

VU BAUVERFAHREN im TUNNEL- und HOHLRAUMBAU 234.074

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg JODL

ÜBUNGSBEISPIEL:

ZYKLISCHER TUNNELVORTRIEB Ausschreibungsgrundlagen

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Bettina BOGNER

NUR FÜR DEN STUDIENGEBRAUCH!

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	3
2	GEOMECHANISCHE PLANUNG	3
2.1	VORGANGSWEISE	3
2.2	PROJEKTSPEZIFISCHE BESTIMMUNG DER GEBIRGSARTEN UND GEBIRGSVERHALTENSTYPEN	5
2.2.1	<i>Kurzbeschreibung der Gebirgsverhaltenstypen</i>	6
2.3	BESTIMMUNG VON AUSBRUCH UND STÜTZUNG.....	9
3	VORTRIEBSKLASSIFIZIERUNG	9
3.1	FESTLEGUNG DER ERSTEN ORDNUNGSZAHL	9
3.2	STÜTZMITTELVERTEILUNG IN DER KALOTTE.....	10
3.2.1	<i>GVT 2/1 - erste Ordnungszahl 2</i>	10
3.2.2	<i>GVT 3/1 - erste Ordnungszahl 3</i>	11
3.2.3	<i>GVT 3/2 - erste Ordnungszahl 6</i>	11
3.2.4	<i>GVT 4/1 - erste Ordnungszahl 8</i>	12
3.3	ERMITTLUNG DER VORTRIEBSKLASSEN.....	13
3.3.1	<i>Berechnung der zweiten Ordnungszahl</i>	13
3.4	VORTRIEBSKLASSENMATRIX	15
4	QUELLEN	16

1 Allgemeines

Ein Verkehrstunnel mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 100 m² und einer Länge von 5.000 Metern ist nach der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) in wechselhaftem Gebirge aufzufahren.

Der Bauherr/Auftraggeber erstellt im Rahmen der Verwirklichung eines Bauprojektes die Ausschreibungsgrundlagen auf der Basis von Vorerkundungen. Die Durchführung der Vorerkundungen (Baugrunduntersuchung, Oberflächenkartierung, Informationsbeschaffung) wird vom Bauherrn in der Regel Gutachtern (Geologen, Hydrogeologen etc.) übertragen. Der Entwurf und die Planung werden üblicherweise an Planer (Zivilingenieure, Ingenieurbüros, etc.) vergeben. Das Endergebnis der Planungsarbeiten ist eine kalkulationsfähige Ausschreibung des Bauprojektes.

Im gegenständlichen Beispiel werden nur die Kosten für Ausbruch und Stützmittel- sowie Zusatzmaßnahmen in der Kalotte (Ausbruchsquerschnitt ca. 70 m²) in vier verschiedenen Vortriebsklassen betrachtet. Dem Beispiel liegen die ÖNORM B 2203-1 (in der Fassung vom 01.12.2001) und die Richtlinie für geomechanische Planung von Untertagebauwerken mit zyklischem Vortrieb (in der Fassung vom Oktober 2001) zugrunde.

2 Geomechanische Planung

2.1 Vorgangsweise

Die geomechanische Planung versteht sich wie die statisch-konstruktive Planung als Teil der ingenieurmäßigen Tunnelplanung und erstreckt sich sowohl auf die Phase der Entwurfs- als auch der Ausschreibungs- und Ausführungsplanung. Zielsetzung der bauvorbereitenden und baubegleitenden Tätigkeiten im Rahmen der geomechanischen Planung ist die wirtschaftliche Optimierung der bautechnischen Maßnahmen bei Gewährleistung der jeweiligen Sicherheitserfordernisse unter Nutzung der vor Ort anstehenden Gebirgsverhältnisse.

Die geomechanische Planung erstreckt sich daher über folgende zwei Phasen:

- Phase 1: Planung

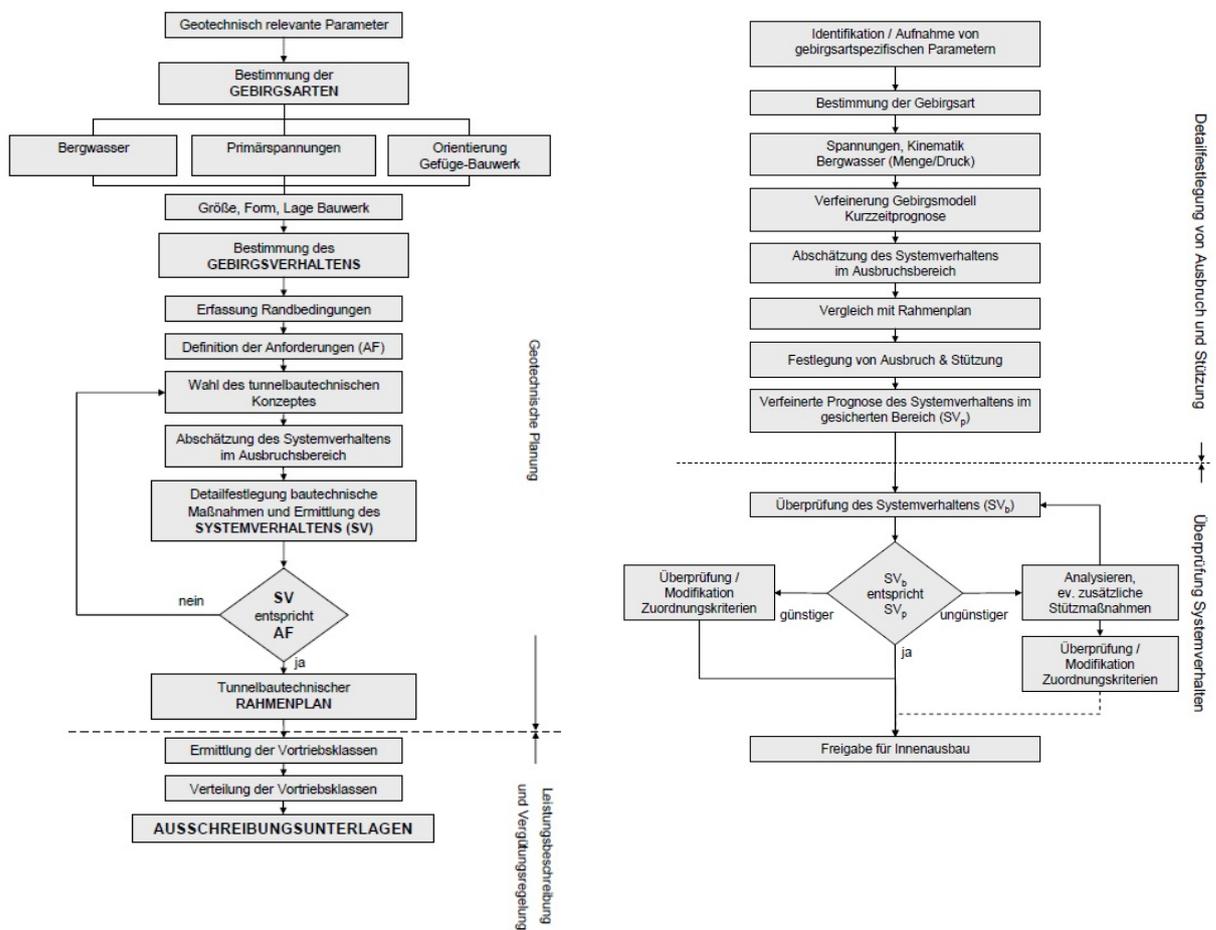
Die Planungsphase beinhaltet die Bestimmung der erwarteten Gebirgseigenschaften (*Gebirgsarten - GA*) und des erwarteten Gebirgsverhaltens (*Gebirgsverhaltenstyp - GVT* / Beschreibung der Phänomene des Gebirgsverhaltens nach Gefährdungen), die Festlegung der daraus abgeleiteten bautechnischen Maßnahmen und in weiterer Folge die Ermittlung der Vortriebsklassen anhand der ÖN B 2203-1. Im Zuge dieser Pha-

se 1 ist weiters ein tunnelbautechnischer Rahmenplan zu erarbeiten, in dem klar zu beschreiben ist, welche Gebirgsverhältnisse und welche sonstigen Annahmen der Planung zu Grunde gelegt wurden. Der Rahmenplan hat auch eindeutige Festlegungen zu enthalten, welche bautechnischen Maßnahmen vor Ort als unveränderlich gelten bzw. welche Maßnahmen nach welchen Kriterien an die Verhältnisse vor Ort anzupassen sind.

Das folgende Flussdiagramm (Phase 1) zeigt den grundsätzlichen Ablauf der geomechanischen Planung in 5 Schritten von der Bestimmung der Gebirgsart bis hin zur Ermittlung der Vortriebsklassen gem. ÖN B 2203-1.

Schematischer Ablauf der geomechanischen Planung (Phase 1)

Grundsätzlicher Ablauf der Festlegung und Überprüfung von Baumaßnahmen während der Ausführung (Phase 2)



AF ... Anforderungen

SV ... Systemverhalten

Abb. 1: Flussdiagramme für Planung und Ausführung von Untertagebauten¹

¹ Vgl.: ÖGG-RL, S. 9 bzw. S. 22

- Phase 2: Bauausführung

Die Phase 2 beinhaltet die Erfassung der geomechanisch relevanten Gebirgseigenschaften sowie die Zuordnung des aktuellen Gebirgsverhaltens zum jeweiligen Gebirgsverhaltenstyp. Da die Gebirgsverhältnisse vor Baubeginn meist nicht umfassend erkundet und somit auch nicht vollständig bekannt sein können, ist zur Erreichung des Gewünschten in der Regel eine Fortschreibung und Verfeinerung der Prognosen sowie eine Anpassung der bautechnischen Maßnahmen während des Baues erforderlich. Eine endgültige Zuordnung der bautechnischen Maßnahmen zu den jeweils vorliegenden Gebirgsverhältnissen (Ausbau- und Vortriebsfestlegung) ist daher erst vor Ort möglich. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass die bautechnischen Maßnahmen zum größten Teil vor dem Ausbruch festgelegt werden müssen. Nach dem Ausbruch sind in der Regel nur mehr geringfügige Anpassungen (z.B. örtliche Ankerungen, zusätzlicher Auftrag von Spritzbeton) möglich. Die Entscheidung basiert daher auch in dieser Phase zum größten Teil auf einer durch bereits gemachte Erfahrung vorgeschrittenen Prognose.

In beiden Phasen sollten die Grundlagen und Annahmen für die einzelnen Festlegungen nachvollziehbar begründet und dokumentiert werden. Darüber hinaus sind im Zuge der Planung und Ausführung sämtliche zweckdienliche Informationen, welche über die Gebirgseigenschaften sowie das Gebirgsverhalten während der Herstellung der Untertagebauten Auskunft geben können, sicherzustellen, aufzubereiten und zu analysieren.

2.2 Projektspezifische Bestimmung der Gebirgsarten und Gebirgsverhaltenstypen

Im ersten Schritt der geomechanischen Planung ist das Ziel, eine idealisierte Einstufung von Gesteinsverbänden mit ähnlichen Kombinationen von Art und Größe der maßgebenden Schlüsselparameter sowie deren besondere Eigenschaften in baugeologische Homogenbereiche – in Österreich hat sich hier der Begriff der Gebirgsartbestimmung² durchgesetzt –, die als Basis für die Beurteilung des Gebirges hinreichend sind und die Erarbeitung von Baugrundmodellen erlauben. Die Homogenbereichsfestlegung bzw. die Gebirgsartbestimmung erfolgt daher ausschließlich pro beschriebener, annähernd gleichartig aufgebauter geologischer und geomechanischer Einheit, wobei hier die qualitative Beschreibung mit möglichst maßgebenden quantitativen Angaben zu ergänzen ist.

Im zweiten Schritt werden die Gebirgsarten mit den örtlichen Bergwasserverhältnissen, der räumlichen Orientierung der Diskontinuitäten zur projektierten Achse des Untertage-

² Gebirgsart: Gebirge mit gleichartigen Eigenschaften

baubjekt es sowie der örtlichen Spannungssituation und eventuellen anderen Faktoren, welche das Gebirgsverhalten erheblich beeinflussen, in Bezug zur Größe, Form und Lage des Tunnelbauwerks kombiniert. Aus diesem Vorgang resultiert die Bestimmung der projektspezifischen *Gebirgsverhaltenstypen*³ (GVT), die jeweils eine einheitliche Beschreibung des Gebirges entsprechend dem geomechanischen Verhalten ohne Einfluss der gezielt zu setzenden bautechnischen Maßnahmen am Gesamtquerschnitt darstellen.

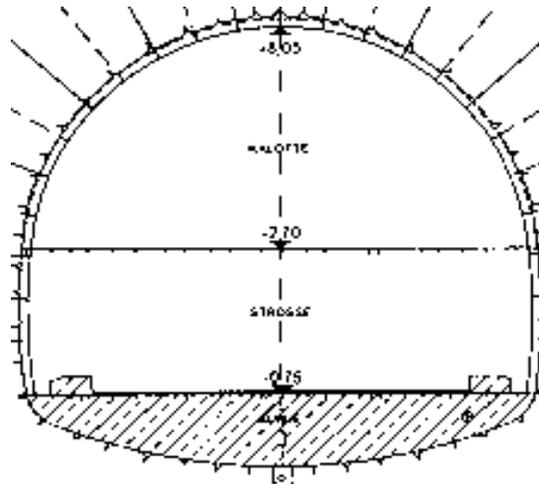


Abb. 2: Tunnelquerschnitt (exemplarisch)

Die Ergebnisse der gleichartigen Zuteilung der projektspezifischen geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse werden dann planlich festgehalten.

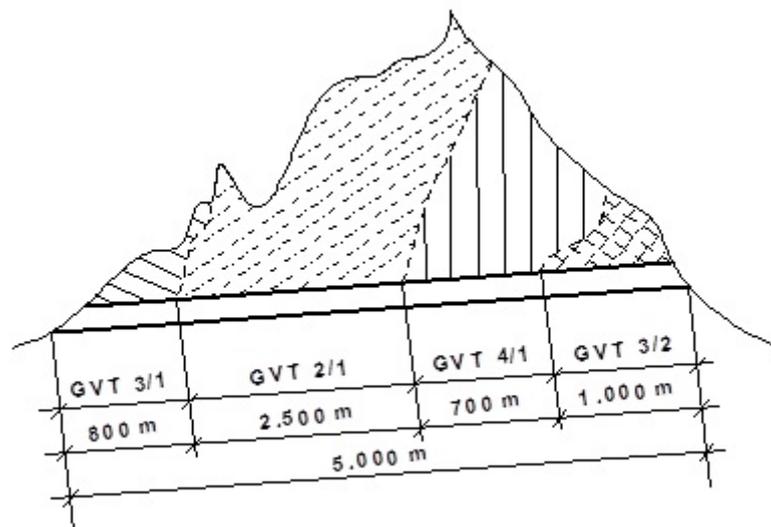


Abb. 3: Verteilung der projektspezifischen Gebirgsverhaltenstypen

2.2.1 Kurzbeschreibung der Gebirgsverhaltenstypen

Die Gebirgsverhaltenstypen werden gem. Richtlinie für die geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb in 11 übergeordnete Kategorien unterteilt

³ Gebirgsverhaltenstyp: Bezeichnung für ein Gebirge mit gleichartigem Verhalten in Bezug auf Ausbruch, auf zeitliche und räumliche Verformung und auf Versagensform, ohne Berücksichtigung von Stütz- und Zusatzmaßnahmen und Querschnittunterteilung.

(siehe nachstehende Tabelle). Werden mehrere Gebirgsverhaltenstypen bei einem Projekt identifiziert, welche zwar in dieselbe Kategorie passen, sich jedoch im Detail unterscheiden, so sind Untergruppen einzuführen (z.B.: GVT 2/1, GVT 2/2, etc.).

Übergeordnete Kategorien von Gebirgsverhaltenstypen		Beschreibung des Gebirgsverhaltens (ohne bautechnische Maßnahmen)
1	Standfestes Gebirge	Standfestes Gebirge mit dem Potenzial zum schwerkraftbedingten Herausfallen oder Herausgleiten von kleinvolumigen Kluttkörpern
2	Gefügebedingte Ausbrüche	Großvolumige gefüge- und schwerkraftbedingte Ausbrüche, vereinzelt lokales Überschreiten der Scherfestigkeit an Trennflächen
3	Hohlraumnahe Überbeanspruchung	Spannungsbedingte Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges in Hohlraumnähe, ev. in Kombination mit gefügebedingten Ausbrüchen
4	Tiefreichende Überbeanspruchung	Spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung bzw. Plastifizierung im Gebirge mit großen Deformationen
5	Bergschlag	Schlagartige Ablösungen von Gesteinsplatten verursacht durch Sprödbruch
6	Schichtknicken	Knicken von schlanken Schichtpaketen, häufig in Kombination mit Scherversagen
7	Firstniederbruch durch Scherversagen	Großvolumige Ausbrüche überwiegend im Firstbereich mit progressivem Scherversagen
8	Rolliges Gebirge	Ausrieseln von kohäsionsarmem, gering verzahntem, trockenem bis feuchtem Gebirge
9	Fließendes Gebirge	Ausfließen von kohäsionsarmem, gering verzahntem Gebirge mit hohem Wassergehalt oder Wasserzufluss
10	Quellendes Gebirge	Zeitabhängige Volumszunahme des Gebirges vorwiegend im Sohlbereich durch physikalisch-chemische Reaktion von Gebirge und Wasser in Kombination mit Entspannung
11	Gebirge mit kleinräumig wechselnden Verformungseigenschaften	Kombination mehrerer GVT bei kleinräumiger, starker Änderung von Spannungen und Deformationen über längere Strecken, bedingt durch heterogenen Gebirgsbau (z. B. Block-Matrix Struktur, heterogene Störungszonen, tektonische Melange)

Tab. 1: Übergeordnete Kategorien von Gebirgsverhaltenstypen⁴

Die Darstellung der einzelnen, ermittelten Gebirgsverhaltenstypen erfolgt in tabellarischer Form und ist zumeist durch eine symbolische Form der charakteristischen Ausbruchsituation ergänzt (siehe folgende Seite).

⁴ Vgl.: ÖGG-RL, S. 15

1.1.1.1 Gebirgsverhaltenstyp 2/1

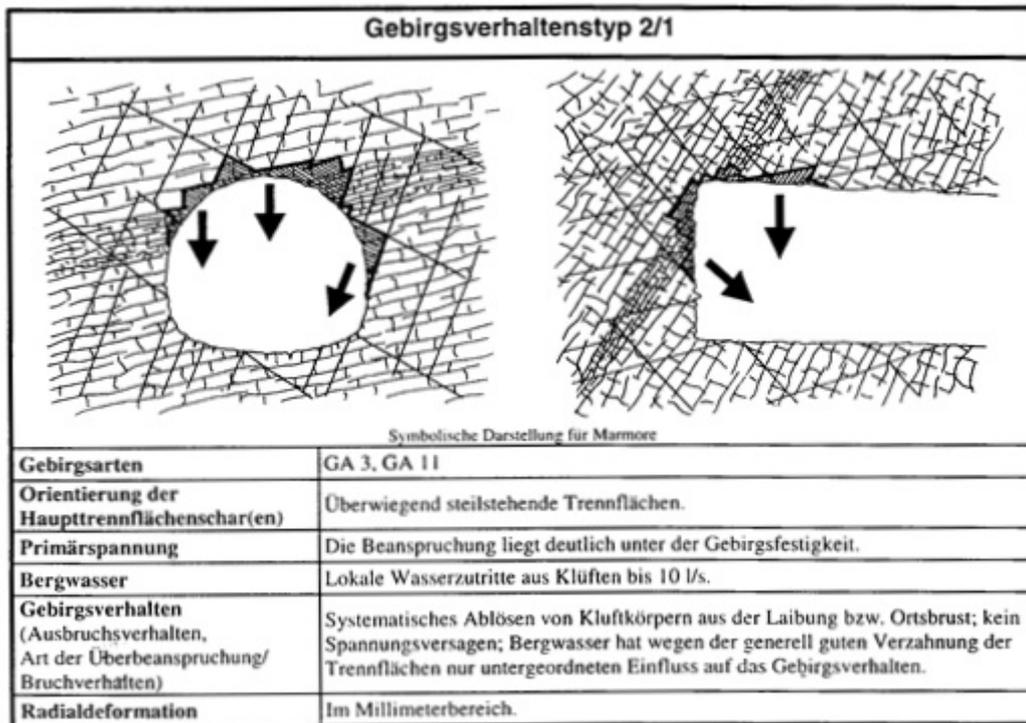


Abb. 4: Beispiel für GVT 2/1

1.1.1.2 Gebirgsverhaltenstyp 4/1

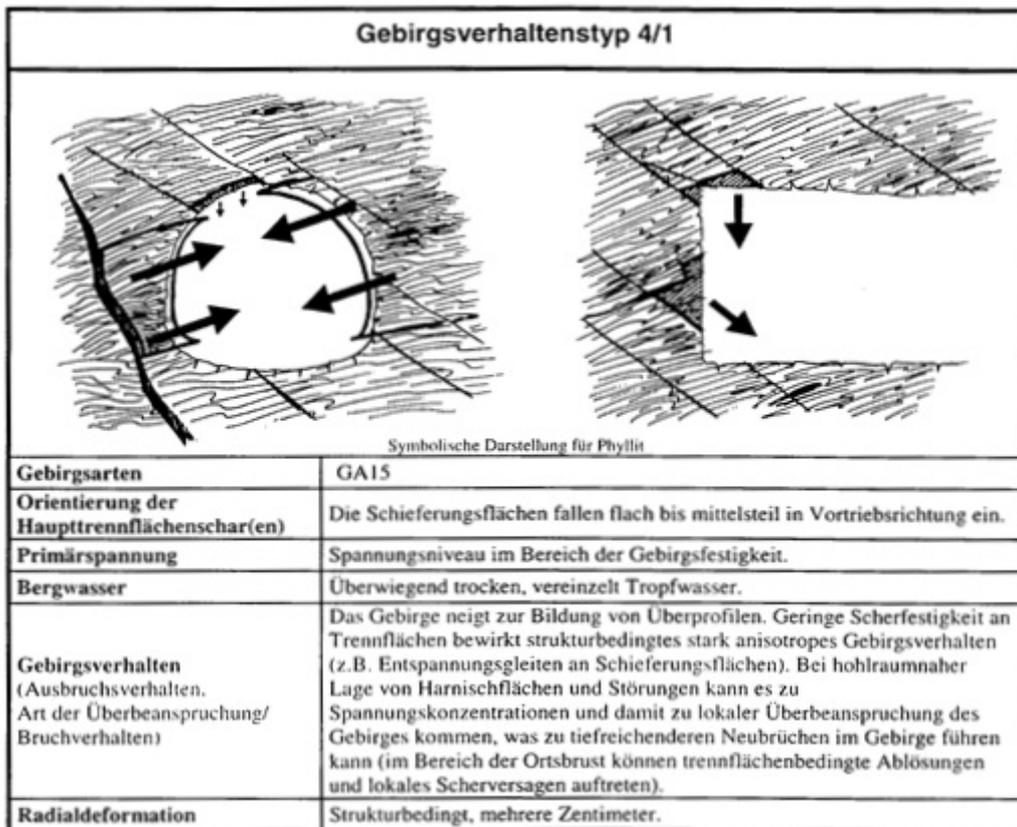


Abb. 5: Beispiel für GVT 4/1

2.3 Bestimmung von Ausbruch und Stützung

Zur Bestimmung von Ausbruch und Stützung ist anzumerken, dass auf Basis der projektspezifisch bestimmten GVT die Festlegung der auf den jeweiligen GVT abgestimmten Baumaßnahmen erfolgt. Aus der Kombination von Gebirgsverhalten und gewählten Baumaßnahmen ergibt sich das Systemverhalten⁵ (SV). Das ermittelte Systemverhalten ist mit den definierten Anforderungen (Kriterien der Gebrauchstauglichkeit) zu vergleichen. Bei ungenügender Übereinstimmung werden Bau- und Betriebsweise oder Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen so lange variiert, bis eine Übereinstimmung erzielt werden kann. Bei diesen Untersuchungen (numerische oder analytische Methoden) des Systemverhaltens ist die Sicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit in allen möglichen Bauzuständen nachzuweisen. Als wichtige Parameter werden hier die **Abschlagslängen**⁶ in Abhängigkeit von der Standzeit des jeweiligen GVT und die **erforderlichen Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen in Abhängigkeit der Obergrenze des jeweiligen Abschlagslängenbereiches** durch den Planer - aufgrund langjähriger Erfahrung mit anderen Tunnelbauprojekten – im Sinne der ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2.3 festgelegt.

In der Folge ist eine Abgrenzung von bautechnisch gleichartigen Vortriebsbereichen vorzunehmen. Für diese ist sodann ein tunnelbautechnischer Rahmenplan mit klaren Vorgaben für Ausbruch und Stützung sowie mit sonstigen Angaben und Festlegungen zu erarbeiten.

3 Vortriebsklassifizierung

3.1 Festlegung der ersten Ordnungszahl

Die Ermittlung der Vortriebsklassen gemäß ÖNORM B 2203-1 basiert auf Grundlage des tunnelbautechnischen Rahmenplans, welche sich aus der Bewertung der Baumaßnahmen ergeben und der Erstellung der Vergütungsregelungen in den Ausschreibungsunterlagen dienen. Um die Mengenermittlung für das Leistungsverzeichnis und eine Bauzeitprognose durchführen zu können, ist des Weiteren auf Basis der prognostizierten Verteilung der Gebirgsverhaltenstypen eine Prognose hinsichtlich der Verteilung der Vortriebsklassen über die gesamte Länge des zu errichtenden Hohlraumes zu erstellen.

Über die in der ÖN B 2203-1 vorgesehenen Abschlagslängenbereiche wird die *erste Ordnungszahl* einer Vortriebsklasse definiert (siehe ausführlich in ÖNORM B 2203-1, Tab. 1).

⁵ Systemverhalten: Verhalten des Gesamtsystems resultierend aus Gebirge und gewählten Baumaßnahmen – Zusammenwirken von Gebirge, Ausbau und Bauablauf.

⁶ Abschlagslänge: mittlere Tiefe des Abschlages

Im gegenständlichen Beispiel wurden vom planenden Bauingenieur nachfolgende maximale Abschlagslängen bzw. Abschlagslängenbereiche je Gebirgsverhaltenstyp, die im gegenständlichen Beispiel exakt den bautechnisch gleichartigen Vortriebsbereichen entsprechen, auf Basis der ÖN B 2203-1 definiert:

Gebirgsverhaltenstyp	Abschlagslänge(n)	Erste Ordnungszahl
GVT 2/1	von 3,01 m bis 4,00 m	2
GVT 3/1	von 2,21 m bis 3,00 m	3
GVT 3/2	von 1,01 m bis 1,30 m	6
GVT 4/1	von 0,61 m bis 0,80 m	8

Tab. 2: Festlegung der 1. Ordnungszahl

3.2 Stützmittelverteilung in der Kalotte

Darstellung der Verteilung der Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen nach Art und Menge in den Gebirgsverhaltenstypen bzw. in den bautechnisch gleichartigen Vortriebsbereichen in tabellarischer Form.

3.2.1 GVT 2/1 - erste Ordnungszahl 2

plangemäße Ausbruchprofil	65,00 m ²
Bewertungsfläche	60,00 m ²
Linie 1a	21,00 m
Abschlagslänge	3,01 m - 4,00 m

Tab. 3: Querschnitts- und Abschlagsangaben GVT 2/1

Stützmittel in der Kalotte	Einheit	Menge/Abschlag	Menge/lfm
Anker			
Swellex-Anker (3 Stk; 3,00 m lang)	m	9,00	2,25
SN-Mörtelanker	m	-----	-----
Baustahlgitter			
1. Lage	m ²	84,00	21,00
2. Lage	m ²	-----	-----
Bogen- und Lastverteiler	m	-----	-----
Spritzbeton			
Kalotte (d = 0,05 m)	m ³	4,20	1,05
Ortsbrust	m ³	-----	-----
Spieße			
vermörtelt	m	-----	-----
unvermörtelt	m	-----	-----

Tab. 4: Stützmittelbedarf GVT 2/1

3.2.2 GVT 3/1 - erste Ordnungszahl 3

plangemäÙe Ausbruchsprofil	68,00 m ²
BewertungsfläÙe	62,00 m ²
Linie 1a	21,50 m
Abschlagslänge	3,21 m - 3,00 m

Tab. 5: Querschnitts- und Abschlagsangaben GVT 3/1

Stützmittel in der Kalotte	Einheit	Menge/Abschlag	Menge/lfm
Anker			
Swellex-Anker (22 Stk; 5,00 m lang)	m	24,00	8,00
SN-Mörtelanker	m	-----	-----
Baustahlgitter			
1. Lage	m ²	64,50	21,50
2. Lage	m ²	-----	-----
Bogen- und Lastverteiler	m	21,50	7,17
Spritzbeton			
Kalotte (d = 0,15 m)	m ³	9,68	3,23
Ortsbrust	m ³	-----	-----
SpieÙe			
vermörtelt	m	-----	-----
unvermörtelt	m	-----	-----

Tab. 6: Stützmittelbedarf GVT 3/1

3.2.3 GVT 3/2 - erste Ordnungszahl 6

plangemäÙe Ausbruchsprofil	74,00 m ²
BewertungsfläÙe	64,00 m ²
Linie 1a	22,00 m
Abschlagslänge	1,01 m – 1,30 m

Tab. 7: Querschnitts- und Abschlagsangaben GVT 3/2

3 Vortriebsklassifizierung

Stützmittel in der Kalotte	Einheit	Menge/Abschlag	Menge/lfm
Anker			
Swellex-Anker	m	-----	-----
SN-Mörtelanker (22 Stk; 2,50 m lang)	m	55,00	42,31
Baustahlgitter			
1. Lage	m ²	28,60	22,00
2. Lage	m ²	28,60	22,00
Bogen- und Lastverteiler	m	22,00	16,92
Spritzbeton			
Kalotte (d = 0,25 m)	m ³	7,15	5,50
Ortsbrust (d = 0,03 m)	m ³	2,22	1,71
Spieße			
vermörtelt	m	-----	-----
unvermörtelt (20Stk., 2,50 m lang)	m	50,00	38,46

Tab. 8: Stützmittelbedarf GVT 3/2

3.2.4 GVT 4/1 - erste Ordnungszahl 8

plangemäße Ausbruchsprofil	78,00 m ²
Bewertungsfläche	66,00 m ²
Linie 1a	22,50 m
Abschlagslänge	0,61 m – 0,80 m

Tab. 9: Querschnitts- und Abschlagsangaben GVT 4/1

Stützmittel in der Kalotte	Einheit	Menge/Abschlag	Menge/lfm
Anker			
Swellex-Anker	m	-----	-----
SN-Mörtelanker (6 Stk, 6,00 m und 23 Stk, 3,00 m lang)	m	105,00	131,25
Baustahlgitter			
1. Lage	m ²	18,00	22,50
2. Lage	m ²	18,00	22,50
Bogen- und Lastverteiler	m	22,50	28,13
Spritzbeton			
Kalotte (d = 0,35 m)	m ³	6,30	7,88
Ortsbrust (d = 0,05 m)	m ³	3,90	4,88
Spieße			
vermörtelt (40 Stk., 2,50 m lang)	m	100,00	125,00
unvermörtelt	m	-----	-----

Tab. 10: Stützmittelbedarf GVT 4/1

3.3 Ermittlung der Vortriebsklassen⁷

Der zyklische (konventionelle) Vortrieb ist in Vortriebsklassen zu unterteilen. Die Einteilung der Vortriebsklassen, die zweckmäßiger Weise in einer Matrix dargestellt werden, ist folgendermaßen vorzunehmen:

- Der Ausbruch der Kalotte, der Strosse oder des Querschnittes von Kalotte mit Strosse wird nach dem Abschlagslängenbereich unterteilt. Daraus ergibt sich die erste Ordnungszahl (siehe Pkt. 3.1).
- Der Ausbruch der Sohle wird nach dem Öffnungslängenbereich unterteilt.
- Die Stütz- und Zusatzmaßnahmen der Kalotte, der Strosse oder des Querschnittes von Kalotte mit Strosse werden gemäß ÖN B 2203-1 Tab. 3 bewertet und die Stützmittelzahl als zweite Ordnungszahl errechnet. Die Größe des Gültigkeitsbereiches der zweiten Ordnungszahl ist in den Grenzen der ÖN B 2203-1 Tab. 4 festzulegen.
- Bei der Sohle bestimmt die Ausbauart die zweite Ordnungszahl.

3.3.1 Berechnung der zweiten Ordnungszahl

3.3.1.1 Vortriebsklasse 2/1,08 – GVT 2/1

plangem. Ausbruchprofil [m²]	65,00	Die erste Ordnungszahl wird über die Abschlagslänge definiert!
Bewertungsfläche [m ²]	60,00	
Abrechnungslinie [m]	21,00	
Abschlagslänge [m]	4,00	
1. ORDNUNGSZAHL:		2

Stützmittel	Menge pro Abschlag	Menge pro lfm	Bewertungsfaktor je Mengeneinheit	Mengeneinheit	Bewertungszahl
Anker					
Swellex-Anker	9,00	2,25	0,8	m	1,80
SN-Mörtelanker	0,00	0,00		m	0,00
Baustahlgitter					
1. Lage	84,00	21,00	1,0	m ²	21,00
2. Lage	0,00	0,00		m ²	0,00
Bogen- und Lastverteiler	0,00	0,00		m	0,00
Spritzbeton					
Kalotte	4,20	1,05	20,0	m ³	21,00
Ortsbrust	0,00	0,00		m ³	0,00
Spieße					
vermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
unvermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
SUMME:					43,80
2. ORDNUNGSZAHL:					0,73
Obergrenze + 0,35					1,08
Untergrenze - 0,35					0,38

Die zweite Ordnungszahl ist der Quotient aus Summe Bewertungszahlen und Bewertungsfläche!

Abb. 6: Ermittlung von erster und zweiter Ordnungszahl – GVT 2/1

⁷ Vgl.: ÖNorm B 2203-1, S. 11

3.3.1.2 Vortriebsklasse 3/1,72 – GVT 3/1

plangem. Ausbruchprofil [m²]	68,00				
Bewertungsfläche [m²]	62,00				
Abrechnungslinie [m]	21,50				
Abschlagslänge [m]	3,00	1. ORDNUNGSZAHL: 3			

Stützmittel	Menge pro Abschlag	Menge pro lfm	Bewertungsfaktor je Mengeneinheit	Mengeneinheit	Bewertungszahl
Anker					
Swellex-Anker	24,00	8,00	0,8	m	6,40
SN-Mörtelanker	0,00	0,00		m	0,00
Baustahlgitter					
1. Lage	64,50	21,50	1,0	m²	21,50
2. Lage	0,00	0,00		m²	0,00
Bogen- und Lastverteiler					
	21,50	7,17	2,0	m	14,33
Spritzbeton					
Kalotte	9,68	3,23	20,0	m³	64,50
Ortsbrust	0,00	0,00		m³	0,00
Spieße					
vermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
unvermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
SUMME:					106,73
2. ORDNUNGSZAHL: 1,72					
Obergrenze + 0,45					2,17
Untergrenze - 0,45					1,27

Die zweite Ordnungszahl ist der Quotient aus Summe Bewertungszahlen und Bewertungsfläche!

Abb. 7: Ermittlung von erster und zweiter Ordnungszahl – GVT 3/1

3.3.1.3 Vortriebsklasse 6/4,55 – GVT 3/2

plangem. Ausbruchprofil [m²]	74,00				
Bewertungsfläche [m²]	64,00				
Abrechnungslinie [m]	22,00				
Fläche innerh der Abr-linie [m²]	70,00				
Abschlagslänge [m]	1,30	1. ORDNUNGSZAHL: 6			

Stützmittel	Menge pro Abschlag	Menge pro lfm	Bewertungsfaktor je Mengeneinheit	Mengeneinheit	Bewertungszahl
Anker					
Swellex-Anker	0,00	0,00		m	0,00
SN-Mörtelanker	55,00	42,31	1,1	m	46,54
Baustahlgitter					
1. Lage	28,60	22,00	1,0	m²	22,00
2. Lage	28,60	22,00	1,5	m²	33,00
Bogen- und Lastverteiler					
	22,00	16,92	2,0	m	33,85
Spritzbeton					
Kalotte	7,15	5,50	20,0	m³	110,00
Ortsbrust	2,10	1,62	14,0	m³	22,62
Spieße					
vermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
unvermörtelt	50,00	38,46	0,6	m	23,08
SUMME:					291,08
2. ORDNUNGSZAHL: 4,55					
Obergrenze + 1,00					5,55
Untergrenze - 1,00					3,55

Die zweite Ordnungszahl ist der Quotient aus Summe Bewertungszahlen und Bewertungsfläche!

Abb. 8: Ermittlung von erster und zweiter Ordnungszahl – GVT 3/2

3.3.1.4 Vortriebsklasse 8/8,95 – GVT 4/1

plangem. Ausbruchprofil [m²]	78,00				
Bewertungsfläche [m²]	66,00				
Abrechnungslinie [m]	22,50				
Fläche innerh der Abr-linie [m²]	73,00				
Abschlagslänge [m]	0,80	1. ORDNUNGSZAHL:		8	
Stützmittel	Menge pro Abschlag	Menge pro lfm	Bewertungs-faktor je Mengeneinheit	Mengen-einheit	Bewertungszahl
Anker					
Swellex-Anker	0,00	0,00		m	0,00
SN-Mörtelanker	105,00	131,25	1,1	m	144,38
Baustahlgitter					
1. Lage	18,00	22,50	1,0	m²	22,50
2. Lage	18,00	22,50	1,5	m²	33,75
Bogen- und Lastverteiler	22,50	28,13	2,0	m	56,25
Spritzbeton					
Kalotte	6,30	7,88	20,0	m³	157,50
Ortsbrust	3,65	4,56	14,0	m³	63,88
Spieße					
vermörtelt	100,00	125,00	0,9	m	112,50
unvermörtelt	0,00	0,00		m	0,00
SUMME:					590,75
Die zweite Ordnungszahl ist der Quotient aus Summe Bewertungszahlen und Bewertungsfläche!			2. ORDNUNGSZAHL:		8,95
			Obergrenze + 1,60		10,55
			Untergrenze - 1,60		7,35

Abb. 9: Ermittlung von erster und zweiter Ordnungszahl – GVT 4/1

3.4 Vortriebsklassenmatrix

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE ODER KALOTTE PLUS STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL										
			ABSCHLAGSLÄNGE BIS										
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
1	Keine Vorgabe	Ist projektbezogen festzulegen!	2/0,73										
2	4,00 m												
3	3,00 m		3/1,72										
4	2,20 m												
5	1,70 m												
6	1,30 m					6/4,55							
7	1,00 m												
8	0,80 m										8/8,95		
9	0,60 m												

Abb. 10: Vortriebsklassenmatrix

4 Quellen

- [1] Österreichische Gesellschaft für Geomechanik: Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb, 2. überarbeitete Auflage, 2008
- [2] ÖNorm B 2203-1 Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb, Ausgabe 2001