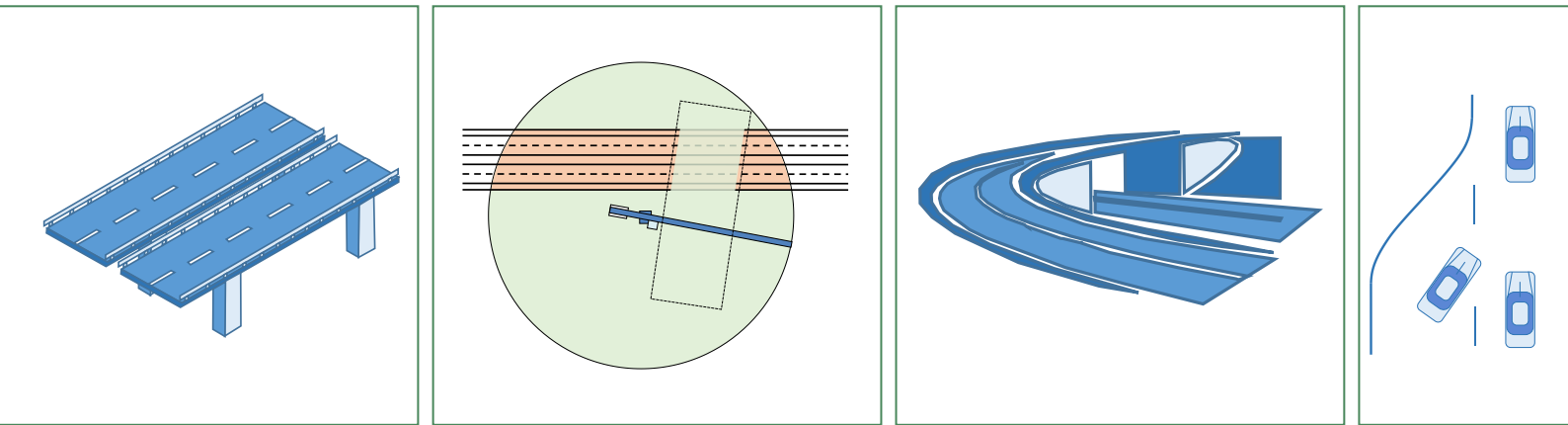


MASTERARBEIT



HERAUSFORDERUNGEN AN DIE ARBEITSVORBEREITUNG UND KALKULATION BEI DER HERSTELLUNG VON STAHLBETON- UND SPANNBETONBRÜCKEN UNTER BETRIEB DER VORHANDENEN INFRASTRUTUR

Raphael Johannes Illgoutz, BSc

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Mitbetreuender Assistent
Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

Graz am 01. Juni 2021



Raphael Johannes Illgoutz, BSc

Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur

Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen – Bauwesen

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am
.....
(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,
date
(signature)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Masterarbeit und dem gesamten Studium mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die kompetente Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler und Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer. Auch gilt ein Dank an sämtliche Expertinnen und Experten, ohne die diese Arbeit nicht in dieser Form entstehen hätte können.

Ebenfalls gilt ein besonderer Dank meinen FreundInnen und StudienkollegInnen des Verkehrswesenzeichensaals der TU Graz. Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle meine Freunde Alexander, Christoph, Mario, Mathias und Stefan. Unser besonderer Zusammenhalt hat meine Studienzeit zu einer unvergesslichen, aufregenden und sehr erfolgreichen Zeit gemacht. Ich bin sehr dankbar, solche Freunde wie euch zu haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Freunden in Kärnten. Erst durch euren enormen Rückhalt über die Dauer meines gesamten Studiums konnte ich auch schwere Wochen in Graz leicht überstehen.

Mein größter Dank gebührt meiner Familie, vor allem meinen Eltern Jutta und Josef, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützt haben. Sie haben mich von klein auf geleitet, gefördert und sind bei all meinen Entscheidungen hinter mir gestanden. Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Bruder Patrick. Er hat mich immer mit den richtigen Worten motiviert und ist mir stets mit einem guten Rat zur Seite gestanden. Ohne eure Unterstützung wäre ein Studium in dieser Form nicht möglich gewesen. Danke.

(Ort), am (Datum)

(Unterschrift des Studierenden)

Kurzfassung

Wissen bildet in der Bauwirtschaft eine wesentliche Basis für die optimale Kombination der elementaren Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe. Dennoch ist es in der Bauwirtschaft gängige Praxis, dass Wissen personenbezogen ist. Dieser Umstand und vorangegangene Brückenunglücke, die in den vergangenen Jahren während der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken über bestehende Verkehrswege geschehen sind, geben dieser Masterarbeit den Anlass, implizites Wissen zu explizieren. Dazu werden die Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken in Ortbetonbauweise unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur analysiert und in Form eines Workflows festgehalten. Der Workflow gibt einen generellen Überblick über die Herausforderungen dieser Verkehrsinfrastrukturbauprojekte und unterstützt potenzielle Bieter ab der Veröffentlichung der Ausschreibung bis zur Angebotsabgabe. Durch die Anwendung der methodischen Vorgehensweise einer hermeneutischen Erkenntniserweiterung bildet der Workflow mit den dazugehörigen Checklisten das Ergebnis einer umfangreichen Literaturrecherche in Kombination mit ExpertInnenmeinungen der Auftragnehmer und des Auftraggebers eines Praxisbeispiels. Dazu werden drei Brückenobjekte aus Ortbeton betrachtet, welche sowohl über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahn als auch über eine Eisenbahnstrecke unter Verwendung von Lehrgerüsten errichtet werden.

Abstract

In the construction industry, well-grounded knowledge forms a solid basis for the right combination of the elementary production factors labor, resources and materials. Nevertheless, it is well-known that knowledge is person-related. This basic premise as well as previous bridge accidents that have occurred in recent years during the construction of reinforced concrete and prestressed concrete bridges over existing traffic routes provide the occasion to explicate tacit knowledge in the present master thesis. For this purpose, a detailed analysis of the challenges in work preparation and costing during the construction of reinforced and prestressed concrete bridges in cast-in-place construction under operation of the existing infrastructure is performed and recorded in the form of a workflow. The workflow offers a comprehensive overview of the challenges of these projects and supports prospective suppliers from the invitation to tender to the submission of bids. By applying the methodical approach of a hermeneutic knowledge extension, the workflow with the related checklists is the result of an extensive literature research combined with expert opinions of the contractors and the client from a practical example. To this end, three bridge objects made of cast-in-place concrete which are erected over a freeway already in use as well as over a railroad line using falsework are examined.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Situationsanalyse.....	1
1.1.1	Brückenunglücke in der Vergangenheit	2
1.1.2	Anzahl der Brücken auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich.....	6
1.2	Zielsetzung.....	7
1.3	Vorgehensweise	8
1.4	Aufbau der Arbeit.....	8
2	Bauwirtschaftliche und baubetriebliche Grundlagen	10
2.1	Projekt.....	10
2.1.1	Bauprojekt.....	11
2.1.2	Projektphasen eines Bauprojekts.....	11
2.2	Verkehrsinfrastrukturbauprojekte.....	13
2.2.1	Eigenschaften von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten	14
2.2.2	Herausforderungen bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten	16
2.2.3	Projektphasen von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten	17
2.2.4	Projektbeteiligte	19
2.2.5	Partnerschaftliche Projektabwicklung	25
2.3	Produktionssystem	28
2.3.1	Elementare Produktionsfaktoren.....	29
2.3.2	Dispositive Produktionsfaktoren.....	30
2.3.3	Produktionswürfel	30
3	Arbeitsvorbereitung und Kalkulation	32
3.1	Arbeitsvorbereitung	32
3.1.1	Aufgaben und Ziele.....	32
3.1.2	Planungsmaßnahmen	33
3.1.3	Dilemma der Arbeitsvorbereitung.....	52
3.2	Kalkulation	54
3.2.1	Aufgaben und Ziele.....	54
3.2.2	Phasen der Kalkulation.....	55
3.2.3	Das Verfahren der Baukalkulation	57
4	Wissensmanagement im Bauwesen	63
4.1	Wissen als Produktionsfaktor.....	63
4.2	Wissen	65
4.2.1	Die Wissenstreppe.....	65
4.2.2	Wissensarten	67
4.2.3	Organisationale Wissensbasis	68
4.3	Möglichkeiten der Wissensgenerierung.....	69
4.3.1	Workflows.....	71
4.3.2	Checklisten.....	71
4.3.3	Online-Wissensplattform	72
4.4	Bezugsrahmen für die gegenständliche Arbeit.....	76
4.5	Hinweise zu weiterführender Literatur	77
5	Grundlagen Brückenbau	78
5.1	Ortbetonbrücken	78
5.1.1	Unterbauten von Ortbetonbrücken.....	78
5.1.2	Überbauten von Ortbetonbrücken.....	81

5.2	Lehrgerüste von Ortbetonbrücken	81
5.2.1	Stationäre Lehrgerüste	83
5.2.2	Umsetzbare bzw. verschiebbare Lehrgerüste	85
5.3	Querschnittsgestaltung von Ortbetonbrücken	87
5.3.1	Plattenbrücken	87
5.3.2	Plattenbalkenbrücken	88
5.3.3	Hohlkastenbrücken	89
5.3.4	Herstellung von Gesimskappen (Randbalken)	91
6	Bauen unter Betrieb	93
6.1	Bauen unter Eisenbahnbetrieb	93
6.1.1	Allgemeine Grundlagen	94
6.1.2	Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe	97
6.2	Bauen unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen	107
6.2.1	Allgemeine Grundlagen	107
6.2.2	Verfahrensablauf für die Bewilligung nach § 90 StVO	112
6.2.3	Ingenieurbauarbeiten auf und neben Straßen	114
6.3	Gesetze, Normen und Regelwerke	122
7	Praxisbeispiel S 7 Fürstenfelder Schnellstraße	124
7.1	Allgemeine Projektinformationen	124
7.2	Morphologischer Kasten	125
7.3	Objekt A2.38a – Brücke über die A2	127
7.4	Objekt A2.38b – Brücke über die A2	129
7.5	Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB	131
8	Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation	134
8.1	Hermeneutische Erkenntniserweiterung	134
8.2	Aufbau und Systematik des Workflows	136
8.2.1	Elemente und Aufbau	136
8.2.2	Systematik	142
8.2.3	Checklisten	145
8.3	Weiterentwicklungen nach vorangegangenen Brückenunglücken	162
9	Zusammenfassung	163
10	Ausblick	166
	Literaturverzeichnis	167
	Internetquellen	173
A.1	Anhang – Workflow inklusive Checklisten	175

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1	Brückenunglück Frohnleiten.....	2
Abbildung 1-2	Brückenunglück Werneck.....	3
Abbildung 1-3	Brückenunglück Ludvika	4
Abbildung 1-4	Brückenunglück Miami.....	5
Abbildung 1-5	Anzahl der Brücken auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich nach Brückenart.....	6
Abbildung 1-6	Ziele der Arbeit	7
Abbildung 2-1	Projektphasen	11
Abbildung 2-2	Bestimmungsgrößen der Projektkomplexität	15
Abbildung 2-3	Darstellung der „traditionellen“ Projektabwicklung	26
Abbildung 2-4	Darstellung der „alternativen“ Projektabwicklung.....	26
Abbildung 2-5	Produktionsfaktoren.....	29
Abbildung 2-6	Produktionsfaktoren im dreidimensionalen System	31
Abbildung 3-1	Arbeitsvorbereitung im Rahmen eines Projektes	34
Abbildung 3-2	Ermittlung der Wirtschaftlichkeitsgrenze	37
Abbildung 3-3	Ablaufschema für die Grobplanung eines Bauvorhabens	42
Abbildung 3-4	Ablaufschema für die Feinplanung eines Bauvorhabens	44
Abbildung 3-5	Schematische Darstellung der Schwerpunkte der Bauleistik... ..	46
Abbildung 3-6	Beispielhafter Baustelleneinrichtungsplan.....	49
Abbildung 3-7	Hauptbereiche des SOLL-IST-Vergleichs	50
Abbildung 3-8	Phasen der Kalkulation	55
Abbildung 3-9	Schema der Preisermittlung in der Baukalkulation.....	62
Abbildung 4-1	Wissen als zentraler Produktionsfaktor im Produktionswürfel ...	64
Abbildung 4-2	Anwendung der Wissenstreppe nach <i>North</i> auf den Baubetrieb	66
Abbildung 4-3	Wissensarten.....	67
Abbildung 4-4	Organisationale Wissensbasis als horizontales Schichtenmodell	69
Abbildung 4-5	Unvollständiger Informationsfluss.....	70
Abbildung 4-6	Verlauf des Projektwissens ohne Online-Wissensplattform.....	73
Abbildung 4-7	Verlauf des Projektwissens mit Online-Wissensplattform.....	73
Abbildung 4-8	Konzeption einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform.....	74
Abbildung 5-1	Prinzipdarstellung eines kastenförmigen Widerlagers.....	79
Abbildung 5-2	Gegenüberstellung von Massivpfeilern und aufgelösten Stützen	80
Abbildung 5-3	Konstruktionsarten von Lehrgerüsten aus Stahl	84
Abbildung 5-4	Querschnitte und Ansichten von Lehrgerüsten aus Stahl.....	85
Abbildung 5-5	Längs und quer verschiebbares Lehrgerüst	86
Abbildung 5-6	Prinzip des Querverschubs eines Lehrgerüsts	87
Abbildung 5-7	Querschnitt einer Plattenbrücke	88

Abbildung 5-8	Querschnitt einer Plattenbalkenbrücke	89
Abbildung 5-9	Querschnitte von Hohlkastenbrücken	90
Abbildung 5-10	Gesimsschalwagen als fahrbare Einheit	91
Abbildung 5-11	Arbeitsplattform mit dichtem Belag	92
Abbildung 6-1	Gefahrenraum und Sicherheitsraum	94
Abbildung 6-2	Gefahrenbereich der Oberleitung	96
Abbildung 6-3	Sicherungsmaßnahmen bei Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe	99
Abbildung 6-4	Erdbauarbeiten in Gleisnähe	101
Abbildung 6-5	Betonpumpe in Gleisnähe	102
Abbildung 6-6	Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran ohne dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Eisenbahnbetrieb.....	103
Abbildung 6-7	Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran mit dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Eisenbahnbetrieb.....	104
Abbildung 6-8	Lehrgerüst über Eisenbahnstrecke	105
Abbildung 6-9	Erdung des Lehrgerüsts.....	106
Abbildung 6-10	Regelplan – Sperre des äußeren Fahrstreifens.....	110
Abbildung 6-11	Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen.....	111
Abbildung 6-12	Sicherungsmaßnahmen bei Ingenieurbauarbeiten im Nahbereich von Straßen.....	116
Abbildung 6-13	Turmdrehkran und Betonpumpe auf einer Autobahnbaustelle	118
Abbildung 6-14	Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran ohne dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Betrieb einer hochrangigen Straße	119
Abbildung 6-15	Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran mit dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Betrieb einer hochrangigen Straße	120
Abbildung 6-16	Errichtung Lehrgerüst während einer Totalsperre der Straße..	121
Abbildung 7-1	Streckengrafik S 7 Fürstenfelder Schnellstraße.....	124
Abbildung 7-2	Streckengrafik S 7 Abschnitt West.....	125
Abbildung 7-3	Morphologischer Kasten – Übersicht	126
Abbildung 7-4	Morphologischer Kasten und Ansicht Objekt A2.38a	128
Abbildung 7-5	Morphologischer Kasten und Ansichten Objekt A2.38b	130
Abbildung 7-6	Morphologischer Kasten und Ansichten Objekt S7.20	133
Abbildung 8-1	Entwicklung des Workflows anhand des hermeneutischen Regelkreises	135
Abbildung 8-2	Elemente des Workflows.....	136
Abbildung 8-3	Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation	138
Abbildung 8-4	Systematischer Weg durch den Workflow – Teil 1.....	142
Abbildung 8-5	Systematischer Weg durch die Checklisten	143
Abbildung 8-6	Systematischer Weg durch den Workflow – Teil 2.....	144
Abbildung 8-7	Checkliste – Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen und Sichtung der Pläne	146
Abbildung 8-8	Checkliste – Baustellenrandbedingungen und Baustellenbesichtigung	148

Abbildung 8-9	Checkliste – Grobe Verfahrensauswahl	150
Abbildung 8-10	Durchsteckträger bei Mittelpfeiler zwischen Fahrbahnen	152
Abbildung 8-11	Checkliste – Konzept Lehrgerüst – Teil 1	154
Abbildung 8-12	Checkliste – Konzept Lehrgerüst – Teil 2	155
Abbildung 8-13	Checkliste – Bauablaufplanung	157
Abbildung 8-14	Checkliste – Baulogistik	159
Abbildung 8-15	Checkliste – Baustelleneinrichtungsplanung	161

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Grobe Projekttypeneinteilung für den österreichischen Infrastrukturbau nach <i>Paar</i>	14
Tabelle 2-2	Projektphasen eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts aus verschiedenen Perspektiven	18
Tabelle 2-3	Einteilung der Stakeholder bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten	20
Tabelle 3-1	Möglichkeiten der Darstellung des Bauablaufs.....	45
Tabelle 4-1	Übersicht der projektspezifischen und nichtprojektspezifischen Informationen	75
Tabelle 5-1	Kategorisierung von Brückenbauwerken.....	78
Tabelle 6-1	Variable Breite des Gefahren- und Sicherheitsraumes	95
Tabelle 6-2	Gesetze, Normen und Regelwerke	123

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
ASFiNAG	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
BauKG	Bauarbeitenkoordinationsgesetz
BETRA	Betriebs- und Bauanweisung
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BStG	Bundesstraßengesetz
BVergG	Bundesvergabegesetz
bzw.	beziehungsweise
EisbAV	Eisenbahn-ArbeitnehmerInnenschutzverordnung
EUR	Euro
FSV	Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr
ggf.	gegebenenfalls
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
inkl.	inklusive
Mio.	Million
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PPH	Projektphasen
QG	Quality Gate
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
SiGe-Plan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
StVO	Straßenverkehrsordnung
UVP-G	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

1 Einleitung

Das Kapitel der Einleitung beschäftigt sich zunächst mit der Situationsanalyse und den Faktoren, die den Anstoß zum Verfassen dieser Masterarbeit geben. Anschließend wird auf die Zielsetzung, die methodische Vorgehensweise und den Aufbau der Arbeit eingegangen.

1.1 Situationsanalyse

Bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten müssen durch unausweichliche Kreuzungsbereiche mit anderen Verkehrswegen Bauwerke unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hergestellt werden. Diese Bauwerke werden unter Einhaltung von hohen Sicherheitsvorkehrungen ausgeführt, die bereits in der Planung zu berücksichtigen sind. Die Herausforderungen treten sowohl beim Neubau als auch bei der Sanierung auf. Konkret wird in dieser Arbeit auf den Neubau von niveaufreien Kreuzungsbereichen in Form von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton über bestehende, unter Betrieb befindliche Verkehrswege eingegangen. Im Bereich der Schalungs- und Rüsttechnik steht dabei vor allem der Einsatz von Lehrgerüsten im Fokus der Betrachtung. Diese Konstruktionen müssen sowohl auf die Lasten des Bauwerks als auch auf die Lasten des laufenden Betriebs ausgelegt sein und jederzeit einen sicheren Baubetrieb gewährleisten. Den Prozessen der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation muss seitens des Auftragnehmers verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt werden, um den Bauzeitplan, die Kosten, aber vor allem die Sicherheit immer im Auge zu behalten.

Im Zuge des Neubaus der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße in Österreich werden Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton sowohl über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahn als auch über eine Eisenbahnstrecke errichtet. Dieses aktuelle Projekt gibt den Anlass, die bereits erfolgten und die noch ausstehenden Arbeiten zu begleiten und in dieser Arbeit festzuhalten.

In den folgenden Unterpunkten wird auf Brückenunglücke in der Vergangenheit beispielhaft eingegangen, die die Wichtigkeit einer eingehenden Arbeitsvorbereitung und Kalkulation unterstreichen. Weiters wird die Anzahl der vorhandenen Brücken auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich dargestellt.

1.1.1 Brückenunglücke in der Vergangenheit

Anstoß für die Themenwahl geben Brückenunglücke, die in den vergangenen Jahren passiert sind und neben der Gefährdung von Menschenleben auch zu erheblichen Sachschäden geführt haben. Nachfolgend werden ausgewählte Beispiele von vorangegangenen Brückenunglücken angeführt, die im letzten Jahrzehnt sowohl in Europa als auch in Amerika vorgefallen sind. Alle genannten Vorfälle weisen die Gemeinsamkeit auf, dass bei der Herstellung Stahlbeton oder Spannbeton zum Einsatz gekommen ist und die Brücken über bestehende Verkehrswege errichtet wurden.

Frohnleiten (Österreich)

Am 21. Februar 2015 kam es in Frohnleiten (Steiermark) zu einem Brückenunglück bei einer in Bau befindlichen Spannbetonbrücke der Brucker Schnellstraße (S 35). Wie in Abbildung 1-1 dargestellt, überführt die Brücke die ÖBB-Südbahnstrecke und wurde mit Hilfe eines Lehrgerüsts hergestellt. Wenige Augenblicke nachdem ein Personenzug unter der Brücke hindurchgefahren ist, gab das Lehrgerüst nach und es kam zu einem Wegkippen des bereits fertig betonierten Tragwerks. Da an diesem Tag keine Bauarbeiten durchgeführt wurden und der Bahnverkehr rasch gestoppt werden konnte, wurde bei dem Unglück niemand verletzt.¹



Abbildung 1-1 Brückenunglück Frohnleiten²

¹ Vgl. ÖSTERREICHISCHER RUNDFUNK: Brückeneinsturz in Frohnleiten: Prozess angelauten. <https://steiermark.orf.at/stories/3025700/>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

² ÖSTERREICHISCHER RUNDFUNK: Brückeneinsturz in Frohnleiten: Prozess angelauten. <https://steiermark.orf.at/stories/3025700/>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

Werneck (Deutschland)

Im deutschen Werneck (Bayern) ereignete sich am 15. Juni 2016 während den Betonierarbeiten einer Spannbetonbrücke der Autobahn A7 ein Brückenunglück. Die Neubaubrücke, welche eine bestehende Talbrücke der Autobahn ersetzt, überführt eine Verbindungsstraße zwischen zwei Ortschaften und wurde mittels Lehrgerüst hergestellt. Das Lehrgerüst stürzte während der Betonage des Tragwerks ein und riss die anwesenden Bauarbeiter mit in die Tiefe. Abbildung 1-2 zeigt die Unglücksstelle, an welcher ein Bauarbeiter ums Leben kam und 14 weitere teils schwer verletzt wurden.³

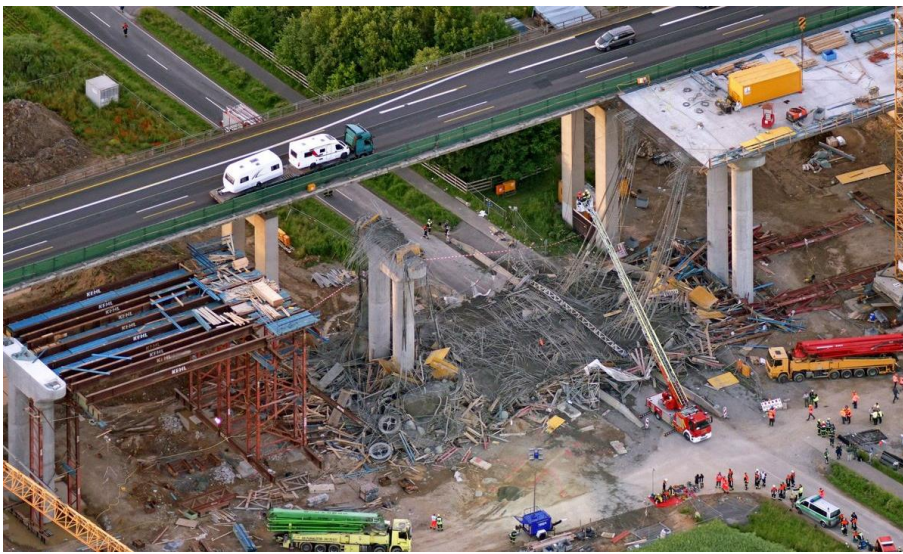


Abbildung 1-2 Brückenunglück Werneck⁴

³ Vgl. LANDGRAF, G.: Bauarbeiter stürzten mit der neuen Fahrbahn in die Tiefe. <https://www.mainpost.de/regional/schweinfurt/bauarbeiter-stuerzten-mit-der-neuen-fahrbahn-in-die-tiefe-art-9257676>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

⁴ DER SPIEGEL GMBH & CO. KG: Gutachterin sieht Konstruktionsfehler als Ursache. <https://www.spiegel.de/panorama/brueckeneinsturz-auf-a7-bei-werneck-gutachterin-sieht-konstruktionsfehler-als-ursache-a-1169128.html>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

Ludvika (Schweden)

Bei Renovierungsarbeiten einer Straßenbrücke über bestehende, unter Betrieb befindliche Eisenbahngleise im schwedischen Ludvika, kam es am 13. Juli 2017 zum Einsturz der Schalungskonstruktion (siehe Abbildung 1-3). Dabei wurden 16 Bauarbeiter verletzt, die sich zum Unglückszeitpunkt auf der Brücke befunden haben.⁵



Abbildung 1-3 Brückeneinsturz Ludvika⁶

⁵ Vgl. DIE PRESSE VERLAGS-GESELLSCHAFT M.B.H. CO KG: Mehrere Verletzte nach Brücken-Einsturz in Schweden. <https://www.diepresse.com/5252006/mehrere-verletzte-nach-brucken-einsturz-in-schweden>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

⁶ DIE PRESSE VERLAGS-GESELLSCHAFT M.B.H. CO KG: Mehrere Verletzte nach Brücken-Einsturz in Schweden. <https://www.diepresse.com/5252006/mehrere-verletzte-nach-brucken-einsturz-in-schweden>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

Miami (USA)

Im Zuge der Errichtung einer Fußgängerbrücke im US-Bundesstaat Florida stürzte die erst wenige Tage zuvor eingehobene, vorgefertigte Betonfachwerkkonstruktion am 15. März 2018 auf die darunterliegende Straße. Durch den laufenden Betrieb der Straße und den Umstand, dass mehrere Autos zum Zeitpunkt des Unglücks im Kreuzungsbereich auf die Weiterfahrt warteten, wurden insgesamt acht Fahrzeuge vollständig oder teilweise von den Trümmern der Brücke verschüttet. Bei dieser Katastrophe verloren fünf Fahrzeuginsassen sowie ein Bauarbeiter ihr Leben, zehn weitere Personen wurden teilweise schwer verletzt. Abbildung 1-4 zeigt die Fußgängerbrücke wenige Augenblicke vor und nach dem Einsturz.⁷



Abbildung 1-4 Brückeneunglück Miami⁸

Auch wenn das zuletzt angeführte Beispiel der Brücke in Miami nicht in Ortbetonbauweise hergestellt wurde, soll mit diesem tragischen Unglück sichtbar gemacht werden, welchen Ausgang Katastrophen bei der Herstellung von Brücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur nehmen können.

⁷ Vgl. NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD: Highway Accident Report – Pedestrian Bridge Collapse Over 8th Street – Miami, Florida – March 15, 2018. S. xiv

⁸ NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD: Highway Accident Report – Pedestrian Bridge Collapse Over 8th Street – Miami, Florida – March 15, 2018. S. 4

1.1.2 Anzahl der Brücken auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich

Die Autobahnen und Schnellstraßen liegen in Österreich im Verantwortungsbereich der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFiNAG). Zu den Aufgaben der ASFiNAG zählen unter anderem die Finanzierung, die Planung, der Bau sowie die Erhaltung von Bundesstraßen, einschließlich der dazu notwendigen und zweckdienlichen Infrastruktur.⁹

Um einen Überblick über die Anzahl der Brücken als Teil der Infrastruktur auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich zu bekommen, ist nachfolgend eine Statistik des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) grafisch dargestellt.

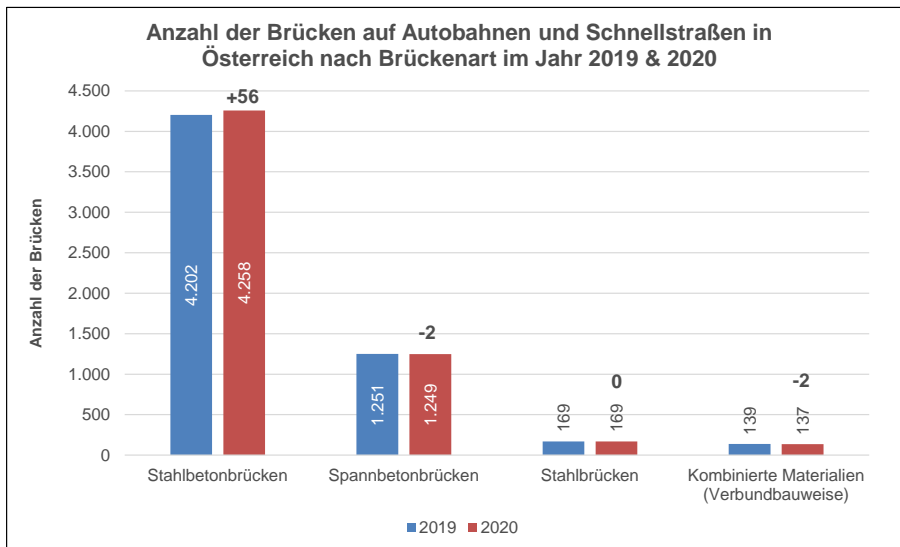


Abbildung 1-5 Anzahl der Brücken auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich nach Brückenart¹⁰

Wie in Abbildung 1-5 sichtbar, besteht der Großteil der Brücken im Netz der österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen aus Stahlbeton. Die Zahlen der weiteren Kategorien Spannbeton, Stahl und Verbundbauweise sind vergleichsweise niedrig. Die Vergleichswerte zwischen den Jahren 2019 und 2020 zeigen, dass Stahlbetonbrücken einen starken Zuwachs innerhalb eines Jahres aufweisen (+56), während die restlichen Brückenarten annähernd stagnieren. Der Statistik können zwar keine genaueren Daten zu Details der Errichtung entnommen werden, trotzdem kann angenommen werden, dass es beim Bau immer wieder zu Beeinflussungen durch den Betrieb von vorhandener Infrastruktur kommt.

⁹ Vgl. BDO AUSTRIA GMBH: Bericht über die Prüfung des Jahresabschlusses zum 31. Dezember 2019 der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft. Wien. BDO Austria GmbH, 2020. S. 1 Beilage III

¹⁰ Eigene Darstellung, Daten: BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE: Statistik Straße und Verkehr. S.28

1.2 Zielsetzung

Für die Erstellung dieser Masterarbeit werden nachfolgend Ziele definiert, bei welchen zwischen MUSS-, SOLL-, KANN- und NICHT-Zielen unterschieden wird. In Abbildung 1-6 sind die formulierten Ziele dargestellt.

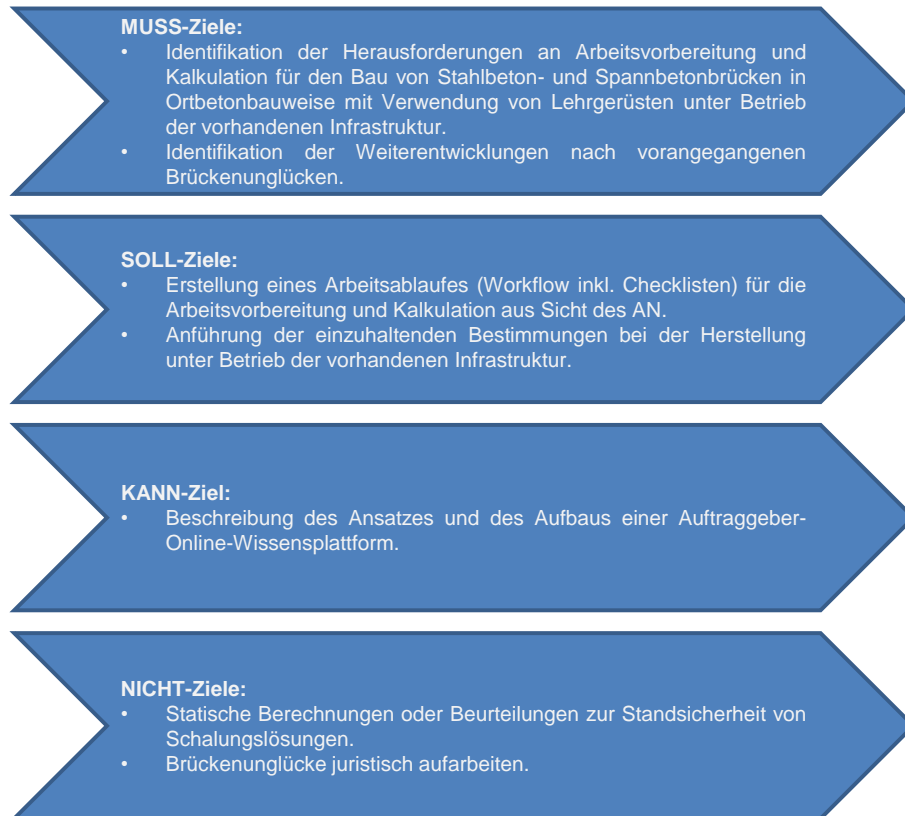


Abbildung 1-6 Ziele der Arbeit

MUSS-Ziel dieser Arbeit ist es, die Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton über bestehende Verkehrswege in der Theorie zu erläutern und dabei speziell auf den Einsatz von Lehrgerüsten einzugehen. Durch die Betrachtung aktueller Projekte wird aufgezeigt in welchen Aufgaben die Schwerpunkte der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation aus Sicht der Auftragnehmer (AN) liegen.

Weiteres MUSS-Ziel ist die Beschreibung der Weiterentwicklungen und Veränderungen in den Bereichen der Koordination, der Lehrgerüstplanung und der Sicherheit nach vorangegangenen Brückenunglücken.

Ein SOLL-Ziel der Arbeit liegt in der Erstellung eines Workflows für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation dieser Bauwerke aus der Sicht des Auftragnehmers. Der Workflow soll einen generellen Überblick der zu berücksichtigenden Herausforderungen geben und den Auftragnehmer ab der Veröffentlichung der Ausschreibung bis zur Angebotsabgabe unterstützen. Weiteres SOLL-Ziel ist es, die einzuhaltenden Bestimmungen und Vorsichtsmaßnahmen für die Herstellung von Bauwerken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur anzuführen.

Als KANN-Ziel wird die Beschreibung des Ansatzes und des Aufbaus einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform definiert. Dazu wird eine aktuelle Studie aus Deutschland aufgegriffen, um die Auswirkungen eines frühzeitigen Wissenstransfers zwischen den Projektbeteiligten näher zu betrachten.

Die NICHT-Ziele grenzen die Arbeit zu statischen und rechtlichen Themen ab. Somit gelten statische Berechnungen oder Beurteilungen zur Standsicherheit von Schalungslösungen bei der Herstellung von Ortbetonbrücken als NICHT-Ziel der Arbeit. Weiteres NICHT-Ziel ist es, vorangegangene Brückenunglücke juristisch aufzuarbeiten.

1.3 Vorgehensweise

Durch eine umfassende Literaturrecherche werden die theoretischen Überlegungen und Charakteristika beschrieben. Neben baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Grundlagen werden auch jene der Arbeitsvorbereitung, der Kalkulation, des Wissensmanagements, des Brückenbaus und der einzuhaltenden Bestimmungen und Vorsichtsmaßnahmen für das Bauen unter Betrieb erläutert. Anschließend bildet die methodische Vorgehensweise der hermeneutischen Erkenntniserweiterung in Kombination mit ExpertInnenmeinungen, die Basis für die Erreichung der Ziele dieser Arbeit. Hierbei werden aktuelle Projekte als Praxisbeispiele für die Analyse begleitet und ein Workflow in Zusammenarbeit mit Projektbeteiligten erstellt.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im einführenden Kapitel der bauwirtschaftlichen und baubetrieblichen Grundlagen werden die Grundzüge von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten mit den einschlägigen Projektphasen beschrieben. Weiters wird hier auf das Produktionssystem im Bauwesen eingegangen. Nach Erläuterung der Grundlagen von Arbeitsvorbereitung und Kalkulation im dritten Kapitel, widmet sich das nachfolgende Kapitel dem Umgang mit Wissen in der Bauwirtschaft. Hier werden vor allem das Wissensmanagement und die damit verbundenen Chancen für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation

beschrieben. Das fünfte Kapitel erläutert die Grundlagen des Brückenbaus in Ortbetonbauweise mit den dazugehörigen Konstruktionsarten sowie Schalungs- und Rüsttechniken. Um einen theoretischen Überblick über die Herausforderungen des Bauens unter Betrieb der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur zu geben, werden diese im sechsten Kapitel angeführt. Die nachfolgenden Kapitel erläutern einerseits das vorliegende Praxisbeispiel und andererseits die Entwicklung des Workflows, der mit einer Kombination aus theoretischen Überlegungen und ExpertInnenmeinungen erstellt wird.

2 Bauwirtschaftliche und baubetriebliche Grundlagen

Im folgenden Abschnitt werden bauwirtschaftliche und baubetriebliche Begriffe erläutert, die für das grundlegende Verständnis der vorliegenden Arbeit notwendig sind.

2.1 Projekt

Per Definition stellt ein Projekt ein Vorhaben dar, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist. Beispiele für diese Bedingungen sind die Zielvorgaben sowie zeitliche, finanzielle, personelle Begrenzungen und die projektspezifische Organisation.¹¹

In weiterer Folge lässt sich ein Projekt als einmaliges, komplexes und meist innovatives Vorhaben definieren, welches durch klar definierte Ziele, einem begrenzten Budget und festgelegte Anfangs- und Endtermine ausgezeichnet wird.¹²

Die wesentlichen Merkmale des Projektbegriffes sind:¹³

- **Neuartigkeit:** Der Großteil von Projekten behandelt einen „Prototypen“ mit neuen Aufgabenstellungen und Unsicherheiten.
- **Zielorientiertheit:** Die Erreichung eines vordefinierten Sachzieles mit begrenztem Zeit- und Mitteleinsatz.
- **Abgrenzung:** Sowohl der Zeitrahmen als auch das Budget und die organisatorisch-rechtliche Abwicklung sind begrenzt. Das Projekt grenzt sich gegenüber anderen Vorhaben ab.
- **Komplexität und Dynamik:** Mit ausgedehnten Aufgabenstellungen entstehen vernetzte Abhängigkeiten zwischen einzelnen Aufgaben und dem vorliegenden Umfeld, welche sich jederzeit dynamisch ändern können.
- **Interdisziplinarität:** Mit dem Zusammenwirken von unterschiedlichen Fachbereichen und den jeweiligen Qualifikationen wird die Umsetzung der Aufgabenstellung möglich.
- **Bedeutung:** Beteiligte Organisationseinheiten stufen Projekte mit hoher Relevanz für den Nutzen, den wirtschaftlichen Erfolg und die Steuerung der Ressourcen ein.

¹¹ Vgl. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: DIN 69901-5:2009-01 Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe. S. 11

¹² Vgl. MAUERHOFER, G.: Bauprojektmanagement 1. Skriptum. S. 58

¹³ Vgl. MAUERHOFER, G.: Bauprojektmanagement 1. Skriptum. S. 59f

2.1.1 Bauprojekt

Die Definition eines Projektes lässt sich auf Bauwerke sehr gut übertragen. Ein Bauwerk entsteht als einmaliges Projekt mit begrenztem Budget und in begrenzter Zeit. Die Projektbeteiligten bilden eine individuelle, zeitlich begrenzte Organisation, welche komplexe und interdisziplinäre Aufgabenstellungen bewältigt. Während bei stationären Produktionsbetrieben materielle Elemente des täglichen Gebrauchs, wie Möbel, Haushaltsgeräte oder Verkehrsmittel in Serie hergestellt werden, sind Bauwerke keine Erzeugnisse der industriellen Fertigung. Bauwerke werden als Unikate in Form von Bauprojekten mit Vorstellungen, Ideen und Planungen umgesetzt, welche es genau in dieser Form, an diesem Ort mit diesen Projektbeteiligten noch nie gegeben hat.¹⁴

2.1.2 Projektphasen eines Bauprojekts

Die Projektphasen (PPH) stellen den Ablauf eines Bauprojekts dar und können in fünf wesentliche Phasen gegliedert werden. Generell besteht die Gliederung aus der Projektvorbereitung, der Planung, der Ausführungsvorbereitung, der Ausführung und dem Projektabschluss, wobei eine Unterteilung der Projektphasen in weitere Ebenen möglich ist.¹⁵

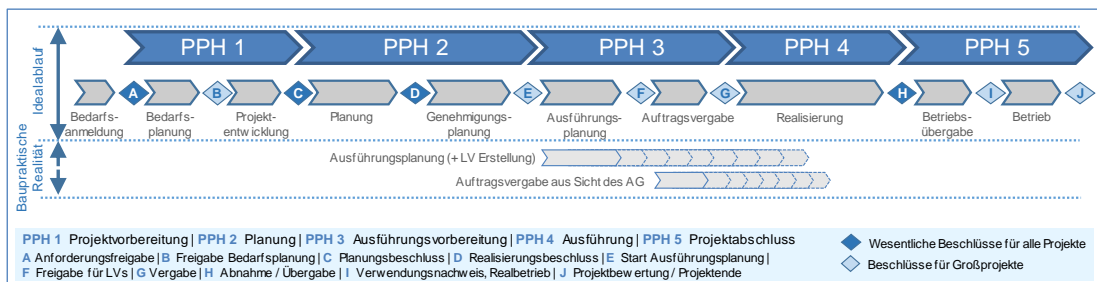


Abbildung 2-1 Projektphasen¹⁶

Wie in Abbildung 2-1 ersichtlich, gibt es am Beginn der ersten Projektphase, zwischen den einzelnen Projektphasen sowie am Ende der letzten Projektphase sogenannte „Quality Gates“ (QG). Diese Übergänge stellen Meilensteine im Projektverlauf dar und bilden den Abschluss einer Projektphase. Somit wird gewährleistet, dass der Start einer nachfolgenden Phase erst nach maßgeblichen Beschlüssen der aktuellen erfolgt.

Der idealisierte Projektablauf beginnt mit einer Projektidee, für welche eine Bedarfsanmeldung formuliert wird und nach Erledigung der Anforderungsfreigabe (QG A) der Start eines neuen Projekts erfolgt. In der Projektvor-

¹⁴ Vgl. SPANG, K.: Einführung und Grundlagen. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 2

¹⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 158

¹⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 158
Vgl. LECHNER, H.: https://www.pmttools.eu/download/seminar/Zeitstrukturmodell_PPH_LPH-A_TW_TA.pdf. Datum des Zugriffs: 18.12.2020

bereitung (PPH 1) kommt das Projekt mit der Erstellung einer Bedarfsplanung, der nachfolgenden Freigabe der Bedarfsplanung (QG B) und der Projektentwicklung zu einem Reifegrad, in welchem der Planungsbeschluss (QG C) erfolgen kann. Mit der geschaffenen Basis aus der PPH 1 wird die Planung (PPH 2) eingeleitet und es erfolgt die Einarbeitung der Grundlagen in die Vorentwurfs- und Entwurfsplanung. Der nachfolgende Realisierungsbeschluss (QG D) gibt in der PPH 2 den Startschuss für die Genehmigungsplanung (Einreichplanung). Nach dem Einleiten des Einreichverfahrens und der Erteilung einer Baubewilligung wird diese Projektphase mit dem Start der Ausführungsplanung (QG E) abgeschlossen.¹⁷

In der Ausführungsvorbereitung (PPH 3) wird der Projektgegenstand mit der Ausführungsplanung konkretisiert und die Erstellung von Leistungsverzeichnissen vorgenommen. Nach erfolgter Freigabe der Leistungsverzeichnisse (QG F) werden die Leistungen ausgeschrieben und es kommt zur Auftragsvergabe (QG G) an die Auftragnehmer (AN). Mit dem Beginn der Ausführung (PPH 4) startet die Realisierung des Bauprojekts, welche mit der Abnahme (QG H) abgeschlossen wird. Im idealisierten, chronologischen Projektablauf ist vor dem Beginn der Ausführung die Ausführungsplanung und die Vergabe aller Leistungen abgeschlossen. Die baupraktische Realität sieht, wie in Abbildung 2-1 ersichtlich, jedoch meist anders aus. Oft ist die Ausführungsplanung vor dem Beginn der Ausführung noch nicht abgeschlossen und wird baubegleitend durchgeführt. Weiters ist es möglich, dass die Vergabe einzelner Gewerke mit dem Zeitpunkt des Baubeginns noch ausständig ist.¹⁸

Durch die Überlagerung der PPH 3 und der PPH 4 ist eine Reduzierung der Gesamtdauer des Projekts möglich und scheint daher für den Auftraggeber (AG) vorteilhaft. Diese Art der Projektabwicklung birgt jedoch Probleme in sich, da bei der baubegleitenden Planung mit hohem Zeitdruck gearbeitet werden muss und dies oft Auswirkungen auf die Qualität der Ausführungspläne hat. Der Vorteil, dass durch die unvollständige Planung flexibler auf geänderte Randbedingungen und Bauherrenwünsche eingegangen werden kann, bringt mit möglicherweise folgenden Mehrkosten und möglichen Bauzeitüberschreitungen auch Nachteile mit sich. Würde die Möglichkeit der Planungsänderung während der Bauzeit jedoch wegfallen, wäre es nicht mehr möglich flexibel auf geänderte Erkenntnisse und Randbedingungen reagieren zu können.¹⁹

Sind die Leistungen fertiggestellt, kommt es zur Übergabe des AN bzw. zur Übernahme des AG (QG H) und dem damit verbundenen Abschluss der PPH 4. Mit dem Erreichen dieses Meilensteins beginnt die Phase des Projektabschlusses (PPH 5). Während der Betriebsübergabe werden

¹⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 158f

¹⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 159

¹⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 159

letzte Abrechnungen getätigt und Mängel behoben, um nach dem Verwendungsnachweis und dem Probe- bzw. Realbetrieb (QG I), den Betrieb des Projekts zu starten. Abgeschlossen wird die PPH 5 mit einer Projektbewertung (QG J), die Daten und Erfahrungswerte des vorangegangenen Projekts dokumentiert und in die Bearbeitung von neuen Projekten einfließen lässt. Dieser Schritt ist unerlässlich, um aus jedem abgeschlossenen Projekt das Wissen, sowohl auf Auftragnehmer- als auch auf Auftraggeberseite zu speichern und damit den ständigen Verbesserungsprozess im Unternehmen zu gewährleisten.²⁰

2.2 Verkehrsinfrastrukturbauprojekte

Als Verkehrsinfrastrukturprojekt wird im Wesentlichen die Erstellung, also das Planen und Bauen, von Verkehrswegen für Straßen- oder Schienenwege verstanden. Die Durchführung von Verkehrsinfrastrukturprojekten ist gekennzeichnet durch hohe finanzielle Ausmaße, enormen Flächenverbrauch und die Vielzahl an Personen und Organisationen, die am Projekt beteiligt sind.²¹

Paar hat im Zuge ihrer Dissertation eine Definition für Verkehrsinfrastrukturbauprojekte formuliert. Somit werden alle Baumaßnahmen, die zur Neuerrichtung, Erhaltung und sonstiger Erweiterung der bestehenden Anlagen dienen, als Verkehrsinfrastrukturbaumaßnahmen bezeichnet. Diese Definition beinhaltet sowohl den Neubau, den Ausbau und auch die Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen.²²

Die Begriffe Verkehrsinfrastrukturprojekt und Verkehrsinfrastrukturbauprojekt werden im weiteren Verlauf der Arbeit synonym verwendet. Der Fokus liegt im Wesentlichen auf der Perspektive des Auftragnehmers für die Baumaßnahmen, weshalb die Definition nach *Paar* für diese Arbeit zutreffend ist.

Die Merkmale eines Projekts aus Abschnitt 2.1 treffen bei Verkehrsinfrastrukturvorhaben zu. Jedes Verkehrsinfrastrukturbauprojekt kann als einmalig angesehen werden, obwohl je nach Projekttyp bzw. Projektkategorie Gemeinsamkeiten mit anderen, bereits abgeschlossenen Projekten vorliegen können. Diese Gemeinsamkeiten ermöglichen eine Planung von zukünftigen Projekten mit den Erfahrungen und Ergebnissen von ähnlichen Vorhaben und erleichtern die Identifizierung von möglichen Risiken und Schwierigkeiten vorzeitig. Primäre Unterscheidungsmerkmale zwischen ähnlichen Straßen- und Eisenbahnbauprojekten betreffen meist die Geometrie und Geografie, die vorliegende Fauna und Flora, das betroffene Gebiet mit unterschiedlichen Anrainern und die anstehenden

²⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 160

²¹ Vgl. SPANG, K.: Einführung und Grundlagen. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 1

²² Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 21

geotechnischen Eigenschaften des Baugrunds. Die definitiven Berührungspunkte zwischen verwandten Projekten liegen damit vor allem in den Prozessabläufen und den einzuhaltenden technischen und rechtlichen Regeln.²³

Die Berührungspunkte zwischen den verwandten Projekten geben dieser Arbeit den Anlass ein aktuelles Verkehrsinfrastrukturbauprojekt zu begleiten, um die Erfahrungen und Ergebnisse für zukünftige Projekte festzuhalten.

Aufbauend auf diese Definitionen werden in den anschließenden Abschnitten Details zu Verkehrsinfrastrukturbauprojekten erläutert. Diese umfassen sowohl die Eigenschaften dieser Projekte als auch die Projektphasen und Herausforderungen bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten.

2.2.1 Eigenschaften von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten

Verkehrsinfrastrukturbauprojekte können nach ihrer Größe und Komplexität gegliedert werden. Die Projektgröße wird hierbei als monetäre Größe der Gesamtkosten eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts definiert. Die nachfolgende Tabelle 2-1 stellt eine grobe Projekttypeneinteilung für den österreichischen Infrastrukturbau dar und wurde von Paar im Zuge ihrer Dissertation festgelegt.

Tabelle 2-1 Grobe Projekttypeneinteilung für den österreichischen Infrastrukturbau nach Paar²⁴

Lfd. Nr.	Projekttyp	Gesamtkosten	Komplexität
0	A	B	C
1	Kategorie 1	> 50 Mio. EUR	Sehr hoch
2	Kategorie 2	> 5,350 Mio. EUR	Hoch
3	Kategorie 3	bis 5 Mio. EUR, ggf. auch höher	Mittel
4	Kategorie 4	bis 1 Mio. EUR	Gering

Als Komplexität versteht man im Allgemeinen eine Vielfalt von Beziehungen zwischen Elementen in einem System. Die Ausprägung der Komplexität ist hierbei durch die Anzahl und Art der Elemente und deren Beziehungen zueinander geprägt. Ein Merkmal von komplexen Situationen ist,

²³ Vgl. SPANG, K.: Einführung und Grundlagen. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 4

²⁴ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 23
Anmerkung: „Verfahren von öffentlichen Auftraggebern zur Vergabe von Aufträgen erfolgen im Oberschwellenbereich, wenn der geschätzte Auftragswert [...] bei Bauaufträgen mindestens 5 350 000 Euro beträgt.“, siehe § 12 (1) Bundesvergabeengesetz 2018 (BVerG 2018)

dass es keine Möglichkeit der exakten Modellierung oder exakten Erstellung von Prognosen gibt. Der Entscheidungsträger muss in komplexen Situationen während den auftauchenden Zuständen mit Überraschungen und Nebenwirkungen rechnen.²⁵

Da Verkehrsinfrastrukturbauprojekte eine Vielzahl von Elementen, Beziehungen und Unsicherheiten aufweisen, ist die Komplexität eine Eigenschaft, die laut dieser Definition auf Verkehrsinfrastrukturbauprojekte zutrifft. Um die Komplexität eines Bauvorhabens definieren zu können, hat *Dohrenbusch* Bestimmungsgrößen festgelegt, die den Begriff der Projektkomplexität bei Bauvorhaben beeinflussen.



Abbildung 2-2 Bestimmungsgrößen der Projektkomplexität²⁶

Wie in Abbildung 2-2 ersichtlich, haben unterschiedliche Bestimmungsgrößen einen Einfluss auf die Projektkomplexität. Durch das Zusammenspiel und das gleichzeitige Auftreten dieser Bestimmungsgrößen wird mit dieser Darstellung verdeutlicht, dass es sich bei Bauprojekten um komplexe Systeme handelt. Je nach Ausprägung und Intensität der einzelnen Bestimmungsgrößen steigt die Komplexität von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten. Diese kann, wie in Tabelle 2-1 ersichtlich, in Projekte mit geringer, mittlerer, hoher und sehr hoher Ausprägung eingeteilt werden.

²⁵ Vgl. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/komplexitaet-39259/version-262672>. Datum des Zugriffs: 01.12.2020

²⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an: DOHRENBUSCH, J.: Bewertung der Vergabepaxis bei komplexen Großprojekten im deutschen Verkehrsinfrastrukturbau. Dissertation. S. 54

2.2.2 Herausforderungen bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten

Bei der Abwicklung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten kommt es bei der Planung, Vorbereitung und Umsetzung zu Herausforderungen, die diese Projekte von anderen Bauprojekten wesentlich unterscheiden. Die auftauchenden Besonderheiten und Herausforderungen konfrontieren alle Projektbeteiligten und erschweren die Planung, die Leistungserbringung, die Termineinhaltung, die Kostenfestlegung und -einhaltung sowie die Risikoabschätzung im Vorhinein. Die nachfolgenden Punkte beschreiben diese wesentlichen Herausforderungen demonstrativ:²⁷

- **Eingriff in Umwelt und Lebensraum:** Es erfolgen Beeinträchtigungen von Mensch, Tier und Gesellschaft. Dadurch entstehen Auflagen und Ansprüche der betroffenen Beteiligten, die meist gesetzlich festgelegt sind.
- **Ausgedehnte (Linien-)Bauwerke:** Zeitlich und räumlich lange Störungen durch das Bauvorhaben und erhebliche Herausforderungen für die Baustellenlogistik.
- **Hohe Projektkosten:** Enorme Ausgaben durch umfangreiche Baumaßnahmen, die ausschließlich oder teilweise aus Steuergeldern finanziert werden. Hierbei entsteht eine verstärkte Aufmerksamkeit der Bevölkerung, was zu Widerstand und kritischen Konflikten führen kann.
- **Abhängigkeit von Baugrund und Witterung:** Störungen und Änderungen auf Grund des anstehenden Baugrunds und der auftretenden Witterung sind nicht vollständig vermeidbar. Verwendung der natürlichen Baustoffe Boden und Fels bringen Unsicherheiten mit sich.
- **Technische Herausforderungen:** Bei der Herstellung werden technisch anspruchsvolle Lösungen für die Bauwerksherstellung entwickelt und angewendet.
- **Bundesvergabegesetz (BVerG):** Durch die Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen sind Auftragnehmer für den Auftraggeber oft nur eingeschränkt wählbar. Erwartungsgemäß kann es zu Konflikten zwischen AN und AG kommen.
- **Unvollständiges Bau-SOLL:** Durch Änderungen des Bau-SOLLs kann es zu Konflikten zwischen AN und AG kommen. Claims werden durch Leistungsabweichungen und Störungen der Leistungserbringung (z.B. Behinderung) hervorgerufen.
- **Herstellung unter Betrieb:** Häufig müssen Verkehrsinfrastrukturbauprojekte unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur abgewickelt werden. Bei Neubau, Ausbau, Umbau oder Instandhaltung

²⁷ Vgl. SPANG, K.: Einführung und Grundlagen. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 7

treten Behinderungen des Verkehrs und des Baubetriebs auf. Das Unfallrisiko steigt bei der Herstellung unter Betrieb erheblich.

- **Interesse der Öffentlichkeit:** Durch die Errichtung der Verkehrsinfrastruktur für öffentliche NutzerInnen, stehen diese Projekte verstärkt im Fokus der Gesellschaft. Mit Informationsveranstaltungen, Möglichkeiten zur Kommunikation und transparenten Vorgehensweisen ist die Einbindung der Öffentlichkeit eine stetige Herausforderung bei der Durchführung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten.

2.2.3 Projektphasen von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten

Ein Verkehrsinfrastrukturbauprojekt kann grundsätzlich in die fünf Projektphasen aus Abschnitt 2.1.2 gegliedert werden. Durch die besonders langen Projektlaufzeiten (bis zu mehreren Jahrzehnten), unterscheiden sich Verkehrsinfrastrukturbauprojekte wesentlich gegenüber anderen Bauprojekten. Diese zeitliche Ausdehnung liegt vor allem an jahrelangen Planungs- und Genehmigungsphasen.²⁸

Die notwendigen Prozessschritte für die Abwicklung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten in Österreich basieren auf gesetzlichen Vorgaben, welche im Zuge des Projekts abgearbeitet werden müssen. Da in dieser Arbeit nur Neubauprojekte im Autobahn- und Schnellstraßenbau betrachtet werden, wird nachfolgend ausschließlich der grobe Prozessablauf für den Neubau dieser Verkehrsinfrastruktur umrissen.

Autobahnen und Schnellstraße unterliegen in Österreich dem Bundesstraßengesetz (BStG) aus dem Jahr 1971. Bei Neubauvorhaben ist eine Änderung des BStG notwendig und wird im Rahmen der strategischen Planung durchgeführt. Meist kommt es in dieser Phase schon zu Berührungspunkten mit dem Anwendungsgebiet des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVP-G), wodurch in der Planung eine Genehmigung der Umweltverträglichkeit des Bauprojekts notwendig ist. Der strategischen Planung folgen Trassenkorridoruntersuchungen, die im Rahmen der Vorstudie näher betrachtet werden. Das Ergebnis der Vorstudie ist, nach vollzogenen Machbarkeitsstudien und Variantenvergleichen, die Trassenauswahl. Mit dem erstellten Einreichprojekt und der damit verbundenen Umweltverträglichkeitsprüfung, kommt es bei positiver Erledigung dieser Punkte zu einem Genehmigungsverfahren. Im Detailprojekt werden die Planungen konkretisiert und die Ausschreibung durchgeführt. Nach der Realisierung durch die beauftragten Unternehmen kommt es zur Inbetriebnahme der Verkehrsinfrastruktur und dem darauffolgenden Betrieb.²⁹

²⁸ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 27

²⁹ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 28f

Die beschriebenen Prozessschritte für die Abwicklung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten werden in Tabelle 2-2 den Projektphasen, den Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) und den Prozessen des Bieters bzw. späteren Auftragnehmers gegenübergestellt.

Tabelle 2-2 Projektphasen eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts aus verschiedenen Perspektiven³⁰

Lfd. Nr.	Planungsprozesse von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten	Projektphasen	Leistungsphasen für Planer nach HOAI	Prozesse des Bieters/ Auftragnehmers
0	A	B	C	D
1	Strategische Planung			
2	Trassenkorridoruntersuchung und -vorauswahl	PPH 1: Projektvorbereitung	LPH 1: Grundlagenermittlung	
3	Vorstudie (Machbarkeitsstudie + Variantenvergleich + Trassenauswahl)		LPH 2: Vorplanung	
4	Einreichprojekt + UVP (Entwurfsplanung)	PPH 2: Planung	LPH 3: Entwurfsplanung	
5	Genehmigungsverfahren		LPH 4: Genehmigungsplanung	
6	Detailprojekt	PPH 3: Ausführungsvorbereitung	LPH 5: Ausführungsplanung	
7	Realisierung		LPH 6: Vorbereitung der Vergabe	Akquisition
8			LPH 7: Mitwirkung bei der Vergabe	Arbeitsvorbereitung und Kalkulation (Angebot)
9		PPH 4: Ausführung	LPH 8: Objektüberwachung	Vergabe
10				Arbeitsvorbereitung
11		PPH 5: Projektabschluss	LPH 9: Objektbetreuung	Ausführung
12	Inbetriebnahme			Gewährleistung
13	Betrieb / Nutzung			

In Tabelle 2-2 ist ersichtlich zu welchem Zeitpunkt der Bieter bzw. spätere Auftragnehmer für die ausführenden Gewerke in das Projekt einsteigt. Die durch die vorangegangenen Planungsschritte konkretisierten Ausschreibungsunterlagen werden von den Bietern gesichtet und nachfolgend eine Entscheidung über die Angebotsbearbeitung getroffen.³¹

Entschließt sich ein Bieter dazu, die Angebotsbearbeitung durchzuführen, erfolgt die grundlegende Arbeitsvorbereitung sowie die Kalkulation des Angebots. Während der Mitwirkung bei der Vergabe (LPH 7) kommt es zum Informationsaustausch zwischen dem Auftraggeber, den Planern und den Bietern. Aus dem Vergabeprozess geht einer der Bieter als Auftragnehmer hervor und setzt seine Ansätze zur Arbeitsvorbereitung aus der

³⁰ Vgl. SCHLICKENRIEDER, M.: Modell für die Rahmenbedingungen eines differenzierten Risikomanagementansatzes für Eisenbahninfrastrukturprojekte mit dem Fokus auf die Planungsphase bis zur Vergabe. Dissertation. S. 20

³¹ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 159

Kalkulation fort bzw. konkretisiert diese für das gegenständliche Bauvorhaben. Wie bereits in Abschnitt 2.1.2 erwähnt, handelt es sich hierbei um einen idealisierten Projektablauf. Meist ist die Ausführungsplanung vor dem Beginn der Ausführung noch nicht vollständig abgeschlossen und wird baubegleitend durchgeführt. Dies kann die Arbeitsvorbereitung für den Auftragnehmer wesentlich erschweren.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation aus der Sicht des Auftragnehmers bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton über bestehende Verkehrswege. Der Fokus richtet sich dadurch hauptsächlich auf die PPH 3 eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts, da der angestrebte Workflow den AN von der Veröffentlichung der Ausschreibung bis zur Vergabe begleiten soll. Die Ansätze aus dem Workflow können in PPH 4 in Form einer Detailplanung vertieft werden, wodurch auch die PPH 4 in den Betrachtungshorizont der vorliegenden Arbeit fällt.

2.2.4 Projektbeteiligte

Bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten gibt es eine Vielzahl von Projektbeteiligten, die während der Projektlaufzeit von mehreren Jahren in unterschiedlichen Ausmaßen beim Projekt mitwirken. Die Beteiligten können sowohl natürliche als auch juristische Personen sein und mit dem Projekt intern, also in der eigenen Organisation, oder extern in Verbindung stehen. Im Gegensatz zur stationären Industrie werden die Aufgaben der Entwicklung, Planung, Konstruktion und Ausführung nicht von einem Unternehmen durchgeführt, sondern an mehrere Beteiligte weitergegeben. Dadurch entstehen Schnittstellen, die durch gezielte Koordinierungsmaßnahmen geregelt werden müssen und weitere Projektbeteiligte erfordern.³²

³² Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 24

Tabelle 2-3 Einteilung der Stakeholder bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten³³

Lfd. Nr.	Projektbeteiligte der Öffentlichkeit	Projektbetroffene	Projektbeteiligte
0	A	B	C
1	Politik	Grundeigentümer	Bauherr/Auftraggeber
2	Regierungen	Anrainer	Projektmanagement/Projektsteuerung
3	Gesetzgeber	Bürger/Gesellschaft	PlanerInnen/FachingenieurInnen
4	Gemeinden		ExpertInnen/GutachterInnen
5	Behörden		Örtliche Bauaufsicht (ÖBA)
6	Interessensvertretungen		Auftragnehmer
7	Nachbarländer		
8	Medien		
9	Nutzer/Kunden		

Da Projekte im Infrastrukturbereich ein wesentlich größeres Umfeld haben, als beispielsweise Hochbauprojekte, ist es notwendig dieses Umfeld aus Organisationen, Individuen und sozialen Strukturen zu identifizieren und ein gezieltes Stakeholdermanagement durchzuführen.³⁴

Wie Tabelle 2-3 zeigt, kann eine grobe Einteilung der Stakeholder in Projektbeteiligte der Öffentlichkeit, Projektbetroffene und Projektbeteiligte durchgeführt werden. Diese Arbeit konzentriert sich auf die in Tabelle 2-3 rot eingerahmten Projektbeteiligten, welche direkt mit der Organisation, Planung, Steuerung und Ausführung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten beschäftigt sind. Für weiterführende Informationen zum Stakeholdermanagement und der Öffentlichkeitsarbeit bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten kann auf das Sammelwerk „Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten“ von Spang hingewiesen werden.

2.2.4.1 Bauherr/Auftraggeber

Der Bauherr ist eine Person oder Organisation, welche die Verantwortung für den gesamten Prozess eines Bauprojekts trägt und für Ingenieurbüros und Ausführungsunternehmen als Auftraggeber auftritt. Er fällt die unternehmerische Entscheidung ein Projekt zu planen sowie auszuführen und übernimmt die dadurch entstehenden Pflichten und Rechte. Die grundlegenden Aufgaben des Bauherrn sind die Formulierung der Projektaufgabenstellung nach Umfang, Qualität, Zeit und Kosten, die Definition der Projektziele, die Beschaffung des Grundstücks und der Finanzmittel, die

³³ Eigene Darstellung in Anlehnung an: SCHLICKENRIEDER, M.: Modell für die Rahmenbedingungen eines differenzierten Risikomanagementansatzes für Eisenbahninfrastrukturprojekte mit dem Fokus auf die Planungsphase bis zur Vergabe. Dissertation. S. 24

³⁴ Vgl. SPANG, K.; CLAUSEN, W.: Stakeholdermanagement. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 204

Einholung der erforderlichen Genehmigungen sowie die Steuerung der beauftragten Projektbeteiligten.³⁵

Der Bauherr kümmert sich um die sorgfältige Planung und Ausschreibung der erforderlichen Bauleistungen und stellt sicher, dass die für die Ausführung notwendigen Unterlagen, wie beispielsweise Pläne, rechtzeitig und vollständig zur Verfügung stehen. Weiters liegt die Koordinierung der Projektbeteiligten und die Überwachung der Ausführung nach den Aspekten Qualität, Zeit und Kosten im Verantwortungsbereich des Bauherrn. Diese Aufgaben der Planung, Überwachung und Steuerung des Bauprojekts können in der eigenen Organisation durchgeführt, oder an externe Planer und Dienstleister für Projektmanagement und -steuerung delegiert werden.³⁶

In der Baupraxis werden oft die Bezeichnungen des Auftraggebers (AG) und des Auftragnehmers (AN) verwendet. Als AN werden hierbei meist ausschließlich die Auftragnehmer der Ausführung verstanden, wobei der Auftraggeber Vertragsverhältnisse mit weiteren Auftragnehmern für das Projektmanagement, die Projektsteuerung, die Planung, die Gutachten oder die örtliche Bauaufsicht hat. Diese Beratungsorgane der Bauherrenseite werden umgangssprachlich der Bezeichnung des Auftraggebers zugerechnet.³⁷

2.2.4.2 Projektmanagement/Projektsteuerung

Das Projektmanagement (Projektleitung) und die Projektsteuerung haben ihren Tätigkeitsbereich im Bauprojekt als vertretende bzw. unterstützende Organe des Bauherrn. Durch beispielsweise hohe Sicherheitsanforderungen, Umweltschutzaufgaben, die Entwicklung neuer Baustoffe oder der hohen Anzahl an Projektbeteiligten in den Phasen der Planung und Ausführung ist es für nicht fachkundige Bauherrn notwendig, auf die Expertise von FachingenieurInnen zu setzen. Diese Projektbeteiligten übernehmen Leitungs-, Koordinierungs-, Planungs- sowie Managementaufgaben und konzentrieren sich dabei auf die qualitäts-, zeit- und kostengerechte Fertigstellung des Bauprojekts.³⁸

Die Aufgaben des Projektmanagements (Projektleitung) und der Projektsteuerung unterscheiden sich vor allem im Bereich der Entscheidungskompetenz. Während das Projektmanagement mit der, vom Bauherrn übertragenen, Entscheidungskompetenz eine Linienfunktion besitzt und verantwortlich für die Beauftragung und Koordination aller Beteiligten ist,

³⁵ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb, S. 24f
Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 23

³⁶ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb, S. 25

³⁷ Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 24

³⁸ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb, S. 34
Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 40

arbeitet die Projektsteuerung als Stabstelle. Diese Stabstelle hat eine beratende Funktion und besitzt keine Entscheidungskompetenz.³⁹

2.2.4.3 PlanerInnen/FachingenieurInnen

Für die Planung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten werden vom Auftraggeber im Regelfall PlanerInnen und FachingenieurInnen herangezogen, um die Leistungen der architektonischen, technischen und ingenieurmäßigen Planung zu erbringen. Die Planungsleistungen der verschiedenen Disziplinen können in Form von Einzelvergaben oder durch den Einsatz eines/einer Generalplaners/Generalplanerin beauftragt werden. Während bei der Einzelvergabe jeder/jede Planer/Planerin in einem Vertragsverhältnis zum Auftraggeber steht, gibt es bei der Vergabe an GeneralplanerInnen nur einen/eine Vertragspartner/Vertragspartnerin für den AG. Dieser/Diese erbringt die komplette Planungsleistung für das Bauprojekt und kann weitere Sub-PlanerInnen beauftragen, die bei der Planung unterstützend agieren.⁴⁰

Folgende Fachplanungen werden für Verkehrsinfrastrukturbauprojekte üblicherweise beauftragt:⁴¹

- Planung der Verkehrs- und Streckenführung (Trassierung einschließlich Streckentiefbau und Entwässerungsplanung, Fahrplanplanung, Gleisoberbau)
- Planung von Ingenieurbauwerken (Unterführungen, Brücken, Stützmauern, Lärmschutzbauten, Bahnsteige)
- Planungen für Geotechnik und eventuellen Tunnelbau (Böschungen, Einschnitte, Dämme)
- Umweltplanungen (Ausführungsbestimmungen für die betroffene Fauna und Flora im Projektgebiet sowie Lärm- und Erschütterungsschutz)
- Planung der Verkehrsleittechnik im Straßenbau
- Planung der Bahnstromversorgung
- Planung der Leit- und Sicherheitstechnik für den Bahnbetrieb

³⁹ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb, S. 25

⁴⁰ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation, S. 39

⁴¹ Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten, S. 25

2.2.4.4 ExpertInnen/GutachterInnen

Die Leistungen von ExpertInnen und GutachterInnen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Unabhängigkeit der Stellungnahmen und Bewertungen von den üblichen Planungsleistungen. Sie agieren im Rahmen ihrer Expertise oder Zulassung und sind gegenüber dem Auftraggeber nicht weisungsgebunden. Die Aufgabenbereiche von ExpertInnen und GutachterInnen bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten reichen von Baugrundgutachten, Tunnelbauexpertisen, Altlasten- und Kampfmittleinschätzungen über Lärm- und Erschütterungsbewertungen bis hin zu Stellungnahmen zum Zustand der Fauna und Flora im Projektgebiet. Auch gestalterische Bewertungen von Brücken, Tunnelportalen oder Lärmschutzwänden werden häufig von ExpertInnen und GutachterInnen durchgeführt. Wichtige Aufgaben, die die Bestellung eines/einer Prüffingenieurs/Prüffingenieurin notwendig machen, sind beispielsweise die bautechnische Planprüfung, die Prüfung der Baustatik sowie die Überprüfung der geplanten Leit- und Sicherungstechnik.⁴²

2.2.4.5 Örtliche Bauaufsicht (ÖBA)

Die Örtliche Bauaufsicht ist ein Koordinierungs- und Überwachungsorgan auf der Baustelle, welches vom Bauherrn beauftragt wird und die bauherrenseitige Aufsicht der Baumaßnahmen übernimmt. Für die Durchführung der örtlichen Bauaufsicht wird ein Bau- oder Ziviltechnikerunternehmen mit den folgenden Aufgaben betraut:⁴³

- Überwachung der Baumaßnahmen mit dem Schwerpunkt auf die Übereinstimmung der Bauausführung mit den freigegebenen Plänen und Unterlagen, den Bestimmungen im Bauvertrag, der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie der geltenden Normen und spezifischen Vorschriften.
- Absteckung der Hauptachsen und örtliche Kennzeichnung des Baugeländes.
- Dokumentation der Arbeiten und relevanter Ereignisse in Form eines Bautagebuchs.
- Erstellung von gemeinsamen Aufmaßen mit dem Ausführungsunternehmen als Grundlage für die Abrechnung.
- (Vor)prüfung von Rechnungen und Nachträgen.
- Aufsicht der ordnungsgemäßen Ausführung von zusätzlichen oder geänderten Leistungen.

⁴² Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 25f

⁴³ Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 27f

- Durchführung von Abnahmetätigkeiten im Rahmen der Vereinbarungen mit dem AG.
- Mitwirkung bei der Inbetriebnahme, der Verkehrsfreigabe und der Überwachung der Funktionsfähigkeit.
- Beaufsichtigung und Dokumentation von Mängelbehebungen.

2.2.4.6 Auftragnehmer

Als Auftragnehmer wird das bauausführende Unternehmen bzw. ein bauausführendes Unternehmen bei einem Verkehrsinfrastrukturbauprojekt verstanden. Dieser Projektbeteiligte stellt das Bauwerk bzw. Teile davon her und steht in einem direkten Vertragsverhältnis zum Bauherrn.⁴⁴

Die bauausführenden Unternehmen steigen im Übergang zwischen PPH 3 und PPH 4 mit der Veröffentlichung der Ausschreibungsunterlagen durch den Auftraggeber in das Bauprojekt ein (siehe Tabelle 2-2). Nach dem erfolgten Vergabeprozess wird das Verkehrsinfrastrukturbauprojekt durch die beauftragten Unternehmen auf Grundlage der Leistungsbeschreibung und des jeweiligen Bauvertrages hergestellt. Jeder AN verpflichtet sich dazu, die Bauleistung vertragsgemäß und unter Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie der geltenden Normen und spezifischen Vorschriften zu erbringen. Ebenso ist der AN dafür verantwortlich ein funktionsfähiges und mängelfreies Bauobjekt im Rahmen seines Werkvertrages zu erstellen. Folgende Hauptgewerke werden bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten üblicherweise ausgeschrieben:⁴⁵

- Erdbauarbeiten einschließlich Entwässerung
- Gleisbauarbeiten
- Deckenbauarbeiten für Asphaltdecken oder Betonfahrbahnen im Straßenbau
- Ingenieurbauarbeiten für Brücken, Durchlässe, Unterführungen, Stützwände oder Lärmschutzbauten
- Tunnelbauarbeiten in bergmännischer oder offener Bauweise
- Oberleitungs- und Bahnstromversorgungsarbeiten bei Bahnstrecken
- Arbeiten für die Herstellung von Leit- und Sicherungstechnik bei Bahnstrecken
- Herstellung der Verkehrsleittechnik

⁴⁴ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 39

⁴⁵ Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 29f

- diverse Nebengewerke, wie z.B. Leitschienenbau, Absturzsicherungen, Kabeleinbauarbeiten

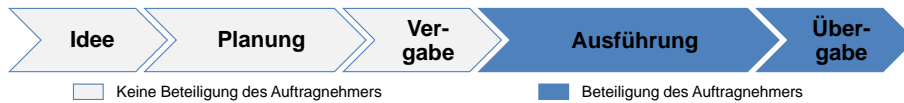
Die angeführten Hauptgewerke werden entweder in Einzelgewerkvergaben oder als Gesamtgewerkvergabe ausgeschrieben. Bei der Gesamtgewerkvergabe übernimmt ein Auftragnehmer streckenabschnittsweise alle auszuführenden Gewerke. Hierbei kann der Auftragnehmer beispielsweise als Alleinunternehmer die beauftragten Leistungen im Rahmen seines eigenen Betriebes erbringen und gegebenenfalls einen oder mehrere Subunternehmer beauftragen. Eine andere Möglichkeit ist, dass es bereits bei der Ausschreibung zu einem Zusammenschluss zwischen mehreren Unternehmen kommt und diese als Bietergemeinschaft auftreten, um nach erfolgreicher Vergabe die Leistungen als Arbeitsgemeinschaft (ARGE) zu erbringen. Diese möglichen Einsatzformen der Leistungserbringung durch den Auftragnehmer stellen nur zwei Beispiele dar, wie bei einer Gesamtgewerkvergabe aus der Sicht des Auftragnehmers vorgegangen werden kann.⁴⁶

2.2.5 Partnerschaftliche Projektentwicklung

Die „traditionelle“ Abwicklung eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts in Österreich erfolgt aus Sicht des Bauherrn über zwei vollständig voneinander getrennten Auftragsverhältnissen. Einerseits beauftragt er Planungs- und Ingenieurbüros für die vollständige Planung und Berechnung des Bauvorhabens und andererseits vergibt er die auszuführenden Gewerke an bauausführende Unternehmen. Während die PlanerInnen und FachingenieurInnen bereits in einem sehr frühen Stadium in die Projektentwicklung eingebunden werden, erfolgt der Einstieg der bauausführenden Auftragnehmer erst vergleichsweise spät. Die Ausschreibung stellt den Einstiegszeitpunkt des Bieters (späterer Auftragnehmer) dar und erschwert auf Grund der bereits entwickelten Pläne und Ausschreibungsunterlagen die Berücksichtigung von Verbesserungsvorschlägen und innovativen Abwicklungsideen der Ausführungsseite. Abbildung 2-3 zeigt diese Vorgehensweise, die die frühzeitige Einbindung des unternehmensseitigen Know-hows unterbindet. Dieses Know-how kann einen Nutzen für die Projektbeteiligten und den Erfolg des Bauprojekts darstellen.⁴⁷

⁴⁶ Vgl. HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Bauwirtschaftslehre 1. S. 91f
Vgl. SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 30

⁴⁷ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 1

Abbildung 2-3 Darstellung der „traditionellen“ Projektentwicklung⁴⁸

Während die Planung bei der „traditionellen“ Projektentwicklung ohne Beteiligung der ausführenden Unternehmen stattfindet, gibt es bei „alternativen“ Projektentwicklungsmodellen keine derart strikte Trennung zwischen den Projektphasen der Planung und Ausführung. Hierbei ist das beauftragte Bauunternehmen bereits in die Projektphase der Planung involviert und arbeitet an der Planung des gegenständlichen Bauvorhabens mit. Abbildung 2-4 zeigt diese Einbindung des unternehmensseitigen Know-hows in frühere Projektphasen.⁴⁹

Abbildung 2-4 Darstellung der „alternativen“ Projektentwicklung⁵⁰

2.2.5.1 Einfluss des Vergabeprozesses auf die Projektentwicklung

Paar hat sich im Zuge ihrer Dissertation mit dem Thema der „*Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich*“ beschäftigt. Dabei erwähnt sie, dass die öffentlichen Auftraggeber einer Abkehr von der „traditionellen“ Abwicklungsweise zu einer „innovativen“ Form der Abwicklung teils sehr skeptisch gegenüberstehen. Die Gründe dafür liegen in der Einhaltung der Vorgaben des Vergaberechts sowie den teilweise vorliegenden Interessenskonflikten zwischen Auftraggebern und den Ausführungsunternehmen.⁵¹

Diese vorherrschende (Konflikt-)Kultur ist auch wesentlich geprägt durch die Vergabe von Leistungen nach dem Billigstbieterprinzip. Zwar gibt es im öffentlichen Vergaberecht seit dem Jahr 2016 ein verbindliches Bestbieterprinzip, welches aber laut Meinungen von ExpertInnen in Paars Dissertation zu keiner Entspannung in Bezug auf den Preisdruck und den damit verbundenen Spekulationsangeboten geführt hat. ExpertInnen auf Seiten der Auftragnehmer sehen die Vergabe nach dem Bestbieterprinzip als nicht ausreichend an. Die geforderten Zuschlagskriterien, wie beispielsweise im RVS-Merkblatt 10.02.12 „*Zuschlagskriterien für Bauaufträge im Verkehrswegebau*“ angeführt, werden oft von allen Bietern erfüllt und meist ist wieder der Angebotspreis ausschlaggebend für eine

⁴⁸ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 67

⁴⁹ PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 67

⁵⁰ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 67

⁵¹ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 1

Vergabe. Durch die Vergabe an Billigstbieter kann es tendenziell zu Anstiegen von Nachträgen kommen. Die Nachtragsverhandlungen und die damit verbundenen Streitigkeiten werden oftmals vor Gericht ausgetragen und führen zu einer Konfliktschneise, aus der weder der Auftragnehmer noch der Auftraggeber als Gewinner hervorgehen.⁵²

Zwar ist in der ÖNORM B 2118 „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten“, das Prinzip der partnerschaftlichen Projektentwicklung verankert, jedoch wird dies von den ExpertInnen nur als Lippenbekenntnis bezeichnet. Laut ihnen müssen vor allem für die Auftraggeberseite Anregungen geschaffen werden, um die partnerschaftliche Projektentwicklung praxistauglich zu machen.⁵³

2.2.5.2 Ansätze einer partnerschaftlichen Projektentwicklung

Für eine partnerschaftliche Projektentwicklung gibt es zahlreiche Abwicklungsmodelle, die vor allem auf eine enge Kooperation zwischen dem Bauherrn, den zuständigen PlanerInnen und FachplanerInnen sowie den ausführenden Bauunternehmen abzielen. Da die Beschreibung dieser Abwicklungsmodelle den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde, wird abermals auf die Dissertation von Paar verwiesen, in der folgende nationale und internationale Abwicklungsmodelle genauer beschrieben werden:⁵⁴

- Partnering
- Early Contractor Involvement (ECI)
- New Engineering Contracts
- Project Alliancing
- Guaranteed-Maximum-Price
- Integrated Project Delivery
- Construction Management
- Arbeitsgemeinschaften aus AG- und AN-Vertretern

⁵² Vgl. FABER, S. G.: Partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 750
Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 140ff

⁵³ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. S. 145

⁵⁴ Vgl. PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. Kapitel 4. S. 70-118

Weiters kann auf den Beitrag „Partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer“ von Faber, erschienen im Sammelwerk „Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten“ (Hrsg. Spang) verwiesen werden. In diesem werden Kooperationsmodelle in Deutschland näher beschrieben.⁵⁵

2.2.5.3 Bezugsrahmen für die gegenständliche Arbeit

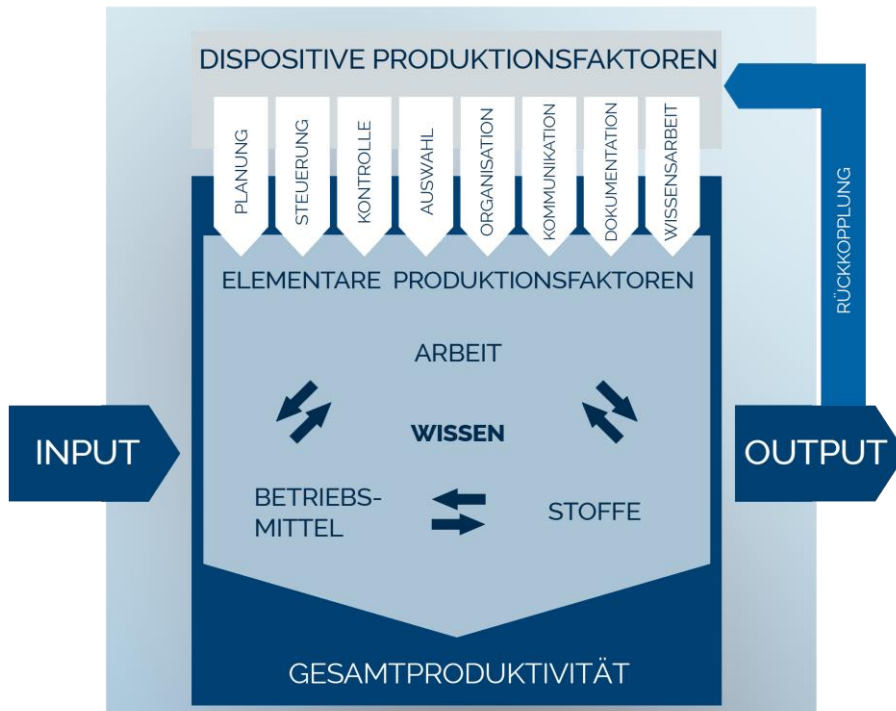
Im Zuge dieser Masterarbeit wird die partnerschaftliche Zusammenarbeit der Projektbeteiligten bei Verkehrsinfrastrukturbauprojekten in Form einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform betrachtet (Details siehe Abschnitt 4.3.3). Durch diese Plattform kann ein frühzeitiger Wissenstransfer zwischen den Projektbeteiligten erfolgen und zu einer Verminderung der Wissenslücke zwischen Auftraggeber und Bieter/Auftragnehmer während der Angebotsphase führen. Diese Art der Projektabwicklung erfordert nicht, dass ausführungseitige Auftragnehmer die Planung durchführen, sondern nur, dass ein frühzeitiger Wissenstransfer positive Auswirkungen auf den Planungsprozess haben kann.

2.3 Produktionssystem

Bei der Anwendung aller Bauverfahren im Baubetrieb ist es erforderlich Mittel einzusetzen, mit denen eine Produktion oder Zustandsänderung möglich gemacht wird. Diese Mittel werden als Produktionsfaktoren oder produktive Faktoren bezeichnet. Für die Errichtung eines Bauwerks ist es notwendig die Produktionsfaktoren eines Bauunternehmens derart zu kombinieren, dass eine wirtschaftlich optimale Abwicklung des Bauvorhabens erfolgt. Deren Auswahl und Verknüpfung nimmt direkten Einfluss auf den Arbeitsaufwand, die Leistung und die damit verbundene Gesamtproduktivität. Die Unterscheidung erfolgt hierbei in elementare und dispositive Produktionsfaktoren (siehe Abbildung 2-5).⁵⁶

⁵⁵ FABER, S. G.: Partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten.

⁵⁶ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 523
Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 14

Abbildung 2-5 Produktionsfaktoren⁵⁷

Die Ergiebigkeit einzelner Arbeiten oder eines gesamtheitlichen Produktions- und Wirtschaftsprozesses kann mit der Kennzahl der Produktivität beschrieben werden. Diese Kennzahl stellt das Verhältnis zwischen Output (Ausbringungsmenge) zu Input (Einsatz) dar. Abbildung 2-5 zeigt, dass die Bestimmung der Gesamtproduktivität durch die effiziente Kombination der elementaren Produktionsfaktoren bestimmt wird und dabei von den dispositiven Produktionsfaktoren eine Planungs-, Organisations-, Steuerungs- und Kontrollfunktion ausgeht.⁵⁸

2.3.1 Elementare Produktionsfaktoren

Die wesentlichsten Produktionsfaktoren im Baubetrieb werden als elementare Produktionsfaktoren verstanden. Diese sind:⁵⁹

- **Arbeit:** Darunter versteht man die menschliche Arbeitsleistung, die objektbezogen durchgeführt wird. Dies sind alle Tätigkeiten, die direkt mit der Leistungserstellung und -verwertung zusammenhängen und in keiner dispositiven oder anordnenden Beziehung zur Leistungserbringung stehen.

⁵⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 2

⁵⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb. S. 15f

⁵⁹ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 523

Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 14

Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 891f

- **Betriebsmittel:** Zu diesem Produktionsfaktor zählen die Arbeits- und Betriebsmittel. Dies sind alle Einrichtungen, die die technischen Voraussetzungen für die betriebliche Leistungserstellung, insbesondere der Produktion, bilden. Beispielsweise zählen dazu Maschinen, Geräte und Anlagen sowie Hilfs- und Betriebsstoffe (Energie), die unumgänglich sind, um den Betrieb zu erhalten und arbeitsfähig zu machen.
- **Stoffe (Material):** Dazu zählen Baustoffe sowie Halb- und Fertigerzeugnisse, welche die Ausgangs- und Grundstoffe für die Herstellung von Bauprodukten darstellen. Nach Durchführung von Form- und Substanzänderungen oder dem Einbau in Fertigerzeugnisse werden die eingesetzten Stoffe zu einem Bestandteil des neuen Bauwerks oder Teilen davon.
- **Wissen:** Wissen stellt für die optimale Kombination der elementaren Produktionsfaktoren (Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe) eine wesentliche Basis dar. Die zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren können erst durch das Wissen über ihre richtige Kombination effizient und effektiv genutzt werden (Details siehe Abschnitt 4.1).

2.3.2 Dispositive Produktionsfaktoren

Die dispositiven Produktionsfaktoren unterstützen den Produktionsprozess in den Bereichen **Planung, Steuerung, Kontrolle, Auswahl, Organisation, Kommunikation, Dokumentation und Wissensarbeit**. Der Einfluss dieser Faktoren soll eine effiziente Verknüpfung der elementaren Produktionsfaktoren gewährleisten, um eine wirtschaftlich optimale Abwicklung des Bauvorhabens sicherzustellen.⁶⁰

2.3.3 Produktionswürfel

Um weitere Einflüsse auf das Produktionssystem und die Gesamtproduktivität im Bauwesen darstellen zu können, ist eine Erweiterung des zweidimensionalen Systems (Abbildung 2-5), um eine zusätzliche Dimension vorzunehmen. Dies ist notwendig, da das Bauvorhaben den Beeinflussungen von Umfeld- und Umweltbedingungen (Witterung), der Art, Form und Komplexität des Bauvorhabens, der auszuführenden Qualitäten und Quantitäten sowie der vorgegebenen Bauzeit ausgesetzt ist.⁶¹

⁶⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 14

⁶¹ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 2

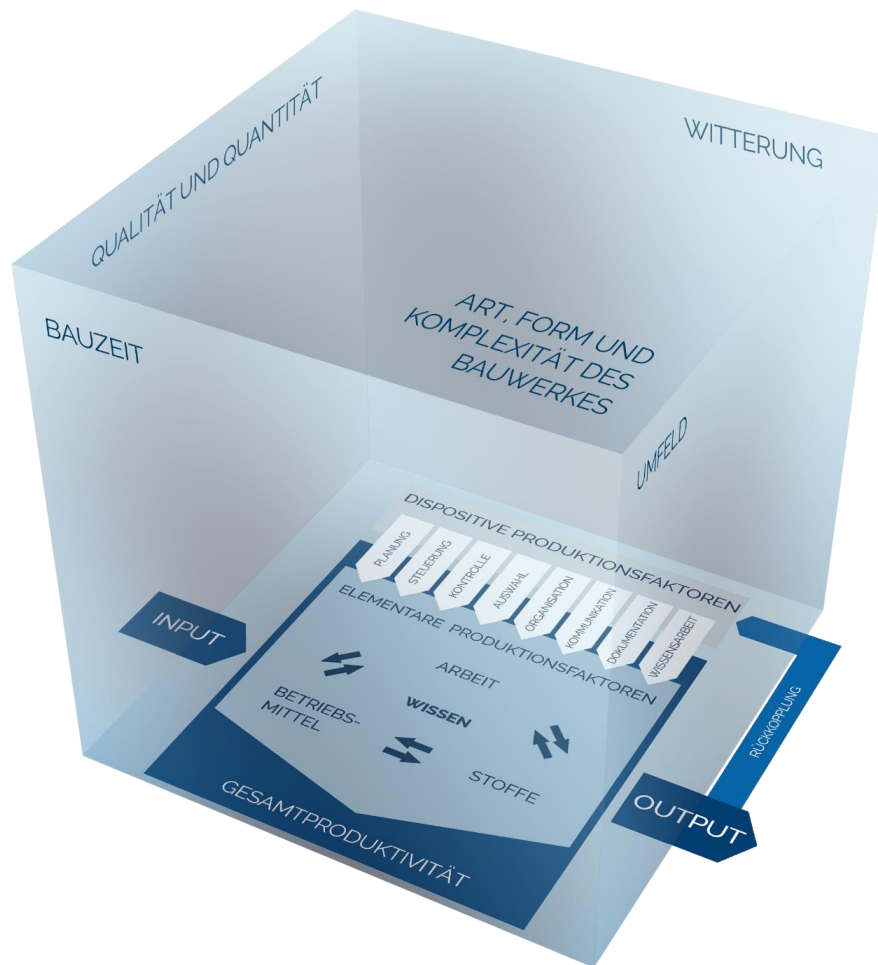


Abbildung 2-6 Produktionsfaktoren im dreidimensionalen System⁶²

In Abbildung 2-6 ist der dreidimensionale Produktionswürfel abgebildet, der die Zusammenhänge im Produktionssystem des Bauwesens visuell darstellt. Das innere Produktionssystem, bestehend aus den elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren, steht mit dem äußeren Produktionssystem in einer Wechselbeziehung. Die Einwirkungen des äußeren Produktionssystems auf das innere, bestimmen die erzielbare Produktivität und können vom AN nicht frei gewählt werden. Sie sind daher nur bedingt beeinflussbar, wie beispielsweise durch die Vorfertigung in einer Fertigungshalle.⁶³

⁶² Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 3

⁶³ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 2

3 Arbeitsvorbereitung und Kalkulation

Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen zur Arbeitsvorbereitung und Kalkulation erläutert.

3.1 Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung beinhaltet alle vorbereitenden Maßnahmen, die notwendig sind, um ein geplantes Bauvorhaben zu geringstmöglichen Kosten (Minimalkosten) und unter Berücksichtigung der gegebenen Randbedingungen abzuwickeln. Durch die genaue Planung der Fertigung ist es möglich, die maximale Wirtschaftlichkeit eines Bauvorhabens zu erreichen. Die Planungen des Bauablaufs führen dazu, dass während der Bauausführung alle Maßnahmen so gesetzt werden, wie sie zuvor in einem vorgedachten Arbeitsablauf bestimmt wurden. Treten bei einem geplanten Arbeitsablauf nicht vorhersehbare Ereignisse (z.B. Regen, Frost, Maschinenschäden) auf, dann ist es möglich, durch gezielte Gegensteuerungsmaßnahmen, trotz der geänderten Umstände, die Beeinträchtigung der wirtschaftlichen Bauausführung abzufedern. Demgegenüber stehen ungeplante Arbeitsabläufe, bei denen durch die geringe Vorplanung stets mit verhinderbaren Verlusten zu rechnen ist. In Bezug auf unvorhersehbare Ereignisse müssen ungeplante Arbeitsabläufe mit noch stärkeren Beeinträchtigungen der wirtschaftlichen Bauausführung rechnen als geplante.⁶⁴

In den nachfolgenden Abschnitten (Struktur in Anlehnung an *Schütz*⁶⁵) werden die Aufgaben und Ziele sowie die Planungsmaßnahmen der Arbeitsvorbereitung erläutert. Weiters wird kurz auf das Dilemma der Arbeitsvorbereitung im Bauwesen eingegangen. Diese Beschreibungen befassen sich ausschließlich mit der Arbeitsvorbereitung aus der Sicht des Auftragnehmers.

3.1.1 Aufgaben und Ziele

Nach der Definition von *Drees/Spranz*, schafft die Arbeitsvorbereitung die Voraussetzungen dafür, dass die elementaren Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe zur richtigen Zeit, in der notwendigen Menge, am richtigen Ort sind. Dieser Definition können laut *Schütz* noch die Ergänzungen „...in der geforderten Qualität“ und „...zu den geringstmöglichen Kosten“ hinzugefügt werden. Vor allem dem Aspekt der geringstmöglichen Kosten wird aus der Sicht des Auftragnehmers vermutlich die größte Aufmerksamkeit geschenkt. Die Ressourcen eines Bauunternehmens sollen

⁶⁴ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 11

⁶⁵ SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. Masterarbeit.

somit unter ständiger Beobachtung der Wirtschaftlichkeit ausgewählt und mit der größtmöglichen Produktivität eingesetzt werden.⁶⁶

Damit lautet das primäre Ziel der Arbeitsvorbereitung aus der Sicht des Auftragnehmers, eine bestmögliche Kombination der elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren in Bezug auf zeitliche, räumliche, quantitative und qualitative Aspekte zu erreichen. Auf diese Weise werden Randbedingungen für die technisch und wirtschaftlich optimale Umsetzung des Bauvorhabens geschaffen.⁶⁷

Die wesentliche Aufgabe der Arbeitsvorbereitung besteht darin, die Tätigkeiten, welche im Rahmen der Bauausführung zu erledigen sind, in Form von Überlegungen, Planungen und Dispositionen so vorzubereiten, dass die vertraglich vereinbarten Leistungsinhalte bestmöglich erbracht werden können.⁶⁸

Um die Aufgaben und Ziele der Arbeitsvorbereitung umsetzen zu können, werden folgende Planungsmaßnahmen eingesetzt, die im anschließenden Abschnitt 3.1.2 (mit Ausnahme der Arbeitskalkulation) näher beschrieben werden:

- Verfahrensvergleich
- Bauablaufplanung
- Baulogistik
- Baustelleneinrichtungsplanung
- Arbeitskalkulation (siehe Abschnitt 3.2.2.3)
- SOLL-IST-Vergleich

3.1.2 Planungsmaßnahmen

Die Planungsmaßnahmen der Arbeitsvorbereitung (Verfahrensvergleich, Bauablaufplanung, Baulogistik, Baustelleneinrichtungsplanung, Arbeitskalkulation, SOLL-IST-Vergleich) müssen auf Grund der Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Maßnahmen als vernetzte Einheit betrachtet werden. Eine isolierte Betrachtungsweise der vorliegenden Planungsinstrumente oder eine Schwerpunktbildung auf eine der Maßnahmen würde zu

⁶⁶ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 11
Vgl. SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. Masterarbeit. S. 60

⁶⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 150f

⁶⁸ Vgl. SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. Masterarbeit. S. 60

einer Vernachlässigung von anderen führen und somit ungünstige Auswirkungen auf den Gesamtprozess der Arbeitsvorbereitung hervorrufen.⁶⁹

Diese starke Vernetzung der einzelnen Maßnahmen wird von *Hofstadler* als Regelkreismodell (siehe Abbildung 3-1) dargestellt. Hierbei wird sichtbar, dass die Arbeitsvorbereitung als dynamischer Prozess anzusehen ist, der mit den Rahmenbedingungen aus Marktsituation, Strategie, Bauvertrag und Wirtschaftslage genauso umgehen muss, wie mit Einflüssen aus Bauwerks-, Betriebs-, Bauverfahrens- und Baustellenbedingungen. Um ein Funktionieren der Vernetzung zu gewährleisten, ist weiters eine Organisations-, Koordinations-, Kommunikations- und Dokumentationsstruktur, sowohl im Bauprojekt als auch in der Arbeitsvorbereitung erforderlich.⁷⁰

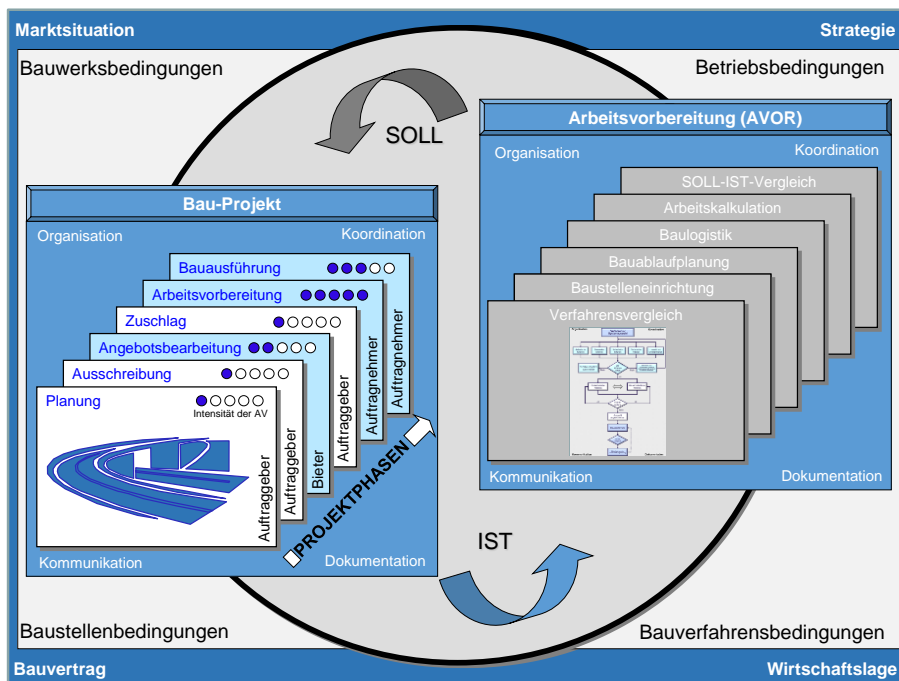


Abbildung 3-1 Arbeitsvorbereitung im Rahmen eines Projektes⁷¹

In Abbildung 3-1 wird im Feld des Bauprojekts die Intensität sowie die Bedeutung der Arbeitsvorbereitung in der jeweiligen Projektphase durch eine Punkteskala angedeutet. Die weißen Projektphasen (Planung, Ausschreibung, Zuschlag) fallen in die Sphäre des Auftraggebers und weisen eine geringe Intensität der Arbeitsvorbereitung auf. Im Gegensatz dazu, ist die Intensität in den Phasen des Auftragnehmers (blau gekennzeichnet) deut-

⁶⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 151

⁷⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 152
Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten. S.11

⁷¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 152

lich stärker und erreicht die größtmögliche Ausprägung in der Projektphase der klassischen Arbeitsvorbereitung, welche zwischen Zuschlag und Baubeginn liegt. Neben den Aufgaben der Arbeitsvorbereitung während der Angebotsbearbeitung, liegt der Schwerpunkt vor allem in der Phase der Bauausführung. Die baubegleitende Arbeitsvorbereitung muss dynamisch auf Planungsänderungen oder geänderte Baustellenbedingungen, wie beispielsweise Veränderungen der Baugrundverhältnisse, reagieren. Der dargestellte Regelkreis deutet das Kreislaufsystem an, mit welchem auf diese Veränderungen reagiert werden muss. Gibt es Abweichungen zwischen den SOLL-Planungsmaßnahmen und den vorliegenden IST-Situationen, müssen die Ursachen dafür identifiziert und Gegensteuerungsmaßnahmen eingeleitet werden.⁷²

Nachfolgend wird auf die einzelnen Planungsmaßnahmen der Arbeitsvorbereitung eingegangen.

3.1.2.1 Verfahrensvergleich

Bei der Ausführung von geplanten Bauwerken können verschiedene Bauverfahren zum Einsatz kommen, mit welchen das gleiche Bau-SOLL (z.B. Qualität) erzielt werden kann. Mit Verfahrensvergleichen werden die unterschiedlichen Einflussgrößen im Hinblick auf technologische, wirtschaftliche und baubetriebliche Aspekte gegeneinander abgewogen, um schließlich das optimale Bauverfahren auszuwählen. Je nachdem welche und wie viele Einflussgrößen für den Vergleich der unterschiedlichen Verfahren herangezogen werden, wird zwischen folgenden zwei Methoden des Verfahrensvergleichs unterschieden:⁷³

- Kalkulatorischer Verfahrensvergleich
- Differenzierter Verfahrensvergleich

Kalkulatorischer Verfahrensvergleich

Der kalkulatorische Verfahrensvergleich betrachtet nur die Kosten der infrage kommenden Bauverfahren und vergleicht diese miteinander. Für die Gegenüberstellung können sowohl der Differenzkostenvergleich als auch der Wirtschaftlichkeitsvergleich eingesetzt werden.

⁷² Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 153

⁷³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten. S. 339

Differenzkostenvergleich

Der Differenzkostenvergleich beruht auf der absoluten Kostendifferenz zwischen zwei unterschiedlichen Verfahren. Hierbei müssen jedoch sämtliche Einflussgrößen, welche sich auf die Kosten auswirken, bereits bekannt sein.⁷⁴

Die absolute Differenz D zwischen den Größen K_1 und K_2 berechnet sich mit folgender Formel:

$$D = K_1 - K_2 \quad (3-1)$$

Wichtig ist, dass bei der Berechnung der Differenzkosten die Dimensionen der beiden Größen gleich sind.

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Beim Wirtschaftlichkeitsvergleich werden die möglichen Bauverfahren durch die Ermittlung der Wirtschaftlichkeitsgrenze miteinander verglichen. Dies bedeutet, dass ermittelt wird, ab welcher Grenze (z.B. Fertigungsmenge, Einsatzzahl, Einsatzdauer) sich ein Bauverfahren wirtschaftlicher darstellt als ein anderes. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeitsgrenze wird der Grenzwert x_0 gesucht, an welchem sich die Kostenkurven der zu vergleichenden Verfahren schneiden (siehe Abbildung 3-2). Dieser Grenzwert befindet sich an jener Stelle, an dem sich die absolute Differenz aus Gleichung (3-1) zu Null ergibt.⁷⁵

Bei der Berechnung setzen sich die anfallenden Kosten jedes Bauverfahrens aus

- Fixkosten $K_{\text{fix}, i}$ und
- variablen (zeit- oder mengenabhängigen) Kosten $k_{\text{var}, i}$

zusammen. Die variablen Kosten stehen dabei in Abhängigkeit der Variablen x .

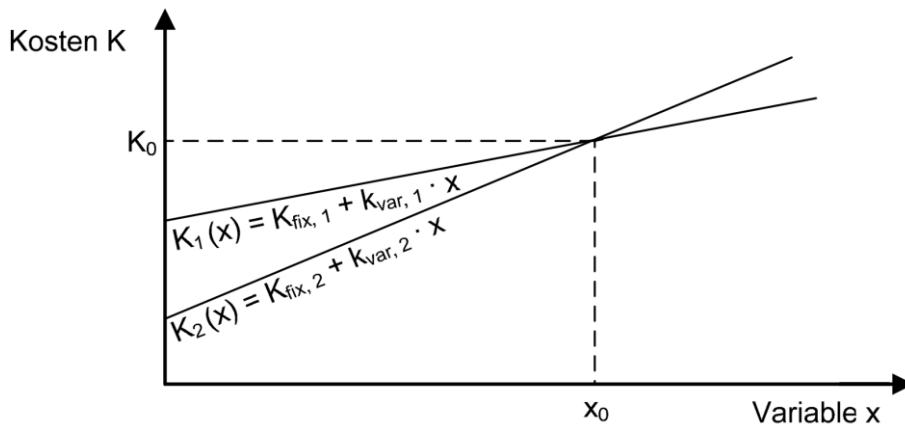
$$\begin{aligned} D &= K_1 - K_2 = 0 \\ K_1 &= K_{\text{fix},1} + k_{\text{var},1} \cdot x \\ K_2 &= K_{\text{fix},2} + k_{\text{var},2} \cdot x \end{aligned} \quad (3-2)$$

für $K_1 = K_2$ ist $x = x_0 \rightarrow$ Wirtschaftlichkeitsgrenze

$$x_0 = \frac{K_{\text{fix},2} - K_{\text{fix},1}}{k_{\text{var},1} - k_{\text{var},2}}$$

⁷⁴ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 142

⁷⁵ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 142f

Abbildung 3-2 Ermittlung der Wirtschaftlichkeitsgrenze⁷⁶

Differenzierter Verfahrenvergleich

Der differenzierte Verfahrenvergleich befasst sich beim Vergleich von unterschiedlichen Bauverfahren neben den wirtschaftlichen Kriterien auch mit technischen, organisatorischen und sicherheitstechnischen Aspekten. Die ganzheitliche Betrachtungsweise trägt wesentlich zur Risikoreduktion in der Kalkulation und der Bauausführung bei, erfordert aber gegenüber dem kalkulatorischen Verfahrenvergleich eine größere Datenmenge und ist durch die umfassende Betrachtung auch zeitaufwändiger.⁷⁷

Für die Durchführung von differenzierten Verfahrensvergleichen gibt es mehrere Vorgehensweisen und Methoden, die eingesetzt werden können. An dieser Stelle kann auf die Methode nach *Hofstadler*⁷⁸ verwiesen werden, bei welcher beispielsweise die differenzierte Auswahl eines Schalverfahrens durchgeführt wird.

3.1.2.2 Bauablaufplanung

Die Bauablaufplanung stellt einen wesentlichen Bestandteil der Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb dar. Bei dieser Planungsmaßnahme werden die Vorgänge der Planung und Ausführung ganzheitlich und unter Berücksichtigung der gegenseitigen Vernetzung betrachtet und daraus ein geplanter (vorgedachter) Arbeitsablauf entwickelt. Die ganzheitliche Denkweise beinhaltet, neben den Einflüssen aus den Eigenschaften der verwendeten Stoffe, wie beispielsweise Ausschfrist, Festigkeitsentwicklung, Konsistenz oder Austrocknungszeit, auch die Einflüsse der Konstruktion auf die erzielbare Arbeitsleistung.⁷⁹

⁷⁶ BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 143

⁷⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 345

⁷⁸ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 345ff

⁷⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 39f

Die Grundbegriffe der Bauablaufplanung lauten nach *Drees/Spranz*:⁸⁰

- Fertigungszeit (vertragliche Bauzeit)
- Fertigungsmenge
- Fertigungsgruppe (Arbeitskräfte und Geräte)
- Leistungs- und Aufwandswert

Fertigungszeit (Bauzeit)

Die Fertigungszeit, häufig auch als Bauzeit bezeichnet, stellt jenen Zeitraum dar, der für die Fertigung (Herstellung) eines geplanten Bauwerks zur Verfügung steht. Fertigungszeiten werden in Kalender- oder Arbeitstagen ausgedrückt und gelten in der Bauablaufplanung als vorgegebene Größen, die vertraglich festgelegt werden. Die Unterscheidung zwischen Kalender- und Arbeitstagen erfolgt unter Berücksichtigung von Ausfällen, die bedingt durch arbeitsfreie Tage, Schlechtwetter oder sonstige Ausfälle auftreten. Während die arbeitsfreien Tage durch tarifliche, gesetzliche oder innerbetriebliche Regelungen (Samstage, Sonntage, Feiertage, Ausfallstage durch Betriebsversammlungen) festgelegt sind, müssen Schlechtwettertage auf Grund der geographischen Lage der Baustelle abgeschätzt werden.⁸¹

In direktem Zusammenhang mit der Fertigungszeit steht die tägliche Arbeitszeit, die durch das vorliegende Arbeitszeitmodell angibt, wie viele Stunden tatsächlich an einem Tag gearbeitet werden können. Diese richtet sich vor allem nach den gesetzlichen Vorgaben, dem gewählten Bauverfahren und dem Ort des Bauvorhabens (Stadt, Land, Hochgebirge).⁸²

Fertigungsmenge

Für die Bauablaufplanung müssen die herzustellenden Fertigungsmengen ermittelt werden, um die zu erbringende Bauleistung in Bauabschnitte und in weiterer Folge in Arbeitsvorgänge zerlegen zu können. Die Ermittlung der Fertigungsmengen erfolgt mit den zur Verfügung stehenden Plänen in Abrechnungseinheiten, wie beispielsweise Aushub von Boden [m³], Herstellen von Mauerwerk [m³], Herstellen einer Schalung [m²] oder Verlegen von Betonstahl [t]. In der Baupraxis wird diese Mengenermittlung als Massenermittlung bezeichnet und ist notwendig, da die Mengenangaben in den Leistungsverzeichnissen erheblich von den auszuführenden Mengen abweichen können. Diese Ungenauigkeiten in den Leistungsverzeichnissen sind auf unterschiedliche Planungsstände, Reserven seitens des Ausschreibenden oder vergessene Teilleistungen zurückzuführen.⁸³

⁸⁰ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 14

⁸¹ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 14f

⁸² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 66

⁸³ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 31f
Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 15

Bei der Zerlegung der zu erbringenden Bauleistung in Bauabschnitte und der Bauabschnitte in Arbeitsvorgänge im Zuge der Bauablaufplanung, ist darauf zu achten, dass die Zerlegung in möglichst gleichmäßige Arbeitsmengen erfolgt. Diese Maßnahme muss auf die fertigungstechnischen und projektspezifischen Eigenschaften des Bauprojekts angepasst werden und leistet einen wichtigen Beitrag zur wirtschaftlichen Ausführung.⁸⁴

Fertigungsgruppe (Arbeitskräfte und Geräte)

Die Arbeit in Fertigungsgruppen bildet bei Bauprojekten die übliche Vorgehensweise der Leistungserbringung. Die Gruppenzusammenstellung erfolgt in Arbeitergruppen, Gerätegruppen oder in der Mischform der Arbeiter-Gerätegruppen. Während in den Arbeitergruppen die manuelle Arbeit und das Zusammenspiel mehrerer Arbeitskräften dominiert, handelt es sich bei Gerätegruppen um ein Zusammenwirken mehrerer Geräte, die gewisse Teile der Leistung erbringen.⁸⁵

Fertigungsgruppen werden in der Baupraxis als Kolonnen oder Partien bezeichnet und in gemischte Kolonnen sowie spezialisierte Kolonnen unterschieden. Die gemischten Kolonnen setzen sich aus Arbeitern mit unterschiedlichen Spezialisierungen (Maurer, Zimmerer, Betonbauer, Eisenbieger und -flechter) zusammen und können somit verschiedene Arten von Arbeitsvorgängen ausführen. Für die Steigerung der Arbeitsproduktivität ist es empfehlenswert spezialisierte Kolonnen einzusetzen. In der Bauablaufplanung wird der kontinuierliche Einsatz der spezialisierten Kolonnen so getaktet, dass gleiche Teilarbeiten wiederholt im Arbeitsablauf vorliegen und es zu einer gleichmäßigen Auslastungen der Kolonnen kommt. Die Arbeiten werden somit beispielsweise von spezialisierten Schal-, Bewehrungs-, Betonier- oder Maurerkolonnen durchgeführt.⁸⁶

Leistungs- und Aufwandswert

Der Zusammenhang zwischen Fertigungszeit und Fertigungsmenge wird mit der Berechnung von Leistungs- und Aufwandswerten dargestellt. Einerseits geben Leistungswerte an, welche Fertigungsmenge (z.B. m³ Aushub oder m² Schalung) in einer bestimmten Fertigungszeit hergestellt werden kann, andererseits stellen Aufwandswerte die benötigten Fertigungsstunden (Lohnstunden) für eine bestimmte Fertigungsmenge dar.⁸⁷

Wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Bezugsgröße der Zeiteinheit. Während bei der Berechnung von Leistungswerten die Zeiteinheit [ZEH] in Stunden, Tagen, Wochen oder Monaten angegeben wird, bezieht sich der Aufwandswert auf die Zeiteinheit der Lohnstunden [Std].⁸⁸

⁸⁴ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 32

⁸⁵ Vgl. BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2. S. 33

⁸⁶ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 16f

⁸⁷ Vgl. DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. S. 17

⁸⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 18f

Der Leistungswert [MEH/ZEH] ergibt sich aus der Multiplikation der Anzahl der Arbeitskräfte AK [Std/h] mit der Arbeitszeit AZ [h/ZEH], geteilt durch den spezifischen Aufwandswert AW [Std/MEH].

$$L = \frac{AK \cdot AZ}{AW} \left[\frac{MEH}{ZEH} \right] \quad (3-3)$$

Der Aufwandswert [Std/MEH] ergibt sich aus dem Quotienten der Summe von Lohnstunden L_{Std} [Std], die für eine gewisse Fertigungsmenge M [MEH] aufgewendet werden müssen.

$$AW = \frac{\Sigma L_{Std}}{M} \left[\frac{Std}{MEH} \right] \quad (3-4)$$

Diese Parameter sind wichtige Bestandteile der Bauablaufplanung, um Kosten- und Zeitberechnungen durchführen zu können.

Bauablaufplanung in Form eines Grobablaufplans

In der Bauablaufplanung können die Planungsvorgänge nach dem Detaillierungsgrad unterschieden werden. Die Grobplanung bildet dabei die erste Stufe, welche für die Angebotsbearbeitung, die Arbeitsvorbereitung und die Bauausführung angewendet wird.⁸⁹

Im Anwendungsbereich des Auftragnehmers werden Grobablaufpläne bereits in der Phase der Angebotskalkulation verwendet, um Besonderheiten des ausgeschriebenen Bauvorhabens zu analysieren und in der Kalkulation zu berücksichtigen. Das Studium der Ausschreibungsunterlagen zielt dabei auf die Analyse der vorgeschriebenen Bauweisen sowie Baustoffe ab und lässt die spezifischen Bauwerks- und Baustellenbedingungen in die Kostenermittlung und die Preisgestaltung des Angebots einfließen. Der Auftraggeber baut die Ergebnisse seiner Grobplanungen in die Ausschreibung ein und gibt dem Bieter Anhaltspunkte für die mögliche Gesamtdauer und wichtige Zwischentermine, wie beispielsweise Gleis- oder Straßensperren.⁹⁰

Das Ablaufschema für die Grobplanung eines Bauvorhabens ist in Abbildung 3-3 dargestellt. Beginnend mit dem bereits erwähnten Studium der Projektunterlagen und der folgenden Projektstrukturierung, werden anhand von Mengenermittlungen und/oder dem Einsatz von Kennzahlen die kosten- und zeitbestimmenden Produktionsmengen (Fertigungsmengen) ermittelt. Eine grobe Verfahrensauswahl bildet die Grundlage für die Möglichkeiten zur Herstellung der Produktionsmenge. In Abhängigkeit der Verfahrensauswahl wird mit Ansätzen von Leistungs- und Aufwandswerten die Dauer (Fertigungszeit) sowie die Summe der Lohnstunden (Fertigungsgruppen) für das vorliegende Bauvorhaben ermittelt. Nach Überlegungen bezüglich Logistik und Baustelleneinrichtung, wird entschieden ob

⁸⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 48

⁹⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 48

eine Überarbeitung durchgeführt werden muss. Je nach Erfüllungsgrad der Vorgaben aus den Projektzielen (Zeit, Kosten, Qualität) kann das Ablaufschema so lange wiederholt werden, bis diese erreicht sind. Anpassungen können bei der Leistungs- und Kapazitätsabstimmung beispielsweise durch eine veränderte Verfahrensauswahl oder die Anzahl an Arbeitskräften (begrenzt durch Verfügbarkeit, Arbeitsraum, Krananzahl) vorgenommen werden. Mit dem Abschluss der Grobplanung wird ein erster Wert für die Dauer angegeben und dadurch Vorgaben für die Feinplanung formuliert, die den detaillierten Bauablauf von Projekten konzipiert.⁹¹

⁹¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 48ff

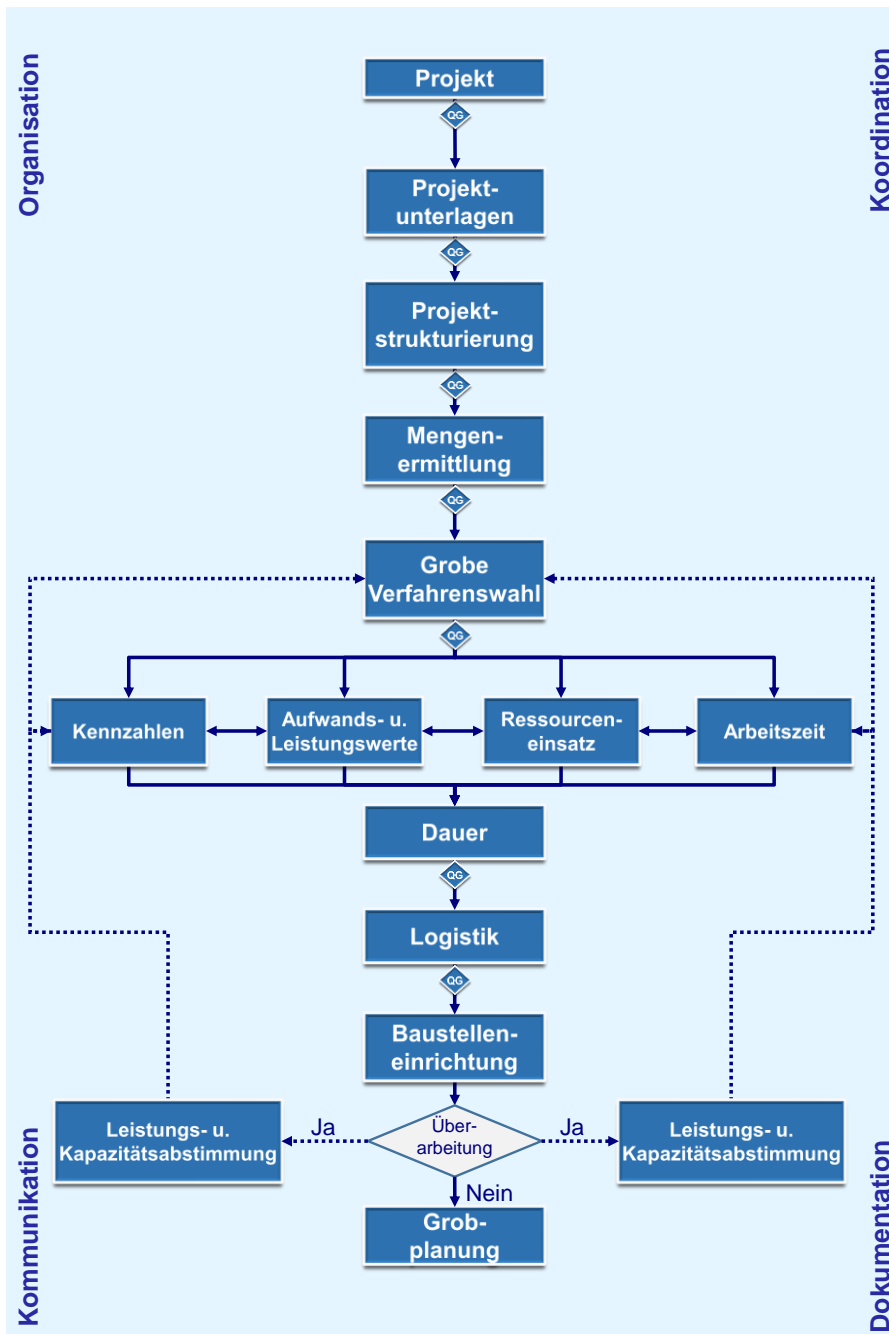


Abbildung 3-3 Ablaufschema für die Grobplanung eines Bauvorhabens⁹²

⁹² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 49

Bauablaufplanung in Form eines Feinablaufplans

Die Erstellung der Feinablaufplanung erfolgt auf Basis von Überlegungen aus der Grobplanung, in der die Randbedingungen in Form von Fertigungszeiten vorgegeben werden. Beispielsweise werden die Fertigungszeiten für die Gründungs-, Erd-, Stahlbeton oder Mauerwerksarbeiten in der Grobplanung fixiert. Die Feinplanung beschäftigt sich in weiterer Folge mit dem detaillierten Bauablauf für einzelne Vorgänge. Trotz des unterschiedlichen Detaillierungsgrades darf die Grenze zwischen Grob- und Feinplanung nicht zu scharf gezogen werden, da sich je nach Betrachtungsweise Elemente aus der Grob- und Feinplanung vermischen können.⁹³

Im dargestellten Ablaufschema (siehe Abbildung 3-4) ist ersichtlich, dass nach dem Informationsinput aus der Grobplanung erneut eine Sichtung der Projektunterlagen erfolgt. Dies ist notwendig, da sich die zur Verfügung stehenden Ausführungspläne geändert haben können und die Feinplanung das Bauwerk detaillierter betrachtet. Die vorliegende Projektstrukturierung wird weiter verfeinert und es kommt zur Einteilung des Bauvorhabens in Ablaufabschnitte, die miteinander vernetzt betrachtet werden müssen. Mit dem fortgeschrittenen Reifegrad der Planungsunterlagen wird eine detaillierte Mengenermittlung (getrennt nach Baustoffen und Bauteilen) durchgeführt. Die nachfolgende Verfahrensauswahl betrachtet die Herstellung einzelner Bauteile genauer und ergänzt somit die Verfahrensauswahl aus der Grobplanung. Durch die eingehende Planung der einzelnen Vorgänge berechnet sich, unter Berücksichtigung der Anordnungsbeziehungen zwischen den einzelnen Abläufen, eine detaillierte Gesamtdauer des Bauvorhabens. Nach anschließender Feinplanung der Logistik und der Baustelleneinrichtung kann der Feinablaufplan abgeschlossen werden und es kommt zur Bauausführung. Der SOLL-IST-Vergleich übernimmt während der Bauausführung eine Kontrollfunktion, welche die tatsächlichen Daten aus dem Baubetrieb mit den Vorgaben aus der Ablaufplanung vergleicht. Gegebenenfalls werden hierbei Anpassungen und Optimierungen vorgenommen.⁹⁴

⁹³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 67

⁹⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 67ff

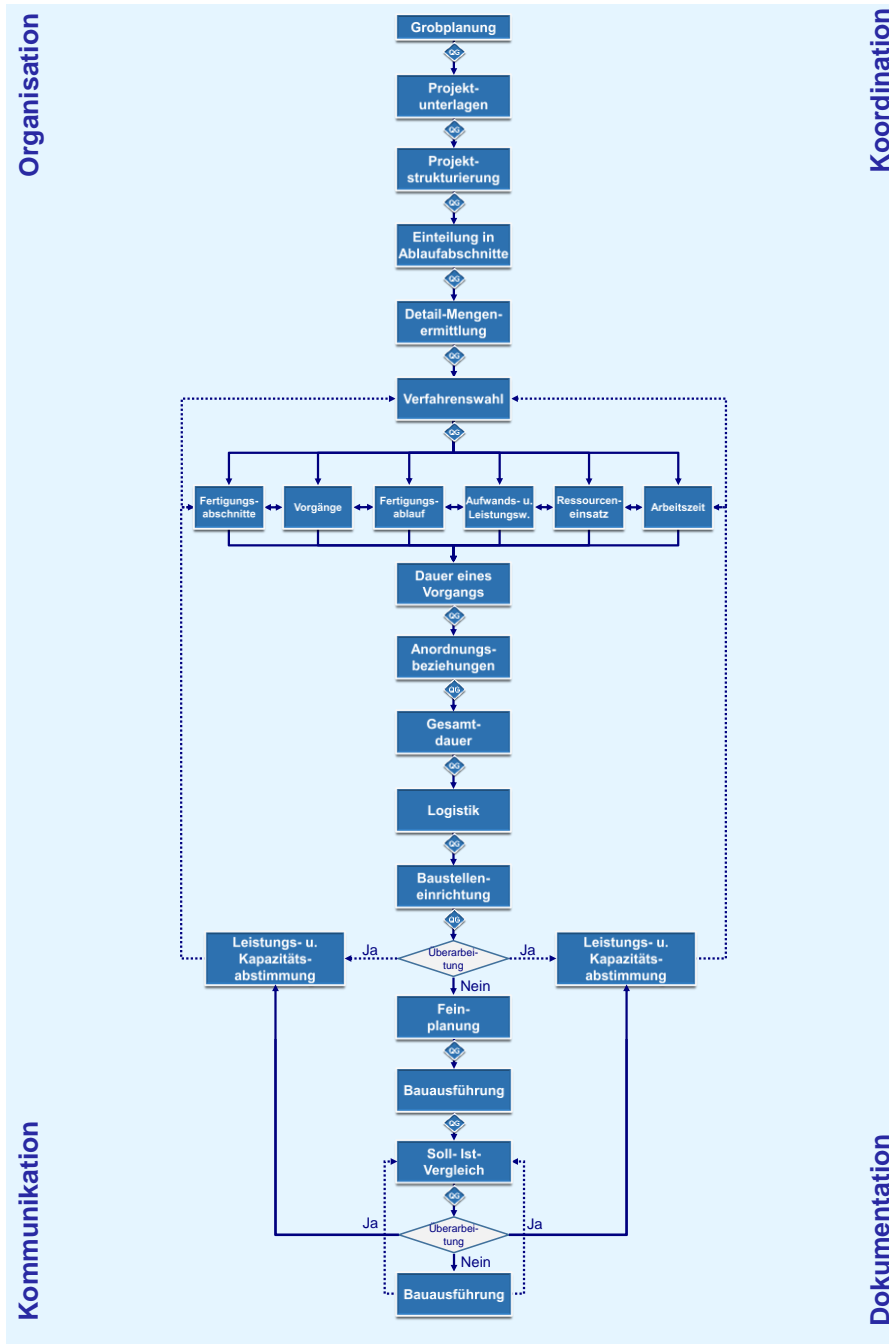


Abbildung 3-4 Ablaufschema für die Feinplanung eines Bauvorhabens⁹⁵

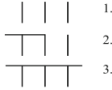
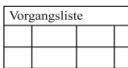

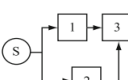
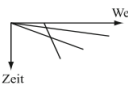
⁹⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 68

Darstellungen des Bauablaufs

Um die Ergebnisse der Bauablaufplanung übersichtlich darstellen und vermitteln zu können, gibt es je nach Art, Umfang und Komplexität des Bauvorhabens verschiedene Möglichkeiten zur Darstellung des Bauablaufs. Die wesentlichen Darstellungsformen sind der Bauphasenplan, die Terminlisten in Form von Tabellen, der Balkenplan, der Netzplan sowie das Linienzyklogramm, auch Weg-Zeit-Diagramm genannt.⁹⁶

Tabelle 3-1 zeigt beispielhaft die angeführten Planungstechniken für die Darstellung des Bauablaufs mit den jeweiligen Merkmalen, Darstellungen sowie den Vor- und Nachteilen.

Tabelle 3-1 Möglichkeiten der Darstellung des Bauablaufs⁹⁷

Planungstechnik	Merkmal	Darstellung	Vorteil	Nachteil
Bauphasenplan	Der Baufortschritt wird zu bestimmten Stichzeitpunkten zeichnerisch dargestellt		Sehr anschaulich und für nicht Vorgebildete leicht verständlich	Nur Stichpunkt Betrachtung, daher wenig Informationsgehalt. Für komplizierte Bauabläufe nicht geeignet, Kontrollmöglichkeiten schlecht
Tabellen	Vorgänge, Dauern sowie Anfangs- und Endzeitpunkte werden in Tabellenform aufgearbeitet		Sehr hoher Detaillierungsgrad	Unübersichtlich, Kontrolle nur eingeschränkt möglich
Balkenplan	Es gibt eine horizontale Zeitachse und eine vertikale Vorgangsschse. Vorgänge werden als Balken aufgetragen		Anschaulich, gut ablesbar. Auch komplexe Bauabläufe sind übersichtlich darstellbar, Stichpunkt-kontrollen sind möglich	Bei sehr komplexen Abläufen mit vielen Abhängigkeiten stößt er an Grenzen
Netzplan	Vorgänge werden in Kästchen unter Angabe der Dauer und Anfangs- sowie Endzeitpunkt dargestellt. Die Vorgänge werden miteinander unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten verknüpft		Für komplexe Bauabläufe geeignet. Kontrollen und Anpassungen gut möglich	Anschaulichkeit ist teilweise eingeschränkt
Linienzyklogramm	Es gibt eine horizontale Wegachse und eine vertikale Zeitachse. Die Vorgänge werden als Linien über Weg und Zeit aufgetragen		Für linienförmige, ortsveränderliche Baustellengut geeignet und sehr anschaulich	Bei großer Komplexität nur eingeschränkt einsetzbar

Ergänzend zur Übersicht in Tabelle 3-1 ist anzumerken, dass der Bauablauf bei der Anwendung einer BIM-Software auch als Animation dargestellt werden kann.

3.1.2.3 Baulogistik

Die Baulogistik als Planungsmaßnahme der Arbeitsvorbereitung, stellt sicher, dass Betriebsmittel und Stoffe (Material) zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Menge sowie der richtigen Qualität, am richtigen Ort, zur Verfügung stehen. Besondere Herausforderungen an die Logistik im Bauwesen sind die temporäre Projektorganisation sowie die wechselnden Randbedingungen bei jedem Bauvorhaben. Eine gut geplante und funktionierende Baulogistik hat erfahrungsgemäß einen entscheidenden Einfluss

⁹⁶ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 606

⁹⁷ HELMUS, M.: Bauarbeitsvorbereitung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 860

auf das Ergebnis des Bauvorhabens. Die wesentlichen Schwerpunkte der Baulogistik sind in Abbildung 3-5 dargestellt und liegen in der Beschaffungs-, Produktions- und Abtransport-/Entsorgungslogistik.⁹⁸

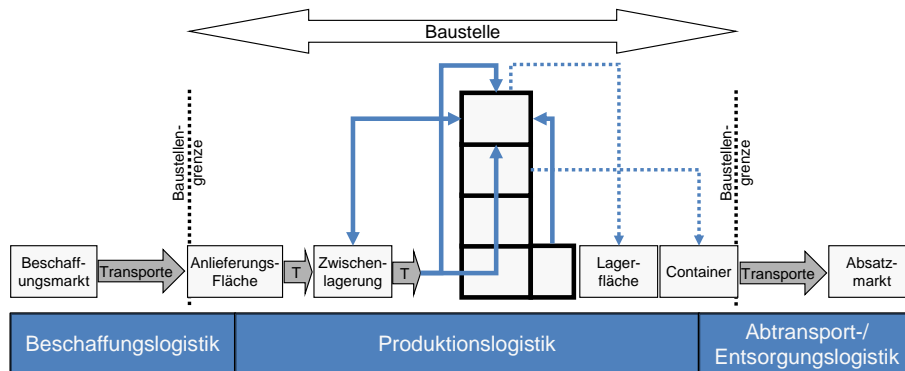


Abbildung 3-5 Schematische Darstellung der Schwerpunkte der Baulogistik⁹⁹

Beschaffungslogistik

Durch die Beschaffungslogistik werden die unterschiedlichen Baustoffe und Baugeräte mit Hilfe einer Vielzahl von Transporten vom Beschaffungsmarkt auf die Baustelle gebracht. Die Beschaffungslogistik stellt somit das Bindeglied zwischen Baustoffherstellern, Baustofflieferanten, Baugerätevermietung, Baugeräteverkauf oder dem Bauhof des Unternehmens mit der Baustelle dar. Die Baustelle wird hierbei als temporäre Produktionsstätte bezeichnet. Wichtige Hauptaufgaben sind die Bedarfsermittlung von Baustoffen, Geräten und der Gesamtanzahl an Transporten, die die Versorgung der Baustelle sicherstellen sollen. Weiters fallen Aufgaben zur Analyse und Entflechtung von Transportspitzen sowie die generelle Beschaffung von Baustoffen und der Einsatz von Sondierungen der zu Verfügung stehenden Lieferanten, in den Aufgabenbereich der Beschaffungslogistik. Wichtig ist es, den Baustofffluss zur Baustelle in zeitlicher und räumlicher Form zu koordinieren. Das bedeutet beispielsweise: Wann kommt welcher Transport, mit welchem Ladegut, an welche Anlieferungsfläche und wird dort von welchem Transportmittel oder Transportgerät abgeladen, ohne die Arbeit auf der Baustelle zu stören.¹⁰⁰

Produktionslogistik

Die Produktionslogistik, auch Baustellenlogistik bezeichnet, beinhaltet die Planung der Transporte, welche innerhalb der Baustellengrenze erfolgen. Auf der Baustelle dienen die Anlieferungsflächen als Verbindungsglied zwischen der Beschaffungs- und Produktionslogistik. Von dort aus werden die angelieferten Baustoffe durch Fördermittel (z.B. Turmdrehkran, Mobil-

⁹⁸ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 632
Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42

⁹⁹ Vgl. SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. Masterarbeit. S. 80

¹⁰⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42ff

kran, Autokran, stationäre Betonpumpe, Gabelstapler, Aufzug) auf vorbestimmte Lagerflächen transportiert und zwischengelagert, oder direkt eingebaut. Die Fördermittel müssen entsprechend der erforderlichen Transporte und Kapazitäten ausgewählt werden. Auch die Lagerflächen müssen den entsprechenden Randbedingungen der Baustelle angepasst werden und dienen als Ausgleichsflächen für unregelmäßige Baustellenanlieferungen oder für Baustoffe die leistungsabhängige Schwankungen aufweisen. In der Baustelleneinrichtungsplanung sollen die Lagerflächen möglichst nahe am Verbrauchsort des jeweiligen Baustoffes angeordnet werden.¹⁰¹

Abtransport-/Entsorgungslogistik

Durch anfallende Baurestmassen ist die Planung und Steuerung der notwendigen Transporte von der Baustelle zu den Abnehmern unumgänglich. Die Abtransport-/Entsorgungslogistik stellt sicher, dass die, durch Neubau, Ausbau oder Abriss- und Umbauarbeiten auftretenden Baurestmassen ordnungsgemäß entsorgt werden. Unterschiedliche Stoffe wie Aushub, Bauschutt, Straßenaufbruch, Holz, Metall, Kunststoff oder Sonderabfälle werden innerhalb der Baustellengrenze auf Lagerflächen oder in Containern gelagert und als gegenteiliger Vorgang zur Beschaffungslogistik, von der Baustelle abtransportiert. Die Aufgaben ähneln jenen der Beschaffungslogistik und machen eine Ermittlung der erforderlichen Transporte sowie die zeitliche und räumliche Koordination des Baustoffflusses notwendig. Weiters werden bei diesem Schwerpunkt der Baulogistik die wiederverwendbaren Betriebsmittel und Stoffe abtransportiert und bis zum nächsten Einsatz zwischengelagert.¹⁰²

3.1.2.4 Baustelleneinrichtungsplanung

Die Baustelleneinrichtungsplanung stellt eine wesentliche Säule der Arbeitsvorbereitung dar, da in der Bauwirtschaft im Gegensatz zur stationären Industrie immer wieder vorübergehende Fertigungsstätten errichtet werden müssen. Um den wirtschaftlichen Erfolg einer Baustelle zu gewährleisten, müssen diese temporären Einrichtungen unter Berücksichtigung der Randbedingungen des vorliegenden Bauvorhabens genau geplant werden.¹⁰³

Das Ziel einer effizienten Baustelleneinrichtungsplanung ist der optimale Betrieb der Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe. Je nach Art des Bauwerks (Wohnhaus, Hochhaus, Brücke, Tunnel etc.) und der örtlichen Umgebung (Innenstadt, Hochgebirge, Freiland etc.), müssen die notwendigen Elemente der Baustelleneinrichtung angeordnet werden. Wichtig ist es hierbei, die gesetzlichen Regelungen für die Sicherheit der

¹⁰¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 44ff

¹⁰² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 46f

¹⁰³ Vgl. HELMUS, M.: Bauarbeitsvorbereitung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 861

Anrainer und den baustelleninternen Betrieb einzuhalten und Vereinbarungen aus dem Bauvertrag in die Planung zu integrieren.¹⁰⁴

Mit den Überlegungen aus der Bauablaufplanung zur Verfahrensauswahl, den Fertigungsabschnitten sowie dem Fertigungsablauf und den Anordnungsbeziehungen zwischen den einzelnen Vorgängen, werden die Elemente der Baustelleneinrichtung am Baufeld platziert. Je nach Zeitpunkt im Bauablaufplan kann es verschiedene Phasen der Baustelleneinrichtung geben. Während zu Beginn der Bauarbeiten beispielsweise Großgeräte für den Baugrubenaushub oder die Pfahlgründung benötigt werden, stehen im weiteren Verlauf des Bauvorhabens Geräte und Materialien wie Krane, Schalungen und Rüstungen im Fokus der Baustelleneinrichtung.¹⁰⁵

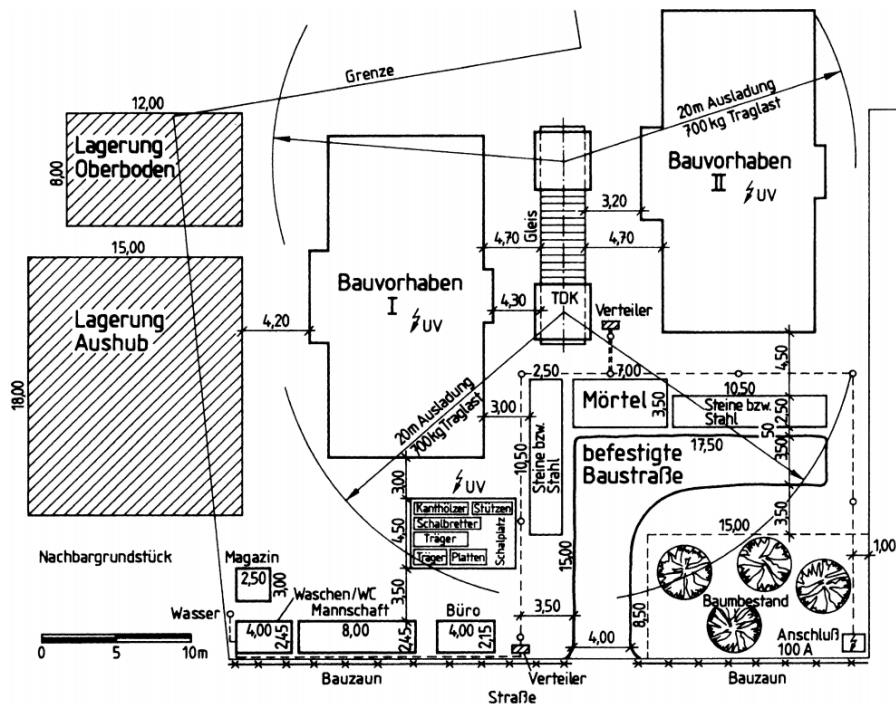
Grundsätzlich wird in der Planung auf benötigte Geräte und Materialien sowie sonstige Elemente wie Lagerflächen, Verkehrsflächen, Strom- und Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Sozialeinrichtungen und die Sicherung der Baustelle eingegangen. Zu den Geräten zählen unter anderem Turmdrehkrane, Autokrane, Bagger, Teleskoplader sowie stationäre Betonpumpen, die nach den Anforderungen des jeweiligen Bauvorhabens ausgewählt werden. Die sonstigen Elemente werden so platziert, dass z.B. Lagerflächen je nach Lagerungsgegenstand in ausreichender Größe vorliegen und durch Verkehrsflächen wie einer befestigten Baustraße gut erreicht werden können. Versorgungsleitungen für Strom und Wasser werden je nach elektrischem Energieverbrauch und erforderlichen Wassermengen dimensioniert und Sozialeinrichtungen, den gesetzlichen Rahmenbedingungen und der Anzahl von Arbeitskräften angepasst. In Abhängigkeit des jeweiligen Bauvorhabens ist es möglich, dass nicht alle sonstigen Elemente benötigt werden, da es beispielsweise bei Linienbaustellen mehrere kleine Baustelleneinrichtungen gibt und viele der sonstigen Elemente auf einem zentralen Lagerplatz angeordnet werden.¹⁰⁶

Die Überlegungen der Baustelleneinrichtungsplanung werden in einem Einrichtungsplan dargestellt. Diese Skizze beinhaltet die wesentlichen Elemente und stellt sie maßstäblich dar. In Abbildung 3-6 ist beispielhaft der Baustelleneinrichtungsplan eines Bauvorhabens dargestellt.

¹⁰⁴ Vgl. BÖTTCHER, P.: Baustelleneinrichtung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 862

¹⁰⁵ Vgl. BÖTTCHER, P.: Baustelleneinrichtung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 862

¹⁰⁶ Vgl. BÖTTCHER, P.: Baustelleneinrichtung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 865

Abbildung 3-6 Beispielhafter Baustelleneinrichtungsplan¹⁰⁷

3.1.2.5 SOLL-IST-Vergleich

Der SOLL-IST-Vergleich ist ein Werkzeug zur Fertigungssteuerung, bei welcher die Vorgaben aus der Bauablaufplanung während der Ausführung durch die Bauleitung oder Oberbauleitung kontrolliert und gesteuert werden. Durch eine gründliche Bauablaufplanung wird noch keine termingerechte Bauabwicklung gewährleistet, da während der Ausführungsphase inner- und außerbetriebliche Störungen auftreten können. Um damit verbundene Verzögerungen und die Gefahr von Terminüberschreitungen (in weiterer Folge Pönalzahlungen) abfedern zu können, müssen die Differenzen zwischen dem geplanten Ablauf und der tatsächlich erbrachten Leistung erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Während der Ausführungsphase müssen deshalb SOLL-IST-Vergleiche der geplanten SOLL-Daten mit den tatsächlich vorliegenden Produktionsfortschritten und Produktionskosten durchgeführt werden. Wichtiger Grundsatz für die Fertigungssteuerung ist die frühzeitige Erfassung von Daten, um bei auftretenden Abweichungen schnellstmöglich einzugreifen, solange die Prozesse noch beeinflussbar sind.¹⁰⁸

¹⁰⁷ SCHLÖSSER, K.-H.: Arbeitsvorbereitung und Ablaufplanung. In: Zahlentafeln für den Baubetrieb. S. 1063

¹⁰⁸ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 715f
Vgl. HELMUS, M.: Bauarbeitsvorbereitung. In: Handbuch für Bauingenieure. S. 861

Die notwendigen Größen des SOLL-IST-Vergleichs werden nach *Girmscheid/Motzko* folgendermaßen ermittelt:¹⁰⁹

- „Soll-Größen: Die Planwerte (aus der Arbeitskalkulation) werden mit der tatsächlich erbrachten Leistung verknüpft. So bedeutet beispielsweise die Ermittlung der Soll-Stunden die Verknüpfung (Multiplikation) des Aufwandswertes aus der Arbeitskalkulation (Planwert) mit der tatsächlich auf der Baustelle erbrachten Menge (Aufmaß).“
- „Ist-Größen: Entstammen im Wesentlichen der Buchhaltung respektive dem Berichtswesen der Baustelle. So werden die Soll-Stunden auf Basis von Stundenberichten der Baustelle ermittelt und in der Lohnbuchhaltung erfasst.“
- „Prognose-Werte: Auswertung der Soll-Ist-Abweichungen und Projektion in die Zukunft (Anwendung von Prognoseverfahren, wie zum Beispiel das Verfahren der exponentiellen Glättung).“

Durch den SOLL-IST-Vergleich ist neben der Kontrolle und Steuerung des Baugeschehens sowohl eine Bildung von Kennzahlen zu Vorgängen im Unternehmen als auch eine Datenbereitstellung für zukünftige Projekte gewährleistet.¹¹⁰

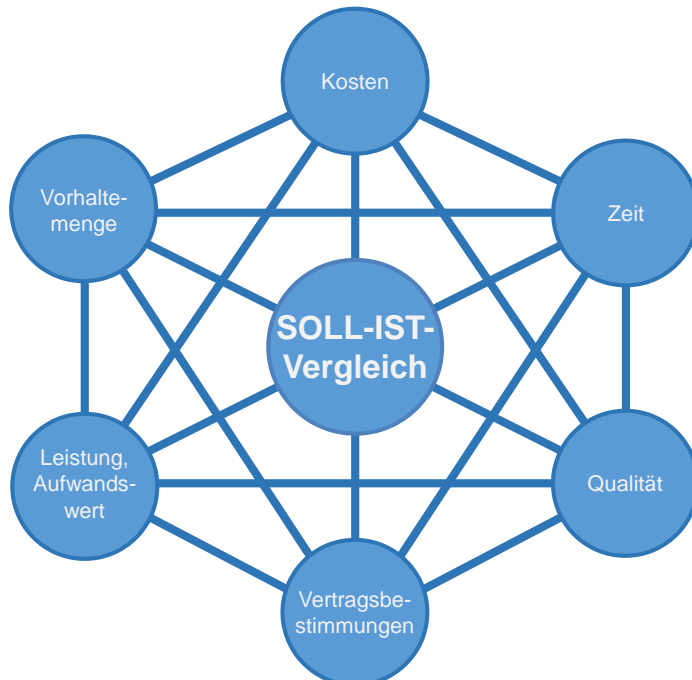


Abbildung 3-7 Hauptbereiche des SOLL-IST-Vergleichs¹¹¹

¹⁰⁹ GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 131

¹¹⁰ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. S. 130

¹¹¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten. S. 22

Die Hauptbereiche, für welche SOLL-IST-Vergleiche zur Fertigungssteuerung durchgeführt werden, sind in Abbildung 3-7 dargestellt und können folgendermaßen beschrieben werden:¹¹²

- **Kosten:** In diesem Hauptbereich des SOLL-IST-Vergleichs werden Vergleiche von Lohn-, Geräte- und Materialkosten durchgeführt. Diese Betrachtung erfolgt je nach Detaillierungsgrad für Bauabschnitte, Fertigungsabschnitte oder einzelne Bauteile. Dabei werden die vorgegebenen SOLL-Kosten mit den tatsächlichen IST-Kosten verglichen.
- **Zeit:** Die verfügbaren Zeiten für einzelne Fertigungsabschnitte ergeben sich aus der maximalen Gesamtbauzeit und verbindlichen Zwischenterminen. Detailliertere Betrachtungen zu Zeiten von einzelnen Vorgängen wie Schalen, Bewehren und Betonieren, werden im Zuge der Feinplanung festgelegt. Ergeben sich bei SOLL-IST-Vergleichen Abweichungen, werden die Gründe dafür analysiert und Gegensteuerungsmaßnahmen eingeleitet.
- **Qualität:** Die Qualität der auszuführenden Leistungen hat den SOLL-Vorgaben aus den **Vertragsbedingungen** zu entsprechen. Durch die objektive Messung von Kriterien, wie beispielsweise Ebenheit, Betonoberflächenqualität oder vorhandene Betondeckung, werden die SOLL-Vorgaben mit den IST-Zuständen verglichen.
- **Leistung:** Für Arbeiten an bestimmten Bauteilen, die am kritischen Weg eines Bauvorhabens liegen, müssen die durchschnittlichen Leistungswerte stets kontrolliert und bei Bedarf Gegensteuerungsmaßnahmen ergriffen werden, um die vorgegebenen Maximaldauer nicht zu überschreiten. Auch für Arbeiten, die nicht am kritischen Weg liegen, werden Leistungen beobachtet und optimiert, um geringstmögliche Herstellkosten erzielen zu können. Leistungswerte sind wesentlich von der Anzahl der Arbeitskräfte, der Arbeitszeit und dem Aufwandswert abhängig.
- **Aufwandswerte:** In der Bauablaufplanung und der Arbeitskalkulation werden Vorgaben zu den Aufwandswerten festgelegt. Diese Vorgaben werden mit den tatsächlichen IST-Aufwandswerten verglichen. Je nach Detaillierungsgrad der Betrachtung, werden beispielsweise mittlere Aufwandswerte für Schalarbeiten, Aufwandswerte für einzelne Bauteile (Stützen, Wände, Decken etc.) oder Einzelvorgänge, wie Einschalen, Ausschalen und Umsetzen einem SOLL-IST-Vergleich unterzogen.

¹¹² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 24ff

- **Vorhaltemenge:** Mit SOLL-IST-Vergleichen wird die richtige Vorhaltemenge von gewissen Materialien oder Geräten kontrolliert und gesteuert. Dabei ist zu beachten, dass die Vorhaltemenge aus Kostengründen meist so gering wie möglich gehalten wird.

Bei der Durchführung von Bauprojekten kann es durch Abweichungen vom ursprünglichen Vertrag zu Leistungsabweichungen kommen, welche in weiterer Folge zu Mehr-bzw. Minderkostenforderungen führen. Um die Forderungen glaubhaft machen zu können, ist eine Nachweisführung unumgänglich. Eine Art der Nachweisführung stellt der SOLLTE-IST-Vergleich dar. Während die SOLL- und IST-Größen bereits erläutert wurden, stellt der Begriff SOLLTE die Verknüpfung zwischen dem SOLL und dem IST dar. Das SOLLTE wird durch die Herstellung eines Zusammenhangs zwischen den SOLL-Ansätzen (z.B. Aufwandswerte, Leistungswerte, Produktivität) und den IST-Mengen bestimmt und drückt die Auswirkungen der Leistungsabweichungen auf den geplanten Bauablauf aus. Der Einsatz von SOLLTE-IST-Vergleichen bildet die Basis für die Bestimmung von Produktivitätsverlusten, welche anschließend in potenziellen Mehrkosten resultieren.¹¹³

Der Bezugsrahmen dieser Arbeit beschränkt sich auf die Projektphasen vor dem tatsächlichen Baubeginn, wodurch die Nachweisführung für Mehr- bzw. Minderkostenforderungen durch SOLLTE-IST-Vergleiche nicht näher behandelt wird.

3.1.3 Dilemma der Arbeitsvorbereitung

Das Dilemma der Arbeitsvorbereitung ergibt sich durch den zur Planung und Bauausführung verhältnismäßig kurzen Zeitraum für die intensive Arbeitsvorbereitung nach dem Zuschlag. In zahlreichen Literaturquellen wird auf die Wichtigkeit der Arbeitsvorbereitung für die Bauausführung verwiesen, jedoch zeigt sich in der Realität, dass immer weniger Personal und Zeit dafür zur Verfügung steht.¹¹⁴

Durch das begrenzte Zeitfenster für die Arbeitsvorbereitung werden wichtige Planungsmaßnahmen wie der Verfahrensvergleich, die Bauablaufplanung, die Baulogistik oder die Baustelleneinrichtungsplanung bis zum Projektstart oft nur unzureichend und unvollständig ausgearbeitet. Die Zeiträume zwischen Zuschlag und Baubeginn werden in Bauverträgen von den Auftraggebern immer drastischer verkürzt. Diese „falsch verstandene Bauzeitoptimierung“ führt zwangsläufig zu einer Qualitätsreduktion der Ar-

¹¹³ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Arten der Nachweisführung aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht. In: Tagungsband – 19. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Nachweisführung bei Mehr- bzw. Minderkostenforderungen. S. 55ff

¹¹⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 37

beitsvorbereitung und hat erhebliche Auswirkungen auf die Baustellenabwicklung. Die Folgen der „Bauzeitoptimierung“ werden erst während der Bauausführung sichtbar und münden in negativen Abweichungen von Qualität, Zeit und Kosten von denen sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer betroffen sind.¹¹⁵

3.1.3.1 Mehr Zeit als Lösungsansatz

In einer 2019 durchgeführten ExpertInnenbefragung an der TU Graz, wurden die relevanten Faktoren für den Projekterfolg abgefragt. Im Zuge dieser Befragung waren die 40 teilnehmenden ExpertInnen (durchschnittliche Berufserfahrung 15 Jahre) dazu aufgefordert, 20 potenzielle Erfolgsfaktoren für den Projekterfolg in der Ausführungsphase nach deren Bedeutung zu reihen. Die Faktoren beschäftigten sich im Wesentlichen mit der Planung, Steuerung, Kontrolle, Auswahl, Organisation, Koordination, Kommunikation und Dokumentation der elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren sowie der dazugehörigen Wissensarbeit. Dabei erreichte der Erfolgsfaktor **„Mehr Zeit für die Arbeitsvorbereitung vor Baubeginn“** den fünften Gesamtrang und wurde insgesamt vier Mal auf den 1. Rang eingestuft. Diese aktuelle Umfrage zeigt, dass die Problematik eines kurzen Zeitraumes zwischen Zuschlag und Baubeginn wesentliche Auswirkungen auf den Projekterfolg hat.¹¹⁶

„Mehr Zeit für die Arbeitsvorbereitung vor Baubeginn“, bedeutet, dass es für den AN möglich ist, wichtige Analysen, Synthesen und Optimierungen hinsichtlich der Auswahl, Art, Form und Kombination der Produktionsfaktoren durchzuführen. Neben diesen Grundlagen für effiziente und effektive Entscheidungen zur Bauausführung, können durch mehr Zeit auch Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz¹¹⁷ überprüft und ausgewählt werden.¹¹⁸

3.1.3.2 Effektivitätssteigerung als Lösungsansatz

Wie aus der ExpertInnenbefragung abzuleiten ist, steht den Auftragnehmern für die Arbeitsvorbereitung zu wenig Zeit zur Verfügung, wodurch der vorangegangene Lösungsansatz wohl ein Wunschdenken bleiben

¹¹⁵ Vgl. GÖGER, G.: Arbeitsvorbereitung für komplexe Hochgebirgsbaustellen – Anforderungen, Einflussfaktoren und potentielle Fehlerquellen. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. S. 94
Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 37

¹¹⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Relevante Faktoren für den Projekterfolg und deren Bedeutung. In: Tagungsband – 18. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Leistungsabweichungen in der Bauausführung und deren Auswirkungen auf die Projektziele. S. 52ff

¹¹⁷ „Unternehmerische Resilienz ist die Eigenschaft eines Unternehmens, externe Schocks oder Verwerfungen der sozialen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen auszuhalten und sich an die neuen Bedingungen anzupassen.“
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/resilienz-52429/version-275567>. Datum des Zugriffs: 08.02.2021

¹¹⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Relevante Faktoren für den Projekterfolg und deren Bedeutung. In: Tagungsband – 18. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Leistungsabweichungen in der Bauausführung und deren Auswirkungen auf die Projektziele. S. 70

wird. Der Druck, so bald wie möglich nach dem Zuschlag mit dem Bau zu beginnen, lässt nicht nach. Daher gilt es für den Auftragnehmer, die zur Verfügung stehende Zeit für die Arbeitsvorbereitung, mit Instrumenten zur Effektivitätssteigerung bestmöglich zu nutzen.¹¹⁹

Bei gleichbleibenden Zeit- und Ressourcenverhältnissen können mit Hilfe von Instrumenten, mehr Ausführungsmöglichkeiten für ein Bauwerk untersucht werden. Durch den Einsatz von Computerprogrammen, die beispielsweise Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten miteinander vernetzt betrachten und analysieren, kann die Arbeitsvorbereitung wesentlich effizienter gestaltet werden. Ganzheitliche Betrachtungsweisen und Vernetzungen von einzelnen Vorgängen mit Bauzeitplanungsprogrammen stellen weitere Instrumente zur Effizienzsteigerung dar. Keine Software kann jedoch das „Know-How“ und „Know-Why“ der Menschen ersetzen, die hinter den Überlegungen zur Arbeitsvorbereitung stecken. Bestenfalls werden, die für die Bauausführung verantwortlichen Personen, bereits in die Arbeitsvorbereitung eingebunden, um die getroffenen Maßnahmen auch bestmöglich in die Praxis umzusetzen.¹²⁰

Die Effektivitätssteigerung als Lösungsansatz für das Dilemma der Arbeitsvorbereitung gibt dieser Arbeit den Anlass, einen Workflow zu gestalten, der den Auftragnehmer während der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton über bestehende, unter Betrieb befindliche Verkehrswege, unterstützt.

3.2 Kalkulation

Die Kalkulation von Bauleistungen dient der Ermittlung von Kosten, welche die Grundlage der Preisbildung darstellen. Nachfolgend werden die Aufgaben und Ziele sowie die unterschiedlichen Phasen der Kalkulation näher beschrieben. Weiters wird das Vorgehen bei der Kalkulation von Bauleistungen dargestellt.

3.2.1 Aufgaben und Ziele

Aus den Überlegungen der Arbeitsvorbereitung gehen die gewählten Produktionsverfahren sowie Art und Umfang der zur Herstellung eines Bauwerks benötigten Produktionsfaktoren hervor. Die Bauablaufplanung gibt die Einsatzdauer und damit den Verbrauch von elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren vor, der sich aus dem Bedarf an Arbeits- und Maschinenstunden, Betriebsmitteln und Stoffen sowie dem Einsatz von anteiligen Führungs-, Verwaltungs- und Versorgungsaufgaben ergibt. Zentrale Aufgabe der Kalkulation ist es, die Herstellkosten, die sich durch

¹¹⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 38

¹²⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 38f

den Faktoreinsatz und Nachunternehmerleistungen ergeben, mit Zuschlägen für Geschäftsgemeinkosten, Wagnis und Gewinn zu versehen und daraus die Angebotssumme bzw. den Preis für die geforderte Bauleistung zu bestimmen.¹²¹

Das Ziel der Kalkulation ist es, die entstehenden Herstellkosten genau zu ermitteln und ein Angebot auszuarbeiten, welches zum Auftrag führt. Weiters dient eine Phase der Kalkulation (Arbeitskalkulation) der Ermittlung von SOLL-Vorgaben für die Fertigungssteuerung und -kontrolle während der Ausführung.¹²²

3.2.2 Phasen der Kalkulation

Grundsätzlich werden im Bauwesen zwei überbegriffliche Kalkulationsphasen unterschieden. Diese sind die Kalkulation vor Auftragserteilung und die Kalkulation nach Auftragserteilung. Abbildung 3-8 zeigt zusammenfassend wie die Kalkulationsphasen weiter unterteilt werden können, welche in den nachfolgenden Abschnitten näher beschrieben sind.¹²³

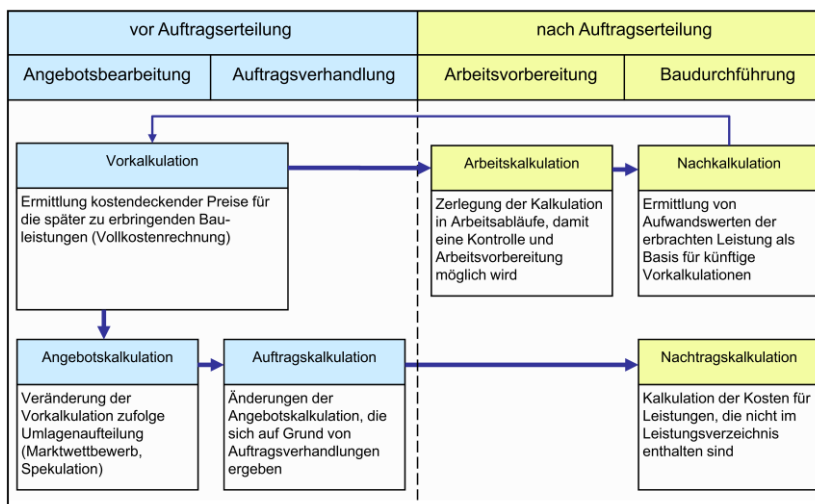


Abbildung 3-8 Phasen der Kalkulation¹²⁴

3.2.2.1 Vor- und Angebotskalkulation

In der Vorkalkulation, auch Nullkalkulation genannt, werden kostendeckende Preise auf Basis der Ausschreibungsunterlagen des Auftraggebers ermittelt, welche in der aufbauenden Angebotskalkulation mit Veränderungen versehen werden. Im Zusammenspiel dieser beiden Kalkulationsphasen werden die Kosten unter Berücksichtigung der Bauwerks-

¹²¹ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 643

¹²² Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 643f

¹²³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 296

¹²⁴ HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 296

Baustellen-, Bauverfahrens und Betriebsbedingungen ermittelt und im Zuge der Angebotskalkulation durch Umlagenaufteilung (Marktwettbewerb, strategische Überlegungen) angepasst. Die Kalkulation ist zu diesem Zeitpunkt mit Unsicherheiten behaftet, da noch keine detaillierten Pläne vorliegen und die tatsächlichen Baustellenbedingungen nicht vollständig absehbar sind. Trotz dieser Unsicherheiten muss im Angebotsstadium durch die Arbeitsvorbereitung erkannt werden, welche Systeme und Verfahren für dieses Bauvorhaben geeignet sind und welche keinesfalls eingesetzt werden können.¹²⁵

3.2.2.2 Auftragskalkulation

Bei Aufträgen, welche von privaten Auftraggebern vergeben werden, kann es vor der Auftragserteilung noch zu Auftragsverhandlungen kommen. Im Zuge dieser Verhandlungen werden einzelne Punkte der vorliegenden Angebotskalkulation besprochen und gegebenenfalls angepasst. Diese Anpassungen können beispielsweise Preisnachlässe, streichen oder aufnehmen von Positionen in das Leistungsverzeichnis, Mengenänderungen oder Änderungen der Bauzeit betreffen.¹²⁶

3.2.2.3 Arbeitskalkulation

Kommt es folglich zu einem Vertragsabschluss, wird in der Phase nach der Auftragserteilung mit eingehenden Vorbereitungen für die Bauausführung begonnen. Im Zuge der Arbeitsvorbereitung zwischen Zuschlag und Baubeginn wird geprüft, welche Leistungen an Nachunternehmer vergeben werden können und mögliche Preisnachlässe verhandelt. Weiters werden die Baustelleneinrichtung, die Bauablaufplanung sowie die Logistikmaßnahmen detaillierter geplant und die Kalkulation kann in einzelne Arbeitsabläufe zerlegt werden. Somit stellt die Arbeitskalkulation eine genau aufgeschlüsselte Weiterentwicklung der Angebots- und Auftragskalkulation dar und es werden Vorgaben für die Ausführung formuliert, welche sich auf Aufwands- und Leistungswerte sowie Geräte- und Materialkosten beziehen. Durch diese genaue Aufschlüsselung dient die Arbeitskalkulation als Instrument für die Fertigungssteuerung durch SOLL-IST-Vergleiche während der Bauausführung.¹²⁷

¹²⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 297

¹²⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 297f

¹²⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 298

3.2.2.4 Nachkalkulation

Die Nachkalkulation ist ein wichtiges Instrument für die Erfassung von tatsächlichen Kosten sowie Aufwandswerten, welche in weiterer Folge die Basis für zukünftige Vorkalkulationen bilden. Ergebnisse aus der Nachkalkulation werden den Vorgaben bezüglich Kosten und Aufwandswerten aus der Arbeitskalkulation gegenübergestellt und bilden somit die Grundlage für die Analyse von Bauabläufen. Die Kalkulationsstufe der Nachkalkulation liefert Werte für die innerbetriebliche Weiterentwicklung und bringt vor allem beim Einsatz von neuen Fertigungsvarianten oder -systemen wichtige Erkenntnisse für zukünftige Angebote.¹²⁸

3.2.2.5 Nachtragskalkulation

Nachträge werden erstellt, wenn Bauleistung zwar außerhalb der Bandbreite des Bauvertrages liegen, jedoch zur erfolgreichen Ausführung des Vertragsgegenstandes erforderlich sind. Außerdem können Nachträge für Leistungen, bei welchen sich die Preisgrundlagen geändert haben, erstellt werden. Grundlage für die Verrechnung dieser Leistungen bildet die Nachtragskalkulation, welche für die zu erbringende Leistung erstellt wird und nach Absprache mit dem Bauherrn als Abrechnungsgrundlage dient.¹²⁹

3.2.3 Das Verfahren der Baukalkulation

Beim Verfahren der Baukalkulation wird üblicherweise die Zuschlagskalkulation zur Ermittlung der Kosten und in weiterer Folge der Preise angewendet. Grundsätzlich steht der Bieter vor der Herausforderung eine Berechnung von Einheitspreisen für Positionen eines Leistungsverzeichnisses vorzunehmen. Dieses Berechnungsverfahren sieht vor, dass die verschiedenen Kostenarten möglichst verursachungsgerecht auf mehr oder weniger exakt beschriebene Teilleistungen umgelegt werden. Als weitere Herausforderungen können die kurze Bearbeitungszeit, die unbekannt Konkurrenz und die Zuschlagserwartung von 5-10 % gesehen werden.¹³⁰

Um eine Baukalkulation durchführen zu können, ist es notwendig, die zur Verfügung gestellten Grundlagen der Bauaufgabe zu analysieren sowie auszuwerten und anschließend eine Preisermittlung durchzuführen. Diese Schritte werden nachfolgend erläutert.

¹²⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 298f

¹²⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 299

¹³⁰ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 648
Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 299

3.2.3.1 Grundlagen der Baukalkulation

Die wesentlichen Grundlagen der Baukalkulation sind die Leistungsbeschreibung, die Vertragsbedingungen, die Kenntnisse über Arbeitsabläufe und Bauverfahren sowie die Ansätze zu Leistungs- und Aufwandswerten. Für die Preisermittlung sind weiters Richtwerte für die Material- und Gerätekosten notwendig.

Leistungsbeschreibung und Vertragsbedingungen

Da im Verkehrsinfrastrukturbau die Vergabe von Leistungen in der Regel durch öffentliche Auftraggeber erfolgt, unterliegt das Vergabeverfahren dem Bundesvergabegesetz (BVerG). Die Ausschreibungsunterlagen, in denen die vertraglichen Vereinbarungen und die zu erbringenden Leistungen beschrieben sind, werden vom Auftraggeber oder seinem Projektmanagement erstellt und veröffentlicht.¹³¹

Nach § 88 (1) des BVerG müssen die Ausschreibungsunterlagen so ausgearbeitet werden, dass die Preisermittlung durch die Bieter ohne Übernahme von nicht kalkulierbaren Risiken und ohne unverhältnismäßige Ausarbeitungen erfolgen kann. Weiters muss sichergestellt sein, dass eine Vergleichbarkeit der Angebote vorliegt.

Die Bestandteile der Ausschreibungsunterlagen sind im Wesentlichen:¹³²

- Die Leistungsbeschreibung (konstruktiv oder funktional)
- Die Vertragsbedingungen
- Die Ausführungspläne
- Die Ergebnisse von verschiedenen Gutachten (z.B. Baugrunduntersuchung)

Leistungsbeschreibungen können laut § 103 des BVerG wahlweise konstruktiv oder funktional erfolgen. Die Eigenschaften dieser Formen der Leistungsbeschreibung unterscheiden sich folgendermaßen:¹³³

- Bei der **konstruktiven Leistungsbeschreibung** wird vom Auftraggeber ein Leistungsverzeichnis (LV) vorgegeben, in welchem die zu erbringenden Teilleistungen eindeutig, vollständig und neutral beschrieben werden.
- Bei der **funktionalen Leistungsbeschreibung** wird die geforderte Leistung nur durch eine ausführliche Beschreibung der Leistungs- und Funktionsanforderungen formuliert (kein LV seitens der

¹³¹ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 644

¹³² Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 645

¹³³ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 643ff

ausschreibenden Stelle). Für die Angebotskalkulation wird üblicherweise vom Bauunternehmen selbst ein LV erstellt.

Sehr vernetzt mit den Formen der Leistungsbeschreibung sind die Vertragsformen von Bauverträgen (Werkverträge). Bei Aufträgen von öffentlichen Auftraggebern für Verkehrsinfrastrukturbauprojekte stellt der **Einheitspreisvertrag** in Verbindung mit einer konstruktiven Leistungsbeschreibung die übliche Vertragsform dar. Hierbei werden vom Bieter Angebotspreise für jede, im Leistungsverzeichnis aufgelistete Teilleistung, bestimmt und vertragliche Einheitspreise für jede Position fixiert. Wird der Einheitspreis pro Mengeneinheit mit dem Mengenvordersatz multipliziert, ergibt sich der Gesamtpreis der Position. Die Summe aller Positionspreise stellt den Nettoangebotspreis dar, welcher durch die Addition der Umsatzsteuer den Bruttoangebotspreis ergibt. Gegenteilig dazu, wird bei **Pauschalpreisverträgen** ein Gesamtpreis (Bruttoangebotspreis) für alle Teilleistungen angeboten.¹³⁴

Arbeitsabläufe und Bauverfahren

Wichtige Voraussetzung für die Kalkulation sind Kenntnisse über Arbeitsabläufe und Bauverfahren, die zur Erbringung der ausgeschriebenen Leistung notwendig sind. Hierbei besteht ein enger Kontakt zwischen der Arbeitsvorbereitung und der Kalkulation, da die Überlegungen aus der Arbeitsvorbereitung (Verfahrensvergleich, Bauablaufplanung, Baulogistik, Baustelleneinrichtungsplanung) die Grundlage für die Berechnungsaufgaben in der Kalkulation darstellen. Die verfahrenstechnischen Kenntnisse sowie das Wissen über gegenseitige Abhängigkeiten und Reihenfolgen der einzelnen Teilleistungen machen es den Beteiligten im Kalkulationsprozess erst möglich, die wirtschaftlich optimale Lösung zu finden. Die Kernaufgabe der Kalkulation besteht darin, den Fertigungsablauf technisch und wirtschaftlich zu analysieren, die voraussichtlich entstehenden Kosten von Teilleistungen so gewissenhaft wie möglich zu erfassen und folgend den Preis, unter Rücksichtnahme von technischen und wirtschaftlichen Risiken, zu bestimmen.¹³⁵

Leistungs- und Aufwandswerte

Die bereits in Abschnitt 3.1.2.2 beschriebenen Leistungs- und Aufwandswerte sind für die Kalkulation von zentraler Bedeutung. Der Aufwandswert ist die wesentliche Einflussgröße der Arbeitsleistung und nimmt einen hohen baubetrieblichen Stellenwert ein. Neben den Einflüssen auf den Ver-

¹³⁴ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 643ff
Vgl. HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Bauwirtschaftslehre 1. Skriptum. S. 323

¹³⁵ Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 646

fahrensvergleich, die Bauablaufplanung, die Bauleistung und den Baustelleneinrichtungsplan, stellt der Aufwandswert eine wichtige Grundlage für die Kostenberechnung in der Kalkulation dar.¹³⁶

Aufwands- und Leistungswerte für Tätigkeiten von Menschen und Maschinen müssen für jedes Projekt an die vorliegenden Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen angepasst werden. Um Richtwerte für die Kalkulation zu erhalten, kann auf folgende Quellen zurückgegriffen werden:¹³⁷

- Interne Quellen des Auftragnehmers (eigene Nachkalkulationen, Datenbanken, Richtwertetabellen)
- Bücher (Kalkulationshandbücher, Arbeitszeitrichtwerte, sonstige Fachbücher)
- Externe Baustellenberichte
- Externe Firmenangaben

3.2.3.2 Preisermittlung

In Österreich beschreibt die ÖNORM B 2061:2020-05 die Möglichkeiten der Preisermittlung von Bauleistungen und regelt die Darstellung ihrer Ermittlung. Die Verfahrensnorm schränkt die unternehmerische Kalkulationsfreiheit nicht ein, gibt aber Hinweise zum Aufbau der Kalkulation und stellt weiters eine Leitlinie für die Überprüfung der Angemessenheit von Preisen dar. Durch die vorgegebenen Kalkulationsformblätter wird die Preisermittlung einheitlich dargestellt und ermöglicht eine vereinfachte Prüf- und Vergleichbarkeit von Angeboten.¹³⁸

Die Preisermittlung erfolgt in Form einer Zuschlagskalkulation und wird folgend gegliedert:¹³⁹

- **Einzelkosten:** Die Ermittlung von Einzelkosten erfolgt für jede Leistungsposition und untergliedert sich in Einzelpersonalkosten, Einzelmaterialeinkosten und Einsatzgerätekosten. Dabei werden die Kosten durch den sachlich und wirtschaftlich gerechtfertigten Einsatz von Produktionsfaktoren ermittelt.
- **Baustellengemeinkosten:** Die Baustellengemeinkosten entstehen bei der Leistungserbringung, können aber keiner Leistungsposition direkt zugeordnet werden. Hierbei kann zwischen einmaligen Kosten der Baustelle (Erschließung, Auf-, Um- und Abbau der Baustelleneinrichtung, Transport- und Ladearbeiten etc.) und

¹³⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schararbeiten. S. 301

¹³⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schararbeiten. S. 309

¹³⁸ Vgl. AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL: ÖNORM B 2061:2020-05 – Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 3

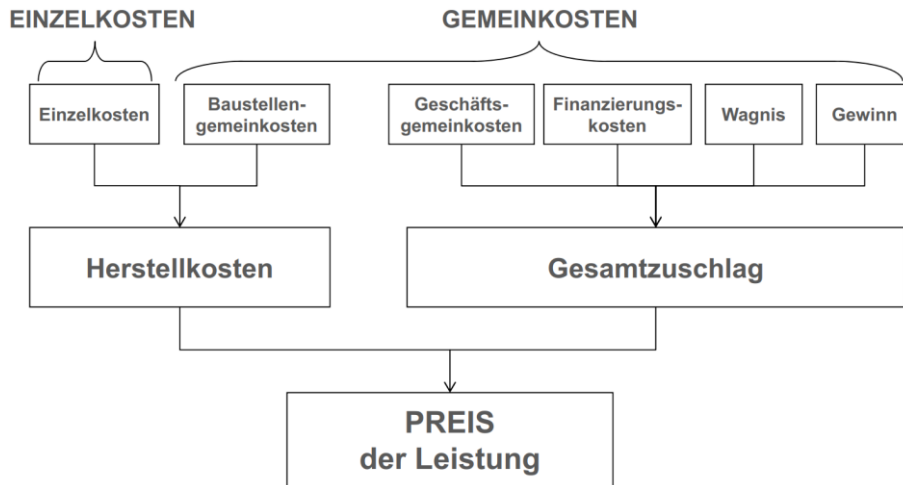
¹³⁹ Vgl. AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL: ÖNORM B 2061:2020-05 – Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 7ff

zeitgebundenen Kosten der Baustelle (Mieten, Kosten für Vorhaltegeräte etc.) unterschieden werden.

- **Geschäftsgemeinkosten:** Sind Kosten, die durch die Aufrechterhaltung des Betriebs eines Unternehmens anfallen. Zu diesen Kosten zählen unter anderem jene der allgemeinen Unternehmensverwaltung und des Vertriebs (z.B. Geschäftsführung, Personal für Buchhaltung und Lohnverrechnung).
- **Finanzierungskosten:** Die Finanzierungskosten ergeben sich aus den Kapitalkosten, welche durch die Finanzierung des Kapitalbedarfs für das gegenständliche Bauvorhaben hervorgerufen werden.
- **Wagnis:** Mit dem Wagniszuschlag werden Risiken abgedeckt, die sich aus dem allgemeinen Unternehmerwagnis und dem baustellenspezifischen Wagnis zusammensetzen. Die Höhe des Wagniszuschlags ergibt sich aus der betrieblichen Erfahrung oder Berechnungen, die sich unter anderem auf Art und Größe des Bauvorhabens, die Jahreszeit und die örtlichen Begebenheiten beziehen.
- **Gewinn:** Zuschlag für den Unternehmensgewinn.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der Baukalkulation um eine Zuschlagskalkulation, welche in Abbildung 3-9 schematisch dargestellt ist. Der Gesamtzuschlag ergibt sich aus den Zuschlägen für Geschäftsgemeinkosten, Finanzierungskosten, Wagnis und Gewinn. Einzelkosten und Baustellengemeinkosten werden als Zuschlagsträger bezeichnet, ergeben gemeinsam die Herstellkosten und bekommen in der Preisermittlung den Gesamtzuschlag zugerechnet. Aus dieser Berechnung gehen Einheitspreise, Pauschalpreise und Regiepreise für die Positionen im Leistungsverzeichnis hervor, die sich in die Preisanteile „Lohn“ und „Sonstiges“ gliedern. Während Personalkosten dem Preisanteil „Lohn“ zugeordnet werden, fasst der Preisanteil „Sonstiges“ die Material- und Gerätekosten zusammen. Die Summe aus den Anteilen „Lohn“ und „Sonstiges“ bildet den Einheitspreis, Pauschalpreis oder Regiepreis einer Position, der nach der Multiplikation mit dem Mengenvordersatz den Positionspreis ergibt. Die Summe der Positionspreise ergibt in weiterer Folge den Nettoangebotspreis, der durch die Addition der Umsatzsteuer den Bruttoangebotspreis des Bauvorhabens darstellt.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Vgl. AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL: ÖNORM B 2061:2020-05 – Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. S. 16ff

Abbildung 3-9 Schema der Preisermittlung in der Baukalkulation¹⁴¹

Der angestrebte Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation ist ein Instrument, welches die Herausforderungen bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hervorhebt und einen systematischen Weg für die Angebotsbearbeitung vorgibt. Für die Kalkulation werden die Schritte der Arbeitsvorbereitung unter Berücksichtigung der angeführten Herausforderungen abgearbeitet und bilden folgend die Grundlage der Berechnungsaufgaben. Wichtig ist es hierbei zu unterstreichen, dass die unternehmerische Kalkulationsfreiheit durch den Workflow nicht beeinflusst, sondern neutral unterstützt wird. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auch nicht näher auf die Preisermittlung eingegangen.

¹⁴¹ HECK, D.; HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1. Vorlesungsfolien.

4 Wissensmanagement im Bauwesen

Die Prozesse in den Phasen der Angebotsbearbeitung, der Arbeitsvorbereitung und der Bauausführung weisen seitens des Auftragnehmers großes Potenzial für Optimierungen auf. Dies betrifft damit auch die Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung, die Kalkulation sowie die Arbeitsvorbereitung nach dem Zuschlag und während der Bauausführung. Für die Angebotsbearbeitung stellen Erfahrungen von vorangegangenen Projekten eine wichtige Grundlage dar. Daher sollte ein intensiver Wissensaustausch zwischen den MitarbeiterInnen der Kalkulationsabteilung und jenen der Ausführung gepflegt werden, um die Qualität der Angebote zu verbessern.¹⁴²

Das Wissensmanagement stellt für die Erhöhung der Wissenstransparenz, den Wissensaustausch, die Dokumentation von Erfahrungen sowie die Intensivierung der Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten, unterstützende Instrumente bereit.¹⁴³

In den nächsten Abschnitten erfolgt die Betrachtung des Wissens als Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft und die Beschreibung von generellen Grundlagen zum Thema Wissen. Darauf aufbauend wird erläutert wie die Wissensgenerierung vollzogen werden kann. Nach der Formulierung des Bezugsrahmens dieser Arbeit werden Hinweise zu weiterführender Literatur gegeben.

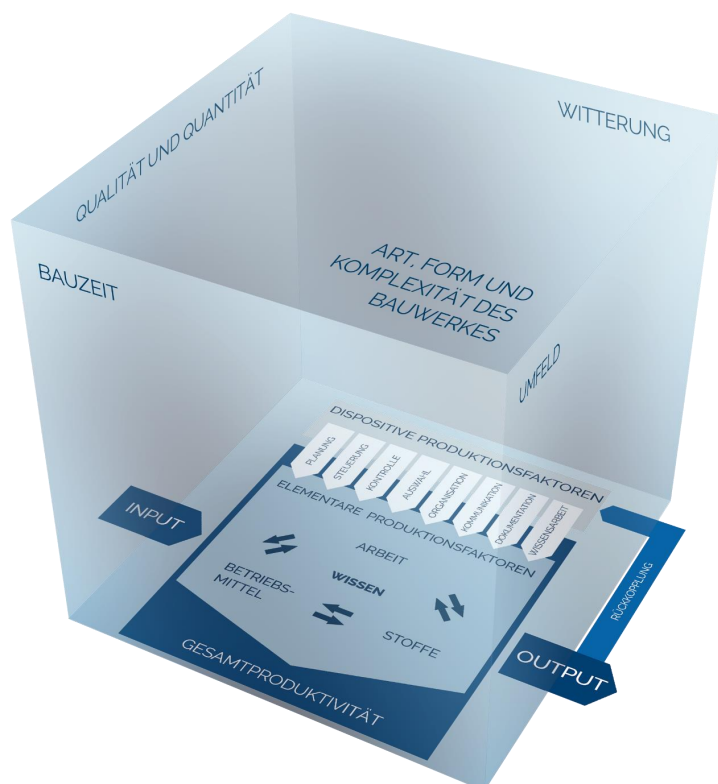
4.1 Wissen als Produktionsfaktor

Wie bereits in Abschnitt 2.3 beschrieben, besteht das Produktionssystem im Bauwesen im Wesentlichen aus den elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren. Die zweidimensionale Betrachtung des Produktionssystems ist um eine Dimension zu erweitern, da die Produktionsfaktoren auch durch äußere Einwirkungen beeinflusst werden (siehe Abbildung 4-1). Diese sind im speziellen die Umfeld- und Umweltbedingungen (Witterung), die Art, Form und Komplexität des Bauvorhabens, die auszuführenden Qualitäten und Quantitäten sowie die vorgegebene Bauzeit. Äußeres und inneres Produktionssystem stehen in einer Wechselbeziehung zueinander und beeinflussen gemeinsam die erzielbare Produktivität.¹⁴⁴

¹⁴² Vgl. CÜPPERS, A.: Wissensmanagement in einem Baukonzern – Anwendungsbeispiele bei Bauprojekten. Dissertation. S. 79

¹⁴³ Vgl. CÜPPERS, A.: Wissensmanagement in einem Baukonzern – Anwendungsbeispiele bei Bauprojekten. Dissertation. S. 79f

¹⁴⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 888ff

Abbildung 4-1 Wissen als zentraler Produktionsfaktor im Produktionswürfel¹⁴⁵

Wissen stellt für die optimale Kombination der elementaren Produktionsfaktoren (Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe) eine wesentliche Basis dar. Die zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren können erst durch das Wissen über ihre richtige Kombination effizient und effektiv genutzt werden. Während es sogar denkbar wäre die elementaren Produktionsfaktoren auszutauschen oder abzuwandeln, ist das Wissen eine wesentliche Grundlage, die erst zu einer Wertschöpfung der anderen Faktoren führt.¹⁴⁶

Im Bauwesen ist das Wissen über die richtige Kombination der Produktionsfaktoren oftmals von Erfahrungswerten geprägt, die ein implizites Wissen darstellen. Damit besteht in diesem Bereich großes Potenzial, bestehendes Wissen explizit zu formulieren und durch Checklisten, Arbeitsanweisungen oder Workflows niederzuschreiben und für andere zugänglich zu machen. Mit dieser Art des Wissens gelingt es, unsystematische Entscheidungen zu reduzieren, oder im besten Fall komplett zu beseitigen.¹⁴⁷

¹⁴⁵ HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 889

¹⁴⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 891f

¹⁴⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 891f

4.2 Wissen

Wissen ist der Output aus der Kombination von Daten und Informationen und dient in Bezug auf das Produktionssystem im Baubetrieb dazu, die einzelnen Elemente und Beziehungen einem fortwährenden Verbesserungsprozess zu unterziehen.¹⁴⁸

Eine Möglichkeit der Herleitung von Wissen und dem Zusammenwirken von Daten und Informationen bildet die Wissenstreppe nach *North*, die nachfolgend in Form einer Weiterentwicklung nach *Hofstadler/Kummer* dargestellt und erläutert wird. Weiters wird auf die Wissensarten und die organisationale Wissensbasis bei einem Bauprojekt als temporäre Organisation eingegangen.

4.2.1 Die Wissenstreppe

Die Wissenstreppe, als Herleitung für den Begriff des Wissens, ist in Abbildung 4-2 dargestellt. Die Treppe beginnt mit Zeichen, die Interpretationsspielraum zulassen, da aus ihnen sowohl eine Zahl, ein Text als auch eine Skizze gebildet werden kann. Durch Hinzufügen einer Syntax werden daraus Daten und es wird ein sinnvoller Zusammenhang hergestellt, der in diesem Fall die Zahl 7 ergibt. Erst durch die Verknüpfung der Zahl mit einer Bedeutung, kommt der/die Betrachter/Betrachterin auf die Stufe der Information. Diese Information macht die Zahl beispielsweise zu einem Aufwandswert.¹⁴⁹

Ein Aufwandswert von 7,00 Std/m³ kann in weiterer Folge auf verschiedene Arten interpretiert werden, da nicht klar ist auf welche Art von Volumen sich die Information der Kubikmeterangabe bezieht. Durch die Vernetzung, dass der Aufwandswert im Zusammenhang mit Stahlbetonarbeiten für ein gesamtes Bauwerk im Hochbau steht, wird die Stufe des Wissens erreicht. Mit diesem vernetzten Denken und der Möglichkeit zur Beurteilung des Aufwandswertes, wird es möglich, Schlüsse für zukünftige Projekte zu ziehen.¹⁵⁰

¹⁴⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 75ff

¹⁴⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 79f
Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 892f

¹⁵⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 79f
Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 892f

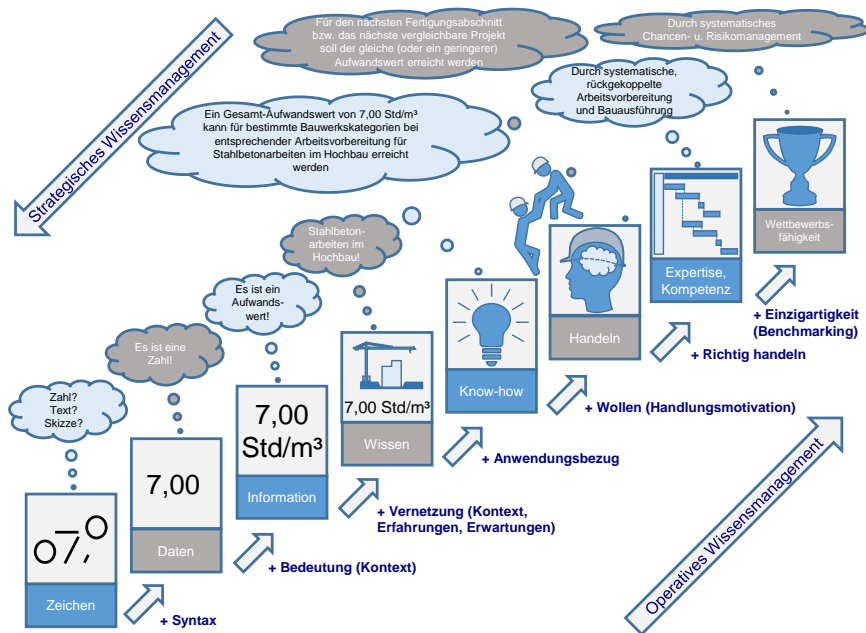


Abbildung 4-2 Anwendung der Wissenstreppe nach North auf den Baubetrieb¹⁵¹

Die nächste Stufe der Wissenstreppe zeigt den Schritt, bei dem durch einen Anwendungsbezug das Wissen zu Know-how („Können“) weiterentwickelt wird. Auf dieser Stufe wird das Wissen für ein Unternehmen erkennbar. Wird das Know-how mit dem nötigen Antrieb und Willen verbunden, entsteht jenes Können, das zielgerichtet angewendet werden kann und in konkret messbaren Handlungen resultiert. Damit ist die Stufe des Handelns erreicht und das Können wird genutzt, um die ausführenden Tätigkeiten im Baubetrieb wirtschaftlicher zu gestalten. Wird in weiterer Folge nicht nur gehandelt, sondern „richtig gehandelt“, wie beispielsweise durch systematische, rückgekoppelte Arbeitsvorbereitung und Bauausführung, entsteht die Kompetenz. Mit dem Hervorheben durch Einzigartigkeit wird die Wettbewerbsfähigkeit und somit die Spitze der Wissenstreppe erreicht.¹⁵²

¹⁵¹ HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 79

¹⁵² Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 80
 Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 892f

4.2.2 Wissensarten

Wissen kann in unterschiedlichen Wissensarten vorliegen, welche in ihrer Gesamtheit die Wissensbasis eines Unternehmens darstellen. Eine Einordnung des Wissens in Wissenskategorien, die in verschiedenen Dimensionen (Wissenspsychologie, Wissensträger, Artikulierbarkeit) vorliegen, ist in Abbildung 4-3 dargestellt.¹⁵³

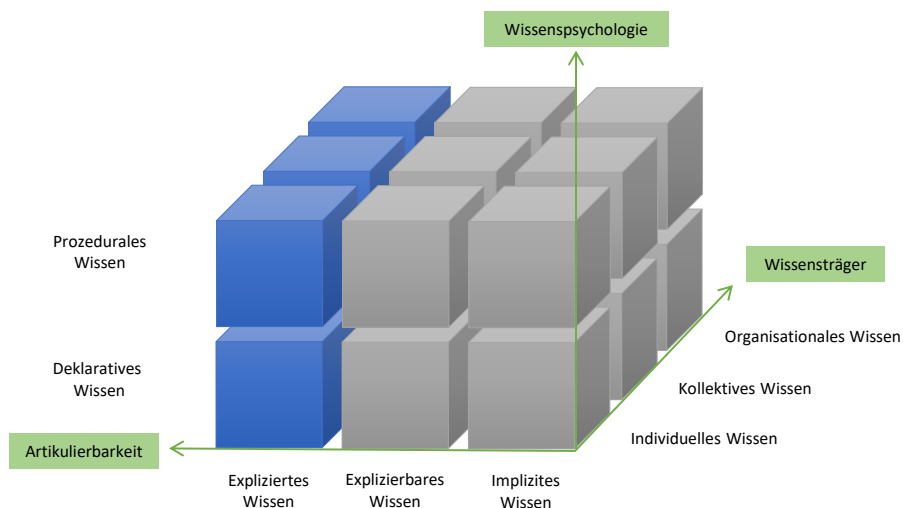


Abbildung 4-3 Wissensarten¹⁵⁴

Die Einteilung nach dem Wissensträger erfolgt in individuelles, kollektives und organisationales Wissen. Als erste Stufe in dieser Dimension liegt das individuelle Wissen vor, das einem einzelnen Menschen zugeordnet werden kann und unmittelbar an den Wissensträger gebunden ist. Sinnbildlich für das Bauwesen kann das Wissen einzelner Arbeitskräfte oder jenes des/der Kalkulanten/Kalkulantin, als individuelles Wissen bezeichnet werden. Das kollektive Wissen stellt das vorhandene Wissen einer Gruppe von Personen wie beispielsweise das Personal einer Abteilung oder eine Gruppe von BauarbeiterInnen eines Gewerks zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Das organisationale Wissen bezeichnet das gesamte Wissen einer Organisation (z.B. Auftraggeber, Auftragnehmer, örtliche Bauaufsicht) als Summe des relevanten individuellen und kollektiven Wissens der Individuen.¹⁵⁵

Die Dimension der Artikulierbarkeit beschreibt die Fähigkeit, ob ein Wissensträger das Wissen auch artikulieren kann. Dabei erfolgt die grundsätzliche Einteilung in implizites, explizierbares und expliziertes Wissen.

¹⁵³ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 894

¹⁵⁴ HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 894

¹⁵⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 894
Vgl. WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. S. 15

Wenn Wissen bewusst vorliegt und der Wissensträger darüber sprechen kann, liegt explizierbares Wissen vor. Weiß der Wissensträger jedoch nicht über sein Wissen Bescheid und trägt es unbewusst in sich, so wird von implizitem Wissen gesprochen. Das implizite Wissen ist meist schwer weiterzugeben und lässt sich nur schwer artikulieren (z.B. Erfahrung eines Poliers). Der Unterschied zwischen explizierbaren und expliziertem Wissen liegt in der Dokumentation des Wissens. Während explizierbares Wissen noch dokumentierbar und artikulierbar ist, stellt expliziertes Wissen bereits dokumentiertes Wissen dar.¹⁵⁶

In der Dimension der Wissenspsychologie kann zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen unterschieden werden. Das deklarative Wissen, auch kenntnisgebundenes Wissen (Kennen) genannt, bezieht sich auf Tatsachen und Gegenstände und kann vereinfacht als „Wissen was“ bezeichnet werden. Prozedurales Wissen hingegen, wird als Prozesswissen (Können) verstanden und kann als „Wissen wie“ verstanden werden. Vor allem das prozedurale Wissen ist meist schwer artikulierbar und weist somit einen impliziten Charakter auf.¹⁵⁷

4.2.3 Organisationale Wissensbasis

Abbildung 4-4 stellt die Wissensbasis einer Organisation dar, die aus mehreren Wissensschichten besteht. Bauprojekte bilden eine Organisation auf Zeit, in der viele Unternehmen und Einzelpersonen an einem gemeinsamen Projekt arbeiten und gemeinsame, aber auch individuelle Ziele verfolgen. Durch die Vielzahl an Projektbeteiligten ist es wichtig, klare Regeln für den Umgang mit dem gemeinsamen Wissensspeicher zu definieren.¹⁵⁸

Das Kernstück des horizontalen Schichtenmodells bildet das Wissen, welches von allen geteilt wird. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Wissen aus Normen, Regelwerken oder Patenten, das von allen Projektbeteiligten genutzt werden kann und nicht an Personen gebunden ist. Umgeben wird das Kernstück des Schichtenmodells durch die zweite Schicht, die das individuelle, der Organisation zugängliche Wissen darstellt. Dieses Wissen lässt sich durch das individuelle Wissen aus Fachkenntnissen oder Erfahrungen der MitarbeiterInnen beschreiben und steht dem Unternehmen zur Verfügung. Zusammengefasst bilden die ersten beiden Schichten die aktuelle Wissensbasis der Organisation.¹⁵⁹

¹⁵⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 894
Vgl. WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. S. 15

¹⁵⁷ Vgl. WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. S. 13

¹⁵⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 895

¹⁵⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 895

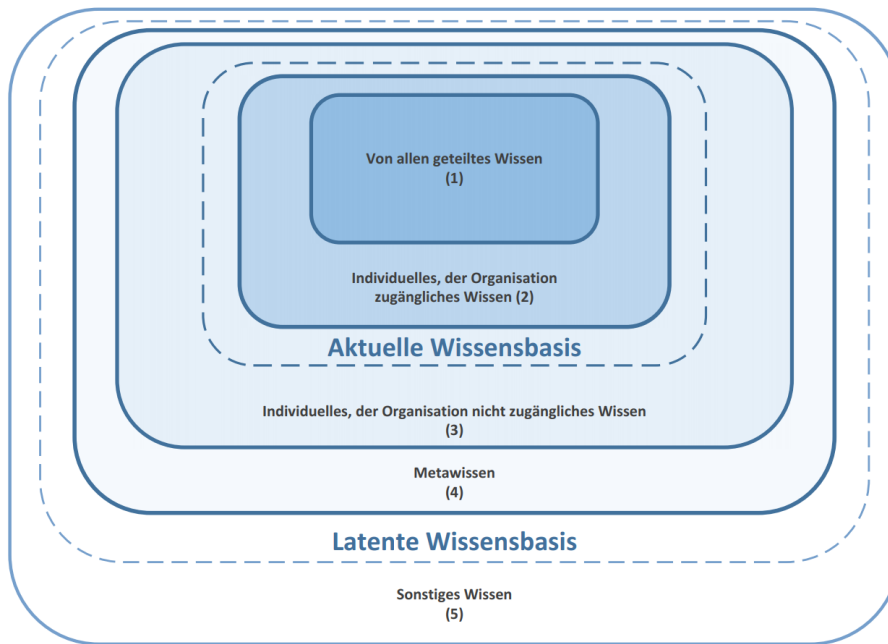


Abbildung 4-4 Organisations Wissensbasis als horizontales Schichtenmodell¹⁶⁰

Das individuelle, der Organisation nicht zugängliche Wissen formiert die dritte Schicht und tritt bei Bauprojekten sehr häufig auf. Hierbei ist Wissen an ein Individuum gebunden und kann vom Unternehmen nicht genutzt werden. Beispielhaft kann das Wissen des Personals eines Gewerks genannt werden, das durch vertragliche Barrieren für andere Gewerke nicht abrufbar ist. Gemeinsam mit dem Metawissen, also dem nutzbaren Wissenspotenzial außerhalb der aktuell genutzten Wissensbasis, bildet das Wissen der dritten Schicht die latente Wissensbasis und damit das versteckte Wissen einer Organisation. Umgeben werden alle vier vorherigen Schichten von der fünften Schicht des sonstigen Wissens. Dieses beinhaltet jegliches Wissen, das der Organisation gar nicht oder nur begrenzt bekannt ist.¹⁶¹

4.3 Möglichkeiten der Wissensgenerierung

Wie bereits durch die Wissenstreppe verdeutlicht, liefern Daten und Informationen die Grundlage für die Wissensgenerierung. Werden Informationen gezielt zwischen einem Informationserzeuger und einem Informationsbenutzer ausgetauscht, kann von einem Informationsfluss bzw. einem Informationsstrom gesprochen werden. Die vorliegenden Daten werden mündlich, schriftlich oder bildlich transportiert.¹⁶²

¹⁶⁰ Vgl. PAUTZKE zitiert in HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 895

¹⁶¹ Vgl. HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. S. 896

¹⁶² Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 82

Dieser Informationsfluss liegt im Baubetrieb und der Bauwirtschaft beispielsweise in der Phase der Angebotsbearbeitung vor. Angenommen ein/e Mitarbeiter/Mitarbeiterin der Kalkulationsabteilung kalkuliert ein neues Bauprojekt (Hochbau, Brückenbau, Industriebau etc.) und besitzt im diesem spezifischen Bereich wenig Erfahrung. In diesem Fall wird es notwendig sein, Informationen aus anderen Bereichen des Unternehmens (z.B. Bauleitung) einzuholen, um Erfahrungswerte von MitarbeiterInnen zu nutzen, die bereits ähnliche Projekte abgewickelt haben. Diese Informationen können die Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation widerspiegeln und beziehen sich beispielsweise auf Aufwands- und Leistungswerte, Umstände der Leistungserbringung oder aufgetretene Probleme bei der Ausführung von ähnlichen Projekten.¹⁶³

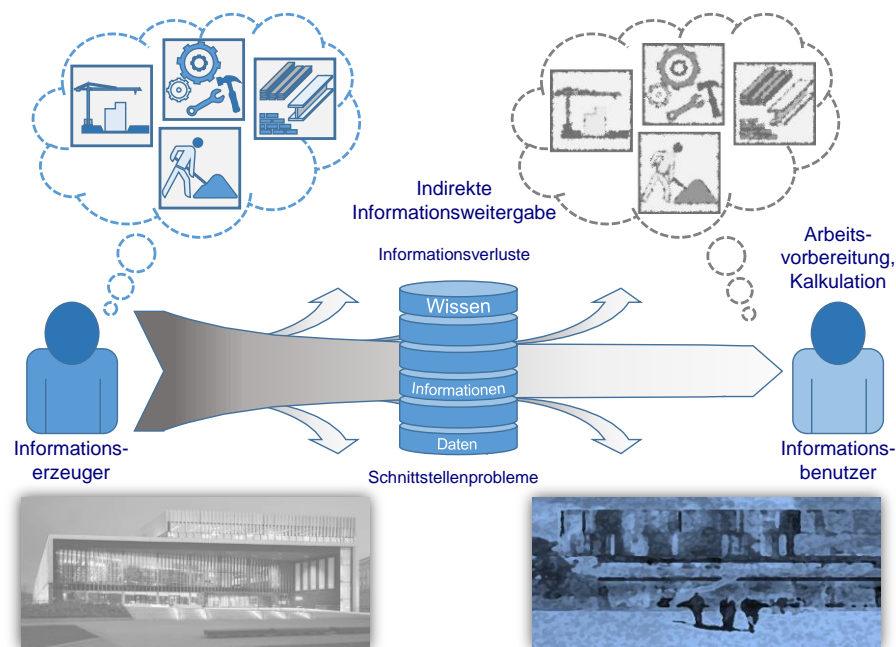


Abbildung 4-5 Unvollständiger Informationsfluss¹⁶⁴

Wie in Abbildung 4-5 ersichtlich, können nicht alle Informationen durch die Informationsweitergabe vom Informationserzeuger an den Informationsbenutzer weitergegeben werden und es kommt zu Informationsverlusten. Um ein scharfes und möglichst vollständiges Bild über den Einsatz der Produktionsfaktoren zu bekommen, ist eine systematische und klar gegliederte Dokumentation innerhalb der Organisation anzustreben. Durch die Inanspruchnahme von Informationen aus der Dokumentation, kommt es zu Optimierungen im Bereich der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation, welche sich direkt auf die Qualität der Angebote auswirken. Als unterstützende Elemente der Dokumentation können Bilder, Videos, Pläne, Workflows oder Checklisten eingesetzt werden, welche so zu erfassen sind,

¹⁶³ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 83

¹⁶⁴ HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 83

dass sie auch ohne die Anwesenheit oder Erklärungen des Informationserzeugers verstanden werden können. Die dadurch geschaffenen Wissensspeicher ermöglichen z.B. eine gründliche Berechnung von Bauzeit und Baukosten.¹⁶⁵

Für das Wissensmanagement kann eine Vielzahl von Methoden und Tools zur Anwendung kommen, die der Verbesserung von Wertschöpfungsprozessen dienen. Der Einsatz dieser Mittel unterstützt Organisationen dahingehend, dass Wissen angewendet, generiert, erworben, weitergegeben, organisiert und gesichert wird.¹⁶⁶

Bezugnehmend auf die gegenständliche Arbeit wird der Einsatz von Workflows und Checklisten sowie die Möglichkeit einer Online-Wissensplattform kurz beschrieben. Für eine ausführliche Darstellung der Methoden und Tools des Wissensmanagements im Bauwesen, in den Gestaltungsfeldern Technik, Organisation und Mensch, kann an dieser Stelle auf die Masterarbeit von Knapp¹⁶⁷ verwiesen werden.

4.3.1 Workflows

Workflows stellen standardisierte Abläufe von Geschäfts- oder Bearbeitungsprozessen dar und bringen beispielsweise Zuständigkeiten, Schnittstellen, Vorgehensweisen sowie Ergebnisse in eine definierte Abfolge. In der Bauwirtschaft können Workflows bei stark strukturierten Vorgängen mit Wiederholungscharakter eingesetzt werden. Beispielhaft zählen dazu Abläufe bei Baugenehmigungsverfahren, Beschaffungen, Auftragsabwicklungen, oder Controllingaufgaben in der Angebots- und Auftragsphase. Durch die Abarbeitung von vorgegebenen Workflows kommt es zu einem korrekten und pünktlichen Ablauf der Prozesse sowie einer geregelten Informationsverteilung innerhalb der Organisation. Workflows erleichtern damit die Planung, Steuerung und Überwachung von Prozessen und helfen den Verantwortlichen Fehler zu reduzieren und die Bearbeitungszeit effizient zu beschleunigen.¹⁶⁸

4.3.2 Checklisten

Bei wiederkehrenden Abläufen können Checklisten als Arbeitserleichterung eingesetzt werden und bilden ein Instrument zur Standardisierung von Prozessen. Checklisten unterstützen die Qualitätssicherung von Ar-

¹⁶⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 84

¹⁶⁶ Vgl. WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. S. 111

¹⁶⁷ KNAPP, D. R.: Wissensmanagement auf der Baustelle – Eine Potentialanalyse in der Bauausführung (PPH 4) aus Sicht des Auftragnehmers. S. 63ff

¹⁶⁸ Vgl. CÜPPERS, A.: Wissensmanagement in einem Baukonzern – Anwendungsbeispiele bei Bauprojekten. Dissertation. S. 167

beitsergebnissen, indem sie strukturiert abgearbeitet werden und den MitarbeiterInnen einer Organisation die Überprüfung und Koordination von Arbeitsprozessen erleichtern. Aufbauend auf Erfahrungen, die bei Problemlösungen gemacht wurden, können Checklisten entwickelt werden und fördern die Wissensweitergabe im Unternehmen. Die wiederholt auftretenden Aktivitäten und Vorgänge werden klar beschrieben und unterstützen MitarbeiterInnen, welche am Prozess beteiligt sind. Grundsätzlich können Checklisten für einen gesamten Prozess oder für einzelne Teilaufgaben entworfen werden.¹⁶⁹

4.3.3 Online-Wissensplattform

Im Rahmen einer 2019 veröffentlichten Studie an der Universität Kassel wurde die Einführung einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform mit Hilfe von ExpertInneninterviews untersucht. Durch diese Plattform soll ein frühzeitiger Wissenstransfer zwischen den Projektbeteiligten bei Straßenbauprojekten stattfinden und zu einer Verminderung der Wissenslücke zwischen Auftraggeber und Bieter/Auftragnehmer während der Angebotsphase führen. Die Herausgeber treffen die Annahme, dass der Bieter das Angebot für die ausgeschriebene Leistung mit einem vorhandenen Wissensdefizit abgibt und in diesem Bereich Handlungsbedarf besteht. Abbildung 4-6 zeigt den hypothetischen Projektwissensverlauf des Auftraggebers und des Bieters/Auftragnehmers während den verschiedenen Leistungsphasen im Zuge eines Verkehrsinfrastrukturbauprojekts (siehe auch Abschnitt 2.2.3). Weiters wird die Hypothese aufgestellt, dass der potenzielle Auftragnehmer durch die frühzeitig zur Verfügung gestellten Informationen Unterstützung bei der Projektrisikoidentifikation, der Bewertung der Ausschreibungsunterlagen sowie der Kalkulation erhält und damit qualitativ hochwertigere Angebote erstellt werden können. Auf diese Weise sollen die Projektqualität sowie die Termin- und Kosteneinhaltung verbessert werden.¹⁷⁰

¹⁶⁹ Vgl. <https://www.prowis.net/methoden:checklisten:start>. Datum des Zugriffs: 07.03.2021

¹⁷⁰ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 870f

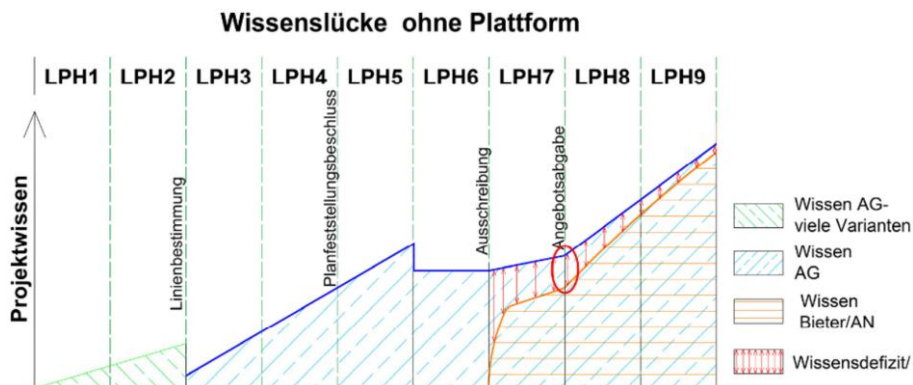


Abbildung 4-6 Verlauf des Projektwissens ohne Online-Wissensplattform¹⁷¹

Der Wissensverlauf in Abbildung 4-6 weist zwei Sprünge auf, die einen „Wissensverlust“ für das Projekt darstellen. Einerseits durch das Nichtberücksichtigen von alternativen Linienvarianten beim Abschluss der LPH 2 und andererseits durch den „Wissensverlust“ beim Übergang zwischen Ausführungsplanung (LPH 5) und dem Vorbereiten der Vergabe (LPH 6), da nicht alle wesentlichen Projektwissensinhalte in die Ausschreibungsunterlagen einfließen. Während der LPH 7 entwickelt sich das Wissen des Bieters und nähert sich dabei dem Wissensstand des Auftraggebers an, welcher um die erwähnte Wissenslücke (roter Kreis) höher ist. Im Verlauf der Ausführungsphase steigt der Wissensstand beider Parteien und es kommt zu einer Annäherung der Verläufe.¹⁷²

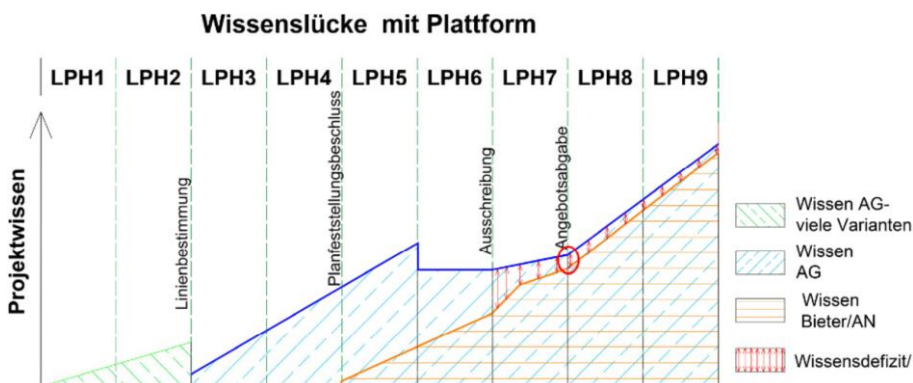


Abbildung 4-7 Verlauf des Projektwissens mit Online-Wissensplattform¹⁷³

Abbildung 4-7 zeigt die möglichen Auswirkungen einer Online-Wissensplattform auf den Wissensverlauf des Bieters/Auftragnehmers. Während der Wissensverlauf des Auftraggebers unverändert bleibt, kann sich der

¹⁷¹ ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 877

¹⁷² Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 877f

¹⁷³ ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 878

Bieter ab LPH 5 regelmäßig Informationen über die Online-Wissensplattform aneignen. Durch diese frühzeitigen Informationen reduziert sich der Wissensunterschied zwischen den Parteien, obwohl weiterhin eine gewisse, nicht quantifizierbare, Wissenslücke bestehen bleibt. Die befragten ExpertInnen stimmten diesen Wissensverläufen zu und hielten sie für nachvollziehbar. Dadurch kann festgehalten werden, dass eine Online-Wissensplattform positive Auswirkungen auf die vorhandene Wissenslücke hat.¹⁷⁴

Im Zuge der ExpertInneninterviews wurde ein Konzept für die Online-Wissensplattform entworfen, welches in Abbildung 4-8 dargestellt ist. Die Plattform wird laut diesem Konzept vom Auftraggeber verwaltet, um eine Angebotsoptimierung zu erreichen und das generelle Projektverständnis der Bieter/Auftragnehmer zu erhöhen. Weiters können dadurch Projektinformationen für Interessenten leichter zugänglich gemacht werden.¹⁷⁵

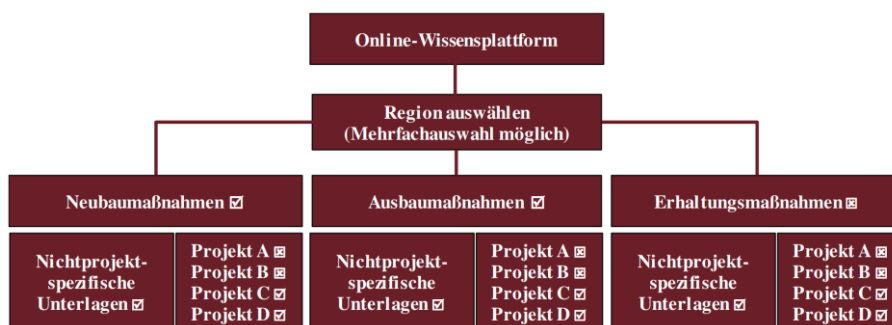


Abbildung 4-8 Konzeption einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform¹⁷⁶

Der entwickelte Entwurf enthält eine Vorauswahl, bei der geplante Bau- maßnahmen von einer oder mehreren geografischen Regionen ausge- wählt und eingesehen werden können. Nachfolgend erweitert sich die Struktur und unterscheidet die Projekte nach Neubau-, Ausbau- und Er- haltungsmaßnahmen. Bei allen Maßnahmentypen kann zwischen projekt- spezifischen und nichtprojektspezifischen Unterlagen gewählt werden, was den Nutzern der Plattform eine Eingrenzung der Informationen er- möglicht. Die nichtprojektspezifischen Unterlagen sollen dabei Informatio- nen enthalten, die über die Projektgrenzen hinausgehen und beispiels- weise für die strategische Planung von Unternehmen verwendet werden können. Tabelle 4-1 führt die Informationen an, welche den Interessenten laut diesem Konzept zur Verfügung gestellt werden.¹⁷⁷

¹⁷⁴ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 878

¹⁷⁵ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 880

¹⁷⁶ ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 878

¹⁷⁷ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 880f

Tabelle 4-1 Übersicht der projektspezifischen und nichtprojektspezifischen Informationen¹⁷⁸

Lfd. Nr.	Projektspezifische Informationen	Nichtprojektspezifische Informationen
0	A	B
1	Unterschiedliche Pläne des Bauvorhabens (z.B. Höhenplan, Lageplan, Straßenquerschnitte)	Investitionsvolumen in der jeweiligen geografischen Region
2	Informationen zum Einsatz von BIM in einem Projekt	Gliederung des Investitionsvolumen nach Neubau-, Ausbau- und Erneuerungsmaßnahmen
3	Eckdaten eines Projekts (Zeitpunkt der Ausschreibung, Anzahl von Ingenieurbauwerken, Mengen und Massen)	Überschlägige Mengenangaben zu den Bauvorhaben in der jeweiligen Region (z.B. wie viele Ingenieurbauwerke oder Fahrbahnerneuerungen sind im jeweiligen Kalenderjahr geplant)
4	Beschlüsse, Gutachten, Bescheide	

Die Informationen werden vom Auftraggeber im Normalfall nach der LPH 4 bzw. nach dem Planfeststellungsbeschluss auf der Online-Wissensplattform veröffentlicht. Dadurch werden vom Auftraggeber Informationen geteilt, die sich voraussichtlich nicht mehr ändern. Die Voraussetzungen für die Online-Wissensplattform sehen vor, dass jeder/jede Interessent/Interessentin die Plattform nutzen kann. Dadurch wird gewährleistet, dass die Gebote des Wettbewerbs und der Transparenz eingehalten werden. Die InteressentInnen können sich die Unterlagen (projektspezifisch oder nichtprojektspezifisch) ohne Registrierung auf der Plattform ansehen und herunterladen. Erweiterungen sieht der Entwurf für registrierte NutzerInnen vor. Beispielsweise können diese InteressentInnen bestimmte Projekte abonnieren und erhalten im Intervall von vier Wochen Informationen über Änderungen oder Neuerungen des abonnierten Projekts bzw. der abonnierten Projekte. Weiters besteht für die registrierten NutzerInnen die Möglichkeit „anonyme“ Fragen an den Auftraggeber zu stellen, die nach der Beantwortung allen NutzerInnen der Plattform zur Verfügung stehen.¹⁷⁹

¹⁷⁸ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 880

¹⁷⁹ Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 881

4.4 Bezugsrahmen für die gegenständliche Arbeit

Da sich diese Arbeit mit den Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation beschäftigt, spielt der Produktionsfaktor des Wissens eine bedeutende Rolle. Das primäre Ziel der Arbeitsvorbereitung ist die optimale Kombination der elementaren und dispositiven Produktionsfaktoren, für welche das Wissen eine wesentliche Basis darstellt. Erst der Einsatz von Wissen führt zu einer Wertschöpfung der anderen Produktionsfaktoren. Aus den Überlegungen der Arbeitsvorbereitung gehen durch den Einsatz des nötigen Wissens die gewählten Produktionsverfahren sowie Art und Umfang der Produktionsfaktoren hervor und bilden die Grundlage für die Kalkulation.

Der angestrebte Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation schafft ein Instrument, welches die Herausforderungen hervorhebt und einen systematischen Weg für die Angebotsbearbeitung vorgibt. Ziel ist es, das individuelle Wissen in einem Unternehmen in kollektives Wissen weiterzuentwickeln und damit das Erreichen der obersten Stufe der Wissenstreppe (Wettbewerbsfähigkeit) zu unterstützen. Die Entwicklung des Workflows grenzt sich dahingehend ab, dass dieser aus einer neutralen Sichtweise für potenzielle Auftragnehmer entworfen wird und unternehmensspezifisch angepasst werden kann. Nach der erstmaligen Anwendung kann der Workflow ergänzt werden und dazu beitragen, implizites Wissen im Unternehmen bzw. innerhalb einer Bietergemeinschaft zu explizieren.

Checklisten ergänzen den Workflow, um wiederkehrende Abläufe strukturiert abarbeiten zu können. Damit werden einzelne Teilaufgaben hervorgehoben und gewisse Aktivitäten sowie Vorgänge klar beschrieben, wodurch der/die Anwender/Anwenderin beim Einsatz des Workflows unterstützt wird.

Das Konzept der Auftraggeber-Online-Wissensplattform kann zu einer Erweiterung der organisationalen Wissensbasis führen. Werden mehr Informationen zu einem Bauprojekt geteilt, können sich die Projektbeteiligten mehr Wissen aneignen, was positive Auswirkungen auf die Angebotsqualität und die Einhaltung der Projektziele hat.

4.5 Hinweise zu weiterführender Literatur

Die zuvor beschriebenen Punkte geben einen generellen Überblick zum Thema Wissensmanagement im Bauwesen und gehen nicht auf detailliertere Betrachtungen ein. Aus diesem Grund wird nachfolgend auf weiterführende Literatur zu diesem Thema verwiesen.

CÜPPERS, A.: Wissensmanagement in einem Baukonzern – Anwendungsbeispiele bei Bauprojekten. Dissertation. Aachen. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2006.

FLUCH, M.: Wissensmanagement in der Ausführungsphase (PPH 4) – Die Rolle der örtlichen Bauaufsicht. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2018.

HOFSTADLER, C. (Hrsg.): Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2019.

KNAPP, D. R.: Wissensmanagement auf der Baustelle – Eine Potentialanalyse in der Bauausführung (PPH 4) aus Sicht des Auftragnehmers. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2018.

NORTH, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung – Wissensmanagement gestalten. 6., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden. Springer Gabler, 2016.

RATHSWOHL, S.: Entwicklung eines Modells zur Implementierung eines Wissensmanagement-Systems in kleinen und mittleren Bauunternehmen. Dissertation. Kassel. Institut für Bauwirtschaft der Universität Kassel, 2014.

WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. Graz. Verlag der technischen Universität Graz, 2007.

5 Grundlagen Brückenbau

Im nachfolgenden Kapitel werden ausgewählte Grundlagen des Brückenbaus erläutert. Um dieses umfangreiche Thema einzugrenzen und eine Übersicht für die Betrachtung im Zuge der vorliegenden Arbeit zu schaffen, erfolgt in Tabelle 5-1 eine Kategorisierung von Brückenbauwerken nach Bauweise, Material, Bauverfahren und Konstruktion.

Tabelle 5-1 Kategorisierung von Brückenbauwerken

Lfd. Nr.	Bauweisen	Materialarten	Bauverfahren	Konstruktionsarten
0	A	B	C	D
1	Ortbetonbrücken	Stahlbetonbrücken	Lehrgerüst	Plattenbrücken
2	Fertigteilebrücken (längs)	Spannbetonbrücken	Vorschubrüstung	Plattenbalkenbrücken
3	Segmentbrücken (quer)	Verbundbrücken	Taktschiebeverfahren	Hohlkastenbrücken
4		sonstige Materialien	Freivorbauverfahren	Fachwerkbrücken
5			Verlegeverfahren	Bogenbrücken
6				Schrägseilbrücken
7				Hängebrücken

Der Inhalt des Kapitels konzentriert sich auf die in Tabelle 5-1 rot eingerahmten Bereiche des Brückenbaus. Ausgehend vom Überbegriff der Ortbetonbrücken aus Stahlbeton- und Spannbeton, welche mit Lehrgerüsten hergestellt werden können, wird auf die Konstruktionsarten der Platten-, Plattenbalken- und Hohlkastenbrücken eingegangen.

5.1 Ortbetonbrücken

Bei der Herstellung von Brücken in Ortbetonbauweise wird der Frischbeton direkt am Standort der herzustellenden Brücke in die vorbereitete Schalung eingebracht. Grundsätzlich kann bei Brückenbauwerken eine Einteilung zwischen Unter- und Überbauten vorgenommen werden.

5.1.1 Unterbauten von Ortbetonbrücken

Zu den Unterbauten von Brücken zählen Widerlager, Pfeiler und Stützen sowie die dazugehörigen Gründungen. Die Hauptaufgabe der Unterbauten liegt darin, die Lagerung des Überbaus zu übernehmen und die auftretenden Kräfte an die Gründung und den Baugrund weiterzuleiten. Entsprechend der jeweiligen Lagerungsart werden Verschiebungen oder Verdrehungen zwischen Über- und Unterbau freigegeben oder verhindert.¹⁸⁰

¹⁸⁰ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 661

5.1.1.1 Widerlager

Als Widerlager wird das Abschlussbauwerk an Brückenden verstanden, welches die Endauflagerung von Brücken bildet und den Übergang zum anschließenden Verkehrsdamm darstellt. Durch diese Doppelfunktion des wandartigen Elements wirken vertikale und horizontale Lasten aus dem Überbau sowie Lasten aus dem Erddruck auf das Bauwerk.¹⁸¹

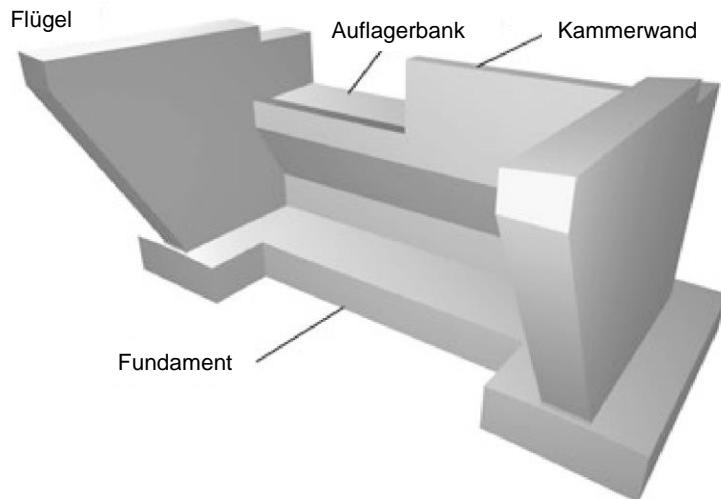


Abbildung 5-1 Prinzipdarstellung eines kastenförmigen Widerlagers¹⁸²

Wie in Abbildung 5-1 dargestellt, stellen das Fundament, die Auflagerbank, die Kammerwand und die Flügel die generellen Bauteile eines Widerlagers dar. Die Herstellung erfolgt durch den Einsatz von Großflächenschalungen.

5.1.1.2 Pfeiler und Stützen

Pfeiler und Stützen dienen bei mehrfeldrigen Brückenüberbauten der Unterstützung des Überbaus zwischen den Widerlagern. Die wesentliche Aufgabe von Pfeilern und Stützen ist die Aufnahme und Weiterleitung von Lasten, welche aus den Auflagerreaktionen des Überbaus resultieren. Die Weiterleitung erfolgt dabei über die Gründung in den Baugrund. Als Pfeiler werden wandartige Bauteile verstanden, welche über die gesamte Breite des Überbauhauptträgers reichen. Stützen stellen hingegen Bauteile dar, die nicht über die gesamte Überbaubreite ausgeführt werden und als Einzelstützen oder aufgelöste Stützenreihen ausgebildet sind.¹⁸³

¹⁸¹ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 661f

¹⁸² FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 662

¹⁸³ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 673

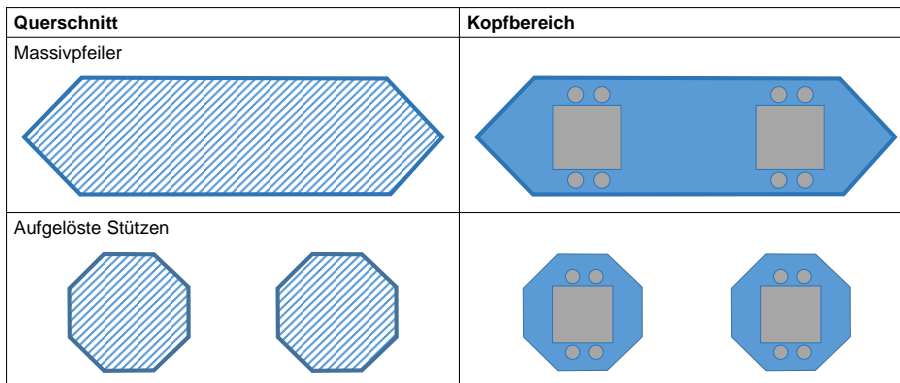


Abbildung 5-2 Gegenüberstellung von Massivpfeilern und aufgelösten Stützen¹⁸⁴

Abbildung 5-2 zeigt beispielhaft die Querschnitte von Massivpfeilern und aufgelösten Stützen sowie die dazugehörigen Pfeiler- und Stützenkopfausbildungen mit Lagern und Pressenansatzflächen. Der Kopfbereich stellt bei Pfeilern und Stützen die Auflagerbank dar und wird abhängig vom Entwurf des Gesamtsystems der Brücke ausgeführt. Die Verbindung zum Überbau kann dabei biegesteif, gelenkig/fest oder gelenkig/verschieblich vorliegen und gegebenenfalls die Herstellung eines Pfeiler- oder Stützenkopfes erfordern.¹⁸⁵

Pfeiler und Stützen werden mit Großflächen- bzw. Stützenschalungen hergestellt, welche an die jeweilige Grundrissform angepasst werden. Je nach Höhe des herzustellenden Bauwerks können auch Kletter- oder Gleitschalungen zum Einsatz kommen.

5.1.1.3 Gründungen

Die Gründung eines Brückenbauwerks hat die Aufgabe alle auftretenden Lasten der Brücke in den tragfähigen Baugrund zu übertragen. Die Übertragung muss dauerhaft, sicher und ohne Setzungen erfolgen. Randbedingungen für die Auswahl der Gründung sind neben den Eigenschaften des anstehenden Baugrunds, auch die hydrologischen Verhältnisse sowie das angewendete Brückensystem und die Größe des Bauwerks. Grundsätzlich kommen im Brückenbau Flach- oder Tiefgründungen zum Einsatz.¹⁸⁶

Flachgründungen werden eingesetzt, wenn der Baugrund unter den Widerlagern und Pfeilern bzw. Stützen tragfähig ist und in ausreichender Mächtigkeit ansteht. In diesem Fall werden Einzelfundamente oder Fundamentplatten hergestellt, welche auch in Kombination mit einer Baugrundverbesserung (Verdichtung, Bodenaustausch, Bodenverfestigung) ausgeführt werden können. Kann eine ausreichende Tragfähigkeit auch

¹⁸⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an: FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 675ff

¹⁸⁵ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 673ff

¹⁸⁶ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 680

durch diese Zusatzmaßnahmen nicht erreicht werden, wird eine Tiefgründung hergestellt. Tiefgründungen können beispielsweise in Form von Pfahlgründungen (Ramppfähle, Bohrpfähle etc.), Druckluftgründungen (Senkkasten) oder Brunnengründungen durchgeführt werden. Ziel dabei ist es, die auftretenden Lasten mit den Gründungsbauteilen direkt in tiefer liegende, tragfähige Schichten abzuleiten.¹⁸⁷

5.1.2 Überbauten von Ortbetonbrücken

Der Überbau einer Ortbetonbrücke besteht aus dem jeweiligen Tragwerk und der Fahrbahnplatte. Bei der Herstellung des Überbaus von Brückenbauwerken aus Ortbeton kann zwischen Überbauten aus Stahlbeton und Spannbeton unterschieden werden. Beim Stahlbeton bildet die eingelegte Bewehrung gemeinsam mit dem eingebrachten Beton ein Verbundmaterial, welches die hohe Zugfestigkeit des Stahls mit der Druckfestigkeit des Betons kombiniert. Spannbeton stellt einen Verbundwerkstoff dar, der neben der Bewehrung und dem Beton noch zusätzlichen Spannstahl beinhaltet. Durch den Einsatz von Spannbeton können Brückenbauwerke mit einer höheren Spannweite hergestellt werden, die weitgehend rissfrei sind und geringe Verformungen des Tragwerks aufweisen.¹⁸⁸

Nach dem Betonieren verbleibt der Beton so lange in der Schalung bis er die erforderliche Festigkeit erreicht hat. Dabei dient die Schalung als formgebendes Element, welches die entstehenden Kräfte ableitet und den Beton beim Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand unterstützt. Die von der Schalung abzuleitenden Lasten aus Frischbeton und sonstigen Lasten werden durch Lehrgerüste in den Untergrund weitergeleitet. Es kann zu separaten Entwürfen, Planungen, Vorfertigungen und Lieferungen dieser beiden Komponenten kommen, was in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation berücksichtigt werden muss. Die Schnittstellenkoordination zwischen Lehrgerüst und Schalung in den Bereichen Sicherheit, Logistik, Abwicklung und Organisation muss in die Planungen des Auftragnehmers aufgenommen werden.¹⁸⁹

5.2 Lehrgerüste von Ortbetonbrücken

Der Einsatz von Lehrgerüsten im Ortbetonbrückenbau ist notwendig, um die Lasten aus der Schalung aufzunehmen und diese über Rüstträger, Rüststützen und Fundamente in den tragfähigen Baugrund abzuleiten. Lehrgerüste weisen im Gegenteil zu Gerüsten im Hoch- oder Industriebau

¹⁸⁷ Vgl. FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken. S. 680ff

¹⁸⁸ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 363

¹⁸⁹ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 363
Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S. 35

Besonderheiten auf. Auszugsweise können hierbei die gegenseitigen Beeinflussungen von Bauwerk, Lehrgerüst und Gründung sowie die zeitlich variablen Einwirkungen aus Frischbetonlast, Vorspannung, Stauchungen und Setzungen des Lehrgerüsts genannt werden. Diese Besonderheiten erfordern eine erhöhte Sorgfalt in der Berechnung, Konstruktion und Ausführung dieser Konstruktionen. Während Lehrgerüste in der Geschichte meist aus Holz hergestellt wurden und aufwändige Zimmermannskonstruktionen zum Einsatz kamen, werden heute zum größten Teil Stahlkonstruktionen verwendet.¹⁹⁰

In der Bauausführung müssen Lehrgerüste eine hohe Standsicherheit und Tragfähigkeit aufweisen, um einerseits die Sicherheit zu jedem Zeitpunkt zu garantieren und um andererseits nur geringe Verformungen zuzulassen, da diese Auswirkungen auf die Rissbildungen während dem Abbindeprozess haben. Besonderheiten weisen Lehrgerüste für die Herstellung von Spannbetonbrücken auf. Das Lehrgerüst darf die Längsverformung (Stauchung) des Überbaus, welche aus der Vorspannung resultiert, nicht behindern. Dazu werden vor dem Spannvorgang die Längsaussteifungen des Lehrgerüsts gelöst, um dadurch eine Beweglichkeit in Längsrichtung zu schaffen. Durch den Spannvorgang kommt es zu einer Hebung des Überbaus. In der Regel ist diese Hebung kleiner als die Rückfederung des Lehrgerüsts, welche aus der elastischen Zusammendrückung der Konstruktion und des Baugrunds resultiert. Dadurch kann die Eigenlast des Überbaus während des Spannvorgangs nicht wirksam werden, da Kontakt zum Lehrgerüst vorhanden ist. Aus diesem Grund werden die Rüststützen von Lehrgerüsten mit Absenkvorrichtungen (Spindeln) versehen. Grundsätzlich müssen Lehrgerüste so konstruiert werden, dass sie nach dem Erhärten des Betons und dem gegebenenfalls durchgeführten Spannvorgang abgebaut werden können.¹⁹¹

Ortbetonbrücken können bis zu einer Höhe von circa 15 m über dem Gelände wirtschaftlich auf einem Lehrgerüst hergestellt werden. Voraussetzungen dafür sind ein einigermaßen ebenes Gelände, nicht allzu breite Hindernisse und keine Überführung von zu tiefen Tälern. Grundsätzlich kann zwischen stationären und umsetzbaren bzw. verschiebbaren Lehrgerüsten unterschieden werden. Stationäre Lehrgerüste kommen bei ein- bis dreifeldrigen Ortbetonbrücken zum Einsatz, welche auch komplizierte Grundrissgeometrien aufweisen können. Umsetzbare bzw. verschiebbare Lehrgerüste kommen bei mehrfeldrigen oder nebeneinander liegenden Überbauten zum Einsatz.¹⁹²

¹⁹⁰ Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 961ff

¹⁹¹ Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 962

¹⁹² Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 963

5.2.1 Stationäre Lehrgerüste

Bei der Herstellung von Ortbetonbrücken auf einem stationären Lehrgerüst wird die Schalungs- und Gerüstkonstruktion für jeden Betonierabschnitt vollständig auf- und abgebaut. Je nach Anforderungen und Randbedingungen des herzustellenden Bauwerks kommen meist stählerne Lehrgerüstkonstruktionen aus Rüstträgern und Rüststützen mit den zugehörigen vertikalen und horizontalen Verbänden zum Einsatz. Auf diesen Konstruktionen wird die Schalung hergestellt und die auftretenden Lasten über Rüstträger und Rüststützen in die Fundamente weitergeleitet.¹⁹³

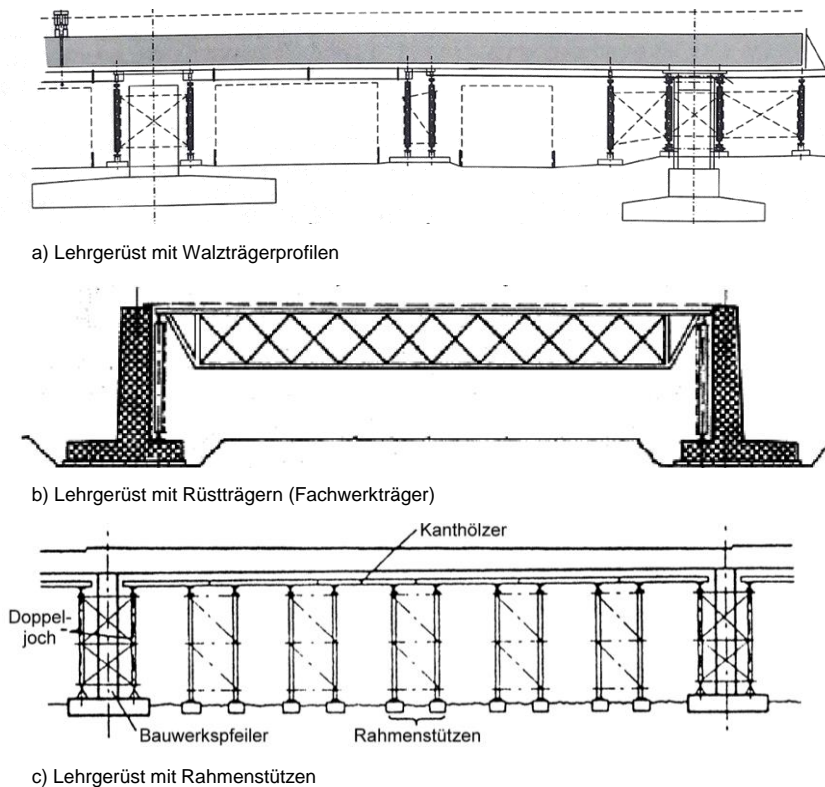
Abbildung 5-3 zeigt verschiedene Konstruktionen im Längsschnitt, die bei Lehrgerüsten aus Stahl zum Einsatz kommen. Je nach verwendeten Bauelementen kann folgende Einteilung vorgenommen werden:

- Lehrgerüst mit Walzprofilträgern
- Lehrgerüst mit Rüstträgern (Fachwerkträger)
- Lehrgerüst mit Rahmenstützen

Für die Trägerunterstützung bei Lehrgerüsten mit Walzprofilträgern und Rüstträgern werden einzelne Rüststützen verwendet. Ordnet man mehrere Rüststützen in einer Ebene an, werden diese als Rüstjoche (Pendelwand) bezeichnet. Mehrere Rüstjoche, die durch entsprechende Aussteifungen miteinander verbunden werden, ergeben wiederum Rüsttürme (Doppeljoche). Mit entsprechenden Trägerlängen können durch diese Konstruktionen Verkehrsräume unter den Überbauten freigehalten werden und ermöglichen eine Herstellung von Ortbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur.¹⁹⁴

¹⁹³ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 364
Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 963

¹⁹⁴ Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 963

Abbildung 5-3 Konstruktionsarten von Lehrgerüsten aus Stahl¹⁹⁵

Rahmenstützen, die auch als Lastturmstützen bezeichnet werden, bestehen aus einzelnen, rahmenförmigen Bauelementen, die vertikal und horizontal eingebaut und miteinander verbunden werden. Durch Aussteifungen in allen Ebenen bekommt die Rahmenstütze eine hohe räumliche Steifigkeit, welche mit der Wirkung einer unten eingespannten Stütze vergleichbar ist. Daher müssen die einzelnen Rahmenstützen untereinander nicht ausgesteift werden und durch den engen Abstand zwischen den Rahmenstützen sind keine stählernen Rüstträger erforderlich. Wird ein Lehrgerüst mit Rahmenstützen hergestellt, erfolgt die Einrüstung der Brückenunterseite mit Kanthölzern oder Schalungsträgern, welche unter der gesamten Brückenfläche angeordnet werden. Voraussetzungen dafür sind eine durchgehende Zugänglichkeit unter der herzustellenden Brückenfläche sowie eine annähernd horizontale Geländeoberfläche.¹⁹⁶

¹⁹⁵ a) Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 364
 b) Vgl. HOLST, R.; HOLST, K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton. S. 224
 c) Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 963

¹⁹⁶ Vgl. HOLST, R.; HOLST, K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton. S. 224

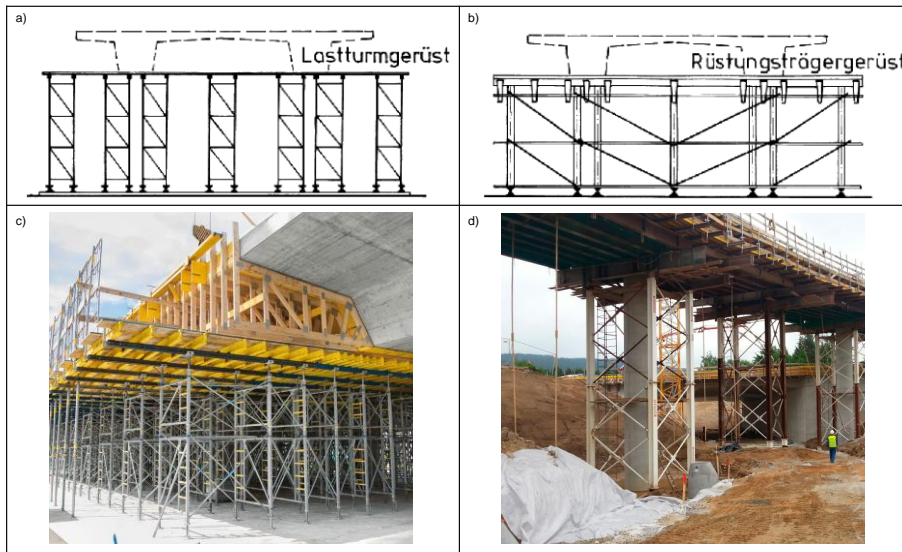


Abbildung 5-4 Querschnitte und Ansichten von Lehrgerüsten aus Stahl¹⁹⁷

Abbildung 5-4 zeigt die Querschnitte und Ansichten eines Lastturmgerüsts mit Rahmenstützen sowie ein Rüststützengerüst mit Walzprofilträgern. Bei beiden Varianten wird auf der Stahlkonstruktion eine Kantholzlage errichtet, die zur Unterstützung der Schalhaut dient. Kombiniert man die Längsschnitte aus Abbildung 5-3 mit den Querschnitten und Ansichten aus Abbildung 5-4, wird deutlich, dass Verkehrsräume unter dem Überbau eines Brückenbauwerks bei der Herstellung mit stationären Lehrgerüsten ausschließlich durch den Einsatz von Walzträgerprofilen oder Rüstträgern realisierbar sind.

5.2.2 Umsetzbare bzw. verschiebbare Lehrgerüste

Unter umsetzbaren bzw. verschiebbaren Lehrgerüsten versteht man Gerüste, bei denen gleiche Rüstsektionen an einem Bauwerk mehrmals zum Einsatz kommen. Der mehrmalige Einsatz führt zu einer Einsparung von Schalungs- und Rüstkosten. Weiters ergibt sich durch die taktweise Errichtung des Bauwerks ein rationeller und effektiver Herstellungsprozess. Dabei werden die Einheiten weitgehend unzerlegt in das nächste Brückenfeld oder den nächsten Betonierabschnitt verzogen bzw. verschoben. Das Umsetzen des Lehrgerüsts kann auf Gleitblechen, in U-Profilen, auf Panzerrollen oder mit Radkonstruktionen erfolgen, wobei die dafür notwendigen Kräfte mit hydraulischen Seilzügen, Baugeräten, Umsetzwinden oder Hohlkolbenzylindern aufgebracht werden. Umsetzbare bzw. ver-

¹⁹⁷ a) HOLST, R.; HOLST, K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton. S. 224
 b) HOLST, R.; HOLST, K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton. S. 224
 c) DOKA ÖSTERREICH GMBH: Bahnhof Châtel-St.-Denis. https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/55d7aea0114c3ab3b658fbefdf5f88/Gare_Châtel_StDenis_Project_09_1000x1000-jpg. Datum des Zugriffs: 11.03.2021.
 d) XERVON AUSTRIA GMBH: S10 Umfahrung Freistadt. https://www.xervon.at/fileadmin/_migrated/pics/05_16_s10_umf_freistadt_f31_gross.jpg. Datum des Zugriffs: 11.03.2021.

schiebbare Lehrgerüste können nur eingesetzt werden, wenn das vorliegende Gelände einigermaßen eben ist, kein allzu hohes Brückenbauwerk errichtet wird und der anstehende Baugrund tragfähig ist.¹⁹⁸

Längsverschiebbare Lehrgerüste bieten sich bei Brückenbauwerken mit großer Feldanzahl und gleichbleibender Höhe der Unterbauten an. Größten Einfluss auf die Längsbewegung eines Lehrgerüsts hat die Gestaltung und Anordnung der Brückenpfeiler bzw. -stützen. Bei runden, schlanken Stützen ist ein Freimachen der hineinragenden Teile der Rüstung vor dem Verschiebung möglich. Im Regelfall müssen jedoch breite Stützen oder Pfeiler umgangen werden. Wie in Abbildung 5-5 ersichtlich, muss dabei die Rüstung quer unter der Brücke herausgeschoben werden, um nach anschließender Längsverschiebung wieder quer in das nächste Brückenfeld eingeschoben zu werden. Für diesen aufwändigen Vorgang ist ein erheblicher Arbeitsaufwand notwendig.¹⁹⁹

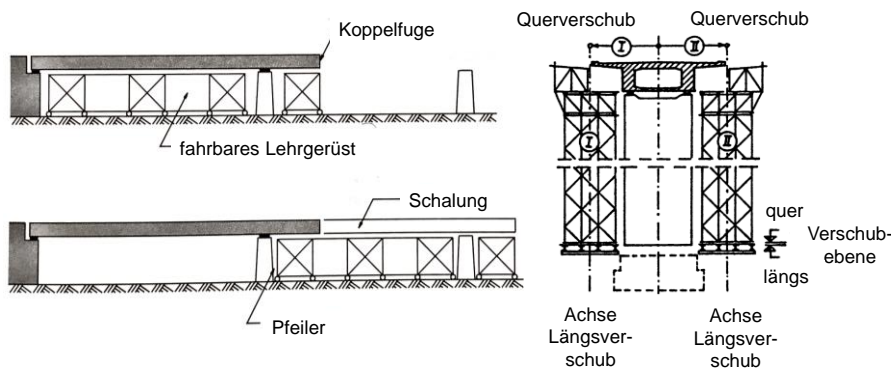


Abbildung 5-5 Längs und quer verschiebbares Lehrgerüst²⁰⁰

Die Fugenausbildung zwischen zwei Fertigungsabschnitten bei Spannbetonbrücken erfolgt über sogenannte Koppelfugen (Abbildung 5-5). Die Positionen der Koppelstellen liegen in Bereichen mit geringer Momentenbeanspruchung, um eine Verbindung der Spannglieder zu ermöglichen. Damit ergibt sich ein Regelabschnitt von Koppelfuge zu Koppelfuge, wobei der erste Bauabschnitt um den definierten Überstand länger und der letzte um den Überstand kürzer ist. Beim Einschalen eines Bauabschnitts werden Koppelfugenaufhängungen montiert, welche das Lehrgerüst im Bereich der Koppelfuge wieder in Position bringen, um eine gleichmäßige Fugenausbildung zu garantieren.²⁰¹

Querverschiebbare Lehrgerüste bieten sich an, wenn zwei parallele Brückenbauwerke errichtet werden, welche durch Fugen voneinander ge-

¹⁹⁸ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 367
Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 964

¹⁹⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauverfahren des Brückenbaus. S. 41
Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 966

²⁰⁰ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 367
Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 966

²⁰¹ Vgl. STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 964f

trennt sind. Wie in Abbildung 5-6 ersichtlich, können durch den Querverschub der Schalungskonstruktion die Auf- und Abbauvorgänge einmal pro Feldreihe eingespart werden. Wenn nach dem Querverschub in das nächste Feld kein weiterer Quer- und Längsverschub möglich ist, muss die Rüstung für die folgenden Felder wieder auf- und abgebaut werden.²⁰²

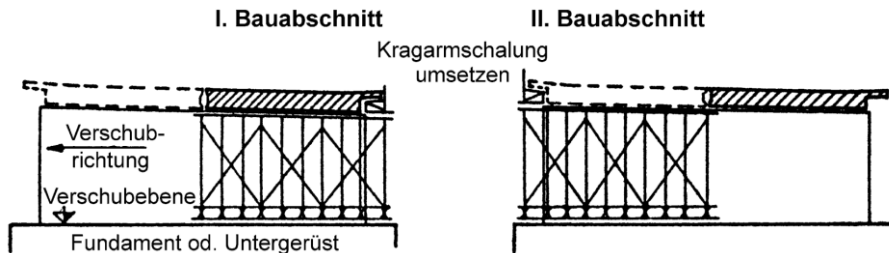


Abbildung 5-6 Prinzip des Querverschubs eines Lehrgerüsts²⁰³

Begrenzender Faktor bei querverschiebbaren Lehrgerüsten ist die Pfeileranordnung der parallelen Brückenbauwerke. Ist es durch die örtlichen Randbedingungen notwendig, die Pfeiler in Längsrichtung des Brückenbauwerks versetzt anzuordnen, ist der Einsatz von querverschiebbaren Lehrgerüsten nicht über die gesamte Feldlänge möglich.

5.3 Querschnittsgestaltung von Ortbetonbrücken

Die Querschnittsgestaltung von Ortbetonbrücken ergibt sich aus den jeweiligen Entwurfskriterien des Brückenbauwerks. Im Gegenteil zur weitgehend konstanten Form der Brücke in Längsrichtung, weist der Brückenquerschnitt eine etwas kompliziertere Form auf. Nachfolgend werden die Querschnittsformen von Plattenbrücken, Plattenbalkenbrücken und Hohlkastenbrücken näher beschrieben. Weiters wird auf die Herstellung von Gesimskappen (Randbalken) eingegangen.

5.3.1 Plattenbrücken

Bei Plattenbrücken besteht das Tragsystem aus einer massiven Betonplatte (siehe Abbildung 5-7), welche sowohl mit als auch ohne Längsvorspannung werden kann. Diese Querschnittsform wird vielfach bei Straßenüberführungen eingesetzt und eignet sich weiters für Brückenbauwerke mit unregelmäßigen Grundrissen (z.B. Aufweitungen, Verengungen, schiefwinkelige Platten). Begrenzt wird der Einsatzbereich von Plat-

²⁰² Vgl. GIRMSCHIED, G.: Bauverfahren des Brückenbaus. S. 41

²⁰³ STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken. S. 966

tenbrücken durch geringe Stützweiten, welche aus dem hohen Eigengewicht der Massivplatte und den geforderten Schlankheitsgrenzen resultieren.²⁰⁴

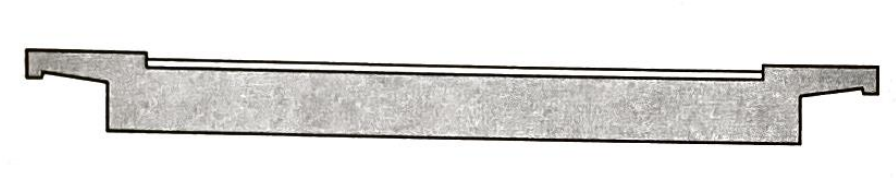


Abbildung 5-7 Querschnitt einer Plattenbrücke²⁰⁵

Für die Herstellung einer Plattenbrücke können verschiedene Lehrgerüstformen zum Einsatz kommen. Die Schalung für die Untersicht der Platte wird dabei direkt auf das Lehrgerüst aufgebracht. Wie in Abbildung 5-7 dargestellt, können die Randbereiche der Platte, welche als Kragarme ausgeführt sind, gemeinsam mit dem Tragwerk hergestellt werden. Dabei werden Kragplattenschalungen aus Holz oder Systemschalungsteilen auf die Bodenschalung aufgebracht und die auftretenden Lasten in das Lehrgerüst weitergeleitet.²⁰⁶

5.3.2 Plattenbalkenbrücken

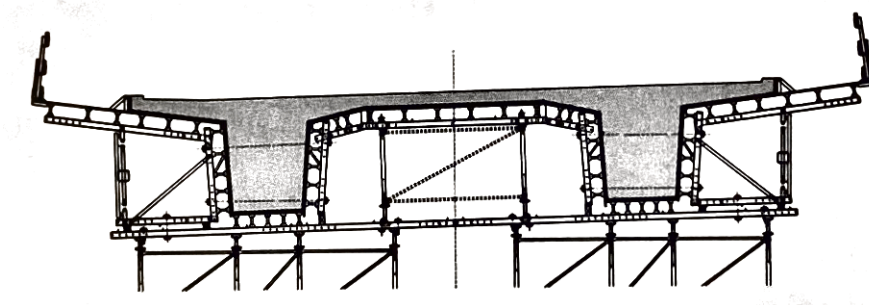
Resultierend aus den in Normen festgelegten Schlankheitsgrenzen, welche den Zusammenhang zwischen Stützweite und Bauhöhe bei Brückenbauwerken herstellen, werden bei größeren Stützweiten entsprechend größere Bauhöhen gefordert. Bei der Querschnittsform von Plattenbalkenbrücken ist die erforderliche Bauhöhe auf die statisch und konstruktiv notwendigen Bereiche reduziert, was zu Einsparungen von Beton und Konstruktionsgewicht führt. Damit besteht der Plattenbalkenquerschnitt aus einer Fahrbahnplatte und angemessen hohen Balken (siehe Abbildung 5-8).²⁰⁷

²⁰⁴ Vgl. AIGNER, F.: Querschnittsgestaltung in Abhängigkeit von System und Funktion. In: Handbuch Brücken. S. 334
Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 374

²⁰⁵ SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 374

²⁰⁶ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 374

²⁰⁷ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 374f

Abbildung 5-8 Querschnitt einer Plattenbalkenbrücke²⁰⁸

Wie in Abbildung 5-8 dargestellt, wird bei Plattenbalkenbrücken die Schalungskonstruktion ausgehend von der Oberkante des Lehrgerüsts hergestellt und an die Querschnittsform angepasst. Beginnend mit der Bodenschalung für die Balken, entsteht durch den Einsatz von Systemschalungsteilen ein räumliches Schalungstragwerk für den gesamten Querschnitt, welches das Betonieren von Balken und Fahrbahnplatte in einem Guss ermöglicht. Die Schalung muss dabei die Seitenflächen der Balken sowie die gesamte Unterseite der Fahrbahn abdecken. Die dazu notwendigen Raumschalungselemente aus Systemteilen leiten die auftretenden Lasten durch Vertikal- und Schrägabstützungen in das Lehrgerüst weiter.²⁰⁹

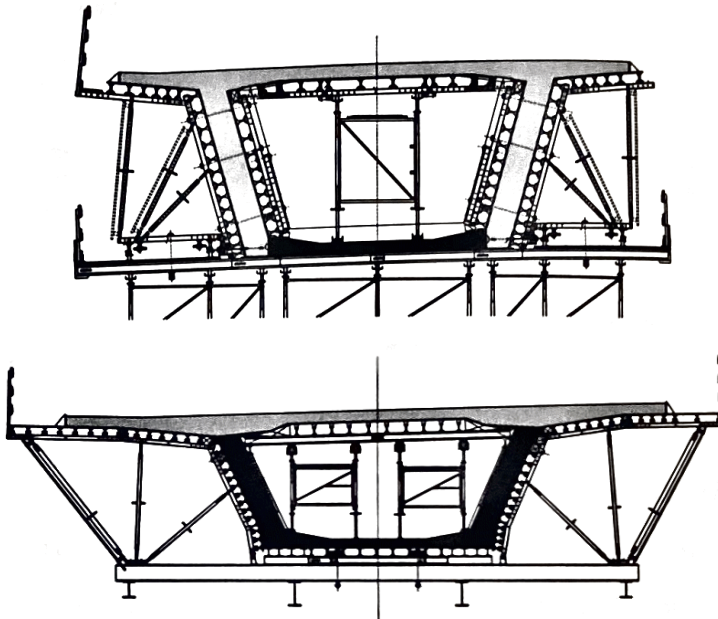
5.3.3 Hohlkastenbrücken

Die Querschnittsform eines Hohlkastens wird bei Brückenbauwerken mit großen Stützweiten eingesetzt. Durch die große Stützweite ergeben sich im Pfeilerbereich hohe Stützmomente, welche eine Vergrößerung der Betondruckfläche an der Unterseite des Tragwerks erfordern. Dieser Umstand führt dazu, dass eine Bodenplatte als Verbindung zwischen den Balkenunterseiten angeordnet wird und dadurch ein Hohlkastenquerschnitt entsteht. Durch die hohe Torsionssteifigkeit dieser Querschnittsform sind sowohl im Grundriss gekrümmte als auch sehr breite Brücken realisierbar.²¹⁰

²⁰⁸ SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 375

²⁰⁹ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 375

²¹⁰ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 377

Abbildung 5-9 Querschnitte von Hohlkastenbrücken²¹¹

Bei der Herstellung von Brückenbauwerken mit Hohlkastenquerschnitt gibt es für die Lage der Längsarbeitsfuge verschiedene Möglichkeiten der Ausführung. Wie in Abbildung 5-9 schwarz dargestellt, erfolgt die Betonage des Querschnitts in zwei Phasen. Die Längsarbeitsfuge kann dabei zwischen Bodenplatte und Steg (siehe Abbildung 5-9 oben) oder zwischen Stegoberkante und Fahrbahnplatte (siehe Abbildung 5-9 unten) angeordnet werden. Unabhängig von der Lage der Längsarbeitsfuge wird die Schalung für die Bodenplatte und die Stegaußenseiten direkt auf das Lehrgerüst bzw. den Gerüstboden aufgebaut.²¹²

Unterschiede zwischen den Varianten der Längsarbeitsfuge ergeben sich bei der Schalungskonstruktion im Innenbereich des Hohlkastens. Bei einer Anordnung der Längsarbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Steg werden Raumschalungen aus Systemteilen für die Steginnenseite und die Fahrbahnplatte errichtet. Andererseits muss bei einer Längsfugenausbildung zwischen Stegoberkante und Fahrbahnplatte nur die Schalung für die Untersicht der Fahrbahnplatte errichtet werden. Das Schalungsmaterial muss nach dem Aushärten des Betons durch Transporte in Längsrichtung und durch Ausbringöffnungen in den Pfeiler- und Widerlagerbereichen aus dem Hohlkasten gebracht werden. Damit bestimmen die Vereinigungen in den Pfeiler- und Widerlagerbereichen vielfach die Wahl des Schalungssystems sowie die Anordnung der Längsarbeitsfuge.²¹³

²¹¹ SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 378

²¹² Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 377f

²¹³ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 377ff

5.3.4 Herstellung von Gesimskappen (Randbalken)

Den Abschluss der Betonierarbeiten bei Ortbetonbrücken stellt die Herstellung von Gesimskappen, auch Randbalken genannt, dar. Gesimskappen können sowohl in Fertigteil- als auch in Ortbetonbauweise hergestellt werden und bilden einen optisch sauberen Abschluss der Brückenkragarme. Mit diesen Bauteilen werden die zulässigen Fertigungstoleranzen bzw. Verformungen des Brückenüberbaus ausgeglichen.²¹⁴

Werden die Gesimskappen in Ortbetonbauweise hergestellt, können in Abhängigkeit von Brückenlänge, Einsatzhäufigkeit und der geometrischen Form verschiedene Schalungskonstruktionen zum Einsatz kommen. Die Gesimsschalungen bestehen meist aus Systemlösungen der Schalungshersteller, wobei grundsätzlich zwischen Konsolenlösungen und Gesimsschalwagen unterschieden werden kann. Während die Konsolenlösungen für den Wechsel von einem Betonierabschnitt in den anderen umgebaut oder überhoben werden müssen, kann ein Gesimsschalwagen ohne umfangreiche Demontage in den nächsten Abschnitt verschoben werden (siehe Abbildung 5-10). Bei Konsolenlösungen sind Aufhängestellen an der Kragarmunterseite notwendig, um die Konsole an der Brücke zu befestigen. Diese müssen bereits bei der Herstellung des Kragarms berücksichtigt werden oder können nachträglich mittels Fels- oder Klebeankern ausgebildet werden. Gegenteilig dazu ist es bei Gesimsschalwagen möglich, dass keine Verankerungen an der Kragarmunterseite notwendig sind.²¹⁵

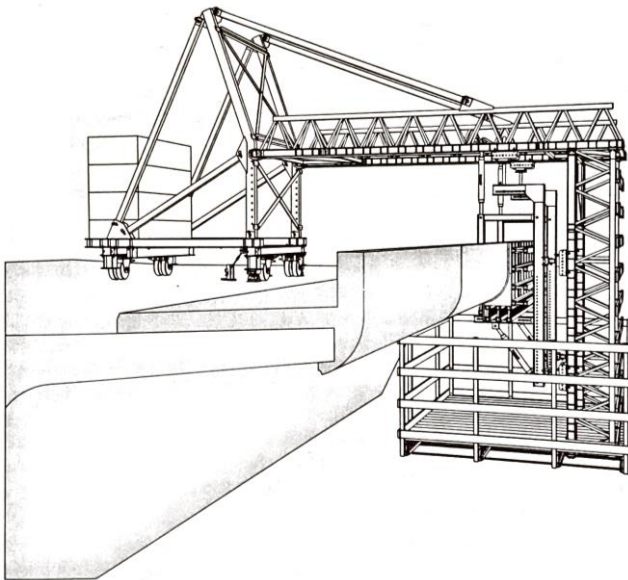


Abbildung 5-10 Gesimsschalwagen als fahrbare Einheit²¹⁶

²¹⁴ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 383

²¹⁵ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 384ff

²¹⁶ SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 385

Für die Herstellung von Gesimskappen über bestehende Verkehrswege sind an den Arbeitsplattformen Sicherungsmaßnahmen vorzusehen, die ein Abstürzen von Material und Werkzeug auf den darunterliegenden Verkehrsweg verhindern. In diesen Fällen wird die Arbeitsplattform mit einem dicht verlegten Boden aus Holzpfosten (Holzbohlen) und Folie sowie seitlichen Schutzwänden und Fußwehren ausgeführt (siehe Abbildung 5-11).²¹⁷

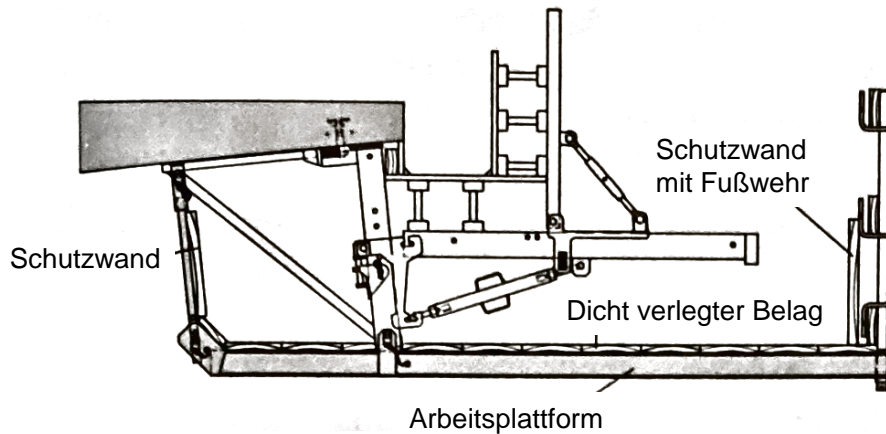


Abbildung 5-11 Arbeitsplattform mit dichtem Belag²¹⁸

²¹⁷ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 388

²¹⁸ Vgl. SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik. S. 389

6 Bauen unter Betrieb

Werden Bauwerke unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hergestellt, erfordert dies eine eingehende Arbeitsvorbereitung, um einen sicheren Baubetrieb zu gewährleisten und gleichzeitig die oftmals pönalisierten Termine für Straßen- und Gleissperren einzuhalten. Das nachfolgende Kapitel gibt einen Überblick über die Herausforderungen des Bauens unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur in Form von Eisenbahnen sowie Autobahnen und Schnellstraßen. Weiters werden Gesetze, Normen und Regelwerke angeführt, welche bei der Umsetzung solcher Projekte Anwendung finden.

6.1 Bauen unter Eisenbahnbetrieb

Verkehrsinfrastrukturbauprojekte, die in den betrieblichen Ablauf der Eisenbahn eingreifen, stellen die Projektbeteiligten vor Herausforderungen in Bezug auf Sicherheit, Bauablaufplanung und Wirtschaftlichkeit. Einerseits müssen die wirtschaftlichen Interessen des Bahnbetreibers, welcher möglichst geringe Einflüsse auf den Fahrplan und die Kapazität der Bahnstrecke anstrebt, erfüllt werden und andererseits muss auch ein wirtschaftlicher und sicherer Ablauf der Bauarbeiten möglich sein. Der Einfluss des Eisenbahnbetriebes resultiert im Zuge der Bauablaufplanung in Terminplänen, welche sich nicht ausschließlich an technischen Randbedingungen orientieren, sondern auch durch betriebliche Umstände der Eisenbahn beeinflusst werden. Durch die Abstimmung der Baumaßnahmen mit dem Eisenbahnbetrieb ergeben sich terminliche und räumliche Angaben zu Gleissperren, Bauzuständen oder Langsamfahrstellen, die in die Bauablaufplanung einfließen und dem Bieter im Zuge der Ausschreibung bekannt gemacht werden. Die Angaben zu den Gleissperren und Bauzuständen müssen in den Ausschreibungsunterlagen so beschrieben sein, dass die Leistungen für die potenziellen Bieter kalkulierbar sind.²¹⁹

Anschließend werden Einflüsse aus dem Eisenbahnbetrieb, welche die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation des Auftragnehmers beeinflussen, näher betrachtet. Neben allgemeinen Grundlagen wie dem Gefahrenraum, dem Sicherheitsraum und dem Gefahrenbereich der Oberleitung wird auch auf Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe eingegangen.

²¹⁹ Vgl. SPANG, K. et al.: Bauausführung. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 579ff

6.1.1 Allgemeine Grundlagen

In den folgenden Punkten werden die allgemeinen Grundlagen und Begriffsbestimmungen für Bauarbeiten im Bereich von Gleisen bei den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) erläutert.

6.1.1.1 Gefahren- und Sicherheitsraum

Nach § 2 der Eisenbahn-ArbeitnehmerInnenschutzverordnung (EisbAV) wird der Gefahrenraum als jener Raum definiert, in welchem sich fahrende Schienenfahrzeuge einschließlich ihrer Ladung bewegen. Zusätzlich zählt zu diesem Raum jener Bereich unter, neben und über dem Gleis, in dem es zu einer Gefährdung der ArbeitnehmerInnen durch fahrende Schienenfahrzeuge kommen kann.

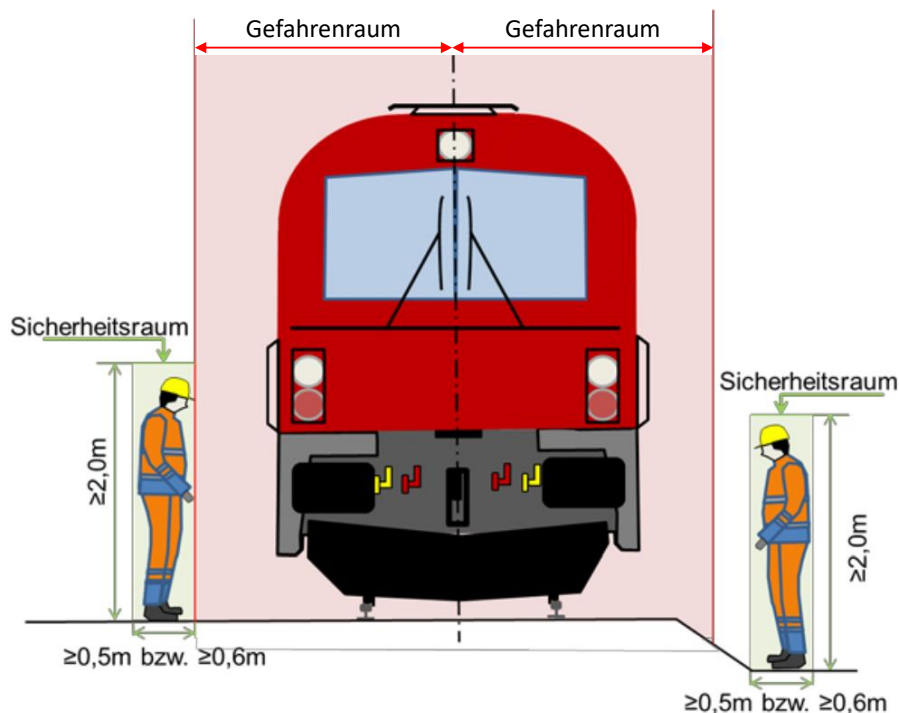


Abbildung 6-1 Gefahrenraum und Sicherheitsraum²²⁰

Wie in Abbildung 6-1 dargestellt, gibt es neben dem Gefahrenraum auch einen Sicherheitsraum, welcher nach § 5 EisbAV vorhanden sein muss. Dieser muss erkennbar sowie sicher erreichbar sein und ermöglicht den ArbeitnehmerInnen während der Vorbeifahrt von Schienenfahrzeugen einen sicheren Aufenthalt. Der Sicherheitsraum muss mindestens 0,50 m breit sein und eine Höhe von mindestens 2,00 m aufweisen. Eine Verbreiterung auf mindestens 0,60 m ist notwendig, wenn der Sicherheitsraum

²²⁰ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 10

auch als Zugang zu Betriebseinrichtungen oder Arbeitsplätzen dient. Bezüglich der Lage des Sicherheitsraumes ist festzuhalten, dass dieser nicht immer direkt an den Gefahrenraum anschließt.²²¹

Wie in Tabelle 6-1 aufgelistet, variiert die Breite des Gefahren- und Sicherheitsraumes je nach örtlich zulässiger Geschwindigkeit.

Tabelle 6-1 Variable Breite des Gefahren- und Sicherheitsraumes²²²

Lfd. Nr.	Örtlich zulässige Geschwindigkeit	Gefahrenraum	Gefahrenraum und Sicherheitsraum	Gefahrenraum und Sicherheitsraum als Zugang
0	A	B	C	D
1	bis 80 km/h	2,00 m	2,50 m	2,60 m
2	bis 100 km/h	2,10 m	2,60 m	2,70 m
3	bis 120 km/h	2,20 m	2,70 m	2,80 m
4	bis 140 km/h	2,30 m	2,80 m	2,90 m
5	bis 160 km/h	2,50 m	3,00 m	3,10 m
6	bis 250 km/h	3,00 m	3,50 m	3,60 m

6.1.1.2 Gefahrenbereich der Oberleitung

Bei Eisenbahnstrecken, die elektrifiziert sind, müssen zusätzliche Gefahren durch den elektrischen Strom im Bereich von Oberleitungsanlagen berücksichtigt werden. Die Gefahr besteht dabei nicht nur durch das direkte Berühren eines unter Spannung stehenden Bauteils, sondern auch durch Stromüberschläge, die bereits bei einer Annäherung an diese Bauteile auftreten können. Um gefährliche Situationen beim Einsatz von Baumaschinen und metallischen Teilen der Baustelleneinrichtung zu verhindern, sind Schutzmaßnahmen wie beispielsweise die Erdung metallisch leitender Teile mit dem Bahnbetreiber abzustimmen.²²³

Die Oberleitungsanlage der ÖBB-Infrastruktur AG wird mit 15.000 Volt Nennspannung betrieben und erfordert daher einen entsprechenden Sicherheitsabstand. Dieser beträgt unterhalb und seitlich von unter Spannung stehenden Bauteilen 3,00 m sowie oberhalb dieser Bauteile 4,00 m. Unterschritten werden darf dieser Gefahrenbereich nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen (siehe Abbildung 6-2).²²⁴

²²¹ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 9

²²² Eigene Darstellung in Anlehnung an: ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 10

²²³ Vgl. HIRSCH, N.: Arbeiten im Gefahrenraum und in der Nähe des Gefahrenraumes von Gleisen. S. 12

²²⁴ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Merkblatt Arbeitsübereinkommen (AUe). S. 4
Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 13

Abbildung 6-2 Gefahrenbereich der Oberleitung²²⁵

6.1.1.3 Sicherungsmaßnahmen

Für Bauarbeiten im Gefahrenraum von Gleisen und deren Nahbereichen muss eine ausdrückliche Zustimmung des Bahnbetreibers erfolgen. Grundsätzlich gilt, dass den Anweisungen von VertreterInnen des Bahnbetreibers zwingend Folge zu leisten ist, da diese gegenüber den MitarbeiterInnen des ausführenden Unternehmens in Bezug auf den Bahnbetrieb immer eine Weisungsbefugnis besitzen.²²⁶

Die Grundlage für die Durchführung von Bauarbeiten im Gefahrenraum von Gleisen, deren Nahbereichen und im Gefahrenbereich von Oberleitungsanlagen bildet die sogenannte Betriebs- und Bauanweisung (kurz BETRA). Diese wird vom Bahnbetreiber erstellt und ist in Österreich beim zuständigen Standort der ÖBB-Infrastruktur AG durch den Bauwerber (meist Auftraggeber) anzusuchen. Dabei ist die Vorlaufzeit von mindestens 16 Wochen vor dem geplanten Arbeitsbeginn zu beachten. In diesem Dokument werden unter anderem technische Maßnahmen gegen ein Eindringen in den Gefahrenraum, Sicherungsmaßnahmen gegen die Annäherung von Schienenfahrzeugen sowie Sicherungsmaßnahmen gegen die Gefahren des elektrischen Stroms festgelegt. Als oberster Planungsgrundsatz gilt dabei, dass die Bauarbeiten so zu planen sind, dass der Gefahrenraum der Gleise nicht betreten werden muss und keine Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe in den Gefahrenraum eindringen können.²²⁷

²²⁵ Vgl. HIRSCH, N.: Arbeiten im Gefahrenraum und in der Nähe des Gefahrenraumes von Gleisen. S. 12

²²⁶ Vgl. HIRSCH, N.: Arbeiten im Gefahrenraum und in der Nähe des Gefahrenraumes von Gleisen. S. 9

²²⁷ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Merkblatt Arbeitsübereinkommen (AUe). S. 1
Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 38

Die Sicherungsmaßnahmen werden auf Grundlage der durchzuführenden Arbeiten und der erforderlichen Arbeitszeit vom Bahnbetreiber festgelegt und können in folgender Rangfolge angegeben werden:²²⁸

- **Keine Fahrten** (Gleissperre)
- Errichtung von **technischen Einrichtungen wie Gleisabschrankungen**, welche das Eindringen in den Gefahrenraum verhindern; **Hub- und Schwenkbegrenzungen** für Krane und sonstige Baumaschinen mit Dreh- und Schwenkbetrieb
- **Technische Warnung** der ArbeitnehmerInnen durch eine automatische Warnanlage
- **Organisatorische Warnung** der ArbeitnehmerInnen durch Sicherungsposten

Da die Sicherungsmaßnahmen und Bestimmungen zum Bauen unter Eisenbahnbetrieb für jedes Bauvorhaben individuell festgelegt werden, wird an dieser Stelle auf die jeweilige Betriebs- und Bauanweisung (BETRA) sowie auf den Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) des ausgeschriebenen Bauvorhabens verwiesen. Nach § 7 Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG) hat der Bauherr dafür zu sorgen, dass vor Eröffnung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt wird, wenn auf der Baustelle Arbeiten zu verrichten sind, die mit besonderen Gefahren der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer verbunden sind. Zu diesen Arbeiten zählen laut § 7 (2) BauKG auch Arbeiten im Verkehrsbereich.

6.1.2 Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe

In den folgenden Punkten werden die Herausforderungen bei der Herstellung von Ingenieurbauwerken unter Eisenbahnbetrieb aus Sicht des Auftragnehmers näher betrachtet. Neben den potenziellen Gefährdungen und den dazugehörigen Sicherungsmaßnahmen, welche sich auf die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation auswirken, wird auch auf die Verwendung von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen, Kranen und Betonpumpen eingegangen. Den Abschluss bilden Erläuterungen zum Einsatz von Schalungs- und Rüsttechnik beim Bauen unter Eisenbahnbetrieb.

²²⁸ Vgl. HIRSCH, N.: Arbeiten im Gefahrenraum und in der Nähe des Gefahrenraumes von Gleisen. S. 11
Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 39

6.1.2.1 Gefährdungen

Zu den wesentlichen Gefährdungen bei Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe zählen folgende Punkte:²²⁹

- Gefährdung der ArbeitnehmerInnen durch Zugfahrten
- Gefährdung der ArbeitnehmerInnen durch Stromübertritte aus den Anlagenteilen der Oberleitung
- Gefährdung des Bahnbetriebs durch das Bewegen von Lasten in Gleisnähe
- Gefährdungen des Bau- und Eisenbahnbetriebes durch Personen, Bauteile, Maschinen, Geräte oder Lasten im Gefahrenraum
- Gefährdungen auf Grund von unerlaubtem Queren der Bahntrasse durch ArbeitnehmerInnen
- Gefährdung durch unbeabsichtigtes Annähern von Maschinen oder Lasten an die Anlagenteile der Oberleitung
- Gefährdung durch das Abstürzen von Material oder Bauteilen in die Gleisanlage
- Gefährdung durch die Irritation von TriebfahrzeugführerInnen auf Grund von Bauarbeiten in Gleisnähe

Um diesen Gefährdungen entgegenzuwirken, besteht eine wesentliche Aufgabe des Auftragnehmers darin, den ArbeitnehmerInnenschutz im Bereich seiner Arbeitsstelle zu gewährleisten und seine MitarbeiterInnen über die besonderen Gefahren des Bahnbetriebes zu unterweisen. Auch MitarbeiterInnen von allenfalls eingesetzten Subunternehmern müssen vom Auftragnehmer unterwiesen werden. Nähere Ausführungen zu den Aufgabenbereichen bezüglich des ArbeitnehmerInnenschutzes bildet die Unterweisungsgrundlage „*Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01.*“ der ÖBB-Infrastruktur AG.²³⁰

6.1.2.2 Sicherungsmaßnahmen

Vor Beginn der Arbeiten in Gleisnähe müssen die vorgegebenen Sicherungsmaßnahmen umgesetzt werden. Werden umfangreiche Ingenieurbauarbeiten wie beispielsweise die Errichtung einer Ort betonbrücke über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Eisenbahnstrecke durchgeführt, wird meist beidseits der Gleisanlage eine feste Absperrung zur Verhinderung des Eindringens in den Gefahrenraum errichtet (siehe ① in Ab-

²²⁹ Vgl. BG BAU – BERUFSGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe. S. 1

²³⁰ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. S. 5ff

bildung 6-3). Neben den Gleisabschrankungen (z.B. Betonleitwände, Baustellengitter oder Zäune), welche den Gefahrenraum deutlich vom Arbeitsbereich trennen, werden auch dichte Schutzgerüste über den Gleisen errichtet, um den Bahnbetrieb während den Bauarbeiten nicht zu gefährden (siehe ② in Abbildung 6-3). Bei der Errichtung von Ortbetonbrücken wird das Lehrgerüst zur Herstellung des Oberbaus auch als Schutzgerüst verwendet, welches ein Abstürzen von Material und Werkzeug auf die Gleisanlage verhindert. Neben der dichten Unterseite des Lehrgerüsts werden auch seitliche Schutzwände und Fußwehre errichtet, um die darunterliegenden Oberleitungen und den Gleisbereich zu schützen (siehe ③ in Abbildung 6-3).²³¹

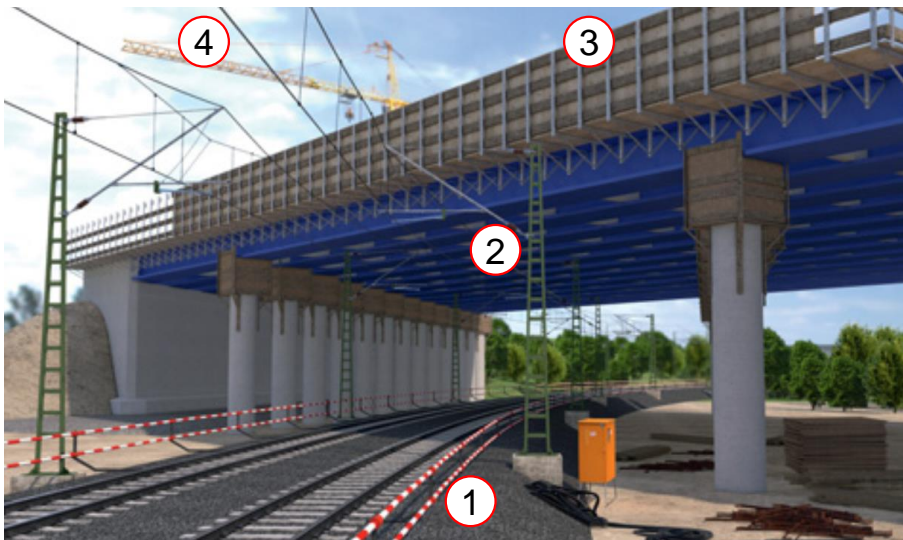


Abbildung 6-3 Sicherungsmaßnahmen bei Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe²³²

Werden Bauarbeiten auf beiden Seiten der Gleisanlage durchgeführt wie beispielsweise bei der Errichtung von Widerlagern oder Pfeilern/Stützen, ist vom Auftragnehmer eine beidseitige Baustelleneinrichtung (Werkzeugcontainer, Kleingeräte, Sanitäreinrichtungen etc.) vorzuhalten. Diese Sicherungsmaßnahme unterbindet die Anlässe zum Queren der Gleisanlage. Sollte dennoch eine Überquerung der Gleisanlage notwendig sein, ist es erforderlich die Umgebung der Baustelle genau zu analysieren, um den nächstmöglichen Bahnübergang (Tunnel, Brücke) zu identifizieren und in die Arbeitsvorbereitung einfließen zu lassen. Für eine sichere Überquerung kann beispielsweise ein Firmenfahrzeug vorgehalten oder bei umfangreichen Arbeiten ein Behelfsübergang errichtet werden.²³³

²³¹ Vgl. BG BAU – BERUFGSGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe. S. 1f
Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 125ff

Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb. In: Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – 30.04.15. S. 1

²³² Vgl. BG BAU – BERUFGSGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe. S. 1

²³³ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 126

Für Arbeiten mit Kranen in Gleisnähe sind mechanische oder elektronische Hub- und Schwenkbegrenzungen vorzusehen, um ein Eindringen in den Gefahrenraum zu verhindern (siehe ④ in Abbildung 6-3).²³⁴

6.1.2.3 Erd- und Spezialtiefbaumaschinen

Der Einsatz von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen muss im Zuge der Arbeitsvorbereitung genau geplant werden, um ein Eindringen von Maschinenteilen oder angeschlagenen Lasten in den Gefahrenraum der Eisenbahn und den Gefahrenbereich der Oberleitung zu verhindern. Bei Arbeiten in der Nähe von elektrifizierten Eisenbahnstrecken sind dabei in Abstimmung mit dem Bahnbetreiber Erdungsmaßnahmen vorzunehmen, um Personen in Maschinennähe im Fall eines Stromübertritts zu schützen. Die elektrischen Gefährdungen sind dabei auch neben der Gleisanlage zu beachten, da Abspanndrähte und Speiseleitungen der Oberleitungsanlage ebenso unter Spannung stehen. Weiters ist vor dem Beginn der Erd- und Spezialtiefbaumaßnahmen eine Abklärung hinsichtlich vorhandener Einbauten und möglicher Kampfmittel im Erdreich notwendig.²³⁵

Bei Erdbaumaßnahmen in der Nähe des Gefahrenraumes führen vorhandene Abspanndrähte oder Speiseleitungen der Oberleitungsanlage dazu, dass Kippvorgänge von Mulden oder LKW nur in sicheren Bereichen erfolgen dürfen und das Material mittels Planierdrape zum Einbauort verschoben werden muss (siehe Abbildung 6-4). Bagger unterhalb von Anlagenteilen der Oberleitungsanlage sind mit Hubbegrenzungen auszurüsten. Diese Umstände haben wesentliche Auswirkungen auf die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation des Auftragnehmers.²³⁶

²³⁴ Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb. In: Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – 30.04.15. S. 1

²³⁵ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 128ff

²³⁶ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 128ff



Abbildung 6-4 Erdbauarbeiten in Gleisnähe²³⁷

Bei Spezialtiefbauarbeiten kommen Rammen und Bohrgeräte zum Einsatz, um Baugrubenverbauten oder Gründungen herzustellen. Unabhängig davon, ob die Eisenbahnstrecke elektrifiziert ist oder nicht, ergeben sich bei Spezialtiefbauarbeiten kritische Arbeitsschritte, die den Eisenbahnbetrieb gefährden können. Bei Rammarbeiten stellt die Aufnahme des Rammgutes und die Ausführung der Rammung so lange einen kritischen Zustand dar, bis sich das Rammgut nicht mehr seitlich bewegen kann. Werden Bohrpfähle hergestellt, kommt es beim Aufnehmen und Ansetzen der Verrohrungselemente, beim Versetzen des Bewehrungskorbes und beim Ziehen der Verrohrungselemente zu einem kritischen Zustand. In diesen Fällen sind die geeigneten Sicherungsmaßnahmen (Gleissperren, technische Warnung, organisatorische Warnung) mit dem Bahnbetreiber abzustimmen.²³⁸

Neben den Gefährdungen durch die Manipulation der Bauteile, bei welcher auch die örtlichen Windverhältnisse berücksichtigt werden müssen, ist außerdem auf die Standsicherheit der Rammen und Bohrgeräte zu achten. Durch den hohen Schwerpunkt dieser Geräte und der damit verbundenen Umsturzgefahr, kann es zu schwerwiegenden Folgen für den Eisenbahnbetrieb kommen. Aus diesem Grund müssen die maximalen Flächenpressungen der Maschinen mit den zulässigen Bodenpressungen im Bereich der Maschinenaufstandsflächen verglichen werden und eventuelle Bodenauswechslungen oder lastverteilende Unterlagen hergestellt werden. Diese Schritte sind vom Auftragnehmer in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation zu berücksichtigen.²³⁹

²³⁷ DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 129

²³⁸ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 130f

²³⁹ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 131

Für weitere Informationen wird an dieser Stelle auf das Regelwerk 09.06 „Stützbauwerke und Baugrubensicherungen im Gleisbereich“ der ÖBB-Infrastruktur AG verwiesen.²⁴⁰

6.1.2.4 Krane und Betonpumpen

Wie bei Erd- und Spezialtiefbaumaschinen gilt auch beim Einsatz von Kranen und Betonpumpen in Gleisnähe der oberste Grundsatz, dass ein Eindringen von Maschinenteilen, angeschlagenen Lasten oder Kranseilen in den Gefahrenraum der Eisenbahn und den Gefahrenbereich der Oberleitung verhindert werden muss. Während bei Kranen auch das Pendeln von angeschlagenen Lasten infolge der örtlichen Windverhältnisse zu berücksichtigen ist, muss beim Einsatz von Betonpumpen zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein, dass kein Teil des Verteilermastes in den Gefahrenraum bzw. Gefahrenbereich der Oberleitung ragt (siehe ① in Abbildung 6-5). Erdungsmaßnahmen für Mobil- und Turmdrehkrane sowie Betonpumpen sind in Abstimmung mit dem Bahnbetreiber herzustellen (siehe ② in Abbildung 6-5).²⁴¹

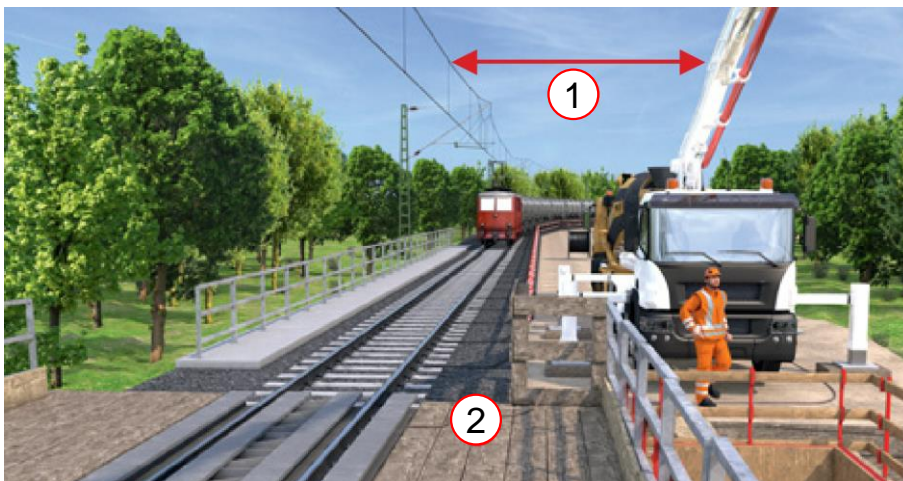


Abbildung 6-5 Betonpumpe in Gleisnähe²⁴²

Bei stationären Turmdrehkranen ist eine Arbeitsbereichsbegrenzung (Hub- und Schwenkbegrenzung) vorzusehen, die die Kranbewegungen so einschränkt, dass festgelegte Bereiche nicht angefahren werden können. Mit dieser Maßnahme wird gewährleistet, dass auch bei menschlichem Versagen oder Fehleinschätzungen des/der Kranführers/Kranführerin keine Gefahr für den Bau- und Eisenbahnbetrieb besteht.²⁴³

²⁴⁰ ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Stützbauwerke und Baugrubensicherungen im Gleisbereich – 09.06.

²⁴¹ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 136ff

²⁴² BG BAU – BERUFGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe. S. 2

²⁴³ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 137

Abbildung 6-6 zeigt die Arbeitsbereichsbegrenzung eines Turmdrehkrans für die Herstellung einer Ortbetonbrücke über eine elektrifizierte Eisenbahnstrecke. Da in diesem Zustand noch kein Schutzgerüst mit dichtem Schalboden über der Gleisanlage hergestellt ist, kann ausschließlich der grüne Bereich auf der Seite der Kranaufstellfläche vom Turmdrehkran bedient werden. Der grüne Bereich nördlich der Gleisanlage stellt lediglich einen theoretischen Arbeitsbereich des Turmdrehkrans dar, da Lasten und Leergehänge nur über Gleise geschwenkt werden dürfen, wenn diese gesperrt sind oder sich im Schutz eines dichtes Schutzgerüsts (Lehrgerüst) befinden. Diese Bedingung gilt unabhängig davon, ob die Eisenbahnstrecke elektrifiziert ist oder nicht. Mit der dargestellten Arbeitsbereichsbegrenzung können beispielsweise die Widerlager sowie Pfeiler/Stützen südlich der Gleisanlage hergestellt werden. Für die gleichzeitige Herstellung der Widerlager und Pfeiler/Stützen nördlich der Gleisanlage ist vom Auftragnehmer eine beidseitige Baustelleneinrichtung vorzuhalten.²⁴⁴

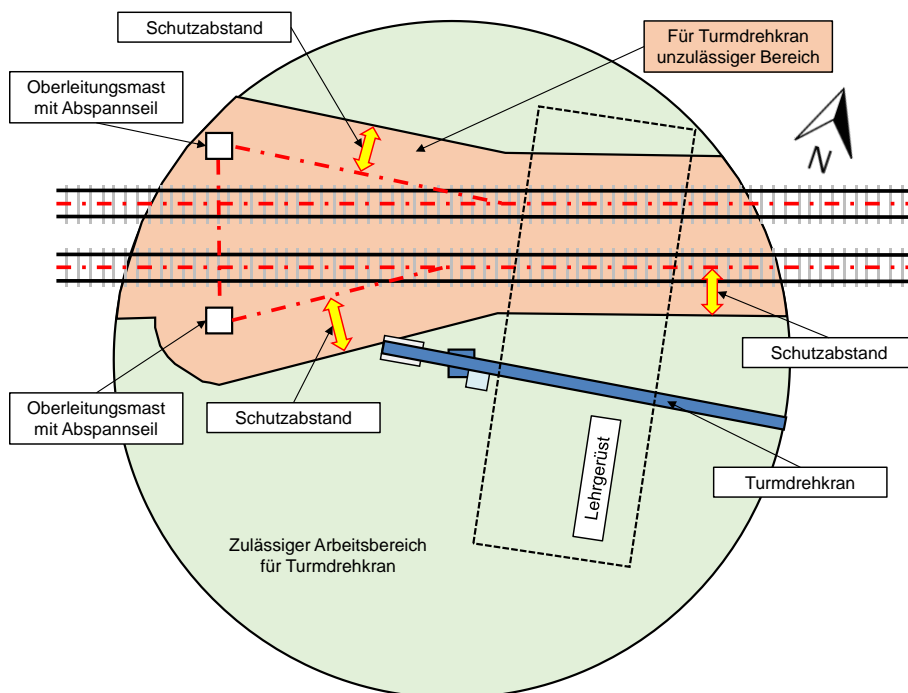


Abbildung 6-6 Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran ohne dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Eisenbahnbetrieb²⁴⁵

²⁴⁴ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 137f

²⁴⁵ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 136

Der Arbeitsbereich des Turmdrehkrans in Abbildung 6-7 hat sich im Vergleich zu jenem in Abbildung 6-6 um den Bereich nördlich der Gleisanlage erweitert, da in diesem Zustand das dichte Schutzgerüst (Lehrgerüst) fertiggestellt ist. Erst durch die Errichtung dieser Schutzmaßnahme kann der Bereich nördlich der Gleisanlage sicher vom Turmdrehkran bedient werden.

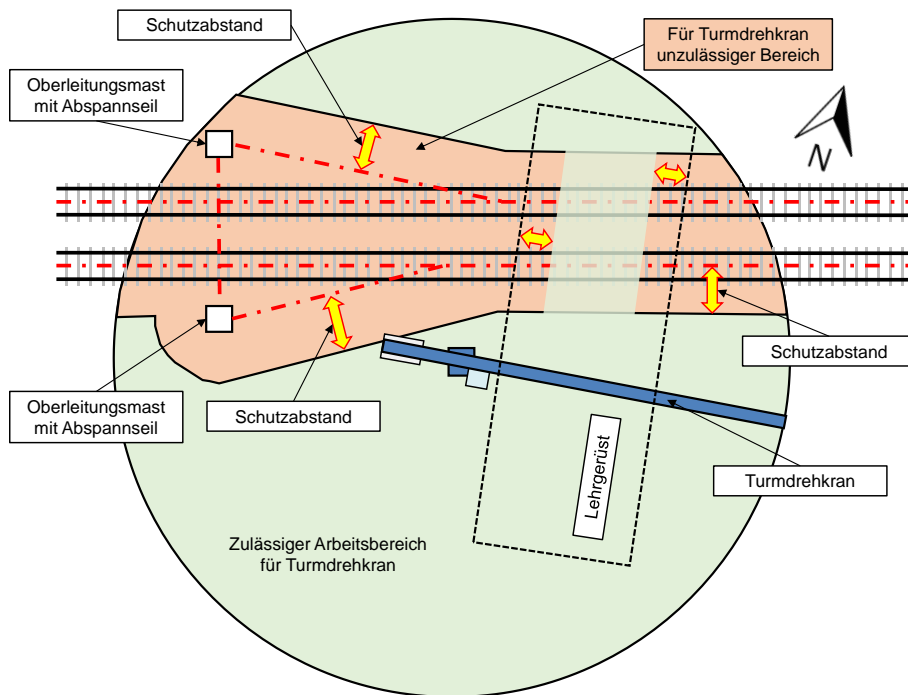


Abbildung 6-7 Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran mit dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Eisenbahnbetrieb²⁴⁶

Werden Mobilkrane, LKW mit Ladekran oder Betonpumpen eingesetzt, müssen die Hub- und Schwenkbegrenzungen bei jedem Standortwechsel neu ausgerichtet und dokumentiert werden. Weiters muss mindestens einmal täglich erprobt werden, ob die mechanischen oder elektronischen Hub- und Schwenkbegrenzungen ordnungsgemäß funktionieren. Die Erprobung erfolgt durch den/die Gerätebediener/Gerätebedienerin, welcher/welche die Dokumentation im Gerät aufzubewahren hat. Kran- und Betonpumpenaufstellflächen sind mit tragfähigem Untergrund herzustellen, um einen sicheren Bau- und Eisenbahnbetrieb zu gewährleisten.²⁴⁷

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, dass die Herausforderungen beim Einsatz von Kranen und Betonpumpen in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation des Auftragnehmers berücksichtigt werden müssen.

²⁴⁶ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 137

²⁴⁷ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 139
Vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb. In: Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – 30.04.15. S. 1

Für weitere Informationen wird an dieser Stelle auf die „Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb“ in der Dienstanweisung „Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02)“ der ÖBB-Infrastruktur AG verwiesen.²⁴⁸

6.1.2.5 Schalungs- und Rüsttechnik

Beim Bau von Ort betonbrücken über bestehende, unter Betrieb befindliche Eisenbahnstrecken, müssen die Lehrgerüste so hergestellt werden, dass kein Werkzeug oder Material auf die Gleisanlage abstürzen kann (siehe Abbildung 6-8). Dazu ist eine vollflächige Abdichtung der Trägerzwischenräume durch einen dichten Schalboden notwendig, welcher meist mit Holzpfosten (Holzbohlen) und Folie realisiert wird. Grundsätzlich erfolgt das Versetzen der Stahlträger und die Errichtung des dichten Schalbodens während einer Gleissperre. An den Rändern des Lehrgerüsts werden Schutzwände und Fußwehre errichtet, um die darunterliegenden Anlagenteile der Oberleitung und den Gleisbereich zu schützen. Erst nachdem diese Sicherungsmaßnahmen abgeschlossen sind, wird unter Eisenbahnbetrieb mit der Errichtung der Überbauschalung begonnen.²⁴⁹



Abbildung 6-8 Lehrgerüst über Eisenbahnstrecke²⁵⁰

²⁴⁸ ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb. In: Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – 30.04.15.

²⁴⁹ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 142

²⁵⁰ DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 142

Die Konstruktion der Überbauschalung wird je nach herzustellendem Querschnitt ausgewählt und sollte so geplant werden, dass ein schnelles Ein- und Ausschalen möglich ist. Um dies zu gewährleisten, ist es empfehlenswert Systemschalungselemente zu verwenden, welche am Boden zu Schalungsblöcken vorgefertigt werden und diese anschließend mittels Kran in die geplante Position zu transportieren.²⁵¹

Das Ausschalen der oberen Schalungselemente des Überbaus erfolgt unter Schutz des Lehrgerüsts. Wird das Lehrgerüst während dem Vorspannen oder zum Ausschalen der Untersicht abgesenkt, ist eine Gleissperre ebenso notwendig, wie bei einem eventuellen Längs- oder Querverschub der Rüstung.

Bei elektrifizierten Eisenbahnstrecken kann die Oberleitung während den Bauarbeiten abgesenkt werden, um den erforderlichen Sicherheitsabstand zwischen der Unterseite des Lehrgerüsts und der Oberleitung in allen Bauzuständen (z.B. Aufbau, Anpressen, Absenken, Einbau von Koppfugenaufhängungen, Abbau) zu gewährleisten. Die dafür notwendigen Vorkehrungen sowie die Erdungsmaßnahmen der Stahlkonstruktion des Lehrgerüsts (siehe Abbildung 6-9) sind mit dem Bahnbetreiber abzustimmen.

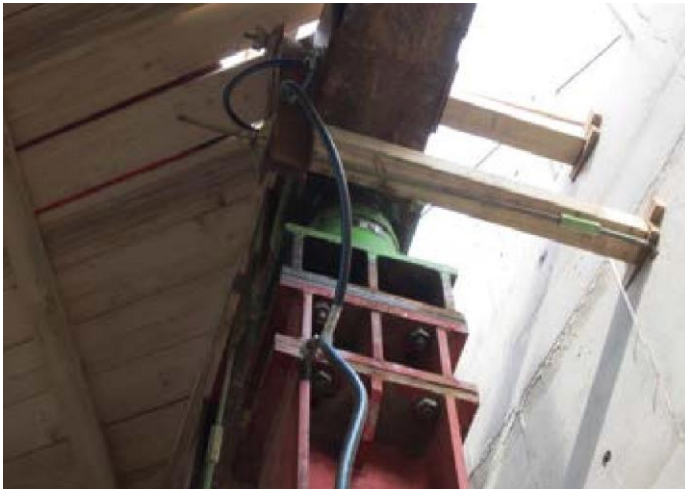


Abbildung 6-9 Erdung des Lehrgerüsts²⁵²

²⁵¹ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 142f

²⁵² DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 144

Die Schalungselemente und Arbeitsbühnen für die abschließende Herstellung der Gesimskappen (Randbalken) müssen die gleichen Anforderungen erfüllen wie das Lehrgerüst. Dazu zählen eine vollständige Abdichtung nach unten, ein geschlossener und erhöhter Seitenschutz sowie die Einhaltung der Schutzabstände zum Gefahrenraum und dem Gefahrenbereich der Oberleitung durch alle Konstruktionsteile.²⁵³

6.2 Bauen unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen

Bei Bauarbeiten auf Autobahnen und Schnellstraßen sowie in deren Nahbereichen, kommt es durch den fließenden Verkehr zu Gefährdungen der ArbeitnehmerInnen und durch Beeinträchtigungen der Verkehrsführung auch zu Gefährdungen der VerkehrsteilnehmerInnen. Im nachfolgenden Abschnitt wird auf die allgemeinen Grundlagen zu Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen, den einzuhaltenden Verkehrs- und Lichtraum sowie auf die notwendigen Sicherungsmaßnahmen eingegangen. Weiters werden der Verfahrensablauf, welcher zu einer behördlichen Bewilligung der Arbeiten auf oder neben der Straße führt und Ingenieurbauarbeiten unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen beschrieben.

6.2.1 Allgemeine Grundlagen

Grundsätzlich wird die Planung der Baustellenverkehrsführung und der dazugehörigen Baustellenabsicherung für Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen bereits vor der Ausschreibung vom Auftraggeber veranlasst. Die Ergebnisse dieser Planungen liegen der Ausschreibung bei und sind vom Auftragnehmer in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation zu berücksichtigen. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Grundlagen, welche die Rahmenbedingungen für die Planung der Baustellenverkehrsführung und die Baustellenabsicherung bilden, kurz angeführt. Obwohl die Planung im Regelfall nicht im Aufgabenbereich des Auftragnehmers liegt, ist es wichtig, die Unterlagen anzuführen, um ein generelles Verständnis für diesen Themenbereich zu entwickeln. Weiters wird auf den einzuhaltenden Verkehrs- und Lichtraum sowie die Sicherungsmaßnahmen zum Bauen unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen eingegangen.

6.2.1.1 Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen

Für Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen sind die Regelwerke der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV) sowie die Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung (StVO) zu beachten. Dabei stellen die Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) der

²⁵³ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 143

FSV den Stand der Technik dar und bilden die „Spielregeln“ für Planung, Bau und Betrieb von Straßeninfrastruktur.²⁵⁴

Für die Verkehrsführung sowie die Sicherungsmaßnahmen bei Baustellen auf Straßen kommen folgende RVS zur Anwendung:

- **RVS 05.05.41** Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen
- **RVS 05.05.42** Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen
- **RVS 05.05.43** Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit zwei oder mehr Fahrstreifen je Fahrtrichtung
- **RVS 05.05.44** Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung

Grundsätzlich können bei der Absicherung von Arbeitsstellen folgende Fälle unterschieden werden:²⁵⁵

- **Arbeitsfahrten:** Sind Tätigkeiten, bei welchen die Arbeiten vorwiegend vom fahrenden Fahrzeug aus durchgeführt werden. Beispiele dafür sind Fahrzeuge für die Straßenpflege, die Straßenreinigung oder die Bodenmarkierungsarbeiten.
- **Arbeitsstellen von kurzer Dauer:** Es werden temporäre Absicherungen für Tätigkeiten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr errichtet, die in der Regel während eines Arbeitstages bzw. einer Nacht abgeschlossen sind.
- **Arbeitsstellen von längerer Dauer:** Die Absicherungen werden über mehrere Tage oder Wochen dauerhaft aufrechterhalten, um stationäre Arbeitsstellen abzusichern.

Die Errichtung von Ort betonbrücken kann in die Kategorie der Arbeitsstellen von längerer Dauer eingeordnet werden. Weiters reduziert sich die Betrachtung in der vorliegenden Arbeit auf die RVS 05.05.41 und die RVS 05.05.42, da Autobahnen und Schnellstraßen im Regelfall getrennte Richtungsfahrbahnen aufweisen.

²⁵⁴ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen. <http://www.fsv.at/cms/default.aspx?ID=9815dd09-f5a8-41a8-9fb5-b1197ffb1cd2>. Datum des Zugriffs: 26.04.2021.

²⁵⁵ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.41 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen. S. 2

6.2.1.2 Sicherungsmaßnahmen

Die Sicherungsmaßnahmen für Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen sind auf Grund der hohen Verkehrsgeschwindigkeiten, der hohen Verkehrsdichte und der gegebenenfalls reduzierten Konzentration der VerkehrsteilnehmerInnen eingehend vorzubereiten und auszuführen. Dabei können unterschiedliche Arten der Verkehrsführung angewendet werden:²⁵⁶

- Verschwenkung einzelner Fahrstreifen auf der Richtungsfahrbahn
- Reduzierung der Anzahl an Fahrstreifen
- Reduzierung der Fahrstreifenbereiten
- Überleitungen des gesamten Verkehrs auf die andere Richtungsfahrbahn
- Überleitungen von Teilen des Verkehrs auf die andere Richtungsfahrbahn
- Vollsperrung der Autobahn oder Schnellstraße

Die Planung der Baustellenverkehrsführung und der dazugehörigen Baustellenabsicherung erfolgt nach den Regelplänen der RVS 05.05.42 und wird den örtlichen Gegebenheiten angepasst. FachplanerInnen erarbeiten verkehrstechnische Gutachten und Verkehrsführungspläne, die Informationen zu den herzustellenden Verkehrszeichen, Verkehrsleiteinrichtungen (z.B. Leitbaken, Bodenmarkierungen, Leitschwellen) und Fahrzeugrückhaltesystemen (z.B. Betonleitwände) für verschiedene Bauphasen geben.²⁵⁷

In Abbildung 6-10 ist der Regelplan für die Teilsperre des äußeren Fahrstreifens einer Arbeitsstelle von längerer Dauer dargestellt. Hierbei kommt es zu einer Verschwenkung zweier Fahrstreifen, die mit Verkehrszeichen und Verkehrsleiteinrichtungen angekündigt und abgewickelt wird. Diese Baustellenverkehrsführung ermöglicht beispielsweise Arbeiten an einem Widerlager oder an Pfeilern/Stützen einer Ort betonbrücke unter Betrieb der Autobahn/Schnellstraße.

²⁵⁶ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.42 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen. S. 2

²⁵⁷ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.42 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen. S. 2ff

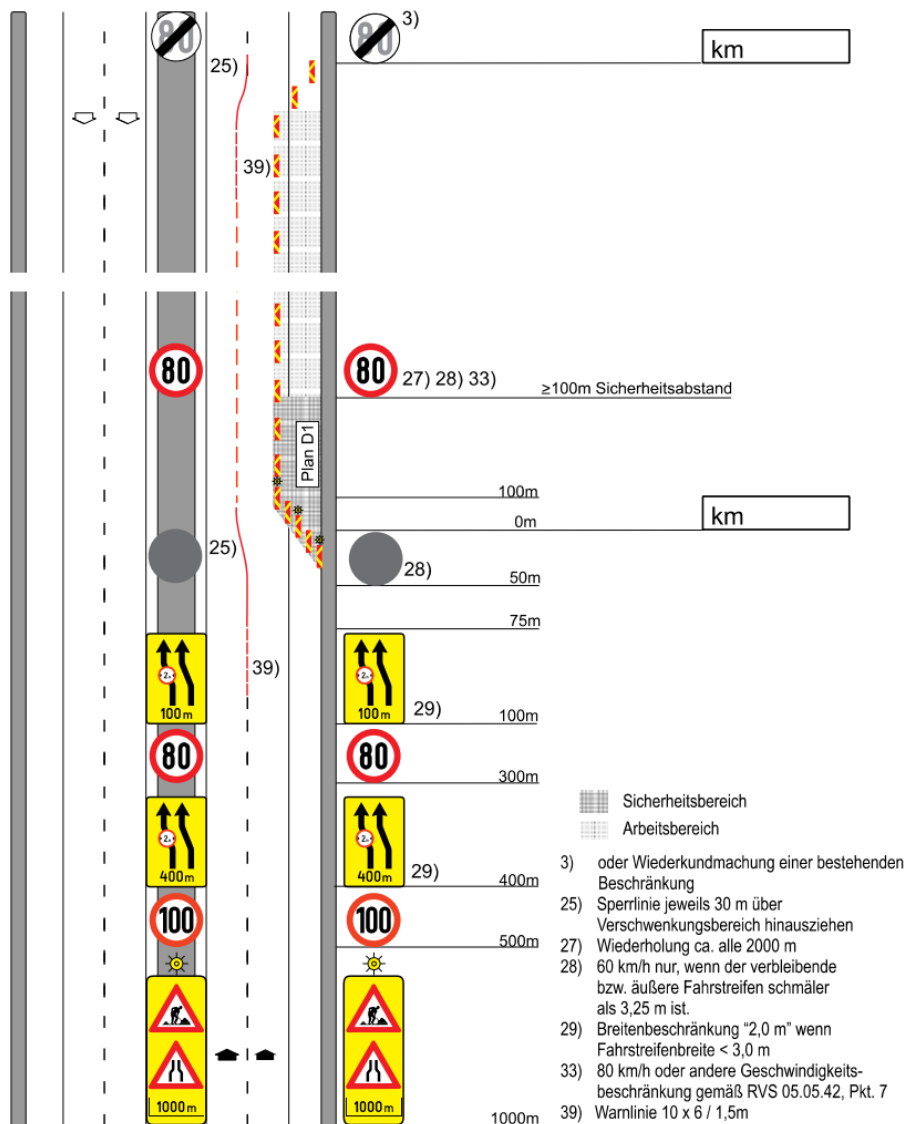


Abbildung 6-10 Regelplan – Sperre des äußeren Fahrstreifens²⁵⁸

Wie bereits erwähnt, liegen der Ausschreibung verkehrstechnische Gutachten sowie Verkehrsführungspläne bei und sind vom Auftragnehmer in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation zu berücksichtigen. Die Herstellung der Sicherungsmaßnahmen erfolgt vor Beginn der Arbeiten in Abstimmung zwischen dem Auftragnehmer und dem Straßenbetreiber. Welche Maßnahmen dabei vom beauftragten Auftragnehmer zu erledigen und zu kalkulieren sind, ist den jeweiligen Ausschreibungsunterlagen zu entnehmen.

²⁵⁸ ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.42 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen. Anhang/Blatt 32

Neben den verkehrstechnischen Gutachten und den Verkehrsführungsplänen, welche für jedes Bauvorhaben individuell geplant werden, wird an dieser Stelle auch auf den jeweiligen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) des ausgeschriebenen Bauvorhabens verwiesen. Nach § 7 Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG) hat der Bauherr dafür zu sorgen, dass vor Eröffnung der Baustelle ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan erstellt wird, wenn auf der Baustelle Arbeiten zu verrichten sind, die mit besonderen Gefahren der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer verbunden sind. Zu diesen Arbeiten zählen laut § 7 (2) BauKG auch Arbeiten im Verkehrsbereich.

6.2.1.3 Verkehrs- und Lichtraum

Die Querschnittsgestaltung von Freilandstraßen richtet sich grundsätzlich nach den Bestimmungen in der RVS 03.03.31. In dieser Richtlinie werden die Rahmenbedingungen für die Auswahl und Bemessung von Querschnittselementen, Straßenbreiten und den einzuhaltenden Verkehrs- und Lichträumen angegeben. Die Wahl der Querschnittselemente und die Breite einer Straße richten sich nach der zu erwartenden Geschwindigkeit, der Verkehrsstärke und der Verkehrszusammensetzung.²⁵⁹

Wie in Abbildung 6-11 ersichtlich, resultiert der Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen aus den vorhandenen Querschnittselementen und der vorliegenden Breite des Querschnitts. Die Breite der Fahrbahn ergibt sich aus der Fahrfläche (für den fließenden Verkehr bestimmter Teil der Fahrbahn), den befestigten Seitenstreifen (Rand-, Pannen- oder Parkstreifen) und einem gegebenenfalls vorhandenen Trennstreifen.²⁶⁰

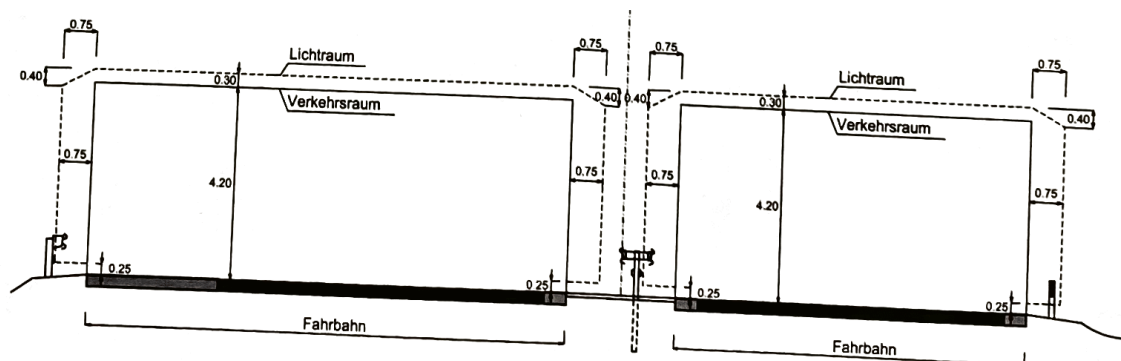


Abbildung 6-11 Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen²⁶¹

²⁵⁹ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. S. 4

²⁶⁰ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. S. 7ff

²⁶¹ ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. S. 15
Anmerkung: Extreme Neigung der Fahrbahn, um das Mitneigen des Verkehrs- und Lichtraums zu demonstrieren.

Die Verkehrsvorgänge auf einer Freilandstraße werden auf der Fahrbahn und im Verkehrsraum abgewickelt. Der Verkehrsraum des Querschnitts ist von allen Hindernissen freizuhalten und mit der Fahrbahn mitzuneigen. Die Höhe beträgt 4,20 m und die Breite entspricht der vorhandenen Fahrbahnbreite.²⁶²

Der Lichtraum unterscheidet sich vom Verkehrsraum durch einen Sicherheitsabstand, welcher seitlich und oberhalb vom Verkehrsraum von Kunstbauten (Brücken, Mauern, Pfeilern, Stützen, Masten etc.) freizuhalten ist. Die Höhe des Lichtraumes beträgt 4,50 m und die Breite ergibt sich aus der beidseitig um 0,75 m vergrößerten Breite des Verkehrsraumes. Am Außenrand des Verkehrsraumes ist eine Abschrägung der Höhenbegrenzung zulässig.²⁶³

Die Angaben zum einzuhaltenden Lichtraum bei der Herstellung von Ort betonbrücken über bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahnen und Schnellstraßen müssen vom Auftragnehmer im Zuge der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation berücksichtigt werden. Diese Randbedingungen haben wesentlichen Einfluss auf die Auswahl der Schalungs- und Rüsttechnik sowie auf den Einsatz von Geräten mit Dreh- und Schwenkbetrieb.

6.2.2 Verfahrensablauf für die Bewilligung nach § 90 StVO

Wird der Straßenverkehr durch Arbeiten auf oder neben der Straße beeinträchtigt, ist gemäß § 90 StVO eine Bewilligung der Behörde erforderlich. Die Zuständigkeit für die Antragstellung zur Bewilligung der Arbeiten liegt beim Bauführer, der dem Antrag sämtliche Unterlagen beizulegen hat, die der Behörde eine Beurteilung der geplanten Arbeiten ermöglicht. Nach der Antragstellung wird unter Berücksichtigung der Art und des Umfanges der Bauführung und der Verkehrsführung der Straße eine Bewilligung seitens der Behörde erteilt.

Da die Herstellung einer Ort betonbrücke über eine Autobahn oder Schnellstraße eine Beeinträchtigung des Straßenverkehrs darstellt, ist diese Arbeitsstelle von längerer Dauer bewilligungspflichtig. Bei Arbeitsstellen der ASFiNAG wird die Verpflichtung der Einholung einer behördlichen Bewilligung in der Regel an das ausführende Unternehmen übertragen. Damit verkörpert der Auftragnehmer die Funktion des Bauführers gemäß § 90 StVO und muss mehrere Wochen vor dem geplanten Beginn der Arbeiten den Antrag zur Bewilligung bei der zuständigen Behörde einbringen. Als zuständige Behörde für die verkehrsrechtliche Bewilligung von Arbeiten auf Autobahnen und Schnellstraßen fungiert die jeweilige Bezirkshauptmannschaft. Geht die Arbeitsstelle über eine Bezirksgrenze

²⁶² Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. S. 15

²⁶³ Vgl. ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. S. 15f

hinaus, fällt die Zuständigkeit für die Ausstellung der verkehrsrechtlichen Bewilligung in den Aufgabenbereich der Landesregierung.²⁶⁴

Im Regelfall bilden folgende Punkte den Gesamttablauf von der Planung, über das Behördenverfahren, bis zur Durchführung von Baustellenverkehrsführungen und -absicherungen auf Autobahnen und Schnellstraßen:²⁶⁵

1. Konzeption und Planung der Baustellenverkehrsführung und -absicherung sowie Abstimmung mit Amtssachverständigen und zuständiger Behörde.
2. Durchführung einer Verkehrsvorverhandlung (Feststellungsverhandlung).
3. Ausschreibung und Vergabe der erforderlichen Leistungen.
4. Einbringung des Antrags zur verkehrsrechtlichen Bewilligung gemäß § 90 StVO durch den Bauführer bei der zuständigen Behörde. Als Grundlage dienen die Planungen der Baustellenverkehrsführung und -absicherung aus den Ausschreibungsunterlagen.
5. Ermittlungsverfahren der Behörde und Verkehrsverhandlung unter Beiziehung eines technischen Amtssachverständigen.
6. Ausfertigung des Bewilligungsbescheids durch die zuständige Behörde.
7. Erlassung einer Verordnung nach § 43 (1a) StVO durch die zuständige Behörde.
8. Errichtung und Betrieb der Baustellenverkehrsführung und -absicherung in Abstimmung zwischen dem Straßenbetreiber und dem Auftragnehmer.

Wie in diesem Regelablauf ersichtlich, steigt der Auftragnehmer zum Zeitpunkt der Einbringung des Antrags zur verkehrsrechtlichen Bewilligung in den Ablauf ein und tritt bei der zuständigen Behörde als Bauführer auf. Nach dem Ermittlungsverfahren und der Verkehrsverhandlung wird der Bewilligungsbescheid ausgestellt. In diesem Bescheid werden erforderliche Maßnahmen, welche die sichere Abwicklung der Arbeiten gewährleisten, als Auflagen vorgeschrieben. Verkehrsbeschränkungen, die zur Aufrechterhaltung der Sicherheit, Leichtigkeit oder Flüssigkeit des Verkehrs erforderlich sind, werden von der zuständigen Behörde durch eine Verordnung erlassen. Die Kundmachung dieser Verordnung erfolgt durch die

²⁶⁴ Vgl. ASFINAG: Baustellenverkehrsführung und -verkehrssicherheit – Handbuch. S. 17
Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALISIERUNG UND WIRTSCHAFTSSTANDORT: Arbeiten auf und neben der Straße. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/2/Seite.2260560.html. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

²⁶⁵ Vgl. ASFINAG: Baustellenverkehrsführung und -verkehrssicherheit – Handbuch. S. 8ff

Aufstellung der Elemente, die der Verkehrsführung bzw. -absicherung dienen (Verkehrszeichen, Markierungen etc.).²⁶⁶

6.2.3 Ingenieurbauarbeiten auf und neben Straßen

In den folgenden Punkten werden die Herausforderungen bei der Herstellung von Ingenieurbauwerken unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen aus Sicht des Auftragnehmers betrachtet. Neben den potenziellen Gefährdungen und den dazugehörigen Sicherungsmaßnahmen, welche sich auf die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation auswirken, wird auch auf die Verwendung von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen, Kranen und Betonpumpen eingegangen. Den Abschluss bilden Erläuterungen zum Einsatz von Schalungs- und Rüsttechnik beim Bauen unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen. Der Autor orientiert sich im folgenden Abschnitt an den Ausführungen in Abschnitt 6.1.2, da ähnliche Sicherungsmaßnahmen wie beim Bauen unter Eisenbahnbetrieb notwendig sind. Als weitere Grundlage dient der Musterbescheid im Anhang der RVS 05.05.42.

6.2.3.1 Gefährdungen

Zu den wesentlichen Gefährdungen bei Ingenieurbauarbeiten auf und neben Straßen zählen folgende Punkte:²⁶⁷

- Gefährdung der ArbeitnehmerInnen durch Anfahren oder Überfahren
- Gefährdung des vorbeifließenden Verkehrs durch Personen, Bauteile, Maschinen, Geräte oder Lasten im Verkehrs- und Lichtraum
- Gefährdung durch das Abstürzen von Material oder Bauteilen in den Verkehrs- und Lichtraum
- Gefährdung der ArbeitnehmerInnen durch den Windsog vorbeifahrender Fahrzeuge, speziell bei LKW
- Gefährdungen auf Grund von unerlaubtem Queren der Straße durch ArbeitnehmerInnen
- Gefährdung durch das Getroffen werden von weggeschleuderten Teilen (Baustellenabsicherung, Fahrzeugteile)
- Gefährdung durch Stolpern und Stürzen im Nahbereich des vorbeifließenden Straßenverkehrs

²⁶⁶ Vgl. ASFINAG: Baustellenverkehrsführung und -verkehrssicherheit – Handbuch, S. 18
Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALISIERUNG UND WIRTSCHAFTSSTANDORT: Arbeiten auf und neben der Straße. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/2/Seite.2260560.html. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

²⁶⁷ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): DGUV Regel 101-604 – Branche Tiefbau, S. 23

- Gefährdung der Gesundheit durch Abgase, Lärm und Staub
- Gefährdung der psychischen Gesundheit durch die Arbeiten in der Nähe des fließenden Verkehrs

Um diesen Gefährdungen entgegenzuwirken, besteht eine wesentliche Aufgabe des Auftragnehmers darin, den ArbeitnehmerInnenschutz im Bereich seiner Arbeitsstelle zu gewährleisten und seine MitarbeiterInnen über die Gefahren der Arbeitsstelle auf oder neben Straßen zu unterweisen. Auch MitarbeiterInnen von allenfalls eingesetzten Subunternehmern müssen vom Auftragnehmer unterwiesen werden.²⁶⁸

6.2.3.2 Sicherungsmaßnahmen

Vor Beginn der Arbeiten auf und neben Straßen müssen die von der Behörde vorgegebenen Sicherungsmaßnahmen umgesetzt werden. Werden umfangreiche Ingenieurbauarbeiten wie beispielsweise die Errichtung einer Ort betonbrücke über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahn oder Schnellstraße durchgeführt, muss eine behördliche Bewilligung gemäß § 90 StVO vom Bauführer (Auftragnehmer) eingeholt werden. Darin werden die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen festgelegt, welche vor Baubeginn umgesetzt werden müssen. Die Errichtung und der Betrieb der Baustellenverkehrsführung und -absicherung erfolgt in Abstimmung zwischen dem Straßenbetreiber und dem Auftragnehmer (siehe ① in Abbildung 6-12).

Neben den Sicherungsmaßnahmen auf und neben der Straße in Form von Verkehrszeichen, Hinweistafeln, Leiteinrichtungen, Bodenmarkierungen und Fahrzeugrückhaltesystemen, die den Gefahrenbereich deutlich vom Arbeitsbereich trennen, werden dichte Schutzgerüste über der Straße errichtet. Diese Schutzgerüste dienen dazu, den Straßenverkehr während den Bauarbeiten nicht zu gefährden (siehe ② in Abbildung 6-12). Bei der Errichtung von Ort betonbrücken wird das Lehrgerüst zur Herstellung des Oberbaus auch als Schutzgerüst verwendet, welches ein Abstürzen von Material und Werkzeug auf die darunterliegende Straße verhindert. Neben der dichten Unterseite des Lehrgerüsts werden auch seitliche Schutzwände und Fußwehre errichtet (siehe ③ in Abbildung 6-12).

²⁶⁸ Vgl. ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT: Sicherheits-Charta – Acht Regeln für mehr Sicherheit im Tiefbau. S. 5



Abbildung 6-12 Sicherungsmaßnahmen bei Ingenieurbauarbeiten im Nahbereich von Straßen²⁶⁹

Werden Bauarbeiten auf beiden Seiten der Straße durchgeführt wie beispielsweise bei der Errichtung von Widerlagern oder Pfeilern/Stützen, ist vom Auftragnehmer eine beidseitige Baustelleneinrichtung (Werkzeugcontainer, Kleingeräte, Sanitäranlagen etc.) vorzuhalten. Diese Sicherungsmaßnahme unterbindet die Anlässe zum Queren der Straße. Sollte dennoch eine Überquerung notwendig sein, ist es erforderlich, die Umgebung der Baustelle genau zu analysieren, um die nächstmögliche Querung der Autobahn oder Schnellstraße (Durchlass, Brücke) zu identifizieren und in die Arbeitsvorbereitung einfließen zu lassen. Für eine sichere Überquerung kann beispielsweise ein Firmenfahrzeug vorgehalten werden.

Werden Arbeiten mit Kranen durchgeführt, muss sichergestellt werden, dass es zu keinem Eindringen von Lasten oder Leergehängen in den Lichtraum kommt. Dazu sind mechanische oder elektronische Hub- und Schwenkbegrenzungen vorzusehen, die ein Eindringen in den Lichtraum verhindern (siehe ④ in Abbildung 6-12).

²⁶⁹ Vgl. LINK, E.: <https://quh-berg.de/wp-content/uploads/38ccd350-87bb-47a1-b112-d34e747a708a-768x576.jpg>. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

6.2.3.3 Erd- und Spezialtiefbau

Der Einsatz von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen muss im Zuge der Arbeitsvorbereitung genau geplant werden, um ein Eindringen von Maschinenteilen oder angeschlagenen Lasten in den Lichtraum der Straße zu verhindern. Im Bereich von Erdbaumaßnahmen kann dies beispielsweise durch Hub- und Schwenkbegrenzungen bei Baggern gewährleistet werden. Weiters ist vor dem Beginn der Erd- und Spezialtiefbaumaßnahmen eine Abklärung hinsichtlich vorhandener Einbauten und möglicher Kampfmittel im Erdreich notwendig.

Bei Spezialtiefbauarbeiten kommen Rammen und Bohrgeräte zum Einsatz, um Baugrubenverbauten oder Gründungen herzustellen. Während den Arbeiten ergeben sich kritische Arbeitsschritte, welche den Baubetrieb und die Sicherheit des fließenden Verkehrs gefährden können. Bei Rammarbeiten stellt die Aufnahme des Rammgutes und die Ausführung der Rammung so lange einen kritischen Zustand dar, bis sich das Rammgut nicht mehr seitlich bewegen kann. Werden Bohrpfähle hergestellt, kommt es beim Aufnehmen und Ansetzen der Verrohrungselemente, beim Versetzen des Bewehrungskorbes und beim Ziehen der Verrohrungselemente zu einem kritischen Zustand. In diesen Fällen sind die geeigneten Sicherungsmaßnahmen mit dem Straßenbetreiber abzustimmen.²⁷⁰

Neben den Gefährdungen durch die Manipulation der Bauteile, bei welcher auch die örtlichen Windverhältnisse berücksichtigt werden müssen, ist außerdem auf die Standsicherheit der Rammen und Bohrgeräte zu achten. Durch den hohen Schwerpunkt dieser Geräte und der damit verbundenen Umsturzgefahr, kann es zu schwerwiegenden Folgen für ArbeitnehmerInnen und den fließenden Verkehr kommen. Aus diesem Grund müssen die maximalen Flächenpressungen der Maschinen mit den zulässigen Bodenpressungen im Bereich der Maschinenaufstandsflächen verglichen werden und eventuelle Bodenauswechslungen oder lastverteilende Unterlagen hergestellt werden. Diese Schritte sind vom Auftragnehmer in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation zu berücksichtigen.²⁷¹

6.2.3.4 Krane und Betonpumpen

Wie bei Erd- und Spezialtiefbaumaschinen gilt auch beim Einsatz von Kranen und Betonpumpen in der Nähe von Straßen der oberste Grundsatz, dass ein Eindringen von Maschinenteilen, angeschlagenen Lasten oder Kranseilen in den Lichtraum der Straße verhindert werden muss. Während bei Kranen auch das Pendeln von angeschlagenen Lasten infolge der örtlichen Windverhältnisse zu berücksichtigen ist, muss beim Einsatz von

²⁷⁰ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 130f

²⁷¹ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 131

Betonpumpen zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein, dass kein Teil des Verteilmastes in den Lichtraum ragt.²⁷²



Abbildung 6-13 Turmdrehkran und Betonpumpe auf einer Autobahnbaustelle²⁷³

In Abbildung 6-13 ist der Einsatz einer Betonpumpe und eines Turmdrehkrans auf einer Autobahnbaustelle dargestellt. Bei stationären Turmdrehkränen ist eine Arbeitsbereichsbegrenzung (Hub- und Schwenkbegrenzung) vorzusehen, welche die Kranbewegungen so einschränkt, dass festgelegte Bereiche nicht angefahren werden können. Mit dieser Maßnahme wird gewährleistet, dass auch bei menschlichem Versagen oder Fehleinschätzungen des Kranführers keine Gefahr für den Baubetrieb und den fließenden Verkehr besteht.

Abbildung 6-14 zeigt die Arbeitsbereichsbegrenzung eines Turmdrehkrans für die Herstellung einer Ort betonbrücke über eine Autobahn/Schnellstraße. Da in diesem Zustand noch kein Schutzgerüst mit dichtem Schalboden über der Straße hergestellt ist, kann ausschließlich der grüne Bereich auf der Seite der Kранаufstellfläche vom Turmdrehkran bedient werden. Der grüne Bereich nördlich der Straße stellt lediglich einen theoretischen Arbeitsbereich des Turmdrehkrans dar, da Lasten und Leergehänge nur über Straßen geschwenkt werden dürfen, wenn diese gesperrt sind oder sich im Schutz eines dichten Schutzgerüsts (Lehrgerüst) befinden. Mit der dargestellten Arbeitsbereichsbegrenzung können beispielsweise die Widerlager sowie Pfeiler/Stützen südlich der Straße

²⁷² Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 136ff

²⁷³ RHEIN-NECKAR-ZEITUNG GMBH: Nächster A6-Abschnitt ist fertig – so geht es weiter. https://www.rnz.de/cms_media/module_img/766/383_146_1_org_image_6baa988d251efe7a.jpg. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

hergestellt werden. Für die gleichzeitige Herstellung der nördlichen Widerlager und Pfeiler/Stützen ist vom Auftragnehmer eine beidseitige Baustelleneinrichtung vorzuhalten.

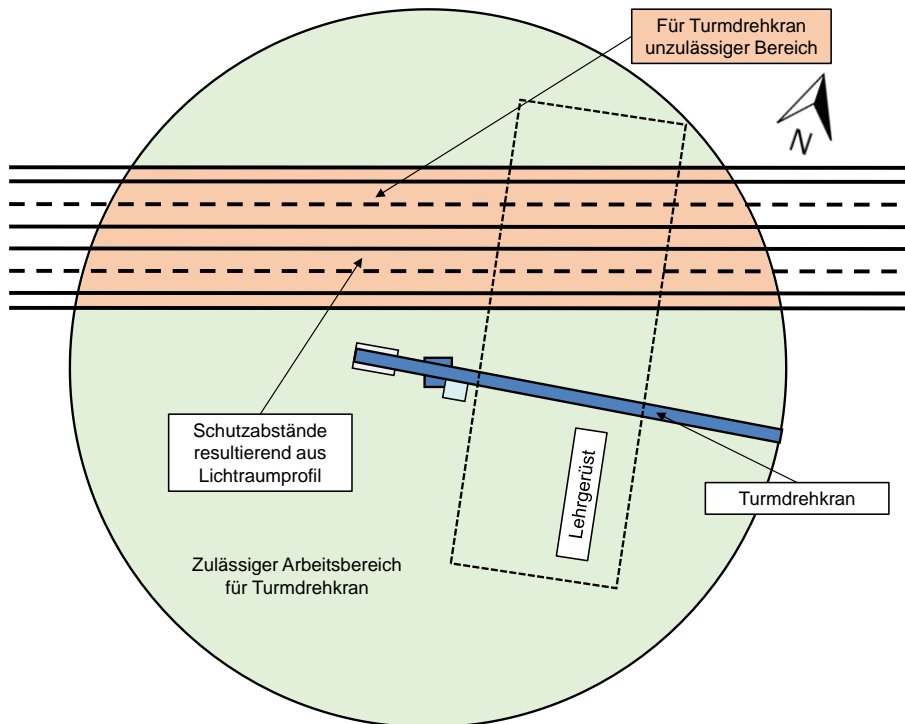


Abbildung 6-14 Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran ohne dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Betrieb einer hochrangigen Straße²⁷⁴

Der Arbeitsbereich des Turmdrehkrans in Abbildung 6-15 hat sich im Vergleich zu jenem in Abbildung 6-14 um den Bereich nördlich der Straße erweitert, da in diesem Zustand das dichte Schutzgerüst (Lehrgerüst) fertiggestellt ist. Erst durch die Errichtung dieser Schutzmaßnahme kann der nördliche Bereich sicher vom Turmdrehkran bedient werden.

²⁷⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an: DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 136

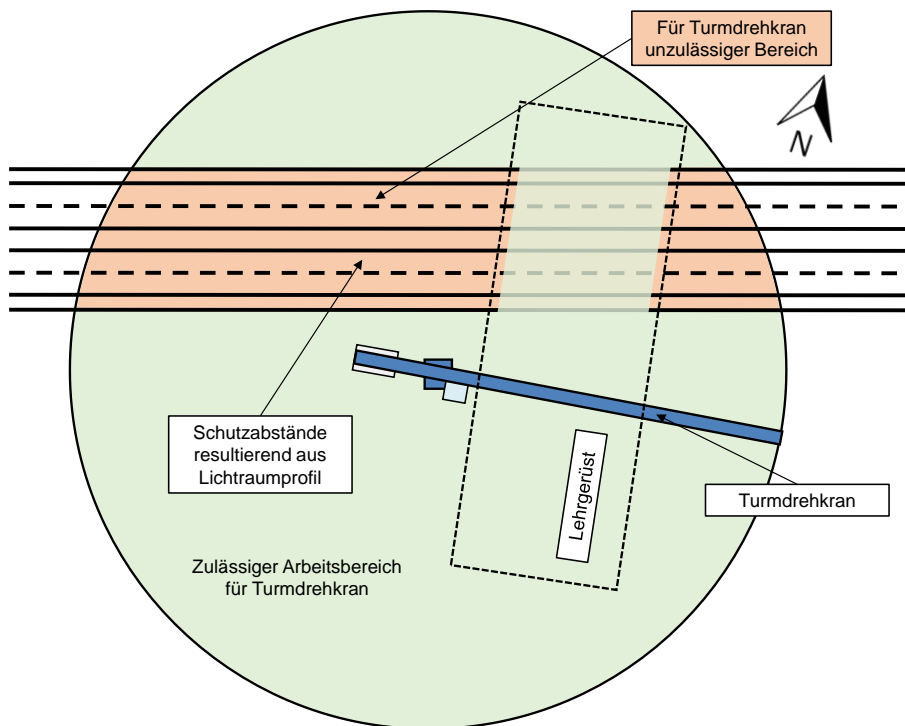


Abbildung 6-15 Arbeitsbereichsbegrenzung für einen Turmdrehkran mit dichtem Schutzgerüst (Lehrgerüst) bei Betrieb einer hochrangigen Straße²⁷⁵

Werden Mobilkrane, LKW mit Ladekran oder Betonpumpen eingesetzt, müssen die Hub- und Schwenkbegrenzungen bei jedem Standortwechsel neu ausgerichtet werden.

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, dass die Herausforderungen beim Einsatz von Kranen und Betonpumpen in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation des Auftragnehmers berücksichtigt werden müssen.

6.2.3.5 Schalungs- und Rüsttechnik

Beim Bau von Ortbetonbrücken über bestehende, unter Betrieb befindliche Straßen, müssen die Lehrgerüste so hergestellt werden, dass kein Werkzeug oder Material abstürzen kann. Dazu ist eine vollflächige Abdichtung der Trägerzwischenräume durch einen dichten Schalboden notwendig, welcher meist mit Holzpfosten (Holzbohlen) und Folie realisiert wird. Grundsätzlich erfolgt das Versetzen der Stahlträger und die Errichtung des dichten Schalbodens während einer Totalsperre der Straße (siehe Abbildung 6-16). An den Rändern des Lehrgerüsts werden Schutzwände und Fußwehre errichtet, um die darunterliegende Straße zu schützen. Erst

²⁷⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an: DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 137

nachdem diese Sicherungsmaßnahmen abgeschlossen sind, wird bei fließendem Verkehr mit der Errichtung der Überbauschalung begonnen.²⁷⁶



Abbildung 6-16 Errichtung Lehrgerüst während einer Totsperrung der Straße²⁷⁷

Die Konstruktion der Überbauschalung wird je nach herzustellendem Querschnitt ausgewählt und sollte so geplant werden, dass ein schnelles Ein- und Ausschalen möglich ist. Um dies zu gewährleisten, ist es empfehlenswert Systemschalungselemente zu verwenden, welche am Boden zu Schalungsblöcken vorgefertigt werden und diese anschließend mittels Kran in die geplante Position zu transportieren.²⁷⁸

Das Ausschalen der oberen Schalungselemente des Überbaus erfolgt unter dem Schutz des Lehrgerüsts. Wird das Lehrgerüst während dem Vorspannen oder zum Ausschalen der Untersicht abgesenkt, ist eine Totsperrung der Straße ebenso notwendig, wie bei einem eventuellen Längs- oder Querverschub der Rüstung.

Die Schalungselemente und Arbeitsbühnen für die abschließende Herstellung der Gesimskappen (Randbalken) müssen die gleichen Anforderungen erfüllen wie das Lehrgerüst. Dazu zählen eine vollständige Abdichtung nach unten, ein geschlossener und erhöhter Seitenschutz sowie die Einhaltung des jeweiligen Lichtraumprofils.

²⁷⁶ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 142

²⁷⁷ DELTA MEDIEN SERVICE GMBH: Brückenbau zwischen Heilbronner Stadtteilen: Vollsperrungen der A6 verliefen problemlos. https://www.echo24.de/bilder/2019/07/17/12832978/1425621412-dji_0340-2-klein-5qTBD7iJb71nJkrfMG.jpg. Datum des Zugriffs: 03.05.2021.

²⁷⁸ Vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. S. 142

6.3 Gesetze, Normen und Regelwerke

In der nachfolgenden Tabelle 6-2 werden Gesetze, Normen und Regelwerke angeführt, welche für die Herstellung von Ort betonbrücken über bestehende, unter Betrieb befindliche Verkehrswege in Form von Eisenbahnen, Autobahnen und Schnellstraßen Anwendung finden. Diese Auflistung darf keinesfalls als vollständig betrachtet werden, da sie lediglich einen Auszug der einzuhaltenden Gesetze, Normen und Regelwerke darstellt, die in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden sind. In den jeweiligen Unterlagen befinden sich Verweise zu weiteren Dokumenten und Rechtsvorschriften.

Tabelle 6-2 Gesetze, Normen und Regelwerke

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Titel	Kategorie
0	A	B	C
1	ASchG	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz	Gesetze/Verordnungen
2	BauKG	Bauarbeitenkoordinationsgesetz	
3	BauV	Bauarbeiterschutzverordnung	
4	BVergG	Bundesvergabegesetz	
5	EisbAV	Eisenbahn-ArbeitnehmerInnenschutzverordnung	
6	EisbG	Eisenbahngesetz	
7	StVO	Straßenverkehrsordnung	
8	StVZO	Straßenverkehrszeichenverordnung	
9	ÖNORM B 2061	Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm	Grundlagen
10	ÖNORM B 2110	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm	
11	ÖNORM B 2118	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten – Werkvertragsnorm	
12	ÖNORM B 2204	Ausführung von Bauteilen – Werkvertragsnorm	
13	ÖNORM EN 12812	Traggerüste – Anforderungen, Entwurf und Bemessung	Brückenbau/Betonbau
14	ÖNORM EN 13670	Ausführung von Tragwerken aus Beton	
15	ÖNORM EN 199X	Eurocodes – Grundlagen der Tragwerksplanung, Einwirkungen, Bemessung	
16	ÖNORM EN 206	Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität	
17	ÖNORM B 4007	Gerüste – Bauarten, Aufstellung, Verwendung und Belastungen	
18	ÖNORM B 4704	Ausführung von Tragwerken aus Beton – Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 13670	
19	ÖNORM B 4707	Bewehrungsstahl – Anforderungen, Klassifizierung und Prüfung	
20	ÖNORM B 4710-1	Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität – Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton	
21	ÖNORM B 4759	Spannbeton – Spannsysteme	
22	ONR 24761	Spannbeton – Spannsysteme – Anforderungen an das Personal, das mit der Planung und Ausführung von Tragwerken mit Vorspannung befasst ist	
23	DA 30.04.15 (DB 601.02)	Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – Dienstanweisung	ÖBB
24	Anlage 109 zu DA 30.04.15 (DB 601.02)	Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb	
25	RW 90.01	Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz	
26	RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen	FSV
27	RVE	Richtlinien und Vorschriften für das Eisenbahnwesen	

7 Praxisbeispiel S 7 Fürstenfelder Schnellstraße

Im Zuge des Neubaus der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße in Österreich werden Stahlbeton- und Spannbetonbrücken aus Ort beton sowohl über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahn als auch über eine Eisenbahnstrecke errichtet. Nachfolgend werden allgemeine Projektinformationen dargelegt und es erfolgt eine Erläuterung des morphologischen Kastens, der die unterschiedlichen Herausforderungen bei den herzustellenden Brückenobjekten grafisch darstellt. Diese Grundlagen bilden die Basis für die anschließende Betrachtung von drei konkreten Brückenobjekten.

7.1 Allgemeine Projektinformationen

Der Neubau der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße erfolgt im Bereich zwischen Riegersdorf (Steiermark) und der Staatsgrenze zu Ungarn bei Heiligenkreuz im Lafnitztal (Burgenland). Insgesamt erstreckt sich dieses Verkehrsinfrastrukturbauprojekt der ASFINAG über circa 29 km und wird nach der Fertigstellung zahlreiche Gemeinden in der Oststeiermark und dem Burgenland vom Durchzugsverkehr entlasten. Weiters stellt diese Neubaustrecke eine sichere und leistungsstarke Anbindung für bestehende und neue Betriebe dar.²⁷⁹

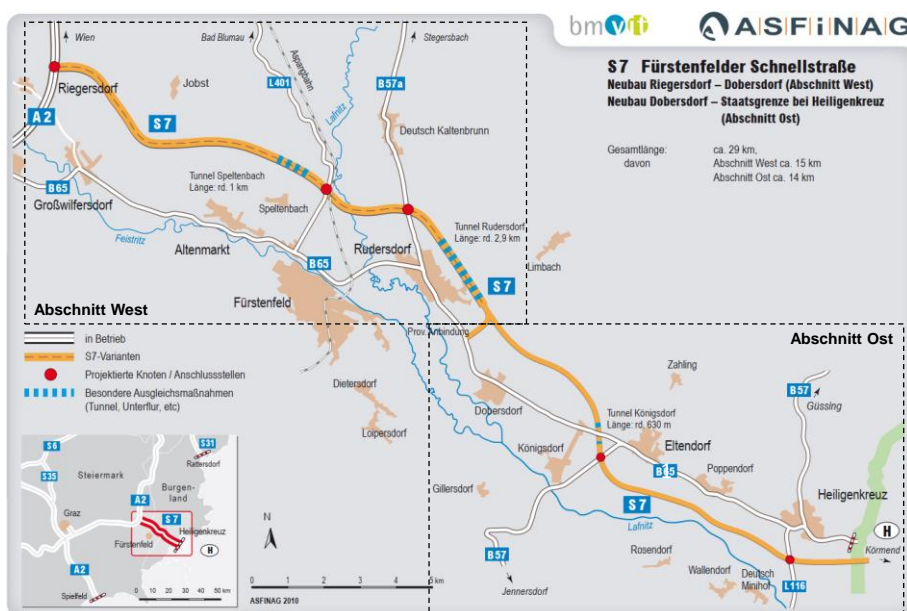


Abbildung 7-1 Streckenplan S 7 Fürstenfelder Schnellstraße²⁸⁰

²⁷⁹ Vgl. ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://www.asfinag.at/verkehrssicherheit/bauen/bauprojekte/s-7-fuerstenfelder-schnellstrasse/>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

²⁸⁰ Vgl. ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://asfinag.azureedge.net/media/2265/s-7-streckenplan.jpg>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

Wie in der Streckengrafik in Abbildung 7-1 dargestellt, wird das Bauvorhaben in die Abschnitte West und Ost unterteilt. Der Abschnitt West verläuft vom Knoten Riegersdorf (Anbindung an die A 2 Süd Autobahn) bis Dobersdorf und schließt dort an den Abschnitt Ost an, welcher bis zur Staatsgrenze nach Heiligenkreuz im Lafnitztal reicht. In dieser Arbeit wird auf drei Brückenobjekte eingegangen, die sich im Abschnitt West befinden (siehe Abbildung 7-2).²⁸¹

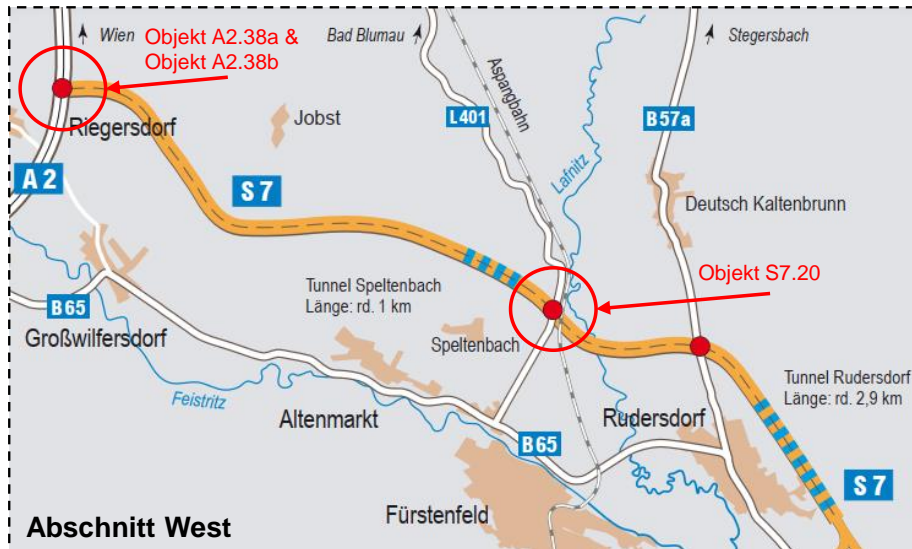


Abbildung 7-2 Streckengrafik S 7 Abschnitt West²⁸²

Die Objekte A2.38a und A2.38b sind Teil des Knotens Riegersdorf und führen über die A 2 Süd Autobahn. Das Objekt S7.20 befindet sich nördlich von Fürstenfeld und überspannt eine Bahnstrecke der ÖBB. Alle drei Brückenobjekte befinden sich zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit in Bau oder stehen kurz vor der Fertigstellung. Im nachfolgenden Abschnitt wird der morphologische Kasten als Werkzeug zur Unterscheidung der Brückenobjekte erläutert, um anschließend auf die Details der drei Ort betonbrücken eingehen zu können.

7.2 Morphologischer Kasten

Der morphologische Kasten ist ein Werkzeug zur Darstellung eines ganzheitlichen Ansatzes zur Lösungsfindung bei gegebenen Problemen oder Herausforderungen. Dazu werden einzelne Merkmale der Herausforderungen angeführt und mit verschiedenen Ausprägungen versehen. Die

²⁸¹ Vgl. ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://www.asfinag.at/verkehrssicherheit/bauen/bau-projekte/s-7-fuerstenfelder-schnellstrasse/>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

²⁸² Vgl. ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://asfinag.azureedge.net/media/2265/s-7-streckengrafik.jpg>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

Ausprägungen können anschließend unterschiedlich kombiniert und zusammengesetzt werden, um schließlich eine geeignete Lösung zu identifizieren oder verschiedene Lösungsalternativen visuell darzustellen.²⁸³

In der vorliegenden Arbeit wird der morphologische Kasten zur Darstellung der Herausforderungen bei den jeweiligen Brückenobjekten verwendet. Durch den Einsatz dieses Werkzeuges können die unterschiedlichen Herausforderungen übersichtlich dargestellt werden und ermöglichen eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Brückenobjekte auf der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße.

Die Hauptmerkmale des morphologischen Kastens in Abbildung 7-3 sind:

- Anzahl der Tragwerke
- Querschnitt
- Baustoff
- Art der Kreuzung
- Kreuzende Infrastruktur

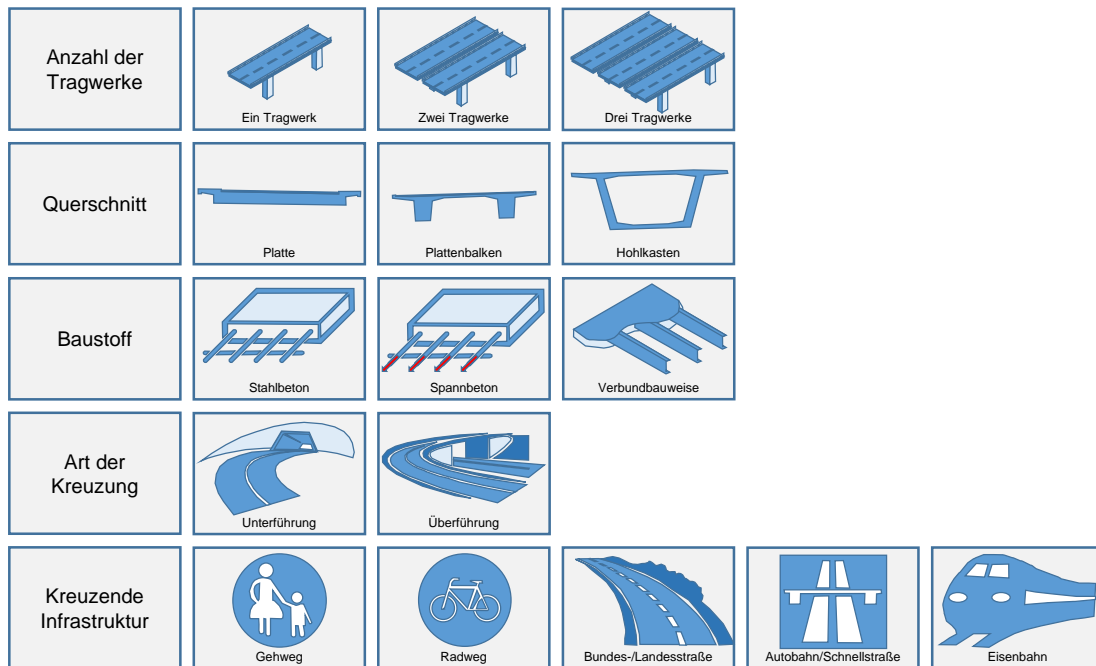


Abbildung 7-3 Morphologischer Kasten – Übersicht

²⁸³ Vgl. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/morphologischer-kasten-54455/version-277487>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

7.3 Objekt A2.38a – Brücke über die A2

Das Objekt A2.38a ist ein gekrümmtes Spannbetontragwerk in Form eines einzelligen Hohlkastens, welches unter Betrieb der A 2 Süd Autobahn errichtet wird und eine Stützweite von insgesamt 194,74 m aufweist. Zwei der fünf Brückenfelder überführen den Verkehrsweg. Das Brückenobjekt wird mit einem Tragwerk hergestellt und dient als Rampenbauwerk des Knotens Riegersdorf zur Verbindung der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße mit der A 2 Süd Autobahn in Fahrtrichtung Graz.²⁸⁴

Die Gründung der zwei Widerlager und der vier wandartigen Pfeiler erfolgt in Form einer Tiefgründung mit Großbohrpfählen. Beim Pfeiler, welcher zwischen den Richtungsfahrbahnen der A 2 Süd Autobahn errichtet wird, wird der Überbau mit dem Unterbau biegesteif verbunden. An den restlichen Auflagerpunkten bei den Widerlagern und Pfeilern wird der Überbau vom Unterbau durch Lagerkonstruktionen und Fahrbahnübergänge getrennt.²⁸⁵

Die Herstellung der Widerlager und Pfeiler erfolgt unter Berücksichtigung der geplanten Baustellenverkehrsführung und der dazugehörigen Baustellenabsicherung. Gleiches gilt für die Errichtung des dichten Lehr- und Schutzgerüsts (siehe Abbildung 7-4 oben), welches im Zuge von Vollsperrern der Autobahn aufgebaut wird. Das zum Einsatz kommende stationäre Lehrgerüst (Planung durch Auftragnehmer) mit Walzprofilträgern und Rüsttürmen ermöglicht die Freihaltung des Verkehrsweges unter dem Überbau während der Herstellung des Tragwerks und der Gesimskappen (Randbalken). Die Ausführung des Tragwerks erfolgt in mehreren Bauabschnitten, welche durch Koppelfugen getrennt werden. Im Brückenquerschnitt wird eine Längsarbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Steg angeordnet. Zum Ausbringen der Innenschalung des Hohlkastens sind temporäre Ausbringöffnungen in den Quer- und Endquerträger vorgesehen, die größtmäßig eingeschränkt sind und somit bei der Wahl der Innenschalung berücksichtigt werden müssen. Nach Fertigstellung der Arbeiten an Tragwerk und Gesimskappen (Fertigteilerandbalkenschürze mit Ortbetonergänzung) erfolgt der Abbau des Lehr- und Schutzgerüsts entsprechend der Verkehrsphasenplanung.²⁸⁶

Abbildung 7-4 zeigt ein Übersichtsfoto des Brückenobjekts während den Schalarbeiten am Bauabschnitt über der A 2 Südautobahn. In dieser Darstellung sind die Baustellenverkehrsführung sowie die Lage der Brücke zum bestehende Verkehrsweg deutlich erkennbar. Weiters ist der morphologische Kasten des Objekts A2.38a abgebildet, welcher die Hauptmerkmale übersichtlich darstellt.

²⁸⁴ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38a – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 2f

²⁸⁵ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38a – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 13ff

²⁸⁶ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38a – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 21ff

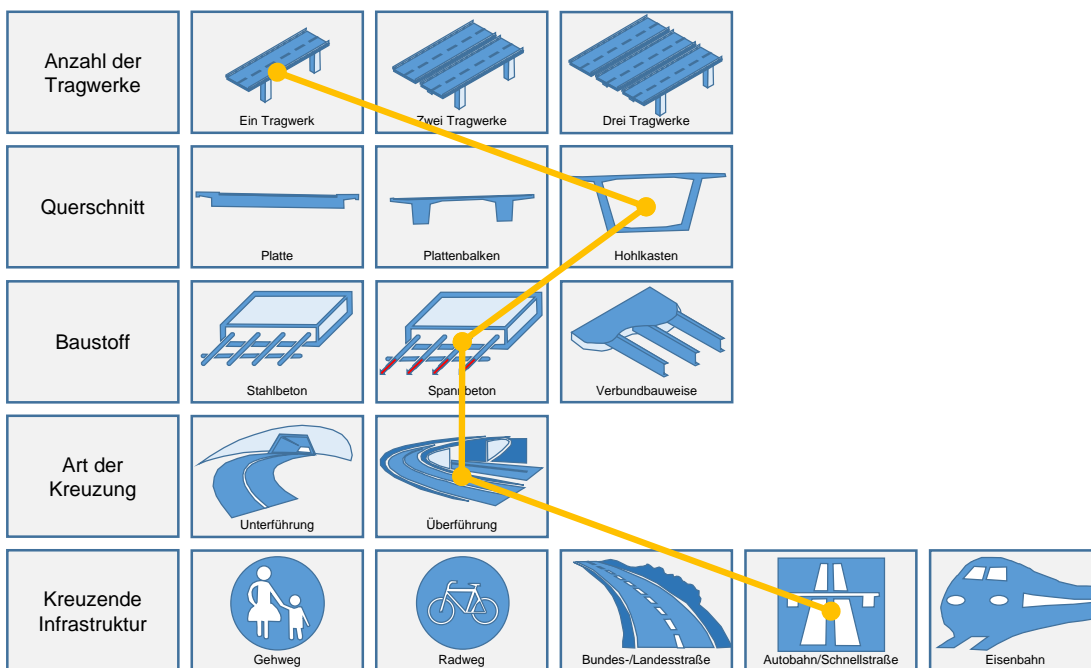


Abbildung 7-4 Morphologischer Kasten und Ansicht Objekt A2.38a²⁸⁷

²⁸⁷ Fotograf: RAUTAR, A.; Freigabe zur Verwendung der Aufnahme durch Projektleitung ASFİNAG

7.4 Objekt A2.38b – Brücke über die A2

Das Objekt A2.38b ist ein schiefer, gekrümmter und plattenförmiger Stahlbetonrahmen, der unter Betrieb der A 2 Süd Autobahn errichtet wird und eine Stützweite von insgesamt 48,53 m aufweist. Beide Brückenfelder des integralen (fugenlosen) Tragwerks überführen den Verkehrsweg. Das Brückenobjekt wird mit einem Tragwerk hergestellt und dient als Rampenbauwerk des Knotens Riegersdorf zur Verbindung der A 2 Süd Autobahn mit der S 7 Fürstenfelder Schnellstraße in Fahrtrichtung Ungarn.²⁸⁸

Die Gründung der zwei Widerlager und des wandartigen Pfeilers erfolgt in Form einer Tiefgründung mit Großbohrpfählen. Auf Grund der fugenlosen Herstellung des Tragwerks werden sowohl die Widerlager als auch der Pfeiler, der zwischen den Richtungsfahrbahnen der A 2 Süd Autobahn errichtet wird, biegesteif mit dem Überbau verbunden. Durch diese Bauweise entfallen die Lagerkonstruktionen und Fahrbahnübergänge des Bauwerks.²⁸⁹

Die Herstellung der Widerlager und des Pfeilers erfolgt unter Berücksichtigung der geplanten Baustellenverkehrsführung und der dazugehörigen Baustellenabsicherung. Gleiches gilt für die Errichtung des dichten Lehr- und Schutzgerüsts (siehe Abbildung 7-5 Mitte), welches im Zuge von Totalsperren der Autobahn aufgebaut wird. Das zum Einsatz kommende stationäre Lehrgerüst (Planung durch Auftragnehmer) mit Walzprofilträgern und Rüsttürmen ermöglicht die Freihaltung des Verkehrsweges unter dem Überbau während der Herstellung des Tragwerks und der Gesimskappen (Randbalken). Die Ausführung des Überbaus erfolgt in einem Guss ohne Bauabschnittsfuge in Brückenlängsrichtung. Nach Fertigstellung der Arbeiten an Tragwerk und Gesimskappen (Fertigteiltrandbalkenschürze mit Ortbetonergänzung) erfolgt der Abbau des Lehr- und Schutzgerüsts entsprechend der Verkehrsphasenplanung.²⁹⁰

Abbildung 7-5 zeigt sowohl ein Übersichtsfoto des Brückenobjekts als auch eine Detailaufnahme des dichten Lehr- und Schutzgerüsts über die A 2 Süd Autobahn. In diesen Darstellungen sind die Baustellenverkehrsführung sowie die Lage der Brücke zum bestehende Verkehrsweg deutlich erkennbar. Weiters ist der morphologische Kasten des Objekts A2.38b abgebildet, welcher die Hauptmerkmale übersichtlich darstellt.

²⁸⁸ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38b – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 2f

²⁸⁹ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38b – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 13ff

²⁹⁰ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38b – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 20f

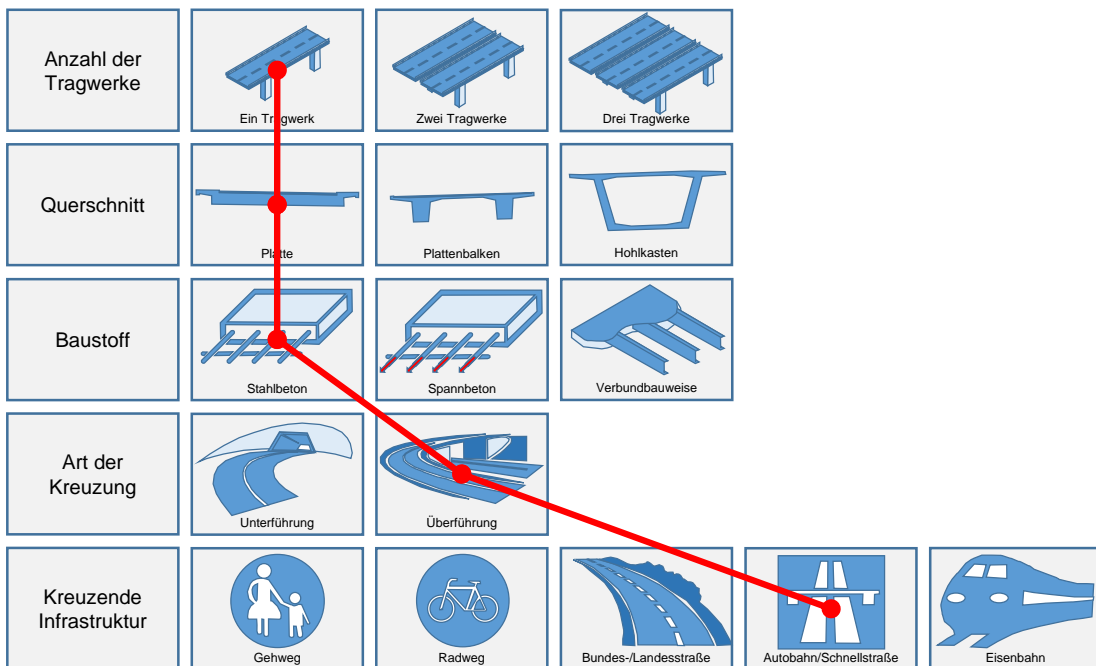


Abbildung 7-5 Morphologischer Kasten und Ansichten Objekt A2.38b²⁹¹

²⁹¹ Fotograf: RAUTAR, A.; Freigabe zur Verwendung der Aufnahmen durch Projektleitung ASFiNAG

7.5 Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB

Das Objekt S7.20 ist ein schiefes Spannbetontragwerk in Form eines zweizelligen Hohlkastens, welches unter Betrieb der nicht elektrifizierten ÖBB-Strecke Fehring – Friedberg errichtet wird. Die Stützweite des Brückenobjekts beträgt insgesamt 99,40 m, wobei die zwei getrennten Tragwerke der Richtungsfahrbahnen in Längsrichtung um etwa 14 m versetzt angeordnet werden. Je Tragwerk überführt ein Brückenfeld den Verkehrsweg. Das Brückenobjekt liegt im Bereich einer Anschlussstelle und weist auf Grund der Aufweitungen durch die Auf- und Abfahrtsrampen der Anschlussstelle eine überwiegend variable Breite auf. Die Hohlkastengeometrie der beiden Tragwerke kann konstant gehalten werden, da Abweichungen des Hohlkastens zum Tragwerksrand durch die variablen Kragplattenauskragungen ausgeglichen werden.²⁹²

Die Gründung der vier Widerlager und der vier wandartigen Pfeiler erfolgt in Form einer Tiefgründung mit Großbohrpfählen. Alle Pfeiler werden biegesteif mit dem jeweiligen Spannbetontragwerk verbunden. Die Lagerung des Überbaus gewährleisten Lagerkonstruktionen und Fahrbahnübergänge im Bereich der Widerlager.²⁹³

Die Errichtung der Widerlager, Pfeiler und Lehrgerüstfundamente erfolgt unter Einhaltung der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen für die Arbeiten in Gleisnähe. Für die Herstellung des Tragwerks wird ein Lehrgerüst über die gesamte Brückenlänge errichtet, welches im Bereich der Gleisanlage mit einem dichten Schalboden ausgeführt wird. Der Aufbau erfolgt in Abstimmung mit dem Bahnbetreiber und wird während einer Gleissperre durchgeführt. Das teilweise verschiebbare Lehrgerüst (Planung liegt der Ausschreibung bei) mit Walzprofilträgern und Rüsttürmen ermöglicht die Freihaltung des Verkehrsweges unter dem Überbau während der Herstellung des Tragwerks. Der verschiebbare Teil des Lehrgerüsts befindet sich lediglich im Bereich der Gleisanlage und wird nach der Herstellung des ersten Tragwerks durch einen Querverschub in die Position zur Herstellung des zweiten Tragwerks gebracht. Durch die versetzte Anordnung der Tragwerke kann das Lehrgerüst nicht über die gesamte Feldlänge querverschoben werden. Der Querverschub wird während einer Gleissperre durchgeführt und erfolgt auf Hilfsfundamenten, die parallel zur Bahntrasse angeordnet sind (siehe Abbildung 7-6 oben). Die restlichen Teile des Lehrgerüsts werden nach der Herstellung des ersten Tragwerks ausgebaut und beim zweiten Tragwerk wieder aufgebaut.²⁹⁴

²⁹² Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 9ff

²⁹³ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 13f

²⁹⁴ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 16ff
Vgl. KRATZER & PARTNER ZT GMBH: Technischer Bericht – Arbeits- und Schutzgerüst in Zusammenhang mit der Errichtung des Objektes S7.20 über die ÖBB. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFINAG). S. 3ff

Die Ausführung des Überbaus erfolgt ohne Koppelfugen. Im Brückenquerschnitt wird eine Längsarbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Steg angeordnet. Zum Ausbringen der Innenschalung des Hohlkastens sind temporäre Ausbringöffnungen in den Quer- und Endquerträgern vorgesehen, die größtmäßig eingeschränkt sind und somit bei der Wahl der Innenschalung berücksichtigt werden müssen. Nach Fertigstellung der Arbeiten am Tragwerk, erfolgt ein erneuter Querverschub des Lehrgerüsts im Bereich der Gleisanlage. In diesem Arbeitsschritt wird das Lehrgerüst unter dem fertiggestellten zweiten Tragwerk herausgezogen und ermöglicht einen raschen Abbau während einer Gleissperre.²⁹⁵

Die Gesimskappen (Randbalken) in Ortbetonbauweise werden nach dem Verschub bzw. dem Ausbau des Lehrgerüsts mit einem Gesimsschalwagen hergestellt. Dieser wird mit Sicherungsmaßnahmen (dichter Boden, Schutzwände, Fußwehre etc.) ausgestattet, welche ein Abstürzen von Material und Werkzeug auf die Gleisanlage verhindern.

Abbildung 7-6 zeigt sowohl ein Übersichtsfoto des Brückenobjekts als auch eine Detailaufnahme des dichten Lehr- und Schutzgerüsts des Tragwerks (Richtungsfahrbahn Ungarn). In diesen Darstellungen sind die versetzten Tragwerke, die Lehrgerüstfundamente sowie die Lage der Brücke zum bestehenden Verkehrsweg deutlich erkennbar. Weiters ist der morphologische Kasten des Objekts S7.20 abgebildet, welcher die Hauptmerkmale übersichtlich darstellt.

²⁹⁵ Vgl. LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFİNAG). S. 13
Vgl. KRATZER & PARTNER ZT GMBH: Technischer Bericht – Arbeits- und Schutzgerüst in Zusammenhang mit der Errichtung des Objektes S7.20 über die ÖBB. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFİNAG). S. 3ff

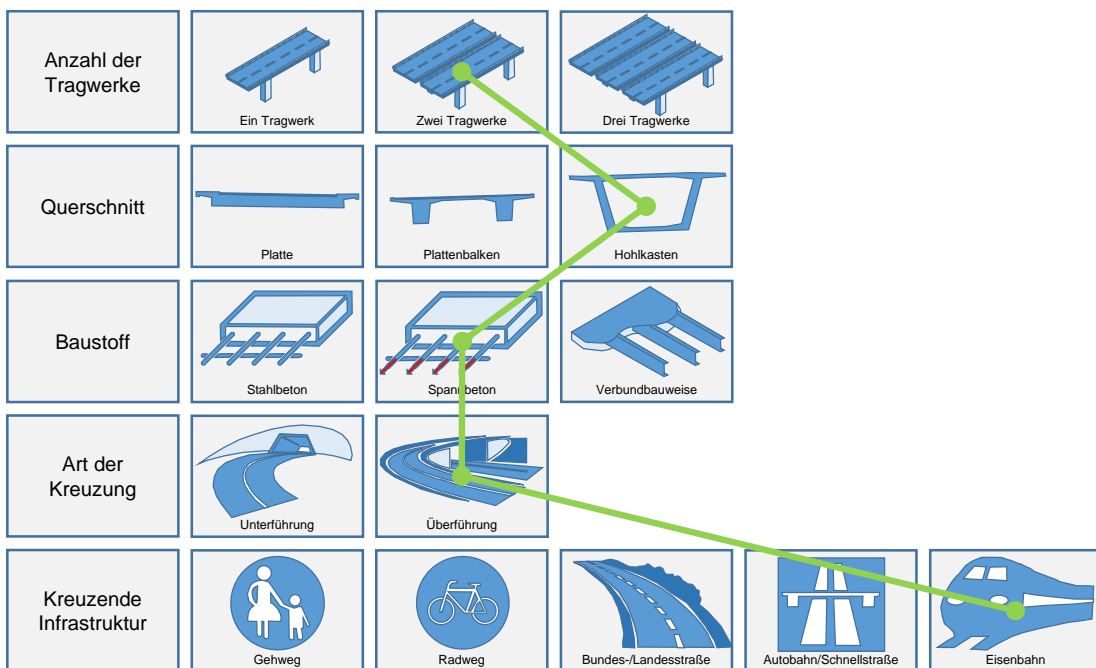


Abbildung 7-6 Morphologischer Kasten und Ansichten Objekt S7.20²⁹⁶

²⁹⁶ Fotografen: WALLNER, G. (Oben); ILLGOUTZ, R. (Mitte); Freigabe zur Verwendung der Aufnahmen durch Projektleitung ASFINAG

8 Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation

Der Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation ist ein Instrument, welches die Herausforderungen bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hervorhebt und einen systematischen Weg für die Angebotsbearbeitung vorgibt. Die Entwicklung des Workflows grenzt sich dahingehend ab, dass dieser aus einer neutralen Sichtweise für potenzielle Bieter entworfen wird und unternehmensspezifisch angepasst werden kann. Nach der erstmaligen Anwendung kann der Workflow ergänzt werden und dazu beitragen, implizites Wissen im Unternehmen bzw. innerhalb einer Bietergemeinschaft zu explizieren.

Im folgenden Kapitel wird auf die methodische Vorgehensweise der hermeneutischen Erkenntniserweiterung eingegangen, welche die Basis der Entwicklung des Workflows darstellt. Anschließend wird auf den Aufbau des Workflows, die Systematik zur Verwendung in der Praxis und die Checklisten eingegangen. Die Weiterentwicklungen nach vorangegangenen Brückenunfällen bilden den Abschluss dieses Kapitels.

8.1 Hermeneutische Erkenntniserweiterung

Für die Erstellung des Workflows kommt ein Zielentwicklungssystem in Form eines hermeneutischen Regelkreises zum Einsatz. Ausgangspunkt für die Anwendung dieser Methodik bildet ein Vorverständnis, welches durch Wissen, Erfahrung, Analysen oder Befragungen vorliegen kann. Durch analytische und empirische Untersuchungen findet eine Erkenntniserweiterung statt, die wiederum die Basis für ein adaptiertes Vorverständnis darstellt. Nach mehreren Durchläufen dieses Regelkreises kommt es zur Zielerreichung, welche unter Umständen wiederum den Anstoß für einen neuen hermeneutischen Regelkreis bilden kann.²⁹⁷

Konkret angewendet auf die vorliegende Masterarbeit wird das Vorverständnis des Autors durch mehrere Erkenntniserweiterungen ausgebaut und führt schließlich zur Zielerreichung in Form des Workflows für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation im Zuge der Angebotsbearbeitung aus Sicht des Bieters. Hauptsächlich kommt es im gegenständlichen Fall durch Literaturrecherchen und Gespräche mit Projektbeteiligten des Praxisbeispiels S 7 Fürstenfelder Schnellstraße zu den Erkenntniserweiterungen. Der Workflow ist damit das Ergebnis einer umfangreichen Literaturrecherche in Kombination mit ExpertInnenmeinungen der Auftragnehmer und des Auftraggebers des Praxisbeispiels. Abbildung 8-1 stellt das hermeneutische Regelkreismodell grafisch dar.

²⁹⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Relevante Faktoren für den Projekterfolg und deren Bedeutung. In: Tagungsband – 18. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Leistungsabweichungen in der Bauausführung und deren Auswirkungen auf die Projektziele. S. 60f

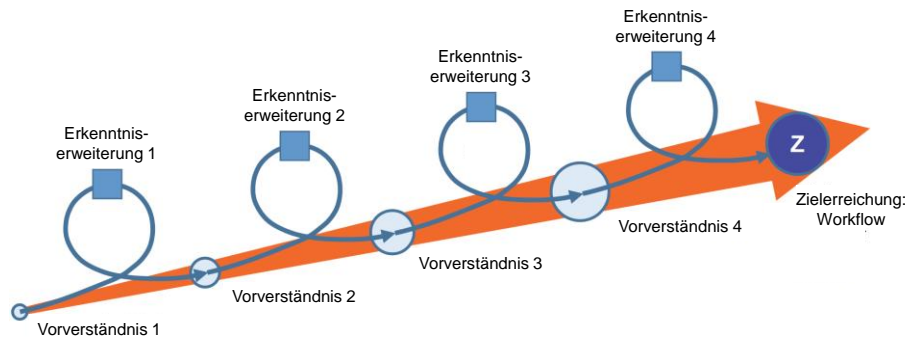


Abbildung 8-1 Entwicklung des Workflows anhand des hermeneutischen Regelkreises²⁹⁸

Vorverständnis 1:

Universitäre Ausbildung und Berufserfahrung des Autors

Erkenntniserweiterung 1:

Literaturrecherche

Vorverständnis 2:

Wissen zu Grundlagen von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten, Produktionssystem im Bauwesen, Arbeitsvorbereitung, Kalkulation, Brückenbau und Bauen unter Betrieb

Erkenntniserweiterung 2:

Erstgespräche mit Projektbeteiligten der ASFINAG und der Auftragnehmer des Praxisbeispiels S 7 Fürstenfelder Schnellstraße

Vorverständnis 3:

Wissen zu den Herausforderungen beim Bauen unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur und eigenständige Entwicklung eines Workflows mit Checklisten

Erkenntniserweiterung 3:

Besprechungen sowie Feedbackschleifen mit universitären Betreuern und anschließende Besprechung des Workflows mit Projektbeteiligten Runde 1

Vorverständnis 4:

Wissen zur Weiterentwicklung des Workflows

²⁹⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Relevante Faktoren für den Projekterfolg und deren Bedeutung. In: Tagungsband – 18. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Leistungsabweichungen in der Bauausführung und deren Auswirkungen auf die Projektziele. S. 61

Erkenntniserweiterung 4:

Besprechungen sowie Feedbackschleifen mit universitären Betreuern und anschließende Besprechung des Workflows mit Projektbeteiligten Runde 2

Zielerreichung:

Workflow mit Checklisten für die Angebotsbearbeitung

8.2 Aufbau und Systematik des Workflows

In den nachfolgenden Abschnitten werden neben dem Aufbau und den grundsätzlichen Elementen des Workflows auch die Systematik zur Verwendung in der Praxis sowie die einzelnen Checklisten beschrieben.

8.2.1 Elemente und Aufbau

Die grafischen Elemente des Workflows ermöglichen eine logische Abfolge der einzelnen Aufgaben im Prozess der Angebotsbearbeitung. Der Aufbau des Workflows besteht aus den Elementen in Abbildung 8-2, welche in Anlehnung an die Business Process Model and Notation (BPMN) individuell für die vorliegenden Masterarbeit angepasst werden.

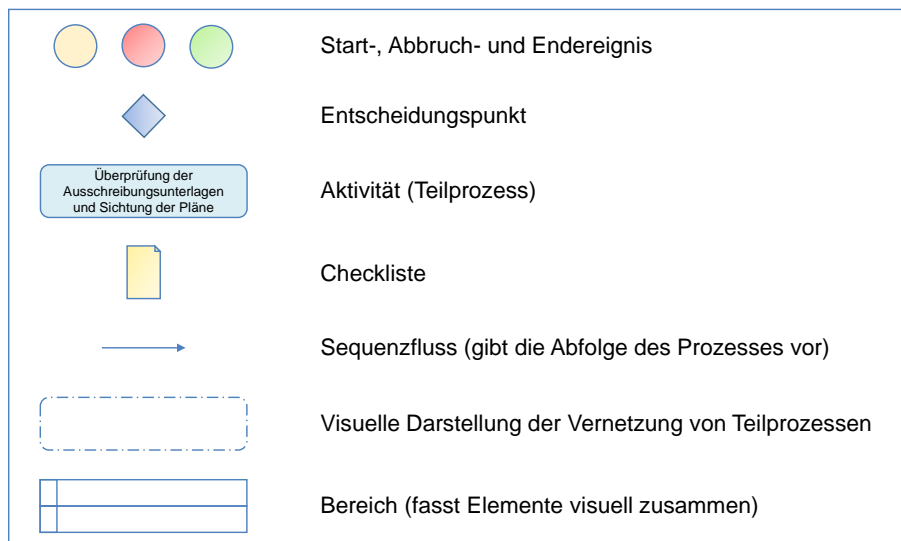


Abbildung 8-2 Elemente des Workflows

Ausgehend vom Erhalt der Ausschreibungsunterlagen als Startereignis und der Abfrage von vorhandenen Ressourcen im Unternehmen als grundlegendem Entscheidungspunkt für die Angebotsbearbeitung werden die Teilprozesse und Checklisten abgearbeitet (siehe Abbildung 8-3). Dabei geben die Sequenzflüsse die Abfolge des Gesamtprozesses vor. Da die Planungsmaßnahmen der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebots-

bearbeitung auf Grund der Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Maßnahmen als vernetzte Einheit betrachtet werden müssen, wird diese Vernetzung der Teilprozesse visuell dargestellt. Eine isolierte Betrachtungsweise der vorliegenden Planungsinstrumente oder eine Schwerpunktbildung auf eine der Maßnahmen würde zu einer Vernachlässigung von anderen führen und somit ungünstige Auswirkungen auf den Gesamtprozess der Arbeitsvorbereitung hervorrufen. Die fünf Bereiche (Grundsatzentscheidung, Prüfung der Ausschreibungsunterlagen, Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung, Kalkulation und Abschluss) gliedern den Workflow und fassen die Elemente des Gesamtprozesses zusammen.

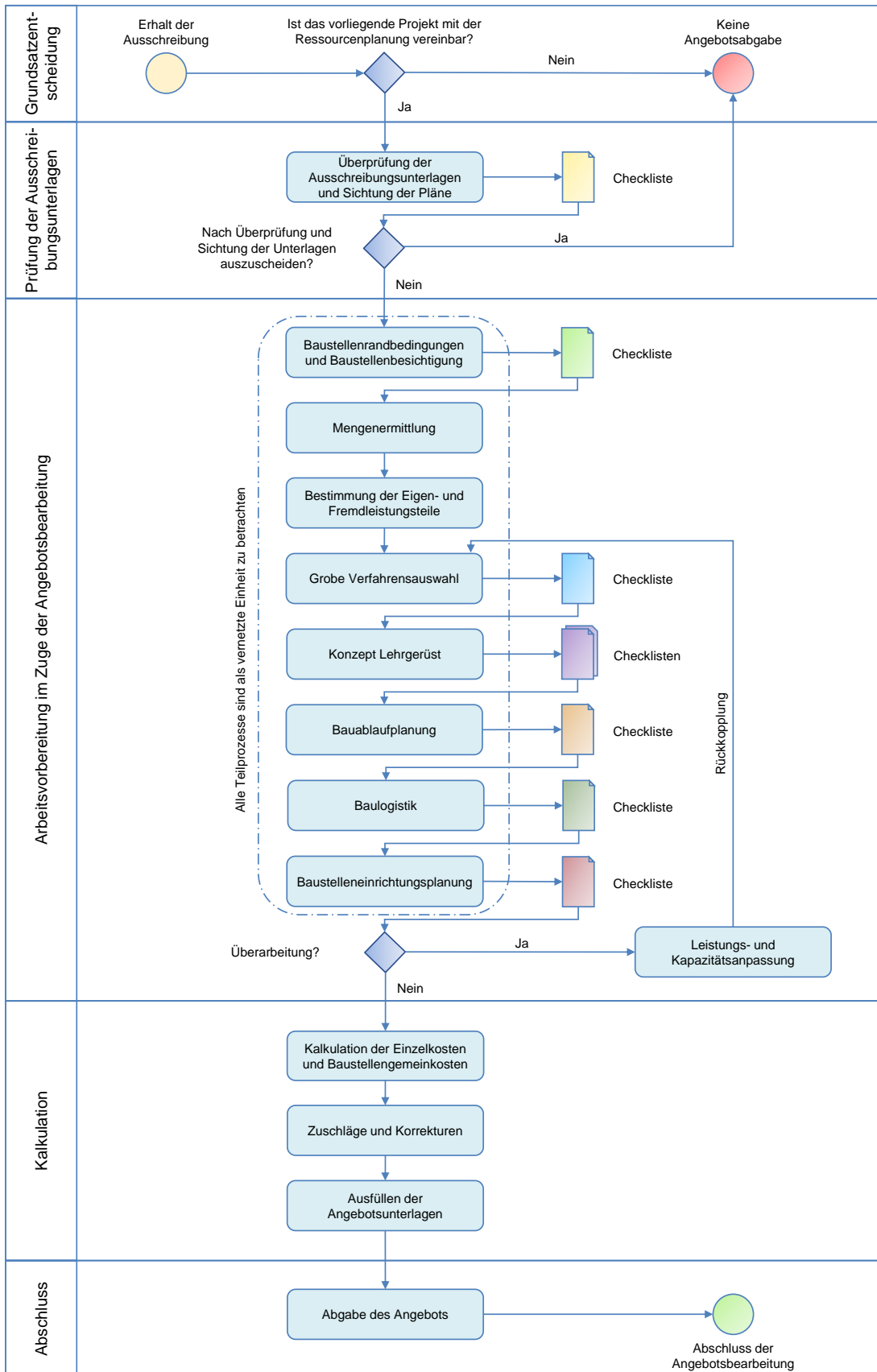


Abbildung 8-3 Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation

8.2.1.1 Grundsatzentscheidung

Die Grundsatzentscheidung zur Erstellung eines Angebots richtet sich nach mehreren Aspekten. Jedes Unternehmen sollte eine definierte Strategie verfolgen, welche die Vorauswahl von potenziellen Projekten erleichtert und in einem unternehmensbezogenen Strategieplan festgelegt ist. Darin wird grundsätzlich fixiert, welche Bausparten und Auftragsgrößen ein Unternehmen anstrebt. Zur Entscheidung über eine Angebotsabgabe werden zusätzlich folgende Faktoren miteinbezogen:²⁹⁹

- Möglicher Beitrag des Auftrages zum Gesamtumsatz des Unternehmens bzw. zum Umsatz eines Unternehmensbereichs
- Möglicher Beitrag des Auftrages zu den allgemeinen Geschäftskosten und dem Gewinn
- Anzunehmende Anforderungen an die finanziellen Ressourcen (Liquidität) des Unternehmens während der Ausführung
- Verfügbare Ressourcen des Unternehmens (Personal, Geräte, Material etc.)
- Chancen- und Risikomanagement

Diese unternehmensspezifischen Überlegungen werden im Workflow mit dem Entscheidungspunkt „Ist das vorliegende Projekt mit der Ressourcenplanung vereinbar?“ zusammengefasst. Sollte diese Grundsatzentscheidung mit „Nein“ beantwortet werden, erfolgt keine Angebotsabgabe und der Prozess wird abgebrochen.

8.2.1.2 Prüfung der Ausschreibungsunterlagen

Besteht nach der Grundsatzentscheidung weiterhin ein Interesse des Unternehmens am Projekt, erfolgt eine Prüfung der Ausschreibungsunterlagen. Insbesondere werden dabei folgende Faktoren von potenziellen Bietern genauer betrachtet:

- Auftraggeber
- Angaben zur Vertragsgestaltung
- Art, Form und Komplexität des Bauvorhabens
- Geografische Lage des Bauvorhabens

Für den Teilprozess innerhalb dieses Bereichs weist der Workflow eine spezifische Checkliste (Details siehe Abschnitt 8.2.3.1) auf. Diese unterstützt die Prüfung der Ausschreibungsunterlagen und Pläne bei Stahlbe-

²⁹⁹ Vgl. JACOB, D.; STUHR, C.; WINTER, C.: Grundlagen der Kalkulation. In: Kalkulieren im Ingenieurbau. S. 50

ton- und Spannbetonbrücken aus Ortbeton, welche unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hergestellt werden müssen. Nach der Überprüfung und Sichtung der Unterlagen mit Hilfe der Checkliste, besteht nochmals die Möglichkeit, den Prozess abubrechen und es erfolgt keine Angebotsabgabe. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Abbruch der Angebotsbearbeitung noch wirtschaftlich vertretbar, da noch keine erheblichen Zeit- und Kostenaufwände für den Bieter entstanden sind.

Gibt die Überprüfung und Sichtung der Unterlagen keinen Anlass zum Ausscheiden des Angebots, wird der Prozess fortgesetzt und es erfolgt die Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung.

8.2.1.3 Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung

Der inhaltliche Schwerpunkt des Workflows richtet sich auf den Bereich der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung. Mit Hilfe von mehreren Teilprozessen werden Randbedingungen des Bauvorhabens sowie Tätigkeiten, welche im Rahmen der Bauausführung zu erledigen sind, analysiert und bilden die Grundlage für die anschließende Kalkulation. Wie bereits erwähnt, sind die Teilprozesse in diesem Bereich auf Grund der Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Maßnahmen als vernetzte Einheit zu betrachten.

Trotz der vernetzten Betrachtung wird eine systematische Abfolge definiert, welche mit der Abklärung von Baustellenrandbedingungen und einer Baustellenbesichtigung vor Ort beginnt. Anschließend erfolgt die Mengenermittlung anhand der vorliegenden Pläne, welche notwendig ist, da die Mengenangaben in den Leistungsverzeichnissen erheblich von den auszuführenden Mengen abweichen können. Weiters wird eine unternehmensspezifische Bestimmung der Eigen- und Fremdleistungsteile für das vorliegende Bauvorhaben durchgeführt.

Für die Planungsmaßnahmen der Arbeitsvorbereitung (siehe auch Abschnitt 3.1.2) werden die Herausforderungen in Checklisten festgehalten. Somit erfolgt die Betrachtung des ausgeschriebenen Bauvorhabens im Zuge der groben Verfahrensauswahl, der Überlegungen zum Konzept für das Lehrgerüst, der Bauablaufplanung, der Baulegistik und der Baustelleneinrichtungsplanung. Werden nach dem erstmaligen Durchlauf der Teilprozesse die unternehmensspezifischen Projektziele betreffend Qualität, Zeit und Kosten nicht erreicht, ist eine Überarbeitung in Form von Leistungs- und Kapazitätsanpassungen (veränderte Verfahrensauswahl, Anzahl an Arbeitskräften etc.) vorzunehmen. Diese Rückkopplung kann so lange wiederholt werden, bis die Projektziele, welche Einfluss auf die Kalkulation haben, erreicht sind (Beantwortung des Entscheidungspunktes mit „Nein“).

Durch die Betrachtung der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung entfallen die Planungsmaßnahmen des SOLL-IST-Vergleichs (siehe Abschnitt 3.1.2.5) und der Arbeitskalkulation (siehe Abschnitt 3.2.2.3), da diese erst in den Phasen der Arbeitsvorbereitung nach dem Zuschlag angewendet werden.

Generell kann der Bereich der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung als Grobplanung (siehe Abschnitt 3.1.2.2) angesehen werden. Die Überlegungen aus dieser Grobplanung fließen in die Detailplanungen im Zuge der Arbeitsvorbereitung nach dem Zuschlag und in die Realisierungsphase ein. Dieser Bereich trägt somit dazu bei, eine Effektivitätssteigerung in allen Phasen der Arbeitsvorbereitung zu erreichen.

8.2.1.4 Kalkulation

Aus den Überlegungen der Arbeitsvorbereitung gehen die gewählten Produktionsverfahren sowie Art und Umfang der zur Herstellung eines Bauwerks benötigten Produktionsfaktoren hervor. Diese bilden die Grundlage für die Kalkulation des ausgeschriebenen Bauvorhabens. Ziel dieses Bereichs ist es, die voraussichtlich entstehenden Herstellkosten genau zu ermitteln und ein Angebot auszuarbeiten, welches zum Auftrag führt.

Die Preisermittlung erfolgt in Form einer Zuschlagskalkulation, bei welcher im ersten Teilprozess die Einzelkosten und Baustellengemeinkosten kalkuliert werden (siehe auch Abschnitt 3.2.3). Diese Kosten werden als Zuschlagsträger bezeichnet und bekommen in der Preisermittlung den Gesamtzuschlag zugerechnet, welcher sich aus Zuschlägen für Geschäftsgemeinkosten, Finanzierungskosten, Wagnis und Gewinn zusammensetzt. Nach etwaigen Korrekturen erfolgt das Ausfüllen der Angebotsunterlagen und der Abschluss der Teilprozesse in diesem Bereich des Workflows.

Der Bereich der Kalkulation wird bewusst nicht ausführlicher betrachtet, da sich die Einflüsse auf die Kalkulation aus den Erkenntnissen der ausgefüllten Checklisten ergeben und somit die Grundlage für die Berechnungsaufgaben bilden. Wichtig ist es hierbei zu unterstreichen, dass die unternehmerische Kalkulationsfreiheit durch den Workflow nicht beeinflusst, sondern neutral unterstützt wird.

8.2.1.5 Abschluss

Den Abschluss des Workflows bildet die Abgabe des Angebots. In diesem Teilprozess werden die ausgefüllten Angebotsunterlagen entsprechend der einzuhaltenden Fristen beim Auftraggeber abgegeben und es erfolgt der Abschluss der Angebotsbearbeitung seitens des Bieters als Endereignis des Workflows.

Nach der Abgabe des Angebots erfolgt die Prüfung durch den Auftraggeber, welcher sicherstellt, dass die Unterlagen formal richtig ausgefüllt und unterzeichnet wurden. Nach Sichtung aller eingegangenen Angebote der Bieter und dem Vergleich der kalkulierten Positionspreise, geht unter Berücksichtigung des Bundesvergabegesetzes (BVerG) ein Bieter als Bestbieter und damit als Auftragnehmer für das ausgeschriebene Bauvorhaben hervor.³⁰⁰

8.2.2 Systematik

Die Systematik zur Verwendung des Workflows in der Praxis folgt der logischen Abfolge von einzelnen Elementen. In Abbildung 8-4 ist beispielhaft der Weg durch den Workflow dargestellt. Beginnend mit dem Erhalt der Ausschreibung als Starterereignis, folgt der grün dargestellte Weg dem Sequenzfluss zum Entscheidungspunkt, bei welchem die vorhandenen Ressourcen im Unternehmen abgefragt werden. Wird dieser Punkt mit „Ja“ beantwortet, erfolgt der Übergang in den nächsten Bereich. Ist das vorliegende Projekt nicht mit der Ressourcenplanung vereinbar, wird dieser Punkt mit „Nein“ beantwortet und es erfolgt keine Angebotsabgabe (rot dargestellter Weg).

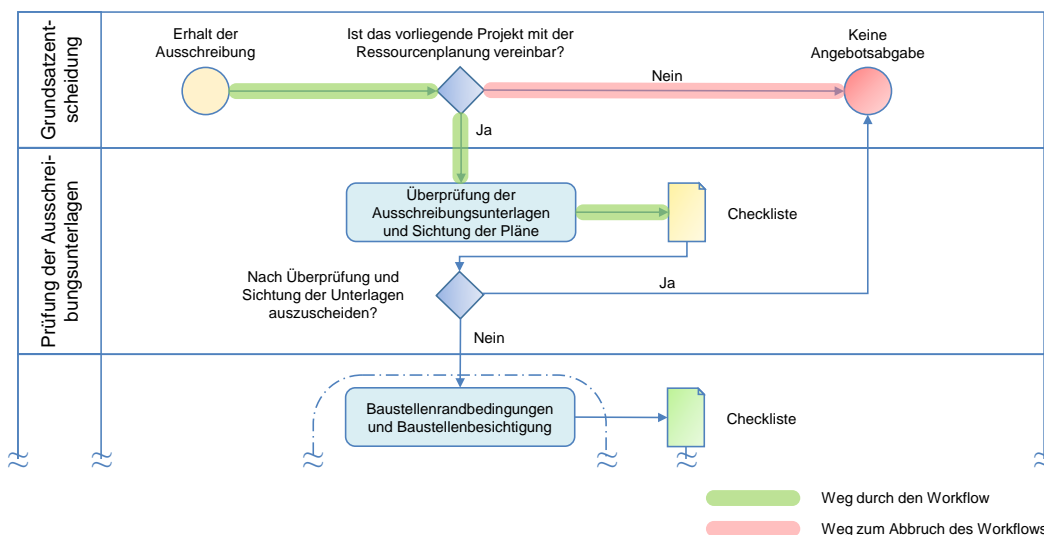


Abbildung 8-4 Systematischer Weg durch den Workflow – Teil 1

³⁰⁰ Vgl. JACOB, D.; STUHR, C.; WINTER, C.: Grundlagen der Kalkulation. In: Kalkulieren im Ingenieurbau. S. 63f

Für den Teilprozess, in welchem die Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen und die Sichtung der vorliegenden Pläne erfolgt, ist im Workflow eine Checkliste vorgesehen. Diese wird auf einer eigenen Seite der aneinandergereihten Dokumente (Workflow inkl. Checklisten siehe Anhang A.1) dargestellt. Somit erfolgt zu diesem Zeitpunkt ein Wechsel vom Deckblatt, auf dem der gesamte Workflow abgebildet ist (siehe Abbildung 8-3), zur ersten Checkliste. Die farbliche Gestaltung der Checklisten und die fortlaufenden Teilprozesse am linken Rand schaffen eine übersichtliche Darstellung und unterstützen das systematische Vorgehen des/der Anwenders/Anwenderin. Während der jeweilige Teilprozess zur vorliegenden Checkliste farblich markiert ist, sind die restlichen Teilprozesse grau hinterlegt. In Abbildung 8-5 ist beispielhaft ein Ausschnitt der Checkliste für die Anwendung beim Objekt S7.20 dargestellt. Das Vorgehen zum Ausfüllen der Checkliste erfolgt nach dem Prinzip des morphologischen Kastens (siehe Abschnitt 7.2). Diese Darstellungsform ermöglicht ein systematisches Vorgehen und kann durch den Einsatz von verschiedenen Farben auch zum Vergleich der Herausforderungen von zwei oder mehreren Brückenobjekten verwendet werden.

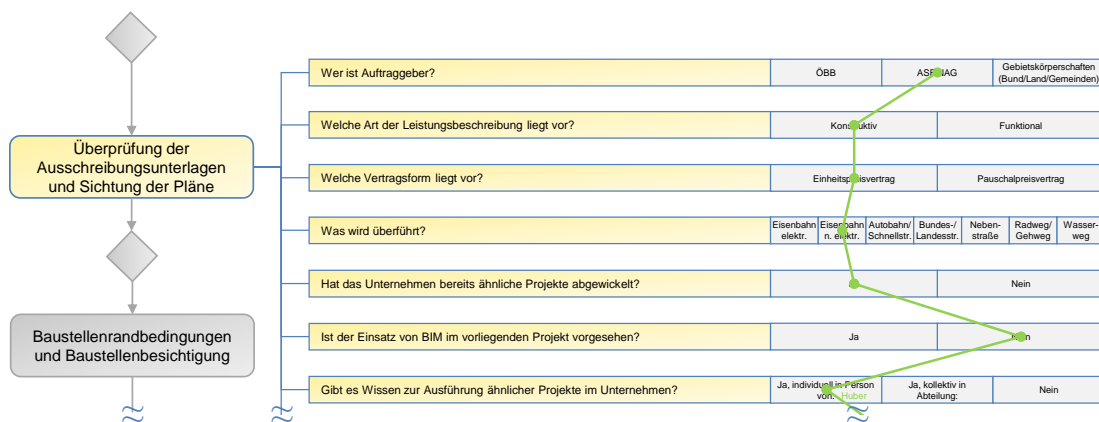


Abbildung 8-5 Systematischer Weg durch die Checklisten

Teilweise sind in den Checklisten Fragestellungen formuliert, welche die Beantwortung durch einen Freitext notwendig machen. Beispielhaft wird im vorliegenden Ausschnitt der Checkliste (siehe Abbildung 8-5) das Wissen zu ähnlichen Projekten im Unternehmen abgefragt. Diese Fragestellung kann durch das Ausfüllen des Namens einer Person (z.B. Herr/Frau Huber) oder der Angabe einer Abteilung (z.B. Brückenbau, Ingenieurtiefbau) beantwortet werden. Ist kein Wissen zu ähnlichen Projekten vorhanden, wird diese Fragestellung mit „Nein“ beantwortet. Das System zum Ausfüllen der Checklisten ist darauf ausgelegt, dass diese mit der Bearbeitungsfunktion (Linien, Freitext etc.) eines PDF-Programms bearbeitet werden können. Alternativ können die aneinandergereihten Dokumente (Workflow inkl. Checklisten) auch ausgedruckt und händisch bearbeitet werden.

Zum Abschluss der demonstrativen Erläuterungen zur Systematik, ist in Abbildung 8-6 das weitere Vorgehen nach Abschluss der ersten Checkliste dargestellt. Dazu wechselt der/die Anwender/Anwenderin zurück zum Deckblatt und folgt dem Sequenzfluss zum nächsten Entscheidungspunkt. An dieser Stelle kann der Prozess der Angebotsbearbeitung nochmals abgebrochen werden, wenn Erkenntnisse aus der Checkliste dies notwendig machen. Ansonsten wird der Prozess fortgesetzt und es erfolgt die Bearbeitung der Teilprozesse im Bereich der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung. Das weitere Vorgehen erfolgt analog zu den vorangegangenen Ausführungen.

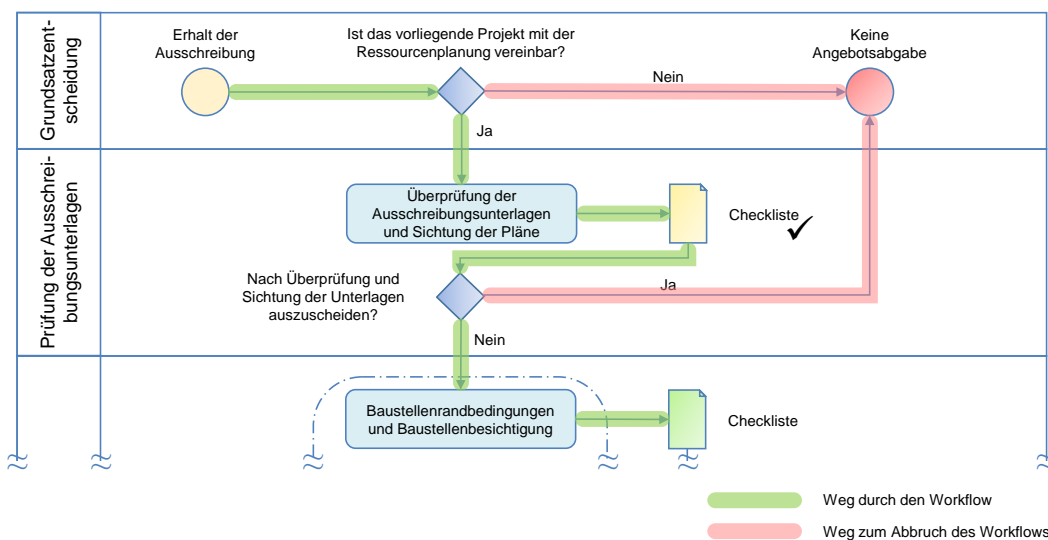


Abbildung 8-6 Systematischer Weg durch den Workflow – Teil 2

8.2.3 Checklisten

In den nachfolgenden Abschnitten wird näher auf die vorliegenden Checklisten eingegangen. Zum Detaillierungsgrad der Checklisten sei an dieser Stelle erwähnt, dass manche Fragestellungen für die Phase der Angebotsbearbeitung einen sehr hohen Detaillierungsgrad aufweisen. Dennoch sind diese Fragestellungen berechtigt, da sich die Herausforderungen auf die Kalkulation des Angebots auswirken. Weiters ist es möglich, die Überlegungen in die Detailplanungen im Zuge der Arbeitsvorbereitung nach dem Zuschlag und während der Realisierungsphase einfließen zu lassen. Nach der erstmaligen Anwendung können die Checklisten individuell erweitert oder gekürzt werden.

8.2.3.1 Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen und Sichtung der Pläne

Die in Abbildung 8-7 dargestellte Checkliste zur Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen und Sichtung der Pläne befasst sich neben Fragestellungen zum Auftraggeber und zur Vertragsgestaltung auch mit der Art, Form und Komplexität des Bauvorhabens. Weiters wird darin auf die geografische Lage, eventuelle Rohstoffgewinnungs- oder Rohstoffverarbeitungsanlagen des Unternehmens in Baustellennähe und die Notwendigkeit zur Bildung einer Bietergemeinschaft eingegangen.

Es erfolgt sowohl die Plausibilitätskontrolle der vorgegebenen Bauzeit und der einzuhaltenden Termine für eventuelle Straßen- und Gleissperren als auch die Abklärung von Randbedingungen des herzustellenden Brückenobjekts. Somit werden mit Hilfe dieser Checkliste Informationen über den Brückenquerschnitt, die Anzahl der Tragwerke und deren Lage zum Verkehrsweg abgefragt und festgehalten.

Die Fragestellungen in dieser Checkliste zeigen dem potenziellen Bieter wichtige Grundlagen des ausgeschriebenen Bauvorhabens auf und erleichtern die Entscheidung, ob mit der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung begonnen werden kann/soll. Andernfalls kann die Bearbeitung abgebrochen werden und es erfolgt keine Angebotsabgabe.

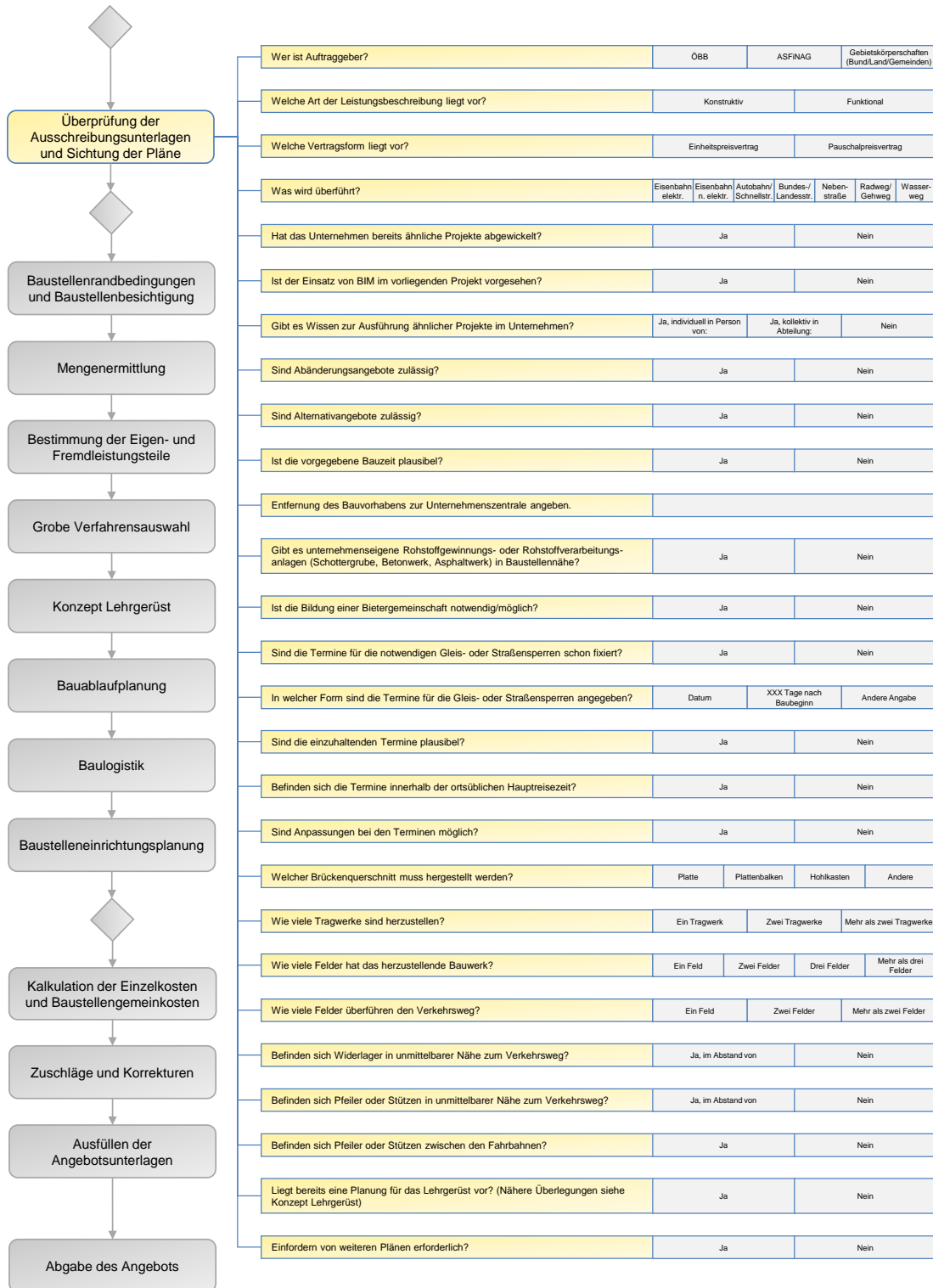


Abbildung 8-7 Checkliste – Überprüfung der Ausschreibungsunterlagen und Sichtung der Pläne

8.2.3.2 Baustellenrandbedingungen und Baustellenbesichtigung

Die in Abbildung 8-8 dargestellte Checkliste befasst sich mit der Klärung von Baustellenrandbedingungen und fasst Erkenntnisse einer Baustellenbesichtigung zusammen. Dazu werden neben den vorhandenen verkehrstechnischen Gutachten und den Verkehrsführungsplänen auch die Umfeld- und Umweltbedingungen des Bauvorhabens einer Begutachtung unterzogen. Weiters liegen Fragestellungen zur Erschließung des Baufelds und den Möglichkeiten zur Querung des Verkehrsweges vor.

Die Auswirkungen von eventuellen Witterungseinflüssen auf den Baubetrieb und der Zustand des vorliegenden Baugrundes werden mit dieser Checkliste ebenso aufgezeigt, wie die Einflüsse aus eventuellen Maßnahmen zur Umweltverträglichkeit des Bauvorhabens. Den Abschluss bildet die Abklärung von möglichen Altlasten am Baufeld und die Einschätzung zu eventuellen Kampfmitteln im anstehenden Boden.

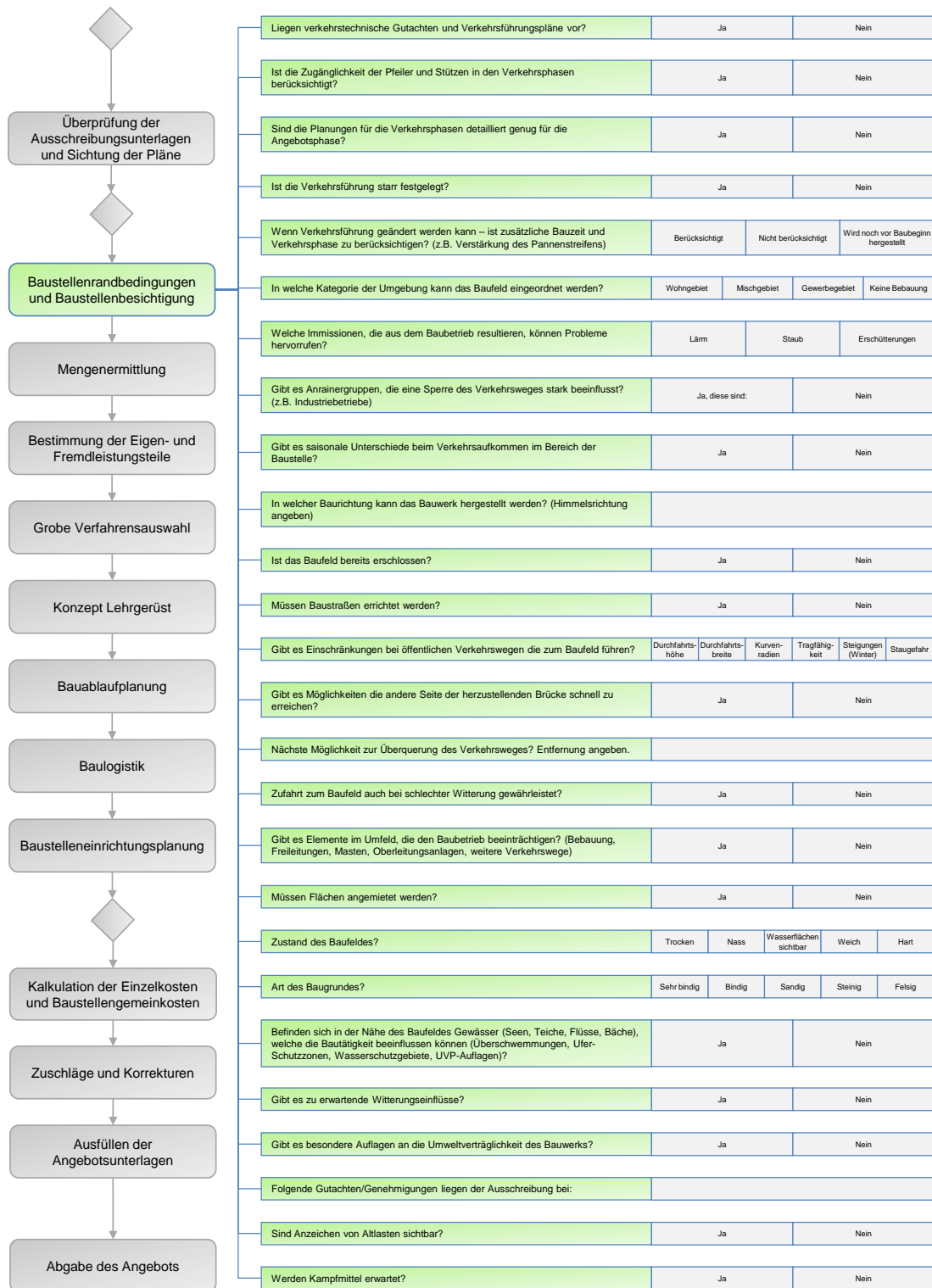


Abbildung 8-8 Checkliste – Baustellenrandbedingungen und Baustellenbesichtigung

8.2.3.3 Grobe Verfahrensauswahl

In Abbildung 8-9 ist die Checkliste zur groben Verfahrensauswahl für die Herstellung des ausgeschriebenen Brückenobjekts dargestellt. Diese zentrale Planungsmaßnahme der Arbeitsvorbereitung ist erforderlich, da bei der Ausführung des geplanten Bauwerks verschiedene Bauverfahren zum Einsatz kommen können, mit welchen das gleiche Bau-SOLL (z.B. Qualität) erzielt werden kann.

In dieser Checkliste folgen die Fragestellungen dem Herstellungsprozess des Brückenobjekts. Ausgehend von den möglichen bzw. herzustellenden Gründungsmaßnahmen über die Herstellung des Unterbaus bis zur Fertigung des Überbaus, wird die Verfahrensauswahl des potenziellen Bieters unterstützt. Dazu erfolgt auch die Abfrage von erprobten Schalungslösungen für den Unter- und Überbau. Obwohl im Zuge dieser Masterarbeit ausschließlich auf Schalungslösungen für den Überbau in Form von Lehrgerüsten eingegangen wird, kann es beispielsweise unternehmensspezifisch erprobte Schalungslösungen für die Innenschalung des Hohlkastens geben. Weiters wird auf die Berücksichtigung der Maße von temporären Ausbringöffnungen in den Quer- und Endquerträgern für die Auswahl der Innenschalung hingewiesen.

Neben eventuellen Taktvorgaben und Sichtbetonanforderungen des herzustellenden Bauwerks wird auch auf die Lage der möglichen Koppelfugen eingegangen. Die Lage und Anzahl der Koppelfugen kann sich auf die Vorhaltemenge von Schalungs- und Rüsttechnik auswirken und ist deshalb in der Kalkulation zu berücksichtigen. Weiters sind Randbedingungen, wie die Auswirkungen der Koppelfugenaufhängungen auf das Tragwerk und das einzuhaltende Lichtraumprofil zu beachten.

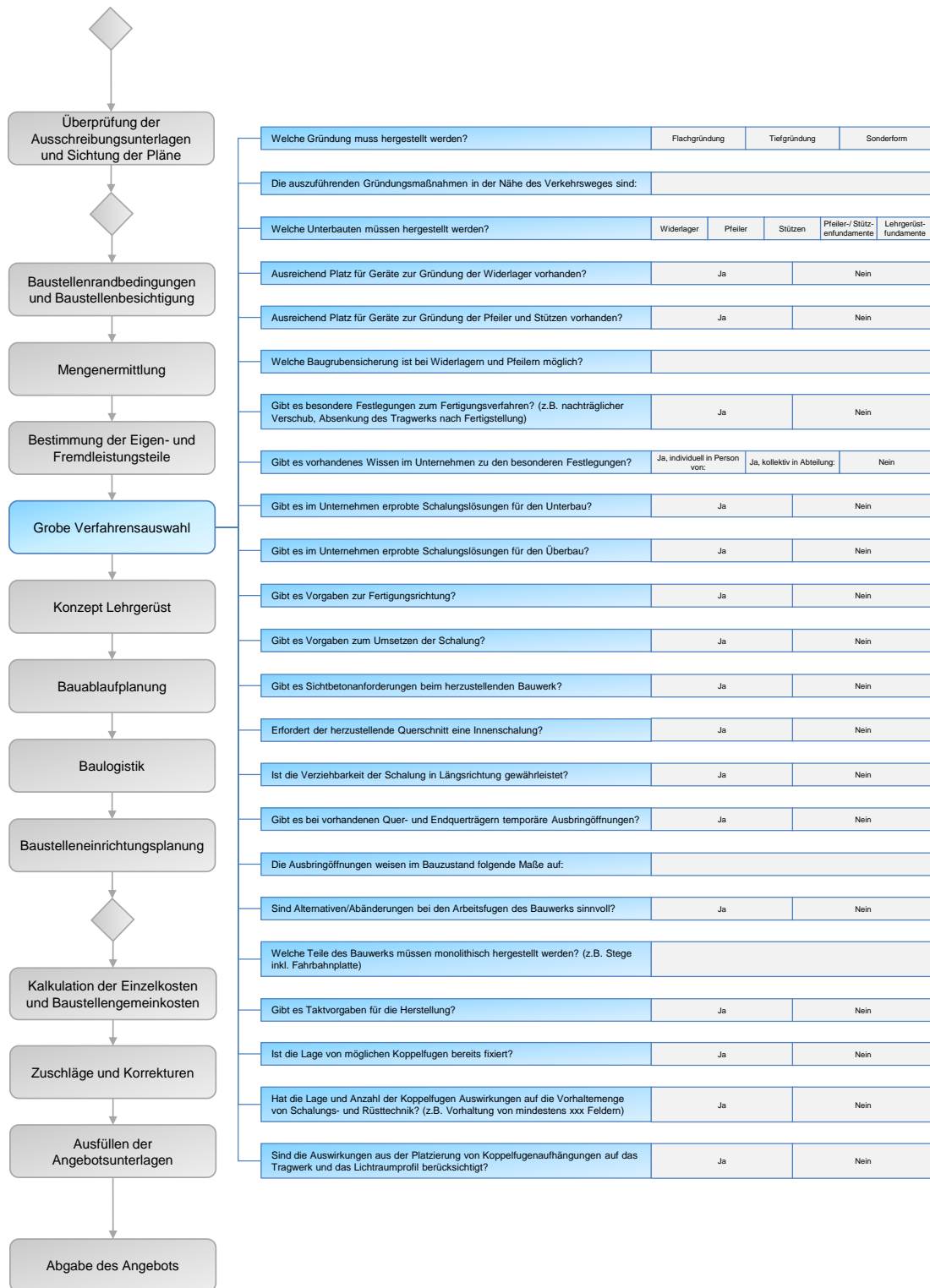


Abbildung 8-9 Checkliste – Grobe Verfahrensauswahl

8.2.3.4 Konzept Lehrgerüst

Der Teilprozess zur Ausarbeitung eines Konzepts für das Lehrgerüst weist zwei Checklisten auf. Diese Überlegung ergibt sich aus den vorliegenden Ausschreibungsunterlagen des Praxisbeispiels S 7 Fürstenfelder Schnellstraße. Während bei den Brückenobjekten A2.38a und A2.38b in den Ausschreibungsunterlagen keine Lehrgerüstplanung vorhanden ist, liegt jenen des Brückenobjekts S7.20 eine Lehrgerüstplanung bei. Diese wird vom Auftraggeber vorab veranlasst und beigelegt. Die Gründe für die unterschiedlichen Ausschreibungsunterlagen werden im Abschnitt 8.3 näher erläutert. Demzufolge ist die Ausarbeitung von zwei Checklisten notwendig, da es zu unterschiedlichen Herausforderungen kommt. Wichtig ist es hierbei zu erwähnen, dass alle Fragestellungen der Checkliste „Lehrgerüstplanung von AG zur Verfügung gestellt“ auch in der Checkliste „Lehrgerüstplanung von AN zu erstellen“ vorkommen.

In beiden Checklisten wird die Notwendigkeit einer Vergleichsrechnung durch einen/eine weiteren/weitere Prüfstatiker/Prüfstatikerin abgefragt. Diese Sicherungsmaßnahme kann bei der Herstellung von Lehrgerüsten zum Bau von Ort betonbrücken vom Auftraggeber eingefordert werden (siehe Abschnitt 8.3).

Lehrgerüstplanung von AG zur Verfügung gestellt

Die in Abbildung 8-11 dargestellte Checkliste ermöglicht eine Analyse der bereits vorliegenden Lehrgerüstplanung, welche vom AG zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe der Fragestellungen werden Randbedingungen zur Gründung und zum Aufbau des Lehrgerüsts abgeklärt sowie die vorliegenden Pläne auf ihre Vollständigkeit überprüft. Weiters muss der potenzielle Bieter prüfen, ob das Lichtraumprofil des Verkehrsweges mit dem vorgeschlagenen Lehrgerüst in allen Bauzuständen eingehalten werden kann. Diese Randbedingungen werden zwar schon in der Planung berücksichtigt, jedoch könnten sich erprobte Überbauschalungslösungen des Unternehmens auf den Lichtraum auswirken. Zu diesem Zweck ist auch ein Abgleich der Bestandsvermessung mit den Maßen aus der Lehrgerüstplanung notwendig.

Die weiteren Fragestellungen beschäftigen sich mit Sicherheitsaspekten (genügend Platz für Absturzsicherungen und Fußwehre eingeplant) sowie mit Angaben zu möglichen Quer- oder Längsverschieben des Lehrgerüsts. All diese Aspekte haben Auswirkungen auf die Kalkulation des potenziellen Bieters und sind daher auch bei einer bereits vorliegenden Lehrgerüstplanung zu überprüfen.

Lehrgerüstplanung von AN zu erstellen

Die in Abbildung 8-12 dargestellte Checkliste unterstreicht die Herausforderungen, wenn der Ausschreibung keine Lehrgerüstplanung beigelegt wird. Der potenzielle Bieter wird im Titel der Checkliste als AN geführt, da diese Bezeichnung („Planung AN-Bau“) auch in den Ausschreibungsunterlagen des Praxisbeispiels verwendet wird.

Beginnend mit der Überprüfung von vorhandenen Plänen des herzustellenden Bauwerks, wird die Notwendigkeit der Einforderung von weiteren Plänen abgeschätzt. Die vorliegenden Informationen zum einzuhaltenden Lichtraumprofil müssen vom potenziellen Bieter in die Auswahl der Lehrgerüstträger einfließen, um den Lichtraum in allen Bauzuständen freihalten zu können. Zur Unterstützung wird dabei die Bestandsvermessung des vorhandenen Verkehrsweges herangezogen.

In dieser Checkliste folgen die weiteren Fragen dem Herstellungsprozess des Lehrgerüsts. Ausgehend von den möglichen Gründungsmaßnahmen für die Lehrgerüstfundamente und dem Schutz der Lehrgerüstkomponenten (Fundamente, Rüststützen/Rüsttürme) gegenüber dem fließenden Verkehr, wird der mögliche Einsatz von Durchsteckträgern abgefragt. Sieht das Konzept des Lehrgerüsts den Einsatz von Durchsteckträgern bei den Pfeilern vor, ist dies mit den zuständigen PlanerInnen abzuklären, da bei den Pfeilern eine Schwächung des Querschnitts vorgenommen werden muss und erhöhte Flächenpressungen auftreten (siehe Abbildung 8-10).



Abbildung 8-10 Durchsteckträger bei Mittelpfeiler zwischen Fahrbahnen³⁰¹

³⁰¹ Fotograf: ILLGOUTZ, R.

Die weiteren Fragestellungen beschäftigen sich, analog zur Checkliste „Lehrgerüstplanung von AG zur Verfügung gestellt“, mit der Überprüfung von Sicherheitsaspekten und Überlegungen zum mehrmaligen Einsatz von Schalungs- und Rüstmaterial (z.B. durch Quer- oder Längsverschub). Weiters wird nochmals auf die Auswirkungen der Vorhaltemenge von Schalungs- und Rüsttechnik auf die Kalkulation hingewiesen.

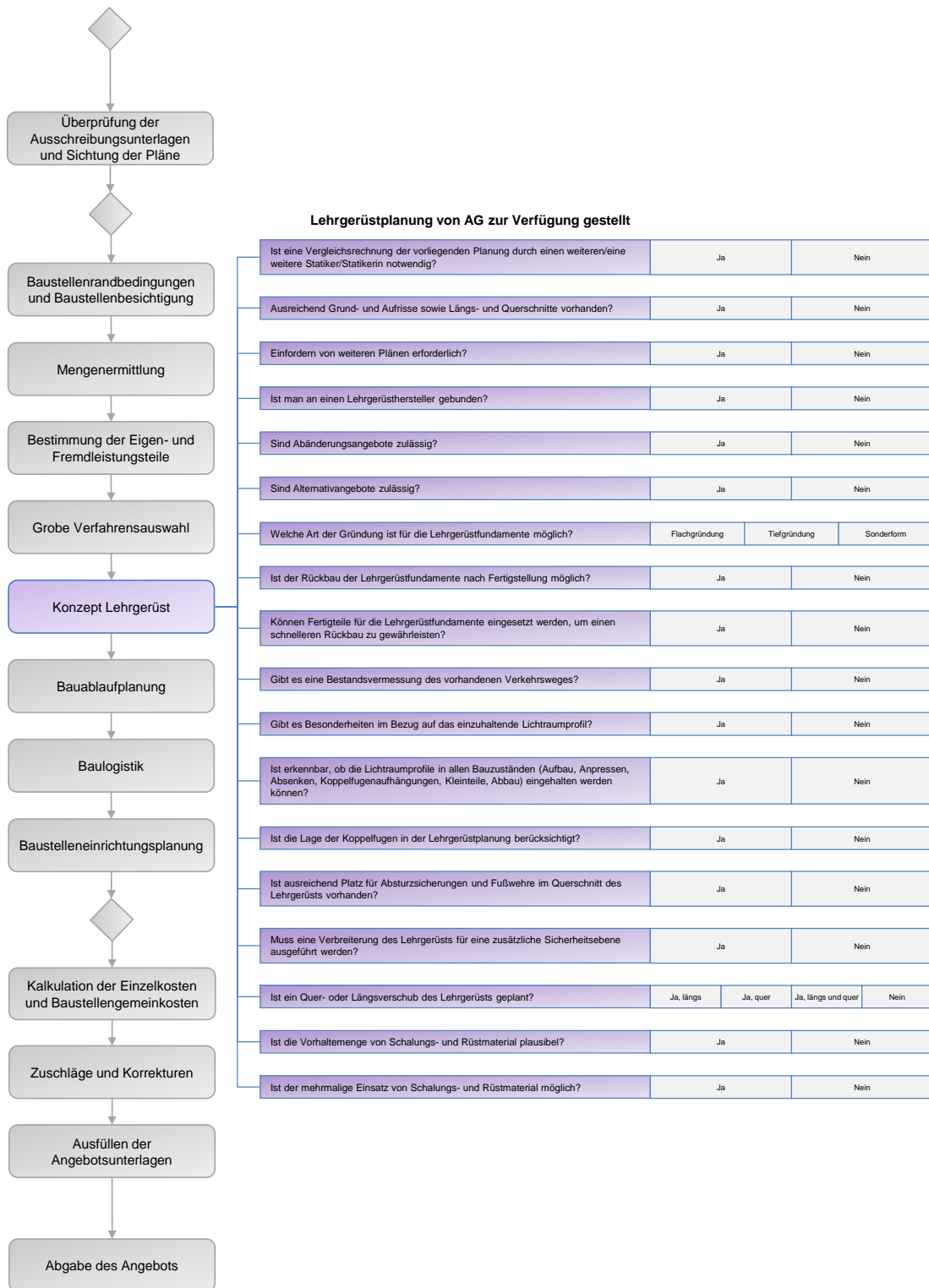


Abbildung 8-11 Checkliste – Konzept Lehrgerüst – Teil 1

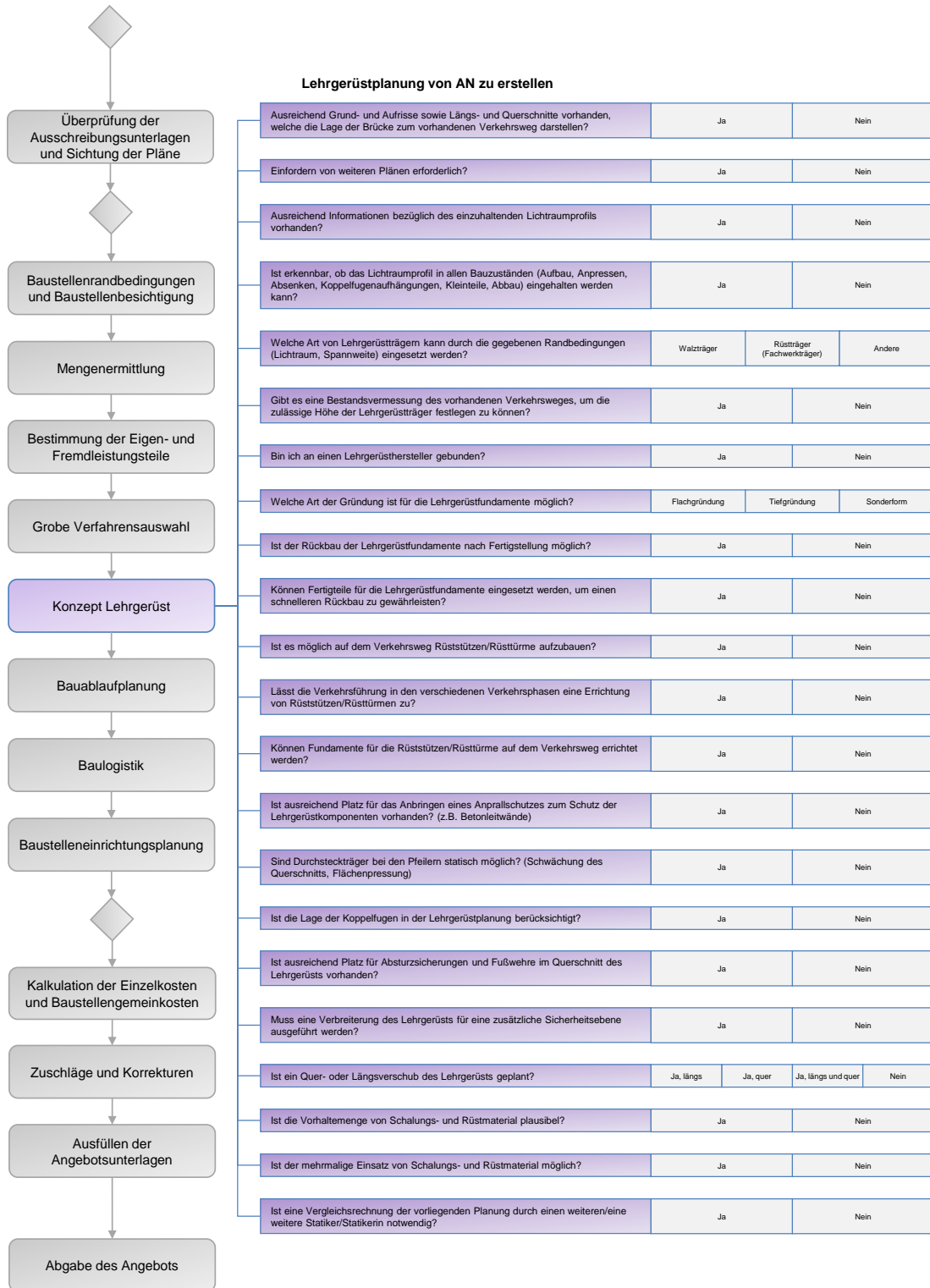


Abbildung 8-12 Checkliste – Konzept Lehrgerüst – Teil 2

8.2.3.5 Bauablaufplanung

Die in Abbildung 8-13 dargestellte Checkliste befasst sich mit der Bauablaufplanung als Planungsmaßnahme der Arbeitsvorbereitung im Zuge der Angebotsbearbeitung. Dazu werden neben den Auswirkungen der notwendigen Gleis- und Straßensperren auf die Bauablaufplanung auch die Pönaltermine des ausgeschriebenen Bauvorhabens analysiert.

Weiters werden mögliche Kontakte des Unternehmens zur zuständigen Fahrdienstleitung (ÖBB), der ansässigen Autobahnmeisterei oder dem ansässigen Referat für Straßenbau abgeklärt, die die Abstimmung bei der Errichtung von Sicherungsmaßnahmen erleichtern können. Die Auswirkungen von Umwelt- und Umfeldbedingungen in Form von jahreszeitlichen Stillständen auf der Baustelle müssen ebenso in der Bauablaufplanung berücksichtigt werden wie die verlängerte Vorhaltdauer von Lehrgerüstkomponenten während der Herstellung von Gesimskappen (Randbalken) und Bauteilen der Brückenausrüstung.

Die weiteren Einflüsse auf die Bauablaufplanung aus den Baustellenrandbedingungen, der Baustellenbesichtigung, der groben Verfahrensauswahl, dem Konzept für das Lehrgerüst, der Baulogistik und der Baustelleneinrichtungsplanung sind den jeweiligen Checklisten zu entnehmen. Dies resultiert daraus, dass bei dieser Planungsmaßnahme Vorgänge der Planung und Ausführung ganzheitlich und unter Berücksichtigung der gegenseitigen Vernetzung betrachtet werden müssen und daraus ein geplanter (vorgedachter) Arbeitsablauf entwickelt wird.

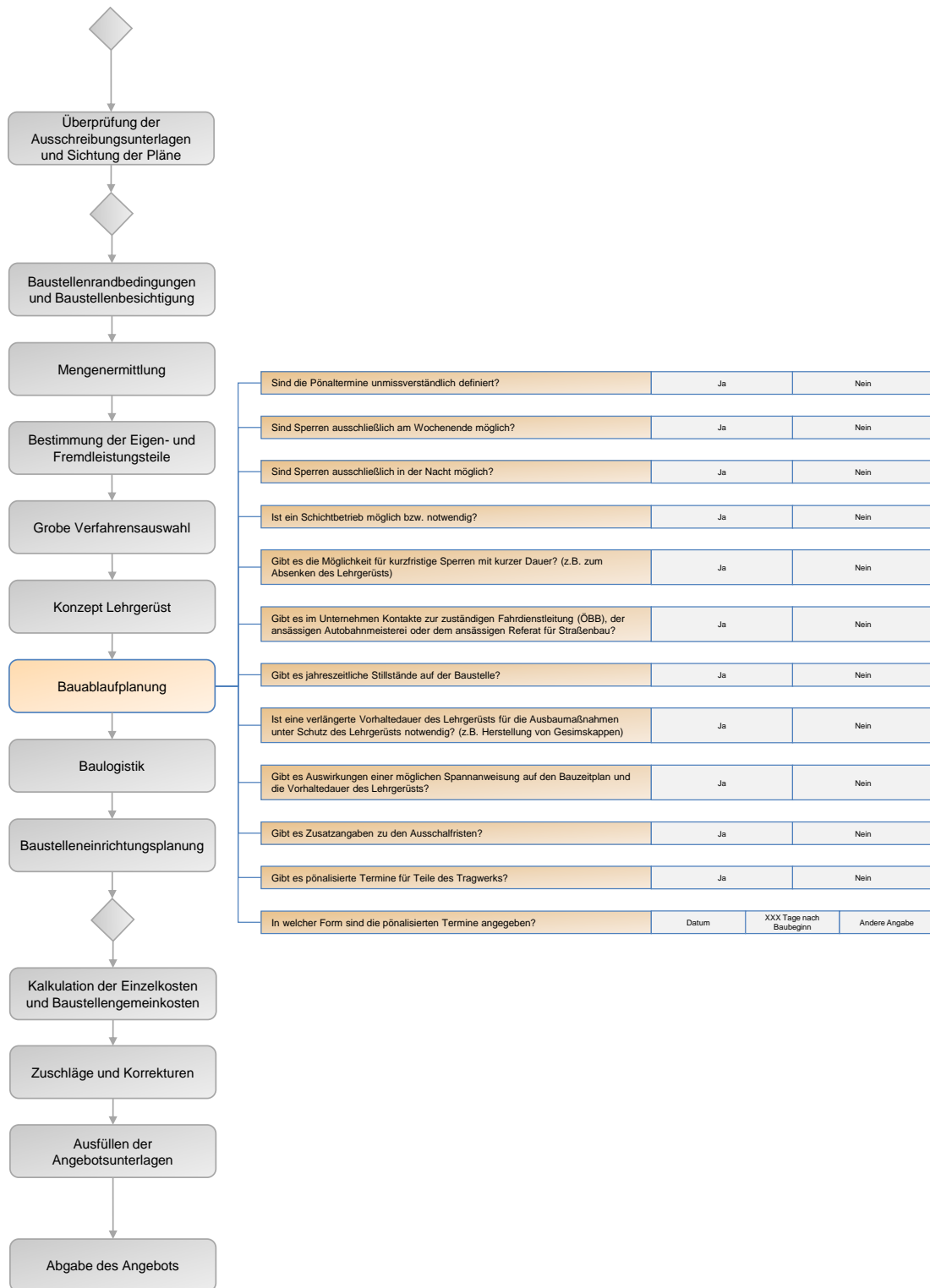


Abbildung 8-13 Checkliste – Bauablaufplanung

8.2.3.6 Baulogistik

In Abbildung 8-14 ist die Checkliste für die Planungsmaßnahme der Baulogistik dargestellt. Durch die Überlegungen zur Baulogistik wird sichergestellt, dass Betriebsmittel und Stoffe (Material) zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Menge sowie in der richtigen Qualität, am richtigen Ort, zur Verfügung stehen.

Um diese Voraussetzungen bereits im Zuge der Angebotsbearbeitung zu berücksichtigen, werden in der Checkliste Fragestellungen zur grundsätzlichen Versorgung der Baustelle mit Baumaterialien (Gesteinskörnungen, Beton, Stahl, Asphalt etc.) formuliert. Dazu ist es unter anderem notwendig, die Bestimmungen zur Umweltverträglichkeit des Bauvorhabens genau zu betrachten, da es beispielweise eine begrenzte Anzahl an täglichen Transporten zum Schutz von Umwelt und Umfeld geben kann. Weiters wird abgeklärt, in welcher Entfernung sich das nächste Betonmischwerk befindet und ob es für einen möglichen Ausfall alternative Werke gibt. Dies ist notwendig, da bei der Herstellung von Ortbetonbrücken teilweise sehr große Bauabschnitte in einem Guss betoniert werden.

Benachbarte Baulose oder Bauwerke mit ähnlichem Rohstoffbedarf müssen in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation ebenso berücksichtigt werden, wie die Zufahrts- und Lagerungsmöglichkeiten am Baufeld.

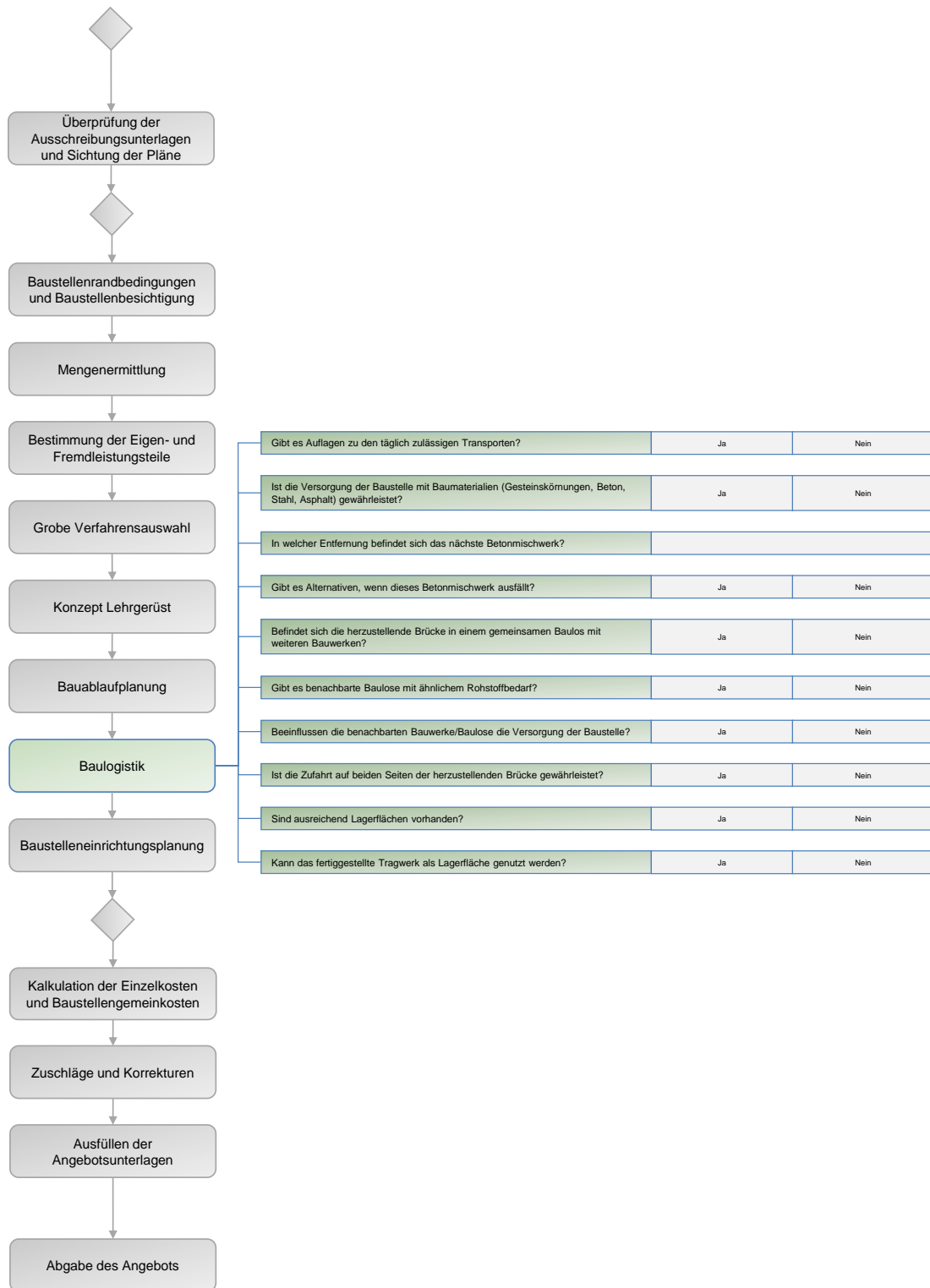


Abbildung 8-14 Checkliste – Baulogistik

8.2.3.7 Baustelleneinrichtungsplanung

Die in Abbildung 8-15 dargestellte Checkliste fasst die Herausforderungen an die Baustelleneinrichtungsplanung bei der Herstellung von Ortbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur zusammen. Dazu zählt vor allem die Berücksichtigung einer beidseitigen Baustelleneinrichtung, wenn auf beiden Seiten des Verkehrsweges Bauarbeiten durchgeführt werden.

Weiters wird die Errichtung von temporären Räumlichkeiten für Mannschaft und Bauleitung sowie die Anlage eines zentralen Lagerplatzes analysiert. Kann die Baustelle ausschließlich durch Aggregate mit elektrischem Strom versorgt werden, muss dies genauso in der Kalkulation berücksichtigt werden, wie eventuelle Nächtigungsmöglichkeiten für die MitarbeiterInnen der Baustelle.

Da die Bauarbeiten unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur ausgeführt werden, ist es notwendig, die verschiedenen Bau- und Verkehrsphasen bei der Baustelleneinrichtungsplanung zu berücksichtigen. Weiters ergeben sich Herausforderungen für den Einsatz von Hebe-, Erdbau- und Spezialtiefbaugeräten. Sind in den Ausschreibungsunterlagen oder durch Maßnahmen zur Umweltverträglichkeit des Bauvorhabens Reifenwaschanlagen sowie Auflagen zur Reinigung von öffentlichen Verkehrswegen vorgeschrieben, müssen diese in der Kalkulation berücksichtigt werden.

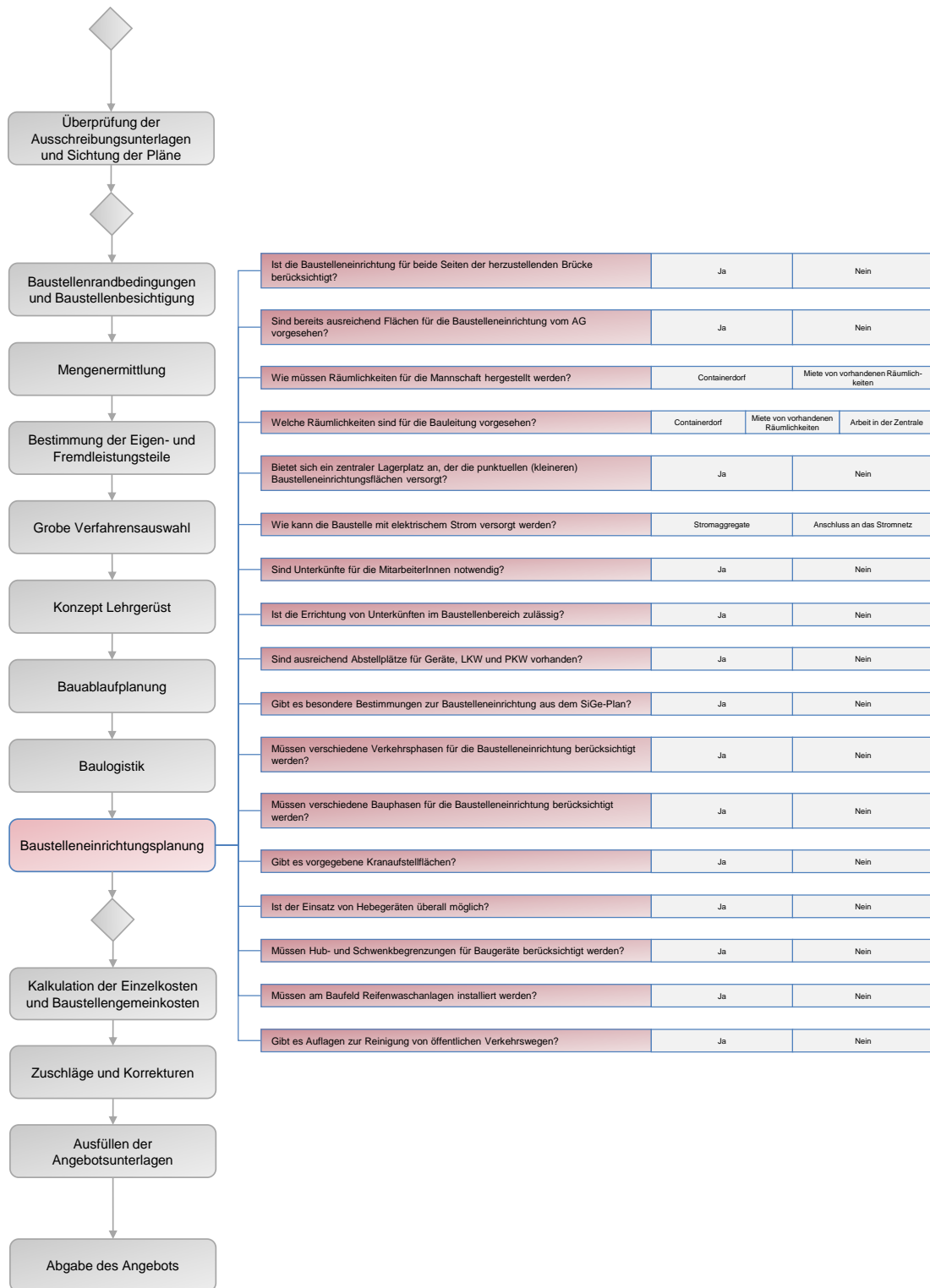


Abbildung 8-15 Checkliste – Baustelleneinrichtungsplanung

8.3 Weiterentwicklungen nach vorangegangenen Brückenunfällen

In diesem Abschnitt werden Weiterentwicklungen nach vorangegangenen Brückenunfällen betrachtet, welche sich auf die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation des potenziellen Bieters auswirken.

Durch Gespräche mit Projektbeteiligten des Praxisbeispiels S 7 Fürstfelder Schnellstraße im Rahmen der hermeneutischen Erkenntniserweiterung, konnten folgende Weiterentwicklungen bei Projekten der ASFiNAG identifiziert werden:

- Wenn die ASFiNAG Brückenobjekte über eine Bahnstrecke der ÖBB errichtet, wird der Ausschreibung eine fertige Lehrgerüstplanung beigelegt (z.B. Objekt S7.20). Gegenteilig dazu liegt den Ausschreibungsunterlagen bei Brückenobjekten, welche die Autobahn überführen (z.B. Objekt A2.38a und Objekt A2.38b), keine Lehrgerüstplanung bei und damit obliegt diese dem AN-Bau.
- Es erfolgt eine Übertragung der Gesamtkoordination für das Lehrgerüst an den AN, die durch eine Pauschalposition (GesamtkoordinatorIn Lehrgerüst) vergütet wird.
- Für Lehrgerüste, welche einen Verkehrsweg überführen, sind Vergleichsrechnungen von zwei Statikern erforderlich. Die Lehrgerüstabnahme vor Ort erfolgt zumindest durch den/die Statiker/Statikerin des Auftraggebers.

Diese Weiterentwicklungen sollen zur Erhöhung der Sicherheit bei der Herstellung von Ortbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur beitragen und können als „Lessons Learned“ nach vorangegangenen Brückenunfällen bezeichnet werden.

9 Zusammenfassung

In dieser Masterarbeit werden die Herausforderungen an die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken in Ortbetonbauweise unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur analysiert und in Form eines Workflows festgehalten. Der Workflow gibt einen generellen Überblick über die Herausforderungen dieser Verkehrsinfrastrukturbauprojekte und unterstützt potenzielle Bieter ab der Veröffentlichung der Ausschreibung bis zur Angebotsabgabe. Als Praxisbeispiel werden drei Brückenobjekte aus Ortbeton betrachtet, welche sowohl über eine bestehende, unter Betrieb befindliche Autobahn als auch über eine Eisenbahnstrecke errichtet werden.

Als Verkehrsinfrastrukturbauprojekt wird im Wesentlichen die Erstellung, also das Planen und Bauen von Verkehrswegen für Straßen- oder Schienenwege verstanden. Die Durchführung von Verkehrsinfrastrukturbauprojekten ist gekennzeichnet durch hohe finanzielle Ausmaße, große Eingriffe in Umwelt und Lebensraum, enormen Flächenverbrauch und die Vielzahl an Personen und Organisationen, die am Projekt beteiligt sind. Zusätzlich dazu müssen die bauausführenden Unternehmen bei der Umsetzung dieser Projekte oftmals technisch anspruchsvolle Lösungen zur Bauwerks Herstellung anwenden. Weiters können dabei Herausforderungen durch den Betrieb der vorhandenen Infrastruktur entstehen. Aus diesem Grund ist eine eingehende Arbeitsvorbereitung bereits im Zuge der Angebotsbearbeitung notwendig, um die Einflüsse der Art, Form und Komplexität des Bauvorhabens sowie die Umfeld- und Umweltbedingungen in der Kalkulation zu berücksichtigen.

Durch den zur Planung und Bauausführung verhältnismäßig kurzen Zeitraum für die Angebotsbearbeitung gilt es diese Zeit bestmöglich zu nutzen. Mit dem Einsatz von Instrumenten des Wissensmanagements kann eine Effektivitätssteigerung der Prozesse erreicht werden. In der Phase der Angebotsbearbeitung weisen Workflows und Checklisten ein großes Potenzial auf, um auf die Erfahrungen von vorangegangenen Projekten zurückgreifen zu können. Der intensive Wissensaustausch innerhalb eines Unternehmens hat positive Auswirkungen auf die Qualität der Angebote, da Wissen für die optimale Kombination der elementaren Produktionsfaktoren (Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe) eine wesentliche Basis darstellt. Erfolgt ein Blick über die Unternehmensgrenzen hinweg, kann der Einsatz einer Auftraggeber-Online-Wissensplattform zu einer Erweiterung der organisationalen Wissensbasis führen. Durch frühzeitige Informationen zu einem Bauprojekt können sich die Projektbeteiligten mehr Wissen aneignen, was positive Auswirkungen auf die Angebotsqualität und die Einhaltung der Projektziele hat.

Die wesentlichen Herausforderungen bei der Herstellung von Ortbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur ergeben sich durch die gegenseitigen Beeinflussungen des Baubetriebs und des vorbeifließenden Verkehrs. Unabhängig davon, ob unter Eisenbahnbetrieb oder unter Betrieb von Autobahnen und Schnellstraßen gebaut wird, sind umfangreiche Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

Bei Baumaßnahmen im Gefahrenraum von Gleisen und deren Nahbereichen werden technische Maßnahmen gegen das Eindringen von Personen und Maschinenteilen in den Gefahrenraum, Sicherungsmaßnahmen gegen die Annäherung von Schienenfahrzeugen sowie Sicherungsmaßnahmen gegen die Gefahren des elektrischen Stroms vorgesehen. Diese Sicherheitsaspekte zur Gewährleistung eines sicheren Eisenbahn- und Baubetriebs werden vom Bahnbetreiber festgelegt und haben Auswirkungen auf die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation. Beispielsweise müssen die gegebenen Randbedingungen bei der Verwendung von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen, Kranen und Betonpumpen berücksichtigt werden. Dazu werden Arbeitsbereichsbegrenzungen (Hub- und Schwenkbegrenzungen) vorgesehen, um das Eindringen von Maschinenteilen, angeschlagenen Lasten oder Kranseilen in den Gefahrenraum der Eisenbahn und den Gefahrenbereich der Oberleitung zu verhindern. Ebenso ist der Einsatz von Schalungs- und Rüsttechnik unter Bedachtnahme von Erdungsmaßnahmen und einer vollflächigen Abdichtung des Schalbodens gegenüber dem Verkehrsweg zu beachten.

Bei Arbeitsstellen auf Autobahnen und Schnellstraßen sind auf Grund der hohen Verkehrsgeschwindigkeiten, der hohen Verkehrsdichte und der gegebenenfalls reduzierten Konzentration der VerkehrsteilnehmerInnen Sicherungsmaßnahmen vorzusehen. Diese sollen einen sicheren Baubetrieb gewährleisten und Gefährdungen der VerkehrsteilnehmerInnen bestmöglich verhindern. Wird der Straßenverkehr durch Arbeiten auf oder neben der Straße beeinträchtigt, ist gemäß § 90 StVO eine Bewilligung der Behörde erforderlich. Bei Arbeitsstellen der ASFiNAG wird die Verpflichtung der Einholung einer behördlichen Bewilligung in der Regel an das ausführende Unternehmen übertragen. Damit verkörpert der Auftragnehmer die Funktion des Bauführers gemäß § 90 StVO. Die Errichtung und der Betrieb der Baustellenverkehrsführung und -absicherung erfolgt in Abstimmung zwischen dem Straßenbetreiber und dem Auftragnehmer. Da sich diese Masterarbeit auf die Herausforderungen des potenziellen Bieters bzw. des späteren Auftragnehmers konzentriert, wird der Verfahrensablauf für die Bewilligung nach § 90 StVO bei Arbeitsstellen der ASFiNAG näher betrachtet. Neben den Sicherungsmaßnahmen aus der behördlichen Bewilligung sind die Auswirkungen der Baustellenrandbedingungen auf den Einsatz von Erd- und Spezialtiefbaumaschinen, Kranen und Betonpumpen in Form von Arbeitsbereichsbegrenzungen (Hub- und Schwenkbegrenzungen) zu berücksichtigen. Analog zur Herstellung von Ortbetonbrücken über bestehende Eisenbahnstrecken ist beim Einsatz

der Schalungs- und Rüsttechnik eine Abdichtung des Schalbodens gegenüber dem bestehenden Verkehrsweg zu beachten.

Der zentrale Output dieser Masterarbeit ist ein Workflow für die Arbeitsvorbereitung und Kalkulation. In diesem werden die Herausforderungen bei der Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur hervorgehoben und ein systematischer Weg für die Angebotsbearbeitung des potenziellen Bieters vorgegeben. Für die Kalkulation werden die Schritte der Arbeitsvorbereitung unter Berücksichtigung der angeführten Herausforderungen abgearbeitet und bilden folgend die Grundlage der Berechnungsaufgaben. Wichtig ist es hierbei zu unterstreichen, dass die unternehmerische Kalkulationsfreiheit durch den Workflow nicht beeinflusst, sondern neutral unterstützt wird. Aus diesem Grund werden in dieser Masterarbeit lediglich die Grundlagen der Kalkulation betrachtet.

Durch die Anwendung eines Zielentwicklungssystems in Form eines hermeneutischen Regelkreises stellt der Workflow mit den dazugehörigen Checklisten das Ergebnis einer umfangreichen Literaturrecherche in Kombination mit ExpertInnenmeinungen der Auftragnehmer und des Auftraggebers des Praxisbeispiels S 7 Fürstenfelder Schnellstraße dar. Weiters konnten durch die Gespräche mit den Projektbeteiligten aktuelle Weiterentwicklungen bei Projekten der ASFiNAG nach vorangegangenen Brückenunglücken identifiziert werden.

10 Ausblick

In dieser Masterarbeit wurde ausschließlich auf die Herstellung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken in Ortbetonbauweise unter Verwendung von Lehrgerüsten eingegangen. Dieser Betrachtungshorizont kann in den Bereichen der Bauweise (z.B. Fertigteilebrücken, Segmentbrücken) und der Bauverfahren (z.B. Vorschubrüstung, Taktschiebeverfahren, Freivorbauverfahren, Verlegeverfahren) erweitert werden und gibt den Anlass zu weiteren Untersuchungen der Herausforderungen im Brückenbau unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur.

Mit der Auftraggeber-Online-Wissensplattform wurde im Zuge dieser Masterarbeit eine aktuelle Studie aus Deutschland (Fachgebiet Projektmanagement der Universität Kassel) aufgegriffen. Laut dem Ergebnis dieser qualitativen Befragung können sowohl der Auftraggeber als auch der Auftragnehmer bzw. Bieter vom Einsatz einer Online-Wissensplattform profitieren. Der weitere Forschungsbedarf der Forschungsgruppe wird unter anderem mit einer Fallstudie zur Realisierbarkeit der Auftraggeber-Online-Wissensplattform in der Praxis angegeben.³⁰²

An diesem Punkt könnten auch in Österreich wissenschaftliche Untersuchungen angesetzt werden, da im Rahmen der Gespräche mit den Projektbeteiligten des Praxisbeispiels positive Rückmeldungen zu diesem Konzept gegeben wurden.

Ein weiterer Bedarf an wissenschaftlichen Untersuchungen konnte im Rahmen dieser Arbeit bei den Bestimmungen zum Bauen unter Betrieb der vorhandenen Infrastruktur identifiziert werden. Durch die Vielzahl an Dokumenten der Infrastrukturbetreiber (z.B. ÖBB, ASFiNAG) und dem Zusammenhang dieser Dokumente mit Normen, Gesetzen und Richtlinien (z.B. RVS, RVE), kommt es für den Auftragnehmer bzw. Bieter teilweise zu unübersichtlichen Situationen. An dieser Stelle könnte ein Handbuch zum Bauen unter Betrieb für Auftragnehmer bzw. Bieter Abhilfe schaffen.

³⁰² Vgl. ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S. 882f

Literaturverzeichnis

AIGNER, F.: Querschnittsgestaltung in Abhängigkeit von System und Funktion. In: Handbuch Brücken – Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten. 3. Auflage. Hrsg.: CURBACH, M.; MEHLHORN, G.: Seite 331-339. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2014.

ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT: Sicherheits-Charta – Acht Regeln für mehr Sicherheit im Tiefbau. Wien. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2019.

ASFINAG: Baustellenverkehrsführung und -verkehrssicherheit – Handbuch. Wien. ASFINAG, 2007.

AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL: ÖNORM B 2061:2020-05 – Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm. Wien. Austrian Standards International, 2020.

BAUER, H.: Baubetrieb. 3., vollständig neu bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, Softcover 2013.

BDO AUSTRIA GMBH: Bericht über die Prüfung des Jahresabschlusses zum 31. Dezember 2019 der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft. Wien. BDO Austria GmbH, 2020.

BERNER, F.; KOCHENDÖRFER, B.; SCHACH, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2 – Baubetriebsplanung. 2. Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2013.

BG BAU – BERUFGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Ingenieurbauarbeiten in Gleisnähe. Stand 07/2019. Berlin. BG BAU, 2019.

BÖTTCHER, P.: Baustelleneinrichtung. In: Handbuch für Bauingenieure – Technik, Organisation und Wirtschaftlichkeit. 2., aktualisierte Auflage. Hrsg.: ZILCH, K. et al.: Seite 862-869. Heidelberg. Springer-Verlag, 2012.

BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE: Statistik Straße und Verkehr. Wien. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021.

CÜPPERS, A.: Wissensmanagement in einem Baukonzern – Anwendungsbeispiele bei Bauprojekten. Dissertation. Aachen. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2006.

DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen. Berlin. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), 2013.

DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV): DGUV Regel 101-604 – Branche Tiefbau. Berlin. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), 2019.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: DIN 69901-5:2009-01 Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe. Berlin. Beuth-Verlag, 2009.

DOHRENBUSCH, J.: Bewertung der Vergabep Praxis bei komplexen Großprojekten im deutschen Verkehrsinfrastrukturbau. Dissertation. Darmstadt. Technische Universität Darmstadt, 2013.

DREES, G.; SPRANZ, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. Wiesbaden und Berlin. Bauverlag, 1976.

ELBAZ, A.; HANSCHKE, M.; SPANG, K.: Frühzeitiger Wissenstransfer zwischen Auftraggeber und Bieter anhand einer Online-Wissensplattform. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. Hrsg.: HOFSTADLER, C.: Seite 870-886. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2019.

FABER, S. G.: Partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Hrsg.: SPANG, K.: Seite 749-793. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

FREUNDT, U.: Unterbauten. In: Handbuch Brücken – Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten. 3. Auflage. Hrsg.: CURBACH, M.; MEHLHORN, G.: Seite 661-685. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2014.

GIRMSCHEID, G.: Bauverfahren des Brückenbaus. 2. Auflage. Zürich. Eigenverlag des IBI and der ETH Zürich, 2012.

GIRMSCHEID, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft – Produktionsprozessorientierte Kostenberechnung und Kostensteuerung. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2013.

GÖGER, G.: Arbeitsvorbereitung für komplexe Hochgebirgsbaustellen – Anforderungen, Einflussfaktoren und potentielle Fehlerquellen. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. Hrsg.: HECK, D.; HOFSTADLER, C.; LECHNER, H.: Seite 89-116. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2010.

HECK, D.; HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1. Vorlesungsfolien. Graz. Technische Universität Graz, 2020.

HECK, D.; KOPPELHUBER, J.: Bauwirtschaftslehre 1. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2018.

HELMUS, M.: Bauarbeitsvorbereitung. In: Handbuch für Bauingenieure – Technik, Organisation und Wirtschaftlichkeit. 2., aktualisierte Auflage. Hrsg.: ZILCH, K. et al.: Seite 856-862. Heidelberg. Springer-Verlag, 2012.

HIRSCH, N.: Arbeiten im Gefahrenraum und in der Nähe des Gefahrenraumes von Gleisen – Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt. Wien. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, 2012.

HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2007.

HOFSTADLER, C.: Schularbeiten – Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2008.

HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung – Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. In: Tagungsband – 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte – Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg. Hrsg.: HECK, D.; HOFSTADLER, C.; LECHNER, H.: Seite 147-168. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2010.

HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb – Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2014.

HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft – Für Auftraggeber und Auftragnehmer in Projektmanagement, Baubetrieb und Bauwirtschaft. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2017.

HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Relevante Faktoren für den Projekterfolg und deren Bedeutung. In: Tagungsband – 18. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Leistungsabweichungen in der Bauausführung und deren Auswirkungen auf die Projektziele. Hrsg.: HECK, D.; HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Seite 51-76. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2020.

HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Arten der Nachweisführung aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht. In: Tagungsband – 19. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium – Nachweisführung bei Mehr- bzw. Minderkostenforderungen. Hrsg.: HECK, D.; HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Seite 33-66. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz, 2021.

HOFSTADLER, C.; NINAUS, C.: Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht – 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. Hrsg.: HOFSTADLER, C.: Seite 887-908. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2019.

HOLST, R.; HOLST, K. H.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton – Entwurf, Konstruktion und Berechnung. Berlin. Ernst & Sohn Verlag, 2014.

JACOB, D.; STUHR, C.; WINTER, C.: Grundlagen der Kalkulation. In: Kalkulieren im Ingenieurbau – Strategie – Kalkulation – Controlling. 3., voll-

ständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Hrsg.: JACOB, D.; MÜLLER, C.; OEHMICHEN, M.: Seite 13-66. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2018.

KNAPP, D. R.: Wissensmanagement auf der Baustelle – Eine Potentialanalyse in der Bauausführung (PPH 4) aus Sicht des Auftragnehmers. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2018.

KRATZER & PARTNER ZT GMBH: Technischer Bericht – Arbeits- und Schutzgerüst in Zusammenhang mit der Errichtung des Objektes S7.20 über die ÖBB. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFiNAG). Wien. ASFiNAG BAU MANAGEMENT GMBH, 2019.

LECHNER, H.: https://www.pmttools.eu/download/seminar/Zeitstrukturmodell_PPH_LPH-A_TW_TA.pdf. Datum des Zugriffs: 18.12.2020.

LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38a – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFiNAG). Wien. ASFiNAG BAU MANAGEMENT GMBH, 2013.

LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt A2.38b – Brücke über die A2 – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFiNAG). Wien. ASFiNAG BAU MANAGEMENT GMBH, 2012.

LINDLBAUER, W.; SCHIMETTA CONSULT ZIVILTECHNIKER GMBH: Objekt S7.20 – Brücke über die ÖBB – Technischer Bericht. Ausschreibungsprojekt (Freigabe zur Verwendung durch Projektleitung ASFiNAG). Wien. ASFiNAG BAU MANAGEMENT GMBH, 2012.

MAUERHOFER, G.: Bauprojektmanagement 1. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2019.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD: Highway Accident Report – Pedestrian Bridge Collapse Over 8th Street – Miami, Florida – March 15, 2018. Washington D.C. NTSB, 2019.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Stützbauwerke und Baugrubensicherungen im Gleisbereich – 09.06. Stand 22.02.2017. Wien. Selbstverlag der ÖBB-Infrastruktur AG, 2017.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Schriftliche Betriebsanweisung Arbeitnehmerschutz – 90.01. Stand 15.12.2019. Wien. Selbstverlag der ÖBB-Infrastruktur AG, 2019.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Merkblatt Arbeitsübereinkommen (AUe). Version 2b vom 14.08.2020. Wien. ÖBB-Infrastruktur AG, 2020.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG: Anlage 109 – Arbeiten mit Kränen und sonstigen Baumaschinen mit Dreh- bzw. Schwenkbetrieb. In: Organisation von Bauarbeiten im Bereich von Gleisen (DB 601.02) – 30.04.15. Stand

01.01.2021. Hrsg.: ÖBB-INFRASTRUKTUR AG. Wien. Selbstverlag der ÖBB-Infrastruktur AG, 2021.

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 03.03.31 Straßenplanung – Freilandstraßen – Querschnitte – Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen. Wien. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), 2019.

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.41 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen. Wien. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), 2018.

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): RVS 05.05.42 Verkehrsführung – Verkehrsführung bei Baustellen – Baustellenabsicherung – Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen. Wien. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), 2018.

PAAR, L.: Handlungsempfehlungen für ein alternatives Abwicklungsmodell für Infrastrukturbauprojekte in Österreich. Dissertation. Graz. Technische Universität Graz, 2018.

SCHLICKENRIEDER, M.: Modell für die Rahmenbedingungen eines differenzierten Risikomanagementansatzes für Eisenbahninfrastrukturprojekte mit dem Fokus auf die Planungsphase bis zur Vergabe. Dissertation. Graz. Technische Universität Graz, 2016.

SCHLÖSSER, K.-H.: Arbeitsvorbereitung und Ablaufplanung. In: Zahlentafeln für den Baubetrieb. 9., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Hrsg.: KRAUSE, T.; ULKE, B.: Seite 1029-1067. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2016.

SCHMITT, R.: Die Schalungstechnik – Systeme, Einsatz und Logistik. Berlin. Ernst & Sohn Verlag, 2001.

SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2011.

SPANG, K.: Aufgaben und Beteiligte. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Hrsg.: SPANG, K.: Seite 15-42. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

SPANG, K.: Einführung und Grundlagen. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Hrsg.: SPANG, K.: Seite 1-14. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

SPANG, K.; CLAUSEN, W.: Stakeholdermanagement. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Hrsg.: SPANG, K.: Seite 203-242. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

SPANG, K. et al.: Bauausführung. In: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Hrsg.: SPANG, K.: Seite 559-678. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, 2016.

STRITZKE, J.: Herstellung auf Lehrgerüst. In: Handbuch Brücken – Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten. 3. Auflage. Hrsg.: CURBACH, M.; MEHLHORN, G.: Seite 961-967. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2014.

WISSENSMANAGEMENT FORUM.: Das Praxishandbuch Wissensmanagement – Integratives Wissensmanagement. Graz. Verlag der technischen Universität Graz, 2007.

Internetquellen

<https://www.prowis.net/methoden:checklisten:start>. Datum des Zugriffs: 07.03.2021.

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/komplexitaet-39259/version-262672>. Datum des Zugriffs: 01.12.2020.

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/morphologischer-kasten-54455/version-277487>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/resilienz-52429/version-275567>. Datum des Zugriffs: 08.02.2021.

ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://www.asfinag.at/verkehrsicherheit/bauen/bauprojekte/s-7-fuerstenfelder-schnellstrasse/>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

ASFINAG – AUTOBAHNEN- UND SCHNELLSTRASSEN-FINANZIERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT: S 7 Fürstenfelder Schnellstraße Riegersdorf Staatsgrenze bei Heiligenkreuz. <https://asfinag.azureedge.net/media/2265/s-7-streckengrafik.jpg>. Datum des Zugriffs: 05.05.2021.

BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALISIERUNG UND WIRTSCHAFTSSTANDORT: Arbeiten auf und neben der Straße. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/2/Seite.2260560.html. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

DELTA MEDIEN SERVICE GMBH: Brückenbau zwischen Heilbronner Stadtteilen: Vollsperrungen der A6 verliefen problemlos. https://www.echo24.de/bilder/2019/07/17/12832978/1425621412-dji_0340-2-klein-5qTBD7iJb71nJkrfMG.jpg. Datum des Zugriffs: 03.05.2021.

DER SPIEGEL GMBH & CO. KG: Gutachterin sieht Konstruktionsfehler als Ursache. <https://www.spiegel.de/panorama/brueckeneinsturz-auf-a7-bei-werneck-gutachterin-sieht-konstruktionsfehler-als-ursache-a-1169128.html>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

DIE PRESSE VERLAGS-GESELLSCHAFT M.B.H. CO KG: Mehrere Verletzte nach Brücken-Einsturz in Schweden. <https://www.diepresse.com/5252006/mehrere-verletzte-nach-bruecken-einsturz-in-schweden>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

DOKA ÖSTERREICH GMBH: Bahnhof Châtel-St.-Denis. https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/55d7aea0114c3ab3b3b658fbedfd5f88/Gare_Chatel_StDenis_Project_09_1000x1000-.jpg. Datum des Zugriffs: 11.03.2021.

LANDGRAF, G.: Bauarbeiter stürzten mit der neuen Fahrbahn in die Tiefe. <https://www.mainpost.de/regional/schweinfurt/bauarbeiter-stuerzten-mit-der-neuen-fahrbahn-in-die-tiefe-art-9257676>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

LINK, E.: <https://quh-berg.de/wp-content/uploads/38ccd350-87bb-47a1-b112-d34e747a708a-768x576.jpg>. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR (FSV): Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen. <http://www.fsv.at/cms/default.aspx?ID=9815dd09-f5a8-41a8-9fb5-b1197ffb1cd2>. Datum des Zugriffs: 26.04.2021.

ÖSTERREICHISCHER RUNDFUNK: Brückeneinsturz in Frohnleiten: Prozess angelaufen. <https://steiermark.orf.at/stories/3025700/>. Datum des Zugriffs: 09.02.2021.

RHEIN-NECKAR-ZEITUNG GMBH: Nächster A6-Abschnitt ist fertig – so geht es weiter. https://www.rnz.de/cms_media/module_img/766/383146_1_org_image_6baa988d251efe7a.jpg. Datum des Zugriffs: 29.04.2021.

XERVON AUSTRIA GMBH: S10 Umfahrung Freistadt. https://www.xervon.at/fileadmin/_migrated/pics/05_16_s10_umf_freistadt_f31_gross.jpg. Datum des Zugriffs: 11.03.2021.

A.1 Anhang – Workflow inklusive Checklisten

Auf den nachfolgenden Seiten wird der Workflow inklusive aller Checklisten dargestellt. Diese Aneinanderreihung der Dokumente dient als Grundlage für die Verwendung des Workflows in der Praxis.

