

## 1 Einleitung

Eine beliebter Ausspruch im Bauwesen lautet: Bauen ist Transport. Durch die Standortgebundenheit des Bauwerks muss eine umfangreiche Menge von Menschen, Materialien und Maschinen zum Ort der Erstellung gebracht und später zum Teil auch von dort wieder entfernt werden. Die Aufgaben bei der Verbringung sind von der Bauaufgabe und den Standortgegebenheiten abhängig und bei jedem Objekt neu zu bewerten. Zudem stellen sich den verschiedenen Akteuren auf der Baustelle unterschiedliche Herausforderungen. Die handelnden Personen verfolgen bei der Erstellung eines Bauwerks divergierende Ziele, die in Einklang mit der Bauaufgabe gebracht werden müssen. Hier spielt die Koordination der Menschen, ihrer Aufgaben, Ziele und Prozesse eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Baumaßnahme. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Planungsaufgabe der Logistikabläufe auf Baustellen. Es wird eine Analyse der Erfordernisse und der notwendigen Schritte des Auftraggebers durchgeführt, da er maßgeblich für die Gestaltung und Abstimmung der Vorgänge verantwortlich ist.

### 1.1 Problemstellung

Die Baulogistik hat in den letzten Jahren sowohl in der Wissenschaft als auch in der Projektabwicklung auf Baustellen zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die logistische Kompetenz ist jedoch verglichen mit anderen Branchen auf einem niedrigeren Leistungsniveau. Man konzentrierte sich zunächst auf die in der Kernkompetenz des Bauunternehmens liegenden Einsparpotentiale bei der technischen Bauabwicklung (vgl. Sanladerer, 2008 S. 2). Eine schnelle Entwicklung der Baulogistik wird insbesondere durch zwei Besonderheiten des Bauwesens behindert. Erstens ist jede Bauaufgabe ein Projekt mit Unikatcharakter. Dieser führt zu immer neuen Aufgabenstellungen insbesondere in Bezug auf die Logistik und beinhaltet die Realisierung durch wechselnde Mitarbeiter an unterschiedlichen Orten. Zweitens bedingt die traditionelle Trennung von Planung und Ausführung durch die Organisation der Branche in Gewerken einen erhöhten Aufwand für die Logistikkoordination. Umfragerhebungen der TU München in Bezug auf die Baulogistik haben ergeben, dass die größten Optimierungspotentiale im Bauablauf in den Bereichen der Projektorganisation, der Planung und Arbeitsvorbereitung zu finden sind (vgl. Günthner et al, 2008 S 13 ff.).

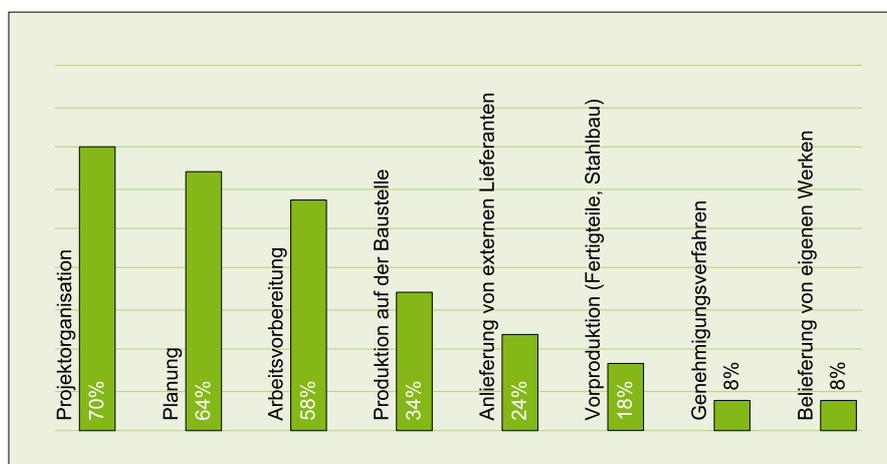
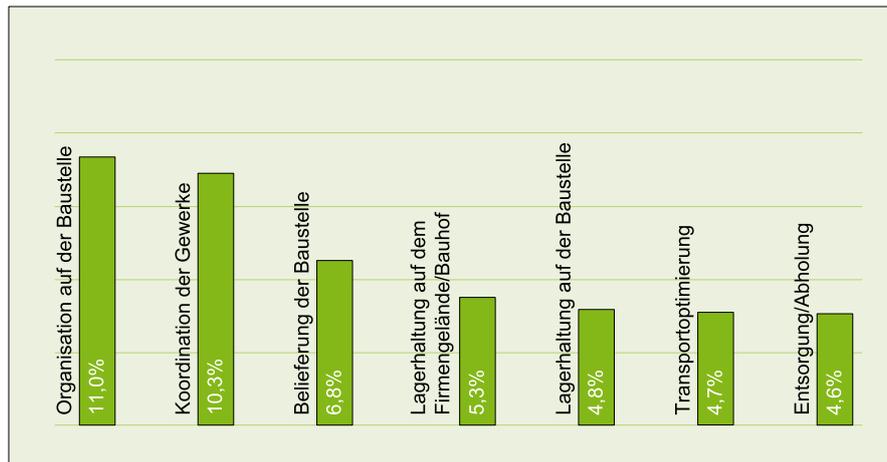


Abbildung 1: Vorgänge mit Optimierungspotential in der Bauabwicklung (Günthner et al., 2008 S. 17)

Von besonderer Bedeutung für den Untersuchungsgegenstand wird die Einschätzung der Teilnehmer der Umfrage bewertet, dass nicht die klassischen Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse für eine Kosteneinsparung ausschlaggebend sind. Vielmehr bieten nach Meinung der Befragten die Organisation auf der Baustelle und die Koordination der Gewerke das größte Potential für eine Verbesserung. Hierbei handelt es sich um Aufgaben des Auftraggebers, bei deren Umsetzung er sich sogenannter Erfüllungsgehilfen, meist Architekten und Ingenieure, bedienen kann (vgl. Hofmann, 1997 S. 221).



**Abbildung 2: Erwartete Kosteneinsparungen der einzelnen Bereiche (Günthner et al., 2008 S. 49)**

Eine These für das Vorhandensein der Potentiale lautet, dass der Auftraggeber nicht ausreichend für eine effiziente Organisation und Koordination der Baulogistik eintritt. Er müsste dazu die inhaltliche Ausgestaltung einer Baulogistik vor der Ausschreibung der ausführenden Tätigkeiten planen und in die Ausschreibungsunterlagen integrieren. Der Auftraggeber kann dadurch die Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Baulogistik festlegen. Die operative Durchführung erfolgt im Wechselspiel mit Auftragnehmern und Lieferanten.

Die Umfrage der TU München belegt das Erkennen des Zusammenhangs bei den Baufachleuten in Bezug auf die Baulogistik (vgl. Günthner et al., 2008 S.16). Ein Hemmnis für die konsequente Nutzung der Verbesserungspotentiale liegt darin begründet, dass der zu erwartende Mehrwert einer intensiven Planung der Baulogistik nur schwer in messbaren Größen nachweisbar ist. Trotz des Umstandes, dass ein Konzept für den wissenschaftlichen Nachweis der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Baulogistik aufgrund der Komplexität bisher ausblieb, kann prognostiziert werden, dass ein professionelles Projektmanagement der Baulogistik die Qualität der Planung und Abwicklung eines Bauprojekts positiv beeinflusst (vgl. Girmscheid, 2010 S. 49).

### 1.2 Forschungslücke

Eine Ursache, weshalb der Auftraggeber Potentiale in der Organisation und Koordination der Baustelle ungenutzt lässt, wird bei einer Auswertung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Baulogistik deutlich. Hierin wird in der Regel die Aufgabe der Baulogistikplanung und -ausführung als Teil des Baubetriebs der Bauunternehmen untersucht.

Der Schwerpunkt der Literatur liegt auf Konzepten und Lösungen zur Effizienzsteigerung der operativen Baulogistik bei Vorhaben im Schlüsselfertigbau (Krauß, 2005), (Seemann, 2007). Weitere Planungsansätze nutzen die Simulation (Weber, 2007) oder mathematische Optimierungsmethoden (Schopbach, 2002), um mit den planerischen Ergebnissen die Abläufe auf den Baustellen positiv für das Bauunternehmen zu beeinflussen. Betriebswirtschaftliche Ansätze versuchen z.B. mit der Methode der Prozessgestaltung sowie des Supply Chain Management die Baulogistik weiter zu entwickeln (Schmidt, 2003) oder behandeln die Optimierung der Beschaffung (Kamm, 1994). Der Auftraggeber findet für seine Probleme in diesen Quellen keine Hilfestellung.

Zur Eingrenzung der Problemstellung wird zunächst auf die vorgeschriebenen Handlungen des Auftraggebers eingegangen. Die Einzelheiten der Organisation und Koordination der Baulogistik werden durch den Auftraggeber in den Ausschreibungsunterlagen für alle ausführenden Unternehmen festgelegt. Um dieses Ergebnis zu erreichen, ist seinerseits eine Planung der Baulogistik notwendig. Der Vorgang der Planung, so erkennt man beispielsweise am Leistungsbild der Objektplanung des Architekten, setzt sich aus vielen Teilschritten zusammen. Jede Planung gliedert sich grob in die Analyse der Problemstellungen, die Suche nach Lösungsvorschlägen und die Durchsetzung der Lösungsvariante (vgl. Adam, 1996 S. 32). Insbesondere für die erste Phase, die im Folgenden als Anforderungsanalyse bezeichnet wird, gibt es kaum Hinweise, welche Inhalte und Methoden für die Baulogistik relevant sind. Dies belegt eine Literaturrecherche im zweiten Kapitel.

Die Anforderungsanalyse dient der Problemerkennung und bildet die Voraussetzung für eine zielgerichtete Planung (vgl. Pohl, 2007 S. 20). Als Ergebnis werden Ziele und Rahmenbedingungen definiert, die bei der Planung der Ausführung zu berücksichtigen sind. Unterschiedliche Quellen weisen auf die Notwendigkeit hin, eine Anforderungsanalyse durchzuführen, ohne die Inhalte oder das Vorgehen zu spezifizieren (siehe Kapitel 4). So besteht im Bauwesen die Möglichkeit, die geforderten Bauleistungen in Form funktionaler Ausschreibungen zu beschreiben. Die Baulogistik wird hierbei durch die fertigungstechnische Gliederung nur ansatzweise abgedeckt (vgl. Gralla, 2011 S. 118 ff.). Für die Planung von Logistiksystemen ist die Analyse und Aufstellung von Anforderungen mit Service Level Agreements geläufig (vgl. Pulverich et al., 2007 S. 56). Jedoch gibt es auch in der Logistik kein konkretes Vorgehensmodell zur systematisierten bzw. standardisierten Analyse der Anforderungen vor der Ausschreibung (vgl. Altenbernd, 2009 S. 146).

Somit muss ein Verfahren entwickelt werden, um die Anforderungen an die Baulogistik vollumfänglich zu erfassen, damit sie Eingang in die Planung und die Ausschreibungsunterlagen finden. Gleichzeitig muss gewährleistet werden, dass den ausführenden Unternehmen ausreichend Spielraum in der Gestaltung der eigenen Arbeiten gewährt wird. Dieser Autonomie des Auftragnehmers kommt im Bauwesen eine hohe Bedeutung zu, sie muss folglich erhalten bleiben.

### **1.3 Zielsetzung der Arbeit**

Die Zielsetzung der Arbeit ist es, ein Vorgehensmodell für die Anforderungsanalyse der Baulogistik zu entwickeln. Um dieses Ziel zu erreichen, muss zunächst die Planungsphase in Bezug

auf die Baulegistik strukturiert werden. Anschließend werden Gestaltungsregeln der Bau- und Logistikplanung für die Ermittlung von Anforderungen analysiert und für den Einsatz in der Baulegistik übertragen.

Diese Arbeit setzt bei den ersten Phasen der Projektrealisierung an und spannt einen Bogen bis zur Erstellung der Ausschreibungsunterlagen. In dieser Phase muss der Auftraggeber grundlegende Entscheidungen über die Abwicklung der Baulegistik treffen und kann gleichzeitig hohe Freiheitsgrade in Bezug auf die Systemgestaltung nutzen. Das vorhandene Informationsdefizit in den frühen Projektphasen gilt es durch ein geeignetes Vorgehensmodell zu kompensieren. Dadurch wird gewährleistet, dass notwendige Entscheidungen auf einer systematisch ermittelten Datenbasis erfolgen. Die Daten werden maßgeblich durch das Umfeld der Baustelle definiert und beeinflussen die Baulegistik ebenso wie die Bauwerksgeometrie, die gewählten Bauverfahren und den Zeitplan. Die vollständige Aufnahme der Umwelteinflüsse sowie ihre Bewertung in Bezug auf die Baulegistik ist daher das Ziel, das mit einer fundierten Anforderungsanalyse in einer frühen Projektphase angestrebt wird. Die Festlegung und konsequente Verfolgung von Anforderungen und Zielen während der gesamten Projektlaufzeit ist eine Voraussetzung für einen erfolgreichen Projektabschluss (vgl. Girmscheid, 2010 S. 48).

Als methodischer Ansatz wird das Konzept des Requirements Engineering aus der IT-Wissenschaft auf die Baulegistik übertragen. Das Requirements Engineering ermöglicht die systematische Gewinnung von Zielen, Szenarien und Anforderungen. Es unterstützt die Abstimmung zwischen den Prozessbeteiligten und setzt klare Regeln für die Dokumentation der Ergebnisse. Als Resultat des Prozesses entsteht ein vollständiger Anforderungskatalog, der für eine Ausschreibung genutzt oder Bestandteil eines Lastenhefts werden kann. Denn fehlende oder fehlerhafte Anforderungen führen im Verlauf einer Projektrealisierung zu steigenden Kosten, die nicht mehr abgefangen werden können (vgl. Krönert, 2010 S. 24 f.).

Diese Arbeit grenzt das Forschungsfeld auf die Baulegistik ein. Dadurch ergeben sich Besonderheiten in Bezug auf die Art der Leistung, die Rollenverteilung bei der Planung und Abwicklung und die Abrechnung. Die resultierenden Unterschiede zur klassischen Entwurfsplanung werden vertiefend in Kapitel 4.6 diskutiert.

Die Perspektive des Auftraggebers wird im Rahmen dieser Arbeit als maßgebliche Position der Problembetrachtung postuliert. Bisherige Veröffentlichungen ordnen ihre Lösungsansätze für eine effiziente Gestaltung der Baulegistik den Projektsteuerern, ausführenden Unternehmen bzw. der Baustoffindustrie zu. Dadurch unterscheidet sich der Ansatz dieser Arbeit signifikant von bisherigen wissenschaftlichen Publikationen zur Baulegistik (vgl. Kapitel 2).

Für den Auftraggeber werden zu den folgenden forschungsleitenden Fragen neue Erkenntnisse gewonnen:

- Welche Aufgaben hat der Auftraggeber bei der Durchführung der Baulegistik?
- Wie lässt sich eine Planung der Baulegistik strukturieren?
- Welche Ziele werden mit der Planung verfolgt?
- Was sind die Leistungsinhalte der Planung?
- Wer kann die Planung durchführen?

- Wie kann die Ermittlung von Anforderungen der Bauleistik formalisiert werden?
- Welche Methoden lassen sich für die Anforderungsanalyse der Bauleistik einsetzen?

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf ingenieurwissenschaftlichen Aspekten der Bauleistikplanung. Fragestellungen zur betriebswirtschaftlichen und insbesondere rechtliche Aspekte der Bauleistik werden daher nur ansatzweise aufgezeigt. Eine umfassende Beantwortung der Fragen aus diesen Teilgebieten muss in zukünftigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen erfolgen.

#### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Nach der Einführung in das Thema in diesem Abschnitt widmet sich das zweite Kapitel dem Stand der Wissenschaft und Praxis in der Bauleistik. Dazu wird die Entwicklung der Bauleistik im Zusammenhang mit den globalen Trends der Bauwirtschaft und der Logistik betrachtet. Es werden bestehende wissenschaftliche Arbeiten zur Bauleistik, zur Anforderungsanalyse im Bauwesen und in der Logistik vorgestellt. Die Untersuchungen leiten über zum Stand der Bauleistik in der Baupraxis, in der nicht alle Ansätze der wissenschaftlichen Arbeiten eine schnelle Verbreitung finden. Die Betrachtung soll helfen, den Forschungsbedarf mit umsetzbaren Lösungen in der Praxis abzugleichen. Zum Abschluss des Kapitels werden der Forschungsbedarf und der gewählte Forschungsansatz explizit herausgearbeitet und als Basis der weiteren Schritte vorgestellt.

Kapitel 3 beschreibt die gängigen organisatorischen und rechtlich-normativen Rahmenbedingungen, die für eine Bauleistikplanung in Deutschland relevant sind. Diese Betrachtungen sind notwendig, um den Kontext aufzuzeigen, in dem die Bauleistikplanung des Auftraggebers stattfindet. Die organisatorischen Rahmenbedingungen können hierbei in einem gewissen Umfang vom Auftraggeber mit gestaltet werden, rechtlich-normative Rahmenbedingungen lassen sich durch ein Bauprojekt nicht beeinflussen.

Kapitel 4 strukturiert die Phase der Planung der Bauleistik für den Auftraggeber. Es handelt sich hierbei um eine theoretische Herangehensweise zum Untersuchungsschwerpunkt. Zunächst werden Referenzmodelle basierend auf der allgemeinen rechtlichen Grundlage in Deutschland entwickelt. Anhand der Modelle ist es möglich, die Wechselwirkungen zwischen Auftraggeber, Auftragnehmer und Lieferanten bei der Ver- und Entsorgung von Baustellen darzustellen. Im Anschluss werden die Aufgabenstellungen der Planung und Durchführung in problemspezifische Prozessschritte untergliedert. Dazu erfolgt eine Definition von Leistungsphasen. Zudem werden Ziele einer Umsetzung herausgearbeitet, um die Ableitung der Aufgabenstellung vorzubereiten. Die Phasen werden um Leistungsinhalte ergänzt, die durch konkrete Aufgabenstellungen der Bauleistik erläutert werden. Es entsteht ein durchgängiges Leistungsbild für die Bauleistikplanung im weiteren Sinne. Die abschließende Betrachtung der Akteure diskutiert die Möglichkeiten der Delegation der Planungsaufgabe an Projektbeteiligte.

Kapitel 5 stellt ein Vorgehensmodell basierend auf dem Ansatz des Requirements Engineering vor und passt das Vorgehen an die Fragestellung der Bauleistik an. In einem ersten Schritt wird die generelle Tauglichkeit des Ansatzes durch einen Abgleich der Zielsetzung und maßgeblichen Inhalte vorgenommen. Anschließend werden Vorschläge für die Ausgestaltung von

Durchführungsschritten erarbeitet, die es dem Anwender ermöglichen, Anforderungen an die Baulogistik zielgerichtet zu ermitteln. Innerhalb der Schritte werden Methoden und Hilfsmittel vorgestellt, die bei der Umsetzung eingesetzt werden können. Die Entwicklung der methodischen Vorgehensweise für die Anforderungsanalyse der Baulogistik ist Kern der Arbeit und bildet die Überleitung zur Praxisanwendung.

In Kapitel 6 wird der Einsatz des entwickelten Vorgehensmodells anhand einer konkreten Baumaßnahme vorgestellt. Es handelt sich bei dem Bauvorhaben um ein innerstädtisches Geschäftsgebäude, das abgerissen und durch eine neue Immobilie ersetzt werden soll. Die Randbedingungen der Baustelle machen eine intensive Auseinandersetzung des Bauherrn mit der Ver- und Entsorgungssituation notwendig, um einen geregelten und damit wirtschaftlichen Ablauf sicher zu stellen. Die Ergebnisse der einzelnen Schritte werden dokumentiert, analysiert und auf die Wirksamkeit bei der Formulierung von Anforderungen für die Baulogistik bewertet.

Kapitel 7 fasst die Ausführungen zusammen und bietet einen Ausblick über weitere Forschungsfelder.

In Abbildung 3 ist der Aufbau der Arbeit in einer Übersicht zusammengefasst.

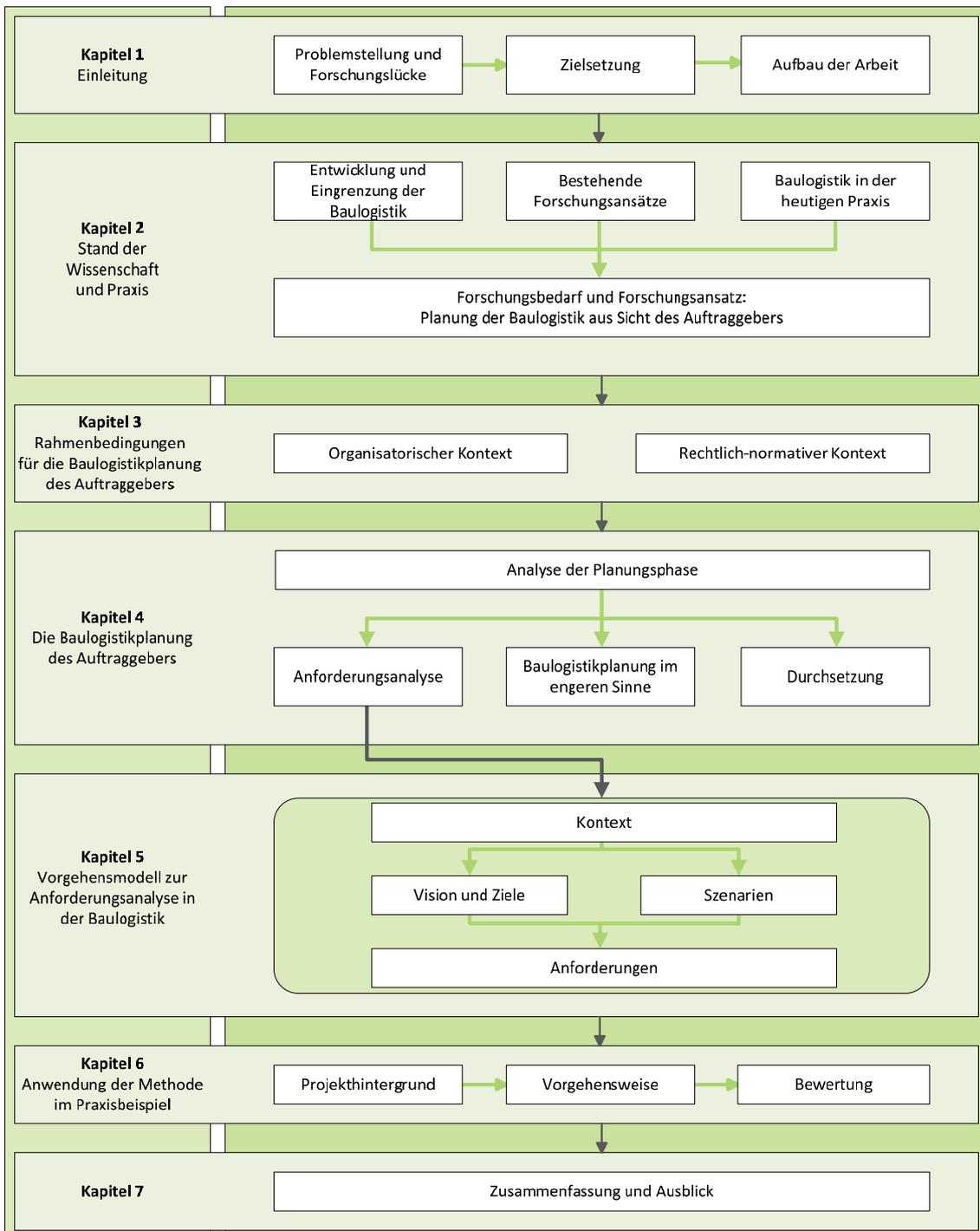


Abbildung 3: Aufbau der Arbeit