



Technische  
Universität  
Braunschweig

29. **BBB** ASSISTENTEN  
TREFFEN  
BRAUNSCHWEIG



Tagungsband zum

## 29. BBB-Assistententreffen

Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter  
Bauwirtschaft | Baubetrieb | Bauverfahrenstechnik

6. bis 8. Juni 2018 in Braunschweig

## **Impressum**

**Herausgeber:** Zentrum für Bau- und Infrastrukturmanagement

### **Lehrstuhl für Bauwirtschaft und Baubetrieb**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Patrick Schwerdtner

Schleinitzstr. 23 A

38106 Braunschweig

### **Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tanja Kessel

Schleinitzstr. 23 A

38106 Braunschweig

**Juni 2018**

ISBN: 978-3-927115-81-1

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141016-0>

Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Zustimmung der Autoren.

Foto:

Marek Kruszewski/TU Braunschweig (Cover)

# Vertrags- und Vergütungsmodelle im maschinellen Tunnelbau

*Dipl.-Ing., Tobias Bisenberger*

*Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik*

*TU Wien*

*tobias.bisenberger@tuwien.ac.at*

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Tunnelbau in Österreich – der maschinelle Tunnelbau im Vormarsch .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Vertrags- und Vergütungsmodelle im nationalen und internationalen Kontext im maschinellen Tunnelbau.....</b>	<b>2</b>
2.1	ÖNORM B 2203-2 .....	2
2.1.1	Erste Ordnungsgruppe.....	3
2.1.2	Zweite Ordnungsgruppe.....	4
2.1.3	Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2.....	6
2.2	NEC im Tunnelbau .....	6
<b>3</b>	<b>Entwicklung eines innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells im maschinellen Tunnelbau.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>

## **1 Tunnelbau in Österreich – der maschinelle Tunnelbau im Vormarsch**

Der Tunnelbau in Österreich findet aufgrund der gegebenen topographischen Lage, welche geprägt ist durch die Alpen, vorwiegend im gebirgigen Raum statt. Große Tunnelquerschnitte wurden in Österreich bis etwa zur Jahrtausendwende fast ausschließlich nach den Prinzipien der NÖT (Neue Österreichische Tunnelbaumethode) aufgefahren. Kleinere Querschnitte (wie beispielsweise bei Stollen für Wasserkraftsanlagen) werden seit den 1970er Jahren überwiegend mit Tunnelvortriebsmaschinen hergestellt.<sup>1</sup> Im Zuge des Neubaus der Westbahn zwischen Wien und St.Pölten zu Beginn des 21. Jahrhunderts hat der maschinelle Tunnelbau mit größeren Durchmesser (über 8 m) in Österreich Einzug gehalten. Zum Beispiel wurde die Tunnelkette Perschling und große Teile des Wienerwaldtunnels mittels einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) aufgefahren. Weitere Tunnelbaugroßprojekte in Österreich bei denen TVM zum Einsatz kommen, befinden sich gerade in der Ausführungsphase wie zum Beispiel der Koralmtunnel (Ausbau der Südbahnstrecke Graz – Klagenfurt) oder der Brennerbasistunnel (Ausbau der baltisch-adriatischen Route). Summa summarum ist in Österreich die Technologie des maschinellen Tunnelbaus angekommen und befindet sich auf dem Vormarsch.

## **2 Vertrags- und Vergütungsmodelle im nationalen und internationalen Kontext im maschinellen Tunnelbau**

Eine faire Vergütung der erbrachten Leistungen im Tunnelbau und ein dahinterliegender Vertrag, welcher möglichst alle auftretenden Eventualitäten im Baubetrieb abdeckt, sind die Maxime mit denen Bauverträge im Allgemeinen zu erstellen sind. Dazu kommt die überall gepriesene partnerschaftliche Projektabwicklung während der Ausführungsphase des Tunnelbauprojekts. Diesen beschriebenen Herausforderungen stellen sich die verschiedenen Fachexpertinnen und -experten in Normenausschüssen und versuchen die teilweise unterschiedlichen Bedürfnisse von Seiten der Auftraggeber und Auftragnehmer zu berücksichtigen. Dies wird in Form von Normen (wie z.B. in Österreich mit der ÖNORM B 2203-2 Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm: kontinuierlicher Vortrieb) oder Vertragskonglomeraten wie z.B. NEC (New Engineering Contract) oder FIDIC<sup>2</sup> umgesetzt. Nachfolgend wird auf die in Österreich zur Anwendung kommende ÖNORM B 2203-2 eingegangen und es werden die Grundcharakteristika und einige Tunnelbauspezifika des NEC-Vertragsmodells erläutert.

### **2.1 ÖNORM B 2203-2**

Die ÖNORM B 2203-2 ist eine Werkvertragsnorm, welche sowohl Verfahrens- als auch Vertragsbestimmungen für die Ausführung von Untertagebauarbeiten mit maschinellem (kontinuierlichem) Vortrieb behandelt. Sie gilt allerdings ausschließlich für Hohlräume, die so

---

<sup>1</sup> Vgl. Schneider, E. / Leitner, W. / Wais, A. (2004): „Der österreichische Tunnelbauvertrag“, S.19

<sup>2</sup> Fédération Internationale des Ingénieurs Conseils

groß sind, dass sie während des Zeitraumes des Ausbruchs und Ausbaus begangen oder befahren werden können. Die aktuell gültige Fassung dieser Norm wurde am 01.01.2005 herausgegeben und befindet sich derzeit in Überarbeitung.

Im Folgenden wird speziell auf die Vergütung der Leistungen in dieser Norm eingegangen. Die Vergütung der Leistungen ist laut ÖNORM B 2203-2 und ÖNORM B 2110:2013<sup>3</sup> grundsätzlich anhand des ausgepreisten Leistungsverzeichnisses, in welchem die einzelnen Vortriebsklassen einfließen, vorzunehmen. Dieses hat der Auftragnehmer dem Angebot beizulegen und wird im Vertrag als verbindlich vereinbart. Dabei soll das Leistungsverzeichnis unter anderem einzelne Positionen für

- Baustellengemeinkosten (einmalige Kosten des Vortriebssystems, zeitgebundene Kosten und Gerätekosten der Baustelle)
- Leistungsbezogene Kosten
- Erschwernisse
- Regieleistungen
- Stützmaßnahmen
- Zusatzmaßnahmen
- Abdichtungen
- Innenschalenarbeiten

enthalten.

Unter Verwendung der erlangten Erkenntnisse aus der Gebirgscharakterisierung laut ÖGG-Richtlinie<sup>4</sup> für die geotechnische Planung von Untertagbauarbeiten mit kontinuierlichem Vortrieb, wird laut ÖNORM B 2203-2 der Vortrieb in Vortriebsabschnitte (erste Ordnungsgruppe) und weiter in Vortriebsklassen unterteilt. Die Besonderheit dieses Normenwerks besteht in der Flexibilität ihrer Anwendung, wenn eine andere Vortriebsklasse angetroffen wird, fällt nicht der ganze Bauvertrag in sich zusammen sondern es kann eine gesonderte Vergütung für diese Klasse erfolgen. Dabei ist die grundsätzliche Trennung anhand der TVM, in Tunnelbohrmaschinen (TBM) für Festgestein und Schildmaschinen (SM) für vorwiegend Lockergestein, zu beachten. Zusätzlich wird beim maschinellen Vortrieb nach Maschinen mit oder ohne Schutz eines Schildes unterschieden. Nachfolgend werden die erste und die zweite Ordnungsgruppe – nach Maschinentyp getrennt – genauer beschrieben.

### **2.1.1 Erste Ordnungsgruppe**

Die erste Unterteilung, erste Ordnungsgruppe genannt, erfolgt aufgrund des Löseverhaltens, ist somit vom ermittelten Gerbirgsverhalten und in weiterer Folge auch von baubetrieblichen Belangen abhängig. Dabei spielen unter anderem die Gesteinsart, der Zerlegungsgrad und die mineralischen Bestandteile des Gesteins, sowie die Penetration und die Abrasivität eine wesentliche Rolle. Bei der Unterteilung ist es sinnvoll eine maximale Detaillierung, im Sinne einer Mindestlänge, die einem Vielfachen der in diesem Bereich erzielbaren Tages-

---

<sup>3</sup> ÖNORM B 2110:2013: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen

<sup>4</sup> Österreichische Gesellschaft für Geomechanik

Vortriebsleistung entspricht, einzuhalten. Bei der Einteilung der Vortriebsabschnitte sind kurze Bereiche, die diese vorgegebene Mindestlänge nicht erreichen, jenem Bereich zuzuordnen, mit dem eine höhere geologische Übereinstimmung erzielt wird und sind nicht gesondert auszuweisen.

### 2.1.2 Zweite Ordnungsgruppe

Die zweite Ordnungsgruppe wird schließlich unter der Zuhilfenahme der Stützmittelzahl und in Abhängigkeit der leistungsbestimmenden Merkmale beeinflusst. Die Einteilung der zweiten Ordnungsgruppe erfolgt für die verschiedenen Tunnelvortriebsmaschinen unterschiedlich, daher ist in weiterer Folge eine getrennte Betrachtung für TBM-Offen/TBM-Aufweitung, TBM-Schild/TBM-Doppelschild sowie SM notwendig. Durch die Darstellung der beiden Ordnungsgruppen in einer Matrix ergibt sich für das jeweilige Tunnelbauprojekt eine eigene Vortriebsklassenmatrix, wie sie beispielsweise in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt ist.

ERSTE ORDNUNGSGRUPPE		ZWEITE ORDNUNGSGRUPPE											
		Stützmittelzahl gemäß 4.3.2.3											
		Maximaler Geltungsbereich											
		1	2	3	5	7	9	13	17	21	27	33	39
		± 0,5			± 1,0			± 2,0			± 3,0		
VORTRIEBSABSCHNITTE (VA) gemäß 4.3.2.2	VA												
	1	1 / 0,5	1 / 1,5	1 / 2,5	1 / 4	1 / 6	1 / 8	1 / 11	1 / 15	1 / 19	1 / 24	1 / 30	1 / 36
	2		2 / 1,5	2 / 2,5	2 / 4	2 / 6	2 / 8	2 / 11					
	3	3 / 0,5	3 / 1,5	3 / 2,5	3 / 4								
	n-1												
n													

Abbildung 1: Beispiel einer Vortriebsklassenmatrix für TBM-O und TBM-A<sup>5</sup>

#### Zweite Ordnungsgruppe für TBM-O/TBM-A

Bei dieser Art der Vortriebsmaschine erfolgt die Ermittlung der zweiten Ordnungsgruppe unter Zuhilfenahme der Stützmittelzahl. Dabei müssen die geplanten Stützmaßnahmen für jede Vortriebsklasse einzeln angegeben und dargestellt werden. Für die Berechnung der Stützmittelzahl müssen Art, Umfang und Ort des Einbaus der Regelstützmittel pro Laufmeter Tunnel bekannt sein. Diese werden gemäß Tabelle 2 der ÖNORM B 2203-2 – siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** – bewertet und auf die Bewertungsfläche bezogen, welche auf Basis des nominalen Bohrlochdurchmessers vertraglich vereinbart und durch das Überbohrmaß nicht verändert wird. Diese Bewertungsfaktoren sind für jene

<sup>5</sup> ÖNORM B 2203-2, 2005, S.14, Tabelle 1

Stützmittel gültig, welche in den Ausschreibungsunterlagen angegeben sind. Die Grenzen des Gültigkeitsbereiches einer Vortriebsklasse müssen ebenfalls in der Vortriebsklassenmatrix ersichtlich sein.

Stützmittel		Bewertungsfaktoren nach Arbeitsbereichen		Mengen- einheit	Bemerkung
		Arbeits- bereich A1	Arbeits- bereich A2		
Anker	Gefalteter Rohrreibungsanker	3,0	1,6	m	
	SN-Mörtelanker	4,0	2,5	m	
	Selbstbohranker	6,0	3,5	m	
	Verpressanker	6,0	4,0	m	
	Vorgespannte Mörtelanker	10,0	5,0	m	
Verpressungen über 10 kg je m Anker		0,3	0,2	kg	
Baustahl- gitter	bergseitig ohne Bogen	4,0	2,5	m <sup>2</sup>	
	bergseitig mit Bogen	3,0	2,0	m <sup>2</sup>	
	hohlraumseitig	3,0	2,0	m <sup>2</sup>	
Bogenteile kürzer als halber Umfang		2,5	2,5	m	
Bogenteile länger als halber Umfang		5,0	—	m	
Bogen geschlossen		4,0	—	m	
Liner plates		10,0	—	m <sup>2</sup>	
Spritzbeton	Laibung	70,0	20,0	m <sup>3</sup>	theoretische Massen nach Nennstärke und Abrechnungs- linie
	Auffüllen von Zwickeln und Mehrausbrüchen	50,0	14,0	m <sup>3</sup>	
Dielen	Verzugsdielen	15,0		m <sup>2</sup>	eingebaute Dielen
	Getriebedielen	20,0		m <sup>2</sup>	eingebaute Dielen

Abbildung 2: Bewertungsfaktoren für Regelstützmittel für TBM-O und TBM-A<sup>6</sup>

### Zweite Ordnungsgruppe für TBM-S/TBM-DS

Beim Einsatz von Tunnelbohrmaschinen mit stützendem Schild, wird die zweite Ordnungsgruppe anhand von leistungsbestimmenden Merkmalen des Vortriebssystems gegliedert. Dabei kann beispielsweise die Verspannbarkeit, die Art der Abstützung, die Ausbauart oder die Ortsbruststützung als signifikant maßgebender Parameter gewählt werden. Dadurch ist es möglich zusätzlich leistungsmindernde bzw. -bestimmende Einflüsse, die nicht durch das Löseverhalten beschrieben werden, in die Vortriebsklassenmatrix mit einzubeziehen. Sollte dies nicht notwendig sein, so kann die Gliederung nach der zweiten Ordnungsgruppe gänzlich entfallen und die Einteilung erfolgt ausschließlich nach der ersten Ordnungszahl.

### Zweite Ordnungsgruppe für SM

Bei Schildmaschinen, welche vornehmlich im Lockergestein zur Anwendung kommen, wird die Unterteilung innerhalb der zweiten Ordnungsgruppe anhand von leistungsbestimmenden Merkmalen vorgenommen. Dabei wird in vielen Fällen die Gliederung nach den geplanten Vortriebsverfahren bevorzugt. Analog zu den TBM-S/TBM-DS kann im Lockergestein die

<sup>6</sup> ÖNORM B 2203-2, 2005, S.15, Tabelle 2

Festlegung der zweiten Ordnungsgruppe entfallen, wenn keine weiteren leistungsbestimmenden Merkmale erforderlich sind. Die Einteilung der Vortriebsklassen erfolgt bei diesen Fällen wiederum nach der ersten Ordnungszahl.

### 2.1.3 Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2

Aufgrund der in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse bei diversen Infrastrukturgroßprojekten wie dem Wienerwaldtunnel oder dem sich gerade in der Ausführung befindlichen Koralmtunnel, wurde eine Überarbeitung der ÖNORM B 2203-2 angestrebt. Es erfolgt eine grundsätzliche Neukonzeption dieser Werkvertragsnorm, wobei beispielsweise neue Stützmittelbewertungsfaktoren für offene TBM abhängig von der Maschinengröße geschaffen werden. Prof. Eckart Schneider – ehemaliger Vorstand des Instituts für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement an der Universität Innsbruck – berichtet über die Normenüberarbeitung in einem Interview mit Dr. Markus Spiegl in der BauAktuell Ausgabe vom September 2017 folgendes: *„Leider wurden die Gestaltungsmöglichkeiten, die dieses System (Anm.: derzeit gültige ÖNORM B 2203-2) bietet, nur in wenigen Ausschreibungen im Sinne der Normersteller genutzt. Sehr häufig wurde eine möglichst grobe Einteilung der Vortriebsklassen gewählt und – gerade bei Großprojekten – eine asymmetrische Risikoverteilung zuungunsten der Auftragnehmer durchgesetzt. Das ist meines Erachtens die Ursache dafür, dass die Tunnelbaufirmen die schon in der „alten“ Version (der Norm) vorgesehene Möglichkeit favorisieren, nach gemessener Penetration zu klassifizieren und abzurechnen. Die Fokussierung auf den Teilaspekt macht aber nur Sinn in kompaktem Gebirge mit hoher Festigkeit. In Festgestein mit geringer und mittlerer Festigkeit sind andere Faktoren, vor allem das Gebirgsverhalten, entscheidend für die Vortriebsgeschwindigkeit.“*<sup>7</sup>

## 2.2 NEC im Tunnelbau

Grundsätzlich sind NEC-Verträge im Baukontext vorformulierte und standardisierte Vertragstexte. Diese „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ müssen zwischen den einzelnen Vertragsparteien ausdrücklich vereinbart werden, damit diese Gültigkeit erlangen. Außerdem ist der NEC in der nationalen Rechtsordnung zu verankern, mit anderen Worten es muss für diesen Vertragstyp ein anwendbares Recht definiert sein, auf welches bei einem etwaigen nicht vertraglich lösbaren Konfliktfall zurückgegriffen werden kann. Der modulare Aufbau der NEC-Verträge gilt in doppelter Hinsicht. Zum einen sind verschiedene Verträge miteinander kombinierbar, womit die vertraglich vereinbarte spezifische Leistung abgegrenzt werden kann. Zum anderen ist der Hauptbestandteil des NEC der Engineering and Construction Contract (ECC) ebenfalls modular aufgebaut. Hierbei gibt es Kernklauseln (Core Clauses), die immer Gültigkeit besitzen. Projektspezifisch kommen bestimmte Vergütungs- (Main Options), Streitschlichtungs- (Dispute Resolution Options) und Sonstige Optionen (Secondary Options) dazu, wobei bei den Vergütungs- und Streitschlichtungsoptionen Wahlzwang besteht.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Schneider E. / Spiegl M. (2017): „Wo steht Österreich im Tunnelbau international?“, S.177

<sup>8</sup> Vgl. Institut für Baubetrieb der UniBwM, <http://auslandsbau.info/forum-auslandbau/vertragsmanagement-im-internationalen-kontext/nec-bauvertraege.html> [Zitat vom 25.04.2018]



Aus der Sicht des Tunnelbaus ergibt sich mit dem NEC-Vertragsmodell somit eine breit gefächerte Vertragsstruktur von Pauschalpreis- bis Regiepreisverträgen. Besonders zu erwähnen in diesem Vertragskonglomerat ist das Target Price Modell (fixer Preis) mit Gain und Pain Share, wobei sich Auftragnehmer (AN) und Auftraggeber (AG) die sich daraus ergebenden Gewinne bzw. Verluste mit einem vordefinierten Schlüssel aufteilen. Außerdem kommt eine Open-Book Abrechnung zur Anwendung, womit der AN seine Bücher im Unterschied zur österreichischen Praxis offenlegt. Abschließend sind noch die nicht zulässigen Kosten (Disallowed Costs) zu erwähnen. Bei diesen nicht zulässigen Kosten ist beispielsweise eine einmalige Reparatur als vergütungsfähig (Sphäre AG) anzusehen, wobei ab der zweiten Reparatur diese Kosten in die Sphäre des AN fallen.

### **3 Entwicklung eines innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells im maschinellen Tunnelbau**

Der maschinelle Tunnelbau mit größeren Durchmessern (über 8 m) hat in Österreich mit Beginn des 21. Jahrhunderts bei großen ÖBB Infrastrukturprojekten wie dem Ausbau der Westbahn zwischen Wien und St.Pölten bei der Tunnelkette Perschling oder dem Wienerwaldtunnel Einzug gehalten. Dabei wurden erste Erfahrungen mit dem Betrieb und der Vergütung von Tunnelbohrmaschinen mit diesen Bohrkopfdurchmessern generiert. Diese Erkenntnisse sind bei den momentan laufenden Projekten Koralmtunnel und Brennerbasistunnel bereits in der Planungsphase mitberücksichtigt worden, wobei sich im Baubetrieb wieder neue zu erforschende Themenfelder aufgetan haben. Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen bei diesen genannten nationalen Großprojekten ist der Gedanke nach einem innovativen, transparenten und objektiven Vertrags- und Vergütungsmodell sowohl auf Auftraggeber- als auch auf Auftragnehmerseite gereift.

Im Zuge einer Forschungs Kooperation zwischen dem Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien und der STRABAG AG (Unternehmensbereich Tunnelbau) hat sich herauskristallisiert, dass aufgrund der gewonnenen Erfahrungen die Zeit reif für ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell für den maschinellen Tunnelvortrieb ist. Der Grundgedanke, der hinter dem Modell steckt, ist, dass die im maschinellen Tunnelbau schwer zu quantifizierenden Risiken auf Basis dieses innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells bei der Abrechnung während der Ausführungsphase fair und objektiv zwischen Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) zugeordnet werden. Anhand von objektivierten, digitalen Maschinen- und Prozessdaten sollen die erbrachten Leistungen mit diesem neuen Vertrags- und Vergütungsmodell abgerechnet werden. Für beide vertraglich gebundenen Parteien entsteht ein Mehrwert an Transparenz in der Dokumentation. Die Folge daraus ist eine konfliktfreie und partnerschaftliche Projektabwicklung des Tunnelprojekts, weil beim Abrechnungsprozess auf transparente digitale Maschinen- und Prozessdaten zurückgegriffen wird.

Die Forschungsmethodik zur Entwicklung dieses innovativen Vertrags- und Vergütungsmodells ist in drei Schritte gegliedert. Im ersten Schritt wird eine vergleichende Analyse der Vertrags- und Vergütungsmodelle im maschinellen Tunnelbau weltweit (DACH-Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz), angloamerikanischer Raum und Skandinavien)

durchgeführt, um einen fundierten Einblick in die derzeit bei der Projektabwicklung eingesetzten Vertrags- und Vergütungsmodelle zu erhalten. Durch die Forschungskooperation haben sich Experteninterviews als sinnvolle Methode zur Herausarbeitung von Unterschieden und länderspezifischen Besonderheiten der angewendeten Vertrags- und Vergütungsmodelle herauskristallisiert. Es ist ein zweigeteilter Fragebogen für die Experteninterviews erstellt worden, wobei der erste Teil allgemein auf Vertrags- und Vergütungsmodelle und der zweite Teil auf die jeweiligen Projektspezifika eingeht. Der zweite Teil des Fragebogens behandelt neben den Fragen zum Vertrags- und Vergütungsmodell die Themenkomplexe des digitalen Datenmanagements (Übergang zu Schritt zwei) und des Projektumfelds (etwaige länderspezifische Besonderheiten). Die ausgewählten Expertinnen und Experten sind sowohl Auftraggeber- als auch Auftragnehmervvertreter, um eine gesamtheitliche Betrachtung der Interessen und Sichtweisen zu gewährleisten. Bei dieser Analyse wird die Risikoverteilung und Sphärenzuordnung der einzelnen Vergütungs- bzw. Vertragsmodelle genauer unter die Lupe genommen.

Die digitale Erfassung der Dokumentation von Leistungen im maschinellen Tunnelvortrieb stellt den zweiten Schritt dar. Welche Daten werden auf der Tunnelbaustelle wo, von wem und wie (analog oder digital) aufgezeichnet. Hierfür wird eine grundlegende Literaturrecherche und ein Experteninterview mit einem Maschinentechner geführt, welches Aufschluss über diese Fragestellungen geben soll.

Ein weiteres Ziel dieses zweiten Schrittes ist es ein Prozessablaufdiagramm in Bezug auf die von der TVM generierten Vortriebs- und Prozessdaten und deren Weiterverarbeitung für den Abrechnungsprozess zu entwickeln. Dieses Ablaufdiagramm wird anhand eines konkreten Tunnelbauprojekts generiert und bei zwei weiteren Tunnelbauvorhaben findet eine „Eichung“ des entworfenen Prozessdiagrammes statt, ob etwaige projektspezifische Besonderheiten herausgefiltert werden müssen.

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die drei Schritte zu einem innovativen Vertrags- und Vergütungsmodell im maschinellen Tunnelbau dargestellt. Im linken Bild ist Schritt 1 (Bestandserhebung) mit einem Symbolbild für eine Interviewsituation dargestellt. Schritt 2 ist im mittleren Bild dieser **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu sehen, wobei dieses Diagramm für die digitale Dokumentation der Daten im maschinellen Tunnelbau steht. Die linke Grafik in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** symbolisiert das zu entwickelnde innovative Vertrags- und Vergütungsmodell, wobei es sich bei diesem Diagramm um einen Screenshot aus dem IRIS (Software zur Aufzeichnung von Prozessen im Tunnelbau) handelt.

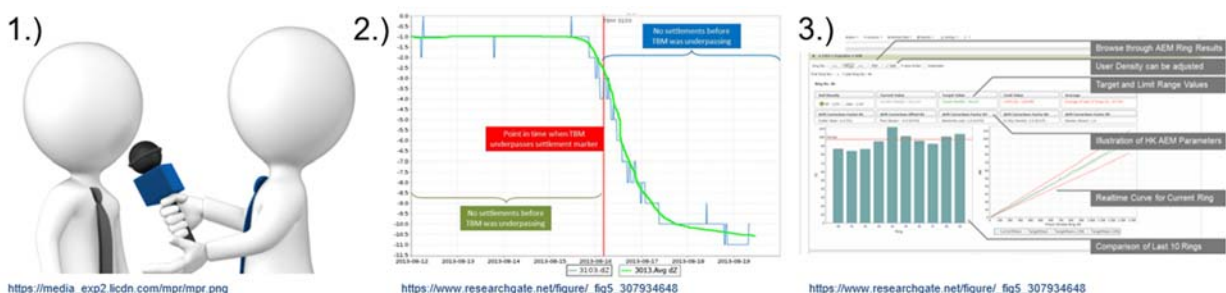


Abbildung 3: 3 Schritte zum innovativen Vertrags- und Vergütungsmodell

Aufgrund dieser Grundlagenermittlung (Schritt eins und zwei) soll in einem dritten Schritt ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell entstehen, welches eine möglichst automatisierte Abrechnung der digital erfassten Maschinen- und Prozessdaten zulässt. Bei Abweichungen zum vereinbarten Bauzeitplan bzw. Bauleistung soll es durch dieses innovative Vertrags- und Vergütungsmodell ein geringeres Konfliktpotenzial zwischen AG und AN geben. In diesem Modell wird eine schematische Sphärenzuordnung der möglicherweise auftretenden Störungen bzw. Behinderungen im Bauablauf getroffen. Die Zuordnung soll eine klare Auskunft darüber geben welchem Vertragspartner (AG oder AN) und in welchem Ausmaß die aufgetretene Bauzeitverlängerung bzw. Leistungsabweichung zuzuordnen ist.

## **4 Zusammenfassung**

Der Tunnelbau birgt mit seinen vielen nicht eindeutig zu quantifizierenden Risiken immer ein großes Wagnis, sowohl für den Bauherrn als auch für die ausführenden Baufirmen. Deshalb sind in der Vergangenheit sehr detaillierte Normen- und Vertragswerke geschaffen worden, um diese Risiken bauvertraglich zu regeln. Als ein normatives Beispiel die im Beitrag beschriebene ÖNORM B 2203-2 zu nennen, weitere Vertragswerke, welche im internationalen Tunnelbau häufig Anwendung finden, stellen die ebenfalls im Beitrag erläuterten NEC-Verträge und die verschiedenen FIDIC-Books dar.

Aus den Erfahrungen der Praxis hat sich gezeigt, dass trotz der Vielfalt der erwähnten Normen und Vertragswerke Potential für ein innovatives Vertrags- und Vergütungsmodell im maschinellen Tunnelbau besteht. Das Kernziel dieses Modells ist, dass eine automatisierte Abrechnung des Tunnelvortriebes anhand von digitalen Vortriebs- und Prozessdaten ermöglicht wird. Somit soll der Aufwand für die Abrechnung reduziert, eine faire Risiko- und Sphärenzuordnung garantiert und eine partnerschaftliche Abwicklung des Projekts mit einer objektiven und transparenten Vergütung gewährleistet werden.

**Literaturverzeichnis****Schneider/Leitner/Wais (2017)**

Schneider, E., Leitner, W., Wais, A.: Aktuelle Fragen der Vertragsgestaltung im Tief- und Tunnelbau: Beiträge aus Theorie und Praxis; Der Österreichische Tunnelbauvertrag. Innsbruck: i3b, Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, Leopold Franzens Universität Innsbruck, 2004, S. 19-33

**Schneider/Spiegl (2017)**

Schneider, E.; Leitner, M.: Bauaktuell, Ausgabe September 2017; Wo steht Österreich im Tunnelbau aktuell. Hrsg. Goger G. et al. Linde Verlag, 2017, S. 176-178

**Institut für Baubetrieb der UniBwM (www.auslandsbau.info)**

Institut für Baubetrieb der UniBwM. Schwarz J: <http://auslandsbau.info/forum-auslandbau/vertragsmanagement-im-internationalen-kontext/nec-bauvertraege.html>  
[Zitat vom 25.04.2018]

**ÖNORM B 2203-2 (2005)**

Austrian Standards, Wien. ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb, Ausgabe: 01.01.2005

**ÖNORM B 2110 (2013)**

Austrian Standards, Wien. ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm, Ausgabe: 15.03.2013