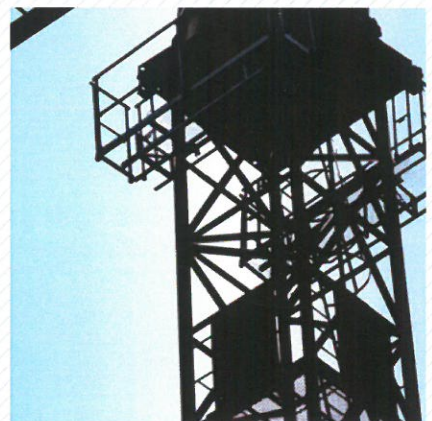


HOCHSCHULPREIS

des Bayerischen Baugewerbes



Wettbewerbsbeiträge **2017**

IMPRESSUM

Herausgeber

Stiftung Berufsförderung Bayerisches Baugewerbe
Bavariaring 31 | 80336 München
Telefon +49 89 76 79 - 0 Telefax +49 89 76 79 - 154

info@lbb-bayern.de | www.lbb-bayern.de

Mit Beiträgen von

Angelina Günthert • Julian Jetter • Marinus Krämmel • Carolin Kugelmann • Daniel Rogg •
Anton Schmuttermeier • Alexander Schneider • Quirin Strobl

Redaktion

RA Andreas Demharter (verantwortlich)

Gestaltungskonzept, Layout und Realisation

Landesverband Bayerischer Bauinnungen
Bavariaring 31 | 80336 München
Telefon +49 89 76 79 - 0 Telefax +49 89 76 79 - 154

info@lbb-bayern.de | www.lbb-bayern.de

Bildquellen

Autoren, falls nicht abweichende Angabe am jeweiligen Bild

Druck

Druck + Verlag Ernst Vögel GmbH Kalvarienbergstraße 22 | 93491 Stamsried www.voegel.com

München, April 2017

VORWORT

Die Stiftung Berufsförderung Bayerisches Baugewerbe schreibt jährlich den Hochschulpreis des Bayerischen Baugewerbes aus. Mit ihm werden herausragende Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten der Fachrichtung Bauingenieurwesen mit hohem Praxisbezug für die Anwendung in Unternehmen der klein- und mittelständisch geprägten Bauwirtschaft prämiert.

In der vorliegenden Veröffentlichung werden die Arbeiten, die 2017 für die Teilnahme am Hochschulpreis ausgewählt wurden, in der von den Verfassern gelieferten Zusammenfassung in alphabetischer Reihenfolge herausgegeben. Vor jeder Arbeit befinden sich ergänzende Informationen zu den Verfassern und der Auszeichnung.

Zum neunten Mal zeichnete Franz-Xaver Peteranderl, Präsident der Bayerischen Baugewerbeverbände im Oskar von Miller Forum in München exzellente Bachelor- und Masterarbeiten der Technischen Universität München, der Technischen Hochschulen und der Bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften aus.

In diesem Jahr wurden insgesamt 8 Bachelor- und Masterarbeiten von

- der Hochschule Augsburg,
- der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München,
- der Technischen Universität München und
- der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg

eingereicht. Aus den 8 Arbeiten hat der Wettbewerbsausschuss unter Vorsitz von Herrn Prof. Dr.-Ing. Niels Oberbeck entschieden, 5 Arbeiten mit einer Teilnahmeurkunde und 3 Arbeiten mit einem Geldpreis auszuzeichnen.

Mit dem 1. Preis wurde Daniel Rogg für seine Bachelor's Thesis an der TU München zum Thema „Alphalteinbauqualität unter Einsatz thermoisolierter Transportfahrzeuge am Beispiel einer Autobahndeckenbaustelle auf der A 96“ ausgezeichnet. Aufgrund einer Einsatzankündigung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur müssen zukünftig bei Baumaßnahmen auf Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen

Asphalttransporte mit LKWs durchgeführt werden, die eine thermoisolierte Transportmulde haben. Die Einsatzankündigung wurde ohne eine entsprechende wissenschaftlich begleitete Begründung getroffen und löst bei den Bau- und Transportunternehmen erhebliche Nachrüstkosten aus. Die Bachelorarbeit hatte daher als Aufgabe, das vermutete Verbesserungspotenzial nachzuweisen.

Der Wettbewerbsausschuss würdigte Daniel Rogg damit für seine herausragende, technisch-wissenschaftliche Arbeitsweise und den gelungenen Stil der Darstellung der wissenschaftlichen Arbeit, sowohl in der Zusammenfassung als auch in der Bachelorarbeit. Die Arbeit wurde angefertigt am Lehrstuhl und Prüfam für Verkehrswegebau der TU München bei Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein unter Betreuung durch Herrn Dipl.-Ing. Univ. Michael Witt.

Den 2. Preis erhielt Frau Angelina Günthert für ihre Bachelorarbeit zum Thema „Klassifizierungsversuche an veränderlich festen Gesteinen mit Hilfe der Trocknungs-Befeuchtungs-Versuche nach NICKMANN“. Als Ergebnis zeigt die Arbeit deutliche Verbesserungspotenziale an den bestehenden Klassifizierungsansätzen auf. Der Wettbewerbsausschuss würdigt mit der Vergabe des 2. Preises die wissenschaftliche Arbeitsweise. Die Arbeit wurde angefertigt am Lehrstuhl für Grundbau- und Bodenmechanik der TU München, Prof. Dr.-Ing. Roberto Cudmani unter Betreuung von Dipl.-Ing. Paula Müller.

Der 3. Preis ging an Frau Carolin Kugelmann für ihre Bachelorarbeit „Umstellung der Kostenrechnung einer Hochbaufirma auf eine Kostenstellenrechnung für sämtliche Baustellen“. Die Arbeit wurde angefertigt an der Hochschule Augsburg unter Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Alfons Hilmer. Frau Kugelmann führte im Rahmen ihrer Arbeit eine EDV-basierte Kostenstellenrechnung in ein typisches klein- und mittelständisches Unternehmen des Bayerischen Baugewerbes ein. Der Wettbewerbsausschuss würdigte mit der Vergabe des 3. Preises die unmittelbare Praxisbezogenheit der Arbeit und den hohen Mehrwert durch die genauen Begründungen der einzelnen Arbeitsschritte und Entscheidungen.

Auszeichnungen mit einer Teilnahmeurkunde

Mit einer Teilnahmeurkunde und einem Gutschein über 100 Euro für einen Kurs bei der Bayerischen BauAkademie wurden ausgezeichnet:

- Julian Jetter für seine Masterarbeit an der TU München: „Analyse der Wechselwirkung von Stakeholdern, Einflussfaktoren und Institutionen im Rahmen von Immobilienprojekten“.
- Marinus Krämmel für seine Masterarbeit an der TU München: „Prozessoptimierung von Generalunternehmer-Projekten im Hochbau“.
- Anton Schmuttermeier für seine Masterarbeit an der Hochschule München: „Interdisziplinäre planerische Maßnahmen zum Ausbau der Bundesstraße B11 nördlich Reindlschmiede“.
- Herr Alexander Schneider für seine Bachelorarbeit an der Hochschule Augsburg „Integration eines BIM-Systems als Schnittstelle zwischen der Gestaltungsplanung und der Prozessplanung mit Focus auf die Mengenermittlung, das Erstellen von Leistungsverzeichnissen sowie von Raumbüchern bei einer mittelständischen Bauunternehmung der Amberg Bau GmbH & Co. KG“.
- Quirin Strobl für seine Bachelorarbeit an der OTH Regensburg: „Variantenstudie zu den Bauverfahren eines Brückenüberbaus am Projektbeispiel Roskilde Fjord Link“.



Die Sieger v.l.n.r.: Carolin Kugelmann (3. Platz), Daniel Rogg (1. Platz) und Angelina Günthert (2. Platz).



Alexander Schneider, Julian Jetter, Carolin Kugelmann, Daniel Rogg, Angelina Günthert und Anton Schmuttermeier (v.l.n.r.) (Herr Quirin Strobl war leider zu diesem Zeitpunkt nicht anwesend.)

Fachkolloquium zum Thema „Wärmeschutz - Eine Jahrhundertaufgabe“

Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm, Leiter des Forschungsinstituts für Wärmeschutz e.V., München FIW München und Professor für Bauphysik und energiesparendes Bauen an der Hochschule München referierte über seine wissenschaftliche Arbeit als einer der führenden Experten für Wärmeschutz und Wärmedämmstoffe. Im nächsten Jahr wird das renommierte Forschungsinstitut FIW 100 Jahre alt. Allein dieses Jubiläum zeigt schon, wie lange und mit welcher Intensität an der Verbesserung des Wärmeschutzes unserer Häuser gearbeitet wird. Das Institut wurde am 01. Oktober 1918, 6 Wochen vor Kriegsende in einer sehr entbehrungsreichen Zeit, gegründet.

12 Jahre zuvor war dem Institutsgründer Dr.-Ing. Max Grünzweig, Sohn des Firmengründers Karl Grünzweig (Grünzweig & Hartmann, heute Saint-Gobain Isover G+H AG) eine bahnbrechende Erfindung gelungen. Ohne Luftzufuhr erwärmtes Korkgranulat dehnt sich auf ein Vielfaches aus und hat gegenüber Naturkork ein geringeres Gewicht und eine größere Wärmedämmung sowie eine bessere Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit. Dieser neue Dämmstoff - „Expansit“ genannt - ist ein erster Meilenstein in der Geschichte der Wärmedämmtechnik, die bis heute in ständigen Innovationszyklen immer neue Produkte mit immer besseren Wärmedämmeigenschaften hervorbringt.



Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm in Aktion.

Inhaltsverzeichnis

Klassifizierungsversuche an veränderlich festen Gesteinen mit Hilfe der Trocknungs-Befeuchtungs-Versuche nach NICKMANN Günther Angelina, Bachelorarbeit, TU München	Seite 7
Analyse der Wechselwirkung von Stakeholdern, Einflussfaktoren und Institutionen im Rahmen von Immobilienprojekten Jetter Julian, Masterarbeit, TU München	Seite 13
Prozessoptimierung von Generalunternehmer-Projekten im Hochbau Krämmel Marinus, Masterarbeit, TU München	Seite 19
Umstellung der Kostenrechnung einer Hochbaufirma auf eine Kostenstellenrechnung für sämtliche Baustellen Kugelmann Carolin, Bachelorarbeit, Hochschule Augsburg	Seite 25
Asphalteinbauqualität unter Einsatz thermoisolierter Transportfahrzeuge am Beispiel einer Autobahn Rogg Daniel, Bachelor's Thesis, TU München	Seite 31
Interdisziplinäre planerische Maßnahmen zum Ausbau der Bundesstraße B11 nördlich Reindlschmiede Schmuttermeier Anton, Masterarbeit, Hochschule München	Seite 37
Integration eines BIM-Systems als Schnittstelle zwischen der Gestaltungsplanung und der Prozessplanung mit Focus auf die Mengenermittlung, das Erstellen von Leistungsverzeichnissen sowie von Raumbüchern bei einer mittelständischen Bauunternehmung der Amberg Bau GmbH & Co. KG Schneider Alexander, Bachelorarbeit, Hochschule Augsburg	Seite 43
Variantenstudie zu den Bauverfahren eines Brückenüberbaus am Projektbeispiel Roskilde Fjord Link Strobl Quirin, Bachelorarbeit, OTH Regensburg	Seite 49

KLASSIFIZIERUNGSVERSUCHE AN VERÄNDERLICH FESTEN GESTEINEN MIT HILFE DER TROCKNUNGS-BEFEUCHTUNGS-VERSUCHE NACH NICKMANN

Bachelorarbeit

Angelina Günthert

Um die natürlichen Ressourcen und die Natur zu schonen ist es Ziel der Kreislaufwirtschaft, im Zuge von Bauprojekten möglichst anstatt neuem Bodenmaterial vorhandenes Material aus anderen Projekten wieder zu verwenden. Diesbezüglich stellt der Einsatz veränderlich festen Gesteins, aufgrund seiner Zugehörigkeit zu Festgestein, eine bedeutende Rolle dar. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden dessen Eigenschaften mittels des Klassifizierungsversuchs nach NICKMANN [1] an sieben Gesteinsarten untersucht und ausgewertet. Dazu wurden an je zwei Proben drei Trocknungs-Befeuchtungs-Wechsel durchgeführt und nach einer schonenden Handnasssiebung die Korngrößenverteilung dokumentiert. Der Anteil des größten, verbleibenden Reststücks nach jedem Zyklus dient als Eingangsgröße für die Veränderlichkeitsklassifizierung nach NICKMANN [1], welche es ermöglicht, das Gestein mittels eines Veränderlichkeitsindex I_v in eine von sechs Klassen einzuteilen. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Verwitterungsversuche, wie beispielsweise dem Siebtrommelversuch, zeigten teils Korrelationsansätze. Um für die Baupraxis belastbare Ergebnisse zu erzielen, ist eine Optimierung der Versuchsdurchführung zu empfehlen. Hierzu wurden Vorschläge, wie etwa die Anwendung einer maschinellen Siebung, zur Eignung in der Baupraxis aufgeführt.

Keywords: Veränderlich festes Gestein, Trocknungs-Befeuchtungs-Versuch nach NICKMANN, Nasssiebung, Wasserlagerung, Verwitterungsversuch, Veränderlichkeitsklassifizierung, Veränderlichkeitsindex I_v , Siebtrommelversuch, Zerfallsbeständigkeitsindex I_d

Einführung

Laut Kreislaufwirtschaft BAU [2] fallen jährlich 192 Mio. t mineralische Bauabfälle an, mitinbegriffen Bauaushub. Die größte Masse

bilden Boden und Stein mit 109,8 Mio. t, davon ein nicht näher bezifferter Anteil an veränderlich festem Gestein. Um natürliche Ressourcen und die Natur zu schonen ist es Ziel der Kreislaufwirtschaft, vorhandenes, bei vorherigen

Projekten gewonnenes Material weiter zu verwenden.

Veränderlich festes Gestein wird Festgestein untergeordnet, stellt jedoch gleichzeitig den fließenden Übergang zu Lockergestein dar und verliert infolge von Witterungseinfluss schnell an Festigkeit. Aus Unsicherheit über die Eigenschaften veränderlich fester Gesteine, kommen diese bislang nicht oder nur für technisch nicht anspruchsvolle Baumaßnahmen zum Einsatz (Bodenauffüllungen u.a.).

Da besonders Schwankungen des Feuchtegehalts einen erheblichen Einfluss auf das Zerfallsverhalten dieser Gesteine haben, eignen sich Trocknungs-Befeuchtungs-Wechsel gut, um Aufschluss über das Verwitterungsverhalten in der Natur zu erlangen.

NICKMANN [1], wissenschaftliche Angestellte der TU München, hat ein Klassifizierungssystem entwickelt, welches es ermöglicht, Gesteine nach ihrer Veränderlichkeit zu beurteilen und mittels eines Index spezifisch einer Veränderlichkeitsklasse zuzuordnen.

Ziel der Bachelorarbeit war es, die Eignung dieses Versuchssystems für die Baupraxis zu untersuchen. Es wurden an drei verschiedenen Materialien sieben unterschiedlicher Entnahmestellen Klassifizierungsversuche nach NICKMANN [1] durchgeführt, ausgewertet und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bewertet sowie Rückschlüsse auf die Anwendbarkeit in der Baupraxis gezogen. Um Korrelationen zu anderen, bereits durchgeführten Verwitterungsversuchen, wie dem Siebtrommelversuch, zu ermitteln, wurden diese im Anschluss verglichen.

Trocknungs-Befeuchtungs-Versuch nach NICKMANN

Zur Bestimmung der Veränderlichkeit von Gestein ist laut NICKMANN [1] eine 24-stündige Wasserlagerung nach DIN 14689-1:2011-06 nicht ausreichend. Da in der Baupraxis neben der Sofortreaktion vor allem das Verhalten des Gesteins über die gesamte Nutzungsdauer des

Bauwerks von Bedeutung ist, bildet eine dreifache Abfolge von Trocknungs-Befeuchtungs-Wechseln die Grundlage für den Versuchsaufbau.

Überprüft wird ein aus Aufschlüssen entnommenes Probestück von ca. 1000 g. Nach der Dokumentation signifikanter Merkmale der Probe folgt eine 24-stündige Wasserbedeckung, eine schonende Handnasssiebung sowie anschließende Ofentrocknung bei 50 °C bis zur Gewichtskonstanz. Entgegen einer herkömmlichen Ofentrocknung von 105 °C [4] dürfen die Temperaturen die 60 °C Grenze nicht überschreiten, um eine Verfestigung der Tonminerale und somit eine Verfälschung der Ergebnisse zu verhindern. Das Ergebnis wird u.a. als Korngrößenverteilung festgehalten.

Signifikant für den Versuch nach NICKMANN [1] ist die Dokumentation der Masse des größten verbleibenden Reststücks R_{WLi} nach jedem Zyklus i , welche später als Parameter in die Veränderlichkeitsklassifizierung eingeht.

Zur detaillierten Bestimmung der Veränderlichkeit sieht NICKMANN [1] im Falle eines Masseverbleibs des größten Reststücks von mehr als 90 % nach dem dritten Zyklus zusätzlich einen Kristallisationsversuch nach DIN EN 12370: 1999-06 [5] vor. Dieser wurde jedoch im Zuge dieser Arbeit nicht durchgeführt.

Veränderlichkeitsklassifizierung

Grundlage der Veränderlichkeitsklassifizierung bilden sechs Veränderlichkeitsklassen (VK0-VK5).

Zur quantitativen Zuordnung eines Gesteins in eine Veränderlichkeitsklasse führt NICKMANN [1] den Veränderlichkeitsindex I_V ein. Die Formel zu dessen Berechnung ergibt sich aus den Massenanteilen des größten verbleibenden Reststücks aus erster und dritter Wasserlagerung (R_{WL1} , R_{WL3}) sowie aus einem anschließend durchgeführten Kristallisationsversuch (R_{K10}):

$$I_V = R_{WLi} + R_{WLi} + R_{K10} \quad [\%]$$

- I_V Veränderlichkeitsindex [%]
- R_{WLi} Restanteil des größten verbleibenden Stückes nach der i -ten Wasserlagerung [%]
- R_{K10} Restanteil des größten verbleibenden Stückes nach dem 10. Zyklus des Kristallisationsversuchs [%]

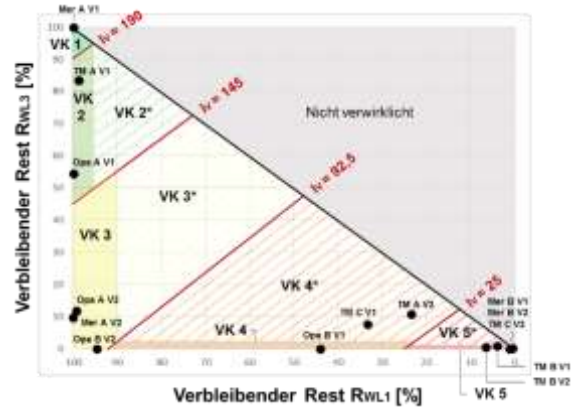
Je nachdem, wie stark der Zerfall der Probe ausgeprägt ist ($0\% \geq R_{WLi} \leq 100\%$), ergibt sich ein Veränderlichkeitsindex I_V zwischen 0 % und 300 %. Tabelle 1 teilt den Veränderlichkeitsklassen die jeweiligen Wertebereiche des Index zu und gibt je eine Bezeichnung der Veränderlichkeit an.

Tabelle 1: Veränderlichkeitsklassen NICKMANN [1]

VK	I_V	Bezeichnung
0	285-300	Nicht veränderlich (dauerhaft fest)
1	190-285	Gering veränderlich
2	145-190	Langsam veränderlich
3	92,5-145	Mäßig schnell veränderlich
4	25-92,5	Schnell und stark veränderlich
5	< 25	Unmittelbar veränderlich

Die qualitative Auswertung der Ergebnisse erfolgt in dem in Abbildung 1 gegebenen Diagramm nach NICKMANN [1]. Dargestellt sind die Resultate der an 7 Gesteinsproben durchgeführten Doppelversuche für **Opalinuston-, Mergel- und Tonmergelstein**. Als Eingangswerte auf der x- und y-Achse dienen die Masseanteile des größten verbleibenden Reststücks nach dem 1. sowie 3. Zyklus (R_{WL1} und R_{WL3}). Daraus ergibt sich die Einteilung in eine der verschiedenfarbig markierten Veränderlichkeitsklassen. VK^* stellt die Klassen des angewitterten/geklüfteten Gesteins dar. Im Unterschied zu frischem Gestein zeigt dieses im ersten Zyklus meist eine höhere Anfangsdesintegration

aufgrund leicht löslicher Oberflächenschichten auf.



VK Frisches/naturfeuchtes Gestein
VK* Angewittertes/geklüftetes Gestein

TM = Tonmergel **Mer** = Mergel **Opa** = Opalinuston

Abbildung 1: Diagramm der Veränderlichkeitsklassen nach NICKMANN [1]; Einteilung der eigenen Laborversuche

Ergebnis Laborversuche

Es wurden Klassifizierungsversuche an sieben unterschiedlichen, veränderlich festen Gesteinen durchgeführt, wobei je zwei Prüfkörper nach dem Verfahren von NICKMANN [1] getestet wurden. Dazu zählen Opalinuston-, Mergel- und Tonmergelstein.

Wie in Abbildung 1 erkennbar ergaben die Untersuchungen beider Proben einer Gesteinsart meist ein Ergebnis, das sich um mindestens eine VK unterschied. Daher war im Allgemeinen keine klare Einstufung der Gesteinsart möglich. Des Weiteren kam es bei der Zuordnung der Gesteine im Überwiegenden zu VK im Bereich der frischen Gesteine, obwohl eigentlich größtenteils bereits der Verwitterung ausgesetztes Material untersucht wurde.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Trennung der Klassen bezüglich des Ausgangszustands (VK/VK^*) eventuell vernachlässigbar ist und mehrere Versuchsreihen je Gesteinsart das Ergebnis belastbarer machen würden.

Vergleich mit Siebtrommelversuch

Im Rahmen eines Forschungsprojekts des Lehrstuhls für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau der TU München wurden 2011 bereits weitere Verwitterungsversuche an einem Teil der nach NICKMANN [1] getesteten Proben unternommen. Ziel dieser Arbeit war es u.a., Korrelationsansätze zu dem in der Empfehlung Nr. 20 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ des DGGT [6] beschriebenen Siebtrommelversuch herzustellen. Hierbei wird, ebenso in mehreren Zyklen, der prozentuale Restanteil einer Probe nach 10 minütiger Rotation einer zylinderförmigen Trommel mit einem Sieb von 2 mm Maschenweite unter Wasser gemessen. Da beide Verwitterungsversuche auf einem sechsklassigen System beruhen, wurden diese miteinander verglichen.

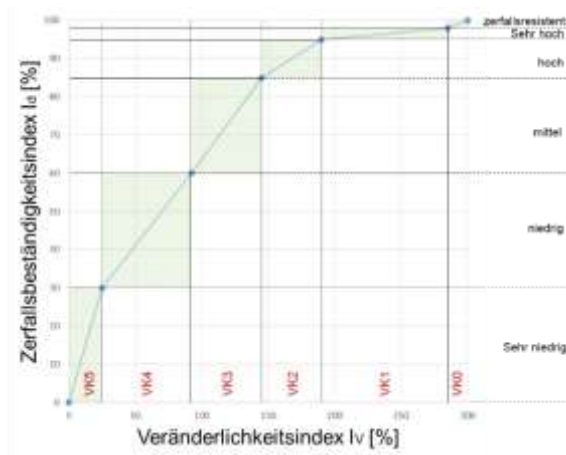


Abbildung 2: Gegenüberstellung Veränderlichkeitsindex I_v und Zerfallsbeständigkeitsindex I_d mittels Grenzwerten

Abbildung 2 zeigt die grafische Gegenüberstellung des Veränderlichkeitsindex I_v mit dem Zerfallsbeständigkeitsindex I_d aus dem Siebtrommelversuch. Es ergibt sich eine Grenzkurve, welche die Übergänge der je sechs Klassen markiert. So wird beispielsweise ein Gestein, das nach NICKMANN [1] VK 3 entspricht, im Siebtrommelversuch als mittelzerfallsbeständig beurteilt. Es ergab sich eine Korrelation zwischen I_v nach NICKMANN und I_d nach dem 6. Zyklus des Siebtrommelversuchs.

Bei dem Versuch, die Anteile der Kornfraktion > 2 mm beider Versuche in einen Zusammenhang zu stellen, wurden geringfügig lineare Abhängigkeiten der Zerfallsgeschwindigkeit beider Versuchsmethoden erkannt.

Anwendbarkeit in der Baupraxis

Da der Verwitterungsversuch nach NICKMANN [1] sowohl die Wechselbeziehung zwischen durchfeuchtetem und trockenem Material berücksichtigt als auch eine Ofentrocknung bei nur 50 °C miteinbezieht, bildet er die natürlichen, physikalischen Prozesse für die Baupraxis gut ab. Zudem ermöglicht er, wie auch beim Siebtrommelversuch, die genaue Zuordnung zu einer Veränderlichkeitsklasse, was eine bessere Vergleichbarkeit ermöglicht.

Der Versuchsablauf erwies sich als recht zeitaufwändig und führt aufgrund des Einflusses aus Faktor Mensch (Handsiebung) teils zu erheblichen Abweichungen zwischen den Resultaten der zu einer Gesteinsart gehörigen Proben.

Daher stellte sich eine Untersuchung von weiteren Probestücken je Versuchsort als unerlässlich heraus, auch um eventuelle Inhomogenitäten des Materials auszugleichen und einen belastbaren Mittelwert der Ergebnisse zu bilden.

Das von NICKMANN [1] entwickelte Klassifizierungssystem eignet sich nach weiterer Optimierung als gute Alternative zum Siebtrommelversuch für die Bestimmung der Veränderlichkeit eines Gesteins in Folge von Feuchtegehaltsschwankungen. Damit steht eine Untersuchungsmethode zur Verfügung, um veränderliches Festgestein genauer hinsichtlich möglicher Einsatzzwecke zu bestimmen und zu klassifizieren. Der verstärkte Einsatz veränderlich festen Gesteins fördert die Kreislaufwirtschaft, schont die Natur und ist für die Bauwirtschaft effizienter.

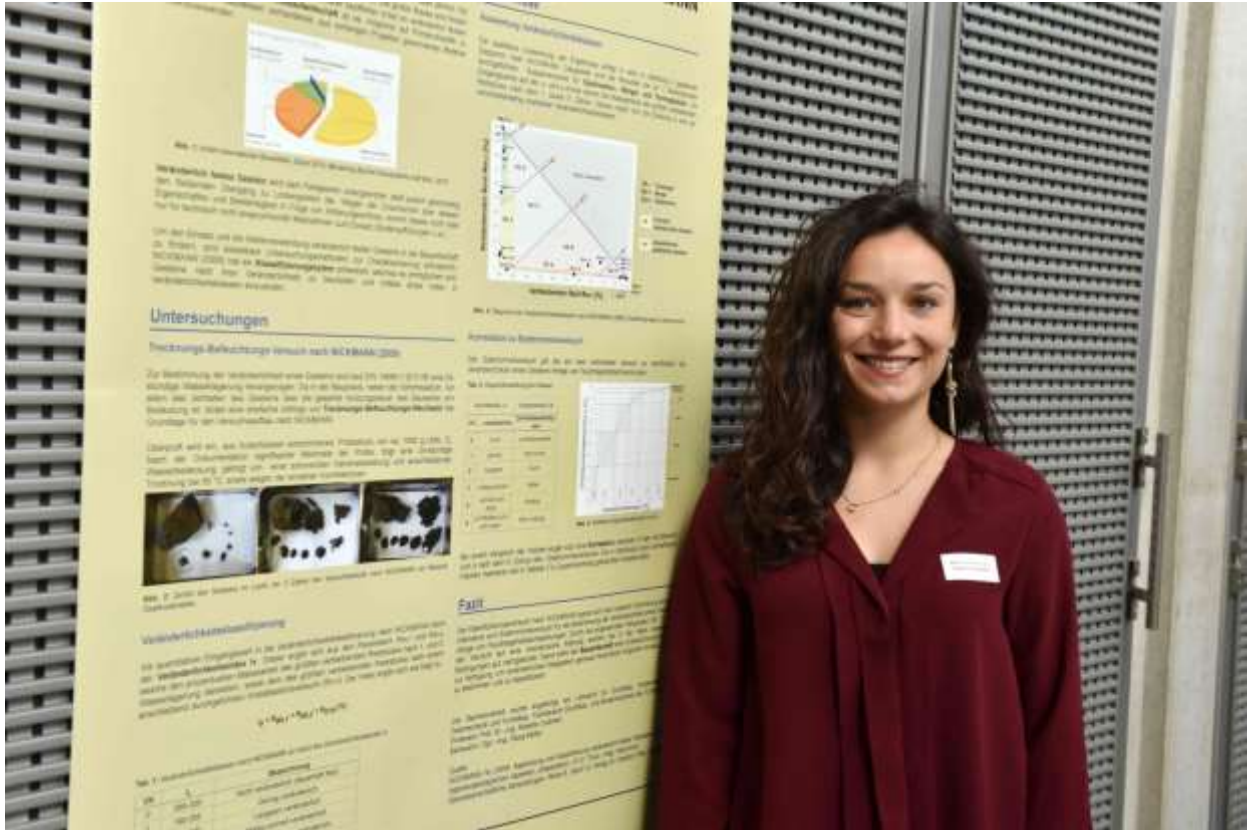
Literaturverzeichnis

Im Text zitierte Quellen:

- [1]: NICKMANN, M. (2009). Abgrenzung und Klassifizierung veränderlich fester Gesteine unter ingenieurgeologischen Aspekten, (Dissertation). (P. D. Thuro, Hrsg.) Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe B., Band 12, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
- [2]: Kreislaufwirtschaft BAU. (2012). Anfall mineralischer Bauabfälle. Monitoring Bericht 2012. Retrieved from: <http://kreislaufwirtschaft-bau.de/>
- [3]: DIN EN ISO 14689-1:2011-06, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003).
- [4]: DIN 18121-1:1998-04, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben Wassergehalt Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung.
- [5]: DIN EN 12370:1999-06, Prüfverfahren für Naturstein Bestimmung des Widerstands gegen Kristallisation von Salzen.
- [6]: HERZEL, P. (2002). Empfehlung Nr. 20 des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Zerfallsbeständigkeit von Gestein - Siebtrommelversuch. Bautechnik 79, Heft 2 (S. 101-105).

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. NICKMANN, M. (2009). Abgrenzung und Klassifizierung veränderlich fester Gesteine unter ingenieurgeologischen Aspekten, (Dissertation). (P. D. Thuro, Hrsg.) Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe B., Band 12, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
2. HERZEL, P. (2002). Empfehlung Nr. 20 des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.: Zerfallsbeständigkeit von Gestein - Siebtrommelversuch. Bautechnik 79, Heft 2 (S. 101-105).
3. DIN EN ISO 14688-1:2011-06, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002).



Autor, Coautoren

Angelina Günthert

Geb. 09. Mai 1993, München

angelina.guenthert@web.de

Bildungsweg: 10/2016 – heute: Studium Bauingenieurwesen TU München, M. Sc.

10/2012 – 10/2016: Studium Bauingenieurwesen TU München, Abschluss B. Sc.

09/2003 – 07/2011: Maria-Ward-Gymnasium München Nymphenburg, Abschluss Abitur

Praktika/ Sonstige Erfahrungen:

09/2016 – 03/2017: Auslandsstudium, Universidad de Granada, Spanien

05/2016 – 06/2016: Baupraktikum, Bilfinger Hochbau GmbH, München, Swiss Life

09/2013 – 10/2013: Baupraktikum, Bilfinger Hochbau GmbH, München, Bavaria Towers

01/2012 – 03/2012: Skilehrer bei Japan-Good-Will-Tour, Japan

Betreuer

Die Arbeit wurde angefertigt am Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau, Fachbereich Grundbau- und Bodenmechanik der TU München, Professor Prof. Dr.-Ing. Roberto Cudmani, Bachelorarbeits-Betreuerin Dipl.-Ing. Paula Möller.

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

ANALYSE DER WECHSELWIRKUNG VON STAKEHOLDERN, EINFLUSS-FAKTOREN UND INSTITUTIONEN IM RAHMEN VON IMMOBILIEN-PROJEKTEN

Masterarbeit

Julian, Jetter

Mit der Wechselwirkungsanalyse nach Vester werden die auf das komplexe Gesamtsystem „Immobilienprojekt“ wirkenden Einflussfaktoren untersucht. Hierfür werden zuerst in einer intensiven Literaturrecherche die auf die Immobilienprojekte Einfluss nehmenden Faktoren, wie Markt- und Standortfaktoren, das BauGB oder der zu erzielende Mietpreis pro m², hergeleitet und analysiert. Die Ergebnisse der quantitativen Bewertung der gegenseitigen Einflüsse der hergeleiteten Variablen sind in der Konsensmatrix zusammengefasst. Zur Interpretation der Rollen der Variablen stehen verschiedene Kennwerte sowie die Rollenallokation zur Verfügung. Die in dieser Forschungsarbeit als besonders kritisch identifizierten Variablen sind die Bürgerbeteiligung, der zu erzielende Mietertrag pro m² sowie die Zielgruppendefinition. Kritische Variablen werden stark vom Gesamtsystem beeinflusst und können zugleich zu starken Veränderungen im System führen. Die vorliegende Arbeit bietet aufgrund der systemischen Herleitung ein konsistentes Grundgerüst an Kriterien, die eine objektiv begründbare und nachvollziehbare Bewertung der Einflüsse auf die Projektentwicklung erlauben.

Keywords: Wechselwirkungsanalyse, Flächenentwicklung, Projektentwicklung, Einflussfaktoren, kooperative Baurechtschaffung, Stakeholder, Institutionen, Vester

Einführung

Die Überschneidung unterschiedlicher Disziplinen und ihrer Bereiche wie der Architektur, der Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, der Rechtswissenschaft und den Ingenieurwissenschaften erfordert einen hohen Grad an Interdisziplinarität, um alle für das Immobilien-

projekt relevanten Faktoren in eine tragfähige und wirtschaftliche Lösung zusammenzuführen.¹ Dies führt zu einem hohen Komplexitätsgrad bei Immobilienprojekten.

Meist sind die relevanten Einflussfaktoren in komplexen Systemen erst in der Phase der Projektrealisierung bzw. im Objektbetrieb

sichtbar (Abb. 2). Deswegen ist es zielführend, die relevanten Einflussfaktoren und ihr Verhalten insbesondere im Hinblick auf den Projekterfolg im Vorfeld zu identifizieren und zu verstehen.² Das ist vor allem vor dem Hintergrund, dass es sich bei Immobilienprojekten um Unikate handelt, von besonderer Relevanz.³ Ein ganzheitliches Projektmanagement sowie fundierte Entscheidungen aller an Immobilienprojekten Beteiligten setzen ein frühzeitiges Verständnis über die auf die Immobilienentwicklung wirkenden Elemente voraus. Die Wechselwirkungsanalyse der zahlreichen, aus verschiedenen Fachrichtung auf das Immobilienprojekt wirkenden Einflüsse ermöglicht es, trotz der hohen Systemkomplexität von Immobilienprojekten die maßgebenden Elemente zu identifizieren.

Methodik

Die Analyse der Wechselwirkungen erfolgt mit der Vernetzungsanalyse nach Vester. Diese wird um die Betrachtung der indirekten Einflüsse durch die Untersuchung der höheren Ordnung ergänzt. Die höhere Ordnung erlaubt die Betrachtung der indirekten Einflüsse der Variablen zueinander (Abb. 1).

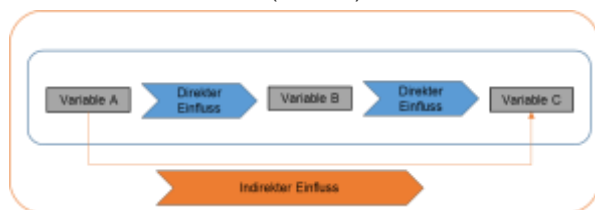


Abb. 1: Indirekter Einfluss von Variablen
 In der Wechselwirkungsanalyse kommt der Festlegung der Systemgrenzen eine besondere Bedeutung zu, da sich sonst der Aufwand für die Bewertung der gegenseitigen Einflüsse der Variablen exponentiell erhöht.⁴ Für diese Forschungsarbeit wird als System das Immobilienprojekt bis zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung gewählt (Abb. 2). In der Phase der Flächenentwicklung erfolgt die Baurechtschaffung durch die Kommune. In der anschließenden Phase der Projektentwicklung werden alle Untersuchungen, die für die

Realisierungsentscheidung benötigt werden, durchgeführt.⁵

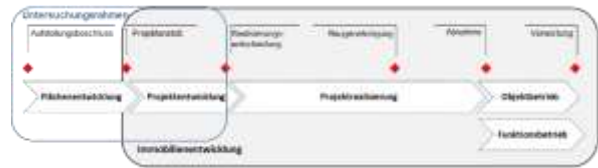


Abb. 2: Phasenmodell der Immobilienentwicklung⁵
 In einem ersten Schritt werden in einer intensiven Literaturrecherche die relevanten Variablen zur Beschreibung der Wechselwirkungen hergeleitet und die gegenseitigen Einflüsse der Variablen aufeinander quantitativ bewertet. Für die Bewertung der gegenseitigen Einflüsse werden die hergeleiteten Variablen durch den Verfasser in die vier Kategorien „Gesetze“, „Prozesse“, „Sachverhalte“ und „Stakeholder“ eingeteilt. Für jede Kategorie werden Regeln zur Bewertung des Einflusses aufgestellt. So wird eine standardisierte, objektive und für jedermann nachvollziehbare Bewertung sichergestellt. Das Ergebnis der Bewertung wird als Konsensmatrix bezeichnet.

Aus der Konsensmatrix können Parameter, die das Verständnis über das Verhalten der Variablen im Gesamtsystem erhöhen, berechnet werden. Hierzu gehören die Aktiv (AS)- und Passivsumme (PS) sowie der Einflussindices Q und P. Die graphische Darstellung des Verhaltens der Variablen wird Rollenallokation genannt.

Aufbauend auf der reinen Betrachtung der direkten Einflüsse wird analysiert, inwieweit sich die Rolle der Variablen bei der Betrachtung der höheren Ordnung und somit der indirekten Einflüsse verändert.⁶ Die Untersuchung differenziert zudem zwischen der klassischen und kooperativen Baurechtschaffung.

Hergeleitete Einflussfaktoren

Insgesamt können aus der Literatur 94 Einflussfaktoren auf die Immobilienprojekt-

Zusätzlich zu den 87 in Abb. 3 dargestellten Variablen wurden sechs Variablen identifiziert, die sich nicht auf derselben Aggregationsebene befinden. Sie können somit nicht mit den übrigen Variablen verglichen werden und sind deswegen nicht in Abb. 3 dargestellt. Hierzu gehören die Regelungen des BauGB, die „Stakeholder“ Architekten, Nutzer und Projektentwickler, der „Prozess“ Gestaltungsplanung und der „Sachverhalt“ Nachfrage nach der Immobilie. Ihnen sollte aufgrund ihrer hohen Einflussstärken besondere Berücksichtigung zuteil werden.

Die als besonders kritisch identifizierten Variablen sind die Bürgerbeteiligung, der zu erzielende Mietertrag pro m² sowie die Zielgruppendefinition (Abb. 3: rechts oben). Kritische Variablen werden stark vom Gesamtsystem beeinflusst und können zugleich zu starken Veränderungen im System führen. Für ein adäquates Projektmanagement hinsichtlich Qualität und Quantität ist es von großer Wichtigkeit, kritische Variablen während der gesamten Immobilienentwicklung in besonderem Maße zu berücksichtigen.

Die Festlegungen des Bebauungsplans und ein Großteil der Markt- und Standortfaktoren sind besonders aktive Variablen (Abb. 3: links oben). Somit üben sie einen hohen Einfluss auf die Immobilienentwicklung aus, sind aber gleichzeitig schwer zu beeinflussen. Aktive Variablen sollten zu Beginn intensiv analysiert werden. Wegen ihrer niedrigen Passivsummen sind im Laufe des Projekts nur geringe Veränderungen der aktiven Variablen zu erwarten.

Im reaktiven Bereich (Abb.3: rechts unten) liegen hauptsächlich Variablen der Objektkonzeption sowie Einflussfaktoren der Vermarktung. Besonders die die Vermarktung betreffenden Variablen eignen sich als aussagekräftige Indikatoren für die Immobilienprojekte. Sie erlauben es den Projekterfolg kontinuierlich zu überprüfen.

Wechselwirkungsanalyse kooperative Baurechtschaffung

Bei der Untersuchung der kooperativen Baurechtschaffung wird insbesondere Wert darauf gelegt, inwieweit sich die Variablen im Vergleich zur klassischen Baurechtschaffung verändern. Zu den kritischen Variablen kommen die Kommune sowie der Vorhaben- und Erschließungsplan hinzu. Die Festlegungen des Bebauungsplans verschieben sich in Richtung des reaktiven Bereichs, da sie in kooperativen Verfahren auch vom Projektentwickler beeinflusst werden. Aufgrund ihrer immer noch sehr hohen Aktivsummen eignen sie sich als effektive Hebel zur Systemsteuerung.

Resümee

Diese Forschungsarbeit vertieft das Verständnis über die maßgebenden Faktoren einer Immobilienentwicklung für alle Beteiligte. Dies ermöglicht optimierte Organisationsstrukturen und Ressourcenallokationen von Projektentwicklern sowie objektiv begründbare Entscheidungen von Banken, Kommunen und Planern. Zusätzlich werden die Gründe und die Motivation zur Initiierung von Bürgerbegehren aufgedeckt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit können zusätzlich die Qualität der Entscheidungen von Stakeholdern der Projektrealisierung erhöhen. Hier sind insbesondere die Baubetriebe zu nennen. Die hohe Kritikalität der Bürgerbeteiligung sollte ein zusätzlicher Anreiz für Baubetriebe sein, auf das Umfeld der Baustelle besonders Rücksicht zu nehmen. Eine Minimierung der Lärm- und Verkehrsbelastung sowie ein hoher Sicherheitsstandard kann zu einer positiveren Einstellung der Bürger gegenüber dem Bauprojekt führen und somit einen reibungsloseren Projektverlauf ermöglichen.

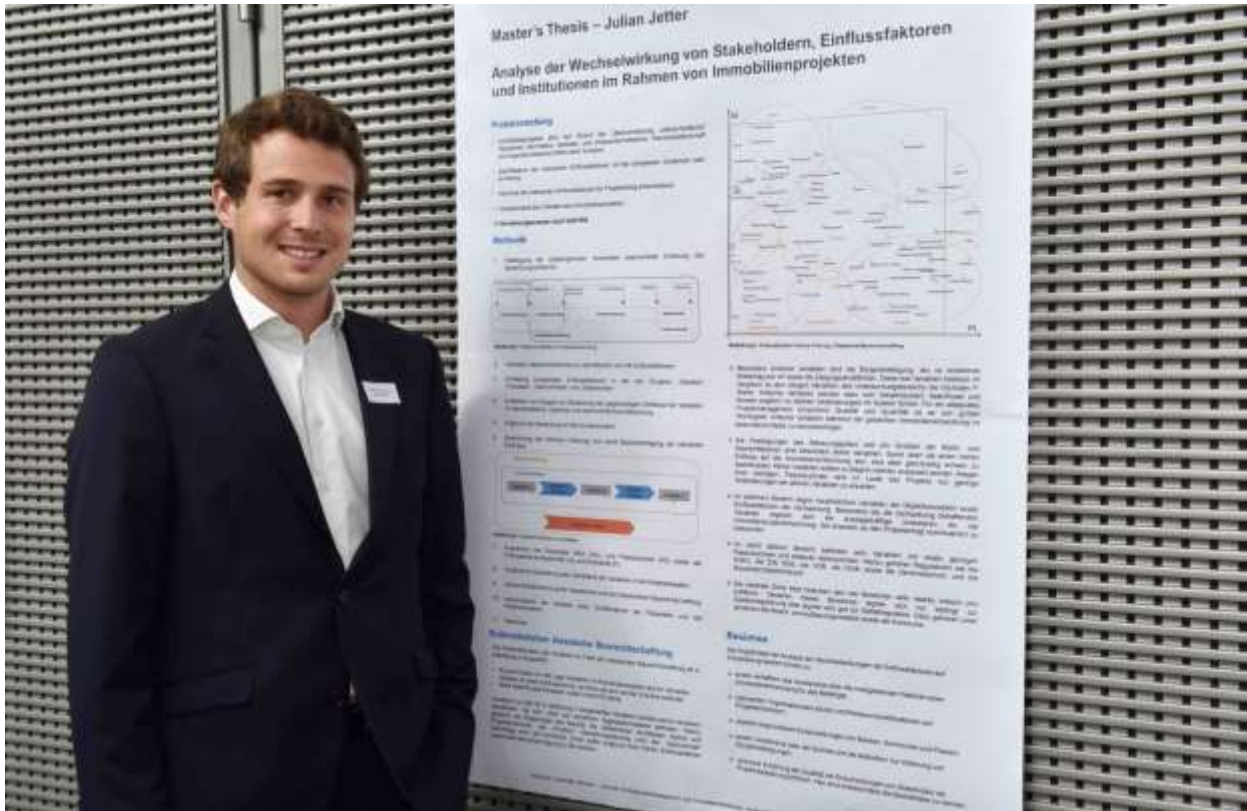
Literaturverzeichnis

Im Text zitierte Quellen:

- [1]: Vgl. Zimmermann, Josef: -Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaft in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur Band 90, März 2015. S. 115.
- [2]: Vgl. Zimmermann, Josef: Grundlage prozessorientierter Planung und Organisation. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2015, S. 7-4.
- [3]: Vgl. Zimmermann, Josef: Immobilienprojektentwicklung. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2015, S. 1-8.
- [4]: Vester, Frederic: Die Kunst vernetzt zu denken. München 2002, S. 205 – 207.
- [5]: Vgl. Zimmermann, Josef: Immobilienprojektentwicklung. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2015, S. 1-4 – 1-5.
- [6]: Vgl. Zimmermann, Josef: Grundlage prozessorientierter Planung und Organisation. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2015, S. 8-11 – 8-13

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Freeman, R. Edward: Strategic Management – A Stakeholder Approach. Pitman. Boston 1984.
2. Hangarter, Ekkehard: Bauleitplanung – Bebauungspläne, Vorhaben- und Erschließungsplan. 4. Auflage. Werner. Düsseldorf 1999.
3. Kirchhoff, Henrik: Rechtliche Rahmenbedingungen der Bürgerbeteiligung. In: Perspektiven der Immobilienwirtschaft – Bürgerbeteiligung in der Projektentwicklung. Hrsg. ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V. Köln 2013.
4. Vester, Frederic: Die Kunst vernetzt zu denken. Deutscher Taschenbuch Verlag. München 2002.
5. Zimmermann, Josef: Grundlagen prozessorientierter Planung und Organisation. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2013.
6. Zimmermann, Josef: Immobilienprojektentwicklung. Vorlesungsskriptum zur gleichnamigen Vorlesung am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. Ausgabe 10/2015.



Autor

Julian Jetter, geb. 04.04.1990
julianjetter@yahoo.de

- 2000 - 2006: Kurt-Huber-Gymnasium Gräfelfing
- 2006 - 2008: Cistercian College Roscrea, County Tipperary, Irland
- 2009 - 2014: Bachelor Bauingenieurwesen Technische Universität München
- 2014 - 2016: Master Bauingenieurwesen Technische Universität München

Betreuer

Die Arbeit wurde am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München von Professor Zimmermann angefertigt und von Hr. Roman Schischko betreut.

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

PROZESSOPTIMIERUNG VON GENERALUNTERNEHMER-PROJEKTEN IM HOCHBAU

Masterarbeit

Marinus, Krämmel

Die Projektorganisationsform bei Hochbauobjekten mit einem Generalunternehmer (GU) als Komplettanbieter der schlüsselfertigen Bauleistung erspart dem Bauherrn grundsätzlich erhebliche Koordinationsaufgaben. Allerdings sind Generalunternehmer-Projekte als Alternative zur Einzelgewerkvergabe keineswegs unumstritten. Diese Arbeit zeigt sinnvolle Unternehmenskollaborationsformen für die beteiligten Akteure in GU-Projekten auf, die durch geeignete Kooperationscontrolling-Instrumente unterstützt und gesteuert werden. Dadurch können zuvor identifizierte Ineffizienzen im Projektverlauf mit einem Generalunternehmer reduziert werden. Außerdem wird erläutert, wie mit dem gezielten Einsatz moderner Organisations- und Steuerungsmethoden Prozesse bei GU-Projekten zu optimieren sind.

Keywords: Prozessoptimierung, Generalunternehmer-Projekte, Schlüsselfertiges Bauen, Hochbau, Kooperationscontrolling

Problemstellung und Vorgehen

Das Zusammenspiel der Parteien Bauherr, Planer, Generalunternehmer, Nachunternehmer (NU) und Zulieferer erfordert bei GU-Projekten einen hohen Grad an Professionalität und Kooperationsbereitschaft, um möglichst kosten- und zeiteffizient bei gleichzeitig enormen Qualitätsanforderungen zu arbeiten. Hierbei sind

die Interessen und Ressourcen der Beteiligten bezüglich Qualität, Design, Kosten und Bauzeit oft sehr unterschiedlich, wodurch es zu Unstimmigkeiten und Ineffizienzen kommt. Der Arbeit liegt ein konzeptionelles Vorgehen zugrunde. Zunächst wird der theoretische Prozess zur Realisierung sowie Merkmale von GU-Projekten bei aktuellem Stand dargelegt. Anschließend werden durch intensive Literatur-

recherchen die Ideen zum Thema Kooperationscontrolling analysiert, gefolgt von einer kurzen Einführung von BIM und Lean Management. Daraufhin werden Experteninterviews zur Identifizierung der bestehenden Ineffizienzen mit Unternehmen aus der Baubranche vorgestellt. Weiter sollen die Gespräche zur Aufklärung des aktuellen Standes der Praxis bezüglich vorhandener Kontroll- und Steuerungsinstrumente beitragen. Mit Hilfe des theoretischen Grundwissens und der Einschätzungen der Experten können drei konkrete Kooperationsmöglichkeiten – strategische Allianz, dynamisches Netzwerk und Workshopmodell – identifiziert und auf den Einsatz geeigneter Controlling-Instrumente sowie auf die Verwendung von BIM und Lean Management überprüft werden. Dabei ist klarzustellen, dass das Ziel dieser Arbeit nicht auf konkrete Verbesserungen quantitativer Kennwerte und Kriterien abzielt, sondern rein qualitative Empfehlungen für Unternehmen darlegt, die in GU-Projekten involviert sind.

Ineffizienzen bei GU-Projekten

Als wesentliche Ineffizienzen und Herausforderungen bei der Planung und Realisierung von Hochbauprojekten mit Generalunternehmer gehen aus den zehn durchgeführten Experteninterviews folgende Erkenntnisse hervor. Zum einen ist das verbesserungswürdige Vergabeverfahren bei GU-Aufträgen zu nennen. Die Kosten für die Erstellung unwirksamer Angebote – 80% bis 90% der abgegebenen Angebote erhalten keinen Zuschlag – müssen durch andere, wirksame Aufträge in Form von Risikoaufschlägen kompensiert werden. Da dieses Problem alle Marktteilnehmer (Bauunternehmen als GU sowie Nachunternehmer-Gewerke, aber auch Planer und Zulieferer) betrifft, werden grundsätzlich höhere Preise für sämtliche Leistungen verlangt (vgl. Zimmermann 2015b, S. 103).

Demgegenüber steht der ständige Druck, den günstigsten Preis bei Ausschreibungen abzugeben, um den Auftrag zu erhalten. Weiter ist die Problematik zu nennen, dass große Schwierigkeiten in der Bauausführung unter anderem deshalb entstehen, weil die gestalterischen Ideen der Architekten in der Planungsphase nicht ausreichend mit den technischen Möglichkeiten zur baulichen Umsetzung des Generalunternehmers bzw. der NU-Gewerke abgestimmt werden. Die Folge davon sind in der Regel Kostenerhöhungen, Zeitverzug sowie Einschränkungen architektonischer Gestaltungselemente.

Lösungsansätze

Strategische Allianzen sind Forschungs- und Entwicklungskooperationen der bei GU-Projekten beteiligten Unternehmen zur Produktoptimierung und -spezialisierung. Das im Idealfall dank einer mehrjährigen erfolgreichen Zusammenarbeit entstandene, spezialisierte Produkt kann durch eine starke Nachfrage wegen der großen Attraktivität für Bauherren weit höhere Renditen für alle Beteiligten abwerfen, als mit gewöhnlichen Ausschreibungs-Projekten jemals realisierbar ist.

Mit dynamischen Netzwerken sind latente Betriebsverbände gemeint, die das Angebot sämtlicher Hochbau-Leistungen überregional umfassen. Die Auftragsausschreibungen für verschiedene Leistungen auf unterschiedlichen Wertschöpfungsebenen bei GU-Projekten erfolgt nun innerhalb des dynamischen Netzwerkes. Dadurch sind aufgrund der geringeren Risikoaufschläge niedrigere Preise für Planungs-GU- und NU-Leistungen möglich und dennoch höhere Renditen für die beteiligten Unternehmen zu erzielen.

Schließlich kann im sogenannten Workshopmodell der Generalunternehmer bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Projektentwicklungsphase von Beginn an im

Projektteam mitwirken und die gestalterischen Vorschläge der Architekten technisch beurteilen und beraten. Durch die frühe Mitwirkung des Generalunternehmers am Entwicklungsprozess ist im Vergleich zu gewöhnlichen GU-Projekten eine gezieltere Einflussnahme zu seinen Gunsten möglich, die ihm eine kostengünstigere Projektrealisierung im weiteren Verlauf verspricht und damit zu höheren Renditen verhilft. Später möglicherweise entstehende Konflikte zwischen Architekten, Fachplanern und Generalunternehmer können dadurch verhindert werden.

Das Workshopmodell ist außerdem auf Nachunternehmer übertragbar, wodurch die Kompetenz nachfolgender Schlüsselgewerke ebenfalls bereits zu einem sehr frühen Projektzeitpunkt in den Planungsprozess einbezogen werden kann und damit leistungsspezifische Elemente vorausschauender zu planen sind. Im Unterschied zu garantierten Festpreisverträgen (GMP) kann das Vertragsverhältnis zwischen GU und Bauherr im Workshopmodell nach der Leistungsphase vier durch vereinbarte Ausstiegsoptionen im Zweifel aufgelöst werden.

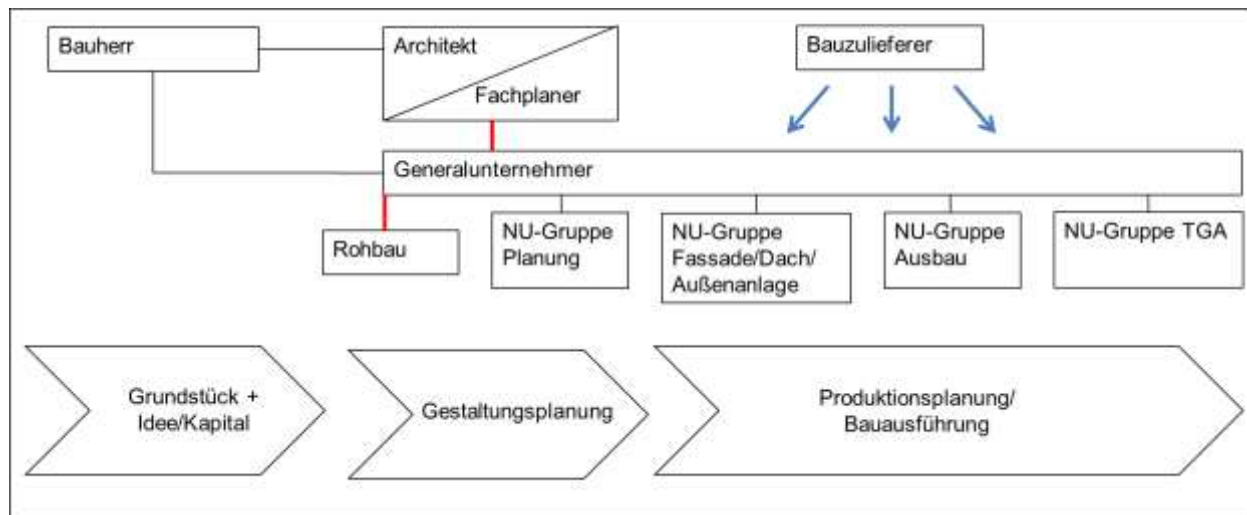


Abbildung 4 : Organigramm bei GU-Projekten (Quelle: eigene Darstellung)

Sinnvoll ergänzt ist die Vorstellung der Kooperationsmöglichkeiten durch eine Strategieempfehlung für die fünf Interessensgruppen bei GU-Projekten. Dabei thematisiert die Masterarbeit zunächst empfehlenswerte Beschaffungsstrategien für die verschiedenen Parteien und welche Rolle Unternehmenskooperationen dabei spielen können. Weiter werden strategische Ausrichtungen für Bauherrn, Planer, General- und Nachunternehmer sowie Zulieferer bezüglich der drei zu Grunde liegenden Kooperationsmodelle vorgeschlagen. Insbesondere mittelständische Unternehmen eignen sich für die vorgestellten

Kollaborationsformen, um sich im Markt gegenüber größeren Wettbewerbern, die sich oft lediglich über den Preis definieren, zu behaupten. Weiter funktionieren erfolgreiche Betriebskooperationen nur dann, wenn sie durch Unternehmensvertreter in obersten Führungsebenen initiiert und verantwortet werden. Hierfür bieten vor allem inhabergeführte kleine und mittlere Firmen die ideale Kooperationsplattform.

Ausgangspunkt der Arbeit sind die Methoden des Kooperationscontrollings, die schließlich in die Kollaborationsmodelle eingebettet und angewandt werden. Kooperationscontrolling beschreibt ein speziell auf

Firmenzusammenarbeiten ausgerichtetes Kontroll-, Planungs- und Informationsversorgungsmanagement.

Moderne Organisations- und Steuerungsmethoden

Abschließend steht die Verwendung von BIM (Building Information Modeling) und Lean Management zur Diskussion. Hierbei ist zu erkennen, dass ein paralleler Einsatz von BIM und Lean Construction – die Übertragung der Lean Management Methoden in den Baubereich – bei GU-Projekten sehr sinnvoll ist. Während BIM mehr in der Projektentwicklungs- und Planungsphase greift, kommen die Methoden von Lean Construction schließlich in der Baurealisierung zur Geltung.

Sowohl BIM als auch Lean Construction erfordern überdies im gleichen Maße die Mitwirkung kollaborierender Partnerunternehmen, so dass sowohl die Verwendung von

BIM als auch von Lean Construction als kooperationsfördernde Maßnahme zu bewerten ist. Im Umkehrschluss benötigen die durch Organisations- und Steuerungsmethoden entstandenen Betriebsverbände ein professionelles Kooperationscontrolling. Damit ist ein sinnvoller Zusammenhang zwischen den beiden Themenbereichen dieser Arbeit – Kooperationscontrolling und moderne Organisations- und Steuerungsmethoden in GU-Projekten – erkennbar.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sowohl Planer, Generalunternehmer, Nachunternehmer und Zulieferer wie auch Bauherren von professionell organisierten und gesteuerten Kollaborationen wesentlich profitieren können. Insbesondere sind durch Kooperationen höhere Renditen zu erzielen, Konflikte in der Realisierungsphase zu verhindern und Vergabeprozesse zu optimieren.

Literaturverzeichnis

Im Text zitierte Quellen:

1. Zimmermann, J. (2015b): Schlüsselfertiger Hoch- und Ingenieurbau, München.

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Hess, T. (2002): Netzwerkcontrolling. Instrumente und ihre Werkzeugunterstützung, Wiebaden.
2. Jacob, D. (2000): Strategie und Controlling in der mittelständischen Bauwirtschaft, in: Bau-Markt Nr. Bd.99, Nr.3/2000, S. 52–56.
3. Kymmell, W. (2008): Building information modeling. Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations, New York, NY.
4. Picot, A./Dietl, H./Franck, E. (2008): Organisation. Eine ökonomische Perspektive, Stuttgart.
5. Porter, M. E. (1996): Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten, Frankfurt/Main.
6. Stüllenberg, F. (2005): Konzeption eines modularen Kooperationscontrolling. Univ., Diss.--Dortmund, 2005, Herne.
7. Varadarajan, P. R./Cunningham, M. H. (1995): Strategic alliances. A synthesis of conceptual foundations, in: Journal of The Academy of Marketing Science Nr. 23(4)/1995, S. 282–296.
8. Womack, J. P./Jones, D. T. (2013): Lean Thinking. Ballast abwerfen, Unternehmensgewinn steigern, Frankfurt am Main.
9. Zimmermann, J. (2015a): Geschäftsprozessmanagement in der Bauwirtschaft, München.

Autor

Marinus Krämmel

Bachelor of Science, Wirtschaftswissenschaften, Universität Konstanz, 2013

Master of Science, Wirtschaft und Technologie, TU München, 2016

Betreuer

Benjamin Ströbele

Die Arbeit wurde angefertigt am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre - Unternehmensführung, Logistik und Produktion, TUM School of Management, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Horst Wildemann

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

UMSTELLUNG DER KOSTENRECHNUNG EINER HOCHBAUFIRMA AUF EINE KOSTENSTELLENRECHNUNG FÜR SÄMTLICHE BAUSTELLEN

Bachelorarbeit

Carolin, Kugelmann

Die nachfolgend beschriebene Bachelor Arbeit dient dem Ziel die Kostenrechnung einer mittelständischen Hochbaufirma auf eine EDV-unterstützte Kostenstellenrechnung umzustellen. Das Ergebnis dieser Umstellung soll die Möglichkeit einer monatlichen Auswertung jeder einzelnen Baustelle und des Gesamtbetriebes sein, welche der Geschäftsleitung so zeitnah vorliegt, dass ein sinnvolles, zielgerichtetes Eingreifen und Steuern in die einzelnen Abläufe noch möglich ist. Bei dem hierfür ausgewählten Bauunternehmen handelt es sich um die Firma ABS Kugelmann GmbH, einem mittelständischen, inhabergeführten Hochbauunternehmen aus Neusäß bei Augsburg. Im betrachteten Unternehmen besteht ein konkreter Bedarf an einer Kostenstellenrechnung, welche zum Jahreswechsel 2016/2017 eingeführt werden soll. Die Bachelorarbeit hat dadurch einen hohen Praxisbezug, da hier reelle Unternehmenszahlen verwendet werden konnten und durch das tatsächliche Vorhaben des Unternehmens auf eine EDV-basierte Kostenstellenrechnung umzustellen, jeder Teilschritt begleitet, analysiert und optimiert werden konnte. Als Ergebnis wurde die Kostenstellenrechnung erfolgreich zum Jahresbeginn 2017 im Unternehmen eingeführt.

Keywords: Baugewerbe, Baubetrieb, Kosten- und Leistungsrechnung, BRZ, BKR 2016, Unternehmen der klein- und mittelständischen Bauwirtschaft

Unternehmensvorstellung, Problemstellung und Zielsetzung

Das Bauunternehmen ABS Kugelmann GmbH ist als inhabergeführtes Familienunternehmen hauptsächlich im Bereich Hoch- und Tiefbau im Großraum Augsburg tätig. Das Leistungsspektrum des Unternehmens umfasst

den Neubau von Gebäuden aller Art, Umbau und Sanierung, Erweiterung von Gebäuden, Bauunterhalt, Reparaturarbeiten, Erd- und Kanalarbeiten und Transportdienstleistungen. Auftraggeber sind dabei sowohl private Bauherren, wie auch Unternehmen und öffentliche Auftraggeber. Derzeit beschäftigt das Unternehmen 28 Mitarbeiter, davon 24 gewerbliche Arbeitnehmer und 4 Mitarbeiter im

Bereich Verwaltung und Bauleitung. Das Unternehmen wurde 2001 mit insgesamt 10 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von ca. 500.000,00 € neu aufgestellt. Seitdem konnte die Anzahl und der Umfang der Aufträge, der Jahresumsatz, und die Anzahl der Mitarbeiter teilweise verdreifacht werden, was nachfolgende Grafiken verdeutlichen:

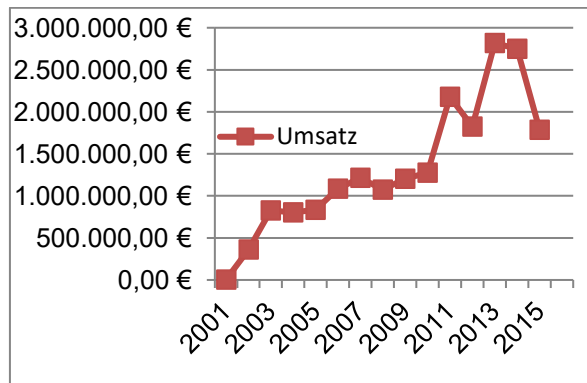


Abbildung 5: Umsatzentwicklung der ABS Kugelmann GmbH 2001-2015

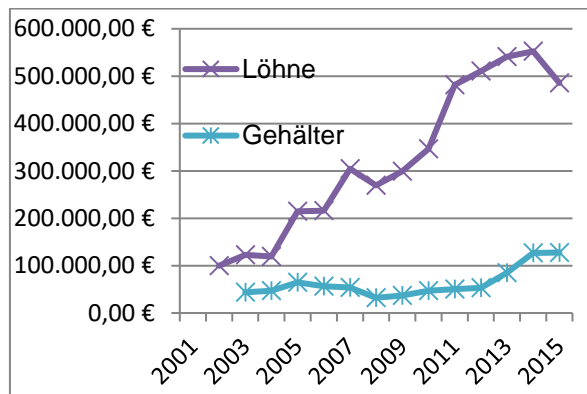


Abbildung 6: Entwicklung der Löhne und Gehälter in der ABS Kugelmann GmbH 2001-2015

Als aktuelle Folge aus dem starken Unternehmenswachstum lässt sich allerdings feststellen, dass viele Strukturen, Abläufe und Prozesse im Betrieb nicht der derzeitigen Unternehmensgröße entsprechen, sondern eher denen eines kleinen Handwerksbetriebes ähneln. Hiervon sind vor allem Aufgabenbereiche aus der Arbeitsvorbereitung, Nachkalkulation und allgemeiner Unternehmensstrukturierung betroffen, da diese aus mangelnder Zeit zu wenig bearbeitet wurden. Dieses Manko in der Unternehmensorganisation birgt allerdings Gefahren für den gesamten

Unternehmenserfolg, da vor allem durch eine fehlende, aktuell vorliegende Finanzbuchhaltung und das Fehlen einer Kosten- und Leistungsrechnung keinerlei Steuerung des Betriebsergebnisses erfolgte. Nachfolgend abgebildet ist die Gewinnentwicklung des Unternehmens, welche im Gegensatz zu den bereits gezeigten Grafiken starke Schwankungen aufweist und der sonst konstant wachsenden Unternehmensentwicklung nicht entspricht.

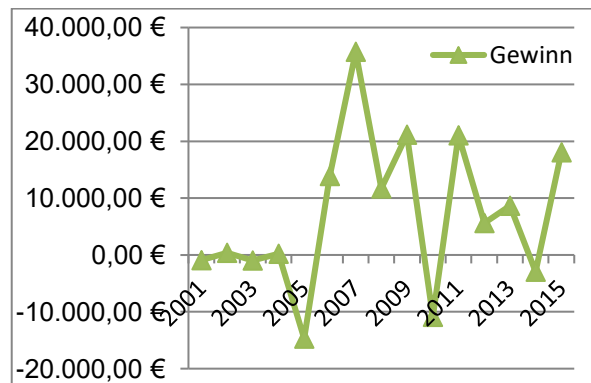


Abbildung 7: Gewinnentwicklung der ABS Kugelmann GmbH 2001-2015

Die Problematik der kaum vorhandenen Unternehmenssteuerung, durch das Fehlen einer Kosten- und Leistungsrechnung soll durch die Einführung der Kostenstellenrechnung zum Januar 2017 gelöst werden mit dem Ziel, den Unternehmenserfolg künftig gezielt steuern zu können.

Analyse und Neuberechnung der Unternehmensstrukturen und der aktuellen Zuschlagssätze der Bauauftragsrechnung

Als erster großer Teilschritt der Arbeit wurden die Unternehmens- und Kostenstrukturen der Firma analysiert. Ziel dabei ist es, die in der Kalkulation verwendeten Zuschlagssätze in die Betriebsabrechnung und den Soll-Ist-Vergleich zu übernehmen, um hier eine realistische Gegenüberstellung der kalkulierten Preise und der tatsächlich entstandenen Kosten zu erhalten. Dadurch lassen sich gestörte Arbeitsabläufe und

Kalkulationsfehler relativ schnell ermitteln und ein Gegensteuern wird ermöglicht.

Hierzu wurde als erstes der Mittellohn und der Kalkulationslohn neu berechnet und mit den aktuell verwendeten Sätzen verglichen. Des Weiteren wurden die Kosten der Geräte, Baumaschinen und Fahrzeuge des Unternehmens auf Basis der BGL analysiert und strukturiert, um hier realistische und zutreffende Verrechnungssätze, welche sowohl für die Kalkulation, wie auch für die Kostenstellenrechnung verwendet werden können, zu erhalten. Bei den Kostenarten Material, Schalung und Nachunternehmer wurden teilweise Stämme in der Kalkulationssoftware angelegt und die aktuellen Zuschlagssätze überprüft und angepasst.

Ferner wurden die Allgemeinen Geschäftskosten und die Baustellengemeinkosten neu berechnet, wobei sich das Unternehmen hierbei dafür entschieden hat, die beiden Zuschlagssätze zu einem Zuschlagssatz für sog. Betriebsgemeinkosten zusammenzufassen. Dieser wurde durch die Analyse der Gewinn- und Verlustrechnungen der Geschäftsjahre 2012-2015 ermittelt, wobei eine Zuschlagsermittlung mit einer mehrstufigen Gemeinkostenverteilung verwendet wurde.

Anbietersauswahl und Einführung der Kostenstellenrechnung

Trotz einer Vielzahl an Anbietern für den Bereich der Kosten- und Leistungsrechnung bzw. der Betriebsabrechnung hat sich das Unternehmen sehr schnell für die Programme des Baurechenzentrums BRZ zur Umsetzung der geplanten Umstellung entschieden. Grund hierfür ist, dass das Unternehmen bereits seit Gründung mit den technischen Programmmodulen (Kalkulation, Mengenermittlung und Fakturierung) des Anbieters arbeitet und die grundsätzlichen Programmkenntnisse daher bereits vorhanden sind. Außerdem lässt sich

somit die Verknüpfung der Kosten und Leistungen problemlos realisieren. Einzige Voraussetzung hierbei war, dass die Anschaffung der erforderlichen Software im vorher von der Geschäftsleitung festgelegten Kostenrahmen realisiert wird. Mit einer Variation von Programmanmietung der Tools Finanzbuchhaltung und Betriebsabrechnung und gleichzeitigem Volservice für den Bereich Baulohn konnte der vorgegebene Kostenrahmen von 10.000,00 € eingehalten werden.

Die tatsächliche Einführung der Programmmodule Finanzbuchhaltung und Betriebsabrechnung erfolgte bereits im November 2016, um nach Installation, Einrichtung und Schulung ab Januar 2017 die komplette Buchhaltung des Unternehmens darüber abwickeln zu können. Dabei wurden zuerst die in der Analyse überprüften und teilweise neu berechneten Zuschlags- und Verrechnungssätze angelegt und übernommen. Anschließend der bisher verwendete DATEV-Kontenrahmen auf den Baukontenrahmen BKR 2016 als neuer Kontenplan umgestellt, um damit alle künftigen Buchungen zuzuordnen. Dabei wurde der BKR zunächst auf die Anforderungen des Unternehmens angepasst und auf die gewünschte Tiefe der Kostengliederung zugeschnitten. Außerdem wurden Kostenstellen als Haupt-, Neben-, und Verrechnungsstellen angelegt, Kreditoren- und Debitorenstämme sowie ein Adressstamm angelegt. Neben der Finanzbuchhaltung wurde die Arbeitszeiterfassung auf das Programmtool Baulohn umgestellt, wobei die angefallenen Arbeitsstunden direkt nach Kostenstellen erfasst werden und automatisch in die Betriebsabrechnung übernommen werden. In der Betriebsabrechnung werden die monatlich angefallenen Kosten jeder einzelnen Baustelle (Lohnkosten, Materialkosten, Gerätekosten, und Nachunternehmerkosten) mit der dafür erbrachten Leistung verglichen, was Zielsetzung des Gesamtvorhabens ist.

Fazit und Ergebnis

Das bisher beschriebene Vorgehen zur Einführung einer Kostenstellenrechnung im Unternehmen ABS Kugelmann GmbH lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt als durchaus erfolgreich bewerten. Die Buchhaltung und die Lohnerstellung erfolgen bereits ohne größere Schwierigkeiten mit Hilfe der neu angeschafften Software. Die notwendigen Daten zur Betriebsabrechnung wurden bereits erfasst, allerdings konnte eine Soll-Ist-Vergleichsrechnung noch nicht erfolgen, da hierfür erst die Werte der abgeschlossenen Konten aus dem Jahr 2016 vorliegen müssen. Durch die bisher gemachten positiven Erfahrungen und die bislang erfolgreich umgesetzten Meilensteine ist aber davon auszugehen, dass auch die Soll-Ist-Vergleichsrechnung erfolgreich im Unternehmen umgesetzt wird und somit alle gesetzten Ziele erreicht werden können.

Als finanzieller Aufwand für das gesamte Projekt wurde hier der bereits erwähnte Kostenrahmen von 10.000,00 € ausgeschöpft, jedoch nicht überschritten. Hierbei ist zu erwähnen, dass den größten finanziellen Posten die Schulungskosten des BRZ ausmachen. Hierfür werden 1.500,00 €

Tagespauschale fällig, wobei mit einer Schulungsdauer von ca. sechs Tagen zu rechnen ist. Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten sind diese Schulungen allerdings zwingend notwendig. Der zeitliche Aufwand für das gesamte Projekt beläuft sich auf drei Monate für Vorbereitung, Analyse und Anbieterauswahl. Die eigentliche Einführung ist im Vergleich hierzu mit relativ wenig Aufwand zu bewerten, da hier lediglich die Schulungen und die Integration der neuen Abläufe im laufenden Betrieb stattfinden.

Prinzipiell ist die hier durchgeführte Umstellung der Buchhaltung auf eine Kosten- und Leistungsrechnung für jeden Betrieb mit ähnlichen Strukturen umsetzbar. Ab einer bestimmten Betriebsgröße ist die Durchführung der Betriebsabrechnung sogar als zwingend notwendig anzusehen, um den Betriebserfolg zu gewährleisten. Voraussetzung für eine solche Umstellung ist allerdings das Vorherrschen von ausreichenden Buchhaltungskennnissen und entsprechenden Ausbildungen der jeweiligen Mitarbeiter, da anderenfalls eine Durchführung der Finanzbuchhaltung im eigenen Betrieb nicht zu empfehlen ist.

Literaturverzeichnis

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V.: KLR Bau Kosten-, Leistungs-, und Ergebnisrechnung der Bauunternehmen, 8. Auflage, Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, 2016
2. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V.: Baukontenrahmen 2016, 1. Fassung, Berlin, 2016
3. Fricke, Dr.-Ing. Jörg G., Keil, Prof. Dr.-Ing. W., Martinsen, Dr.-Ing. U., Vahland, Prof. Dr.-Ing Rainer: Kostenrechnung für Bauingenieure, 12. Auflage, Köln, Werner Verlag, 2012.
4. Settele & Partner, Steuerberatungsgesellschaft mbB: Bericht über die Erstellung des handelsrechtlichen Jahresabschlusses ABS Kugelmann GmbH 2001-2015, Augsburg, 2001-2015.
5. Wöhe, Dr. Dr. h. c. mult. Günter: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 21. Auflage, München, Verlag Franz Vahlen, 2002.



Autorin

Name: Carolin Kugelmann
Email: carolin-kugelmann@web.de
Geboren am: 03.10.1987 in Augsburg

Schulischer Werdegang: 2007 Allgemeine Hochschulreife, Bernhard-Strigel-Gymnasium Memmingen

Beruflicher Werdegang: 2007-2009: Ausbildung zur Kauffrau für Tourismus und Freizeit im Allgäu Skyline Park, Bad Wörishofen
2009-2012: Personalleiterin im Allgäu Skyline Park, Bad Wörishofen
seit 2013: Kaufmännische Angestellte in der ABS Kugelmann GmbH, Neusäß

Studium: 2009-2012: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Steinbeis Hochschule Berlin/
Business School Memmingen
Abschluss: Bachelor of Arts Businessmanagement

2013-2017: Bauingenieurwesen, Hochschule Augsburg
Abschluss: Bachelor of Engineering

Betreuer

Die Arbeit wurde angefertigt an der Hochschule Augsburg, Fakultät für Architektur und Bau, Fachbereich Baubetrieb, bei Prof. Dr.-Ing. Alfons Hilmer

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

ASPHALTEINBAUQUALITÄT UNTER EINSATZ THERMOISOLIERTER TRANSPORTFAHRZEUGE AM BEISPIEL EINER AUTOBAHNDECKENBAUSTELLE AUF DER A 96

Bachelor's Thesis

Daniel, Rogg

Asphalt ist der meistverwendete Baustoff im Straßenbau. Aufgrund der stetig anwachsenden Verkehrsbelastung muss zur Sicherstellung einer langen Nutzungsdauer des Asphaltüberbaus eine möglichst hohe Einbauqualität gewährleistet werden. Vorliegende Untersuchungsergebnisse zeigen, dass ein großes Potential zur Steigerung der Asphaltbauqualität durch den Einsatz thermoisolierter Transportfahrzeuge gegeben ist. Im Zusammenhang mit der „Einsatzankündigung von Maßnahmen zur Steigerung der Asphaltbauqualität“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur wurde der Einsatz von thermoisolierten Transportfahrzeugen bei Baumaßnahmen auf Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen verbindlich festgelegt. Dies vor dem Hintergrund, dass die Temperatur des auf der Baustelle angelieferten Asphaltmischgutes vergleichmäßig und ein Unterschreiten der Mindesttemperatur von 150°C vermieden wird.

Im Rahmen einer Asphaltdeckenbaustelle auf der Bundesautobahn A 96 wurden die Auswirkungen des Mischguttransports mittels thermoisolierter Transportfahrzeuge auf die Einbauqualität untersucht. Im Ergebnis führte deren Einsatz zu einer für die Verarbeitung des Asphaltmischgutes günstigeren Temperaturverteilung und zu einer Vergleichmäßigung der Verdichtungswerte an der fertiggestellten Asphaltdecke.

Keywords: Asphaltbauqualität, thermoisoliertes Transportfahrzeug, Asphaltmischguttemperatur, Verdichtungsgrad, Einsatzankündigung

Einsatzankündigung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Gemäß der Einsatzankündigung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur sind für den Transport von Asphaltmischgut im Zuge von Baumaßnahmen auf Bundesautobahnen und Bundesfernstraßen entsprechend der herzustellenden Asphaltfläche stufenweise thermoisierte Transportmulden auszuschreiben [1]:

- In der 1. Stufe zwischen 01.01.2015 und 31.12.2016 auf Einbauflächen größer 18.000 m² bis 60.000 m²
- In der 2. Stufe zwischen 01.01.2017 und 31.12.2018 auf allen Einbauflächen größer 18.000 m²
- In der 3. Stufe ab dem 01.01.2019 bei der Herstellung aller Asphaltflächen

Untersuchungen im Rahmen einer Asphaltdeckenbaustelle auf der A96

Im Auftrag der Autobahndirektion Südbayern erneuerte die KUTTER GmbH & Co. KG die Asphaltdecke der Richtungsfahrbahn Lindau der A 96 zwischen den Anschlussstellen Bad Wörishofen und Stetten auf einer Fläche von 65.000 m² (siehe Abb. 1). Hierbei war folgender Aufbau vorgesehen [2]:

- 1,5 cm Dünnschichtbelag DSH-V5
- 6 cm Binderschicht AC 16 B S SG
- 6 cm Binderschicht AC 16 B S



Abb. 1: Asphalteinbau unter Einsatz von Beschicker und Thermomulde

Zur Anlieferung des Asphaltbinder-mischgutes AC 16 B S wurden auf einer Baustrecke von 1,5 km 10 thermoisierte und 6 nicht-thermoisierte Transportfahrzeuge eingesetzt.

Im Rahmen der Bachelor's Thesis wurden hierbei die Werte der Asphaltmischguttemperatur beim Beladen des Beschickers und der Verdichtungsgrad in der eingebauten Schicht ermittelt und statistisch ausgewertet.

Temperaturverteilung des Asphaltbinder-mischgutes

Die Umlaufzeit der Transportfahrzeuge betrug im Mittel 1,5 Stunden bei einer Anlieferstrecke zwischen Asphaltmischwerk und Baustelle von rund 16 km.

In den Abbildungen 2 und 3 sind die ermittelten Häufigkeitsverteilungen der Mischguttemperatur nach dem Transportvorgang beim Beladen des Beschickers dargestellt.

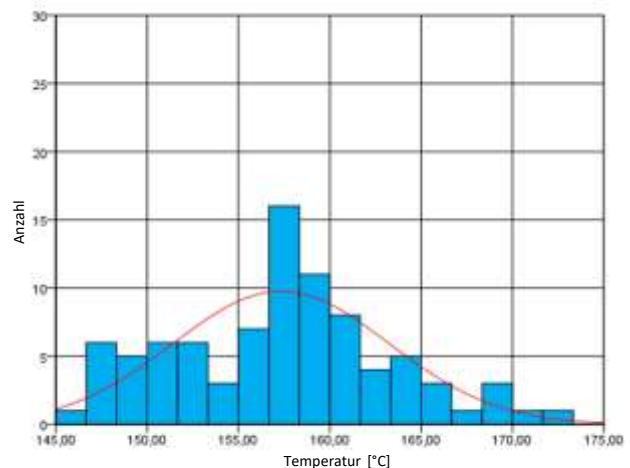


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Asphaltmischguttemperatur unter Einsatz nicht-thermoisolierter Transportmulden

Die Stichprobenanzahl beträgt 87 bei den nicht-thermoisierten bzw. 153 bei den thermoisierten Transportmulden.

In den unter Einsatz thermoisolierter Transportmulden erstellten Asphaltbinderflächen aus Mischgut AC 16 B S ergeben sich bzgl. der Asphaltmischguttemperatur gegenüber den unter

Einsatz nicht-thermoisolierter Transportmulden erstellten Flächen

- ein um 3,2 °C höherer Mittelwert
- ein um rund 1 % geringerer Variationskoeffizient in der Häufigkeitsverteilung und
- eine Halbierung der Anzahl an Unterschreitungen der Mindesttemperatur von 150 °C [3].

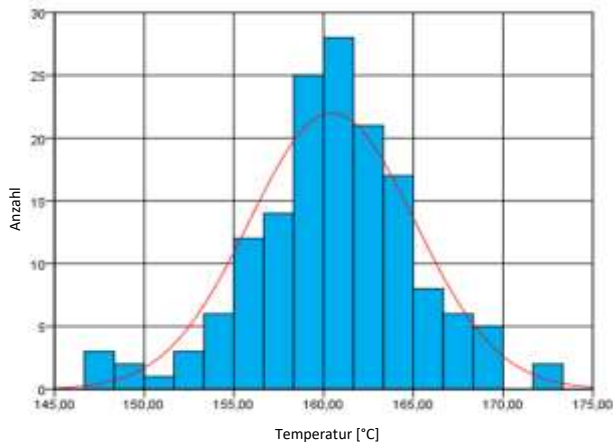


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Asphaltmischguttemperatur unter Einsatz thermoisolierter Transportmulden

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Temperaturverteilung des zur Herstellung der Asphaltbinderschicht angelieferten Asphaltmisch-gutes unter Einsatz thermoisolierter Transport-mulden für die Weiterverarbeitung - Einbau und Verdichtung mittels Asphaltfertiger und Walzen - günstiger ist.

Verdichtungswerte der fertiggestellten Asphaltbinderschicht

Die Auswertung der mittels Isotopsonde gemessenen Verdichtungswerte (die Häufigkeitsverteilungen sind in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt) zeigt in den unter Einsatz thermoisolierter Transportmulden im Vergleich zu den unter Einsatz nicht-thermoisolierter Transportmulden erstellten Asphaltbinderflächen einen um rund 20 % verringerten Variationskoeffizienten in der Häufigkeitsverteilung auf.

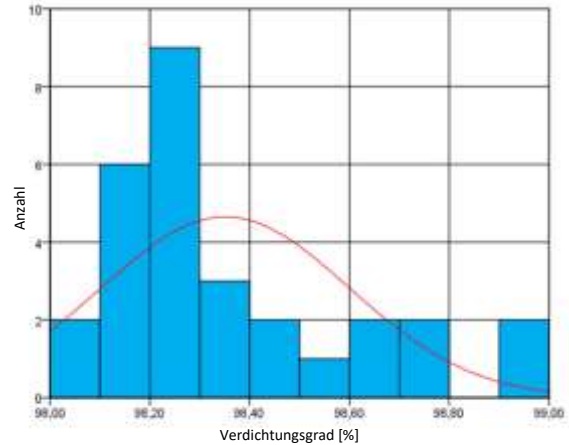


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Asphaltverdichtung unter Einsatz nicht-thermoisolierter Transportmulden

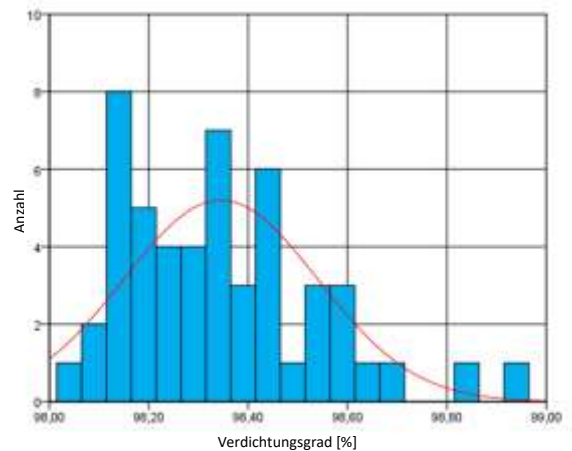


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Asphaltverdichtung unter Einsatz thermoisolierter Transportmulden

Die Stichprobenanzahl beträgt 29 bei den nicht-thermoisolierten bzw. 51 bei den thermoisolierten Transportfahrzeugen.

Der Mindestverdichtungsgrad von 98 % [3] wurde bei jeder Einzelmessung auch unter Einsatz nicht-thermoisolierter Transportmulden eingehalten. Die Verwendung thermoisolierter Transport-mulden beim Mischguttransport führte zu einer Vergleichmäßigung der Verdichtung in der Asphaltbinderschicht und somit zu einer Steigerung der Asphalteinbauqualität.

Auch bei der Auswertung der mittels Isotopsonde gemessenen Verdichtungswerte an der fertigen Asphaltbinderschicht ist eine Steigerung der Asphalteinbauqualität unter Einsatz thermoisolierter Transportmulden ersichtlich. Deren Einsatz führte auch bei den hier vergleichsweise kurzen Mischgut-

transportzeiten zu einer Vergleichmäßigung der Verdichtungswerte.

Fazit

Bereits bei kurzen Mischguttransportzeiten führt der Einsatz von thermoisolierten Transportfahrzeugen zu einer Vergleichmäßigung der Temperatur des auf der Baustelle angelieferten Asphaltmischgutes. Weiter konnte im Rahmen der Bachelor's Thesis gezeigt werden, dass in diesem Zusammenhang auch die an der fertigen Schicht gemessenen Verdichtungswerte im Vergleich zu den unter Einsatz nicht-thermoisolierten Transportmulden erstellten Asphaltflächen geringere Streuungen aufweisen. Folglich ist zu konstatieren, dass sich der Einsatz

thermoisolierter Transportfahrzeuge positiv auf die Einbauqualität auswirkt.

Die Einsatzankündigung des BMVI mit der Vorgabe des zwingenden Einsatzes thermoisolierter Transportmulden bei der Herstellung von Asphaltflächen im Zuge von Baumaßnahmen auf Bundesfernstraßen macht für Bau-unternehmen die Nachrüstung weiterverwendeter Transportfahrzeuge bzw. die Neuanschaffung thermoisolierter Transportmulden erforderlich.

Die hierbei anfallenden Kosten werden im Rahmen der entsprechenden Baumaßnahmen jedoch abgerechnet.

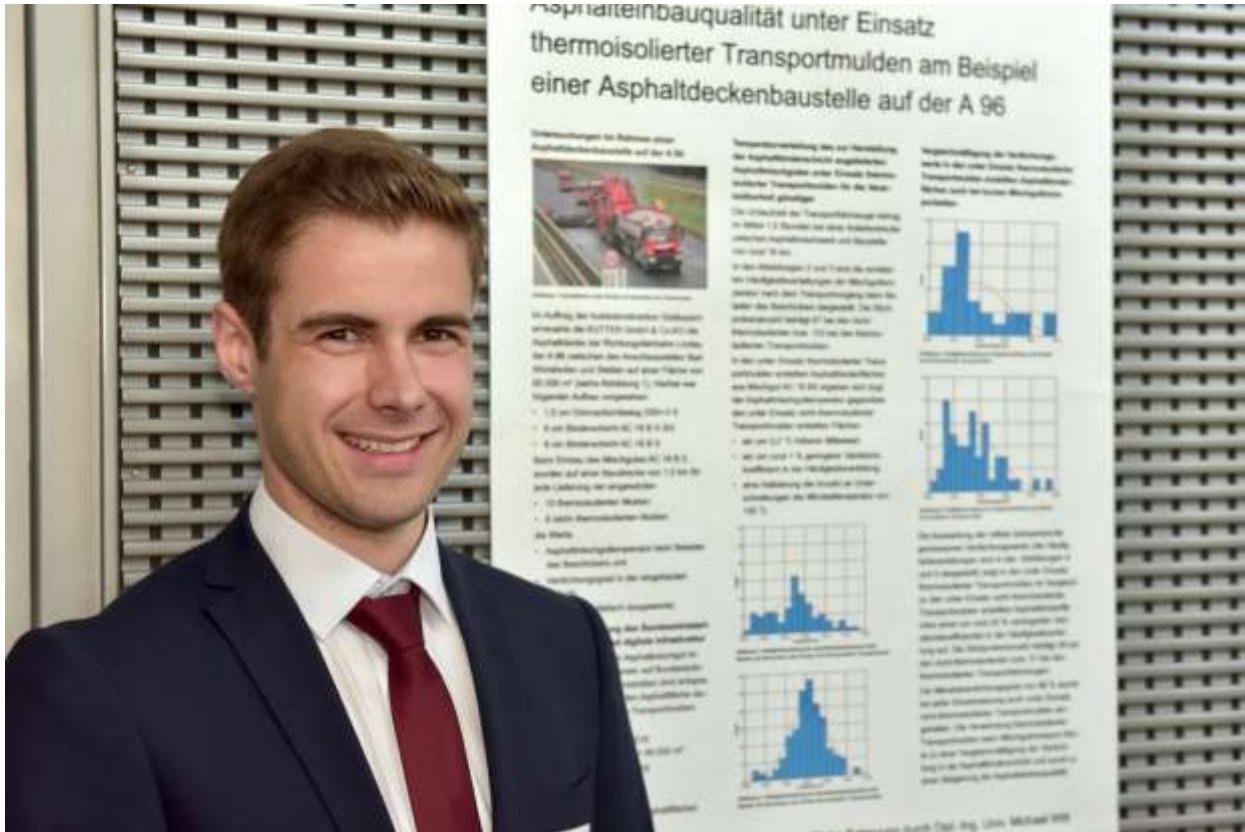
Literaturverzeichnis

Im Text zitierte Quellen:

- [1]: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (01.01.2015): Maßnahmen zur Steigerung der Asphalteinbauqualität, vom 26.08.2014. In: Sonderrundschreiben Deutscher Asphaltverbund.
- [2]: Autobahndirektion Südbayern. Dienststelle Kempten (2016): Leistungsverzeichnis. Baubeschreibung, S. 2-26.
- [3]: ZTV Asphalt-StB 07/13, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt, S. 19, 29.

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen (2014): Werkstoffe. Bitumen und Asphalt. Skript. TU München, München. Lehrstuhl für Werkstoffe und Werkstoffprüfungen im Bauwesen, S. 15-20.
2. Andreas Schmitz (2015): SHM – Südhessisches Asphalt-Seminar. Schmitz-Cargobull. Eltville. Online verfügbar unter http://www.shm-asphalt.de/Thermomulden_CargoBull.pdf, zuletzt aktualisiert am 17.03.2015, zuletzt geprüft am 13.07.2016, S. 4-18
3. ZTV Asphalt-StB 07/13, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt, S. 19, 29.
4. Carnehl Fahrzeugbau Wittstock GmbH & Co.KG (2015): Thermoisolierte Transportfahrzeuge – LEO Fahrzeugbau AG. Online verfügbar unter http://www.leofahrzeugbau.ch/documents/a40018_folder_produktdroschureisomulden.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2016.
5. Dipl.-Ing. André Täube (2011): Ausschreiben von Asphaltarbeiten – der Leitfaden. Südhessisches Asphaltseminar. Eltville. Online verfügbar unter <http://www.shm-asphalt.de/dav-Leitfaden.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.03.2011, zuletzt geprüft am 13.07.2016, S. 35.



Autor

Daniel Rogg

- seit 2016 Masterstudium Bauingenieurwesen; Technische Universität München
- 2016 Bachelor of Science (Bauingenieurwesen); Technische Universität München
- 2013 Allgemeine Hochschulreife; Maristenkolleg Mindelheim

Betreuer

Die Arbeit wurde angefertigt am Lehrstuhl und Prüfamt für Verkehrswegebau der TU München, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein
Betreuung: Dipl.-Ing. Univ. Michael Witt

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

INTERDISZIPLINÄRE PLANERISCHE MASSNAHMEN ZUM AUSBAU DER BUNDESSTRASSE B11 NÖRDLICH REINDLSCHMIEDE

Masterarbeit

Anton Schmuttermeier

Mittelständische Ingenieurbüros betreuen bei geplanten Infrastrukturprojekten ein großes Spektrum in verschiedenen Fachbereichen. Bereits in der Anfangsphase besteht bei Projekten dieser Art eine Vielzahl von Schnittstellen, Abhängigkeiten und Prozessketten der unterschiedlichen Fachgebiete zueinander, die es zu erkennen und vorausblickend zu verknüpfen gilt. Beim Ausbau der B11 nördlich Reindlschmiede ist eine Straßenbaumaßnahme in unmittelbarer Nähe von Biotopen, Fauna-Flora-Habitat-Flächen und Landschaftsschutzgebieten auszuführen. Die zuständigen Träger öffentlicher Belange und der Bauherr (Baulastträger, Bundesrepublik Deutschland) haben deshalb die Auflage einer unveränderten, nachhaltigen Grundwasserversorgung der FFH-Gebiete als wesentliche Grundlage erklärt und die Vermeidung des Eintrages von Schad- und Schmutzstoffen in die Schutzgebiete verpflichtend vorgeschrieben. Beide Schwerpunkte des Umweltschutzes dürfen durch die geplante Baumaßnahme nicht nachteilig beeinflusst werden. Somit entsteht eine Fragestellung, welche die drei Fachbereiche Straßenbau/-planung, Geotechnik und Hydrogeologie des Bauwesens umfasst.

Im Rahmen der Masterarbeit konnte gezeigt werden, dass bei ausreichendem zeitlichen Vorlauf und bestimmter Bündelung von Kompetenz eine interdisziplinäre Projektvorstudie auch für mittelständische Ingenieurbüros erfolgreich durchgeführt werden kann.

Keywords: Straßenbau-Vorentwurf, Unfallhäufung, Geotechnik, Baugrundgutachten, FEM, Setzungen, Hydrogeologie, Niederschlagswasser, GWM, Schutzgebiete

Projektvorstellung – B11 Ausbau nördlich Reindlschmiede

Die Bundesstraße B11 ist im Abschnitt 320 auf einer Länge von 5,120 km noch nicht ausgebaut. Die Strecke weist auch im unmittelbaren südlichen Bereich des Abschnitts eine unstetige und schmale Streckencharakteristik auf.

Aufgrund der sich wiederholenden Unfallereignisse wurde der nichtausgebaute Bereich in das Programm „Sichere Landstraße“ (PSL) aufgenommen und dort als Unfallhäufungspunkt (UH 6) ausgewiesen.

Im Vorfeld der Masterarbeit wurde im Rahmen einer Voruntersuchung die verkehrssicherste,

umweltschonendste, verkehrsplanerisch einwandfreie und zugleich wirtschaftlich verträgliche Variante ermittelt (BA A. Schmuttermeier [01]). Nach den Entwurfsrichtlinien der RE 2012 [02] war der Vorentwurf als nächste Planungsstufe erforderlich. Hierfür waren geotechnische und hydrogeologische Untersuchungen von Nöten. In der Abschlussarbeit war zu prüfen, ob und wie weit der Natur- und Landschaftsraum (Schutzgebiete) nördlich Reindlschmiede vom Um- und Ausbau der B11 beeinflusst wird und welche Maßnahmen ggf. erforderlich werden, um dies zu vermeiden. Die geotechnischen Untersuchungen und hydrologischen Messungen sowie Analysen der Einwirkungen im Planungsgebiet sollten zeigen, welche Erfordernisse beim Um- und Ausbau der Beseitigung des Verkehrsdefizites notwendig werden.

Motivation und Ziele

Zur Fortschreibung des Straßenbauplanungsprozesses von der Voruntersuchung zum Vorentwurf wurde eine gleichzeitige interdisziplinäre Projektbearbeitung in drei Richtungen erforderlich. Dies umfasste die Ingenieurfachbereiche der Geotechnik, Hydrogeologie und Straßenplanung.

Die Bearbeitung der drei Ingenieurfachbereiche erforderte die Bildung eines ineinandergreifenden Konzeptes, um durch dauerhafte Kontrolle der vorhandenen Schnittstellen die drei Ingenieurfachbereiche mit einer Vielzahl von gegenseitigen Abhängigkeiten und Auswirkungen auf Plausibilität zu prüfen und lösungsorientiert fortzuführen. Da die Erstellung des geotechnischen und hydrogeologischen Gutachtens sowohl auf Seiten des mittelständischen Ingenieurbüros sowie die Straßenplanung des Vorentwurfes auf Seiten des Auftraggebers realisiert wurde, konnten die erforderlichen Leistungspflichten der Entwurfsplanung des Ingenieurbüros für eine vollumfängliche und den anerkannten Regeln der Technik entsprechende Grundlage für die darauf aufbauende Straßenplanung und Ausführung der

Baumaßnahme gegenüber dem Auftraggeber sehr gut erkannt und umgesetzt werden.

Die Erstellung der geotechnischen und hydrogeologischen Erkundungskonzepte, die Erkundungsarbeiten im Feld, die Auswertung der Erkundungsergebnisse im Ingenieurbüro, die Versuche und Auswertungen im Grundbaulabor, die Analyse und regelmäßige Kontrolle der drei Grundwassermessstellen, die Erstellung eines Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes, die Erstellung der Verformungsprognose eines maßgebenden Dammquerschnittes sowie die Fortschreibung der Voruntersuchung zum Vorentwurf im Staatlichen Bauamt Weilheim waren hierbei Bestandteil des Planungsauftrages.

Überblick des Projektgebietes und der Trassierung

Westlich der geplanten ca. 3,3 km langen Um- und Ausbaustrecke liegen in einem Teilbereich ein NATURA 2000 [03] FFH-Gebiet und Landschaftsschutzgebiet vor. Die FFH-Gebiete bestehen aus biologisch sehr wertvollen und umweltrelevanten Biotopen, Mooren sowie Hecken und Wiesen.

Ziel der Um- und Ausbaumaßnahme war es, so geländeschonend wie möglich zu trassieren. In den nötigen Kurvenverbesserungen entstanden **trotz dessen** überwiegend Dammbereiche, in einem Teilbereich hingegen ein leicht nach Westen versetzter Einschnittsbereich. Dieser ist aufgrund der bestehenden zu steilen Längsneigung zwangsläufig notwendig.

Planerische Entwurfsgrundlagen

Die im Straßenbereich anfallenden Stoffe bestehen zum großen Teil aus Feststoffen oder an Feststoffen sorbierten Substanzen, die beim Versickern in den obersten Zentimetern bis Dezimetern des Bodens zurückgehalten werden, z. B. Schwermetalle oder polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Daher ist für den Schutz des Grundwassers vor straßenspezifischen Stoffen das Rückhalte- und Abbauvermögen der obersten Bodenschichten sowie die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung

von großer Bedeutung und muss im Zuge der Um- und Ausbaumaßnahme aufrechterhalten werden [04].

Durch die Erdarbeiten in den neu entstehenden Einschnittsbereichen wird die schützende Vegetation zum Teil entfernt und gegebenenfalls die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung vermindert. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Baugrunderkundung sind gegebenenfalls Abdichtungsmaßnahmen auf dem Erdplanum bzw. in Tieflage unter den Entwässerungseinrichtungen nötig [04]. Örtliche und breitflächige Versickerung ist das Ziel des Staatlichen Bauamtes und Wasserwirtschaftsamtes Weilheim beim Um- und Ausbau der B11.

Interdisziplinäre Projektabwicklung TEIL A: Geotechnik

Als ersten planerischen Schritt wurde im Ingenieurbüro ein zweistufiges geotechnisches Erkundungskonzept erstellt. Struktur des Konzeptes waren Art und Umfang der Erkundungsmaßnahmen sowie die anschließenden geotechnischen Untersuchungen im Grundbaulabor. In Stufe 1 wurden dabei Kornverteilungen, Sieb-Schlamm-Analysen, Bestimmungen der Zustandsgrenzen bindiger Böden und ein Glühverlust durchgeführt. Im zweiten Teil wurden Kompressionsversuche, einaxiale Druckversuche und triaxiale Druckversuche durchgeführt.



Abb. 1: Baggerschurf und Ausstechzylinder Erkundungsstufe 2

Bei den Feldarbeiten handelte es sich um Handschürfe, Rammkernsondierungen, schwere

Rammsondierungen, Baggerschürfe und Lastplattendruckversuche. Im Anschluss wurden die geotechnischen Laborversuche an der Hochschule München durchgeführt, um die erforderlichen Bodenkennwerte der Aufschlussstellen nördlich von Reindlschmiede zu ermitteln. Nach Abschluss der Laborarbeiten konnten basierend auf den bodenmechanischen Kennwerten die geotechnischen, numerischen Berechnungen im Planungsgebiet erfolgen. In der bestandsorientierten Linienführung der Um- und Ausbaustrecke sind vier Kurvenverbesserungsbereiche mit ausschließlichen Dammschüttungen geplant. Der größte Dammkörper hat eine Aufschüttungshöhe von bis zu ca. 5,5 m. Das Verformungsverhalten des Dammkörpers wurde für drei verschiedene Lastfälle untersucht. Als FEM-Software wurde PLAXIS zur Berechnung verwendet.

Das berechnete Setzungsmaß bei direkter Dammschüttung auf den Untergrund des Bestandsgeländes ist zu groß, so dass entweder ein Bodenaustausch der oberen Tonschicht oder eine vertikale Dränierung der Tonschichten mit kombinierter Vorlast-/Überlastschüttung erforderlich wäre.

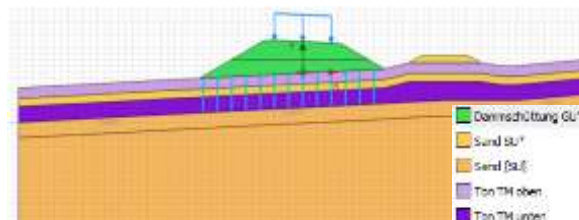


Abb. 2: Grundmodell vert. Drainierung mit Vorlastschüttung

Dadurch lassen sich die Setzungen um 50 % auf ein tolerierbares Maß von ca. 3 cm reduzieren. Im Hinblick auf das Setzungsmaß ist die Vorlast-/Überlastschüttung mit kombinierter vertikaler Dränierung die bevorzugte bautechnische Empfehlung für den geplanten Dammschnitt. Sie ist vor Beginn der Um- und Ausbauarbeiten zu erstellen. Die Setzungen aufgrund der Konsolidierungsprozesse der bindigen Tonschichten wurden bei den Berechnungen berücksichtigt. Es wurde dabei die erforderliche Mindestdauer der Vorlastschüttung sowie die

5 Jahre nach Verkehrsfreigabe auftretenden Setzungen ermittelt.

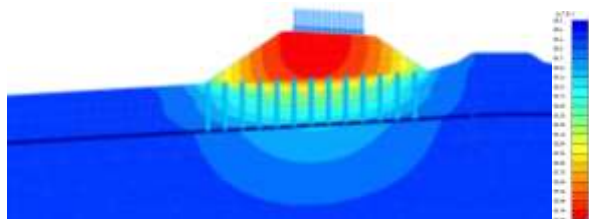


Abb. 3: Setzungen: Vert. Drainierung mit Vorlastschüttung

TEIL B: Hydrogeologie

Das Ziel der hydrogeologischen Untersuchungen im Planungsgebiet war es, die Bedenken der Unteren Naturschutzbehörde zu erörtern. Sie sahen durch den zwangsläufig notwendigen Um- und Ausbau des Bundesstraßenabschnittes eine hydrologische Gefährdung des Auer Filzes und der weiteren Biotope. Es musste bestätigt werden, dass durch die Straßenbaumaßnahme die Wasserversorgung des Hochmoores (Auer Filz) nicht gefährdet wird und keine Gefahr der Trockenlegung besteht. Zudem dürfen keine Schadstoffe (z. B. Schmierstoffe oder Leichtflüssigkeiten) aus dem Straßenbereich in die Schutzgebiete bzw. Gewässer (Auer Bach) gelangen.

Das Erkundungskonzept umfasste drei Grundwassermessstellen. An allen drei Standorten wurden innerhalb des Messzeitraumes von 29. September bis 02. Dezember 2016 ca. wöchentlich die Grundwassermessstände ermittelt und im Anschluss ausgewertet (siehe Abb. 4).



Abb. 4: Grundwasserpegel GWM-Nr. 3

Der kritische Grundwassermesspegel ist GWM-Nr. 3. In diesem Bereich des Um- und Ausbauabschnittes entsteht der größte Geländeeinschnitt von ca. 3 m. Da nach dem DWA-Arbeitsblatt 138 [05] für die vorrangige breitflächige Ver-

sickerung ein Mindestgrundwasserflurabstand von 1,0 m gewährleistet sein soll, wurde der betroffene Abschnitt auf der sicheren Seite in Anlehnung an die RiStWag [04] geplant.

Das anfallende Niederschlagswasser wird in den beidseitigen Entwässerungsmulden gesammelt und über Ablaufschächte einer Kunststofftransportleitung DN 300 zugeführt. Die Ableitung erfolgt in das Regenrückhaltebecken bei Bau-km 2+210. Der Speicherraum wird als Nassbecken mit Dauerstau und kombiniertem Absetzbecken ausgeführt und dient gleichzeitig als ökologische Ausgleichsfläche. Die Ableitung aus dem Nassbecken erfolgt mit max. zulässigem Drosselabfluss von 12 [l/s] in den bestehenden Bachlauf.



Abb. 5: Visualisierung des geplanten RRB mit Dauerstau

Die ausführliche hydrologische bzw. hydrogeologische Untersuchung hat gezeigt, dass durch die Um- und Ausbaumaßnahme keine Gefährdung einer Hochmoortrockenlegung besteht.

Im Bereich der B11 besteht durch die ausreichenden Grundwasserflurabstände (Grundwasserüberdeckung) ebenfalls keine Gefahr der Eintragung von Schadstoffen bei der Versickerung des Niederschlagswassers und der darauffolgenden Grundwasserneubildung. Der kritische Bereich wird durch bautechnische Abdichtungsmaßnahmen geschützt. Damit wird gewährleistet, dass keine verunreinigten Schmutzstoffe aus dem Straßenbetrieb in die Wasserversorgung des FFH-Gebietes gelangen. In den weiteren Bereichen der Um- und Ausbaustrecke ist eine breitflächige Versickerung weitestgehend umsetzbar.

TEIL C: Straßenbau/-planung

Für die in der Voruntersuchung geplante und bevorzugte Wahllinie des Um- und Ausbaus der

B11 nördlich von Reindlschmiede wurde nach RE 2012 der Vorentwurf erstellt. Der Schwerpunkt der Ausführung war die technische Gestaltung der Baumaßnahme. Die Ausarbeitung des TEIL A – Geotechnik wurde detailliert in den Abschnitt Baugrund/Erdarbeiten des Vorentwurfes eingearbeitet und die geotechnischen Auswirkungen aufgezeigt. Vertieft ausgeführt wurden ebenso die Maßnahmen zum Gewässerschutz, die interdisziplinär mit der wasserrechtlichen Untersuchung (TEIL B – Hydrogeologie) erstellt wurden.

Das Grundkonstrukt des Vorentwurfes ist weitestgehend abgeschlossen und kann nach Fertigstellung der landschaftspflegerischen Begleitplanung im Planungsprozess fortgesetzt werden. Die noch folgenden Planungsschritte sind der Feststellungsentwurf und das Planfeststellungsverfahren.

Fazit

Der interdisziplinäre Planungsauftrag konnte durch die koordinierte Bearbeitung der drei Ingenieurfachbereiche nach ingenieurtechnischem Sachverstand umgesetzt werden. Allen voran die Vorleistung der geotechnischen und hydrogeologischen Planungsleistung schuf eine Grundlage mit sehr großem Nutzen für die Straßenplanung. Da die wassertechnischen Untersuchungen und Berechnungen auf die geotechnische Baugrunderkundung abgestimmt wurden, konnte ein schlüssiges Niederschlags-

wasserbeseitigungskonzept erstellt werden. Die im Zuge der Straßenplanung abschließend erforderliche Kostenberechnung konnte sehr detailliert erstellt werden, da durch die Planungskoordination der Fachbereiche ein sehr aufschlussreicher, interdisziplinärer Informationsfluss stattfand. Dies lieferte alles in allem das ingenieurtechnisch geforderte Grundkonstrukt für die bevorstehende Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe, Bauausführung und darüber hinaus die Chance auf eine nachhaltige Mängelfreiheit über die Gewährleistung hinaus.

Die im Rahmen der Masterarbeit durchgeführte interdisziplinäre Studie trug maßgeblich zu Erzielung einer wirtschaftlichen, technisch optimierten und nachhaltigen Lösung einer dringend erforderlichen Straßenplanung bei. Die interdisziplinäre Vorgehensweise lässt sich über den Straßenbau hinaus sehr gut auf die planerische Abwicklung weiterer Infrastrukturprojekte (z. B. Schienenverkehr) übertragen und ist den Auftraggebern bereits in der Projektvorstudie von Anfang an zu empfehlen. Durch Ausarbeitung der Masterarbeit konnte gezeigt werden, dass bei ausreichender Vorlaufzeit und notwendiger Bündelung der Fachkompetenz eine erfolgreiche Zusammenarbeit des öffentlichen Bauträgers und eines mittelständischen Ingenieurbüros bei Bearbeitung einer komplexen interdisziplinären Aufgabenstellung möglich und sehr erforderlich werden kann.

Literaturverzeichnis

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

- [01] Schmuttermeier Anton, Bachelorarbeit, Ausbau B11 nördlich Reindlschmiede, Untersuchung und Wertung verschiedener Varianten, Weilheim, Dezember 2014
- [02] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, RE – Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau, Bonn, Ausgabe 2012
- [03] Bayerisches Landesamt für Umwelt, NATURA 2000, Augsburg, Ausgabe 2004, Aktualisierung 2008, www.lfu.bayern.de
- [04] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), Köln, Ausgabe 2002
- [05] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., DWA Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef, April 2005



Anton Schmuttermeier, M.Eng.

Nach seiner mittleren Reife im Jahre 2005 an der Knabenrealschule in Garmisch-Partenkirchen absolvierte Herr Anton Schmuttermeier im Staatlichen Bauamt Weilheim eine Ausbildung zum Bauzeichner in der Fachrichtung Tief-, Straßen und Landschaftsbau. Nach erfolgreichem Abschluss folgte ein eineinhalb jähriges Angestelltenverhältnis als Bauzeichner beim Staatlichen Bauamt Weilheim. Im September 2009 begann er die 2jährige Weiterbildung zum Staatl. gepr. Bautechniker an der Fachschule für Bautechnik in München. Im Juli 2011 schloss er diese erfolgreich als Staatl. gepr. Bautechniker mit der Zusatzqualifikation der Fachgebundenen Hochschulreife ab.

Im Oktober 2011 begann er an der Hochschule München, Fakultät 2 den Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen und schloss diesen im März 2015 in dem Schwerpunkt „Baubetrieb“ erfolgreich ab. Im direkten Anschluss wurde der Masterstudiengang – Allgemeiner Ingenieurbau mit sehr gutem Erfolg an der Hochschule München abgelegt. Während des Masterstudienganges war er als Werkstudent bei dem Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik augeon Prof. Slominski GmbH & Co. KG in München beschäftigt und sammelte dort wertvolle Erfahrungen in der Felderkundung und den daraus erarbeiteten Baugrundgutachten von Ingenieurbauwerken und Verkehrswegeanlagen.

Seit Januar 2017 ist er bei der HOCHTIEF Infrastructure GmbH Deutschland Südost als Nachwuchsingenieur tätig und betreut aktuell im Vertragsmanagement die Restabwicklung des PPP-Projektes der BAU-ARGE BAB A8, Ulm – Augsburg und kann dort den großen Umfang des bisher erlernten aus der Ausbildung zum Bauzeichner, der beruflichen Weiterbildung zum Staatl. gepr. Bautechniker sowie dem Bachelor- und Masterstudiengang an der Hochschule München in den ingenieurtechnischen Fachbereichen des Verkehrswegebau, Baubetrieb, Bauvertragsrecht, Geotechnik, Hydrogeologie, Kosten- und Leistungsrechnung und dem Projektmanagement in der Praxis eines Großprojektes umsetzen.

Betreuer:

- Lehrstuhl für Geotechnik und Grundbau, Fachbereich der Hochschule München,
 - o bei Herrn Professor Dr.-Ing. Cezary Slominski und im Grundbaulabor der Hochschule;
- Fachbereich Wasserbau und Hydraulik der Hochschule München,
 - o bei Herrn Professor Dr.-Ing. Christian Kellner;
- Fachbereich Straßenbau/-planung der Hochschule München,
 - o bei Herrn Professor Dr.-Ing. Walter Eger.

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

INTEGRATION EINES BIM-SYSTEMS ALS SCHNITTSTELLE ZWISCHEN DER GESTALTUNGSPLANUNG UND DER PROZESSPLANUNG MIT FOKUS AUF DIE MENGENERMITTLUNG, DAS ERSTELLEN VON LEISTUNGSVERZEICHNISSEN SOWIE VON RAUMBÜCHERN BEI EINER MITTELSTÄNDISCHEN BAUNTERNEHMUNG, DER AMBERG BAU GMBH & CO. KG

Bachelorarbeit

Alexander Schneider

Die Arbeiten in der Gebäudeplanung haben sich mit der Durchsetzung digitaler CAD-Systeme grundlegend geändert. Das Ziel, die Errichtung eines Gebäudes, ist dennoch das gleiche geblieben, lediglich der Weg zum fertigen Gebäude hat sich geändert. Bei der heutigen, immer noch verbreiteten Arbeitsweise der CAD-Planung werden Zeichnungen und Gebäudeinformationen getrennt voneinander betrachtet und damit existieren zahlreiche Listen, Pläne und Modelle. Hier kommt die BIM-Methodik ins Spiel. BIM bedeutet, Prozesse effizient und kostensparend zu organisieren. BIM minimiert auf Grundlage der CAD-Planung den Arbeitsaufwand für nachfolgende Arbeiten, wie zum Beispiel die Arbeitsvorbereitung. Dafür müssen alle Bauteile der CAD-Planung mit alphanumerischen Informationen hinterlegt werden. BIM in einen laufenden Betrieb zu integrieren ist ein sehr zeitaufwendiger und arbeitsintensiver Prozess, ein Grund, warum immer noch sehr viele Firmen Abstand von der Umstellung auf die integrative Arbeitsweise nehmen.

Keywords: BIM-Integration, Mengenermittlung, Raumbuch, Leistungsverzeichnis

Komplexität der Bauprojekte

In der heutigen Zeit werden Bauprojekte immer komplexer, da die Anforderungen an eine wirtschaftliche und nachhaltige Bauweise stetig steigen. Gleichzeitig ist der Wettbewerbsdruck in der Baubranche sehr hoch, so dass sich Partnerschaftsmodelle auf Dauer kaum durchsetzen können. Es wird nach Lösungen gesucht, wie Planungs- und Controllingprozesse in der Baubranche besser kontrolliert werden können.

Hier fällt oft der Begriff Building Information Modeling, abgekürzt BIM. BIM wird oft falsch verstanden und als Softwaremodul interpretiert, was die Thematik zu einseitig beschreibt und nicht ist. Vielmehr handelt es um eine kooperative Arbeitsmethode, die sich auf digitale Modelle eines Gebäudes bezieht. Hierbei werden alle Daten - für den Lebenszyklus von der Planung bis zum Recycling - eines Gebäudes gesammelt und verwaltet. Dadurch wird eine transparente Kommunikation erzielt. BIM ermöglicht eine Schnittstelle, mittels des IFC-Formats, zwischen der Entwurf- / Gestaltungsplanung und der Prozessplanung, sprich Mengenermittlung, Arbeitsvorbereitung, Kalkulation etc.

IFC-Schnittstelle

Das IFC-Format ist ein ISO-zertifiziertes Dateiformat. Die Abkürzung IFC bedeutet Industry Foundation Classes. IFC ist ein offenes, softwareunabhängiges Dateiformat zur Übergabe von Daten in der Bauwirtschaft und des Facility Managements. Der Vorteil dieses neutralen Formates ist, dass beim Datenaustausch der Datenverlust minimiert wird. Das IFC-Format fasst alle Informationen aus den unterschiedlichen Programmen in ein geometrisches, virtuelles Modell zusammen und hinterlegt alphanummerische Daten in Form von Attributen, Beschreibungen und Eigenschaften.

Vernetztes Arbeiten mit BIM

BIM kann grundsätzlich in mehrere Entwicklungsstufen aufgeteilt werden. Auf oberster Ebene wird zwischen „Little BIM“ und „BIG BIM“ differenziert.

Bei Little-BIM wird BIM hauptsächlich im eigenen Unternehmen eingesetzt zur Verbesserung von Arbeitsprozessen. Da die Nutzung unabhängig von anderen Projektbeteiligten ist, arbeitet jeder Fachplaner für sich. Abbildung 1 stellt diese Art der Umsetzung mit Inseln dar.

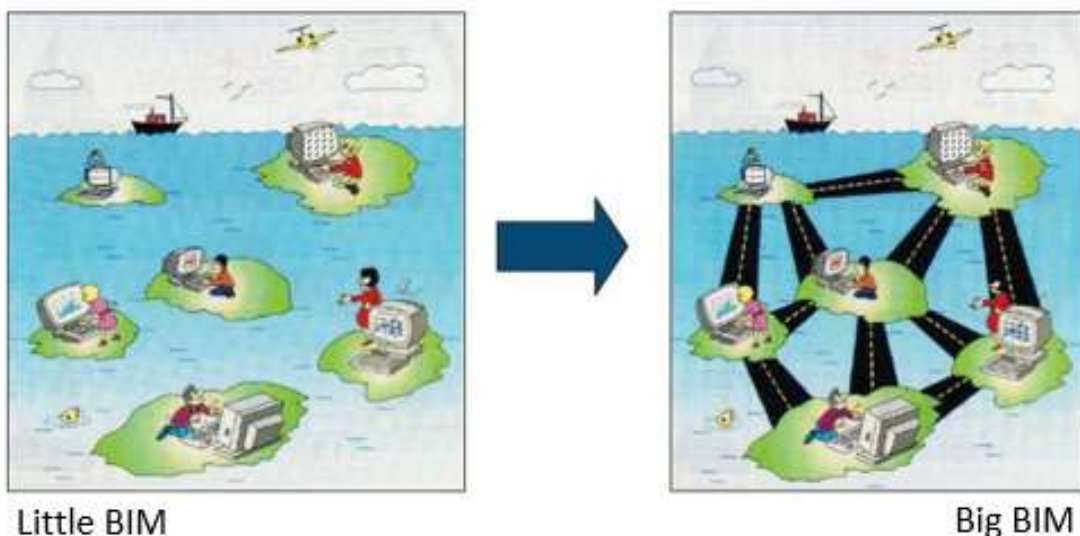


Abbildung 1 Gegenüberstellung Little BIM zu Big BIM (Quelle: Hannus)

Little-BIM lässt sich zudem in „little closed BIM“ untergliedern, eine völlig geschlossene Arbeitsmethode. Ein Datenaustausch mit anderen Planern findet nicht statt, deshalb spricht man von einem geschlossenen BIM-System. Eine weiterentwickelte Art ist das „little open BIM“-System. Der Unterschied zu „closed BIM“ ist, dass der Planer seine Daten anderen Beteiligten zur Verfügung stellt. Allerdings werden die Daten der einzelnen Fachplaner nicht zu einem Gesamtmodell zusammengefasst. Wird dieses Gesamtmodell erstellt, spricht man von „BIG BIM“.

Erstellung des CAD-Projekts

Um ein BIM orientiertes Arbeiten mit Allplan und der Software BIM4You zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, mit Zeichenassistenten zu arbeiten. Assistenten sind intelligente 3D-Daten, das heißt sämtliche alphanumerische Informationen, die für BIM benötigt werden, sind hinterlegt. So wird zum Beispiel eine Wand klar und eindeutig als Stahlbeton-Wand definiert und nicht nur als 3D-Körper mit der Schraffur einer Stahlbetonwand. Die vom Softwarehersteller gelieferten Assistenten entsprachen entweder nicht der DIN 1356-1 oder wiesen eine falsche Zuordnung der Attribute auf, daher mussten eigene Assistenten entwickelt werden. Anschließend wurde das CAD-Projekt erstellt.

Übergabe des CAD-Projekts an BIM4You

Die Übergabe erfolgt mittels der IFC-Schnittstelle vom verwendeten Allplan-Programm in den BIM-Server. Dieser dient dazu, die vorliegenden geometrischen Daten, Bauteileigenschaften und Ausschreibungstexte zu hinterlegen. Im IFC-Programm werden im neuen Projekt zunächst alle projektbezogenen Daten wie Bauherr, Lage des Baugrundstücks etc. hinterlegt. Ausschreibungstexte werden im BIM4You Programm mittels Bemusterungsprofilen angehängt.

Bemusterung im BIM-Server

Die grundlegende Bemusterung der Bauteile geschieht über die Assistenten in Allplan. Allerdings ist es unpraktikabel, alles über das CAD-Projekt zu bemustern. Das würde den Zeichenaufwand unwirtschaftlich machen, da alle technischen Daten detailliert erfasst werden müssten. Hier bietet BIM4You die Möglichkeit fehlende Punkte zu ergänzen oder aber auch das Gebäude komplett neu zu bemustern.

Beim Bemustern werden alle Eigenschaften der Bauteile definiert. Hier werden auch Ausschreibungstexte und Positionsnummern hinterlegt.

Erstellung eines Raumbuches

Ein Raumbuch beschreibt jeden Raum so detailliert, wie er in fertigem Zustand aussehen wird. Die Ausgabe beinhaltet alle verwendeten **Materialien**, wie Wände, Böden und Decken. Fenster Rollläden, Türen, Elektroinstallation, Sanitärobjekte und Heizkörper werden im Raumbuch ebenso genau beschrieben, wie alle geometrischen Informationen, von der Länge und Breite bis zur Wohnfläche jedes einzelnen Raums.

Mit Hilfe von BIM4You lassen sich Raumbücher erzeugen, da bei der Bemusterung sämtliche Daten hinterlegt wurden.

Jeder Raum erhält eine standardisierte Elektroausstattung, die zudem nach Mindest-, Standard- oder Komfortausstattung unterschieden wird. Anhand der geometrischen Daten aus der CAD-Zeichnung wird die erforderliche Anzahl an Steckdosen, Schaltern usw. ermittelt.

Erstellung eines LV's und Anpassung an Stamm-LV

Das BIM4You-Programm arbeitet mit einem sogenannten Positionsmanager. Im Positionsmanager lassen sich auch Mengenermittlungen ausgeben und LV-Entwürfe

erstellen. Das LV kann mit Kurz- oder Langtexten und mit oder ohne Mengen- und Kostenansätzen erstellt werden. Um die Ausschreibungsdaten an den Stamm der Firma Amberg Bau anzupassen bedarf es einen Export der Daten in das Kalkulationsprogramm von BRZ.

Im BRZ-Programm werden anschließend ein Abgleich der Positionsnummern durchgeführt. Hier werden auch EKT-Ansätze und Aufwandswerte mit dem Stamm-LV angeglichen und bei Bedarf mit dem Wert des Stamm-LV ersetzt.

BRZ bietet die Möglichkeit, die Positionsnummer des BIM4You dauerhaft mit der Positionsnummer im BRZ-Programm zu verknüpfen, somit kann die Angleichung bei zukünftigen Projekten automatisch erfolgen.

Zusammenfassung

BIM als integrative Arbeitsweise in ein Unternehmen einzuführen ist ein sehr aufwendiger und arbeitsintensiver Prozess. Die komplette bisherige Planungs- und Arbeitsweise wird in Frage gestellt und an die BIM-Methode angepasst.

Durch BIM verschiebt sich die zeitliche Abfolge der Planungsverläufe und es entsteht vorab ein deutlich höherer Zeitaufwand für die Entwurfserstellung, da von Anfang an Ausführungsdetails ausgearbeitet werden müssen.

Dass die Planungsarbeit vom Umfang geringer wird, ist genauso ein Vorteil wie der Ausschluss einiger Varianten vorab. Durch die Detaillierung zeigt sich nämlich, ob die gewählte Variante ausführbar und wirtschaftlich ist.

Der Datenaustausch und auch die Aktualisierung der Daten funktionieren problemlos, allerdings ist im BIM-Programm noch viel Aufwand nötig, um daraus eine Kostenermittlung für das Gebäude erstellen zu können. Wenn eine fertige Planung und die angepassten Ausschreibungstexte vorliegen, ist es sehr schnell möglich eine fertige Ausschreibung zu erstellen, da der Aufwand der

Mengenermittlung durch das importierte 3D-Mengenmodell, das automatisch ausgewertet wird, wegfällt.

Dieser Output macht Angebote mehrerer Bieter einfacher vergleichbar, da alle nach dem gleichen LV kalkulieren. Momentan erhalten die Subunternehmer der Firma Amberg Bau eine qualitative Baubeschreibung und erstellen auf dieser Basis ein eigenes Angebot/Leistungsverzeichnis. Das macht den Vergleich der Bieter kompliziert, da jeder seine Angebote in unterschiedlicher Form vorlegt. Die bessere Vergleichbarkeit führt zu einer kosteneffizienteren Planung.

Fazit

Die Zusammenfassung zeigt, dass in der BIM-Arbeitsweise sehr viel Potential steckt. Um dieses Potential nutzen zu können bedarf es allerdings noch viel Aufwand. Momentan ist nur das Arbeiten nach Little BIM bei der Firma Amberg Bau möglich, da die anderen Fachplaner momentan nicht mit BIM arbeiten.

Die Umstellung auf BIM ist ein Schritt, den viele Firmen noch scheuen, da die Integration sehr zeit- und kostenaufwändig ist und eine grundlegende Umstellung der bekannten Arbeitsweise fordert. Das hat wiederum zur Folge, dass sich die Digitalisierung der Baubranche nur langsam verbreitet und damit auch der Entwicklungsfortschritt dementsprechend langsam voranschreitet. Dass nun die Softwarehersteller die Initiative ergreifen und durch Werbekampagnen die Digitalisierung der Baubranche forcieren, ist als positiv zu erwähnen.

BIM soll der Firma Amberg Bau auch ermöglichen, flexibler mit unterschiedlichen Fachplanern, die ebenfalls nach der BIM-Methodik arbeiten, zu kooperieren. So kann auch in Zukunft effizienter und kostensicherer geplant werden.

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Gegenüberstellung Little-BIM zu BIG-BIM (Matti Hannus)

Quelle: http://www.aknw.de/fileadmin/user_upload/News-Pdfs/2013-05/Dr.Thomas_Liebich_.pdf;
Stand: 10.10.2016)

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Hausknecht, Kerstin und Liebich, Thomas. 2016. BIM-Kompendium. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2016.
2. König, M., et al. 2016. Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [Online] 07. 07 2016. [Zitat vom: 10. 05 2016.]
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-materialsammlung.pdf?__blob=publicationFile.
3. Egger, Martin, Hausknecht, Kerstin und Liebich, Thomas, Przyblo, Jakob. 2013. BIM-Leitfaden für Deutschland. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. [Online] 30.11.2013. [Zitat vom: 04.11.16.];
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/3Rahmenbedingungen/2013/BIMLeitfaden/Endbericht.pdf;jsessionid=A068FBCE582EBFF7F2B164099117CFBD.live21301?__blob=publicationFile&v=2.



Autor

Schneider Alexander, geb. 20.04.1992 in München

Ausbildung:

- 1998 – 2008: Volksschule Fuchstal mit Abschluss der mittleren Reife
- 2008 – 2009: Staatliche Fachoberschule Landsberg
- 2012 – 2013: Berufliche Oberschule Kaufbeuren, Abschluss mit Fachabitur
- 2013 – dato: Hochschule Augsburg, Studium Bauingenieurwesen

Beruflicher Werdegang:

- 2009 – 2012: Ausbildung zum Bauzeichner (Architektur) bei Amberg Bau GmbH & Co. KG
- 2012 – 2017: Bauzeichner bei Amberg Bau GmbH & Co. KG (geringfügige Beschäftigung)
- 09/15 – 02/16: Praxissemester bei Möhler + Partner Ingenieure AG

Betreuer

Hochschule Augsburg:

Die Arbeit wurde angefertigt an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Hochschule Augsburg unter der Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Stefan Rohr.

Betreuende Firma:

Amberg Bau GmbH & Co. KG, Bahnhofstraße 20, 86925 Fuchstal, vertreten durch Herrn Norbert Kees Dipl.-Ing. (FH)

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.

VARIANTENSTUDIE ZU DEN BAUVERFAHREN EINES BRÜCKENÜBERBAUS AM PROJEKTBEISPIEL ROSKILDE FJORD LINK

Bachelorarbeit

Strobl, Quirin

In dieser Bachelorarbeit soll anhand einer Variantenstudie zu den Bauverfahren eines Brückenüberbaus das Verfahren ermittelt werden, das für den Überbau des Brückenbauprojekts Roskilde Fjord Link unter Berücksichtigung der vorherrschenden Rahmen- und Umweltbedingungen am besten geeignet ist. Nach der Vorstellung der Eckdaten des Projekts werden zunächst die Rahmenbedingungen erläutert und eine Massenermittlung für den Überbau sowie für den Unterbau durchgeführt. Anschließend folgt eine Beschreibung der einzelnen Bauverfahren und ihrer eventuellen Varianten, wobei nach den allgemeinen auch die spezifischen Vor- und Nachteile beschrieben werden.

Der Überblick über die Bauverfahren bat an, eine Entscheidungsmatrix zu erstellen, die es ermöglicht, die unterschiedlichen Bauverfahren anhand von 17 Kriterien mit Noten und Gewichtungen zu bewerten. Die Daten, die in diese Entscheidungsmatrix eingeflossen sind, führen am Ende der Arbeit zu der begründeten Wahl des Bauverfahrens der Unten – Laufenden – Vorschubrüstung für das Projekt Roskilde Fjord Link.

Die Entscheidungsmatrix soll in Zukunft für die Brückenbauprojekte der Ed. Züblin AG verwendet werden, um die Entscheidungen für das jeweilig am besten geeignete Bauverfahren sachlich begründet und zügiger fällen zu können.

Keywords: Variantenstudien, Brückenbauverfahren, Entscheidungsmatrix, Roskilde Fjord Link, (Groß) Infrastrukturprojekt, Überbau, Brückenbau

Vorschubrüstungen: Allgemeine Vor- und Nachteile



Abb. 1: Unten laufende Vorschubrüstung
Quelle: PERI GmbH, Weißenhorn, Deutschland

Viele Experten sind der Meinung, dass sich das Verfahren der Vorschubrüstungen für Brückenbauwerke mit schwer zugänglichem Untergrund am besten eignet: Es braucht nämlich keinen Zugang vom Boden (bzw. vom Wasser) und ist relativ unabhängig vom Wetter.

Bei diesem Bauverfahren wird eine verschiebbare Produktionsstätte in Form einer Vorschubrüstung an den zuvor errichteten Pfeilern temporär befestigt und Abschnitt für Abschnitt nach vorne geschoben. Die Rüstungen bestehen zumeist aus Fachwerk-beziehungsweise Doppel-T-Trägern mit einer Querschnittshöhe von bis zu 500 cm und müssen vor Ort an einem der Widerlager zusammengesetzt werden; sie sind meist zwei bis zweieinhalb mal so lang wie das längste Feld der Brücke. Dies hat den Vorteil, dass frühzeitig Zugang zu den Folgepfeilern geschaffen wird und dadurch Lasten über mehrere Pfeiler gleichzeitig abgetragen werden können. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, das enorme Gewicht der Vorschubrüstung schon in der Planung zu berücksichtigen: Es kann nämlich das Eigengewicht eines Feldes um mehr als 50 % überschreiten.

Nach der Montage der Produktionsstätte kann mit dem Bau des ersten Abschnitts begonnen werden. Nach dessen Aushärtung wird die Vorschubrüstung um ein Feld weitergeschoben und der Zyklus beginnt von neuem.

Da bei diesem Verfahren die Vorschubrüstung verschoben wird, muss die Logistik sorgfältig

geplant werden, da die Transportwege mit jedem Abschnitt länger werden. Allerdings kann jedes abgeschlossene Feld als Zufahrtsweg verwendet werden; das macht die Errichtung von Zugängen für die Überbaukonstruktion vom Wasser aus überflüssig.

Da bei der Vorschubrüstung immer nur Abschnitte, bzw. komplette Felder hergestellt werden, gibt es bei diesem Verfahren keine Grenzen für die Länge einer Brücke. Außerdem sind komplexe Überbau-Geometrien möglich. Auch hinsichtlich der Betonage muss hier gut geplant, bzw. aufgeteilt werden, da für ein komplettes Feld bis zu 1000 m³ Beton benötigt werden.

Vorschubrüstungen sind in der Lage, extrem große Spannweiten zwischen den einzelnen Pfeilern zu realisieren: So wurden bereits Spannweiten von 90 m umgesetzt. Pro Feld muss mit vier Wochen Herstellungszeit gerechnet werden. So ist eine Wochenleistung von etwa 18 m möglich. Auch die Herstellung einer monolithischen Verbindung ist unproblematisch.

In den Folgeabschnitten würde nun das Prinzip der unten laufenden Vorschubrüstung zusammen mit 7 weiteren möglichen Verfahren beschrieben. Darauf wird in dieser Zusammenfassung verzichtet und gleich auf das eigentliche Ergebnis, die Entscheidungsmatrix, eingegangen.

Auswertung: Beschreibung der Entscheidungsmatrix

Die in den vorangehenden Kapiteln der gesamten Arbeit durchgeführte Variantenstudie zu den einzelnen Bauverfahren hat es auf Grund der gesammelten Informationen ermöglicht, eine leicht verständliche sowie für andere Brückenbauprojekte anwendbare Entscheidungsmatrix zu erstellen. Diese Matrix wird für das Projekt Roskilde Fjord Link verwendet, um die Entscheidungsfindung der Firma Ed. Züblin AG zu erleichtern.

Die Matrix ist folgendermaßen aufgebaut:

In den vertikalen Spalten sind oben die Bauverfahren mit ihren möglichen Varianten

aufgelistet und zur besseren Verständlichkeit durch ein Foto darunter illustriert.

□ Unter der Fotozeile folgt die prozentuale Auswertung der Variantenstudie. Die Formel für die Auswertung wurde von mir für die Matrix entwickelt um anzuzeigen, welches Verfahren sich für den Überbau eines Brückenbauprojektes am besten eignet. Die Formel berücksichtigt die folgenden 17 Kriterien:

Kriterium	Gewichtung aus 100 %	Note beim bevorzugten Bauverfahren (1 sehr schlecht – 10 sehr gut)
Logistik	3	9
Herstellungsdauer	15	8
Finanzieller Aufwand	10	7
Zugang zum Arbeitsplatz	3	8
Beton	5	7
Bewehrungsstahl	5	8
Spannglieder	5	10
Schalung	5	9
Arbeiten vom Wasser aus	15	10
Platzbedarf	3	8
Eingriffe in die Umwelt	5	8
Wetterabhängigkeit	3	7
Ausführungsrisiko	10	8
Dauerhaftigkeit und Wartungsfreundlichkeit	3	10
Ästhetik	4	9
Arbeitskräfte	3	8
Beanspruchungen im Bauzustand	3	5

Als Besonderheit wird in Zeile 0 zunächst die allgemeine Ausführbarkeit mit Hilfe von sechs K.o.-Kriterien bewertet: Erfüllt beispielsweise ein Verfahren oder eine Verfahrensvariante eines dieser K.o.-Kriterien nicht, so wird es mit „N“ (für „Nicht relevant“) versehen und rot markiert; dadurch scheidet das Verfahren sofort aus.

Dieses Vorgehen erleichtert die Variantenstudie zu einem Projekt.

Die Zeilen 1 bis 17 listen die ausgewählten Kriterien auf, so dass jedes Bauverfahren mit einer kurzen spezifischen Beschreibung versehen werden kann. In der Formel werden diese Kriterien unterschiedlich gewichtet: zusammen ergeben die Gewichtungen 100%.

Anschließend müssen die Kriterien bei jedem Verfahren mit einer Note in der jeweiligen Spalte von 1 bis 10 bewertet werden; dabei stellt die Note 1 die schlechteste Eignung dar, die Note 10 die beste. Bei der Notenvergabe muss darauf geachtet werden, immer den Aspekt der Wirtschaftlichkeit im Auge zu behalten. Nur so kann sichergestellt werden, dass eventuelle persönliche Vorlieben für ein bestimmtes Bauverfahren nicht überproportional ins Gewicht fallen. Die Notenvergabe bietet bei Besprechungen die Möglichkeit, Veränderungen einzutragen und dadurch sofort eine Diskussionsgrundlage zu erhalten.

Sollte es einmal nicht möglich sein, alle am Projekt beteiligten Personen zu versammeln, kann diese Matrix von jedem Einzelnen gesondert bearbeitet werden, um später als Gesprächsgrundlage und Vorbereitung für weiterführende Besprechungen zu dienen. Dadurch ist es möglich, zeitaufwändige Gespräche zu reduzieren.

Die konkreten Werte für das Projekt Roskilde Fjord Link habe ich durch Besprechungen in Hamburg, Stuttgart und München erhalten und in der Matrix zusammengeführt.

Die Erstellung und Optimierung dieser Entscheidungsmatrix ist ein wesentlicher Teil meiner Arbeit gewesen. Die Matrix soll es der Firma Ed. Züblin AG in Zukunft ermöglichen, schnell und begründet das jeweils am besten geeignete Bauverfahren für einen Brückenüberbau auszuwählen.

Auswertung der Entscheidungsmatrix für das Projekt Roskilde Fjord Link:

In Bezug auf das Projektbeispiel Roskilde Fjord Link hat die Auswertung der Entscheidungsmatrix zu einer eindeutigen Entscheidung für das Bauverfahren der Vorschubrüstung mit unten laufenden Trägern

geführt, denn es steht mit insgesamt 82,25% an Platz eins und damit an der Spitze der beschriebenen acht Bauverfahren. Hauptgrund für dieses Ergebnis ist die durchweg positive Bewertung der 17 Kriterien in der Matrix, wobei die drei folgenden Kriterien die Bestnote 10 erreicht haben: zum einen das für dieses Projekt besonders wichtige Kriterium „Arbeiten vom Wasser aus“ (Gewichtung: 15%), zum anderen das Kriterium „Spannglieder“ (Gewichtung: 5%) sowie das Kriterium „Dauerhaftigkeit und Wartungsfreundlichkeit“ (Gewichtung: 3%). Drei weitere Kriterien haben zwar nicht die Bestnote 10 erhalten, spielen aber auf Grund ihrer hohen Gewichtung bei der Entscheidungsfindung ebenfalls eine zentrale Rolle. Es handelt sich dabei um die Kriterien „Herstellungsdauer“ (Gewichtung: 15%) mit der Note 8, „Ausführungsrisiko“ (Gewichtung: 10%) mit der Note 8 und „Finanzieller Aufwand“ (Gewichtung: 10%) mit der Note 7.

Die restlichen Verfahren haben wie folgt abgeschnitten:

Bauverfahren	Tauglichkeit für das Projekt in Prozent [%]
Oben laufende Vorschubrüstung	77,85
Einseitiges Taktschieben	75,25
Zweiseitiges Taktschieben	72,10
Makro – Segmentbauweise	71,25
Freivorbau mit Verlege Gerät und Fertigteilen	69,60
Freivorbau mit Ortbeton	46,90
Element-Fertigteile	Ohne Wertung

Das Bauverfahren mit Element – Fertigteilen fällt durch das Auswertungsraster der Matrix, weil es mehrere K.o.-Kriterien nicht erfüllt und somit automatisch als „→Nicht relevant←“ für das Projekt des Roskilde Fjord Links eingestuft wird.

Fazit:

Da das Ergebnis dieser Bachelorarbeit, die Entscheidungsmatrix, mit dem Programm Microsoft Excel erstellt wurde, kann sie sehr leicht auf andere Projekte angepasst werden. Außerdem kann man auf der Basis dieser Matrix weitere Entscheidungshilfen für andere Bereiche

der Baubranche wie zum Beispiel dem Tunnelbau (Konventioneller Vortrieb, Schildvortrieb, etc.) oder für den Bau von Pylonen (Kletterschalungen, Fertigteile, etc.) erstellen.

Künftig könnte man ein Onlineformular erstellen, in dem alle Beteiligten von unterschiedlichen Orten aus die Möglichkeit haben, ihre Bewertungen (eventuell sogar anonym) abzugeben. So würden alle in einer Entscheidungsmatrix arbeiten und diese könnte automatisch ausgewertet werden. Dies spart nicht nur wertvolle Reise- und Gesprächszeit für Mitarbeiter, sondern es bestünde auch die Möglichkeit, die gewonnen Erkenntnisse in einer Datenbank zu hinterlegen, um spezielles Fachwissen nicht zu verlieren.

Literaturverzeichnis

Für die Arbeit vordergründig verwendete Quellen:

1. Vgl. zum Verfahren der Vorschubrüstung Rosignoli & Gerlis, 2013, sowie Holst & Holst, 2004
2. Interne Besprechung vom 30.9.2015 mit Herrn Thomas Lehmann, Herrn Stefan Seyfried, Herrn Michael Frippiat und Herrn Michael Däbritz (Firma ThyssenKrupp; Leiter Vorschubtechnik)“
3. Interne Nachricht aus Firmenvorstellung: „BERD – Bridge Engineering Research and Design – Portugal. (Nach Firmenaussagen sogar Spannweiten bis zu 120 m möglich)
4. Zur Festlegung der Kriterien wurde auch hinzugezogen: Vejdirektoratet Kap.2.- Transportministeriet - Danish road Directorate, 2014. Questionnaire for the technical dialogue for the Roskilde Fjord Link
5. Vgl. Anhang: Entscheidungsmatrix – Roskilde Fjord Link –



Autor

Quirin Strobl, geb. 18.11.1990

Bachelorstudium: OTH Regensburg von 03/12 bis 03/16

Masterstudium: HTWG Konstanz von 09/16 bis voraussichtlich 01/18

Mehrere Praktika im In- und Ausland, unter anderem bei folgenden Firmen:

- Praktikumsstellen:
 - o „Ed. Züblin AG – Hamburg“ (STRABAG Konzern)
 - o “FCBC – Forth Crossing Bridge Constructors – HOCHTIEF” (Schottland, GB)
 - o “New Space Architects” Singapore
 - o “Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG”
 - o “Pfaffinger” Unternehmensgruppe Passau

Betreuer

Aufgabensteller: Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Denk

Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der der Ed. Züblin AG – Hamburg, Direktion Ingenieurbau Nord angefertigt. Die Ansprechpartner vor Ort waren die Diplomingenieure Herr Jan Götsche, Herr Sönke von Fintel, Herr Stefan Seyfried, Herr Uwe Linke und Herr Jan Liebig. Außerdem half mir Herr Dipl. Ing. Thomas Lehmann und sein gesamtes Team bei der Direktion Stuttgart der Ed. Züblin AG, wichtige Informationen zu sammeln.

Die Arbeit wurde mit einer Teilnahmeurkunde ausgezeichnet.