Diplomarbeit

Die Bedeutung eines Online-basierten Avisierungssystems in der Versorgungslogistik zur Reduktion von CO2-Emissionen auf Großbaustellen und zur Minimierung von Verkehrsstaus in urbanen Gebieten

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

---

Diploma Thesis

The significance of an online-based notification system in supply logistics for reducing CO2 emissions at large construction sites and minimizing traffic congestion in urban areas

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

von

Narjes Fawwaz Fayez Aldeeb

Matr.Nr.: 012026701

Betreuung: Ao.Univ.Prof. Univ. Prof. Mag. Dr. Günter Emberger
Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/230-1, 1040 Wien, Österreich

[redacted]

Wien, im Juni 2024

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

Danksagung

Vor dem Abschluss meines Studiums möchte ich allen danken, die mir während des Studiums und bei der Bearbeitung meiner Diplomarbeit geholfen und mich unterstützt haben.

In erster Linie möchte ich mich bei Ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Günter Emberger für die Möglichkeit meine Diplomarbeit am Institut für Verkehrswissenschaften zu verfassen und für die Übernahme der Betreuung, die konstruktiven und raschen Rückmeldungen bedanken.

Ich möchte meinen Eltern meinen größten Dank aussprechen. Ohne ihre Unterstützung und ihre immer passenden Worte und Ratschläge wäre dieses Studium und damit auch diese Arbeit nicht möglich gewesen. Ich werde diese Unterstützung nie vergessen und sie war für mich nie selbstverständlich.

Zu guter Letzt gebührt mein Danke meinem Mann, Jehad Aladam, der immer für mich da ist und immer eine Stütze in meinem Leben ist. Der zum Gelingen dieser Arbeit er durch seine aufmunternden Worte, seine Geduld und nicht zuletzt seine wertvollen Ratschläge beigetragen hat.

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

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Zur sprachlichen Überprüfung des Textes habe ich den KI-Schreibassistenten DeepL Write verwendet.

Wien, am 29.05.2023

Ort und Datum

[redacted]

Unterschrift

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

Kurzfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Versorgungslogistik auf Baustellen, als ein Teil der Baulogistik. Das Interesse der Bauwirtschaft an der Baulogistik ist in letzter Zeit wesentlich gestiegen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Baulogistik Möglichkeiten zur Optimierung von Logistikprozessen, zur Reduzierung von CO2-Emissionen und zur Kosteneinsparung bietet.

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es, Anreize für österreichische Bauunternehmen zu schaffen, in digitale Tools, insbesondere in Online-Visualisierungssysteme in der Materialversorgungslogistik zu investieren. Diese Investitionen können zu einer Zeitersparnis und einer besseren Organisation der Bauabläufe führen und damit zu einer Reduktion der CO2-Emissionen, der Kosten und der Verkehrsbelastung im Umfeld von Großbaustellen im urbanen Gebieten, speziell am Beispiel Wien. Bei der Bearbeitung dieser Arbeit wurde die derzeitige Umsetzung von Avis-Systemen in Österreich hinsichtlich der Organisation der Materialversorgung von Baustellen untersucht. Bei den ausgewählten Baustellen handelt es sich um zwei Baustellen in der Rohbauphase und zwei Baustellen in der Ausbauphase. Die Angaben zu den Avis-Systemen wurden aus den Webseiten, BaulogistikerInnen und anderen verantwortlichen Personen gesammelt. Auf dieser Grundlage wurde die Struktur der Avis-Systeme beschrieben und analysiert.

Diese Arbeit zeigt, dass der unkoordinierte Prozess der Materialanlieferung zu überlappenden Lieferungen während eines Arbeitstages und damit zu unnötigen Wartezeiten führt, was wiederum das Risiko von Bauzeitverzögerungen und zusätzlichen Kosten verursacht. Im Gegensatz dazu haben Avis-Systeme ihre Effizienz bei der Koordination von Materialanlieferungsprozessen und ihren Beitrag zur Reduzierung von unnötigen Wartezeiten, CO2-Emissionen, damit verbundenen Kosten und Verkehrsbelastungen im Umfeld von Großbaustellen unter Beweis gestellt.

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

Abstract

The focus of this thesis is supply logistics in construction sites, a vital component of construction logistics. In recent years, there has been a notable rise in the construction industry's attention towards construction logistics. This is primarily attributed to the potential it presents for streamlining logistical operations, decreasing CO2 emissions, and cutting expenses.

The purpose of this diploma thesis is to create incentives for Austrian construction companies to invest in digital tools, especially in notification systems for material supply logistics. These investments can lead to time savings and better organization of construction processes and thus to a reduction of CO2 emissions, costs and traffic congestion around large construction sites in urban areas, especially in the case of Vienna. This study examined how Austrian construction logistics companies currently utilize the Avis systems for organizing material supply to construction sites. The study focused on two construction sites in the shell construction phase and two construction sites in the finishing phase. The research involved an analysis of the current utilization of Avis systems in Austria in managing material deliveries to construction sites. The study examined two construction sites in the initial shell construction phase and two sites in the final finishing phase. The data regarding the notification systems was gathered from the websites, construction logistics experts, and other relevant individuals. Using this information, the framework of the notification systems was detailed and analyzed.

This study highlights how the unorganized material delivery process results in overlapping deliveries throughout the workday, leading to avoidable waiting times. These delays, in turn, pose a risk of construction setbacks and increased expenses. Conversely, notification systems have proven their effectiveness in streamlining material delivery operations, thereby reducing unnecessary wait times, CO2 emissions, related expenses, and traffic congestion in the vicinity of extensive construction projects.

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

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 7

1.1 Problemstellung und Zielsetzung 7

1.2 Forschungsfragen 9

1.3 Aufbau der Arbeit 9

1.4 Methodik 10

2.Baulogistik 11

2.1 Der Begriff der Baulogistik 11

2.2 Baulogistikprozessmodell 11

2.3 Baulogistikbericht 13

2.4 Baulogistikhandbuch 15

2.5 Teilbereiche der Baulogistik 16

2.5.1 Versorgungslogistik (Beschaffungslogistik) 16

2.5.2 Baustellenlogistik (Produktionslogistik) 16

2.5.3 Entsorgungslogistik 17

2.5.4 Informationslogistik 17

3. Baulogistik im Zusammenhang mit Verkehrsreduzierung 18

3.1 Einführung 18

3.2 Verkehrsstaus in urbanen Gebieten am Beispiel der Stadt Wien 19

3.2.1 Verkehrslage in Wien 20

3.3 CO2-Emissionen 22

3.3.1 CO2 im Rahmen der Baustelle 24

3.4 Baulogistik als Lösungsansatz 26

4. Versorgungslogistik 27

4.1 Transportprozesse bei der Baustellenanlieferung 34

4.2 Just in Time -Anlieferung 38

4.3 Avisierungsprozess 40

4.3.1 Idee und Konzept 41

4.3.2 Anmeldeplattform und Zeitfenster 42

5. Materialversorgungssituation auf ausgewählten Großbaustellen 47

5.1 Beschreibung der ausgewählten Baustellen 47

5.1.1 PROJEKT A 47

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

5.1.2 PROJEKT B 48
5.1.3 PROJEKT C 49
5.1.4 PROJEKT D 50
5.2 Zeitersparnis und Koordinierung der Materiallieferungen 51
5.2.1 PROJEKT A 52
..... 55
5.2.2 PROJEKT B 56
5.2.3 PROJEKT C 64
5.2.4 PROJEKT D 67
5.3 CO2-Einsparung im Rahmen der Versorgungslogistik 73
5.3.1 PROJEKT A 74
5.3.2 PROJEKT B 77
5.3.3 PROJEKT C 80
5.3.4 PROJEKT D 82
5.4 Verkehrsbelastungsanalyse im Umfeld von Großbaustellen 84
5.4.1 PROJEKT A 86
5.4.2 PROJEKT B 91
5.4.3 PROJEKT C 94
5.5 Online-Umfrage zu Verkehrsbeeinträchtigungen aufgrund ausgewählter Baustellen 95
6. Fazit und Ausblick 100
7. Verzeichnisse 108
7.1 Literaturverzeichnis 108
7.2 Abbildungsverzeichnis 111
7.3 Tabellenverzeichnis: 113
7.4 Abkürzungsverzeichnis 114
8. Anhang 115

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

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die schwierige Wirtschaftslage in der Bauwirtschaft erfordert die Integration innovativer Lösungen, um die Kosten zu senken. Die Baulogistik wird daher in der letzten Zeit intensiv als ein wirksames Instrument diskutiert, um dieses Ziel zu erreichen. Eine effektive Bauablaufplanung und ein gut organisierter Baulogistikprozess können die Bauzeit und somit auch die Kosten einsparen.

In diesem Sinne kann eine gut geplante Materialversorgungslogistik auf Baustellen einen wesentlichen Beitrag zur Kostenreduzierung unter verschiedenen Aspekten leisten.

In vielen Bauunternehmen ist die Einrichtung einer spezialisierten Baulogistikabteilung innerhalb des Unternehmens nicht gegeben. Eine derartige Abteilung würde eine entscheidende Rolle bei der effektiven Planung und Durchführung von Bauprojekten einnehmen, insbesondere im Hinblick auf die Organisation und das Management der Lieferkette für das Material mit Hilfe von Online-Avisierungssystemen. Eine ineffiziente Materiaversorgungslogistik birgt das Risiko erheblicher Verzögerungen, welche nicht nur den Zeitplan beeinträchtigen können, sondern zudem mit erhöhten Kosten und Unannehmlichkeiten für alle Beteiligten verbunden sind.

In Deutschland gibt es bei manchen Bauunternehmen eine spezialisierte Baulogistikabteilung bzw. ein Online-Avisierungssystem für die Materialversorgung. Beispiele sind die Ed. Züblin AG., HOCHTIEF und Bielefeld GOLDBECK. In Österreich hat das österreichische Joint Venture des Baukonzerns Porr und des Schalungsherstellers Doka eine Baulogistikplattform für die Digitalisierung und Optimierung von Bestell-, Liefer- und Abrechnungsprozessen angekündigt[1]. Allerdings nutzen noch nicht viele Bauunternehmen solche Systeme. Diese Avisierungssysteme können bei der Optimierung der Materiallieferkette eine bedeutende Funktion übernehmen. Ein solches System könnte dazu beitragen, den Materialfluss zu überwachen, Probleme frühzeitig zu identifizieren und Lösungen für Engpässe zu finden. Technologie und digitale Werkzeuge ermöglichen es Bauunternehmen, ihre Effizienz zu erhöhen und Bauverzögerungen und -störungen zu reduzieren.

Die Bauprojekte werden immer komplexer und die Anforderungen an Zeit- und Ressourcenmanagement steigen. Deshalb ist es für Bauunternehmen wichtig, in die Optimierung ihrer Baulogistik und die Implementierung moderner Avisierungssysteme zu investieren. Sie können nicht

[1] (Weidinger, 2021)

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

nur die Effizienz ihrer Bauprojekte steigern, sondern auch ihre Marktwettbewerbsfähigkeit stärken, indem sie eine transparente und gut organisierte Materiallieferkette schaffen.
In dieser Masterarbeit wird die Rolle von Avis-Systemen in der Materialversorgungslogistik für die Zeitersparnis und die Organisation des Bauablaufs und damit für die Reduzierung von CO2-Emissionen und Verkehrsbelastungen im Umfeld der Großbaustellen in urbanen Gebieten, speziell am Beispiel Wiens untersucht.

Im Verlauf der Arbeit wird die Materialversorgungssituation auf vier ausgewählten Großbaustellen verglichen. Projektnamen werden aus Datenschutzgründen nicht genannt, Kurzbeschreibungen finden sich in Kapitel 5.

Um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen, werden zwei Bauprojekte in der Ausbauphase verglichen. Das eine Projekt implementiert eine Materialversorgung durch Online-Avisierungssysteme, während das andere keine derartigen Systeme nutzt. Darüber hinaus wird ein Vergleich zwischen zwei weiteren Projekten angestellt, die sich in der Rohbauphase befinden. Bei einem Projekt werden Online-Avisierungssysteme eingesetzt, während dies beim anderen Projekt nicht der Fall ist.

1. Projekt A (Ausbauphase, ohne Online-Avisierung)
2. Projekt B (Ausbauphase, mit Online-Avisierung)
3. Projekt C (Rohbauphase, ohne Online-Avisierung)
4. Projekt D (Rohbauphase, mit Online-Avisierung)

Zum Schluss wird analysiert und belegt, welche Rolle Online-Avisierungssysteme bei der Verwirklichung der folgenden Ziele spielen:

1. Zeiteinsparung, indem unnötige Wartezeiten reduziert werden. Dies kann durch Vorgabe von Lieferzeiten für Lieferanten erreicht werden
2. Verringerung der durch unnötige Wartezeiten verursachten CO2-Emissionen
3. Reduzierung der Verkehrsbelastung im Umfeld von Baustellen

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

1.2 Forschungsfragen

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die folgende Forschungsfragen behandelt werden:

1. Wie wirksam sind Online-Avisierungssysteme bei der Steuerung und Koordination von Materiallieferungen auf Baustellen?
2. Wie beeinflusst ein Online-Avisierungssystem die Verringerung von CO2-Fußabdruck auf Großbaustellen?
3. Welche Verkehrsbelastungen entstehen in der Umgebung von Großbaustellen und Inwiefern können baulogistische Prozesse und Online-Avisierungssysteme dazu beitragen, diese Belastungen zu reduzieren und den Verkehrsfluss zu verbessern?

1.3 Aufbau der Arbeit

Das zweite Kapitel der Arbeit bietet eine Übersicht über die Bedeutung der Baulogistik für Bauprojekte. Es definiert Baulogistik als die Planung, Organisation und Bereitstellung von Ressourcen für Baustellen. Es beschreibt das Baulogistikprozessmodell, den Baulogistikbericht und das Baulogistikhandbuch. Zudem werden Teilbereiche der Baulogistik wie Versorgungslogistik und Entsorgungslogistik erläutert.

Im dritten Kapitel wird auf die Bedeutung einer strukturierten Baulogistik zur Minimierung von Verkehrsstaus und Umweltbelastungen hingewiesen. Die Verkehrssituation in urbanen Gebieten wird am Beispiel der Stadt Wien dargestellt. Anhand eines Beispiels werden die durch Baustellen verursachten Verkehrsbehinderungen aufgezeigt. Es werden Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigeren Bauwirtschaft diskutiert.

Das vierte Kapitel befasst sich mit der Baustellenversorgungslogistik, dem Avisierungsprozess in der Baulogistik und der Rolle digitaler Lösungen für Unternehmen. Details zur Avisierung, Schnittstellenkonzepte und Online-Plattformen werden ebenso erläutert, wie die Bedeutung der verbindlichen Transportanmeldung als entscheidendes Werkzeug.

Das fünfte Kapitel der Arbeit befasst sich mit der Beschreibung der ausgewählten Baustellen, der Materialversorgungssituation auf Großbaustellen und der Rolle von Avis-Systemen. Es wird eine Analyse der Transportfahrzeugzeiten auf der Baustelle durchgeführt. Die CO2-Einsparung durch Avis-Systeme wird ebenfalls untersucht. Abschließend wird eine Verkehrsbelastungsanalyse durchgeführt, um mögliche Probleme für den Verkehrsfluss zu identifizieren.

Im letzten Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse und die Ergebnisse zusammengefasst. Es werden Empfehlungen für die Umsetzung der Baulogistik auf Großbaustellen gegeben und werden

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

Strategien zur Minimierung von CO2 Emissionen in der Baubranche vorgeschlagen.

1.4 Methodik

In dieser Arbeit werden verschiedene Parameter erfasst, darunter die Ankunfts- und Abfahrtszeiten, die Aufenthaltsdauer jeder Anlieferung, der Nutzlast jedes LKWs und die verfügbaren Ladezonen auf jede Baustelle.

Um die Zeitersparnis und die Koordination der Materiallieferungen zu untersuchen, werden die tatsächlichen und avisierten Ankunfts- und Abfahrtszeiten bei den Projekten B und D verglichen. Anhand dieser Daten werden Abweichungen und Probleme im Lieferprozess identifiziert. Weiters werden die Lieferzeiten bei den Projekten A und C hinsichtlich Konsistenz und Pünktlichkeit bewertet und werden die Aufenthaltsdauer jedes LKWs zwischen den Projekten verglichen und die möglichen Verzögerungen und Engpässe im Materiallieferprozess identifiziert.

Die CO2-Einsparungen im Rahmen der Versorgungslogistik werden anhand von Daten und den Ankunfts- sowie Abfahrtszeiten visualisiert, die in Form von Datenbalken dargestellt sind. Durch die Analyse dieser Daten können Engpässe und überschneidende Anlieferungen identifiziert werden, die unnötige Wartezeiten verursachen.

Die Analyse der Verkehrsbelastung im Umfeld den Projekten C und D aufgrund des geringeren Verkehrsaufkommens in der Umgebung wird durch die Beobachtung der Anlieferungen im öffentlichen Straßenraum sowie durch Umfrage von LKW-Fahrern und Anwohnern durchgeführt. Für die Projekte A und B mit einem hohen Verkehrsaufkommen wird Spot-Speed- Study durchgeführt, um den Verkehrsfluss rund um die beiden Baustellen zu untersuchen. Darüber hinaus werden LKW-Fahrer und Anwohner an den Zufahrtsstraßen zu den Baustellen befragt, um deren Sicht und Erfahrungen mit dem Baustellenverkehr zu erfassen.

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

2.Baulogistik

2.1 Der Begriff der Baulogistik

Als Baulogistik bezeichnet man die Planung, Organisation und Bereitstellung aller für eine Baustelle benötigten Ressourcen. Für eine effiziente Bauausführung bedarf es einer strukturierten Strategie. Die Logistik im Baugewerbe gliedert sich in die Versorgungslogistik, die Produktionslogistik und die Entsorgungslogistik. Die Versorgungslogistik verbindet Lieferanten/Baustoffhersteller und Baustellen.

Der Schwerpunkt der Beschaffungslogistik liegt auf der termingerechten Versorgung mit den benötigten Baustoffen. Bei der Versorgungslogistik, handelt es sich um den Transport und die Lagerung/Zwischenlagerung von Materialien auf der Baustelle. Mit zunehmendem Baufortschritt gewinnt die Baulogistik an Bedeutung aufgrund des gestiegenen Baumaterials und Ausrüstungsbedarfs. Die Entsorgungslogistik umfasst den Abtransport aller Bauabfälle, die bei der Errichtung und Sanierung von Bauwerken anfallen[2]. Eine effiziente Baulogistik reduziert Kosten und Umweltbelastung[3]. So können durch die rechtzeitige Lieferung hochwertiger Materialien und den zügigen Transfer zur Baustelle Bauverzögerungen vermieden werden[4].

2.2 Baulogistikprozessmodell

Das Baulogistik-Prozessmodell umfasst verschiedene Phasen von Bauprojekten, einschließlich Planung, Organisation und Realisierung. Eine frühzeitige Integration von Baulogistikbelangen ist entscheidend[5]. Es erfordert eine zeitvariable Analyse von Übertragungsprozessen. Der Prozess beinhaltet eine Flussanalyse, einen Projektvorschlag, die Gestaltung von administrativen und technischen Arbeitssystemen sowie individuelle Baulogistikattribute[6].

---

[2] (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024)

[3] (Grace, 2023)
[4] (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024)
[5] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 327)
[6] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 27-28)

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

Abbildung 1: Prozesskonzept der Baulogistik

Baulogistikinitiation ist Teil der Planung der Baubedürfnisse und beginnt mit der Ermittlungsphase der Grundlagen. Es beinhaltet die Festlegung von frühen Zielen, erfordert Fachleute zur Identifizierung von Projektmerkmalen und zur Bewertung der Komplexität, einschließlich Infrastruktur, Ressourcen, Transport und Kommunikation[7].

Die Baulogistikplanung ist ein entscheidender Prozess für Bauherren. Sie bestimmt, ob eine professionelle Planung notwendig ist und welche Aspekte das Bauteam übernehmen soll. Der Planungsprozess wird dokumentiert und konzentriert sich darauf, die Produktion und Lieferprozesse hinsichtlich Effizienz, Effektivität, Sicherheit und Nachhaltigkeit zu verbessern. Der Teilprozess der Baulogistikplanung beginnt mit der Komplexität des Projekts und kann die Vorplanung bis zur Genehmigungsplanung umfassen. Ein Baulogistikhandbuch wird im Rahmen des Organisationsprozesses erstellt, um die Projektrealisierung zu unterstützen und dient als Regelwerk für die Bauprojektbeteiligten[8].

Baustellenlogistikpläne zeigen die Rahmenbedingungen, Ressourcen und Leistungen der Baulogistik auf, die während des Baufortschritts angepasst werden. Diese Pläne umfassen Elemente wie Eingangszonen, Ladebereiche, Büro-, Sanitäts- und Sanitärcontainer sowie Transportbereiche einschließlich der damit verbundenen Verkehrsflächen außerhalb des Baufeldes.

[7] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 328)
[8] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 329-330)

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

2.3 Baulogistikbericht

Der Baulogistik-Bericht ist ein Dokument, die Einflussgrößen und Ziele der Baulogistik in Bezug auf Leistungsumfangs, Fähigkeiten und erforderliche Qualifikationen formuliert. Der Bericht bewertet auch die Komplexität der Baulogistikattribute und bietet damit dem Bauherrn eine Entscheidungsgrundlage, um die Baulogistikplanung zu steuern und zu beauftragen. Abbildung 2 veranschaulicht das Muster eines solchen Entscheidungsnetzes. Die inhaltliche Analyse von Baulogistikhandbüchern aus der Praxis ergab neun relevante Baulogistikattribute[9].

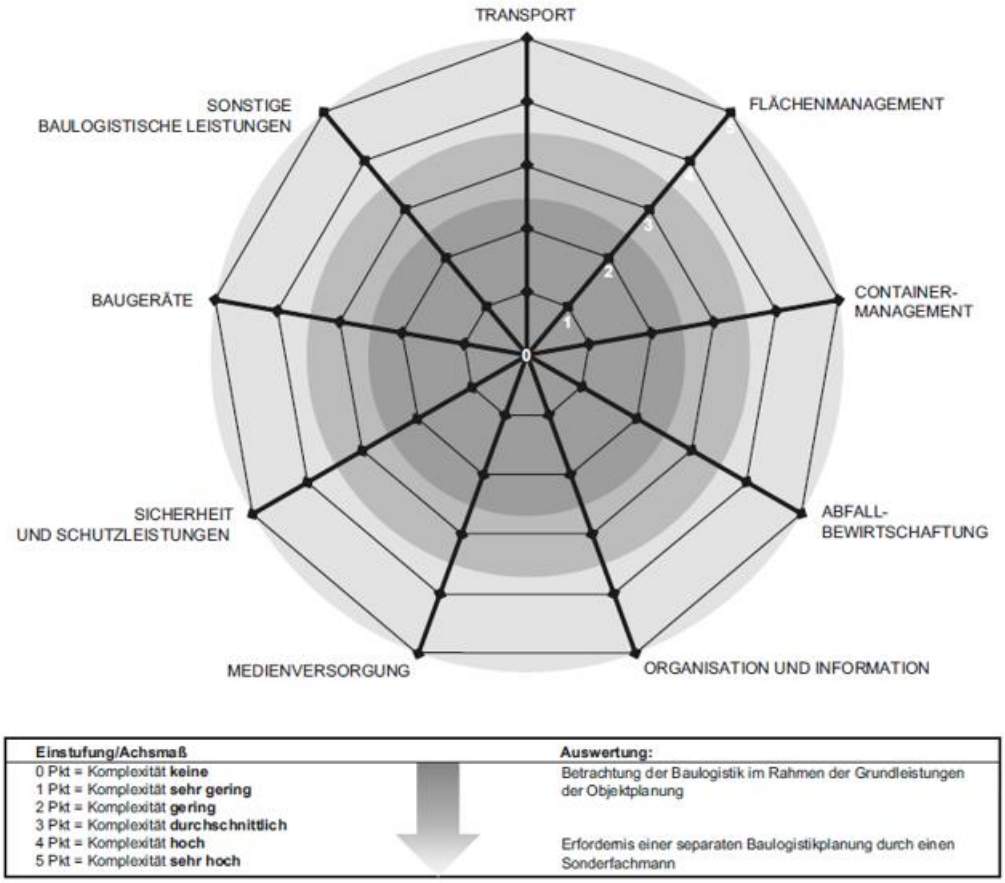


Abbildung 2: Entscheidungsnetz der Baulogistikkomplexität. (Ruhl 2016)

Die Flächen in Hellgrau markieren hohe Komplexitätsgrade

Die Flächen in Dunkelgrau markieren niedrige Komplexitätsgrade

[9] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 14)

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

Die Verwendung einer Bewertungsskala von 1 bis 5 ermöglicht es, die verschiedenen Baulogistikmerkmale eines Bauprojekts aufgrund ihrer Komplexität individuell einzustufen und in das Entscheidungsnetz einzutragen[10]. Diese Merkmale umfassen:

- Transport: Anbindung an bestehende Straßen, Verkehrsstörungen, Verkehrssicherung und Transportwege auf der Baustelle, sowie die Messung von Transportemissionen.
- Flächenmanagement: Berücksichtigung von Standardmerkmalen, praktische Nutzung des Grundstücks, Zugangsbeschränkungen und Installation von Geräten
- Containermanagement: Bedarfsermittlung, Vorhaltung und Verwaltung von Büro- und Sozialräumen unter Einhaltung gesetzlicher Vorschriften.
- Abfallbewirtschaftung: Planung umweltfreundlicher Konstruktionen und effektive Handhabung von Bauabfällen unter Berücksichtigung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.
- Organisation und Information: Auflösung und Verbreitung von Informationen über Betriebszeiteneiner Baustelle, Kommunikation, Anweisungen und Kontrolle
- Medienversorgung: Bereitstellung von Strom, Wasser, Luft, Treibstoffen und Kommunikationsnetzen.
- Sicherheit und Schutzleistungen: Einhaltung von Gesetzen und Regeln zur Sicherheit auf Baustellen, einschließlich Verkehrssicherungspflicht und Maßnahmen zur Gefahrenvermeidung.
- Baugeräte: Berücksichtigung von Bauverfahren, Umwelteinflüssen und Emissionen sowie Einrichtung eines Gerätemanagementsystems.
- Sonstige baulogistische Leistungen: Beispiele sind Baureinigung und Winterdienst.

[10] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 15-18)

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

2.4 Baulogistikhandbuch

Das Baulogistikhandbuch, ein integraler Bestandteil von Bauprojektverträgen, legt die Regeln und Verpflichtungen für alle beteiligten Parteien fest, darunter Bauherren, Planer, ausführende Unternehmen, Nachunternehmer, Lieferanten und Dienstleister. Es fungiert als Rahmen für die Implementierung des Baulogistikkonzepts während der Ausführungsphase und erleichtert die Zusammenarbeit in Bezug auf baulogistische Prozesse. Das Handbuch konkretisiert und dokumentiert die Baulogistikattribute sowie die Projektkontexte, um Bieter bei Kalkulationen, Preisbildung, Arbeitsvorbereitung und Ressourcenallokation zu unterstützen.

Die Strukturelemente des Baulogistikhandbuchs umfassen die Organisation und Verantwortlichkeiten, die Abgrenzung von Leistung und Ressourcen, die Verwaltung des Handbuchs und die damit verbundenen Strafen, einen Schadenskatalog, Maßnahmen für Notsituationen, Koordinationsmechanismen, die Organisation des Prozesses in Bauphasen, die Planung von Baustelleneinrichtungen, die Handhabung von Informationen, Lieferungen und Transportzeiten, Regelungen für den Transport und die Verkehrssicherheit, die Verwaltung von Abfällen und Baustellen sowie die Bereitstellung von Parkplätzen für das Baustellenpersonal und Lieferanten[11].

[11] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 28)

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

2.5 Teilbereiche der Baulogistik

Der Begriff Baulogistik wurde im Bauwesen eingeführt und in vier Bereiche unterteilt:

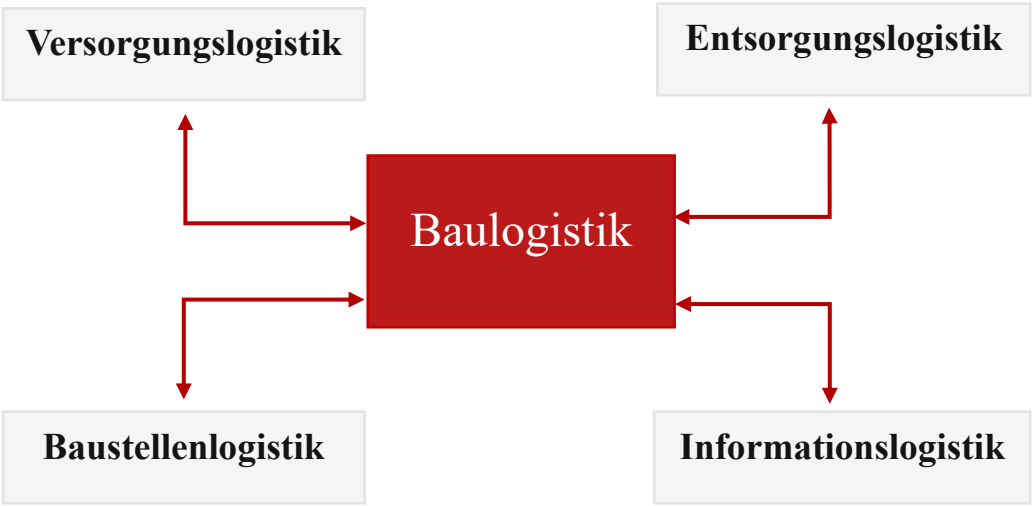


Abbildung 3: Teilbereiche der Baulogistik

2.5.1 Versorgungslogistik (Beschaffungslogistik)

Beschaffungslogistik fungiert als Verbindung zwischen dem Hersteller oder Lieferanten von Baustoffen und der Produktionsstätte. Es beinhaltet die Berechnung der Gesamtzahl der erforderlichen Transporte aufgrund des Baumaterialbedarfs, die Analyse des Transportzeitplans der Transporte, die Anzeige von Transportspitzen und die zeitliche und räumliche Koordination des Baustofffluss zur Baustelle[12].

2.5.2 Baustellenlogistik (Produktionslogistik)

Die Baustellenlogistik umfasst die Planung und den Transport von Materialen innerhalb einer Baustelle. Die Kernaufgabe der Baustellenlogistik ist die Unterstützung und Optimierung alle Bauprozesse sowie die Vermeidung die Konflikte innerhalb der Baustelle. Die Arbeit beginnt damit, dass die Waren durch die Lieferanten der beauftragten Unternehmen, nach erfolgter Transportanmeldung und Einteilung in Time-Slots, auf die Lagerfläche der Baustelle transportiert werden. Die Waren werden dann direkt zu den notwendigen Orten transportiert oder zwischengelagert[13].

[12] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 42)
[13] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 44)

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

2.5.3 Entsorgungslogistik

Die Entsorgungslogistik umfasst die Planung und Steuerung des Transports der anfallenden Bauabfälle von der Baustelle zu den Abnehmern/Entsorgungsbetrieben. Baurestmassen fallen während des Bauprozesses an, insbesondere bei Neu-, An- und Umbauten. Sie können in verschiedene Arten unterteilt werden, z.B. Ziegel, Mörtel, Beton und Erde, Baumix. Die Entsorgungslogistik auf der Baustelle wird aufgrund der großen Abfallmengen und der abnehmenden Abfallflächen in Zukunft immer wichtiger werden und Auswirkungen auf den Bauvertrag, die Preisbildung und den Produktionsprozess haben. Sowohl die Versorgungs- als auch die Entsorgungslogistik umfassen den Transport, die Koordination der Baustoffe und die Zwischenlagerflächen[14].

2.5.4 Informationslogistik

Die Informationslogistik befasst sich mit der Organisation und Verwaltung von Informationen, die während des Bauprozesses generiert werden. Eine Digitalisierung der Baustellenlogistik ist notwendig, um Effizienz und Qualität zu optimieren.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich ausführlich mit der Versorgungslogistik und untersucht die Rolle eines onlinebasierten avisierten Versorgungslogistiksystems bei der Reduktion von CO2-Emissionen auf Großbaustellen und der Minimierung von Verkehrsstaus in Ballungsräumen.

[14] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 46-47)

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

3. Baulogistik im Zusammenhang mit Verkehrsreduzierung

3.1 Einführung

In diesem Teil der Diplomarbeit wird der Zusammenhang zwischen Baulogistik und Verkehrsreduzierung behandelt. Die Bauindustrie ist von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaft, kann jedoch den Verkehr belasten. Eine organisierte Baulogistik kann dazu beitragen, den Verkehr und die Umweltbelastung zu reduzieren. Um das Bauen umweltfreundlicher zu gestalten, können nachhaltige Materialien, Elektro-, Wasserstoff- und Hybridfahrzeuge eingesetzt werden. Außerdem kann die Lieferkette durch die Optimierung der Versorgungslogistik mithilfe von Online-Avisierungssystemen verbessert werden.

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

3.2 Verkehrsstaus in urbanen Gebieten am Beispiel der Stadt Wien

Verkehrsstaus sind ein globales Problem, das viele Städte weltweit betrifft. Dennoch ist es bisher nicht gelungen, Staus dauerhaft zu vermeiden. Verglichen mit anderen Ländern schneidet Österreich noch schlecht ab. Istanbul ist im Tomtom-Ranking die Stau-Hauptstadt. Wien liegt auf Platz 92 mit einem durchschnittlichen Zeitverlust beträgt 66 Stunden pro Jahr[15], siehe Abbildung 4.

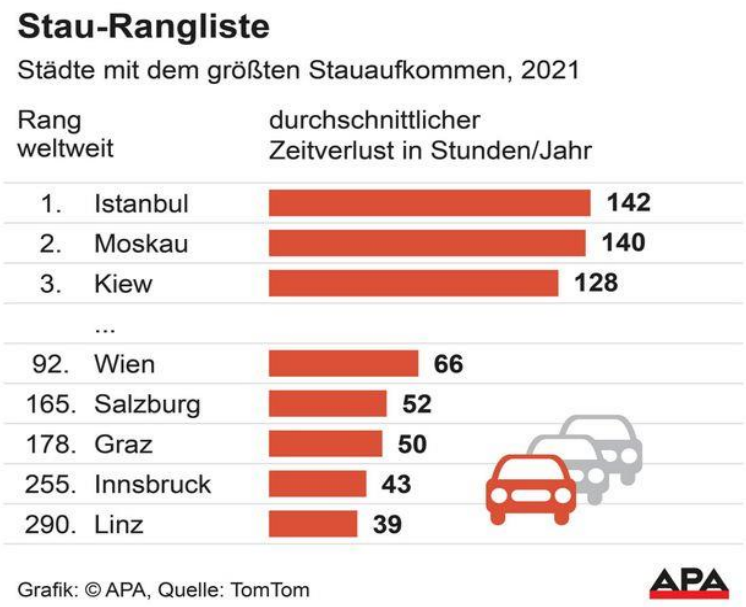


Abbildung 4: Städte mit dem größten Stauaufkommen

Die bekanntesten Stauursachen sind Unfälle, Baustellen und das Phänomen des "Phantomstaus", Stau aus dem Nichts. Jedoch sind diese nicht die Hauptursachen für Staus. Die Hauptprobleme entstehen durch Überlastung, da den Fahrzeugen auf einem Kilometer Straße nur begrenzter Raum zur Verfügung steht. Spitzen im Berufsverkehr und während der Ferienzeiten führen zu einer hohen Nachfrage, die auf ein starres Angebot trifft. Eine kurzfristige Erhöhung der Straßenkapazität ist nicht möglich, was zu Überlastung führt. Ein Straßenausbau kann das Problem nur vorübergehend lindern, da sich die Nachfrage dem erweiterten Angebot anpassen wird[16].

[15] (Simoner, 2022)
[16] (Martin, 2017)

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

Das US-Verkehrsministerium unterscheidet zwischen wiederkehrende und nicht wiederkehrende Staus. Wiederkehrende Staus treten aufgrund von Kapazitätsproblemen auf, während nicht wiederkehrende Staus plötzliche Störungen während der Fahrt beinhalten, wie z.B. schlechtes Wetter oder ein Verkehrsunfall. Staus werden durch vier Faktoren verursacht: Mensch, Umwelt, Technik und Infrastruktur. Die Umwelt kann beispielsweise durch Schnee und Regen die Unfallzahlen um 50% erhöhen, auch leichter Regen kann das Fahrverhalten beeinflussen. Der mechanische Faktor kann durch nicht regelmäßig gewartete Reifen oder äußere Faktoren wie ein spitzer Gegenstand auf der Straße verursacht werden. Menschliches Versagen am Steuer, insbesondere durch Alkohol- und Geschwindigkeitsunfälle, trägt zu gefährlichen Situationen bei. Die Infrastruktur spielt auch eine wichtige Rolle, da Engpässe in Straßen und Verkehrswegen in vielen Regionen zu Staus und Überlastungen führen. Laut dem Verkehrsministerium sind Engpässe allein für 40% der Staus verantwortlich[17].

3.2.1 Verkehrslage in Wien

Die österreichische Bundeshauptstadt ist die staureichste Stadt des Landes. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie des niederländischen Herstellers von Navigationsgeräten, Tomtom. Ganze 66 Stunden, also fast drei Tage, verloren Autofahrer in Wien im Jahr 2021 durchschnittlich im Stau. Mit großem Abstand folgt Salzburg mit durchschnittlich 52 Stunden Wartezeit[18].

Die Hauptverkehrszeit am Abend liegt etwa zwischen 16 und 18 Uhr. Wer in Wien immer zur Rushhour unterwegs war, musste mindestens die Hälfte der normalen Fahrzeit dazurechnen[19].

Laut der Tageszeitung Heute brauchen Autofahrer am Dienstag in Wien viel Geduld! Größter Stau-Hotspot in der Bundeshauptstadt ist derzeit die Südosttangente A23 wegen des extrem dichten Berufsverkehrs. In beiden Fahrtrichtungen kommt es zu teils enormen Verzögerungen. Die Autofahrer müssen mit einer Verzögerung von rund 60 Min rechnen[20].

[17] (Geotab, 2021)
[18] (Schmitzberger, Mein Bezirk, 2022)
[19] (Motor.ad, 2022)
[20] (Zdziarski & Cajic, Heute, 2024)

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

Abbildung 5: Die Verkehrssituation auf der Süd-Ost-Tangente A23 in Wien

Die Tageszeitung Heute hat ein Beispiel für die Auswirkungen von Baustellen auf den Verkehr in Wien veröffentlicht. Laut Heute führte eine Baustelle im September 2023 für mehrere Wochen zu regelrechten Hup-Orgien in der Stadt Wien. Mehrere Straßen wurden aufgrund der Baustelle zu Stauzonen. Im Bereich der Staatsoper kam es aufgrund zahlreicher Baustellen täglich zu erheblichen Staus. Aufgrund von Renovierungsarbeiten ist auf der Schwarzenbergstraße nur eine Fahrspur befahrbar. Dadurch können zahlreiche Parkplätze nicht genutzt werden und es kommt in den umliegenden Straßen zu Verkehrsüberlastungen[21].

[21] (Zdziarski & Cajic, Heute, 2024)

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

3.3 CO2-Emissionen

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen), insbesondere der CO2-Emissionen, sowie der schonende und nachhaltige Umgang mit Ressourcen gehören zu den bedeutendsten Herausforderungen der Gegenwart, die die Weltgemeinschaft in den nächsten Jahrzehnten intensiv beeinflussen werden.

Die EU hat sich verpflichtet, bis 2050 klimaneutral zu sein, um den Klimawandel zu bekämpfen. Mit dem Europäischen Klimagesetz steigt das Emissionsreduktionsziel der EU bis 2030 von 40 % auf mindestens 55 % und die Klimaneutralität wird bis 2050 gewährleistet[22].

Das Ziel, bis 2040 klimaneutral zu werden, ist eines der Ziele der österreichischen Bundesregierung im aktuellen Regierungsprogramm[23].

Laut einem UN-Bericht hat die Bau- und Gebäudewirtschaft Rekordwerte bei den Treibhausgasemissionen erreicht und bleibt damit hinter den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens zurück. Dieser Sektor ist mittlerweile für 38 Prozent der weltweiten CO2-Emissionen verantwortlich[24].

In Abbildung 6 ist auf der linken Seite dargestellt, wie die Treibhausgasemissionen in Österreich im Jahr 2017 verteilt auftreten. Der dominante Treibhausgassektor in Österreich ist der Sektor Energie und Industrie mit rund 44,9%, danach folgen der Sektor Verkehr mit 28,8%, der Sektor Gebäude mit 10,1% und der Sektor Landwirtschaft mit 10%. Diese vier Branchen tragen den Großteil der österreichischen Treibhausgasemissionen mit jeweils mehr als 10%. Die Entwicklung der Emissionen zwischen 1990 und 2017 ist in der rechten Grafik dargestellt. Den größten Anstieg verzeichnet der Sektor Verkehr mit 9,9 Mio. Tonnen CO2-Äquivalenten, das entspricht einer Zunahme von rund 71,8% in diesem Zeitraum[25].

In der Abfallwirtschaft sanken die Treibhausgasemissionen um ca. 33 %, ebenso in der Landwirtschaft mit einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um ca. 13 % im Verlauf dieser Phase. Im Gebäudesektor ist sogar eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um ca. 35% zu verzeichnen.

[22] (Europäisches Parlament, 2023)
[23] (Bundesregierung, 2021)
[24] (science ORF, 2020)
[25] (Oberholzner , 2021, S. 6)

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

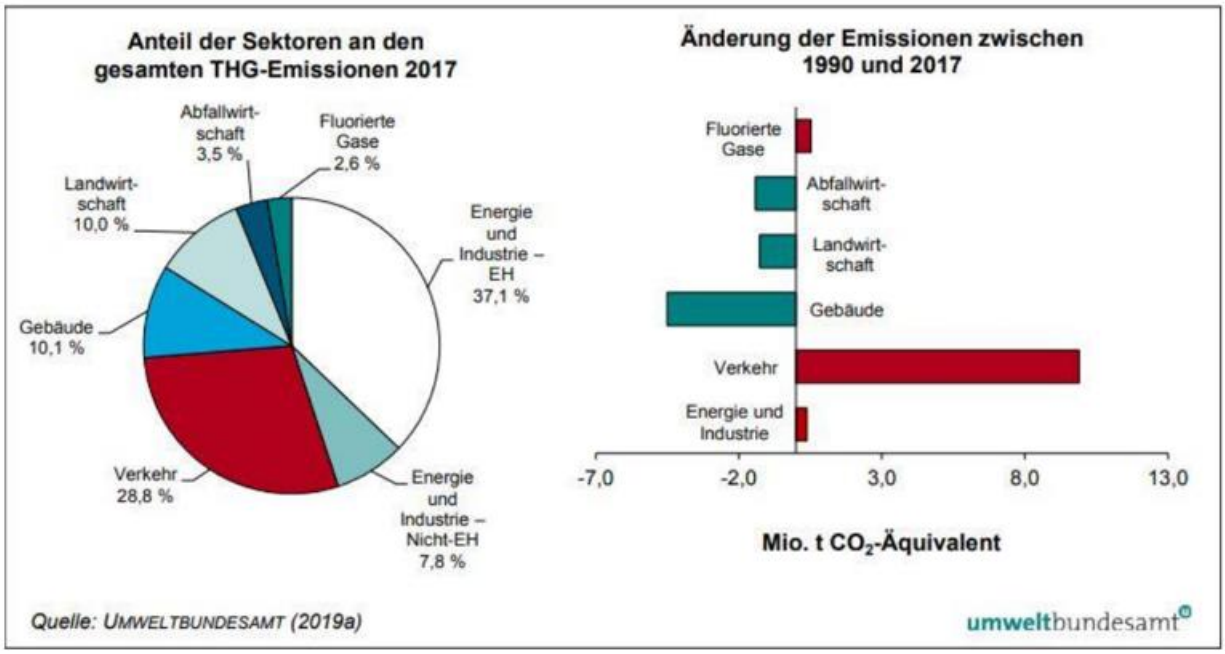


Abbildung 6: Aufteilung der Treibhausgasemissionen in Österreich im Jahr 2017 und Entwicklung der Emissionen von 1990 bis 2017

In den anteilsmäßig größten Verursachersektoren Energie und Industrie wurde in diesem Zeitraum ein Anstieg der Treibhausgasemissionen um ca. 1 % beobachtet.

Das am häufigsten emittierte Treibhausgas in Österreich war 2017 CO2 mit 85,1% aller THG-Emissionen. Betrachtet man nur den CO2-Ausstoß, ist dieser zwischen 1990 und 2017 um 12,3 Prozent gestiegen[26].

[26] (Oberholzner , 2021, S. 7)

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

3.3.1 CO2 im Rahmen der Baustelle

3.3.1.1 Identifikation der Hauptquellen

Im Zusammenhang mit Baustellen ist der Faktor CO2 ein wichtiger Umweltfaktor. Die Identifizierung der Hauptquellen dieser Emissionen ist für die Entwicklung wirksamer Emissionsminderungsmaßnahmen von entscheidender Bedeutung. Die Quellen von CO2-Emissionen auf Baustellen umfassen den Antransport von Baumaterialen und Produkte, den An- und Abtransport von Baugerät (Kräne, Rüstmaterialien usw.) , die Erdarbeiten und die Freiflächenplanung, die Lagerung von Produkten , den Transport innerhalb des Standorts, die Behelfsarbeiten, die Produktherstellung u. -umwandlung vor Ort, die Heizung, die Kühlung, die Belüftung usw. während der Bauphase, den Einbau der Produkte in das Gebäude, den Wasserverbrauch für die Kühlung der Baumaschinen oder Reinigung und die Herstellung, die Transport und Abfallmanagement.

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

3.3.1.2 Maßnahmen zur Emissionsreduktion

Wie Emissionen im Baubetrieb eingespart werden können, wird von Forschenden der TU Wien in der Studie „CO2-neutrale Baustelle“ aufgezeigt. Die Forscher Leopold Winkler mit Maximilian Weigert von der Technischen Universität Wien haben untersucht, wie die CO2-Bilanz im Baubetrieb verbessert werden kann. Die von ihnen veröffentlichte Forschungsstudie „Die CO2-neutrale Baustelle“ zeigt Maßnahmen auf, die dazu beitragen sollen, den CO2-Ausstoß auf Baustellen zu reduzieren; dazu zählen organisatorische Maßnahmen, technologische Entwicklungen, die Erzeugung von erneuerbarer Energie auf Baustellen und der Einkauf von erneuerbarer Energie[27].

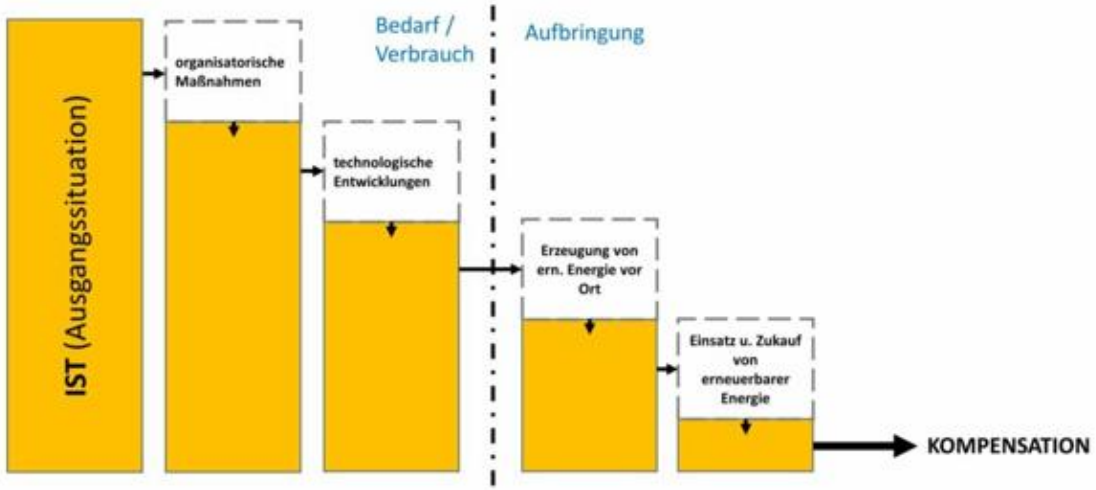


Abbildung 7: Stufenplan zur Verringerung der THG-Emissionen

Der erste Schritt zur Reduzierung der CO_2-Emissionen ist die Reduzierung durch organisatorische Maßnahmen. Diese Maßnahme kann beim Transport sehr wirksam sein. Im Rahmen der Studie während eines Workshops wurden die Einsparungen infolge organisatorischer Maßnahmen als hoch eingeschätzt[28]

[27] (Bauen Aktuell, 2021)

[28] (R. Obernosterer, L. Winkler,, B. Lepuschitz, M. Weigert, H. Daxbeck, , & G. Goger, N. Hörzinger, N. Kisliakova, 2021, S. 90)

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

3.4 Baulogistik als Lösungsansatz

In großen Bauprojekten ist die Baulogistik eine gute Möglichkeit zur Reduzierung von CO2-Emissionen auf Baustellen sowie zur Minimierung von Verkehrsstaus in städtischen Gebieten. In der Versorgungslogistik können Online-Avisierungssysteme diese Strategie maximieren.

Die Umsetzung der Baulogistik optimiert den Transport in der Baubranche. Dies wird durch die Planung und Organisation aller logistischen Aktivitäten erreicht, einschließlich der Lieferung von Materialien und der Entsorgung von Abfällen. Online-Avisierungssysteme organisieren Routen und optimieren Lieferzeiten. Dies reduziert Leerfahrten und unnötige Wartezeiten, und reduziert somit den Kraftstoffverbrauch und die CO2-Emissionen. Außerdem trägt die Baulogistik mit Verwendung von Online-Avisierungssystemen zur Minimierung von Verkehrsstaus in städtischen Gebieten bei, indem das richtige Material zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort bereitgestellt wird. Durch die Koordination von Lieferungen können Verkehrsengpässe vermieden und die Belastung der städtischen Verkehrsstraßen reduziert werden.

Insgesamt kann die Verwendung von Baulogistik in Verbindung mit online-Avisierungssystemen die CO2-Emissionen auf großen Baustellen und im urbanen Verkehrstau minimieren. Durch eine optimale Planung und perfekte Koordination der logistischen Prozesse können sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile erzielt werden, die zu einer noch nachhaltigeren Bauindustrie und städtischen Entwicklung beitragen.

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

4. Versorgungslogistik

Heutige Bauprojekte werden durch Platzmangel und enge Terminketten immer komplexer. Baulogistiker sind daher gefordert, durch ein projektspezifisches Logistikkonzept das Bauen vor Ort zu unterstützen, Mitverantwortung zu übernehmen und die Bauzeit zu optimieren. Die Versorgungslogistik auf Baustellen ist entscheidend für die Effizienz und die Zuverlässigkeit des Projekts. Die Versorgungslogistik stellt sicher, dass die Baustelle zeitnah und kostengünstig mit Materialien versorgt wird[29]. Dabei werden Transportspitzen berücksichtigt und der Baustofffluss zur Baustelle zeitlich und räumlich koordiniert.

Zeitliche Koordination:

verschiedene Transporte mit verschiedenen Materialien und Werkzeuge müssen koordiniert werden, wobei der Schwerpunkt auf der Phase des "Rohbaus" liegt, in der es typischerweise nur wenige verschiedene Materialien gibt. In der Phase von "Ausbau" und "Technik" steigt die Anzahl der Gewerke, was die Nachfrage nach den notwendigen Materialien und Geräten erhöht. Dies erhöht die Nachfrage nach Baulogistik[30].

Räumliche Koordination:

Ein effektives Bauverkehrskonzept ist bei größeren Projekten unter Berücksichtigung der Verkehrsanbindung an den öffentlichen Verkehr und der Situation innerhalb des Baugebiets von entscheidender Bedeutung. Faktoren wie geografische Lage, Infrastruktur, Umgebungsbedingungen, Menge und Qualität der zu transportierenden Materialien, Größe und Lage von Freiräumen werden berücksichtigt.

Die Versorgunglogistik ist zuständig für die Verfügbarkeit von Übergabepunkte und Liefergebieten, Transportmitteln, Flächenplanung und Flächennutzung sowie Verkehrssicherheits- und Bauvorschriften. Dadurch kann die rechtzeitige Anlieferung der benötigten Materialien auf der Baustelle und die frühzeitige Koordination der Bautransporte sichergestellt werden, wodurch Engpässe vermieden und insgesamt die Baustoffflüsse verbessert werden[31].

Im Bauwesen müssen verschiedene Güter transportiert werden. Vor Beginn der Baumaßnahme muss

[29] (Kepler, 2016, S. 27)
[30] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 42)
[31] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 43-44)

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

die Baustelle eingerichtet werden. Dazu müssen Schalungen, Gerüste, Container und Baugeräte zur Baustelle gebracht werden. Für den Transport von Großgeräten sind oft Sondergenehmigungen erforderlich. Während der eigentlichen Bauarbeiten werden hauptsächlich Baumaterialien und Hilfsstoffe verwendet. Auf Baustellen werden Stückgüter in verschiedenen Dimensionen benötigt. Außerdem werden unterschiedliche Mengen an Schüttgütern wie Frischbeton, Erdbaumaterialien oder Asphalt benötigt.

Auf den ersten Blick erscheint der Transport auf der Schiene interessant. Die Bahn hat ökologische Vorteile gegenüber dem Straßengüterverkehr, wie z.B. geringerer Flächenbedarf, weniger Schadstoffausstoß, geringerer Energieverbrauch und weniger Lärm.

Dennoch hat sich der Schienentransport in der Baulogistik noch nicht durchgesetzt. Die Ursache dafür liegt hauptsächlich darin, dass die Bahn nicht ausreichend flexibel ist, um die Terminketten zu gewährleisten, ohne dass Kollisionen auf Baustellen entstehen, wo das Hauptaugenmerk auf Just-in-Time-Lieferung liegt. Außerdem haben nur die wenigsten Baustellen und Zulieferer einen direkten Gleisanschluss, was zu umständlichen Umschlag- und Zwischenlagerprozessen mittels LKW führt und den Transport per Bahn erheblich unwirtschaftlich macht[32].

Aus wirtschaftlichen und organisatorischen Gründen wird der Transport per LKW bevorzugt, da die Transportentfernungen im Baubereich relativ kurz sind. Die ökologischen Vorteile der Bahnbelieferung können bei wenigen Ausnahmebaustellen genutzt werden, jedoch nur, wenn große Mengen über eine lange Strecke transportiert werden und keine Umladung erforderlich ist[33].

Es ist empfehlenswert, die Materialien und Baustoffe direkt an die Baustelle zu liefern, um die durch eine Zwischenlagerung entstehenden Kosten und Beschädigungen zu vermeiden. Die Versorgung der Baustelle sollte daher nur "just in time" erfolgen, das heißt, die Anlieferung erfolgt nur für den Bedarf des sofort bzw. nächsten Werktag benötigen Baumaterials.

Beispiele für Just-in-Time-Lieferungen sind die Lieferungen von Fertigbauteilen, Fassadenelementen oder auch Ausbaumaterialien und Bestandteile der Haustechnik.

In der Nähe der Baustelle sollten idealerweise Warteflächen als Pufferzonen für die Lieferfahrzeuge eingerichtet werden. Die Baustellenzufahrt darf erst erfolgen, wenn die Baulogistik diese freigibt.

Transportbeton wird nach dem Just-in-Time-Prinzip eingesetzt. Die Mischung von Wasser, Zement und

[32] (Schach & Schubert, 2009, S. 59-60)
[33] (Kepler, 2016, S. 28)

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

Gesteinskörnung erfolgt im Betonwerk, so dass die Zeit, um zu transportieren und zu verarbeiten, festgelegt ist. Zeitverzögerungen in der Logistikkette können dazu führen, dass der Beton nicht mehr verwendet werden kann und als Betonrestmasse entsorgt werden muss, deswegen um eine reibungslose Anlieferung und einen anschließenden Einbau zu gewährleisten, muss die gesamte Transportkette detailliert geplant werden[34].

Die Zutrittskontrolle steht in engem Zusammenhang mit der Versorgungslogistik. Personen- und Materialströme lassen sich nur bei Baustellengeländen mit Zugangseinrichtungen transparent und effektiv kontrollieren und steuern. Dies ist besonders wichtig bei großen Baustellen, da der Person- und Materialfluss deutlich zunimmt. So können illegale Arbeiten eingedämmt und Diebstähle sowie Vandalismusschäden reduziert werden.

Zum Schutz der Baustelle wird diese mit einem Zaun umgeben. Zur Sicherung der Eingänge sollten Tor- und Schrankenanlagen sowie Türen oder Drehkreuze verwendet werden. Mitarbeiter erhalten nach vorheriger Anmeldung individuelle Baustellenausweise mit Lichtbild, die häufig auch als Schlüsselkarte dienen.

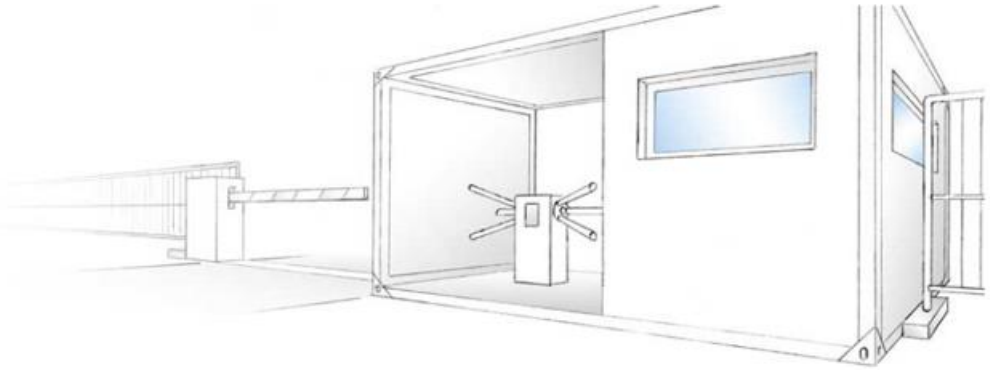


Abbildung 8: Beispiel Zugangskontrolle für Großbaustellen

Im Bauwesen ist die Versorgungslogistik durch Online-Avisierungssysteme entscheidend, um sicherzustellen, dass die benötigten Materialien rechtzeitig auf der Baustelle eintreffen. Die Anforderungen und Prioritäten der Baulogistik unterscheiden sich je nachdem, ob das Projekt in der Rohbau- oder Ausbauphase ist. Außerdem variieren die Anforderungen und Herausforderungen bei Greenfield- oder Brownfield-Projekten.

Greenfield: Der Greenfield-Ansatz bezieht sich auf den Bau eines Bauvorhabens auf einem unberührten Grundstück bzw. Flächen mit entsprechendem Platz für die Bauausführung, auf dem keine bestehenden

[34] (Schach & Schubert, 2009, S. 60-61)

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

Strukturen oder Zwänge vorhanden sind. Das Bauen auf dem Greenfield bietet Architekten und Bauherren Flexibilität und Gestaltungsfreiheit. Obwohl es zeitaufwändig und kostspielig ist, erhöht das Potenzial für innovative und nachhaltige Bauweisen[35].

Brownfield: Der Brownfield-Ansatz bezieht sich auf die Entwicklung auf einem Gelände, auf dem bereits Gebäude oder andere Strukturen vorhanden sind oder waren. Im Gegensatz zum Greenfield-Ansatz kann dies Zeit und Kosten sparen. Allerdings müssen Planer und Ingenieure sich an die bestehenden Gegebenheiten anpassen. Die begrenzte Fläche und die vorhandene Infrastruktur machen die Baulogistik oft komplexer[36].

Die Leistungen der Baulogistik variieren je nachdem, ob sie in Greenfield- oder Brownfield-Projekten eingesetzt werden. In Tabelle 1 sind die Unterschiede in den Leistungen der Baulogistik zwischen diesen beiden Kontexten in mehreren Aspekten dargestellt.

Tabelle 1: Unterschiede in der Baulogistikleistung zwischen Greenfeld und Browenfeld.

Der Aspekt	Greenfield	Brownfield
Infrastruktur und Zugang	keine bestehende Infrastruktur → Effizientere baulogistische Prozesse	bestehende Infrastruktur → baulogistische Prozesse komplexer
Umweltaspekte	mehr Spielraum für umweltfreundliche Baulogistiklösungen	Grüne Baulogistikpraktiken zu implementieren erschweren
Platzbeschränkung	Mehr Platz für die Einrichtung von Ladezonen und Lagerflächen	Begrenzter Platz für Lagerung / Materialumschlag → anspruchsvolle Planung der Baulogistik

[35] (Heimbach, 2023)
[36] (Heimbach, 2023)

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

Die Art und Weise, wie die Bauarbeiten durchgeführt werden, wirkt sich auch erheblich auf die Gesamtzahl der Transporte aus, die Dauer der Bauarbeiten und auf die Transportdichte. Die Anzahl der beteiligten Gewerke ist in der Rohbauphase gering. Bei komplexen Bauvorhaben können mit Beginn der Ausbau- und Technikphase über 50 Gewerke gleichzeitig tätig sein.

Während der Rohbauphase werden die grundlegenden Bauteile des Gebäudes wie die Fundamente, Außen- und Innenwände, Deckungen errichtet werden. In dieser Phase konzentriert die Versorgungslogistik auf der Bereitstellung und Koordination von Baustoffen und Rohmaterialien wie Beton, Stahl und Mauerwerk. Es ist bedeutend, dass die Materialen rechtzeitig zur Baustelle eintreten, um die Verspätungen zu vermeiden.

Die Ausbauphase beinhaltet die Feinarbeiten und die Fertigstellung des Gebäudes. Sie umfasst zahlreiche Aktivitäten wie Bodenbeläge, Innenwände und Trennwände, Sanitäranlagen, Elektroinstallationen, Innentreppen, Schreiner-, Maler- und Tapezierarbeiten. Verschiedene Gewerke beginnen in dieser Phase mit ihren Arbeiten. Um eine höhere Effizienz in Bezug auf Zeit und Kosten zu erreichen, ist es wichtig, dass diese Gewerke sehr gut koordiniert werden.

In der Ausbauphase könnte die Versorgungslogistik komplexer sein, da eine Vielzahl von Lieferanten für verschiedene Innenausstattungsmaterialien und Verbrauchsmaterialien koordiniert werden muss. Die Herausforderung besteht darin, sicherzustellen, dass diese Materialien termingerecht geliefert werden, um den Ausbauprozess nicht zu verzögern.

So kann man sagen, dass die Versorgungslogistik in der Rohbauphase aus verschiedenen Gründen einfacher ist als in der Ausbauphase, wie z.B. der Bedarf an nur grundlegenden Baumaterialien, während in der Ausbauphase sehr unterschiedliche und spezialisierte Materialien benötigt werden, die geringere Anzahl der am Projekt beteiligten Personen und Arbeitskräfte in der Rohbauphase, was die Umsetzung der logistischen Abläufe vereinfacht. Ebenso sind die Prozesse und Abläufe in der Rohbauphase häufig standardisierter und weniger komplex als in der Ausbauphase.

Da die Qualität der Versorgungslogistik entscheidend für die Effizienz und den reibungslosen Ablauf von Bauprojekten ist, kann eine gute Implementierung von Baulogistikleistungen diese Qualität erheblich beeinflussen. Deswegen hat die Entscheidung zwischen einer Einzelvergabe durch die Baulogistikabteilung eines einzeln beauftragten Bauunternehmens und einer Generalunternehmervergabe für alle Bauleistungen an ein Bauunternehmen daher erhebliche Auswirkungen auf die Qualität der Versorgungslogistik bei Bauprojekten.

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

Zur Klarstellung werden zunächst die Begriffe "Einzelvergabe" und "Generalunternehmervergabe" definiert.

Bei der Einzelvergabe werden die Leistungen an einzelne Unternehmen vergeben, mit denen der Auftraggeber direkt in Vertragsbeziehung steht. Die Abrechnung erfolgt in der Regel über Einheitspreisverträge oder gelegentlich über Detailpauschalverträge. Die Risikoverteilung kann durch die Vertragswahl beeinflusst werden. Jedes Gewerk wird einzeln an ein Unternehmen vergeben, wobei eine vollständige Planung im Vorfeld erforderlich ist. Bei privaten Auftraggebern ermöglicht die Einzelvergabe eine flexible Auswahl von Planern und Unternehmen, um Kosten zu beeinflussen, während öffentliche Auftraggeber sich an gesetzliche Vorgaben halten müssen.

Die Einzelvergabe ermöglicht dem Auftraggeber eine hohe Qualitätssicherung durch individuelle Auswahl der Leistungsträger. Es bietet eine flexible Planung und Ausführung mit früherem Baubeginn[37].

Bei der GU-Vergabe vergibt der Auftraggeber die schlüsselfertige Herstellung eines Bauwerks an einen Generalunternehmer (GU). Der Generalunternehmer vergibt wiederum Teile der Leistungen an Subunternehmer und führt die Rohbauarbeiten selbst durch. Er trägt die alleinige Verantwortung für die Bauausführung, während Risiken und Verantwortlichkeiten durch einen Aufschlag auf den Gesamtpreis abgegolten werden. Dies kann jedoch die Qualität beeinträchtigen und das Optimierungspotenzial begrenzen[38].

Fachwissen und Erfahrung der führenden Partei machen einen großen Unterschied. Eine spezialisierte Baulogistikabteilung bzw. BaulogistikerInnen verfügen über spezifisches Fachwissen und umfangreiche Erfahrung in der Planung und Durchführung von Baulogistikprozessen. Wenn Baulogistikleistungen in einer Einzelvergabe implementiert werden, können diese Vorteile genutzt werden. Durch die Spezialisierung der Baulogistikabteilung kann die Effizienz und Qualität der Versorgungslogistik verbessert werden. Im Gegensatz verfügt die Versorgungslogistik nicht über das gleiche Maß an Fachwissen und Erfahrung bei der GU-Vergabe. Der Generalunternehmer hat möglicherweise allgemeine Baukompetenzen, aber nicht das gleiche Fachwissen wie spezialisierte Baulogistikabteilung in der Planung und Ausführung spezifischer Logistikprozesse.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Logistikkoordination und dem Schnittstellenmanagement. Aufgrund ihrer Expertise und Erfahrung in der Logistik kann ein Baulogistiker Logistikprozesse effizient

[37] (Pirkmann, 2015, S. 7-10)
[38] (Pirkmann, 2015, S. 10-16)

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

koordinieren und Schnittstellen zwischen verschiedenen Gewerken verwalten. somit können Engpässe und Verzögerungen reduziert werden. Allerdings sind die Koordinierung und das Einschnittmanagement durch Generalunternehmer möglicherweise weniger effektiv. Der Generalunternehmer muss möglicherweise zwischen verschiedenen Gewerken und Auftragnehmern kommunizieren, was zu Problemen führen kann.

Qualitätskontrolle und Verantwortung beeinflussen auch die Qualität der Lieferkette. Eine Baulogistikabteilung in einem individuell beauftragten Bauunternehmen trägt die direkte Verantwortung für die Qualität der logistischen Prozesse. Dadurch kann die spezialisierte Abteilung die Qualität der durchgeführten Logistikleistungen besser überwachen und sicherstellen. Im Gegensatz dazu könnte die Verantwortlichkeit bei einer GU-Vergabe möglicherweise weniger klar sein. Unterschiedliche Gewerke und Auftragnehmer können es schwieriger machen, die Schuld für Logistikprobleme zuzuweisen.

Damit die Versorgungslogistik ihre Funktion gerecht werden können, ist eine effektive Informationslogistik unerlässlich. weil es jedoch nicht nur um die zu transportierenden Waren geht, sondern auch um die damit dazugehörigen Informationen.

Das Fraunhofer-Institut hat Erhebungen durchgeführt, um die während des Bauablaufs auftretenden Störungen aufzuzeigen (siehe Abbildung 9). Etwa 40 Prozent der Störungen werden durch Informations-, Planungs- und Planungsfehler verursacht. Lieferfehler machen etwa 12 Prozent der Störungen aus. Im Vergleich dazu beeinträchtigen Witterungseinflüsse den Bauablauf nur zu einem Prozent. Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine gesteuerte und optimierte Versorgungslogistik sowie ein funktionierender Informationsaustausch dazu beitragen können, viele Probleme zu vermeiden[39].

[39] (Kepler, 2016, S. 32-33)

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

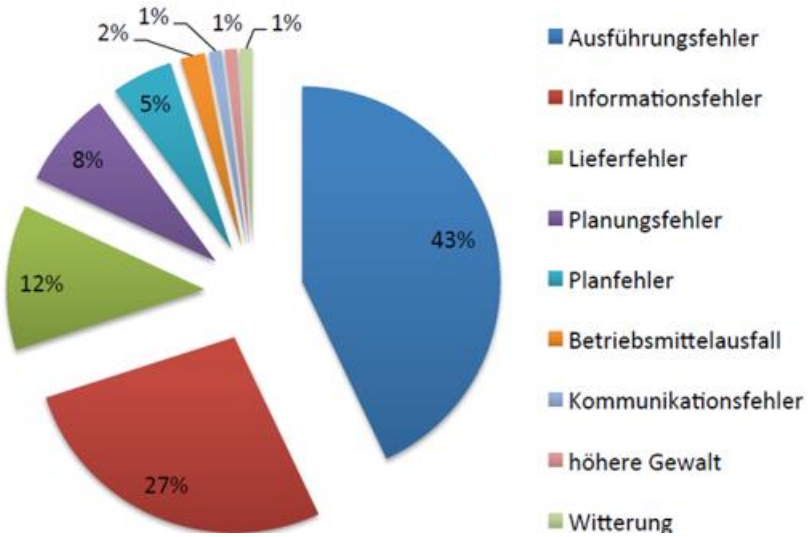


Abbildung 9: Ursachen von Störungen im Bauablauf

4.1 Transportprozesse bei der Baustellenanlieferung

Die Transportabläufe auf Baustellen, die nicht über eine spezialisierte Baulogistik mit einem Online-Avis-System verfügen, sind nach wie vor stark von manuellen Tätigkeiten geprägt, um die Anlieferungen zu erfassen und zu kontrollieren.

In der nachfolgenden Abbildung kann man sehr gut erkennen, wie viele manuelle Schritte notwendig sind, um den Informationsfluss einer Anlieferung zu gewährleisten (Abb.10).

Angefangen bei der telefonischen Auftragsannahme durch den Disponenten, der seinerseits einen Lieferschein erstellt und den LKW telefonisch bestellt, über die manuelle Erfassung der Lieferscheindaten bis hin zur Dokumentation der Tagesberichte und der Abrechnung. In der Abbildung sind allerdings nicht die von einem Baulogistikmitarbeiter zu erledigenden Abwicklungen, also die Tätigkeiten rund um die Anlieferungen, dargestellt. Insbesondere die Koordination der Lieferungen wird der Polier bzw. Bauleiter mit einer Vielzahl von Aktivitäten belastet, die wiederum Kosten verursachen[40].

[40] (KEPLER, ANLIEFERLOGISTIK AUF BAUSTELLEN IM TIEFBAU, 2016, S. 59-60)

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

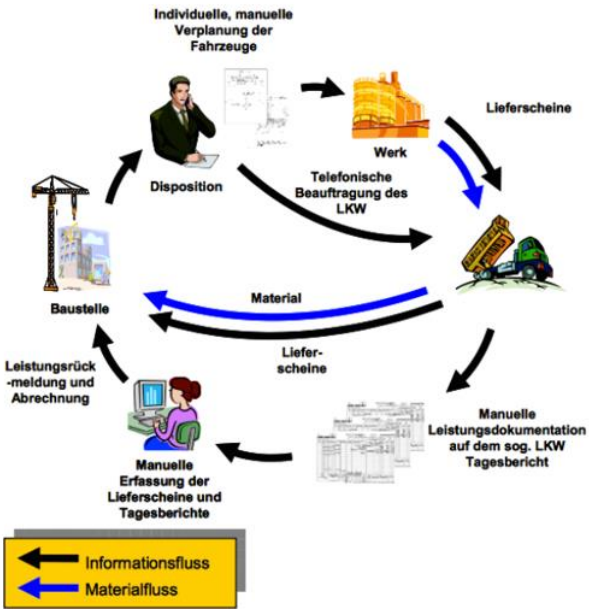


Abbildung 10: Ablauf eines Baustellentransports

Die Lieferscheine stehen in Papierform zur Verfügung und werden zum Teil von Hand ausgefüllt. Ein digitales Bestandsmanagement bzw. ein digitales Lagerverwaltungssystem auf dem Baubetriebshof ist nicht immer vorhanden und führt zu teilweise ungenauen oder unbekannten Lagerbeständen auf der Baustelle und dem Baubetriebshof. Die hohe Anzahl eingehender Telefonate bzw. Recherchen steht im Zusammenhang mit Auftragsannahme, Fragen zu Lagerbeständen, Standort und Ankunftszeit des Lieferfahrzeuges. Weiterhin sind aufgrund der Unkenntnis über die aktuellen Langerbestände zeitaufwändige Rundgänge der Disposition über den Bauhof festzustellen[41]

Bei der Belieferung von Baustellen treten oft viele Probleme auf. Diese betreffen vor allem die pünktliche Lieferung und die Qualität der gelieferten Materialien, nicht anwesenden oder nicht erreichbaren Ansprechpartner sowie Schwierigkeiten bei der Auffindung der Baustelle und der Bewältigung oft ungeeigneter Zufahrten. Diese Probleme führen zu einem kostenintensiven Zeitverlust. Im Zusammenhang mit Großbaustellen wird häufig beklagt, dass die Koordination der Arbeiten oft nicht funktioniert. Es werden Beispiele genannt, bei denen vier Lkw gleichzeitig anfahren und sich gegenseitig behindern. Verlust und Schwund von Waren auf Baustellen sind alltäglich. Deshalb entstehen oft Probleme zwischen den Firmen darüber, wer die Schuld trägt und somit die Kosten trägt.

Zur Vermeidung dieser Probleme und zur Verbesserung des Informationsflusses und des gesamten Transportprozesses bei der Baustellenbelieferung soll daher die Einführung von EDV-Systemen bzw.

[41] (Kleiner, 2023, S. 122)

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

eines onlinebasierten Avisierungslogistiksystems unterstützend beitragen.

Ein Avis-System ist eine online-basierte Softwareanwendung, mit der die Koordination insbesondere von externen Baustellentransporten durch die Zuweisung von Anlieferzeitfenstern wesentlich unterstützt wird. Durch die Vergabe von Zeitfenstern für die Anlieferung wird der Verkehrsfluss an den Zufahrten zur Baustelle, an den Puffer- und Abladestellen sowie auf der gesamten Baustelle aufrechterhalten, so dass es nicht zu einem Verkehrsstau vor und auf der Baustelle durch eine unkontrollierte Anlieferungswelle von LKWs kommt. Insbesondere bei innerstädtischen Großbaustellen ist ein Avis-System ein sehr hilfreiches Instrument zur Koordination der Baulogistik.

Der Baulogistikdienstleister organisiert das Avisierungsprogramm und ist verantwortlich für die Zuweisung von Entladefenstern. Nach Ankunft der Anlieferung werden die Materialien entladen und gemäß der Prozesskette zwischengelagert. Durch klare Verantwortlichkeiten und Einhaltung baulogistischer Regeln werden negative Auswirkungen auf die Umgebung vermieden, z.B. auf den Straßenverkehr, und unproduktive Arbeitsstunden reduziert[42]. Abb. 11 zeigt den Basisablauf des Materialflusses auf der Baustelle anhand der online Avisierungssystem.

Online-basierte Avisierungssysteme spielen auf Baustellen eine entscheidende Rolle bei der Erreichung mehrerer wichtiger Ziele[43]:

- Effiziente Nutzung von Ressourcen und gesteigerte Produktivität werden durch zeitlich verteilte Transporte für Materialien am Arbeitsplatz erreicht.
- Transportspitzen vermeiden, um eine gleichmäßige Auslastung und einen reibungslosen Baufortschritt ohne Engpässe zu gewährleisten
- JIT und Online-Avisierung reduzieren den Verkehrsstaus und verbessern die Luftqualität, indem Lieferungen genau geplant und Leerfahrten vermieden werden, wodurch der CO2-Ausstoß reduziert wird. Davon profitieren Anwohner und Baustellenbetreiber gleichermaßen.

[42] (Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 45)
[43] (Kirchseeon, 2023, S. 14)

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

Bedarfsplanung Anlieferung

- Bauablauf beachten
- Material definieren
- Bündelung von Lieferungen
- Verfügbarkeit der BE-Fläche prüfen und organisieren

Anmeldung über Onlinetool

Angaben machen zu:

- Termin
- Ladedauer
- Art der Lieferfahrzeug
- Gewicht des Material
- Entladehilfe

Bestätigung, Zuweisung Entladefenster

- Prüfen der Terminierung & Organisation des Entladefensters
- Versand der Buchung als PDF
- Bereitstellen
  - Entladefensters
  - Entladehilfe

Veranlassung der Lieferung zur Baustelle im Entladefenster

- Weiterleitung der Buchungsbestätigung an Lieferanten
- Hinweis zur Anlieferung
  - pünktlich
  - Anfahrtsroute
  - Randbedingungen gem. Baulogistikhandbuch

Lieferung

- Anfahrt zur Lieferungszone zu Beginn des Entladefensters
- Einfahrt ins Baufeld
- Vorlage der Buchungsbestätigung
- Fahrzeugbedienung zur Entladung
- Übergabe der Ware an Baulogistikdienstleister (auf Boden stehend)
- zügige Abfahrt gem. Abfahrroute

Zwischenlagerung

- Transport der Ware zur bestellten Fläche durch Baulogistikdienstleister
- Abstellen der Ware

Einbau

- Transport ist Sache des AN
- Kran buchbar von 7-8 Uhr & 17-19 Uhr (kostenpflichtig für AN)

Legende:

Auftragnehmer
Baulogistikdienstleister

Abbildung 11: Basisablauf des Materialflusses auf der Baustelle anhand der online Avisierungssystem

(Quelle: Verändert nach: *(Ruhl, Motzko, & Lutz, 2018, S. 41)*)

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

4.2 Just in Time -Anlieferung

In den meisten Fällen ist die Lagerhaltung auf Baustellen nicht oder nur begrenzt möglich. Deshalb kommt Just-in-Time zum Einsatz[44]. JIT-Anlieferung bedeutet, dass angelieferte Materialien direkt zum Arbeitsplatz geliefert und sofort verwendet werden, ohne dass eine Lagerhaltung geplant ist.

In der heutigen Baupraxis ist auffällig, dass die Verantwortlichen häufig das eigene Logistikkonzept als JIT beschreiben und verstehen oder wahrnehmen. Wenn man genau hinsieht, fällt auf, dass diese Logistikkonzepte und Lieferstrategien keine JIT-Lieferstrategien sind. Diese Erkenntnis stützt sich auf Untersuchungen zum Baustoffhandel und zu den Avis-Systemen [45].

JIT dient dazu, Lagerflächen und -zeiten für Produktionsmaterialien zu minimieren. JIT betont, dass die Teile erst bereitgestellt werden sollten, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Dadurch können Arbeitskräfte eingespart und Betriebsprozesse optimiert werden. Laut der logistischen Strategie werden die Lieferanten für den reibungslosen Ablauf der Produktion verantwortlich gemacht[46].

Im Gegensatz dazu basiert die Online-Avisierung auf Echtzeitkommunikation und -überwachung durch digitale Plattformen. Dadurch wird der Materialfluss und der Bestand kontinuierlich optimiert. Die Online-Avisierung ermöglicht eine langfristige Planung und verbesserte Transparenz über den Materialfluss auf der Baustelle.

JIT wird in der Baulogistik immer häufiger eingesetzt, da es aufgrund des Konkurrenzdrucks immer wichtiger wird, eine funktionierende Logistik zu haben, um eine Baustelle kosten-, termin- und qualitätsgerecht abzuschließen.

Der Baustoffhandel hat Schwierigkeiten, häufige JIT- Anlieferungen in kleineren Mengen zu bewältigen. Dies führt dazu, dass die Planung und Zusammenstellung von Bestellungen schwieriger werden. Darüber hinaus führt die Notwendigkeit, Material verfügbar zu halten, zu hohen Lagerbeständen, was zu unerwünschter Kapitalbindung führt. JIT- Anlieferungen könnten auch zu ungenutzten Lieferfahrzeugen führen, da eine Belieferung mehrerer Baustellen hintereinander schwierig ist, um den genauen Liefertermin einzuhalten. Allerdings streben die Fachleute des Baustoffhandels danach, die Lieferfahrzeuge möglichst voll auszulasten. Es gibt einen Konflikt zwischen der Planung des Transports des Baustoffhandels und den Lieferfristen der Baustellen. Außerdem werden die unzureichende Vorbereitung und Planung der Materialbedarfe seitens der Baustellen als Hürde für JIT-Anlieferungen

[44] (KEPLER, ANLIEFERLOGISTIK AUF BAUSTELLEN IM TIEFBAU, 2016, S. 40)
[45] (Kleiner, 2023, S. 133)
[46] (Kepler, 2016, S. 40)

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

genannt[47].

JIT und Avis-System haben das gemeinsame Ziel, die Lieferlogistik zu optimieren und die Effizienz zu steigern, um so einen weniger turbulenten Materialfluss zu erreichen, der die Kosten senkt und die Produktivität erhöht. Eine genaue Abstimmung zwischen Lieferanten und Baustellenbetreibern mittels Avis-System ist daher unerlässlich, um die Vorteile von JIT voll auszuschöpfen und gleichzeitig die Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen.

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

[47] (Kleiner, 2023, S. 133)

4.3 Avisierungsprozess

Im Rahmen der Baulogistikdienstleistungen konnten (digitale) Lösungen für die Herausforderungen gefunden werden.

Durch digitale Lösungen können Kunden nicht nur bessere Informationen erhalten und Abläufe problemloser abgewickelt werden, sondern auch den Mitarbeitern vor Ort die Arbeit erleichtert werden. Insbesondere das komplexe Materialmanagement erfordert aufgrund der vielen Akteure und zeitlichen Phasen eine digitale Steuerung. Prozessverbesserungen und Kosteneinsparungen auf Kundenseite können durch neue Modelle in der Baulogistik realisiert werden[48].

Die Anmeldung von Transporten durch die ausführenden Gewerke dient der Vereinfachung und Verbesserung der Ver- und Entsorgungsprozesse auf der Baustelle durch Erleichterung der Planung, Steuerung, Abwicklung, Kontrolle, Kommunikation und Dokumentation. Die Transporte werden online über webbasierte Anwendungen im Voraus avisiert. Die Avisierung enthält je nach projektbezogenen Anforderungen unterschiedliche Informationen. Eine Avisierung enthält in der Regel die folgenden Angaben:

- Besteller, Empfänger und Lieferanten bzw. Abholer des Transports,
- Datum und Uhrzeit des Transports,
- Dauer des Aufenthalts des Fahrzeugs auf der Baustelle,
- Art des Fahrzeugs
- befördertes Material und dessen Menge
- Ent- oder Beladezone auf der Baustelle
- sowie Ent- oder Beladeart und die dafür benötigten Hilfsmittel.

Nachdem die Informationen angegeben wurden und der Avisierende freie Zeitfenster ausgewählt hat, prüft und genehmigt der Verantwortliche für das Avis-System auf der Baustelle die Avisierung[49].

[48] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 356)
[49] (Kleiner, 2023, S. 126)

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

4.3.1 Idee und Konzept

Die Schnittstelle zwischen Lieferanten und Baulogistikabteilung soll vor allem durch die Online-Bestellplattform abgedeckt werden. Zur besseren Veranschaulichung dient Abb. 12, die zeigt, wie die Plattform im Wesentlichen aufgebaut ist. Die genaue Struktur wird nachfolgend beschrieben.

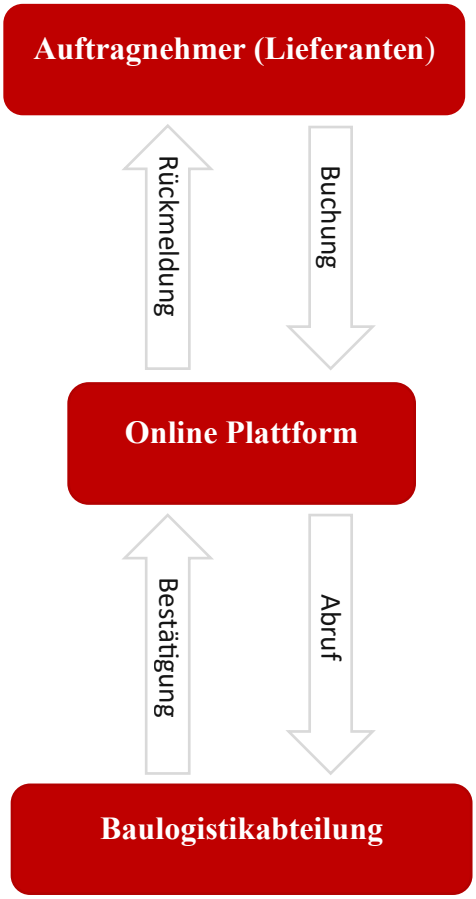


Abbildung 12: Aufbau Online Plattform[50]

Über eine digitale Plattform können Lieferanten im onlinebasierten Avis-System Lieferzeiten online buchen. Von der Online-Terminplanung durch Lieferanten umfasst dieser Prozess zwei Hauptschritte.

Zunächst gibt der Lieferant die notwendigen Informationen in die Plattform ein und bucht den Liefertermin. Zu diesen Angaben können der Lieferant, die Warenmenge und andere relevante Informationen gehören. Nach der Buchung des Termins wird eine automatisierte Antwort an die Lieferanten gesendet. Diese Bestätigung bestätigt die Buchungsanfrage und informiert die Lieferanten

[50] Eigene Darstellung

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

über den Buchungsprozess.

In der zweiten Phase bearbeiten Baulogistiker Buchungsanfragen. Die Online-Plattform unterstützt dieses Unternehmen bei der Überprüfung und Abwicklung von Buchungen. Baulogistiker können Buchungen auf Ressourcenverfügbarkeit und Liefertermine prüfen. Wenn ein Termin bestätigt ist, benachrichtigt die Plattform die Lieferanten automatisch über den erfolgreichen Termin. Baulogistiker können Termine auch online absagen oder verschieben.

Diese Online-Plattform unterstützt Lieferanten und Bauunternehmen bei der optimalen Koordinierung durch Bereitstellung eines strukturierten und transparenten Versorgungsprozesses. und somit können Zeit und Ressourcen gespart werden und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Planung verbessert werden. Dies verringert die Überlastung der Baustellenzufahrten und minimiert die Auswirkungen auf die Umgebung des Projektraums.

4.3.2 Anmeldeplattform und Zeitfenster

Bei der Materialanlieferung müssen zeitlich unbestimmte Transporte, Ressourcenknappheit und ungenaue Lagebeschreibungen gelöst werden. Dazu ist es notwendig, die ankommenden Transporte und die benötigten Kapazitäten zeitlich und räumlich zu koordinieren und eine Plattform zur Verfügung zu stellen, auf der alle Informationen einschließlich Anfahrtsbeschreibungen und relevanter Kontaktpersonen abrufbar sind. Je nach Rolle sind unterschiedliche Inhalte sichtbar und nutzbar. Um datenschutztechnisch relevante Vorgaben einzuhalten und die Plattform für die Nutzer möglichst simpel und übersichtlich zu gestalten, ist es wichtig, diese Differenzierung vorzunehmen.

Eine bewährte Lösung für diese Herausforderungen sind Online-Avisierungssysteme, die zunehmend von Bauherren gefordert werden und dem Aufgabenbereich der Baulogistik zuzuordnen sind. Das Grundprinzip dieser Systeme besteht darin, dass über eine Online-Plattform Anlieferungen und benötigte Ressourcen verbindlich angemeldet werden.

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

Über die Online-Portale können Systemadministratoren verschiedene Projekte anlegen. Hier werden allgemeine Projektdaten wie Adressen, Ansprechpartner, Ladezonenpläne und weitere gewünschte Unterlagen eingegeben. Danach können die involvierten Akteure über ihren schnell eingerichteten Benutzeraccount auf das jeweilige Projekt zurückgreifen[51].

Nach der Registrierung muss die relevante Buchungsoption ausgewählt müssen. Das Unternehmen wird per E-Mail über die Freischaltung informiert. Nach erfolgreicher Freischaltung kann sich das Unternehmen auf der Startseite einloggen.

Abbildung 13 zeigt den Ablauf der Transportanmeldung in vier klaren Schritten. Der Prozess beginnt mit der Antragsstellung und endet mit dem Anliefertermin. Eine visuelle Anleitung für Auftragnehmer und Lieferanten ist wichtig, um den Prozess der Transportanmeldung effizient und zeitnah zu gestalten.

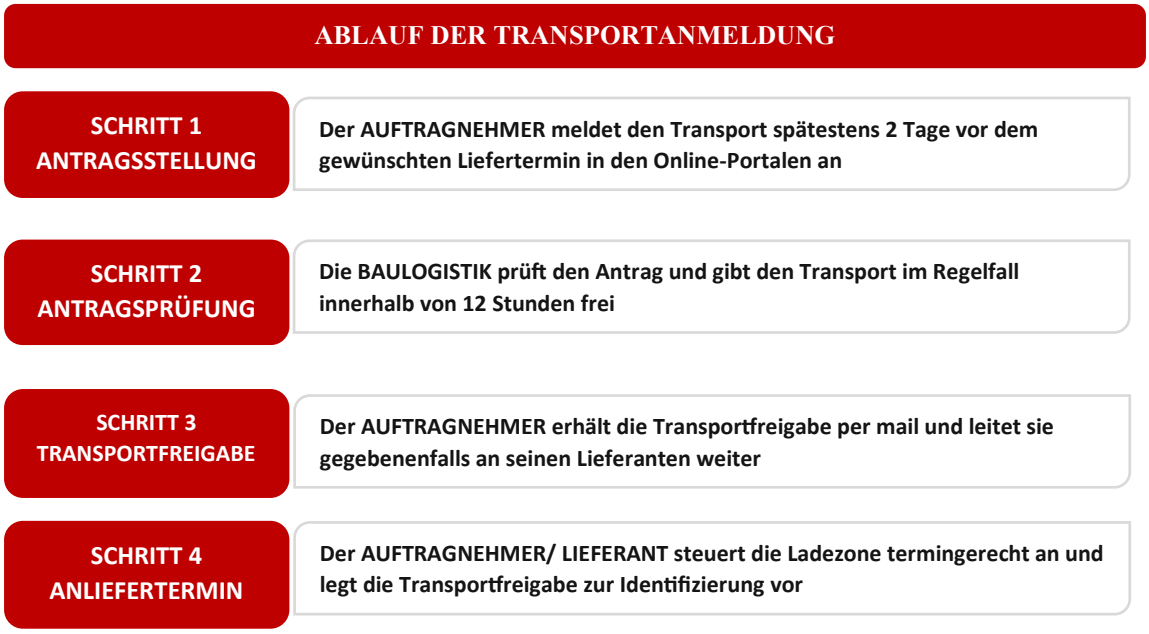


Abbildung 13: Ablauf der Transportanmeldung in den Online-Portalen[52]

Bei der Anmeldung des Transports werden auf der Grundlage der vom Auftragnehmer angegebenen Wunschtermine die Ladezeiten, die Dauer der Zeitfenster und die Ladezonen zugewiesen. Diese müssen vom jeweiligen Lieferanten/Empfänger zwingend eingehalten werden, einschließlich der Be- und Entladezeiten. Die Anlieferungen müssen rechtzeitig, mindestens 48 Stunden vor dem gewünschten Anliefertermin, im Online Avis-System angemeldet werden.

[51] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 357-359)
[52] Eigene Darstellung

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

Für die verbindliche Transportanmeldung in diesen Portalen sind folgende Informationen erforderlich:

- Das gewünschte Lieferdatum, einschließlich der Anlieferungszeit, angeben.
- Die Geschätzte Ladedauer
- Das Lieferfahrzeug, das voraussichtlich eingesetzt wird.
- Die Art des zu liefernden Materials.
- Die Menge des zu liefernden Materials.
- Die Gewünschte Ladezone
- Der Bedarf an Nutzung des Hochbaukrans wird optional freigeschaltet.
- Der Nutzungsbedarf des Teleskopstaplers
- Der Nutzungsbedarf des Bauaufzuges

Zusätzlich können auf einigen Baustellen Ressourcen wie Ladehilfsmittel und Lagerflächen separat gebucht werden. In diesen Fällen sollte kein Transport gebucht werden, sondern die Ressourcen, die unabhängig von Transporten auf dem Bauvorhaben zur Verfügung stehen.

Während des Buchungsprozesses wird der Lieferant vom Buchungszeitstrahl unterstützt. Jeder Zeitstrahl repräsentiert eine buchbare Ressource. Der Buchungsprozess einer Ladehilfenbuchung oder einer Lagerflächenbuchung ist analog zur Transportbuchung.

Die verbindliche Anmeldung von Transporten verhindert das unangekündigte Erscheinen von Transporten auf der Baustelle. Darüber hinaus wird die Dokumentation der Transporte forciert und es werden erstmals verlässliche Daten über die auf der Baustelle ankommenden bzw. abgefahrenen Materialmengen erhoben. Um Überschneidungen bei Transporten und fehlende Entladeressourcen zu vermeiden, können Anfragen für Zeitfenster in diesen Online-Portalen nur dann versendet werden, wenn alle benötigten Ressourcen wie Eingänge, Ladezonen und andere verfügbar sind. Durch eine übersichtliche Visualisierung der Zeitfenster und der verschiedenen Parameter wird dem Anfragenden die Auswahl erleichtert[53].

Die Genehmigung bzw. Ablehnung des Transportes erfolgt durch einen Projektverantwortlichen. Die Mitarbeiter der Baulogistik prüfen die Transportmeldungen und legen unter Berücksichtigung der bereits gemeldeten Transporte und der vorhandenen Baustellenkapazitäten ein Zeitfenster für die Anlieferung fest. Sobald die Baulogistik dem Besteller die Bestätigung per E-Mail aus dem Online-Portal

[53] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 357-359)

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

versandt hat, gilt der Transport als genehmigt. Im Portal wird die Buchung dann grün markiert. Die Buchungsbestätigung kann als PDF ausgedruckt werden, und somit kann der Transport am Tag der Anlieferung die passende Transportanmeldung (PDF) am Bauvorhaben vorlegen.

Wenn die Anfrage genehmigt wurde, können weitere wichtige Baustelleninformationen Im Avis-System finden. Dazu gehören eine genaue Lage der Baustelle, die Kontaktdaten des Ansprechpartners vor Ort, eine Zusammenfassung der Buchung und weitere optionale Anhänge, die automatisch verteilt werden können. Des Weiteren ist die Generierung eines Barcodes möglich, der dem Transportfahrzeug automatisch die Einfahrt in den gebuchten Zeitfenster ermöglicht[54].

Im Logistikhandbuch sind die Zufahrtswege darzustellen. Weitere Informationen enthalten die Logistikpläne, die im Zuge der Ausführungsplanung erstellt werden.

Die avisierten Lieferfahrzeuge fahren bis vor das Einfahrtstor und warten dort bei der Zuteilung auf die gebuchte Ladezone durch Baulogistik ihre Avisierung ab. Die Liste aller avisierten Lieferungen ist täglich verfügbar. Nach der Zulassung durch die Baulogistik werden die LKW's direkt in die angemeldete/zugewiesene Abladezone gefahren oder nach Beurteilung durch die Baulogistik zu einer allfälligen Bedarfsabladestelle geleitet. Ankommende Fahrzeuge fahren durch die besetzte Einfahrt auf die Baustelle und gegebenenfalls in die dafür eingerichtete Wartezone ein. Sobald die jeweilige Ladezone wieder frei ist, verteilt das Baulogistikpersonal die Fahrzeuge weiter. Die entladenen Fahrzeuge haben innerhalb des Baustellenbereiches zu wenden oder werden von der Baulogistik direkt wieder auf die öffentliche Straße geleitet.

Die Entladung und Verbringung von Materialien auf der Baustelle müssen nach tatsächlichem Bedarf erfolgen, um eine reibungslose Baulogistik zu gewährleisten. Die Entladung darf nur an der zugewiesenen Ladezone erfolgen, um Ressourcenverschwendung und Flächenblockaden zu vermeiden. Bei Überschreitung des Lieferzeitfensters werden Gebühren erhoben, die der Werkunternehmer tragen muss. Verzögerungen bei der Entladung oder Verbringung sind die Verantwortung des WU und können mit Gebühren belegt werden. Das Material muss innerhalb des festgelegten Zeitfensters von der Ladezone verbracht werden, um zusätzliche Kosten zu vermeiden. Die Entladung soll unter Aufsicht des WU erfolgen und das Material fachgerecht gesichert sein.

Es ist wichtig zu wissen, dass ein solches Tool eine hohe Nutzerfreundlichkeit aufweist und in vielen Sprachen verfügbar ist. Außerdem sollte es auf allen Endgeräten bedienbar sein, um eine gute

[54] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 357-359)

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

Praxisakzeptanz zu gewährleisten. Bei allen Möglichkeiten der Digitalisierung darf man nicht außer Acht lassen, dass es letztendlich der Mensch ist, der das Werkzeug in seiner täglichen Arbeit einsetzt. An dieser Stelle treffen unterschiedliche Fähigkeiten, Persönlichkeiten und auch unterschiedliches technisches Know-how aufeinander. Entscheidend ist die Entwicklung einer einfachen, in die tägliche Arbeit integrierbaren und schnell erlernbaren Lösung für die Kernprobleme. Von Vorteil ist außerdem, dass alles aus einer Hand kommt. Langfristig sollen daher die Avis-Systeme um weiterführende Funktionen ergänzt, Synergien geschaffen und für die Menschen vor Ort weiterentwickelt werden. Insgesamt können die Avis-Systeme dazu beitragen, Konflikte zu vermeiden, die Kommunikation zwischen verschiedenen Parteien zu vereinfachen und die Transparenz der Informationen zu erhöhen[55].

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

[55] (Motzko & Kleiner, 2023, S. 357-359)

5. Materialversorgungssituation auf ausgewählten Großbaustellen

In diesem Kapitel wird die Rolle von Avis-Systeme in der Materialversorgungslogistik für die Zeitersparnis und die Organisation des Bauablaufs und damit für die Reduzierung von CO2-Emissionen und Verkehrsproblemen im Umfeld der Baustelle untersucht. Die Untersuchung wurde an 4 ausgewählten Großbaustellen durchgeführt, die zum Teil den Prozess der spezialisierten Baulogistik umsetzen und Avis-Systeme in der Versorgungslogistik einsetzen, zum Teil den Prozess der spezialisierten Baulogistik nicht umsetzen.

5.1 Beschreibung der ausgewählten Baustellen

5.1.1 PROJEKT A

Dieses Projekt wurde im Februar 2022 begonnen. Im September 2020 wurden die Abbrucharbeiten eines alten Bestandsgebäudes auf dem Grundstück durchgeführt. Das Projekt soll im April 2024 abgeschlossen sein. Es handelt sich um ein modernes Wohn- und Geschäftshaus mit 147 Wohnungen, 3 Geschäftslokalen, einer offenen Bürofläche sowie und einer zweigeschossigen Tiefgarage als Blockrandbebauung am Einkaufspitz in Floridsdorf, Wien.

In diesem Projekt steht kein Online Avis-System für die Materialversorgung zur Verfügung.

Daten zum Gebäude:

- Auftragssumme gesamt: ca. 37,7 Mio. €
- Bruttogeschoßfläche: ca. 29.700 m²
- Bruttorauminhalt: ca. 100.000 m^3

Verwendete Transportmittel:

- LKW zwischen 7,5 und 40 Tonnen Gesamtgewicht
- Kraftfahrzeuge
- Pritschen. Etc.

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

5.1.2 PROJEKT B

Die erste Baustelle wird als multifunktionales Neubauprojekt realisiert. Dieses Projekt bietet die perfekte Kombination aus großflächigen Wohngebieten und verkehrsgünstiger Lage im Zentrum Wiens. Für rund 3.500 Menschen bietet der neue großzügige Lebens- und Arbeitsraum vielfältige Möglichkeiten an einem Standort:

- Hochmoderne Büroflächen. Bis zu 3.500 m² können pro Ebene angemietet werden.
- Einkaufs- und Gastronomieflächen auf drei tageslichtdurchfluteten Ebenen.
- 265 moderne Hotelzimmer
- Fitnessstudio
- 456 Tiefgaragenstellplätze inklusive 39 E-Ladestationen. Zusätzlich stehen 200 Fahrradstellplätze zur Verfügung. 20 davon sind mit E-Ladestationen ausgestattet.
- Auf 12 Etagen verteilen sich 166 frei finanzierte Mietwohnungen.

In diesem Projekt wird ein Online- Avis-System zur Verfügung gestellt. Damit kann die Materialversorgungskette optimal organisiert werden.

Daten zum Gebäude:

- Auftragssumme gesamt: ca. 318 Mio. €
- Grundfläche des Gebäudes: ca. 9.000 m²
- Gesamtnetto-Nutzfläche: ca. 5.6000 m²
- Bruttorauminhalt: ca. 270.400 m^3

Verwendete Transportmittel:

• LKW zwischen 7,5 und 40 Tonnen Gesamtgewicht

• Kraftfahrzeuge

• Pritschen. Etc.

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

5.1.3 PROJEKT C

Das Projekt wurde im Dezember 2022 begonnen. Es befindet sich im 10. Bezirk an der Ecke Landgutgasse/Laxenburger Straße. Es handelt sich um einen attraktiven Gemeindebau NEU mit begrüntem Innenhof, Gemeinschaftsterrassen und einem Spielplatz auf dem Dach, der 165 neue Gemeindewohnungen bietet. Das Projekt wird klimagerecht gestaltet sein, indem versickerungsfähige Oberflächen und Baumpflanzungen verwendet werden.

Ähnlich wie im Projekt A steht kein Online- Avis-System für die Materialversorgung zur Verfügung.

Daten zum Gebäude:

- Auftragssumme gesamt: ca. 36 Mio. €
- Grundfläche des Gebäudes ca. 2.955 m²
- Bruttogeschoßfläche: ca. 16.990 m²
- Bruttorauminhalt: ca. 54.970 m^3

Verwendete Transportmittel:

- LKW zwischen 7,5 und 40 Tonnen Gesamtgewicht
- Kraftfahrzeuge
- Betonmischer
- Pritschen. Etc.

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

5.1.4 PROJEKT D

Projekt D befindet sich auf einem rund 15.000 Quadratmeter großen Grundstück. Der Baubeginn für das Projekt erfolgte im ersten Quartal 2019, die geplante Gesamtfertigstellung ist 2025. Das Projekt ist ein neuer Stadtteil mit breitem Nutzungsmix und hochwertiger Infrastruktur und besteht aus sechs Bauteilen, darunter ein 153 Meter hoher Turm sowie ein 110 Meter hoher Wohnturm mit insgesamt rund 650 Miet- und Eigentumswohnungen mit Loggien und Balkonen.

Projekt D bietet einen Nutzungsmix:

- rund 650 Wohnungen
- ca. 26.000 m² flexible Büroflächen
- rund 421 Hotelzimmer und Apartments
- lebendiges Umfeld mit Gastronomie und Einzelhandel

Mit Hilfe des Online- Avis-System ist es bei diesem Projekt gelungen, einen geordneten und effizienten Bauablauf und eine organisierte Materiallieferkette zu schaffen.

Daten zum Gebäude:

• Grundfläche des Gebäudes ca. 1.361 m²

• Bruttogeschoßfläche: ca. 57.794 m²

• Bruttorauminhalt: ca. 205.955 m^3

Verwendete Transportmittel:

• LKW zwischen 7,5 und 40 Tonnen Gesamtgewicht

• Kraftfahrzeuge

• Betonmischer

• Pritschen. Etc.

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

5.2 Zeitersparnis und Koordinierung der Materiallieferungen

In der Masterarbeit wird untersucht, ob Online-Avisierungssysteme durch eine optimale Koordination der Materiallieferungen zu Zeiteinsparungen führen können. Dazu werden die Abweichungen der Ankunfts- und Abfahrtszeiten sowie die Aufenthaltsdauer der einzelnen LKW auf der Baustelle analysiert, indem die tatsächlichen Ankunfts- und Abfahrtszeiten mit den avisierten Ankunfts- und Abfahrtszeiten, die von den Lieferanten in den Online--Avisierungssystemen gebucht wurden, verglichen werden.

Die Analyse dieser Abweichungen ist sehr wichtig, um die Effizienz und Produktivität des Projekts zu gewährleisten, was dazu beiträgt, den geplanten Projektabschluss sicherzustellen. Diese Analyse wird dazu beitragen, potenzielle Engpässe und Verzögerungen zu identifizieren, die durch einen unorganisierten Lieferprozess verursacht werden.

Die Gründe für Abweichungen bei den Ankunfts- und Abfahrtszeiten sind vielfältig und können durch die Verkehrslage, unvorhergesehene Ereignisse und unzureichende Planung und Koordination der Materiallieferkette verursacht werden. Die Analyse dieser Abweichungen auf verschiedenen Baustellen zeigt die Rolle von Avis-Systeme bei der Reduzierung dieser Abweichungen.

Die Aufenthaltsdauer des LKW auf der Baustelle ist ebenfalls von großer Bedeutung, da ein längerer Aufenthalt auf der Baustelle auf Probleme beim Be- und Entladen und somit auf einen ineffizienten Arbeitsablauf hinweisen kann. Daraus lässt sich die Bedeutung eines organisierten Baulogistikprozesses ableiten, der dazu beiträgt, diese Probleme zu lösen und die Arbeitseffizienz zu verbessern. Zur Durchführung dieser Analyse wurden auf mehreren Baustellen an drei Tagen jeweils drei Stunden lang relevante Daten erhoben.

Die dreistündigen Erhebungszeiten über drei Tage könnten als Maßnahme zur Standardisierung interpretiert werden. So soll eine konsistente Methodik bei der Datenerfassung etabliert werden, damit vergleichbare Ergebnisse über verschiedene Bauprojekte hinweg erzielt werden. Die Erhebungszeiten werden standardisiert, damit die Daten auf allen Baustellen unter ähnlichen Bedingungen erhoben werden. So können die Ergebnisse besser verglichen und bewertet werden. Das hilft, Maßnahmen zur Verbesserung der Materiallieferkette abzuleiten.

Diese Daten beinhalteten die tatsächlichen Ankunfts- und Abfahrtszeiten der Lieferfahrzeuge, deren Aufenthaltsdauer und die Anzahl der Ladezonen, die auf jeder Baustelle während des Datenerhebungszeitraums zur Verfügung standen. Zusätzlich wurden für Projekte, die einen

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

spezialisierten Baulogistikprozess beinhalten, die geplanten Ankunfts- und Abfahrtszeiten aus den Online- Avisierungssystemen extrahiert.

Anschließend wurden diese Daten ausgewertet, um Abweichungen und Probleme im Versorgungsprozess zu identifizieren und aufzuzeigen, inwieweit Online-Avisierungssysteme dazu beitragen, diese Abweichungen und Probleme zu reduzieren.

5.2.1 PROJEKT A

Die Organisation der Materiallieferkette ist ein wesentlicher Faktor für die Zeitersparnis bei Bauprojekten. In diesem Zusammenhang können die Online-Avisierungssysteme eine wichtige Rolle spielen.

Im Projekt A sind die Bauleiter für die Koordination der LKW-Transporte und Materiallieferungen verantwortlich. Es gibt kein Online-Avisierungssystem für die Koordination der Materiallieferungen. Das Bauteam ermittelt zu Beginn den Materialbedarf des Bauprojekts. Anschließend informiert es die Lieferanten per Telefon oder E-Mail über die Anfragen. Die Liefertermine werden zwischen den Lieferanten und der Bauabteilung festgelegt. Diese Termine sind grobe Schätzungen und berücksichtigen keine anderen Lieferungen. Es wurde lediglich festgelegt, ob das Material vormittags oder nachmittags geliefert wird. Leider gibt es keine klaren und einheitlichen Verfahren für die Lieferung und Bestätigung. Bei diesem Projekt sind die Liefertermine keine vertraglichen Vereinbarungen, so dass der Lieferant gesetzlich zur Einhaltung der vorgegebenen Termine nicht verpflichtet ist und im Falle einer verspäteten Lieferung keine Vertragsstrafe zu zahlen hat.

Ein wichtiger Punkt ist die Lagerung der Materialien. Die Lieferzeiten waren nicht koordiniert, was zu Verwirrung und Unordnung geführt hat, da viele Materialien an einem Tag angeliefert wurden.

Diese Überbestände haben sowohl zu Platzproblemen als auch zu zusätzlichen Lagerkosten geführt, im Gegenteil können Unterbestände zu Verzögerungen und zusätzlichen Kosten für Nachbestellungen führen. Die Arbeiter sind gezwungen, auf die Verfügbarkeit von Materialien zu warten, um ihre Arbeit fortzusetzen.

Während der Datenerhebung wurde auch festgestellt, dass die Kommunikation zwischen Transportunternehmen und Baustellenpersonal mangelhaft war. Einige LKWs haben lange gewartet, bis einer der Mitarbeiter auf der Baustelle den LKW-Fahrer kontaktiert hat, um ihn an die richtige Stelle zu führen, die Entladestelle zu finden und die Lieferung reibungslos und ohne Zeitverlust abzuwickeln.

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

Die Daten wurden in diesem Projekt drei Tage lang jeweils drei Stunden lang erhoben. Die Tabellen 2-4 zeigen die Differenz zwischen der tatsächlichen Zeit für jede Anlieferung auf der Baustelle und der Zeit, die jeder LKW zum Entladen seiner Ladung benötigt. Für jeden Lkw kann die unnötige Wartezeit ermittelt werden, die durch eine unzureichende Koordination zwischen den Anlieferungen entsteht.

Tabelle 2: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am ersten Tag (PROJEKT A)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	62	62	0
2	24	24	0
3	53	31	22
4	60	15	45
5	41	21	20
6	79	36	43
7	20	8	12
8	38	19	19
9	16	11	5
10	51	51	0
11	39	39	0

Tabelle 3: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am zweiten Tag (PROJEKT A)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	18	18	0
2	25	25	0
3	19	13	6
4	17	7	10
5	28	15	13
6	12	7	5
7	78	78	0
8	28	22	6
9	85	77	8
10	56	48	8
11	70	33	37
12	43	8	35
13	65	44	21
14	50	12	38
15	37	21	16
16	36	32	4

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

Tabelle 4: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am dritten Tag (PROJEKT A)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	22	22	0
2	10	10	0
3	21	15	6
4	17	15	2
5	10	7	3
6	43	43	0
7	33	33	0
8	56	21	35
9	65	24	41
10	66	17	49
11	40	15	25
12	55	32	23
13	30	10	20
14	26	4	22
15	19	5	14

Aus den verfügbaren Daten geht hervor, dass die meisten Anlieferungen länger als nötig auf der Baustelle verblieben. Im Durchschnitt mussten etwa 70 % der LKWs bis zu 50 Min unnötig warten, bevor sie abladen konnten. Dies ist eine Folge der mangelnden Koordination der Materiallieferungen und des Fehlens von Zeitvorgaben für die einzelnen Anlieferungen, an die sich die Lieferanten halten müssen.

Abbildung 14 zeigt exemplarisch, dass unkoordinierte Ver- und Entsorgungsprozesse zu beobachten sind, wenn keine Avisierung erfolgt und die gewählten Anlieferungszeiten nicht eingehalten werden, was wiederum zu einer Überlastung der Baustellenzufahrten führt und Auswirkungen auf das Projektumfeld hat.

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

Bild 1: zeigt, dass im Projekt A die Zufahrt zur Baustelle überlastet ist, da mehrere LKWs gleichzeitig anliefern (siehe LKW 1 bis 3).

Bild 2: Bei der Baustelle Nordbahnviertel Wien ist der Entladebereich durch einige LKW, Baufahrzeuge und Material blockiert. Das Lieferfahrzeug ist nicht in der Lage, vollständig in den Projektbereich einzufahren, um entladen zu werden, wodurch es zu einer Verengung des öffentlichen Straßenraums kommt.

Bild 3: Externes Beispiel, Die Baustellenzufahrt ist überlastet. Mehrere LKWs (LKW 1-3) liefern gleichzeitig an. Die Transporte werden teilweise außerhalb des Projektraums entladen. In der Umgebung des Projektraums kommt es zu Verkehrsbeeinträchtigungen.[56]

Abbildung 14: Die Engpässe auf den Baustelleneinfahrten und die Auswirkungen auf die Umgebung des Projektgebietes

[56] (Kleiner, 2023, S. 132)

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

5.2.2 PROJEKT B

In diesem Projekt wurden die relevanten Daten über einen Zeitraum von drei Tagen für jeweils drei Stunden während der Ausbauphase erfasst, einschließlich der Ankunftszeit, der Abfahrtszeit und der Aufenthaltsdauer jedes Lkw, der während dieser drei Stunden auf der Baustelle eingetroffen ist. Die Daten wurden in den Tabellen 5 bis 7 dargestellt, um mögliche Muster und Abweichungen zu erkennen. Auf diese Weise kann die Effizienz der Avis-Systeme bei der Organisation und Koordination der Materiallieferungen bewertet werden.

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

Tabelle 5: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt B)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	09:30-10:00	09:50:00	10:09:00	19
2	09:30-10:30	10:00:00	10:14:00	14
3	10:30-11:00	10:10:00	10:32:00	22
4	10:30-11:00	10:17:00	10:37:00	20
5	11:00-11:30	10:56:00	11:08:00	12
6	11:00-11:30	10:56:00	11:09:00	15
7	11:30-12:00	11:15:00	11:22:00	7
8	11:30-12:00	11:43:00	11:55:00	12

Tabelle 6: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am zweiten Tag (Projekt B)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	09:00-09:30	09:02:00	09:16:00	14
2	09:00-09:30	09:05:00	09:30:00	25
3	09:30-10:00	09:13:00	09:35:00	22
4	09:30-10:00	09:40:00	09:51:00	11
5	10:00-10:30	10:00:00	10:21:00	21
6	10:00-11:00	10:15:00	10:35:00	10
7	10:30-11:00	10:40:00	11:15:00	35
8	11:00-12:00	11:10:00	11:56:00	46
9	11:00-12:00	11:25:00	11:40:00	15

Tabelle 7: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am dritten Tag (Projekt B)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	09:00-09:30	09:07:00	09:15:00	8
2	09:00-09:30	09:15:00	09:22:00	7
3	09:30-10:00	09:20:00	09:30:00	10
4	09:30-10:00	09:25:00	09:35:00	10
5	10:00-10:30	09:39:00	09:59:00	20
6	10:00-10:30	09:48:00	10:01:00	13
7	10:30-11:00	10:05:00	10:17:00	12
8	11:00-11:30	11:22:00	11:31:00	9
9	11:00-12:00	11:27:00	11:44:00	17

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

Tabelle 8 zeigt eine detaillierte Analyse der Unterschiede zwischen den tatsächlichen und geplanten Ankunftszeiten der LKWs während der drei Tage. Es wurde berücksichtigt, dass etwa neun LKWs am Projekt während der drei Stunden pro Tag angekommen sind. Die Tabelle zeigt, dass die tatsächlichen Ankunftszeiten etwa 2-30 Minuten von den avisierten Ankunftszeiten abweichen. Gleichzeitig kann festgestellt werden, dass trotz dieser geringfügigen Abweichung nicht mehr als zwei LKWs gleichzeitig anwesend waren, außer einmal am ersten und einmal am zweiten Tag, wobei die Anzahl der verfügbaren Ladezonen zwei beträgt, wodurch jeder LKW ohne Verzögerung in einer Ladezone entladen kann.

Tabelle 8: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt B)

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7	LKW 8	LKW 9
1. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit			00:20 h	00:13 h	00:04 h	00:04 h	00:15 h		
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:20 h	00:30 h						00:13 h	
2. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit			00:17 h		00:00 h				
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:02 h	00:05 h		00:10 h		00:15 h	00:10 h	00:10 h	00:25 h
3. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit			00:10 h	00:05 h	00:21 h	00:12 h	00:25 h		
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:07 h	00:15 h						00:22 h	00:27 h

Tabelle 9 zeigt die durchschnittliche und maximale Abweichung von der avisierten Ankunftszeit für verfrühte und verspätete Anlieferungen sowie den Anteil der Anlieferungen mit einer Verfrühung oder Verspätung von mindestens 30 Minuten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die maximale Abweichung von der avisierten Ankunftszeit für verfrühte Anlieferungen 25 Minuten und für verspätete Anlieferungen 30 Minuten beträgt und dass der Prozentsatz der Anlieferungen mit einer Verfrühung oder Verspätung von weniger als 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit am ersten Tag 87,5 % und am zweiten und dritten Tag 100% beträgt.

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

Tabelle 9: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt B)

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Durchschnittliche Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:11 h	00:17 h	00:14 h
Maximale Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:20 h	00:17 h	00:25 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verfrühung größer oder gleich 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	0%	0%	0%
Durchschnittliche Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:21 h	00:11 h	00:18 h
Maximale Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:30 h	00:25 h	00:27 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verspätung größer oder gleich 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	12.5%	0%	0%
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verfrühung oder Verspätung kleiner 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	87.5 %	100%	100%

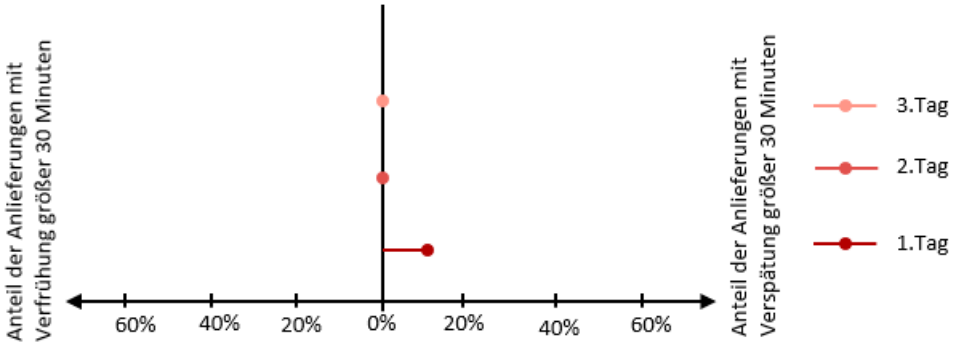


Abbildung 15: Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt B)

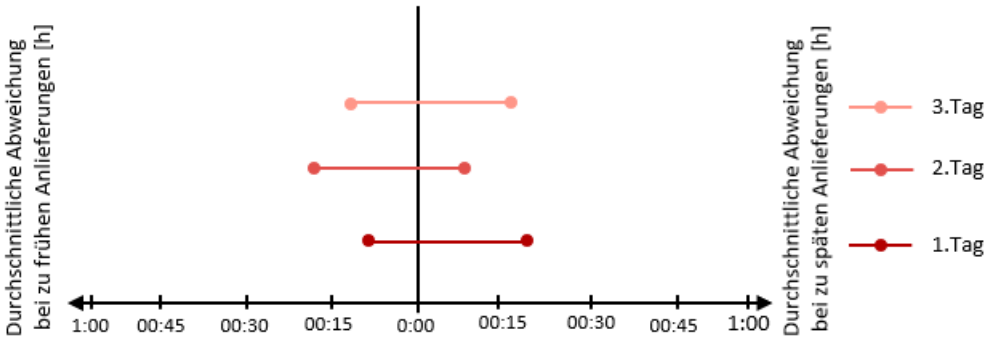


Abbildung 16: Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt B)

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

Die Abweichungen zwischen den tatsächlichen und den avisierten Abfahrtszeiten der einzelnen LKW sind in Tabelle 10 dargestellt. Die tatsächlichen Abfahrtszeiten wichen mit außer einem LKW am dritten Tag, der den Standort 43 Minuten früher als geplant verlassen hat, nur leicht von den geplanten Abfahrtszeiten ab. Aber wie bereits erwähnt, besteht die Rolle der Online-Avisierungssysteme hier in der Organisation und Verteilung der Anlieferzeiten mit dem Ziel, Engpässe zu vermeiden, selbst wenn die Lieferanten die ihnen zugewiesenen Zeiten nicht zu 100 % einhalten.

Tabelle 10: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit (*(Projekt B*)*

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7	LKW 8	LKW 9
1. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit		00:16 h	00:28 h	00:23 h	00:22 h	00:21 h	00:38 h	00:05 h	
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:09 h								
2. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:14 h	00:00 h	00:25 h	00:09 h	00:09 h	00:25 h		00:04 h	00:20 h
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit							00:15 h		
3. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:15 h	00:08 h	00:30 h	00:25 h	00:31 h	00:29 h	00:43 h		00:16 h
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit								00:01 h	

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

Tabelle 11 zeigt die durchschnittliche und maximale Abweichung von der avisierten Abfahrtszeit für verfrühte und verspätete Abfahrten sowie den Anteil der Transporte, die die Baustelle mindestens 30 Minuten zu früh oder zu spät verlassen haben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die maximale Abweichung von der avisierten Abfahrtszeit für verfrühte Abfahrten 43 Minuten und für verspätete Abfahrten 15 Minuten beträgt und dass der Anteil der Abfahrten mit einer Verfrühung oder Verspätung von weniger als 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit am ersten Tag 87,5 % und am zweiten und dritten Tag 100 % beträgt.

Tabelle 11: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Durchschnittliche Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:22 h	00:13 h	00:25 h
Maximale Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:38 h	00:25 h	00:43 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit mehr als oder gleich 30 Minuten zu früh verlassen.	12.5%	0%	33.3%
Durchschnittliche Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:09 h	00:15 h	00:01 h
Maximale Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:09 h	00:15 h	00:01 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit mehr als oder gleich 30 Minuten zu spät verlassen	0%	0%	0%
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit weniger als oder gleich 30 Minuten zu spät oder zu früh verlassen	87.5 %	100%	66.6%

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

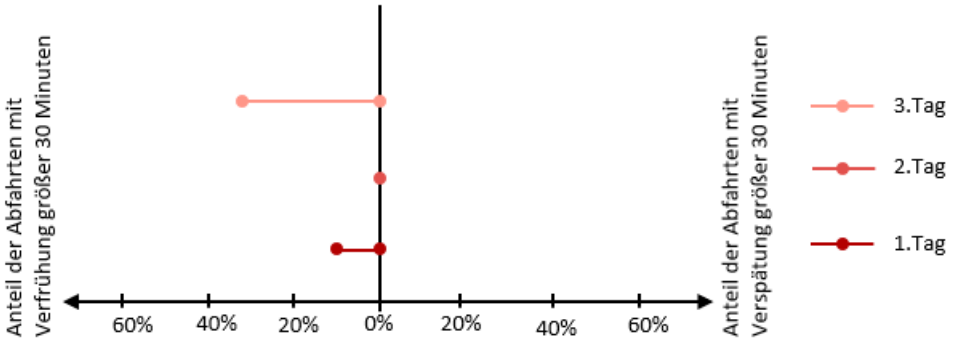


Abbildung 17: Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt B)

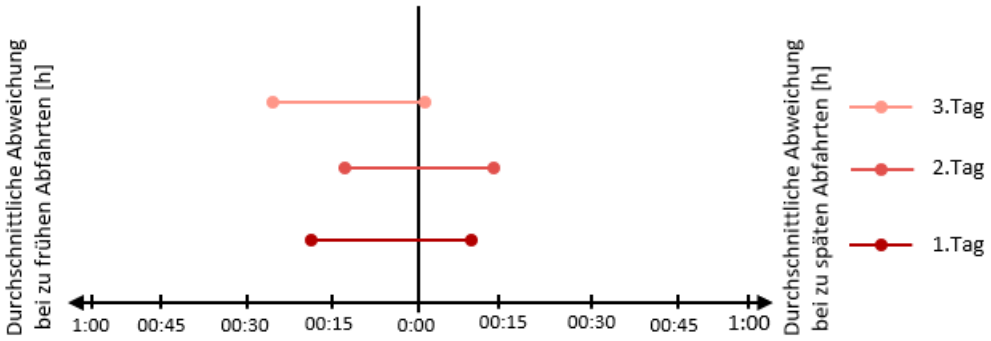


Abbildung 18: Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt B)

Tabelle 12 zeigt die tatsächliche und die geplante Aufenthaltsdauer der einzelnen LKW. Es ist deutlich, dass die tatsächliche Aufenthaltsdauer der einzelnen LKW in den drei Tagen die geplante Aufenthaltsdauer nicht überschritten hat, sondern sind die Anlieferungen schneller abgewickelt wurden. Dies zeigt, welche Rolle einen guten organisierten Baulogistikprozess spielt, um die Materialversorgung jedes einzelnen LKWs schnell und reibungslos abzuwickeln, somit die Engpässe und die Verzögerungen bei der Be- und Entladung zu vermeiden. Wenn durch eine gut organisierte Baulogistik die IST-Daten mit den SOLL-Daten weiter verglichen werden, kann diese, zurzeit schon sehr gute Transportorganisation, noch weiter verbessert werden. Ziel einer organisierten Baulogistik ist deutlich, die tatsächliche Aufenthaltsdauer, weiter zu optimieren und positiv auf den Bauablauf einzuwirken.

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

Tabelle 12: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7	LKW 8	LKW 9
1. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:19 h	00:14 h	00:22 h	00:20 h	00:12 h	00:15 h	00:07 h	00:12 h	
2. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	01:00 h	00:30 h	01:00 h	01:00 h
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:14 h	00:25 h	00:22 h	00:11 h	00:21 h	00:10 h	00:35 h	00:46 h	00:15 h
3. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	01:00 h
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:08 h	00:07 h	00:10 h	00:10 h	00:20 h	00:13 h	00:12 h	00:09 h	00:17 h

Tabelle 13: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Durchschnittliche avisierte Aufenthaltsdauer	00:30 h	00:40 h	00:33 h
Durchschnittliche tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:15 h	00:22 h	00:12 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die avisierte Aufenthaltsdauer überschreiten	0%	0%	0%
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die schneller als die avisierte Aufenthaltsdauer abgewickelt weden	100%	89%	100%

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

5.2.3 PROJEKT C

In diesem Projekt wurden die Daten in der Rohbauphase erhoben. Ähnlich wie im Projekt A ist die Materiallieferkette nicht ausreichend organisiert, es stehet kein Avis-System, das die Materialanlieferungen koordiniert, sondern der Baumeister übernimmt diese Aufgabe zusätzlich zu den verschiedenen Bauarbeiten im Rahmen der GU-Vergabe.

Obwohl sich das Projekt noch in der Rohbauphase befindet, in der die Anzahl der beteiligten Gewerke gering und die zur Verfügung stehende Fläche größer ist, wurde festgestellt, dass es keine klaren Vorgaben gibt und die festgelegten Abläufe für Anlieferungen und Bestätigungen sowie Liefertermine nicht ausreichend koordiniert werden, um Engpässe und Chaos zu vermeiden.

Bei der Datenerhebung wurde beispielsweise festgestellt, dass mindestens vier Betonmischer gleichzeitig auf der Baustelle eingetroffen sind, wobei die Anzahl der Ladeflächen zwei beträgt. Es gab zwei Ladeflächen: eine für die Lkw zum Abladen und eine für die Betonmischer zum Abladen und Betonieren. Die anderen Betonmischer mussten auf der Hauptstraße in der Nähe der Baustelle warten (siehe Abbildung 28).

Abbildung 19: Mehrere Betonmischer beim Warten im Leerlauf im Umfeld des Projekts C

Die Abweichung zwischen der realen Zeit für jede Anlieferung auf der Baustelle und der Zeit, die jeder Lastwagen zum Abladen benötigt, ist in den Tabellen 14 bis 16 dargestellt. Die unnötige Wartezeit, die sich aus einer unzureichenden Abstimmung der Anlieferungen ergibt, kann für jeden Lkw bestimmt werden.

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

Tabelle 14: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am ersten Tag (PROJEKT C)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	47	47	0
2	50	15	35
3	51	10	41
4	35	20	15
5	43	43	0
BM 1	34	34	0
BM 2	64	31	33
BM 3	93	30	63
BM 4	120	27	93
BM 5	75	23	52
BM 6	87	22	65
BM 7	80	13	67
BM 8	80	13	67

Tabelle 15: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am zweiten Tag (PROJEKT C)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	30	30	0
2	51	31	20
3	43	4	39
4	35	20	15
5	49	24	25
6	28	28	0
BM 1	41	41	0
BM 2	78	39	39
BM 3	120	42	78
BM 4	72	35	37
BM 5	90	18	72

Tabelle 16: Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am dritten Tag (PROJEKT C)

LKW	Dauer auf der Baustelle (Min)	Dauer der Entladung (Min)	unnötige Warte Zeiten (Min)
1	41	41	0
2	43	18	25
3	40	29	11
BM 1	20	20	0
BM 2	65	45	20
BM 3	95	30	65
BM 4	122	27	95
BM 5	100	48	52
BM 6	110	10	100
BM 7	105	60	45

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

Es lässt sich aus den vorliegenden Daten schließen, dass die meisten Anlieferungen länger als notwendig auf der Baustelle verblieben. Bis zu 65 % der LKW mussten unnötigerweise bis zu 40 Minuten warten, bis sie entladen konnten. Alle ankommenden Betonmischer mussten unnötigerweise bis zu eineinhalb Stunden warten. Der Grund dafür ist, dass die Materiallieferungen nicht ausreichend koordiniert wurden und es keine Zeitvorgaben für die einzelnen Anlieferungen gibt, die von den Lieferanten einzuhalten sind.

Während der Datenerhebung wurde auch das Projekt DC Tower 2 besichtigt, das sich ebenfalls in der Rohbauphase befindet. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Baustellenzufahrt durch die gleichzeitige Anlieferung mehrerer LKW und beim Betonieren durch die Anwesenheit von 3-4 Betonmischern überlastet ist, siehe Abbildungen 20-21.

Abbildung 20: Engpässe an der Zufahrt zur Baustelle des DC Tower Projekts

Abbildung 21: Mehrere Betonmischer beim Warten im Leerlauf vor dem DC-Tower

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

5.2.4 PROJEKT D

Im Projekt D wurde die Effizientät von Avis-Systemen durch die Analyse der Abweichungen der Ankunfts- und Abfahrtszeiten sowie der Aufenthaltsdauer der Anlieferungen ebenfalls untersucht, um die Möglichkeit von Zeiteinsparungen und Materialkoordination auf der Baustelle zu bewerten.

Die Tabellen 15-17 zeigen die Daten, die während der Rohbauphase gesammelt wurden. Sie enthalten die Ankunfts- und Abfahrtszeiten sowie die Aufenthaltsdauer jeder Anlieferung im Projekt. Die avisierten Ankunfts- und Abfahrtszeiten wurden aus dem Avis-Systemen extrahiert, um den Vergleich zu ermöglichen.

Tabelle 14: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	09:00-09:30	09:00:00	09:20:00	20
2	09:30-11:00	10:11:00	10:40:00	29
3	11:00-13:00	11:20:00	12:30:00	70
4	11:30-12:00	11:30:00	11:55:00	25

Tabelle 15: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	09:00-10:00	09:05:00	09:45:00	40
2	09:30-10:00	09:50:00	10:30:00	40
3	10:00-11:00	10:17:00	10:40:00	23
4	10:30-11:30	10:37:00	11:21:00	44
5	11:00-11:30	10:58:00	11:08:00	10
6	11:00-11:30	11:11:00	11:25:00	14
7	11:30-12:00	11:22:00	12:05:00	43

Tabelle 16: Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)

LKW	geplante Ankunftzeit / Ausfahrtzeit	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	Dauer auf der Baustelle
1	9:30-11:00	09:30:00	10:40:00	70
2	9:30-10:00	09:40:00	10:00:00	20
3	10:30-11:00	10:39:00	10:45:00	6
4	11:00-11:30	10:52:00	11:02:00	10
5	11:30-12:30	11:48:00	12:30:00	42

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

Die tatsächlichen Ankunftszeiten wurden mit den avisierten Zeiten verglichen, um die Abweichung zwischen diesen Zeiten zu bestimmen. Siehe Tabelle 20.

Die Abweichung der Ankunftszeiten bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit liegt zwischen 0-2 Minuten und bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit 5-41 Minuten. Ein Blick auf die vorherigen Tabellen 17-19 zeigt, dass es im Ladebereich der LKWs bis auf eine Ausnahme am ersten Tag keine Überlappungen gab und diese nicht länger als vier Minuten gedauert hat.

Tabelle 17: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt D)

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7
1. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:00 h			00:00 h			
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit		00:41 h	00:20 h				
2. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit					00:02 h		00:08 h
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:05 h	00:20 h	00:17 h	00:07 h		00:11	
3. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:00 h			00:08 h			
	Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit		00:10 h	00:09 h		00:18 h		

Nach Auswertung der bisherigen Daten wurde der Anteil der Anlieferungen ermittelt, die sich um mehr als 30 Minuten gegenüber der avisierten Ankunftszeit verspätet oder verfrüht haben. Außerdem wurden die durchschnittliche und maximale Abweichung bei vorzeitiger und verspäteter Anlieferung bestimmt. Die Resultate zeigen, dass die maximale Abweichung während des dreitägigen Datenerfassungszeitraums 8 Minuten betragen hat, wenn die Lieferungen verfrüht angekommen sind, und 41 Minuten, wenn die Lieferungen verspätet angekommen sind. Am ersten und zweiten bzw. dritten Tag konnten 75 % bzw. 100 % der Lkw mit einer Abweichung von weniger als 30 Minuten ankommen.

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

Tabelle 18: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt D)

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Durchschnittliche Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:00 h	00:05 h	00:04 h
Maximale Abweichung bei vorzeitiger Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:00 h	00:08 h	00:08 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verfrühung größer oder gleich 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	0%	0%	0%
Durchschnittliche Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:30 h	00:12 h	00:13 h
Maximale Abweichung bei verspäteter Anlieferung von der avisierten Ankunftszeit	00:41 h	00:20 h	00:18 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verspätung größer oder gleich 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	25%	0%	0%
Prozentualer Anteil der Anlieferungen mit einer Verfrühung oder Verspätung kleiner 30 Minuten im Vergleich zur avisierten Ankunftszeit	75%	100%	100%

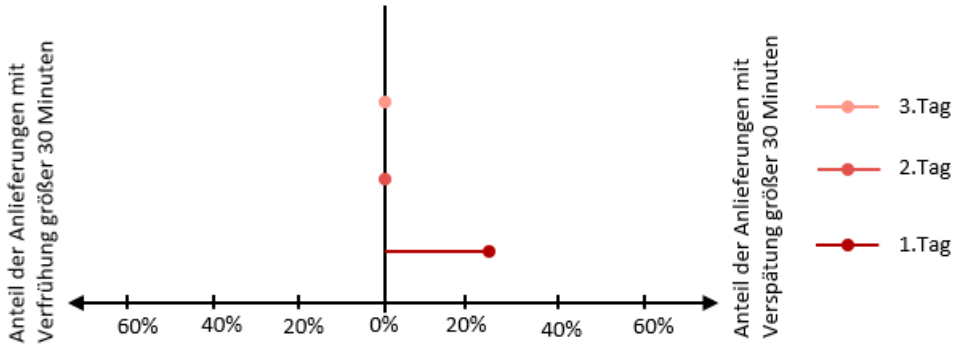


Abbildung 22: Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (*Projekt D*)

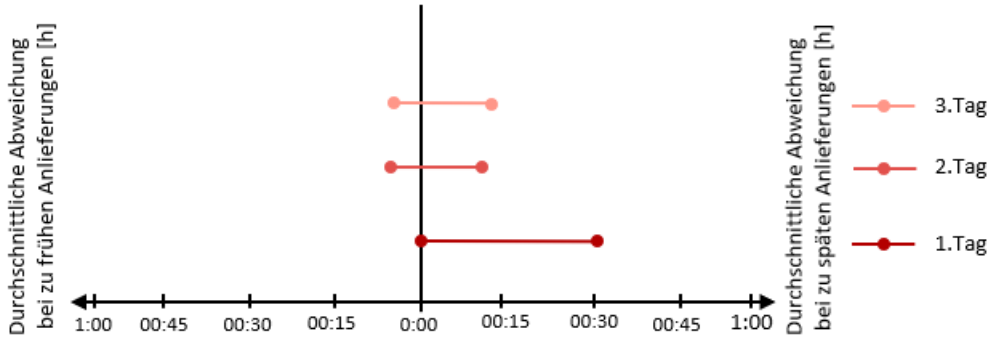


Abbildung 23: Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt D)

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

Tabelle 22 zeigt die Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit. Von allen LKWs, die zum Projekt angekommen sind, hat nur ein LKW das Projekt zu spät für die avisierte Zeit verlassen, und zwar nicht länger als 5 Minuten. Die übrigen LKWs haben das Projekt vorzeitig verlassen, mit einer Abweichung von nicht mehr als 30 Minuten.

Tabelle 23 zeigt die Wirksamkeit von Avis-Systemen, die sicherstellen, dass LKWs die Baustelle rechtzeitig verlassen. An allen Tagen haben 0% der Anlieferungen die Baustelle mit einer Verspätung von mehr als 30 Minuten verlassen. Der Anteil der Anlieferungen mit einer Verspätung oder Verfrühung von weniger als 30 Minuten betrug am ersten Tag 75 %, am zweiten Tag 85 % und am dritten Tag 100 %.

Tabelle 20: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit (Projekt D)

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7
1. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:10 h	00:20 h	00:30 h	00:05 h			
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit							
2. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:15 h	00:30 h	00:20 h	00:09 h	00:22 h	00:05 h	
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit							00:05 h
3. Tag	Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:20 h	00:00 h	00:15 h	00:28 h	00:00 h		
	Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit							

Tabelle 19: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit (Projekt D)

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Durchschnittliche Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00.16 h	00:17 h	00:13 h
Maximale Abweichung bei vorzeitiger Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:30 h	00:30 h	00:28 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit mehr als oder gleich 30 Minuten zu früh verlassen.	25%	25%	0%
Durchschnittliche Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:00 h	00:05 h	00:00 h
Maximale Abweichung bei verspäteter Abfahrt von der avisierten Abfahrtszeit	00:00 h	00:05 h	00:00 h
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit mehr als oder gleich 30 Minuten zu spät verlassen	0%	0%	0%
Prozentualer Anteil der Anlieferungen, die die Baustelle im Vergleich zur avisierten Abfahrtszeit weniger als oder gleich 30 Minuten zu spät oder zu früh verlassen	75%	85%	100%

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

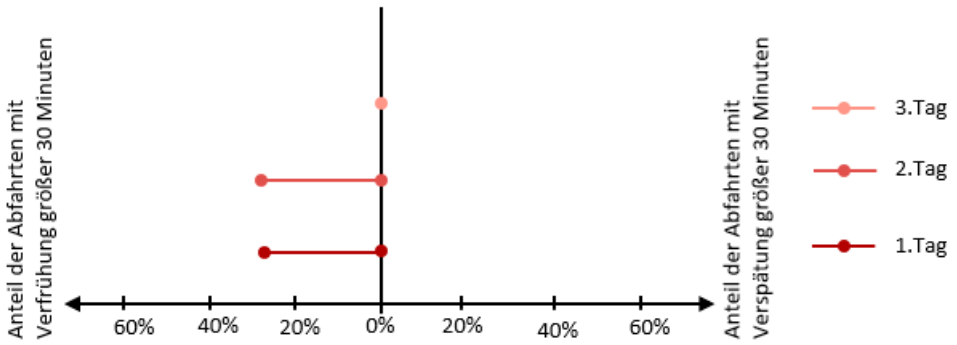


Abbildung 24: Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt D)

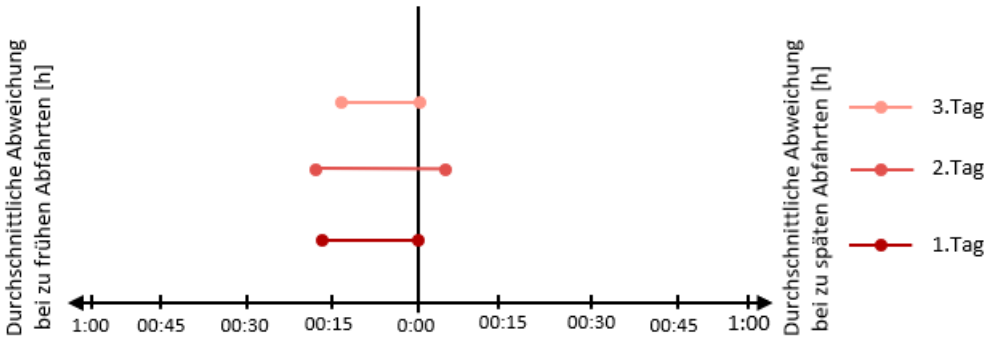


Abbildung 25: Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt D)

Die Tatsächliche und die avisierten Aufenthaltsdauern der einzelnen LKW sind in Tabelle 24-25 dargestellt. Es lässt sich leicht erkennen, dass die tatsächliche Aufenthaltsdauer der einzelnen Lastkraftwagen in den drei Tagen nicht länger war als geplant, sondern die Anlieferungen schneller erfolgt sind. Dies verdeutlicht die Bedeutung eines gut strukturierten Baulogistikprozesses für eine schnelle und reibungslose Materialversorgung jedes einzelnen Lastwagens.

Tabelle 21: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer (Projekt D)

		LKW 1	LKW 2	LKW 3	LKW 4	LKW 5	LKW 6	LKW 7
1. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	00:30 h	01:30 h	02:00 h	00:30 h			
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:20 h	00:29 h	01:10 h	00:25 h			
2. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	01:00 h	00:30 h	01:00 h	01:00 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:40 h	00:40 h	00:23 h	00:44 h	00:10 h	00:14 h	00:43 h
3. Tag	Avisierte Aufenthaltsdauer	01:30 h	00:30 h	00:30 h	00:30 h	01:00 h		
	Tatsächliche Aufenthaltsdauer	01:10 h	00:20 h	00:06 h	00:10 h	00:42 h		

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

Tabelle 22: Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer (Projekt D)

	Erste Tag	Zweite Tag	Dritte Tag
Durchschnittliche avisierte Aufenthaltsdauer	01:12 h	00:43 h	00:48 h
Durchschnittliche tatsächliche Aufenthaltsdauer	00:36 h	00:31 h	00:30 h
Prozentualer Anteil an Transporten, die die avisierte Aufenthaltsdauer überschreiten	0%	0%	0%
Prozentualer Anteil an Transporten, die schneller als die avisierte Aufenthaltsdauer abgewickelt weden	100%	100%	100%

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

5.3 CO2-Einsparung im Rahmen der Versorgungslogistik

Im Rahmen der Baulogistik werden verschiedene organisatorische Dienstleistungen wie Planung, Organisation und Durchführung logistischer Prozesse erbracht. Daher ist die Einrichtung einer spezialisierten Baulogistikabteilung in jedem Bauunternehmen eine gute Möglichkeit, CO2 einzusparen. Durch den Einsatz von Online-Avisierungssystemen können Materiallieferungen und Abfallentsorgungen zeitnah organisiert werden, wenn jeder Anlieferung eine bestimmtes Zeitfenster zugewiesen wird, dann können Engpässe auf der Baustelle vermieden und unnötige Wartezeiten reduziert und somit der Kraftstoffverbrauch und der CO2 Ausstoß reduziert werden.

Bei großen Bauprojekten, bei denen kein spezieller Baulogistikprozess implementiert ist, stehen manchmal nicht genügend Parkplätze für Lieferfahrzeuge zur Verfügung und die Ladeflächen sind belegt, was zu vermeidbaren CO2-Emissionen führt.

In diesem Abschnitt werden die CO2 -Emissionen während unnötiger Wartezeiten aufgrund mangelnder Koordination zwischen den Transporten im Tagesverlauf berechnet. Die Menge des während unnötiger Wartezeiten emittierten CO2 -Emissionen wird nachfolgender Gleichung berechnet:

CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit (kg) =

Unnötige Warte Zeiten (h) * Verbrauch im Stand im Leerlauf (L) * Emissionsfaktor für Diesel (kg)

Der Kraftstoffverbrauch pro Stunde im Leerlauf bei stehendem Fahrzeug hängt vom Fahrzeugtyp ab und ist in Tabelle 26 angegeben.

Tabelle 23: Kraftstoffverbrauch im Leerlauf[57]

Fahrzeugtyp	Verbrauch l/100 km	Verbrauch im Stand im Leerlauf
PKW	7 (Diesel) 10 (Benzin)	1
PKW 3,5 t (z.B. ELW, MTF)	10 - 15	1,5
LKW 7,5 t (z.B. MLF)	15 - 25	2
LKW ca. 14 t (z.B. (H)LF)	25 - 40	3
schwerere LKW	bis zu 50	-

[57] (ziehr, 2018)

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

Der Wert des Emissionsfaktors für Dieselkraftstoff kann je nach spezifischem Dieselkraftstoff und den Umweltbedingungen variieren. In dieser Diplomarbeit wird von einem Emissionsfaktor von 2,68 kg pro Liter ausgegangen[58].

5.3.1 PROJEKT A

Die im Rahmen des Projekts A erhobenen Daten bzw. Ankunfts- und Abfahrtszeiten werden in Form von Datenbalken dargestellt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass während der Datenerhebung in der Ausbau Phase nur zwei Ladezonen zur Verfügung standen, zeigen die Diagramme, dass viele Anlieferungen gleichzeitig auf der Baustelle angekommen sind. Beispielsweise haben sich im letzten Viertel der ersten Stunde fünf Lkw gleichzeitig überschnitten, was zu einer Überlastung der Baustelleneinfahrt und einer Blockierung der Entladezone geführt hat. Dadurch sind unnötige Wartezeiten entstanden, die zu einem erhöhten CO2-Ausstoß geführt haben.

Tabelle 24: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt A)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
1.Tag	1	09:13:00	10:15:00	SLKW	0,00	0,00
	2	09:05:00	09:29:00	LLKW	0,00	0,00
	3	09:07:00	10:00:00	SLKW	22,00	2,95
	4	09:15:00	10:15:00	SLKW	45,00	6,03
	5	09:55:00	10:36:00	LLKW	20,00	1,34
	6	09:32:00	10:51:00	LLKW	43,00	2,88
	7	10:45:00	11:05:00	LLKW	12,00	0,80
	8	10:32:00	11:10:00	SLKW	19,00	2,55
	9	11:00:00	11:16:00	LLKW	5,00	0,34
	10	11:20:00	12:11:00	SLKW	0,00	0,00
	11	11:25:00	12:04:00	SLKW	0,00	0,00
					Summe =	**16,88**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
2	15	15	15	15							
10	14										
8	15	15	15								
	15	15	15	15							
			5	15	15	6					
		13	15	15	15	15	6				
							15	5			
						13	15	10			
								15	[illegible]		
									10	15	15
									5	15	15

[58] (Weigl, 2024)

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

Tabelle 25: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt A)

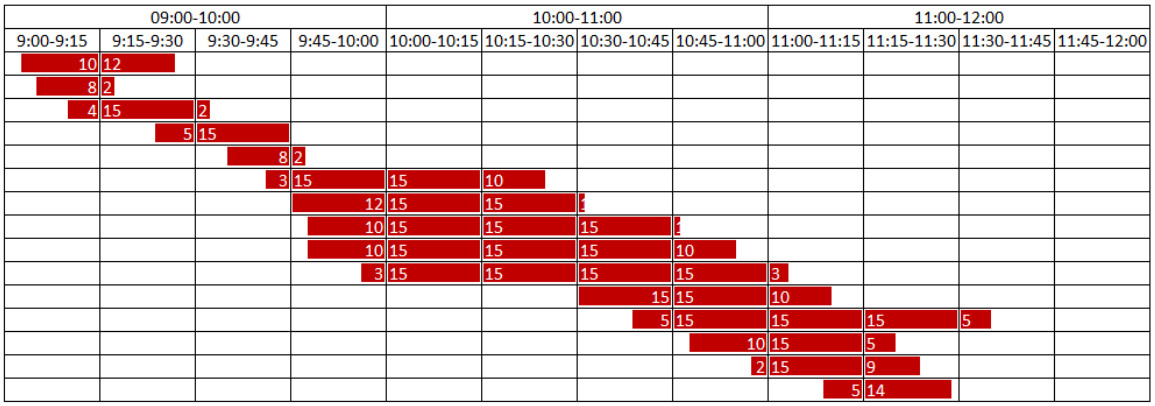
	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
2.Tag	1	09:02:00	09:20:00	LLKW	0,00	0,00
	2	09:05:00	09:30:00	LLKW	0,00	0,00
	3	09:14:00	09:33:00	SLKW	6,00	0,80
	4	09:20:00	09:37:00	LLKW	10,00	0,67
	5	09:20:00	09:48:00	SLKW	13,00	1,74
	6	09:30:00	09:42:00	LLKW	5,00	0,34
	7	09:36:00	10:54:00	LLKW	0,00	0,00
	8	09:40:00	10:08:00	LLKW	6,00	0,40
	9	10:00:00	11:25:00	LLKW	8,00	0,54
	10	10:17:00	11:13:00	SLKW	8,00	1,07
	11	10:34:00	11:44:00	LLKW	37,00	2,48
	12	10:38:00	11:21:00	SLKW	35,00	4,69
	13	11:00:00	12:05:00	LLKW	21,00	1,41
	14	11:06:00	11:56:00	LLKW	38,00	2,55
	15	11:40:00	12:17:00	LLKW	16,00	1,07
	16	11:45:00	12:21:00	SLKW	4,00	0,54
					Summe =	18,29

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
13	5										
10	15										
1	15	3									
	10	7									
	10	15	3								
		12									
		9	15	15	15	15	9				
		5	15	8							
				15	15	15	15	15	10		
					13	15	15	13			
						11	15	15	15	14	
						7	15	15	6		
								15	15	15	15
								9	15	15	11
										5	15
											15

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

Tabelle 26: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt A)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
3.Tag	1	09:05:00	09:27:00	SLKW	0	0,00
	2	09:07:00	09:17:00	LLKW	0	0,00
	3	09:11:00	09:32:00	LLKW	6	0,40
	4	09:25:00	09:45:00	LLKW	2	0,13
	5	09:37:00	09:47:00	LLKW	3	0,20
	6	09:42:00	10:25:00	SLKW	0	0,00
	7	09:48:00	10:31:00	LLKW	0	0,00
	8	09:50:00	10:46:00	LLKW	35	2,35
	9	09:50:00	10:55:00	LLKW	41	2,75
	10	09:57:00	11:03:00	SLKW	49	3,28
	11	10:30:00	11:10:00	SLKW	25	3,35
	12	10:40:00	11:35:00	SLKW	23	3,08
	13	10:50:00	11:20:00	SLKW	20	2,68
	14	10:58:00	11:24:00	LLKW	22	1,47
	15	11:10:00	11:29:00	LLKW	14	0,94
					Summe =	20,64



Die Tabellen 25-27 bieten einen Überblick über die unnötigen Wartezeiten aufgrund fehlender Koordination, die während der unnötigen Wartezeiten verursachten CO2-Emissionen, sowie die Nutzlast jedes LKWs, um die Menge des ausgestoßenen CO2 berechnen zu können.

Aufgrund des nicht vorhandenen Online-Avisierungssystems in diesem Projekt zur Organisation der Materialversorgung wurde festgestellt, dass die meisten Anlieferungen aufgrund gleichzeitig ankommender LKWs und mangelnder Koordination zwischen den LKWs eine Wartezeit von bis zu einer Stunde in Kauf nehmen mussten, bevor sie abladen konnten.

Die Ergebnisse zeigen, dass am ersten Tag 7 von 11 LKWs während der dreistündigen Arbeitszeit gewartet haben und durch diese verlorene Zeit ca. 16 kg CO2 ausgestoßen wurden.

Am zweiten Tag konnten nur 3 von 16 LKWs direkt abladen, während die anderen LKWs warten mussten, so dass der gesamte Zeitverlust ca. 3 Stunden und 45 Minuten betrug, was zu einem Ausstoß von ca. 18 kg in dieser verlorenen Zeit geführt hat.

Am dritten Tag warteten die meisten LKWs insgesamt vier Stunden, was etwa 20 kg CO2 verursacht hat.

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

Nach der Rücksprache mit Fachstellen für Nachhaltigkeit wie dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie wurde bestätigt, dass die Einsparung dieser Menge CO2 wertvoll ist. Siehe Anhang A.

5.3.2 PROJEKT B

Die Daten von Ankunfts- sowie Abfahrtszeiten, die im Rahmen diesess Projekts erhoben wurden, werden in Form von Datenbalken dargestellt. Während der Datenerhebung standen nur zwei Ladezonen zur Verfügung. Die Diagramme zeigen, dass sich aufgrund der Online-Avis-Systeme nicht mehr als zwei Anlieferungen gleichzeitig auf der Baustelle befunden haben, mit Ausnahme einer Lieferung, die nur 5 Minuten gewartet hat. Aufgrund der Online-Avisierung und der aufeinander folgenden, nicht überschneidenden, Zeitfenstervergabe, konnte ein koordinierter Entladeprozess sichergestellt werden.

Tabelle 27: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt B)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
1.Tag	1	09:50:00	10:09:00	LLKW	0,00	0,00
	2	10:00:00	10:14:00	LLKW	0,00	0,00
	3	10:10:00	10:32:00	LLKW	0,00	0,00
	4	10:17:00	10:37:00	SLKW	0,00	0,00
	5	10:56:00	11:08:00	SLKW	0,00	0,00
	6	10:56:00	11:09:00	LLKW	0,00	0,00
	7	11:15:00	11:22:00	LLKW	0,00	0,00
	8	11:43:00	11:55:00	SLKW	0,00	0,00
					Summe =	**0,00**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
			10	9							
				14							
				5	15	2					
					13	7					
							4	8			
							4	9			
									7		
										2	10

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

Tabelle 28: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt B)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
2.Tag	1	09:02:00	09:16:00	LLKW	0,00	0,00
	2	09:05:00	09:30:00	SLKW	0,00	0,00
	3	09:13:00	09:35:00	SLKW	3,00	0,40
	4	09:40:00	09:51:00	LLKW	0,00	0,00
	5	10:00:00	10:21:00	SLKW	0,00	0,00
	6	10:15:00	10:35:00	LLKW	0,00	0,00
	7	10:40:00	11:15:00	SLKW	0,00	0,00
	8	11:10:00	11:56:00	SLKW	0,00	0,00
	9	11:25:00	11:40:00	LLKW	0,00	0,00
					Summe =	**0,40**

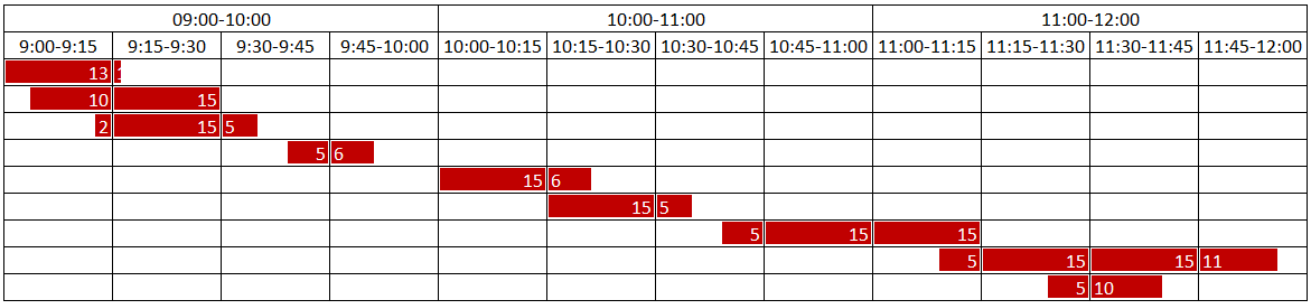
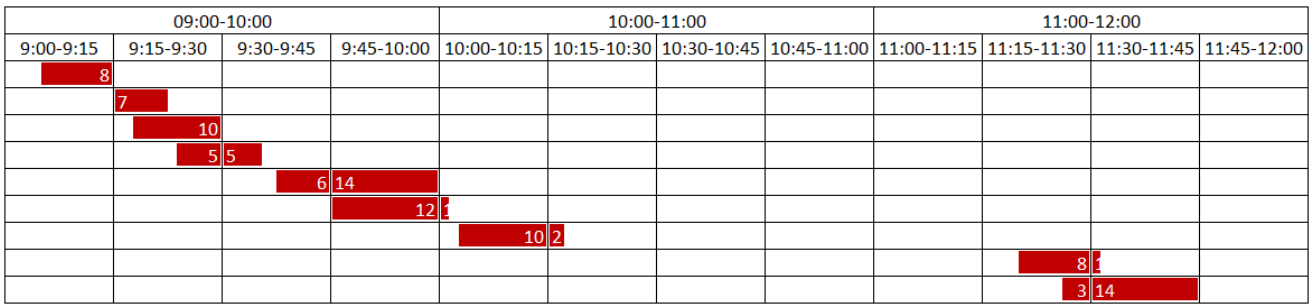


Tabelle 29: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt B)

	LKW-Typ	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
3.Tag	1	09:07:00	09:15:00	LLKW	0,00	0,00
	2	09:15:00	09:22:00	SLKW	0,00	0,00
	3	09:20:00	09:30:00	LLKW	0,00	0,00
	4	09:25:00	09:35:00	SLKW	0,00	0,00
	5	09:39:00	09:59:00	LLKW	0,00	0,00
	6	09:48:00	10:01:00	SLKW	0,00	0,00
	7	10:05:00	10:17:00	LLKW	0,00	0,00
	8	11:22:00	11:31:00	SLKW	0,00	0,00
	9	11:27:00	11:44:00	LLKW	0,00	0,00
					Summe =	**0,00**



Die Ergebnisse zeigen, dass kein LKW am ersten und dritten Tag warten musste, wobei zwei Ladezonen zur Verfügung standen. Somit entfällt die unnötige Wartezeit für jeden LKW und der CO2-Ausstoß während der Wartezeit ist gleich Null.

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

Am zweiten Tag musste nur der dritte LKW 3 Minuten warten, um mit dem Entladen zu beginnen. Dadurch wurde eine Menge von 0,4 kg an vermeidbaren Emissionen verursacht.

Die Zuteilung von Zeitfenstern durch Online-Avisierungssysteme hat dazu beigetragen, die Menge an unnötigem CO2 zu reduzieren, da während einer dreistündigen Arbeitszeit auf der Baustelle unnötige Wartezeiten nicht mehr als 3 Minuten gedauert haben und die Menge an CO2 in diesem Zeitraum nicht mehr als 0,4 kg betragen hat.

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

5.3.3 PROJEKT C

Analog zu den vorherigen Projekten wurden relevante Daten für dieses Projekt erhoben. Die Datenerhebung dauerte drei Stunden und über einen Zeitraum von drei Tagen, wobei die Daten ebenso in Form von Balkendiagrammen dargestellt wurden, um die Ermittlung von überlappenden Anlieferungen, deren unnötige Zeit und die daraus resultierenden CO2-Emissionen zu vereinfachen. Das Projekt befindet sich derzeit in der Rohbauphase, in der nur zwei Ladezonen zur Verfügung stehen.

Tabelle 30: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (PROJEKT C)

		LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
1.Tag	Ladezone 1	1	09:03:00	09:50:00	SLKW	0	0,00
		2	09:15:00	10:05:00	SLKW	35	4,69
		3	09:24:00	10:15:00	LLKW	41	2,75
		4	10:00:00	10:35:00	LLKW	15	1,01
		5	10:40:00	11:23:00	LLKW	0	0,00
	Ladezone 2	BM 1	09:00:00	09:34:00	BM	0	0,00
		BM 2	09:01:00	10:05:00	BM	33	4,42
		BM 3	09:02:00	10:35:00	BM	63	8,44
		BM 4	09:02:00	11:02:00	BM	93	12,46
		BM 5	10:10:00	11:25:00	BM	52	6,97
		BM 6	10:20:00	11:47:00	BM	65	8,71
		BM 7	10:40:00	ab 12:00:00	BM	67	8,98
		BM 8	10:40:00	ab 12:00:00	BM	67	8,98
						Summe =	**67,40**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
12	15	15	5								
	15	15	15	5							
	6	15	15	15							
				15	15	5					
						5	15	15	8		
15	15	4									
14	15	15	15	5							
13	15	15	15	15	15	5					
13	15	15	15	15	15	15	15	2			
				5	15	15	15	15	10		
					10	15	15	15	15	15	2
						5	15	15	15	15	15
						5	15	15	15	15	15

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

Tabelle 31: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (PROJEKTC)

		LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
2.Tag	Ladezone 1	1	09:10:00	09:40:00	LLKW	0	0,00
		2	09:20:00	10:11:00	SLKW	20	2,68
		3	09:32:00	10:15:25	SLKW	39	5,23
		4	10:00:00	10:35:00	LLKW	15	1,01
		5	10:10:00	10:59:00	SLKW	25	3,35
		6	11:05:00	11:33:00	LLKW	0	0,00
	Ladezone 2	BM 1	09:05:00	09:46:00	BM	0	0,00
		BM 2	09:07:00	10:25:00	BM	39	5,23
		BM 3	09:07:00	11:07:00	BM	78	10,45
		BM 4	10:30:00	11:42:00	BM	37	4,96
		BM 5	10:30:00	ab 12:00:00	BM	72	9,65
						Summe =	**42,55**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
5	15	5									
	10	15	15	11							
		2	15	15							
				15	15	5					
				5	15	15	14				
								10	15	3	
10	15	15	1								
8	15	15	15	15	10						
8	15	15	15	15	15	15	15	7			
						15	15	15	15	12	
						15	15	15	15	15	15

Tabelle 32: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (PROJEKT C)

		LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
3.Tag	Ladezone 1	1	09:16:00	09:57:00	SLKW	0	0,00
		2	09:32:00	10:15:00	SLKW	25	3,35
		3	10:04:00	10:44:00	LLKW	11	0,74
	Ladezone 2	BM 1	vor 09:00:00	09:20:00	BM	0	0,00
		BM 2	vor 09:00:00	10:05:00	BM	20	2,68
		BM 3	vor 09:00:00	10:35:00	BM	65	8,71
		BM 4	vor 09:00:00	11:02:00	BM	95	12,73
		BM 5	10:10:00	11:50:00	BM	52	6,97
		BM 6	10:10:00	ab 12:00:00	BM	100	13,40
		BM 7	11:15:00	ab 12:00:00	BM	45	6,03
						Summe =	**54,61**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
	14	15	12								
		13	15	15							
				11	15	14					
15	5			15	15	5					
15	15	15	15	5							
15	15	15	15	15	15	5					
15	15	15	15	15	15	15	15	2			
				5	15	15	15	15	15	15	5
				5	15	15	15	15	15	15	15
									15	15	15

Die Tabellen 31 - 33 zeigen, in welchem Umfang eine unkoordinierte Materiallieferung zu den CO2 - Emissionen beiträgt. So befanden sich z.B. für die Betonage ca. 4 Betonmischer gleichzeitig im Umfeld der Baustelle, zeitweise sogar 5. Dadurch verdoppelten sich die vermeidbaren CO2-Emissionen, da die Betonmischer teilweise bis zu 1,5 Stunden warten mussten, bis sie an der Reihe den Beton zu entladen.

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

Die Ergebnisse zeigen, dass an den drei Tagen die meisten LKWs und fast alle Betonmischer lange warten mussten. Dies führte zu einem durchschnittlichen CO2-Ausstoß von 54,8 kg pro drei Arbeitsstunden.

5.3.4 PROJEKT D

Bei diesem Projekt gab es dank der Online-Avisierung während des Erhebungszeitraums keine Überschneidungen bei den Anlieferungen. Die einzige Ausnahme war eine Anlieferung, die 4 Minuten gedauert hat. Insgesamt waren an den drei Tagen zwei Ladezonen vorhanden.

Im Vergleich zum Projekt C ist es auch beim Betonieren nicht vorgekommen, dass zwei Betonmischer gleichzeitig gekommen sind. Es war immer genügend Zeit dazwischen, was sich auf die errechnete Menge an vermeidbarem CO2 ausgewirkt hat.

Betrachtet man die Tabellen 34-36 stellen die Online-Avisierungssysteme ihre Rolle bei der Koordination der Materiallieferungen erneut unter Beweis. Sie ermöglichen die Aufteilung der Anlieferungszeiten, um unnötige Wartezeiten zu reduzieren und damit den CO2-Ausstoß so gering wie möglich zu halten. Am ersten Tag wurden innerhalb von 3 Stunden 0,27 kg CO2 unnötig ausgestoßen. An den folgenden Tagen wurden keine vermeidbaren CO2-Emissionen mehr registriert.

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

Tabelle 33: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt D)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
1.Tag	1	09:00:00	09:20:00	SLKW	0,00	0,00
	2	10:11:00	10:40:00	SLKW	0,00	0,00
	3	11:20:00	12:30:00	SLKW	0,00	0,00
	4	11:30:00	11:55:00	LLKW	0,00	0,00
	5	11:51:00	11:59:00	LLKW	4,00	0,27
					Summe =	**0,27**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
15	5										
				4	15	10					
									10	15	15
										15	10
											8

Tabelle 34: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt D)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
2.Tag	1	09:05:00	09:45:00	SLKW	0,00	0,00
	2	09:50:00	10:30:00	SLKW	0,00	0,00
	3	10:17:00	10:40:00	SLKW	0,00	0,00
	4	10:37:00	11:21:00	SLKW	0,00	0,00
	5	10:58:00	11:08:00	LLKW	0,00	0,00
	6	11:11:00	11:25:00	LLKW	0,00	0,00
	7	11:22:00	12:05:00	SLKW	0,00	0,00
					Summe =	**0,00**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
10	15	15									
			10	15	15						
					13	10					
						8	15	15	6		
							2	8			
								4	10		
									8	15	15

Tabelle 35: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt D)

	LKW	Einfahrtzeit	Ausfahrtzeit	LKW-Nutzlast	Unnötige Warte Zeiten (Min)	CO2-Ausstoß während der unnötigen Wartezeit kg
3.Tag	1	09:30:00	10:40:00	SLKW	0,00	0,00
	2	09:40:00	10:00:00	LLKW	0,00	0,00
	3	10:39:00	10:45:00	LLKW	0,00	0,00
	4	10:52:00	11:02:00	LLKW	0,00	0,00
	5	11:48:00	12:30:00	SLKW	0,00	0,00
					Summe =	**0,00**

09:00-10:00				10:00-11:00				11:00-12:00			
9:00-9:15	9:15-9:30	9:30-9:45	9:45-10:00	10:00-10:15	10:15-10:30	10:30-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15	11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00
		15	15	15	15	10					
		5	15								
						6					
							8	2			
											12

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

5.4 Verkehrsbelastungsanalyse im Umfeld von Großbaustellen

Die Analyse der Verkehrsbelastung im Umfeld von Großbaustellen ist ein wesentlicher Bestandteil eines effektiven Bauprojektmanagements. Dadurch können die möglichen Auswirkungen auf den Verkehrsfluss und die anliegende Infrastruktur ermittelt werden.

Gelegentlich werden Teile des öffentlichen Straßennetzes für die Baustellen in Anspruch genommen, z.B. für das Aufstellen der erforderlichen Einrichtungen wie Absperrungen und Schutzzäune. Dies hat zwar Auswirkungen auf den Verkehrsfluss, gleichzeitig kann aber auch die gleichzeitige Anwesenheit einer großen Anzahl von Lieferfahrzeugen zu einer erheblichen Störung des Verkehrsflusses beitragen. Auch Warteraum ist nicht bei allen Baustellen vorgesehen, was zu Problemen führen kann. Es kann vorkommen, dass Lieferfahrzeuge auf öffentlichen Parkplätzen oder Straßen außerhalb der Baustelle warten müssen, insbesondere in stark urbanisierten Gebieten wie Wien. Aus diesem Grund ist die Sicherstellung einer organisierten Materialversorgung wichtig, was durch die Anwendung nachhaltiger Logistikstrategien im Bausektor möglich sein kann.

Online-Visualisierungssysteme, die im Kontext der Baulogistik zur Verfügung gestellt werden, können dazu beitragen, Verkehrsbehinderungen im Umfeld der Baustelle zu reduzieren, indem jedem Lieferanten konkrete Zeitfenster zugewiesen werden. In diesem Abschnitt werden die Verkehrsbelastungen im Umfeld ausgewählter Großbaustellen sowohl für Projekte mit als auch ohne baulogistische Prozesse analysiert, um die durch diese Baustellen verursachten Verkehrsbelastungen zu ermitteln.

Für die Analyse des Verkehrsflusses in den Projekten A und B wird die Spot Speed Study verwendet, es ist eine wichtige Methode zur Bestimmung der momentanen Geschwindigkeit von Fahrzeugen an einem bestimmten Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt. Spot Speed Study wird durchgeführt, um die Geschwindigkeitsverteilung einer Stichprobe von Fahrzeugen im Verkehrsfluss an einem bestimmten Ort abzuschätzen. Die Fahrzeuggeschwindigkeit ist definiert als die Geschwindigkeit, mit der sich ein Fahrzeug fortbewegt, und wird normalerweise Kilometern pro Stunde (km/h) ausgedrückt. Die in dieser Studie ermittelten Geschwindigkeitskennwerte gelten nur für die zum Zeitpunkt der Studie herrschenden Verkehrs- und Umweltbedingungen. Es wird empfohlen, die Untersuchung bei fließendem Verkehr, in der Regel außerhalb der Hauptverkehrszeiten, durchzuführen.

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

Die momentanen Geschwindigkeiten von Fahrzeugen können mit Messgeräten wie Road Detectors, Radar-Based Traffic Sensors, Electronic-Principle Detectors oder manuell mit Stop-watch gemessen werden, sodass die benötigte Zeit jedes Fahrzeug, um sich zwischen zwei bestimmten Punkten zu bewegen, ermittelt werden. Siehe Abbildung 26.

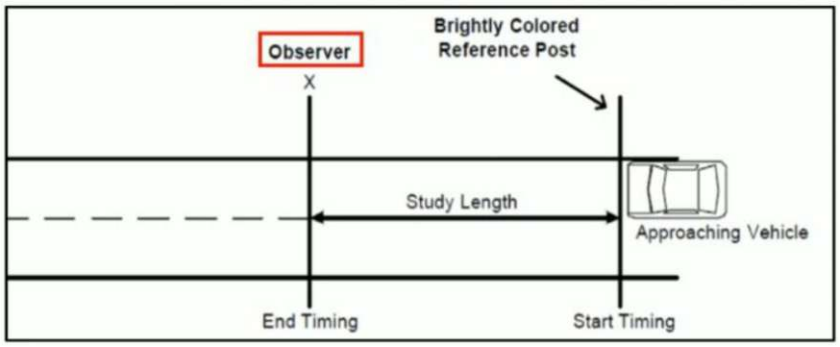


Abbildung 26: Messung der Momentangeschwindigkeit der Fahrzeuge

Für die Analyse wird ein Straßenquerschnitt ausgewählt, in dem sich die Baustellenzufahrten befinden. Diese Daten werden dann ausgewertet, um das Geschwindigkeitsverhalten, wie z.B. die Durchschnittsgeschwindigkeit und die Geschwindigkeitsverteilung zu ermitteln.

Zunächst wird die Momentangeschwindigkeit jedes Fahrzeugs auf dem befahrenen Streckenabschnitt berechnet. Anschließend werden die Momentangeschwindigkeitsdaten analysiert, indem Geschwindigkeitsklassen und -häufigkeiten gebildet werden.

Diese Daten sind die Grundlage für die Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit für eine Stichprobe von Fahrzeugen nachfolgender Gleichung:

$$\bar{u} = \frac{\Sigma fiui}{\Sigma fi}$$

$\bar{u}$ = Arithmetisches Mittel

fi = Anzahl der Beobachtungen in jeder Geschwindigkeitsgruppe

ui = Mittelwert für die i-te Geschwindigkeitsgruppe

Die Daten werden dann dahingehend ausgewertet, dass eine niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeit auf eine Überlastung dieser Straße hinweist und es muss festgestellt werden, ob diese Überlastung auf eine Häufung von Anlieferungen im öffentlichen Straßenraum aufgrund der Baustelle oder auf andere Gründe zurückzuführen ist.

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

Da das Verkehrsaufkommen auf den Zufahrtsstraßen zu den Baustellen C und D gering ist, wird hier eine Befragung von LKW-Fahrern und Anrainern durchgeführt.
Weiters werden diese Straßen beobachtet, um festzustellen, ob Anlieferungen aufgrund von Engpässen auf der Baustelle im öffentlichen Straßenraum warten müssen.

5.4.1 PROJEKT A

Zur Analyse der Verkehrsbelastung durch die Baustelle A wird eine einstündige Videoaufzeichnung des Verkehrs auf der Angererstraße, 1210 Wien durchgeführt. Die Daten werden mit der Methode „Spot Speed Study“ ausgewertet. Im Rahmen dieses Projekts wurde die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der ersten und zweiten Fahrspur der Straße neben das Bauvorhaben auf der Grundlage einer Stichprobe von 25 Fahrzeugen berechnet, wobei zwischen zwei Fällen unterschieden wurde. Im ersten Fall gab es mehrere Anlieferungen innerhalb von 15 Minuten, darunter ein SLKW, der an einer Stelle geparkt war, die für seine Größe nicht geeignet war, und am Anfang der Straße war auch ein LKW-Kran, der an den Fassaden gearbeitet hat und in der Nähe der Einfahrt angehalten, der aufgrund von Materialanlieferungen im Ladebereich außerhalb der Baustelle bleiben musste, um von außen arbeiten zu können, siehe Abbildung 35.

Abbildung 27: erster Fall im Projekt A mit Verkehrsbelastung

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

Der zweite Fall tritt ein, nachdem dieser SLKW seinen Stellplatz verlassen hat. Die Straße hat keine Anlieferungen mehr, nur der Autokran am Ende der Straße, siehe Abbildung 36.

Abbildung 28: zweiter Fall im Projekt A ohne Verkehrsbelastung

Fallstudie 1: Im ersten Fall beträgt das Verkehrsaufkommen während der 15 Minuten ca. 172 Fahrzeuge, was einem Verkehrsaufkommen von 11 Fahrzeugen/Minute entspricht. Die momentanen Geschwindigkeiten der untersuchten Fahrzeuge wurden dann berechnet, während sie eine Strecke von 50 Metern zurückgelegt haben.

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

Tabelle 36: Erster Fall Momentan Geschwindigkeiten einer Stichprobe von 25 Fahrzeugen im Projekt A

Fahrzeug	Abstand(m)	Fahrzeit(s)	Geschwindigkeit (kmh)
1	50	16	11,3
2	50	12	15,0
3	50	14	12,9
4	50	17	10,6
5	50	18	10,0
6	50	18	10,0
7	50	18	10,0
8	50	12	15,0
9	50	14	12,9
10	50	15	12,0
11	50	18	10,0
12	50	16	11,3
13	50	14	12,9
14	50	16	11,3
15	50	17	10,6
16	50	16	11,3
17	50	16	11,3
18	50	21	8,6
19	50	23	7,8
20	50	23	7,8
21	50	12	15,0
22	50	14	12,9
23	50	16	11,3
24	50	19	9,5
25	50	21	8,6

In Tabelle 40 werden die Geschwindigkeitsklassen analysiert. Es werden statistische Kennzahlen wie Klassenmittelwert, Frequenz, prozentuale Frequenz und kumulierte prozentuale Frequenz dargestellt. In der ersten Klasse (5.5-10.4) wurde ein Mittelwert von 8 km/h und 9 Fahrzeuge mit einer Häufigkeit von 36% festgestellt. In der zweiten Klasse (10.5-15.4) wurde ein Mittelwert von 13 km/h mit 16 Fahrzeugen und einer Häufigkeit von 64% ermittelt. In den übrigen Klassen wurden keine Fahrzeuge registriert. Die Gesamtzahl der erfassten Fahrzeuge belief sich auf 25 mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 11,2 km/h.

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

Tabelle 37: Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet A

Geschwindigkeitsklasse	Klassenmittelwert	Frequenz	% Frequenz(%Fi)	% Kumulierte Frequenz	(fi*ui)
5.5-10.4	8	9	36	36	72
10.5-15.4	13	16	64	100	208
15.5-20.4	18	0	0	100	0
20.5-25.4	23	0	0	100	0
25.5-30.4	28	0	0	100	0
Gesamt		**25**			0
					280
				Durchschnittsgeschwindigkeit	11,2

Fallstudie 2: Im zweiten Fall beträgt das Verkehrsaufkommen während der 15 Minuten ca. 164 Fahrzeuge, was einem Verkehrsaufkommen von 11 Fahrzeugen/Minute entspricht. Die momentanen Geschwindigkeiten sind in der Tabelle 41 dargestellt.

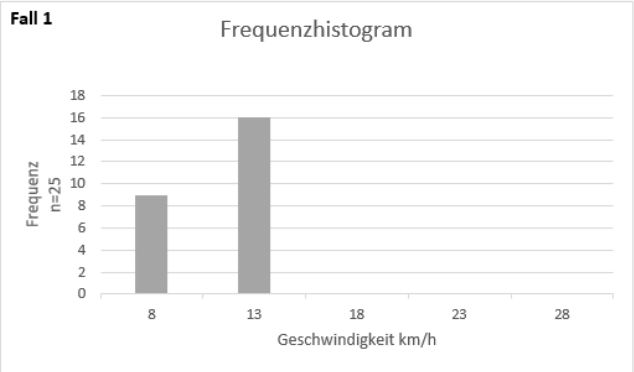
Tabelle 38: Zweiter Fall Momentan Geschwindigkeiten einer Stichprobe von 25 Fahrzeugen im Projekt A

Fahrzeug	Abstand(m)	Fahrzeit(s)	Geschwindigkeit (kmh)
1	50	10	18,0
2	50	12	15,0
3	50	12	15,0
4	50	12	15,0
5	50	11	16,4
6	50	7	25,7
7	50	6	30,0
8	50	10	18,0
9	50	13	13,8
10	50	6	30,0
11	50	6	30,0
12	50	9	20,0
13	50	11	16,4
14	50	10	18,0
15	50	8	22,5
16	50	8	22,5
17	50	10	18,0
18	50	9	20,0
19	50	6	30,0
20	50	9	20,0
21	50	10	18,0
22	50	11	16,4
23	50	12	15,0
24	50	10	18,0
25	50	10	18,0

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

Tabelle 39: Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet A

Geschwindigkeitsklasse	Klassenmittelwert	Frequenz	% Frequenz(%Fi)	% Kumulierte Frequenz	(fi*ui)
5.5-10.4	8	0	0	0	0
10.5-15.4	13	5	20	20	65
15.5-20.4	18	13	52	72	234
20.5-25.4	23	2	8	80	46
25.5-30.4	28	5	20	100	140
Gesamt		**25**			0
					485
				Durchschnittsgeschwindigkeit	19,4



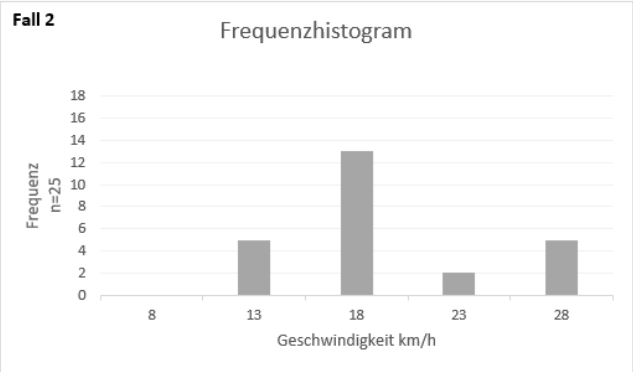


Abbildung 29: Häufigkeitshistogramm der Stichprobe des Projekts A

Die Ergebnisse zeigen, dass im zweiten Fall die Durchschnittsgeschwindigkeit 19,4 km/h beträgt. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeit in diesem Fall etwa doppelt so hoch ist. Dies zeigt, wie stark die Präsenz von Lieferfahrzeugen den Verkehrsfluss auf öffentlichen Straßen beeinflusst und wie wichtig es ist, die Verteilung der Materiallieferungen über den Tag zu planen, ohne sie auf einen bestimmten Zeitraum zu beschränken.

Zusätzlich zu dem Effekt, der durch die Zuordnung bestimmter Straßenabschnitte zu Bauvorhaben entsteht, verlangsamen gelegentlich die Autofahrer beim Anblick von Bauvorhaben und den daran beteiligten Transportmitteln ihre Geschwindigkeit, was dem Prinzip Stau aus dem Nichts ähnelt.

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

5.4.2 PROJEKT B

Zur Analyse der Verkehrsbelastung durch die Baustelle B wird eine einstündige Videoaufzeichnung des Verkehrs auf der Zufahrtsstraße zu der Baustelle durchgeführt. Die Daten werden mit der Methode „Spot Speed Study“ ausgewertet. Die Studie wird mit einer Stichprobe von 50 Fahrzeuge durchgeführt, wobei die Zeit, die jedes Auto für eine bestimmte Strecke von 50 Metern benötigte, gemessen wird. Anschließend werden die momentanen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge berechnet. Siehe Tabelle 43.

Tabelle 40: Momentangeschwindigkeiten einer Stichprobe von 50 Fahrzeugen

Fahrzeug	Abstand(m)	Fahrzeit(s)	Geschwindigkeit (kmh)	Fahrzeug	Abstand(m)	Fahrzeit(s)	Geschwindigkeit (kmh)
1	50	4	45,0	26	50	5	36,0
2	50	10	18,0	27	50	7	25,7
3	50	3	60,0	28	50	4	45,0
4	50	4	45,0	29	50	9	20,0
5	50	4	45,0	30	50	8	22,5
6	50	4	45,0	31	50	9	20,0
7	50	4	45,0	32	50	7	25,7
8	50	13	13,8	33	50	5	36,0
9	50	9	20,0	34	50	5	36,0
10	50	6	30,0	35	50	4	45,0
11	50	3	60,0	36	50	6	30,0
12	50	5	36,0	37	50	4	45,0
13	50	8	22,5	38	50	4	45,0
14	50	5	36,0	39	50	5	36,0
15	50	6	30,0	40	50	7	25,7
16	50	4	45,0	41	50	7	25,7
17	50	4	45,0	42	50	10	18,0
18	50	3	60,0	43	50	14	12,9
19	50	4	45,0	44	50	4	45,0
20	50	5	36,0	45	50	5	36,0
21	50	7	25,7	46	50	9	20,0
22	50	5	36,0	47	50	14	12,9
23	50	6	30,0	48	50	13	13,8
24	50	4	45,0	49	50	5	36,0
25	50	5	36,0	50	50	4	45,0

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

Tabelle 44 zeigt die gebildete Geschwindigkeitsklassen, die für die Analyse der momentanen Geschwindigkeitsdaten verwendet werden. Die Häufigkeitshistogramm (Abb.38) kann durch Darstellung der mittleren Geschwindigkeiten und ihrer Frequenzen erhalten werden.

Tabelle 41: Die Geschwindigkeitsklassen einer Stichprobe von 50 Fahrzeugen

Geschwindigkeitsklasse	Klassenmittelwert	Frequenz
12,5-17,4	15	4
17,5-22,4	20	6
22,5-27,4	25	7
27,5-32,4	30	4
32,5-37,4	35	11
37,5-42,4	40	0
42,5-47,4	45	15
47,5-52,4	50	0
52,5-57,4	55	0
57,5-62,4	60	3
Gesamt		**50**

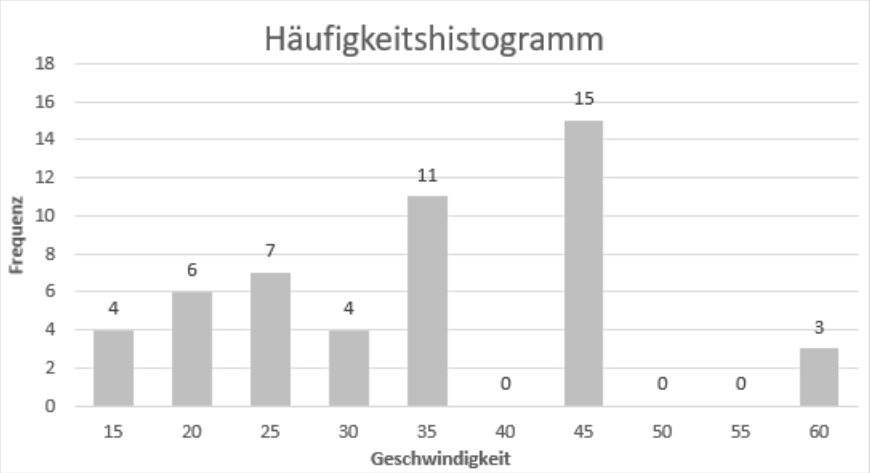


Abbildung 30: Häufigkeitshistogramm der Stichprobe des Projekts B

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

Die berechnete mittlere (oder durchschnittliche) Geschwindigkeit wird verwendet, um den tatsächlichen Mittelwert aller Fahrzeuggeschwindigkeiten an dieser Stelle darzustellen.

Tabelle 42: Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet B

Geschwindigkeitsklasse	Klassenmittelwert ui	Frequenz fi	% Frequenz(%Fi)	% Kumulierte Frequenz	(fi*ui)
12,5-17,4	15	4	8	8	60
17,5-22,4	20	6	12	20	120
22,5-27,4	25	7	14	34	175
27,5-32,4	30	4	8	42	120
32,5-37,4	35	11	22	64	385
37,5-42,4	40	0	0	64	0
42,5-47,4	45	15	30	94	675
47,5-52,4	50	0	0	94	0
52,5-57,4	55	0	0	94	0
57,5-62,4	60	3	6	100	180
Gesamt		**50**			1715
				Durchschnittsgeschwindigkeit	**34,3**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge bei 34 km/h liegt, was in etwa der Durchschnittsgeschwindigkeit auf Wiener Straßen entspricht und darauf hinweist, dass das Projekt den Verkehrsfluss nicht beeinträchtigt hat.

Interessant bei diesem Projekt ist, dass in der finalen Phase, der Mieterausbau, vertraglich nicht mehr an das vorgegebene Logistikkonzept gebunden war. Somit wurde auch das Thema Online-Avisierung für diese Transporte ausgelassen. Dies führte zu massiven Beeinträchtigungen und Herausforderungen. So haben in den letzten Tagen nicht weniger als 3 bis 4 LKWs einer Firma gleichzeitig gewartet, was zu erheblichen Problemen im Verkehrsfluss geführt hat, da sie ein bis zwei Stunden draußen auf der Straße warten mussten, bis Platz zum Abladen frei war oder bis sie von einem Mitarbeiter des Auftraggebers kontaktiert wurden.

Dies ist ein Beispiel dafür, wie Online-Auswahlsysteme dazu beitragen können, das Verkehrsaufkommen in der Nähe von Baustellen zu reduzieren.

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

5.4.3 PROJEKT C

Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens im Verhältnis zur Straßenbreite in der Nähe der Baustelle wurden keine Verkehrsstaus in der Umgebung beobachtet, jedoch einige Verkehrsstörungen, die zu Verkehrsbehinderungen, Chaos und Unannehmlichkeiten führen können.

Aufgrund der großen Anzahl von Betonmischern, die im gleichen Zeitraum an der Baustelle eingetroffen sind, und der unzureichenden Koordinierung zwischen den Betonmischern haben beispielsweise 4 Betonmischer auf der Hauptstraße gewartet (siehe Abbildung 39):

Abbildung 31: Straßenbelastung durch gleichzeitig ankommende Betonmischer (Projekt C)

Das nächste Bild zeigt Verkehrsverstöße durch Betonmischer auf öffentlichen Straßen in der Nähe des Projekts. Die Betonmischer parken direkt vor der Ampel für eine lange Zeit, obwohl kein Bauschild auf der Straße vorhanden ist.

Abbildung 32: Verkehrsverstöße durch vor Ampeln abgestellte Betonmischer (Projekt C)

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

5.5 Online-Umfrage zu Verkehrsbeeinträchtigungen aufgrund ausgewählter Baustellen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Online-Befragung ausgewertet, beschrieben und interpretiert. Es wurden Umfragen auf Baustellen durchgeführt, die Baulogistikprozesse bzw. Online-Avisierungssystem implementieren, sowie auf Baustellen, die keine Baulogistikprozesse implementieren. Die Umfragen richten sich an LKW-Fahrer, die Materialien für das Projekt liefern sowie an die Bewohner des Gebiets in der Nähe des Projekts. Durch die Beschränkung der Teilnehmer auf Personen im Projektgebiet wurde jede Umfrage auf eine Stichprobe von 25 Personen begrenzt. Der Mangel an Deutschkenntnissen der LKW-Fahrer hatte ebenso einen erheblichen Einfluss auf die Größe der Stichprobe.

Die Ergebnisse

Umfrage A: Auf Baustellen mit Implementierung von Online- Avis-Systeme.

Umfrage B: Auf Baustellen ohne Implementierung von Online- Avis-Systeme.

Bei Umfrage A sind etwa zwei Drittel der Stichprobe LKW-Fahrern und ungefähr ein Viertel Anwohner. Weniger als 5% bzw. eine Person arbeitet in der Montage und kommt mit dem eigenen Auto zur Arbeit. Bei Umfrage B setzten sich Teilnehmer zur Hälfte aus LKW-Fahrern und zur anderen Hälfte aus Anwohnern in der Umgebung des Projekts zusammen.

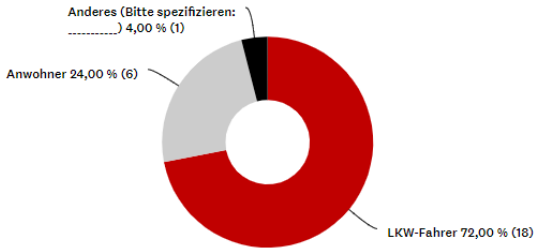


Abbildung 34: Zusammensetzung der Stichprobe der Umfrage A

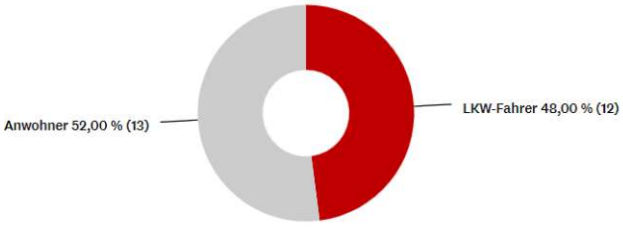


Abbildung 33: Zusammensetzung der Stichprobe der Umfrage B

40% der Umfrageteilnehmer von Umfrage A sind seit 1-5 Jahren in ihrem aktuellen Beruf oder Wohnort aktiv. Jeweils 19% sind seit 5-10 Jahren in ihrer aktuellen Rolle im Zusammenhang mit der Baustelle. In Umfrage B sind etwa ein Drittel seit 1-5 Jahren und 40% seit 5-10 Jahren in ihrer aktuellen Situation.

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

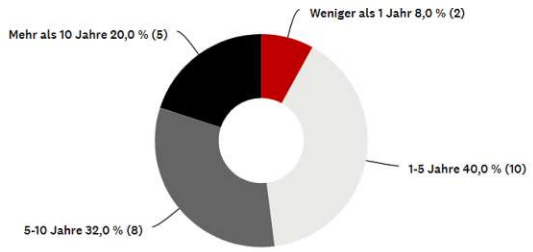


Abbildung 35: Dauer der aktuellen Rolle - Umfrage A

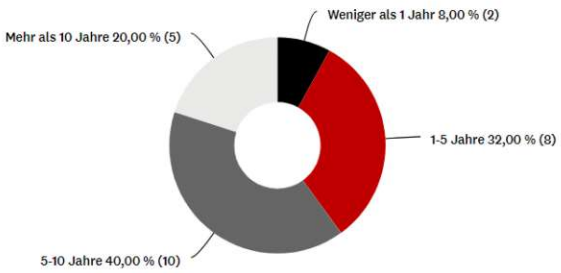


Abbildung 36: Dauer der aktuellen Rolle - Umfrage B

Mehr als die Hälfte der Befragten (52 %) wurden durch den Baustellenverkehr in ihren täglichen Aktivitäten nicht beeinträchtigt. 36 % geben an, dass sie durch die Baustelle wenig beeinträchtigt sind. Weniger als 10% sind damit beeinträchtigt. Alle Teilnehmer der Umfrage B gaben an, dass der Baustellenverkehr Auswirkungen auf ihr Leben und ihre täglichen Aktivitäten hatte.

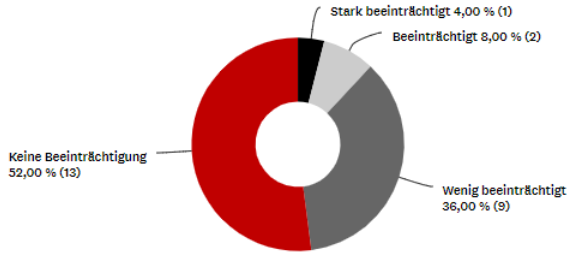


Abbildung 38: Einfluss von Baustellenverkehr auf tägliche Aktivitäten- Umfrage A

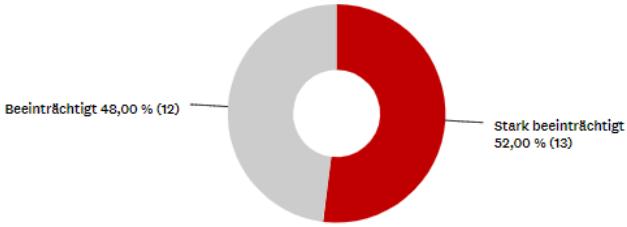


Abbildung 37: Einfluss von Baustellenverkehr auf tägliche Aktivitäten- Umfrage B

Die meisten Befragten (76 %) haben keine Verkehrsprobleme aufgrund der Baustelle, die mit Implementierung der Baulogistik. 20 % hatten Schwierigkeiten bei der Parkplatzsuche. Nur 4 % haben unter Staus zu leiden. Im Vergleich zur Umfrage B hatten 40% der Befragten Probleme mit Parkplatzmangel und ungefähr ein Drittel hatte Stauprobleme.

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

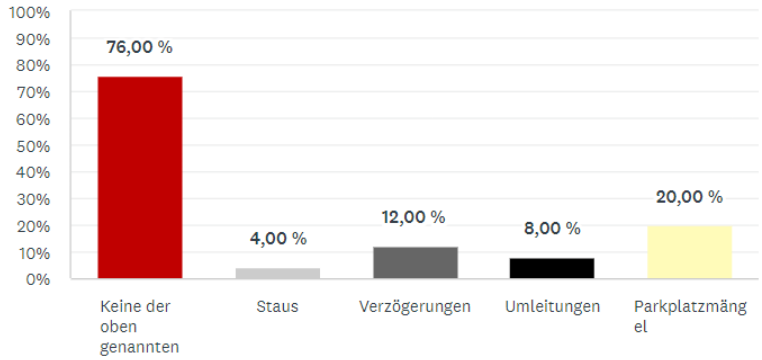


Abbildung 39: Verkehrsbeeinträchtigungen durch die betreffende Baustelle - Umfrage A

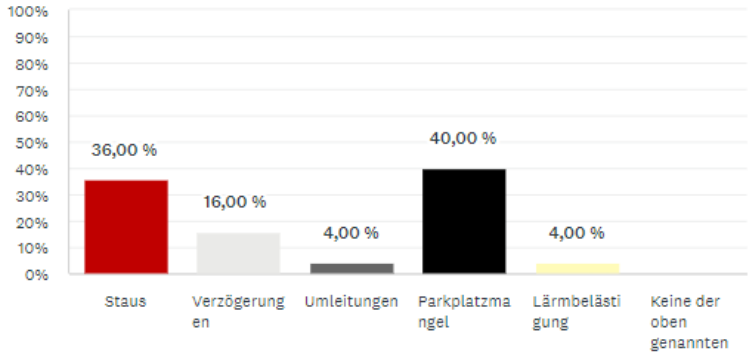


Abbildung 40: Verkehrsbeeinträchtigungen durch die betreffende Baustelle - Umfrage B

Bei der Umfrage A ist für die Mehrheit (88%) der Begriff Baulogistik bekannt, möglicherweise ist der Grund dafür, dass die Lieferanten verpflichtet waren, im Voraus über das Avis-System zu reservieren. Und alle glauben, dass die effiziente Baulogistik bzw. Versorgungslogistik dazu beitragen kann, Verkehrsprobleme durch Baustellen zu reduzieren.

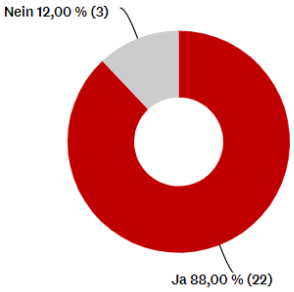


Abbildung 41: Bekanntheit des Begriffs Baulogistik - Umfrage A

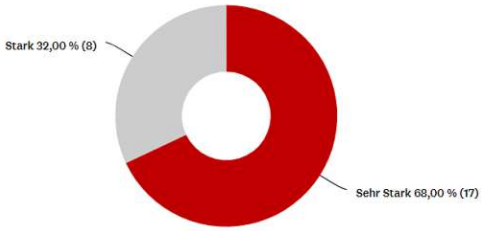


Abbildung 42: Die positiven Auswirkungen der Umsetzung der Baulogistik - Umfrage A

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

Etwa die Hälfte der Teilnehmer an der Befragung B kannte den Begriff "Baulogistik", während 44 % der Teilnehmer angaben, dass ihnen der Begriff "Baulogistik" nicht bekannt ist. Nachdem ihnen erklärt wurde, was Baulogistik ist, waren alle der Meinung, dass Baulogistik auf jeden Fall zur Verkehrsentlastung im Umfeld von Baustellen beitragen kann.

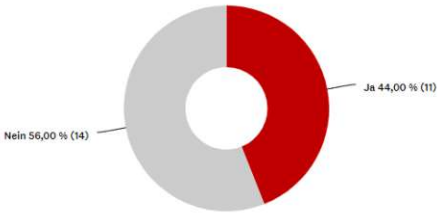


Abbildung 45: Bekanntheit des Begriffs Baulogistik - Umfrage B

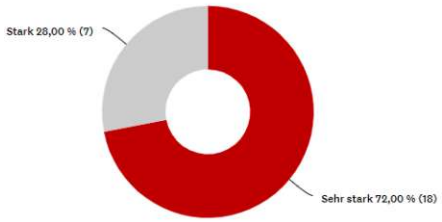


Abbildung 44: Die positiven Auswirkungen der Umsetzung der Baulogistik - Umfrage B

Gemäß Umfrage A haben 55% der befragten Lkw-Fahrer angegeben, dass der Verkehr zur jeweiligen Baustelle ihre Arbeitsleistung kaum beeinflusst. 35% haben keinen Einfluss angegeben und nur etwa 10% fühlten sich beeinträchtigt. Bei Umfrage B haben 42% der Befragten angegeben, dass ihre Arbeitsleistung durch den Verkehr zur Baustelle beeinträchtigt wird, und 58% haben sich durch verschiedene Probleme wie Verspätungen, Parkplatzmangel usw. stark beeinträchtigt gefühlt.

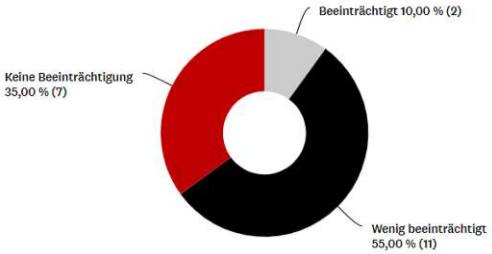


Abbildung 47: Beeinträchtigung der Arbeit von Lkw-Fahrer durch Verkehrsprobleme – Umfrage A

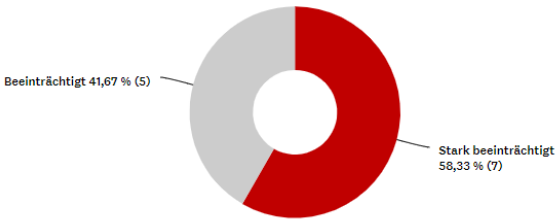


Abbildung 46: Beeinträchtigung der Arbeit von Lkw-Fahrer durch Verkehrsprobleme – Umfrage B

Die Mehrheit der Teilnehmer der Umfrage A hat berichtet, dass der Verkehr in der Nähe des Projekts einen leichten Einfluss auf ihre Lebensqualität hat, und etwa 62% haben eine leichte Veränderung in der Verkehrsdichte und den Verkehrsproblemen zwischen dem Zeitpunkt vor Projektbeginn und der aktuellen Situation festgestellt.

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

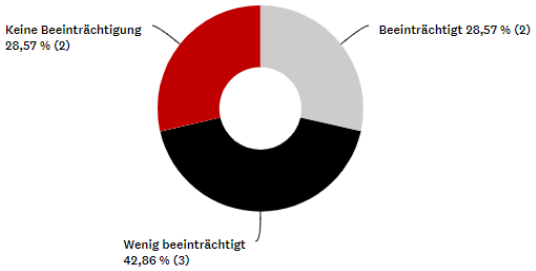


Abbildung 48: Beeinträchtigung der Lebensqualität von Anwohnern durch Baustellenverkehr – Umfrage A

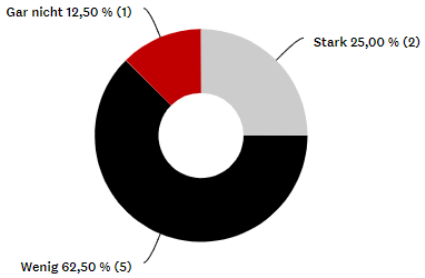


Abbildung 49: Veränderung der Verkehrssituation seit Baubeginn – Umfrage A

Bei Befragung B in der Umgebung von Projekten, die keine organisatorische Versorgungslogistik umsetzen, wurde von den Anwohnern angegeben, dass der Verkehr in der Umgebung des Projektes ihr tägliches Leben stark beeinträchtigt und sie eine deutliche Veränderung der Verkehrsdichte und der Verkehrsprobleme zwischen der Zeit vor Projektbeginn und der aktuellen Situation bemerkt haben.

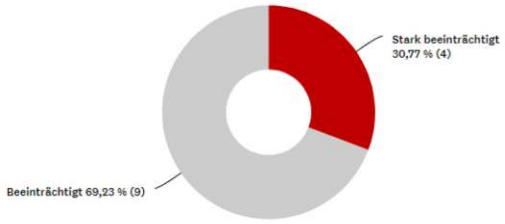


Abbildung 50: Beeinträchtigung der Lebensqualität von Anwohnern durch Baustellenverkehr – Umfrage B

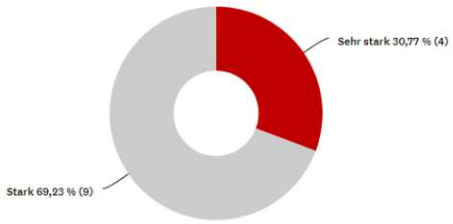


Abbildung 51: Veränderung der Verkehrssituation seit Baubeginn – Umfrage B

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

6. Fazit und Ausblick

Die Untersuchung der Rolle von Online-Avisierung bei der Zeiteinsparung durch optimale Koordination der Materiallieferung liefert wertvolle Einblicke in die Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz und Produktivität von Bauprojekten durch die Reduzierung von Engpässen und Verzögerungen.

Die Ergebnisse sowohl im Projekt A als auch im Projekt C zeigen, dass der unkoordinierte Materiallieferkette zu überlappenden Anlieferungen während eines Arbeitstages und damit zu unnötigen Wartezeiten führt, was wiederum die Bauzeitplanung dem Risiko von Verzögerungen und damit zusätzlichen Kosten. Im Gegensatz dazu haben sich die Avis-Systeme ihre Effizienz bei der Koordination der Materialversorgungsprozesse bei den Projekten B und D erwiesen. Dadurch konnten unnötige Wartezeiten innerhalb des Bauprojekts reduziert werden.

Baulogistikonline Portale helfen dabei, Materiallieferungen pünktlich zu koordinieren. Wenn Lieferungen verspätet eintreffen, muss das Logistikteam schnell handeln, um die Anlieferungen abzuwickeln.

Wenn das Projekt nicht gut organisiert ist, kann es zu Verzögerungen kommen. Zum Beispiel sollte die Trockenbaufirma das Material um 12 Uhr liefern. Die Trockenbauer werden gebeten, fünf Minuten vorher zum LKW zu kommen, um ihr Material abzuholen. Zur gleichen Zeit steht ein anderer LKW im Ladebereich und entlädt das Material, so dass diese Arbeiter gezwungen sind, vergeblich zu warten und gleichzeitig nicht an ihre Arbeit zurückkehren können, da sie nicht genau wissen, wie lange es dauern wird, bis der erste LKW mit dem Entladen fertig ist.

Stehzeiten entstehen also, wenn Personal und Arbeiten aufgrund von Materialverzögerungen oder aus anderen Gründen gestoppt werden müssen. Dies führt zu Verzögerungen bei der Fertigstellung der Baustelle und damit auch bei der Projektlaufzeit.

Diese Verzögerung verursacht verschiedene Arten von Verzögerungskosten. Erstens können direkte Kosten wie Arbeitsstunden und Materialkosten zunehmen, da Ressourcen länger benötigt werden. Zweitens können indirekte Kosten entstehen, wie beispielsweise Mietkosten für Ausrüstung oder Lagerhaltungskosten für Materialien. Darüber hinaus können Verzögerungen zu zusätzlichen Ausgaben führen, um Probleme zu beheben oder unerwartete Herausforderungen zu bewältigen, die während der Verzögerung auftreten können. Zusätzlich können Vertragsstrafen oder finanzielle Sanktionen wegen verspäteter Fertigstellung das Budget belasten. Insgesamt können Kosten durch Projektverzögerungen erheblich steigen, was die Notwendigkeit einer effektiven Zeitplanung und

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

Risikomanagementstrategien unterstreicht.

Auf Basis die bewerteten Daten können die ermittelte Wartezeit monetär abgeschätzt werden. Die Wartezeit für LKWs beträgt maximal 45 Minuten für das Projekt A und maximal 41 Minuten für das Projekt C. Die durchschnittliche Wartezeit für LKWs beträgt 15 Minuten. Diese Wartezeit gilt für alle Anlieferungen mit Ausnahme der Betonmischer, da die Wartezeit der Betonmischer das Betonieren nicht verhindert, sondern die Betonabladungen nacheinander erfolgen.

Unter der Annahme, dass eine Wartezeit von 15 Minuten zu einer durchschnittlichen Verzögerung von nur 3 Minuten pro Firma bzw. Bauelement bei der Beschaffung des benötigten Materials geführt hat, und dass die durchschnittliche Anzahl der Anlieferungen pro Tag 30 LKWs beträgt, bedeutet dies eine tägliche Verzögerung von 90 Minuten.

Die gesamte mögliche Bauverzögerung aufgrund der unorganisierten Versorgungslogistik:

Projekt A = 3 min * 30 LKW * 18 Tag * 80% *26 Mon = 56.16 Tag ≈ 2 Monate

Projekt C = 3 min * 30 LKW * 18 Tag * 80% *24 Mon = 51.84 Tag ≈ 2 Monate

Es ist wichtig zu beachten, dass diese Schätzung nur eine Annäherung ist. Dies ergibt sich aus der Annahme, dass an normalen Freitagen wenig Anlieferungen oder kein Chaos herrscht und dass 20% der Bauzeit eine ruhige Phase darstellen, in der Baustelleneinrichtung, Erdbauarbeiten und das Ende der Rohbauphase stattfinden. Die zusätzlichen Kosten, die durch diese Verzögerung entstehen, können wie in der Tabelle 46 dargestellt geschätzt werden.

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

Tabelle 43: Mehrkosten durch Bauverzögerungen aufgrund unorganisierter Materialversorgungsprozesse

		Anzahl/Projekt A	Anzahl/Projekt C	Kosten/Einheit	Verzögerungsdauer	Projekt A	Projekt C
Lohnkosten	Hochqualifizierte Arbeitnehmer (Hohes Gehalt)	55 Person	55 Person	5500 €/Person/Monat	60	€ 605 000,00	€ 605 000,00
	Facharbeiter (Mittleres Gehalt)	35 Person	20 Person	4000 €/Person/Monat	60	€ 280 000,00	€ 160 000,00
	Ungelernte oder Hilfskräfte (Niedriges Gehalt)	130 Person	50 Person	2500 €/Person/Monat	60	€ 650 000,00	€ 250 000,00
Mietkosten für Ausrüstung und Maschinen	Kran / Autokran	1	1	1000 €/Maschin/Tag	60	€ 60 000,00	€ 60 000,00
	Arbeitsbühnen	6	4	200 €/Maschin/Tag	60	€ 72 000,00	€ 48 000,00
	Innenausbaumaschinen	12	8	100 €/Maschin/Tag	60	€ 72 000,00	€ 48 000,00
	Installationstechnik	15	10	200 €/Maschin/Tag	60	€ 180 000,00	€ 120 000,00
	Qualitätsprüfgeräte	4	2	100 €/Maschin/Tag	60	€ 24 000,00	€ 12 000,00
	Gabelstaplern	2	1	100 €/Maschin/Tag	60	€ 12 000,00	€ 6 000,00
Mehrkosten für Baustelleneinrichtung	Büro/Hochqualifizierte Arbeitnehmer und	22 Cont/4Pers	18 Cont/4Pers	300 €/Cont/Monat	60	€ 13 200,00	€ 10 800,00
	Mannschaftscontianer Personal / Hilfskräfte	16 Cont/8Pers	6 Cont/8Pers	300 €/Cont/Monat	60	€ 9 600,00	€ 3 600,00
Entgangene Mieteinnahmen	Wohnungen	147	165	1000 €/Wohn/Mon	60	€ 294 000,00	€ 330 000,00
	Geschäftslokale	3	-	20000 €/Ge/Mon	60	€ 120 000,00	-
	offenen Bürofläche	1000 m2	5000 m2	15 €/m2	60	€ 30 000,00	€ 150 000,00
	zweigeschossigen Tiefgarage	330 Parkplatz	-	120 €/PZ	60	€ 79 200,00	-
Vertragsstrafen (Pönalen)	0.2% des Auftragswerts pro Tag	€ 37 700 000,00	€ 36 000 000,00	-	60	€ 4 524 000,00	€ 4 320 000,00
Zinsen für Finanzierungen	-	-	-	-	-	-	-
Rechtskosten	-	-	-	-	-	-	-
					Die gesammte zusätzliche kosten	€ 7 025 000,00	€ 6 123 400,00

In Tabelle 46 sind die Kosten aufgeführt, die aufgrund von Bauverzögerungen durch unorganisierte Materialversorgungsprozesse entstehen können. Beim Projekt A haben sich die Mehrkosten auf 7,03 Mio. und beim Projekt C auf 6,12 Mio. belaufen, wobei in der Regel auch Finanzierungszinsen und Rechtskosten anfallen.

Im Fall einer längeren Verzögerung können die zusätzlichen Kosten für die folgenden Monate prognostiziert werden. Siehe Abbildung 51-52:

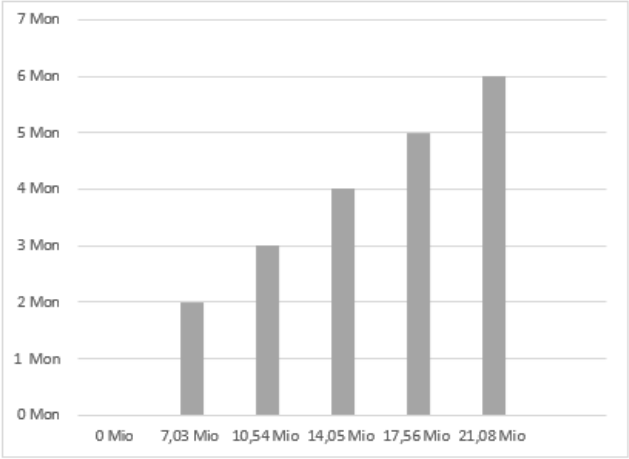


Abbildung 52: Die voraussichtlichen Kosten für den Fall einer längeren Verzögerung (Projekt A)

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

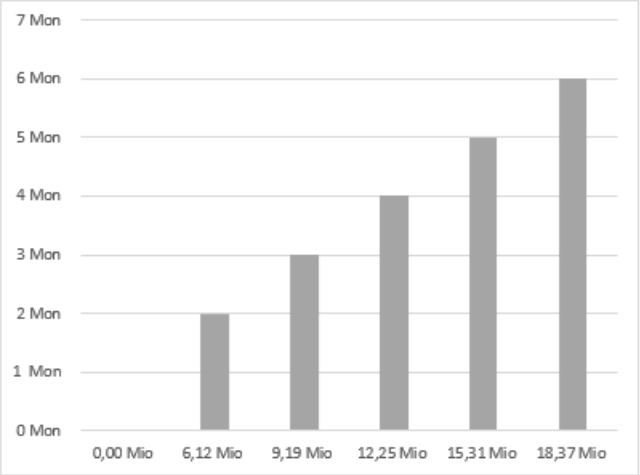


Abbildung 53: Die voraussichtlichen Kosten für den Fall einer längeren Verzögerung (Projekt C)

Durch die Reduktion unnötiger Wartezeiten im Bauprojekt kann eine erhebliche Menge an CO2 vermieden werden, die aufgrund einer schlechten Organisation des Versorgungsprozesses entstehen kann. Das CO2-Einsparpotenzial durch einen organisierten Versorgungsprozess kann anhand des folgenden Beispiels abgeschätzt werden:

Unter der Annahme, dass die tägliche Arbeitszeit auf der Baustelle, einschließlich der Materialversorgung, 10 Stunden pro Tag beträgt, und da es sich bei allen Projekten um multifunktionale Neubauprojekte mit Wohn- und Gewerbeflächen handelt, sind daher die benötigten Materialien ähnlich. Es ist zu beachten, dass die BRI der Projekte A und B unterschiedlich ist. Projekt A hat eine BRI von ca. 100.000 m3 und Projekt B hat eine BRI von ca. 270.400 m3.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, wird der Wert der CO2-Emissionen von Projekt A mit dem Faktor 2,7 multipliziert. Anschließend wird die Menge an CO2-Emissionen für beide Projekte über einen Zeitraum von 12 Monaten abgeschätzt. Die Variation der Tage in den Projekten ist auf unterschiedliche Materialversorgungsstrategien zurückzuführen, wobei bei unorganisierter Materialversorgung die Anlieferungen auf bestimmte Tage konzentriert sind (18 Tage), während bei organisierter Materialversorgung die Lieferungen auf alle Tage verteilt sind (22 Tage).

Tabelle 47 gibt Aufschluss über die CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten in verschiedenen Projekten sowie die damit verbundenen Kosten und Einsparungen.

In Bezug auf die CO2-Emissionen pro Jahr zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Projekten. Z.B. verursacht das Projekt A 33.592 kg CO2 pro Jahr, während Projekt B nur 317 kg CO2 pro Jahr verursacht.

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

Die damit verbundenen Kostenersparnisse sind ebenfalls unterschiedlich hoch und werden in Euro angegeben. Z.B. belaufen sich die Kosten für das Projekt A auf € 1.511.654 pro Jahr, während das Projekt B nur € 14.256pro Jahr kostet. Diese Einsparungen basieren auf einer CO2-Bepreisung von 45 Euro pro Tonne CO2 in Österreich59.

Es ist festzuhalten, dass Projekte mit einer unorganisierter Materialversorgung tendenziell höhere CO2-Emissionen und Kosten verursachen. Projekte mit besser organisierter Materialversorgung weisen hingegen niedrigere Emissionen und Kosten auf.

Tabelle 44: CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten und die damit verbundenen Kosten

Projekt	CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten	Zeitabschnitte	BRI-Faktor	Monate	Tage	CO2-Emissionen /Jahr	Kosten	Die CO2-Einsparung	Kostenersparnis
Projekt A	19 Kg/3std	3	2,7	12 Mon	18 Tag	33592 Kg/Jahr	1512 €/Jahr	33276 Kg/Jahr	1497 €/Jahr
Projekt B	0,40 Kg/3std	3	1	12 Mon	22 Tag	317 Kg/Jahr	14 €/Jahr		
Projekt C	54,80 Kg/3std	3	3,7	12 Mon	18 Tag	131388 Kg/Jahr	5912 €/Jahr	131175 Kg/Jahr	5903 €/Jahr
Projekt D	0,27 Kg/3std	3	1	12 Mon	22 Tag	214 Kg/Jahr	10 €/Jahr		

Die möglichen CO2-Einsparungen und die damit verbundenen Kosten über die gesamte Bauzeit in Jahren sind in den beiden folgenden Abbildungen 53-54 dargestellt.

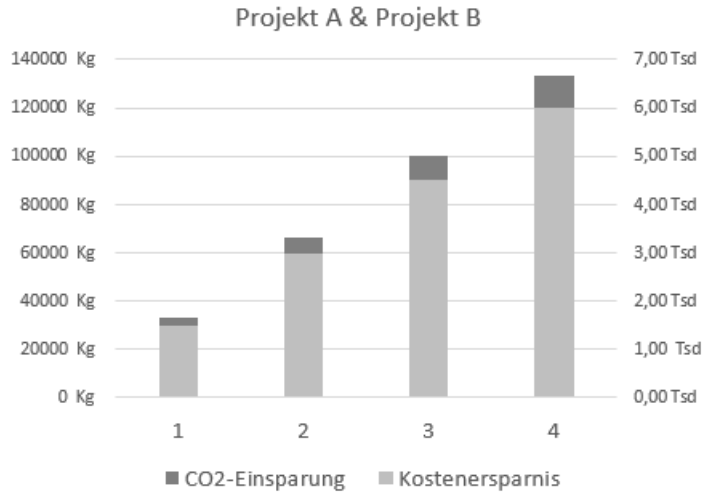


Abbildung 54: Jährliche CO2-Einsparungen und verbundene Kosteneinsparungen der Projekte A und B

[59] (Mineralölindustrie, 2024)

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

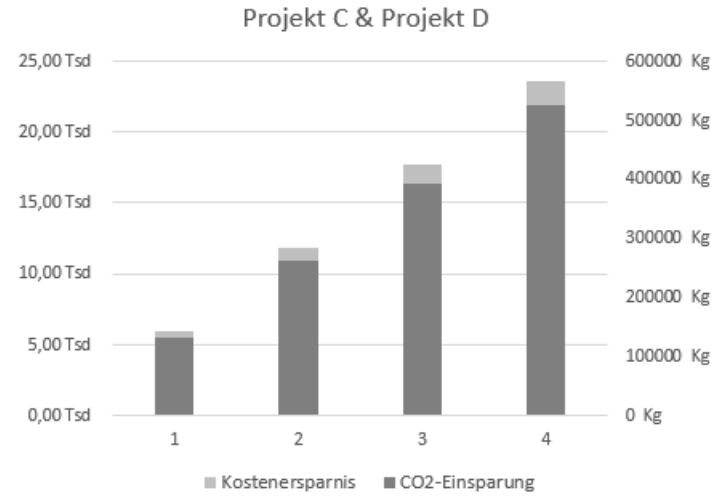


Abbildung 55: Jährliche CO2-Einsparungen und verbundene Kosteneinsparungen der Projekte C und D

Basierend auf den Daten des Projekts A und des Projekts C lassen sich die vermeidbaren CO2-Emissionen und die daraus resultierenden Kosten pro 100.000 m3 pro Jahr für ein Bauprojekt ohne spezielle Baulogistik und Avis-System prognostizieren. Siehe Abbildungen 55-56.

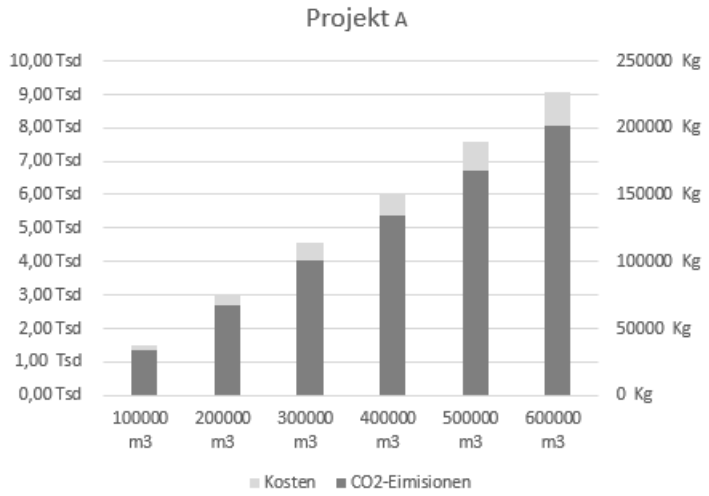


Abbildung 56: Vermiedene CO2-Emissionen und Mehrkosten im Projekt A

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

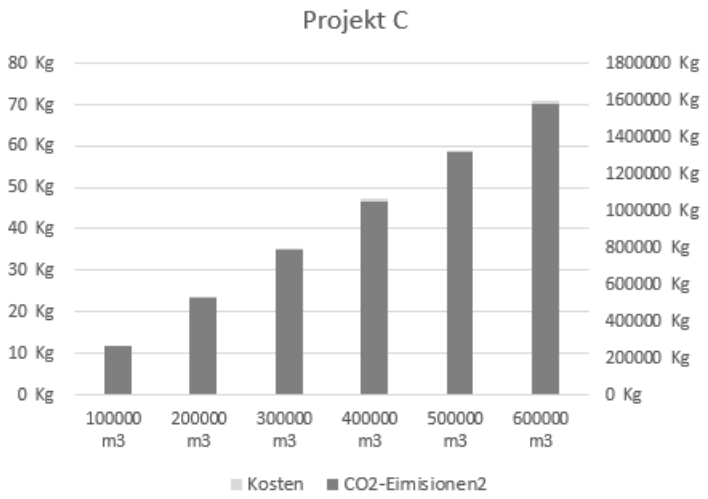


Abbildung 57: Vermiedene CO2-Emissionen und Mehrkosten im Projekt C

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass eine effektive Organisation und Koordination der Materiallieferungen wesentlich zur Effizienz, Kostenersparnis und Umweltfreundlichkeit von Bauprojekten beiträgt. Es ist daher empfehlenswert, Online-Avisierungssysteme zu implementieren und nachhaltige Logistikstrategien im Bauwesen zu fördern. Die Kosten, die durch eine Verzögerung eines Projekts um nur einen Monat entstehen, sind um ein Vielfaches höher als die Kosten für die Einrichtung eines Online-Avisierungssystems für ein bestimmtes Unternehmen. Daher wird empfohlen, bei jedem Bauunternehmen in Österreich in den Einsatz von Online-Avisierungssystemen für die Materialversorgung zu investieren und nachhaltige Logistikstrategien im Bauwesen zu fördern, da dies dazu beiträgt, die zusätzlichen Kosten zu reduzieren, die den Bauunternehmen aufgrund der Verzögerung bei der Umsetzung des Projekts. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund relevant, dass dem Land Österreich durch CO2-Emisionen ein weiterer Schaden entsteht. Des Weiteren kann die Vermeidung von Beschwerden von Anwohnern gegenüber Bauunternehmen und Bauherrn aufgrund der chaotischen Umstände im Umfeld eines Bauvorhabens als weiterer Vorteil genannt werden.

Die Förderung nachhaltiger Logistikstrategien im Bauwesen kann zu erheblichen Verbesserungen in Bezug auf Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit führen. Durch gezielte Forschung und Entwicklung können innovative Lösungen und Konzepte erschlossen werden, die den Herausforderungen der Zukunft gerecht werden.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Entwicklung von standardisierten Kennzahlen zur Messung

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

der Nachhaltigkeit von Logistikstrategien im Bauwesen sowie in vergleichenden Analysen verschiedener Logistikkonzepte, z.B. Just-in-time vs. Lagerhaltung, unter Berücksichtigung von Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsaspekten. Darüber hinaus sollte der Einfluss von BIM auf die Optimierung von Logistikprozessen untersucht werden. Innovative Lösungen für eine nachhaltige Baustellenbelieferung, wie z.B. der Einsatz umweltfreundlicher Transportmittel, die weniger Schadstoffe in die Luft emittieren, sollten entwickelt werden. Wichtig ist auch die Förderung des Einsatzes digitaler Werkzeuge zur transparenten Steuerung der Materiallieferungen und die Sensibilisierung der Bauwirtschaft für nachhaltige Logistikstrategien.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die weitere Erforschung nachhaltiger Logistikstrategien im Bauwesen ein großes Potenzial zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der gesamten Bauindustrie bietet.

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

7. Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

1. Kleiner, D.-I. (2023). *Ein Beitrag zur Entwicklung von Baustellenversorgungssystemen.* Abgerufen am 13. 02 2024

2. Motzko, U.-P.-I., Fenner, D.-I., Kleiner, D.-I., & Richter, D.-I. (2019). Zur Relevanz der Baulogistikplanung. Abgerufen am 22. 01 2024

3. *Bauen Aktuell*. (2021). Abgerufen am 30. 01 2024 von https://www.bauen-aktuell.eu/co2-neutrale-baustelle-studie-zeigt-moegliche-massnahmen/

4. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2024). *Zentrales Informationssystem Energieforschungsförderung*. Abgerufen am 20. 01 2024 von https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d17190-2/*/*/%c3%bcber%20EnArgus?op=WebFolder.getweb

5. Bundesregierung, Ö. (2021). Abgerufen am 30. 01 2024 von https://www-parlament-gv-at.translate.goog/dokument/XXVII/NRSITZ/8/A_-_12_12_16_00210774.html?_x_tr_sl=de&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=de&_x_tr_pto=wapp

6. Cajic , R., & Zdziarski, M. (2023). *Heute*. Abgerufen am 29. 01 2024 von https://www.heute.at/s/hup-wahnsinn-wiener-schaeumen-wegen-city-baustelle-100292359

7. *Europäisches Parlament*. (2023). Abgerufen am 30. 01 2024 von https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20180305STO99003/reduktion-von-co2-emissionen-ziele-und-massnahmen-der-eu

8. Geotab. (2021). Abgerufen am 28. 01 2024 von Geotab: https://www.geotab.com/de/blog/ursache-staus/

9. Grace. (23. März 2023). *Klickrent*. Abgerufen am 20. 01 2024 von https://www.klickrent.de/blog/baustelle/baulogistik-grundlagen-und-umsetzung

10. Heimbach, J. (2023). *3d findet*. Abgerufen am 09. 02 2024 von https://www.3dfindit.com/de/engiclopedia/was-ist-das-greenfield-und-was-das-brownfield-in-der-fabrikplanung

11. KEPLER, J. (2016). *ANLIEFERLOGISTIK AUF BAUSTELLEN IM TIEFBAU*. Abgerufen am 08. 02 2024

12. KEPLER, J. (2016). In *ANLIEFERLOGISTIK AUF BAUSTELLEN IM TIEFBAU* (S. 28). Abgerufen am 08. 02 2024

13. Kepler, J. (Mai 2016). Anlieferlogistik auf Baustellen im Tiefbau. 32-33. Linz. Abgerufen am 13. 02 2024

14. Kirchseeon. (2023). *ARBEITSKREISTERMIN –BEITRAG BAUABSCHNITTSBILDUNG / BAUSTELLENVERKEHRE.* Abgerufen am 19. 02 2024

15. Martin, R. (2017). *Zukunft Mobilität*. Abgerufen am 28. 01 2024 von https://www.zukunft-mobilitaet.net/3344/analyse/wie-entstehen-staus-phantomstau/

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

16. Mineralölindustrie, F. (2024). *Wko*. Abgerufen am 02. 04 2024 von https://www.wko.at/oe/industrie/mineraloelindustrie/co2-bepreisung

17. *Motor.ad*. (2022). Abgerufen am 28. 01 2024 von https://motor.at/news/vier-tage-im-stau-wer-in-wien-auto-faehrt-braucht-geduld/401899780

18. *motor.at*. (2022). Abgerufen am 28. 01 2024 von https://motor.at/news/vier-tage-im-stau-wer-in-wien-auto-faehrt-braucht-geduld/401899780

19. Motzko, U.-P. C., & Kleiner, D.-I. J. (2023). *Agile Digitalisierung im Baubetrieb.* Abgerufen am 22. 01 2024

20. Oberholzner , M. (2021). *ENTWICKLUNG DER MASSNAHMEN ÖSTERREICHISCHER BAUUNTERNEHMEN ZUR CO2-EINSPARUNG IM BAUPROZESS.* Abgerufen am 30. 01 2024

21. Pirkmann, C. (01. November 2015). AUSWIRKUNG DER VERGABEART AUF DEN ABGERECHNETEN PREIS. 7-10. Abgerufen am 20. 02 2024

22. R. Obernosterer, L. Winkler,, B. Lepuschitz, M. Weigert, H. Daxbeck, , & G. Goger, N. Hörzinger, N. Kisliakova. (2021). *Die CO2 neutrale Baustelle.* Abgerufen am 30. 01 2024

23. Ruhl, F., Motzko, C., & Lutz, P. (2018). Baulogistikplanung,Schnelleinstieg für Bauherren,Architekten und Fachplaner. Abgerufen am 23. 01 2024

24. Schach, R., & Schubert, N. (2009). In *Logistik im Bauwesen.* Abgerufen am 08. 02 2024

25. Schmitzberger, T. (2022). *Mein Bezirk*. Abgerufen am 28. 01 2024 von https://www.meinbezirk.at/wien/c-lokales/wien-ist-oesterreichs-stau-staatsmeister_a5149105

26. Schmitzberger, T. (2022). *Mein Bezirk*. Abgerufen am 28. 01 2024 von https://www.meinbezirk.at/wien/c-lokales/wien-ist-oesterreichs-stau-staatsmeister_a5149105

27. *science ORF*. (2020). Abgerufen am 30. 01 2024 von https://science.orf.at/stories/3203591/

28. Simoner, M. (2022). *DERSTANDARD*. Abgerufen am 28. 01 2024 von https://www.derstandard.at/story/2000133244125/die-verplemperte-zeit-im-stau

29. *Stadt der Zukunft*. (2021). Abgerufen am 30. 01 2024 von https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/co2-neubau.php

30. Weidinger, A. (09. 09 2021). *Doka*. Abgerufen am 15. 05 2024 von https://www.doka.com/en/news/press/cooperation-porr-doka

31. Weigl, B. (16. 01 2024). *Finanztip*. Abgerufen am 03. 04 2024 von https://www.finanztip.de/co2-steuer/

32. Zdziarski, M., & Cajic, R. (2024). *Heute*. Abgerufen am 29. 01 2024 von https://www.heute.at/s/hup-wahnsinn-wiener-schaeumen-wegen-city-baustelle-100292359

33. Zdziarski, M., & Cajic, R. (2024). *Heute*. Abgerufen am 29. 01 2024 von https://www.heute.at/s/riesiger-stau-verkehrs-kollaps-auf-wiener-tangente-120015935

34. Zdziarski, M., & Cajic, R. (2024). *Heute*. Abgerufen am 29. 01 2024 von https://www.heute.at/s/riesiger-stau-verkehrs-kollaps-auf-wiener-tangente-120015935

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

35. *Zentrales Informationssystem Energieforschungsförderung*. (kein Datum). Abgerufen am 20. 01 2024 von https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d1037-2/*/*/Baulogistik?op=Wiki.getwiki

36. ziehr, c. (2018). *EinsatzleiterWiki*. Abgerufen am 28. 02 2024 von https://wiki.einsatzleiterwiki.de/doku.php?id=allgemein:kraftstoffverbrauch

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

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: *Prozesskonzept der Baulogistik* 12
Abbildung 2: *Entscheidungsnetz der Baulogistikkomplexität. (Ruhl 2016)* 13
Abbildung 3: *Teilbereiche der Baulogistik* 16
Abbildung 4: *Städte mit dem größten Stauaufkommen* 19
Abbildung 5: *Die Verkehrssituation auf der Süd-Ost-Tangente A23 in Wien* 21
Abbildung 6: *Aufteilung der Treibhausgasemissionen in Österreich im Jahr 2017 und Entwicklung der Emissionen von 1990 bis 2017* 23
Abbildung 7: *Stufenplan zur Verringerung der THG-Emissionen* 25
Abbildung 8: *Beispiel Zugangskontrolle für Großbaustellen* 29
Abbildung 9: *Ursachen von Störungen im Bauablauf* 34
Abbildung 10: *Ablauf eines Baustellentransports* 35
Abbildung 11: *Basisablauf des Materialflusses auf der Baustelle anhand der online Avisierungssystem* 37
Abbildung 12: *Aufbau Online Plattform* 41
Abbildung 13: *Ablauf der Transportanmeldung in den Online-Portalen* 43
Abbildung 14: *Die Engpässe auf den Baustelleneinfahrten und die Auswirkungen auf die Umgebung des Projektgebietes* 55
Abbildung 15: *Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt B)* 59
Abbildung 16: *Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt B)* 59
Abbildung 17: *Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt B)* 62
Abbildung 18: *Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt B)* 62
Abbildung 19: *Mehrere Betonmischer beim Warten im Leerlauf im Umfeld des Projekts C* 64
Abbildung 20: *Engpässe an der Zufahrt zur Baustelle des DC Tower Projekts* 66
Abbildung 21: *Mehrere Betonmischer beim Warten im Leerlauf vor dem DC-Tower* 66
Abbildung 22: *Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt D)* 69
Abbildung 23: *Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt D)* 69
Abbildung 24: *Prozentualer Anteil der verfrühten und verspäteten Abfahrten (Projekt D)* 71
Abbildung 25: *Durchschnittliche Abweichungen der verfrühten und verspäteten Anlieferungen (Projekt D)* 71
Abbildung 26: *Messung der Momentangeschwindigkeit der Fahrzeuge* 85
Abbildung 27: *erster Fall im Projekt A mit Verkehrsbelastung* 86
Abbildung 28: *zweiter Fall im Projekt A ohne Verkehrsbelastung* 87
Abbildung 29: *Häufigkeitshistogramm der Stichprobe des Projekts A* 90
Abbildung 30: *Häufigkeitshistogramm der Stichprobe des Projekts B* 92
Abbildung 31: *Straßenbelastung durch gleichzeitig ankommende Betonmischer (Projekt C)* 94
Abbildung 32: *Verkehrsverstöße durch vor Ampeln abgestellte Betonmischer (Projekt C)* 94
Abbildung 34: *Zusammensetzung der Stichprobe der Umfrage B* 95
Abbildung 33: *Zusammensetzung der Stichprobe der Umfrage A* 95
Abbildung 35: *Dauer der aktuellen Rolle - Umfrage A* 96
Abbildung 36: *Dauer der aktuellen Rolle - Umfrage B* 96
Abbildung 38: *Einfluss von Baustellenverkehr auf tägliche Aktivitäten- Umfrage B* 96
Abbildung 37: *Einfluss von Baustellenverkehr auf tägliche Aktivitäten- Umfrage A* 96
Abbildung 39: *Verkehrsbeeinträchtigungen durch die betreffende Baustelle - Umfrage A* 97
Abbildung 40: *Verkehrsbeeinträchtigungen durch die betreffende Baustelle - Umfrage B* 97
Abbildung 41: *Bekanntheit des Begriffs Baulogistik - Umfrage A* 97
Abbildung 42: *Die positiven Auswirkungen der Umsetzung der Baulogistik - Umfrage A* 97
Abbildung 15: *Die positiven Auswirkungen der Umsetzung der Baulogistik - Umfrage A* 97
Abbildung 44: *Die positiven Auswirkungen der Umsetzung der Baulogistik - Umfrage B* 98
Abbildung 43: *Bekanntheit des Begriffs Baulogistik - Umfrage B* 98
Abbildung 46: *Beeinträchtigung der Arbeit von Lkw-Fahrer durch Verkehrsprobleme – Umfrage B* 98

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

Abbildung 45: *Beeinträchtigung der Arbeit von Lkw-Fahrer durch Verkehrsprobleme – Umfrage A* *98*
Abbildung 47: *Beeinträchtigung der Lebensqualität von Anwohnern durch Baustellenverkehr – Umfrage A* *99*
Abbildung 48: *Veränderung der Verkehrssituation seit Baubeginn – Umfrage A* *99*
Abbildung 49: *Beeinträchtigung der Lebensqualität von Anwohnern durch Baustellenverkehr – Umfrage B* *99*
Abbildung 50: *Veränderung der Verkehrssituation seit Baubeginn – Umfrage B* *99*
Abbildung 51: *Die voraussichtlichen Kosten für den Fall einer längeren Verzögerung (Projekt A)* *102*
Abbildung 52: *Die voraussichtlichen Kosten für den Fall einer längeren Verzögerung (Projekt C)* *103*
Abbildung 53: *Jährliche CO2-Einsparungen und verbundene Kosteneinsparungen der Projekte A und B* *104*
Abbildung 54: *Jährliche CO2-Einsparungen und verbundene Kosteneinsparungen der Projekte C und D* *105*
Abbildung 55: *Vermiedene CO2-Emissionen und Mehrkosten im Projekt A* *105*
Abbildung 56: *Vermiedene CO2-Emissionen und Mehrkosten im Projekt C* *106*

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

7.3 Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: *Unterschiede in der Baulogistikleistung zwischen Greenfeld und Browenfeld* 30
Tabelle 2: *Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am ersten Tag (PROJEKT A)* 53
Tabelle 3: *Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am zweiten Tag (PROJEKT A)* 53
Tabelle 4: *Zeitbedarf für jede Anlieferung auf der Baustelle am dritten Tag (PROJEKT A)* 54
Tabelle 5: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt B)* 57
Tabelle 6: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am zweiten Tag (Projekt B)* 57
Tabelle 7: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am dritten Tag (Projekt B)* 57
Tabelle 8: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt B)* 58
Tabelle 9: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt B)* 59
Tabelle 10: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit ((Projekt B)* 60
Tabelle 11: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit* 61
Tabelle 12: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer* 63
Tabelle 13: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer* 63
Tabelle 15: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)* 67
Tabelle 16: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)* 67
Tabelle 17: *Die avisierte und tatsächliche Ankunfts-/Abfahrtszeiten am ersten Tag (Projekt D)* 67
Tabelle 18: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt D)* 68
Tabelle 19: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Ankunftszeit (Projekt D)* 69
Tabelle 20: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit (Projekt D)* 70
Tabelle 21: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Abfahrtszeit (Projekt D)* 70
Tabelle 22: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer (Projekt D)* 71
Tabelle 23: *Analyse zu den Abweichungen zwischen der avisierten und tatsächlichen Aufenthaltsdauer (Projekt D)* 72
Tabelle 24: *Kraftstoffverbrauch im Leerlauf* 73
Tabelle 25: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt A)* 74
Tabelle 26: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt A)* 75
Tabelle 27: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt A)* 76
Tabelle 28: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt B)* 77
Tabelle 29: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt B)* 78
Tabelle 30: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt B)* 78
Tabelle 31: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (PROJEKT C)* 80
Tabelle 32: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (PROJEKTC)* 81
Tabelle 33: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (PROJEKT C)* 81
Tabelle 34: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am ersten Tag (Projekt D)* 83
Tabelle 35: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am zweiten Tag (Projekt D)* 83
Tabelle 36: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten am dritten Tag (Projekt D)* 83
Tabelle 37: *Erster Fall Momentan Geschwindigkeiten einer Stichprobe von 25 Fahrzeugen im Projekt A* 88
Tabelle 38: *Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet A* 89
Tabelle 39: *Zweiter Fall Momentan Geschwindigkeiten einer Stichprobe von 25 Fahrzeugen im Projekt A* 89
Tabelle 40: *Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet A* 90
Tabelle 41: *Momentangeschwindigkeiten einer Stichprobe von 50 Fahrzeugen* 91
Tabelle 42: *Die Geschwindigkeitsklassen einer Stichprobe von 50 Fahrzeugen* 92
Tabelle 43: *Berechnete Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrzeuge im Projektgebiet B* 93
Tabelle 44: *Mehrkosten durch Bauverzögerungen aufgrund unorganisierter Materialversorgungsprozesse* 102
Tabelle 45: *CO2-Emissionen während unnötiger Wartezeiten und die damit verbundenen Kosten* 104

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

7.4 Abkürzungsverzeichnis

Avis-System	Avisierungssystem
bzw.	beziehungsweise
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel
Abb.	Abbildung
GU-Vergabe	Generalunternehmervergabe
JIT- Anlieferung	Just in Time -Anlieferung
Min	Minuten
St	Stunden
ca.	circa
BM	Betonmischer
PKW	Personenkraftwagen
LKW	Lastkraftwagen
LLKW	Leichte Lastkraftwagen
MLKW	Mittlere Lastkraftwagen
SLKW	Schwere Lastkraftwagen
€	Euro

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

8. Anhang

Anhang A: Antwort des Servicebüros des österreichischen Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie in Bezug auf CO2-Einsparung

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

bmk.gv.at

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

servicebuero@bmk.gv.at

Postanschrift: Postfach 201, 1000 Wien
Büroanschrift: Radetzkystraße 2, 1030 Wien

E-Mail-Antworten sind bitte unter Anführung der Geschäftszahl an oben angeführte E-Mail-Adresse zu richten.

Narjes Aldeeb

Geschäftszahl: 2023-0.929.689

23. Jänner 2024

Sehr geehrte:r Narjes Aldeeb!

Das Servicebüro des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) dankt für Ihr Schreiben vom 27. Dezember 2023.

Nach Rücksprache mit der zuständigen Fachabteilung teilen wir Ihnen mit, dass eine Ersparnis dieses Ausmaßes nicht unerheblich ist. Allerdings ist auch anzumerken, dass durch bereits bestehende batterieelektrische Antriebe und klimafreundliche oder –neutrale Baustoffe signifikante Mengen an CO2 eingespart werden.

Wir hoffen, dass wir Ihnen mit dieser Information behilflich sein konnten und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

Servicebüro

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

REPUBLIK ÖSTERREICH BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE AMTSSIGNATUR	Hinweis	Dieses Dokument wurde amtssigniert.
	Datum	2024-01-23T15:56:23+01:00
	Seriennummer	1871969199
	Aussteller-Zertifikat	CN=a-sign-corporate-05,OU=a-sign-corporate-05,O=A-Trust Ges. f. Sicherheitssysteme im elektr. Datenverkehr GmbH,C=AT
	Prüfinformation	Informationen zur Prüfung des elektronischen Siegels bzw. der elektronischen Signatur finden Sie unter: https://www.signaturpruefung.gv.at/

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