die Trennung von Bauabfällen durch eine technisierte Lösung helfen Potenziale zur Reduzierung von Kosten zu erschließen.

6.4. Ausblick: Technisierung der Baulogistik

Was schon Literaturanalyse und Stakeholderanalyse gezeigt haben wird auch zukünftig Bestand haben: Die Baubranche ist eine sehr traditionsbehaftete Branche. Dies hat zur Folge, dass der Einsatz neuer Technologien häufig kritisch beurteilt wird. In einer stark kostengetriebenen Branche, wie der Bauwirtschaft, muss sich der Einsatz von Technologien schnell amortisieren und zahlreiche Vorteile offenbaren, um Akzeptanz unter den Beteiligten zu erlangen.

Bislang entspricht die Implementierung diverser Technologien am Bau nicht diesem Anforderungsprofil. Hauptsächlicher Einflussfaktor sind die besonderen Rahmenbedingungen bei Bauvorhaben. Durch die Arbeit unter freiem Himmel, mit schweren Materialen und pragmatischer Handhabung werden hohe Anforderungen an die Robustheit von Technologien gestellt. Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien, wie RFID oder Sensornetze, erfüllen diese Bedingungen derzeit häufig nur in äußerst kostspieligen Ausführungen. Bei der Umsetzung des Vorhabens wurden uns von Beteiligten immer wieder Anforderungen an diese Technologien genannt, die sie auch in mehreren Jahren nicht erfüllen können werden, beispielsweise RFID-Tags, die verzinkt werden können.

Ein weiterer Grund für die schleppende Technisierung der Baulogistik ist in dem fehlenden Einsatz von Behältern zu finden. Behälter werden in stationären Industrien gerne eingesetzt, um Transporte zu standardisieren und damit eine technisierte oder maschinelle Handhabung zu vereinfachen. Baustoffe und –materialien haben stark variierende Ausmaße, daher werden nur selten Behälter für logistische Prozesse

[68] ARD-14

eingesetzt. Noch seltener sind Behälterkreisläufe zu finden. Diese sind jedoch ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Einsatz von RFID.[69] Durch RFID könnten Sendungen schnell bezüglich ihres Inhaltes überprüft werden, Inventarlisten erstellt werden und zahlreiche logistische Vorgänge automatisiert werden. Ohne Behälterkreisläufe ist allerdings nicht gewährleistet, dass RFID Tags wieder zu ihrem ursprünglichen Käufer zurückkehren, damit würde eine Ausstattung von Sendungen mit RFID in Zusatzkosten resultieren, die den Nutzen der Automatisierung bisher in den Augen vieler Baubeteiligten übersteigen.[70] Weitere Hindernisse für die Einführung von RFID liegen in der zeitlich begrenzten Natur von Bauvorhaben und der fehlenden IT-Infrastruktur von Bauunternehmungen.

An der wachsenden herstellerseitigen Ausstattung von teuren Maschinen und Anlagen mit Identifiktionstechnologien lässt sich allerdings erkennen, dass mit fallenden Hardwarekosten und immer größer werdende Koordinations- und Planungsaufwendungen bei Bauvorhaben die Intervalle für Amortisierungen dieses Technologieeinsatzes immer kürzer werden. Innovative Insellösungen könnten sich positiv auf Akzeptanz und Vertrautheit mit den Technologien auswirken und begünstigen auch standardisierte Anwendungskonzepte. Die Vielzahl an großen Bauvorhaben, die zeit- und kostenmäßig überzogen werden stellen einen Bedarf nach besseren Planungs- und Koordinierungsmöglichkeiten heraus. Gerade für diese Baustellen ist auf einfache Art und Weise auch eine Verbesserung durch Tabb möglich. Tabb verhilft den unterschiedlichen Gewerken zu einer besseren Kommunikation und Abstimmung. Dadurch können unterschiedliche Arbeitsschritte am Bauvorhaben besser getaktet werden und Wartezeiten minimiert werden. Je nach Umfang der Baustelle müssen die Softwarestrukturen von Tabb allerdings um Hardwarelösungen ergänzt werden, sodass eine umfassende Transparenz über logistische Materialströme gewährleistet werden kann.

Die Baulogistik wird in Zukunft zahlreiche Best-Practices von anderen Branchen übernehmen. Der Maschinen- und Anlagenbau, die über zahlreiche Gemeinsamkeiten mit der Baubranche verfügt, hat eindrucksvoll bewiesen, dass beispielsweise das erfolgreiche Managementkonzept Lean Management nicht nur in der Serienfertigung

[69] Han-10

[70] Hel-08

eingesetzt werden kann.[71] Die Bereitschaft sich an anderen Branchen zu orientieren wird auch die Einführung von Technologien in der Baubranche begünstigen.

[71] Maa-14

7. Veröffentlichungen

Fischer, Roland; Hölczli, Andreas – Für mehr Ah am Bau. Erschienen in Logistik Heute, Ausgabe 06/2013 S.48-49, Huss Verlag 2013.

Jelis, Kristina: Anforderungen an intergrierte Kommunikationskonzepte in modernen Baustoffversorgungsketten. Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Engineering“. Fraunhofer IIS/Technische Hochschule Georg Simon Ohm, Nürnberg 2013.

Schultheiss, Alexandra: Lean Construction – Eine empirische Untersuchung zur Analyse der Übertragbarkeit von Lean Prinzipien auf das Bauwesen. Fraunhofer SCS/Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg 2014.

Kaffenberger, Christopher; Hölczli, Andreas: Einsatz von Apps in der Logistik - Fünf Trends die unseren Arbeitsalltag verändern werden. Erschienen in Logistik Heute 06/2014, Huss Verlag 2014.

Hölczli, Andreas: Abschlussbericht TABB – Technologiegeunterstützte Anlieferstrategien bei Baumaßnahmen im Bestand – AIF IGF Vorhaben 17167. TIB/UB Hannover, Hannover 2015.

Hölczli, Andreas: Abschlussbericht TABB – Technologiegeunterstützte Anlieferstrategien bei Baumaßnahmen im Bestand – AIF IGF Vorhaben 17167. ECONSTOR Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, Kiel 2015.

Literaturverzeichnis

[ARD-14] ARD Tagesschau: Bauschutt lässt die Müllberge wachsen. Einsehbar unter: http://www.tagesschau.de/wirtschaft/deutschland-produziert-mehr-bauschutt100.html, zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

[Arn-08] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.: Handbuch Logistik. 3. Auflage, Springer-Verlag, Düsseldorf 2008.

[Arn-04] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.: Handbuch Logistik, Springer-Verlag, Berlin 2004.

[Bar-08] Bargstädt, H. J.; Steinmetzger, R.: Grundlagen des Baubetriebswesens - Skriptum zur Vorlesung. 18 Auflageschriften der Professur Baubetrieb und Bauverfahren. Bauhaus-Universität Weimar, Weimar 2008.

[Bau-07] Bauer, H.: Baubetrieb. 3., vollständig neu bearbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin 2007.

[Ber-04] Bertelsen, S.: Lean Construction: Where are we and how to proceed?, Lean Construction Journal Vol. 1 Oktober 2004.

[Bie-10] Bielefeld, B; Wirths, M: Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten im Bestand – Analyse, Planung, Ausführung. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2010.

[CIB-14] Computer Institut Bamberg: CIB Track. Einsehbar unter http://www.cibamberg.de/de/produkte/cibtrack/ , zuletzt aufgeru-

fen am 21.03.2014.

[Cla-06] Clausen, U.: Baulogistik - Konzept für eine bessere Ver- und Entsorgung im Bauwesen. Verlag Praxiswissen, Dortmund 2006.

[Dan-04] Dannenberg, M.; Ullich, A.: E-Payment und E-Billing – Elektronische Bezahlsysteme für Internet und Mobilfunk. Gabler Verlag 2004. S.30

[Dem-08] Deml, A.: Entwicklung und Gestaltung der Baulogistik im Tiefbau - Dargestellt am Beispiel des Pipelinebaus. Dissertation, Dr. Kovac-Verlag, Hamburg 2008.

[Die-10] Die Deutsche Bauindustrie: Wichtige Baudaten 2010. Einsehbar unter: http://www.bauindustrie.de/media/attachments/Baudatenkarte_2010_1.pdf, zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

[DIN-12] DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, 2012.

[Dit-09] Dittmann, M.; Simon, S.; Schriek, T.; Gehbauer, F. (Hg.): Last Planner, ein Instrument für Bauprojekte nach den Grundsätzen des Lean Managements, 2009.

[FML-11] Lehrstuhl fml Kompendium: RFID, 2011. Einsehbar unter: http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=320&letter=R&b_id=3235367B-3430-4545-442D-323831302D34, zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

[Fra-14] Fraunhofer IML: Minimalinvasive Baustellen. Einsehbar unter:

http://mi-bm.de/, zuletzt aufgerufen am 17.03.2014.

[Gab-14a] Gabler Wirtschaftslexikon: Erscheinungsformen der industriellen Produktion. Einsehbar unter:

http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/produktionstypen.html, zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

[Gab-14b] Gabler Wirtschaftslexikon: Lean Management. Einsehbar unter:

http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/lean-management.html#definition, zuletzt aufgerufen am 10.04.2014.

[Geh-11] Gehbauer, Gentes, Heidemann: Kooperative Projektabwicklung im Bauwesen unter der Berücksichtigung von Lean-Prinzipien - Entwicklung eines Lean-Projektabwicklungssystems. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe 2011

[Gor-13] Gorecki, P.; Pautsch, P.: Lean Management, Hanser Fachbuchverlag, 2013.

[Gri-10] Grimscheid, G.; Motzko, C.: Strategisches Bauunternehmensmanagement, Springer Verlag Heidelberg 2010.

[Gro-02] Grote, H.: Kosten senken mit Kopf: Kybernetische Organisation Planung und Führung. Die Revolution des Baumanagements, Patzer-Verlag, 2002, S. 16-18.

[Gün-09] Günthner, W. A.: Materialfluss und Logistik; Vorlesungsskript, Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik. Technische

Universität München, München 2009.

[Gün-11] Günthner, W. A.; Borrmann, A.: Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen - Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert, Springer-Verlag, Berlin 2011.

[Gün-08] Günthner, W. A.; Zimmermann, J.; Eber, W.; Haas, B.; Lügger, M.; Sanladerer, S.; Schorr, M.: Logistik in der Bauwirtschaft – Status quo, Handlungsfelder, Trends und Strategien. Bayern Innovativ. Bayern Innovativ - Cluster Logistik, Nürnberg 2008.

[Gün-11] Günthner, W.A.; Borrmann, A.: Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen – Werkzeuge und Methoden für das Bauen im 21. Jahrhundert. Springer-Verlag, Berlin 2011.

[Han-10] Hanke, M.: RFID – Grundlegende Darstellung und Potenzial im Behältermanagement. Diplomica Verlag, Hamburg 2010. S.13ff..

[Har-13] Hartmann, B.; Teusch, A.; Wolf, M.: Spezifikation von funktionalen und nichtfunktionalen Systemanforderungen auf Basis von Geschäftsprozessmodellen. 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, 2013.

[Hel-08] Helmus, M.; Meins-Becker, A.; Lau, L.; Kelm, A.: Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immbobilienwirtschaft. Erschienen in Tagungsband RFID am Bau Kongress am 22./23. Februar 2008 auf der bautec.ARGE RFID/ZukunftBAU, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2008, S.128.

[Hel-11] Helmus et al, 2011: Helmus, M.; Kelm, A.; Laußat, L.; Meins-Becker, A.: RFID–Baulogistikleitstand: Forschungsbericht zum Projekt „RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel Baulogistikleitstand für die Baustelle“, VIEWEG+TEUBNER, 2011

[Kra-05] Krauß, S.: Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung. 1 Auflage, Bauwerk-Verlag, Berlin 2005.

[Maa-14] Maas, S.; Weidner, J.; Fischer, R.: Lean Management – Worthülse oder Erfolgskonzept? Band 2 Maschinenbau. Erschienen im Fraunhofer Verlag, Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau, Stuttgart 2014.

[Max-14] Max Bögl KompetenzZentrum Bau Neumarkt GmbH: Informationsbroschüre Optimierung der logistischen Abläufe im Bauprozess. Einsehbar unter: http://www.kompetenz-bau.de/download/116471fX100efc8fa3eXY47a4/Optimierung_der_logistischen_Ablaeufe_im_Bauprozess.pdf, zuletzt aufgerufen am 17.03.2014

[Möl-13] Möller, D.-A.; Kalusche, W.: Planungs- und Bauökonomie: Wirtschaftslehre für Bauherren und Architekten, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München 2013, S.39, 44.

[Mül-09] Müller, S.; Roth, A.; Schmidt, N.: Märkte, Anwendungsfelder und Technologien in der Logistik. Ergebnisse und Reflexion von 20 Jahren Logistikforschung. Gabler-Verlag, Wiesbaden 2009.

[Scha-09] Schach, R.; Schubert, N.: Logistik im Bauwesen, Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Dresden, Heft 1-2, Dresden 2009.

[Schm-03] Schmidt, N.: Wettbewerbsfaktor Baulogistik: Neue Wertschöpfungspotenziale in der Baustoffversorgung, Universität Hamburg, Dt. Verkehrs-Verlag, Hamburg 2003.

[Sta-08] Statistisches Bundesamt: Fachserie 5 Reihe 3: Bautätigkeit und Wohnungen: Bestand an Wohnungen, Wiesbaden 2008.

[Str-11] Streck, Prof. Dr. S.: Wohnungsgebäudeerneuerung - Nachhaltige Optimierung im Wohnungsbestand. Springer Verlag, Heidelberg 2011.

[Wan-10] Wanninger, R.: Besonderheiten der Bauwirtschaft, 2010. Einsehbar unter: http://www.ibb.tubs.de/oldwebsite/elearning/gdbvt/einf/frameset_0.htm, zuletzt aufgerufen am 24.03.2011.

[Wom-91] Womack, J. P.: The Machine That Changed the World - The Story of Lean Production, HarperPaperbacks-Verlag, New York, 1991.