

**VU BAUVERFAHREN im
TUNNEL- und HOHLRAUMBAU
234.074**

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

ÜBUNGSBEISPIEL:

**ZYKLISCHER TUNNELVORTRIEB –
ANGEBOTSKALKULATION**

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Andreas Makovec

NUR FÜR DEN STUDIENGEBRAUCH!

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines.....	3
2	LEISTUNGSERMITTLUNG.....	3
2.1	PERSONALDISPOSITION.....	3
2.1.1	Vortriebsmannschaft in der Kalotte	3
2.1.2	Tätigkeiten der Vortriebsmannschaft in der Kalotte	3
2.1.3	Arbeitszeitregelung	4
2.2	GERÄTEDISPOSITION	5
2.2.1	Allgemeines	5
2.2.2	Vortriebsgeräte.....	5
2.3	KALKULATION DER VORTRIEBSLEISTUNG	5
3	KOSTENERMITTLUNG	12
3.1	ALLGEMEINES.....	12
3.2	GERÄTEKOSTEN IM MEHRSCICHTBETRIEB	12
3.2.1	Gegenüberstellung „Neuwertmethode“ und „Berechnung nach ÖBGL“	12
3.2.2	Gerätekostenermittlung.....	16
3.3	PERSONALKOSTEN	16
3.4	MATERIALKOSTEN	16
3.4.1	Stützmittel	16
3.4.2	Bohrstahl und Sprengstoff	16
3.5	SONSTIGE KOSTEN.....	17
3.6	ZUSAMMENSTELLUNG DER VORTRIEBSKOSTEN PRO LAUFMETER TUNNEL.....	17
3.7	VORTRIEBSKLASSENMATRIX Leistung / Kosten.....	17

1 ALLGEMEINES

Nach Behebung der Ausschreibungsunterlagen wird vom Unternehmer das darin beschriebene Untertagebauprojekt auf Basis seines Unternehmenskonzeptes und seiner Leistungsfähigkeit beurteilt. Im Zuge der Ermittlung der Kalkulationsgrundlagen werden die Ansätze der Leistungen sowie Aufwendungen und in weiterer Folge die Ansätze der Kosten ermittelt.

Nach Hinzufügen des unternehmensspezifischen Endzuschlages, u.a. der Abschätzung aller Risiken (Wagnis, Gewinn), wird der endgültige Preis gebildet und dem Angebot zugrunde gelegt. **Diese Preisbildung wird in diesem Beispiel nicht berücksichtigt!**

2 LEISTUNGSERMITTLUNG

2.1 PERSONALDISPOSITION

Die Vortriebsarbeiten in der Kalotte werden in einem 4/3 - Dekadendurchlaufbetrieb durchgeführt. Somit ergibt sich je Vortriebsmannschaft eine Schichtdauer von 8,0 h/AT und eine durchschnittliche Anzahl von 22,5 Arbeitstagen pro Monat (30 Tage) für jeden Arbeiter (siehe Punkt 2.1.3 - Arbeitszeitregelung).

2.1.1 Vortriebsmannschaft in der Kalotte

Die Vortriebsmannschaften in der Kalotte setzen sich aus einem Drittführer, vier Mineuren und zusätzlich einem Schlosser und einem Elektriker zusammen. Bei kürzeren Tunnelbauwerken - bis zu einer Länge von ca. drei Kilometern - werden Schlosser und Elektriker bei Bedarf von der Werkstätte beigestellt, weil die Fahrzeiten zwischen Werkstätte und Vortriebsbereich noch wirtschaftlich vertretbar sind.

VORTRIEBSMANNSCHAFT	ANZAHL
Drittführer	1
Mineure	4
Schlosser	1
Elektriker	1
SUMME - VORTRIEBSMANNSCHAFT	7

2.1.2 Tätigkeiten der Vortriebsmannschaft in der Kalotte

2.1.2.1 Rüsten und Vorbereiten des zweiarmigen Bohrwagens

Rüsten des Bohrwagens (Anschluss an Luft-, Wasser- und Stromleitung), Sprengstoff aus dem Sprengmittellager holen, Werkzeug und Stützmittelmaßnahmen (Anker, Baustahlgitter, Tunnelbogen und Lastverteiler, Voraussicherungen, usw.) vorbereiten;

2.1.2.2 Bohren, Spießen, Ankern, Laden und Sprengen

Bedienen des Bohrwagens, Überprüfen des Bohrschemas, Manipulation der Bohrstangen (z.B. Bohrkronenwechsel, Verlängerungsstangen einsetzen), Ankermörtelpumpe vorbereiten, Anker und Spieße einbauen, Laden der Bohrlöcher, Verkabeln und Zündreihenfolge prüfen, Abschalten der Bewetterung, Sprengen;

2.1.2.3 Bewetterungspause

Einschalten der Bewetterung unmittelbar nach dem Sprengen und anschließende (ca. 15-min.) Bewetterungspause wegen der Sprengschwadenbildung;

2.1.2.3.1 Absichern der Ortsbrust und Schüttern

Ablauten der Ortsbrust mit Tunnelbagger (eventuell Nachprofilieren des Ausbruchquerschnitts), Ortsbrustsicherung mittels Spritzbetonversiegelung bei Bedarf; Schüttern des Ausbruchmaterials bis zur Zwischendeponie (Verfuhr ab der Zwischendeponie wird an einen Subunternehmer vergeben) mit Radlader und 3 bis 4 knickgelenkten Muldenhinterkippern;

2.1.2.4 Stützmitteleinbau

Profilkontrolle durch den Drittführer, Einbau von Baustahlgitter und Tunnelbögen, Spritzbetonauftrag in mehreren Etappen (je nach Anzahl der Baustahlgitterlagen);

2.1.3 Arbeitszeitregelung

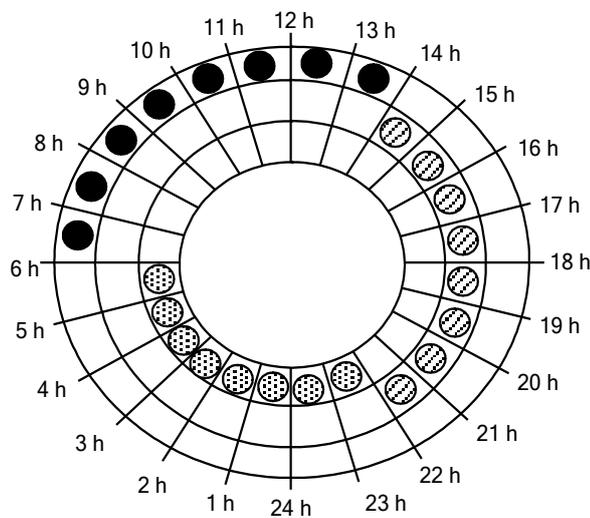
Im Tunnelbau wird in einem 4/3-Dekadendurchlaufbetrieb bei einer Schichtdauer von 8,0 h/AT gearbeitet. Innerhalb eines 16-Tage-Rhythmus wird an 12 Tagen gearbeitet und anschließend sind 4 Tage arbeitsfrei. Daraus ergibt sich eine mittlere Wochenarbeitszeit von:

$$8,0 \text{ h/AT} \times 7,0 \text{ Tage/Woche} \times 12/16 = 42,0 \text{ h/Wo}$$

Die folgende Abbildung zeigt die Schichteinteilung und die tägliche Arbeitszeitregelung der einzelnen Vortriebsmannschaften.

4/3 - Dekadendurchlaufbetrieb

Woche	1				2				3				4				5				6				7																	
Tag	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO
Mannsch. 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mannsch. 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mannsch. 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mannsch. 4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



2.2 GERÄTEDISPOSITION

2.2.1 Allgemeines

Der Abtrag in den Vortriebsklassen 2/1,08, 3/1,72 und 6/4,55 erfolgt im konventionellen Sprengvortrieb geteilt in Kalotte und Strosse. In der Vortriebsklasse 8/8,95 wird der Tunnelausbruch mit einem Tunnelbagger vorgenommen, weil im druckhaften Gebirge (GVT 4/1) aus geomechanischen Gründen nicht mehr gesprengt werden kann. Vielmehr müssen in dieser Vortriebsklasse umfangreiche bautechnische Maßnahmen zur Stützung und Sicherung der Ortsbrust und der Firste vorgesehen werden.

2.2.2 Vortriebsgeräte

Für den Vortrieb in der Kalotte wird ein *zweiarmiger Bohrwagen ATLAS COPCO - Rocket Boomer 353S* mit Ladekorb verwendet.

Das Verladen des Schuttermaterials erfolgt mit einem leistungsstarken *Radlader* (z.B. Caterpillar *CAT 966D* oder Liebherr *L 551B*) mit 3,5 Kubikmeter Schaufelinhalt. Die Schutterung wird dann mit 3 bis 4 *knickgelenkten Muldenhinterkippern* (z.B. *Kiruna K250*) in Abhängigkeit der jeweiligen Vortriebsklasse durchgeführt, die das Material auf eine Zwischendeponie bringen.

Ein *Tunnelbagger* (z.B. *Liebherr R 932 Lit.*) wird für den Vortrieb der Kalotte in druckhaftem Gebirge (Vortriebsklasse 8/9,95) verwendet. Derselbe Bagger wird in den anderen Vortriebsklassen zum Nachprofilieren des Ausbruchsquerschnitts bzw. zum Ablauten der Ortsbrust unmittelbar nach dem Sprengschlag verwendet.

Weiters werden folgende Geräte benötigt:

- ⇒ ein *Vorderkipper* für diverse Versorgungsarbeiten (Materialtransport, etc.)
- ⇒ eine *Spritzbetonanlage* für Trockenspritzbeton, *Trafos* und eine *Injektionspumpe* für das Einbringen des Anker Mörtels

2.3 KALKULATION DER VORTRIEBSLEISTUNG

Aufbauend auf den in folgender Tabelle dargestellten „**EINGANGSPARAMETER**“ werden für die vier verschiedenen Vortriebsklassen die Vortriebsleistungen bzw. -geschwindigkeiten berechnet. Da bei einem Tunnelvortrieb i.A. nur der Kalottenvortrieb bauzeitlich gesehen am kritischen Weg liegt, wird auch nur dieser im gegenständlichen Beispiel betrachtet. Um einen Abschlagszyklus berechnen zu können, müssen die einzelnen Zeitanteile näher untersucht werden.

Es wird eine Übersicht über die Bohr- und Ladezeit pro Abschlag gegeben, der Zeitbedarf für die Schutterung bis zur Zwischendeponie sowie für die einzelnen Stützmittelmaßnahmen (Einbau von Ankern, Spießen, Baustahlgitter, Tunnelbogen und Lastverteiler sowie der Auftrag des Spritzbetons) wird ebenfalls ermittelt.

Die Tabelle „**ABSCHLAGSZYKLEN**“ gibt einen Überblick über die Zeitanteile der Vortriebsstätigkeiten je Abschlag, über die Abschlagsdauern und die Tagesleistungen.

Im Anschluss werden die einzelnen Abschlagszyklen, sowie die Relation von Abschlagsdauer und Tagesleistung graphisch dargestellt.

EINGANGSPARAMETER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Ausbruchsquerschnitt	m ²	65,00	68,00	74,00	78,00
Bewertungsfläche	m ²	60,00	62,00	64,00	66,00
Linie 1a	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80
Ausbruchskubatur m ³ (m ³ _{fest})	m ³	260,00	204,00	96,20	62,40

ABSCHLAGSZYKLUS - BERECHNUNGEN IN DER KALOTTE

BOHREN

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80
Bohrtiefe *)	m	4,20	3,20	1,50	-----
Ausbruchsquerschnitt	m ²	65,00	68,00	74,00	78,00
mittlere Bohrlochanzahl **)	Stk./m ²	2,70	2,25	1,80	-----

*) ca. 0,20m überbohren - geologisch bedingt

***) durchschnittliche Erfahrungswerte - Annahmen

Bohrmeter pro Abschlag	m	737,10	489,60	199,80	0,00
Nettobohrleistung	m/min	3,00	3,00	3,00	3,00
Anbohren, Rückziehen, Umsetzen	min/BL	0,50	0,60	0,70	0,80
Bruttobohrleistung	m/min	2,21	1,92	1,25	-----

Bruttobohrleistung = Nettobohrleistung * Bohrlochtiefe : (Bohrlochtiefe + Umsetzen * Nettobohrleistung)

Bohrdauer pro Abschlag	min	333,45	255,00	159,84	-----
Anzahl der Bohrrame	Stk.	2,00	2,00	2,00	-----

Bohrzeit pro Abschlag	min/Ab.	167	128	80	0
------------------------------	----------------	------------	------------	-----------	----------

SPIESSE

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Anzahl Spieße pro Abschlag	Stk.	0,00	0,00	20,00	40,00
Länge der Spieße	m	0,00	0,00	2,50	2,50
Ges.länge der Spieße pro Abschlag	m	0,00	0,00	50,00	100,00

Bruttobohrleistung	m/min	0,00	0,00	1,63	1,53
Einbauzeit pro Spieß	min/m	-----	-----	2,00	5,00

Spießeeinbau pro Abschlag	min/Ab.	0	0	65	283
----------------------------------	----------------	----------	----------	-----------	------------

Spießeeinbauzeit = (Ges.länge Spieße/Abschlag : Bruttobohrleistung + Ges.länge Spieße/Abschlag * Einbauzeit Spieße) : 2Bohrrame

ANKER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Anzahl Anker pro Abschlag	Stk	3,00	8,00	22,00	29,00
Ankerlänge	m	3,00	3,00	2,50	3,62
Ankermeter pro Abschlag	m/Ab.	9,00	24,00	55,00	105,00
Ankermeter pro lfm	m/lfm	2,25	8,00	42,31	131,25
Nettobohrleistung	m/min	3,00	3,00	3,00	3,00
Bruttobohrleistung	m/min	2,00	1,88	1,63	1,80
Einbauzeit pro Anker	min/m	0,55	0,55	1,00	1,00
Ankern pro Abschlag	min/Ab.	5	13	44	82

Ankereinbauzeit = (Ankerbohrmeter/Abschlag : Bruttobohrleistung + Ankerbohrmeter/Abschlag * Einbauzeit Anker) : 2Bohrarme

LADEN

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Ausbruchsquerschnitt	m ²	65,00	68,00	74,00	78,00
mittl. Sprengstoffbedarf *)	kg/m ³	1,75	1,30	1,00	-----
mittlere Bohrlochzahl	Stk./m ²	2,70	2,25	1,80	-----
Anzahl der Bohrlöcher	Stk./Ab.	175,50	153,00	133,20	-----
Ladeleistung *)	BL/min	2,00	1,50	1,00	-----

*) durchschnittliche Erfahrungswerte - Annahmen

Ladezeit pro Abschlag	min/Ab.	88	102	133	0
------------------------------	----------------	-----------	------------	------------	----------

SCHÜTTERN

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Ausbruchsquerschnitt	m ²	65,00	68,00	74,00	78,00
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80
Ausbruchskubatur fest (fm ³)	m ³	260,00	204,00	96,20	62,40
Mehrausbruch in%	%	5,00	10,00	15,00	20,00
Ausbruch (inkl. Mehrausbruch)	m ³	273,00	224,40	110,63	74,88
Auflockerungsfaktor	%	60,00	50,00	40,00	30,00
Ausbruchskubatur lose (lm ³)	m ³	436,80	336,60	154,88	97,34
Schaufelgröße Radlader	m ³	3,50	3,50	3,50	-----
Spielzeit	min/Spiel	1,40	1,50	1,60	-----
Ladespiele pro Stunde	Spiele/h	42,86	40,00	37,50	-----
Füllungsfaktor Ladeschaufel		0,80	0,85	0,90	-----
Ladeleistung (lm ³) pro Stunde	m ³ /h	120,00	119,00	118,13	-----
Ablauten	min/Ab.	0,00	5,00	5,00	-----
Schutterzeit pro Abschlag	min/Ab.	218	175	84	0

Baggervortrieb in Vortriebsklasse 8/8,95

Tieföffelinhalt	m ³				0,80
Spielzeit	min/Spiel				0,90
Ladespiele pro Stunde	Spiele/h				66,67
Füllungsfaktor Ladeschaufel					0,50
Ladeleistung (lm ³) pro Stunde	m ³ /h				26,67
Abbau+Schüttern pro Abschlag	min/Ab.				219

SPRITZBETON

Ortsbrüst	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Spritzbeton Dicke (theoretisch)	m	0,00	0,00	0,03	0,05
m ³ -SpB/lfm (theoretisch)	m ³ /lfm	0,00	0,00	1,71	4,88
Faktor Rückprall		2,00	2,00	2,00	2,00

Der Rückprall- und Überprofilfaktor liegt in der Praxis zwischen 2,0 und 3,0!

m ³ -SpB/lfm (tatsächlich)	m ³ /lfm	0,00	0,00	3,42	9,75
Spritzleistung pro Düse	m ³ /h	4,50	4,50	4,50	4,50

Es wird mit zwei Spritzdüsen zeitgleich gespritzt!

Dauer Spritzbeton	min/lfm	0,00	0,00	22,77	65,00
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80

Zeitbedarf SpB pro Abschlag	min/Ab.	0	0	30	52
------------------------------------	----------------	----------	----------	-----------	-----------

BAUSTAHLGITTER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
CQS 6 - Baustahlgitter	3,13 kg/m ²				
Abrechnungslinie (Tunnelumfang)	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Baustahlgitter pro lfm	m ² /lfm	21,00	21,50	44,00	45,00
		einlagig	einlagig	zweilagig	zweilagig
Baustahlgitter pro Abschlag	m ² / Ab.	84,00	64,50	57,20	36,00
Baustahlgitter Gewicht pro Abschlag	kg / Ab.	262,92	201,89	179,04	112,68
Aufwandsansatz für den Einbau	1,0 min/m ²				
Baustahlgitter pro Abschlag	min/Ab.	84	65	57	36

BOGEN- UND LASTVERTEILER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Tunnelbögen IPB 120	26,7 kg/m				
Abrechnungslinie (Tunnelumfang)	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80
Abstand Tunnelbögen	m	-----	3,00	1,30	0,80
Anzahl Tunnelbögen pro Abschlag	Stk.		1,0	1,0	1,0
Aufwandsansatz für den Einbau	2,0 min/lfm				
Bogeneinbau pro Abschlag	min/Ab.	0	43	44	45

SPRITZBETON

Kalotte	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Abrechnungslinie (Tunnelumfang)	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Spritzbeton Dicke (theoretisch)	m	0,05	0,15	0,25	0,35
m ³ -SpB/lfm (theoretisch)	m ³ /lfm	1,05	3,23	5,50	7,88
Faktor-Rückprall und Überprofil		2,50	2,50	2,50	2,50

Der Rückprall- und Überprofilfaktor liegt in der Praxis zwischen 2,0 und 3,0!

m ³ -SpB/lfm (tatsächlich)	m ³ /lfm	2,63	8,06	13,75	19,69
Spritzleistung pro Düse	m ³ /h	4,50	4,50	4,50	4,50

Es wird mit zwei Spritzdüsen zeitgleich gespritzt!

Dauer Spritzbeton	min/lfm	18	54	92	131
Abschlagslänge	m	4,00	3,00	1,30	0,80

Zeitbedarf SpB pro Abschlag	min/Ab.	70	161	119	105
------------------------------------	----------------	-----------	------------	------------	------------

BEHINDERUNGEN

In Abhängigkeit des Gebirgstyps und damit der Komplexität des Ablaufes werden für Behinderungen aller Art eine generelle Abminderung der Vortriebsleistung (=Verlängerung der Abschlagsdauer) angesetzt.

	min/Ab.	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Abschlagsdauer *)		632	686	656	821

*) ohne Überschneidung und Behinderung

Verlängerung des Abschlagszyklus		3,0%	5,0%	8,0%	10,0%
----------------------------------	--	------	------	------	-------

*) die angenommenen %-Werte sind Erfahrungswerte und sind projektspezifisch zu berücksichtigen.

Behinderungen pro Abschlag	min/Ab.	19	34	53	82
-----------------------------------	----------------	-----------	-----------	-----------	-----------

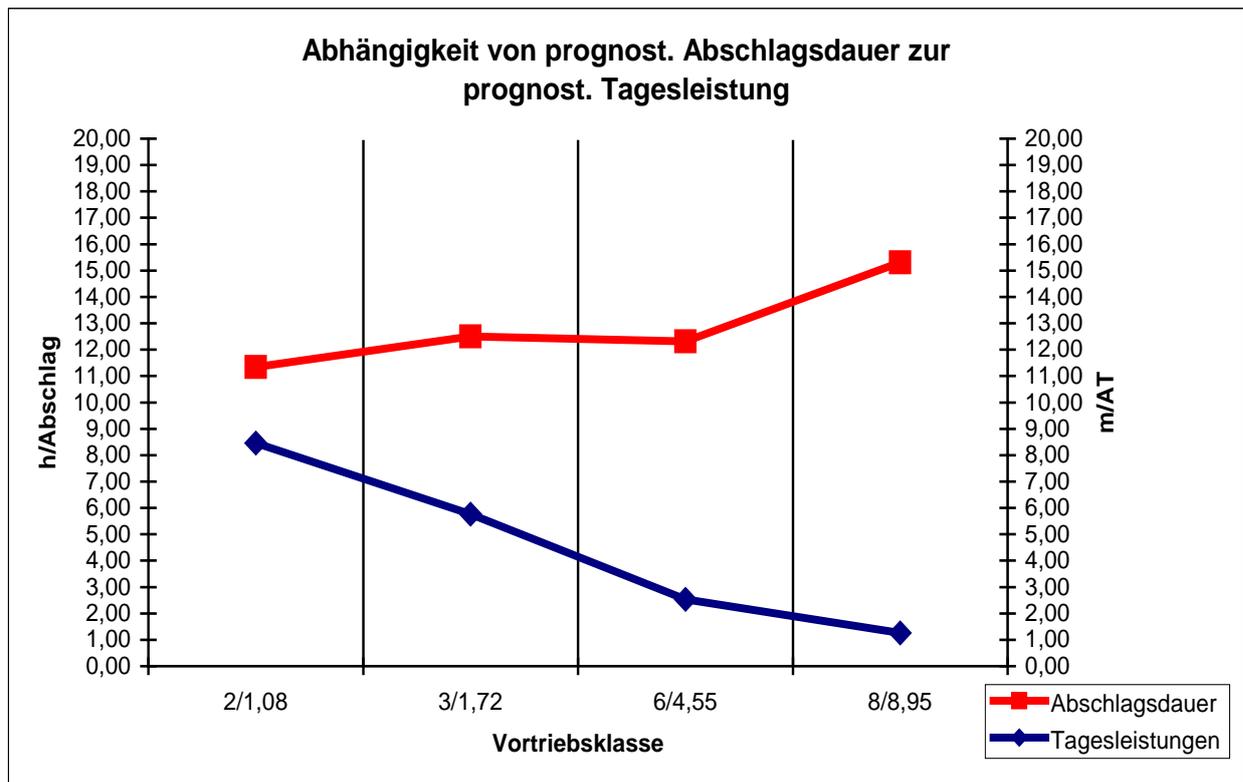
ABSCHLAGSZYKLEN

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Vorbereiten - Rüsten **)	min	10	10	10	10
Bohren *)	min	167	128	80	0
Spieße *)	min	0	0	65	283
Anker *)	min	5	13	44	82
Laden *)	min	88	102	133	0
Sprengen + Lüften **)	min	15	15	15	0
Schüttern + Ablauten *)	min	218	175	84	219
geolog. Aufnahme **)	min	5	5	5	5
Spritzbeton Ortsbrust *)	min	0	0	30	52
Baustahlgitter *)	min	84	65	57	36
Tunnelbögen *)	min	0	43	44	45
Spritzbeton Kalotte*)	min	70	161	119	105
Summe Dauer - netto	min	662	716	686	836
Behinderungen *)	min	19	34	53	82
Summe Dauer - brutto	min	681	750	739	918

Abschlagsdauer	h	11,34	12,50	12,32	15,31
Abschläge pro Tag	Ab./AT	2,12	1,92	1,95	1,57
Abschlagslänge	m/Ab.	4,00	3,00	1,30	0,80
progn. Tagesleistung	m/AT	8,46	5,76	2,53	1,25

*) Werte lt. Berechnung

**) durchschnittliche Erfahrungswerte - Annahmen



Regelabschlagszyklen in den einzelnen Vortriebsklassen

Nr.	Vorgangsname	Dauer	Zeitplan (Tage)																						
			23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
1	Vortriebsklasse 2/1,08	681 Min.	[Timeline bar from Day 23 to Day 15]																						
2	Rüsten	10 Min.	[Gantt bar]																						
3	Bohren	167 Min.	[Gantt bar]																						
4	Ankern	5 Min.	[Gantt bar]																						
5	Laden	88 Min.	[Gantt bar]																						
6	Sprengen+Lüften	15 Min.	[Gantt bar]																						
7	Schüttern	218 Min.	[Gantt bar]																						
8	geolog. Aufnahme	5 Min.	[Gantt bar]																						
9	Baustahlgitter	84 Min.	[Gantt bar]																						
10	SpB-Kalotte	70 Min.	[Gantt bar]																						
11	Behinderungen	19 Min.	[Gantt bar]																						
12	Vortriebsklasse 3/1,72	750 Min.	[Timeline bar from Day 23 to Day 15]																						
13	Rüsten	10 Min.	[Gantt bar]																						
14	Bohren	128 Min.	[Gantt bar]																						
15	Ankern	13 Min.	[Gantt bar]																						
16	Laden	102 Min.	[Gantt bar]																						
17	Sprengen+Lüften	15 Min.	[Gantt bar]																						
18	Schüttern	175 Min.	[Gantt bar]																						
19	geolog. Aufnahme	5 Min.	[Gantt bar]																						
20	Baustahlgitter	65 Min.	[Gantt bar]																						
21	Tunnelbogen	43 Min.	[Gantt bar]																						
22	SpB-Kalotte	161 Min.	[Gantt bar]																						
23	Behinderungen	33 Min.	[Gantt bar]																						
24	Vortriebsklasse 6/4,56	738 Min.	[Timeline bar from Day 23 to Day 15]																						
25	Rüsten	10 Min.	[Gantt bar]																						
26	Bohren	80 Min.	[Gantt bar]																						
27	Spieße	65 Min.	[Gantt bar]																						
28	Ankern	44 Min.	[Gantt bar]																						
29	Laden	133 Min.	[Gantt bar]																						
30	Sprengen+Lüften	15 Min.	[Gantt bar]																						
31	Schüttern	84 Min.	[Gantt bar]																						
32	geolog. Aufnahme	5 Min.	[Gantt bar]																						
33	SpB-Ortsbrust	29 Min.	[Gantt bar]																						
34	Baustahlgitter 1. Lage	29 Min.	[Gantt bar]																						
35	Tunnelbogen	44 Min.	[Gantt bar]																						
36	SpB-Kalotte 1. Lage	48 Min.	[Gantt bar]																						
37	Baustahlgitter 2. Lage	29 Min.	[Gantt bar]																						
38	SpB-Kalotte 2. Lage	71 Min.	[Gantt bar]																						
39	Behinderungen	52 Min.	[Gantt bar]																						
40	Vortriebsklasse 8/9,02	918 Min.	[Timeline bar from Day 23 to Day 15]																						
41	Rüsten	10 Min.	[Gantt bar]																						
42	Spieße	283 Min.	[Gantt bar]																						
43	Ankern	82 Min.	[Gantt bar]																						
44	Abbau mit Bagger	219 Min.	[Gantt bar]																						
45	Schüttern	204 Min.	[Gantt bar]																						
46	geolog. Aufnahme	5 Min.	[Gantt bar]																						
47	SpB-Ortsbrust	52 Min.	[Gantt bar]																						
48	Baustahlgitter 1. Lage	18 Min.	[Gantt bar]																						
49	Tunnelbogen	45 Min.	[Gantt bar]																						
50	SpB-Kalotte 1. Lage	45 Min.	[Gantt bar]																						
51	Baustahlgitter 2. Lage	18 Min.	[Gantt bar]																						
52	SpB-Kalotte 2. Lage	60 Min.	[Gantt bar]																						
53	Behinderungen	81 Min.	[Gantt bar]																						

3 KOSTENERMITTLUNG

3.1 ALLGEMEINES

Aufbauend auf dem Punkt 2 „LEISTUNGSERMITTLUNG“ werden in der Folge die Kosten des Tunnelvortriebes untersucht. Unter die zu betrachtenden Kosten fallen alle Personal-, Geräte- und Materialkosten, die sich direkt auf den Tunnelvortrieb in der Kalotte beziehen.

Die Kosten für den Tunnelausbau (Innenschale, Tunnelausrüstung), für die zeitgebundenen Baustellengemeinkosten (z.B. Vorhaltegerätekosten, Personalkosten, etc.) sowie für die Baustelleneinrichtung (inkl. Einmalkosten) werden bei dieser Kostenzusammenstellung nicht weiter betrachtet.

3.2 GERÄTEKOSTEN IM MEHRSCICHTBETRIEB

Bei den Gerätekosten werden die Kosten für die Leistungsgeräte im Detail untersucht. Für die Ermittlung der Gerätekosten kann sowohl die „Neuwertmethode“ als auch die „Berechnung nach der österreichischen Baugeräteliste“ herangezogen werden.

3.2.1 Gegenüberstellung „Neuwertmethode“ und „Berechnung nach ÖBGL“

3.2.1.1 Angabewerte - Betriebsstunden

Angabewerte	Quelle	BEISPIEL Bohrwagen
Neuwert NW	ÖBGL, Herstellerangabe	436.050 €
Vorhaltemonate (für Einschichtbetrieb)	ÖBGL	40 Mo
Nutzungsjahre (für Einschichtbetrieb)	ÖBGL	6 Jahre
Betriebsstunden (ges. Lebensdauer)	Nachkalkulation	11.000 Std.
Zinssatz	Kalkulationsfestlegung	6,5 %
Reparaturanteil 60 bis 100% der Abschreibungskosten	ÖBGL, Nachkalkulation	60 %
Leistung in kW	Hersteller	150 kW
Einsatzstunden pro Monat	Abschlagszyklus	220 h/Mo

Abschätzung der Betriebsstunden:

Die prognostizierte Baustellendauer für die Vortriebsarbeiten in der Kalotte beträgt 48,8 Monate. Die durchschnittliche monatliche Einsatzzeit errechnet sich mit 220 Stunden pro Monat (Mo).

$48,8 \text{ Mo} \times 220 \text{ h/Mo} = \text{ca. } 10.730 \text{ Betriebsstunden}$ unter Vollast auf der Baustelle im Einsatz

Wenn die Abschreibung für diese Baustelle 75 % des Neuwertes betragen soll, errechnet sich die „Lebensdauer“ des Baugerätes mit

$48,8 \text{ Mo} \times 220 \text{ h/Mo} \times (1/0,75) = \text{ca. } 14.300 \text{ Betriebsstunden („Lebensdauer“)}$

3.2.1.2 Abschreibung

3.2.1.2.1 Berechnung der Abschreibung (A) nach der Neuwertmethode

$$\begin{aligned} A/h \text{ [€/h]} &= \text{Neuwert}_{\text{Anschaffungswert}} : \text{Betriebsstunden} \\ A/Mo \text{ [€/Mo]} &= (\text{Neuwert}_{\text{AW}} : \text{Betriebsstunden}) \times \text{Einsatzstunden/Mo} \end{aligned}$$

3.2.1.2.2 Berechnung der Abschreibung nach ÖBGL

Die Abminderung der Werte aus der ÖBGL ergibt sich aus der Differenz von betriebswirtschaftlicher und steuerlicher Abschreibung und berücksichtigt unter anderem die in der Praxis meist höhere Lebensdauer der Geräte (gegenüber den Werten der ÖBGL).

Einschichtbetrieb:

$$A/Mo \text{ [€/Mo]} = (\text{Neuwert}_{\text{ÖBGL}} : \text{Vorhaltemonat}) \times \text{Abminderung}$$

Mehrschichtbetrieb:

$$A/Mo \text{ [€/Mo]} = (\text{Neuwert}_{\text{ÖBGL}} : \text{Vorhaltemonat}) \times \text{Abminderung} \times \text{ZMSF}$$

ZMSF ... Zeitmehrschichtfaktor:

Der Zeitmehrschichtfaktor ergibt sich aus dem Verhältnis der echten Betriebszeit zur durchschnittlichen Monatsarbeitszeit (172,0 h/Mo). Unter der Annahme, dass ein Leistungsgerät im 4/3-Durchlaufbetrieb etwa 200,0 bis 300,0 Stunden pro Monat (Ansatz für Einsatzstunden aus Abschlagszyklen) tatsächlich unter Vollast im Betrieb ist, ergibt sich der Mehrschichtfaktor mit 1,20 bis 1,75 (mittlerer Wert $220,0/172,0 = 1,28$). Dieser Faktor berücksichtigt nur die Erhöhung der betriebsbedingten Abschreibung, die besitzbedingte Abschreibung ist in der Grundformel enthalten.

3.2.1.3 Verzinsung

3.2.1.3.1 Berechnung der Verzinsung (V) nach der Neuwertmethode

$$\text{Verzinsung [€/Mo]} = (\text{Nutzungsjahre} \times \text{Neuwert}_{\text{AW}} \times \text{Zinssatz}) : (2 \times \text{Vorhaltemonate})$$

3.2.1.3.2 Berechnung der Verzinsung (V) nach der ÖBGL

$$\text{Verzinsung [€/Mo]} = (\text{Nutzungsjahre} \times \text{Neuwert}_{\text{ÖBGL}} \times \text{Zinssatz}) : (2 \times \text{Vorhaltemonate}) \times \text{Abminderung}$$

3.2.1.4 Reparatur

3.2.1.4.1 Berechnung des Reparaturentgeltes (Rep) nach der Neuwertmethode

$$\text{Rep/Mo [€/Mo]} = (\text{Abschreibung} + \text{Verzinsung}) \times \% \text{-Rep.-Ansatz aus Verhältnis Reparaturkosten zu } \text{NW}_{\text{AW}} \times \text{Einsatzstunden/Mo}$$

3.2.1.4.2 Berechnung des Reparaturentgeltes (Rep) nach ÖBGL

Einschichtbetrieb:

$$\text{Rep/Mo [€/Mo]} = \text{Neuwert}_{\text{ÖBGL}} \times \text{monatl. Satz für Rep.entgelt}_{\text{ÖBGL}} \times \text{Abminderung}$$

Mehrschichtbetrieb:

$$\text{Rep/Mo [€/Mo]} = \text{Neuwert}_{\text{ÖBGL}} \times \text{monatl. Satz für Rep.entgelt}_{\text{ÖBGL}} \times \text{Abminderung} \times \text{ZMSF} \times \text{RMSF}$$

ZMSF Zeitmehrschichtfaktor
 RMSF Reparaturmehrschichtfaktor

Der **Zeitmehrschichtfaktor** ist abhängig von den mittleren Einsatzstunden pro Monat (vgl. 3.2.1.2.2) und liegt im Bereich 1,20 bis 1,75.

Der **Reparaturmehrschichtfaktor** berücksichtigt den beim Durchlaufbetrieb höheren Reparaturanteil, der sich auf Grund der höheren Gerätebelastung und der erschwerten Organisation der Reparatur und der verlängerten Inspektionsintervalle ergibt. Die Höhe des Reparaturmehrschichtfaktors wird mit 1,10 angenommen.

3.2.1.5 Betriebsstoffe

3.2.1.5.1 Stromkosten

Betriebskosten [€/Mo] = Leistung x Stromkosten x SMF x Einsatzstunden/Mo

Leistung des Gerätes in kW
 Stromkosten in €/kWh = 0,15 €/kWh
 SMF ... Schmiermittelfaktor (= 1,05 bis 1,10)

Der **Schmiermittelfaktor** ist eine kalkulative Annahme in % der Betriebsstoffkosten für Öle, Fette, Filter, Wartungsmaterialien u.ä. und beträgt 5 bis 10 %.

Beim Mehrschichtbetrieb kann eine weitere Abminderung durch den **Betriebsstoffverbrauchsfaktor** (BStVF) zusätzlich berücksichtigt werden (%-Verhältnis von Teillast- zu Volllastauslastung des Gerätes bei Leistungserbringung).

3.2.1.5.2 Treibstoffkosten

Betriebskosten [€/Mo] = Leistung x Verbrauch x Treibstoffkosten x SMF x Einsatzstunden/Mo

Leistung des Gerätes in kW
 Verbrauch Leistungsgeräte = 0,25 Liter/kWh
 Dieselposten in €/Liter = 0,70 €/l
 SMF ... Schmiermittelfaktor (= 1,05 bis 1,10) - analog zu Stromkosten

Der **Schmiermittelfaktor** ist eine kalkulative Annahme in % der Betriebsstoffkosten für Öle, Fette, Filter, Wartungsmaterialien u.ä. und beträgt 5 bis 10 %.

Beim Schichtbetrieb kann eine weitere Abminderung durch den **Betriebsstoffverbrauchsfaktor** (BStVF) zusätzlich berücksichtigt werden (%-Verhältnis von Teillast- zu Volllastauslastung des Gerätes bei Leistungserbringung).

3.2.1.6 Beispiel Bohrwagen mit Raupenfahrwerk

3.2.1.6.1 Einarmiger Bohrwagen 150 kW

Angabewerte für die Berechnung nach NEUWERT		Angabewerte für die Berechnung nach ÖBGL	
Neuwert lt. Hersteller	445.550 €	ÖBGL-Nummer (Leistung 125 kW)	6542 - 0125
Leistung	150 kW	Neuwert für 125 kW lt. ÖBGL 1996	402.900 €
Rep.anteil lt. Nachkalkulation	75 %	Neuwert hochgerechnet (linear extrapoliert) auf 150 kW und GHPI 2001 (Δ 2002-1996 = ca. 11,9 %): $402.900 \text{ €} \times 1,119 =$	450.846 €
Betriebsstunden Lebensdauer	14.300 h	Nutzungsjahre lt. ÖBGL	6 Jahre
Geräteeinsatzdauer auf Baustelle	48,8 Monate	Vorhalte Monate lt. ÖBGL	40 Monate
mittl. Einsatzstunden pro Monat	220 h/Mo	monatl. Satz für Abschreibung & Verzinsung	3,0 %
Betriebsstunden der Baustelle	10.730 h	monatl. Satz für Reparatur	2,5 %
Abschreibung Bohrwagen auf dieser Baustelle	75%	Zeitmehrschichtfaktor (= 220/172)	1,28
Nutzungsjahre (für Verzinsung)	6 Jahre	Reparaturmehrschichtfaktor	1,10
Zinssatz	6,5%	ÖBGL-Abminderung Abschreibung	0,60
Betriebsstoffkosten	0,15 €/kWh	ÖBGL-Abminderung Reparatur	0,70
Schmiermittelfaktor	1,05		

3.2.1.6.2 Berechnung der monatlichen Kosten

KOSTEN	Berechnung nach NEUWERT	Berechnung nach ÖBGL
Abschreibung:	$445.550 / 14.300 = 31,16 \text{ €/h}$	$450.846 / 40 = 11.271,15 \text{ €/Mo}$ $11.271,15 \text{ €/Mo} \times 0,6 \times 1,28 = 8.656,24 \text{ €/Mo}$
Verzinsung:	$(445.550 \times 6,0 \times 0,065) / (2 \times 14.300) = 6,08 \text{ €/h}$	$(450.846 \times 6,0 \times 0,065) / (2 \times 40) = 2.197,87 \text{ €/Mo}$ $2.197,87 \text{ €/Mo} \times 0,60 = 1.318,72 \text{ €/Mo}$
Reparatur:	$(31,16 + 6,08) \times 0,75 = 27,93 \text{ €/h}$	$450.846 \times 2,5\% \times 0,70 \times 1,28 \times 1,10 = 11.108,85 \text{ €/Mo}$
Summe (A.&V. + Rep.)	65,17 €/h x 220 h/Mo = 14.337,40 €/Mo	21.083,81 €/Mo
Betriebsstoffe	$150 \times 0,15 \times 1,05 = 23,63 \text{ €/h}$ bzw. $23,63 \text{ €/h} \times 220 \text{ h/Mo} = 5.197,50 \text{ €/Mo}$	

3.2.2 Gerätekostenermittlung

In diesem Beispiel erfolgt die Gerätekostenermittlung nach der österreichischen Baugeräteleiste. Die Gerätedisposition der Vortriebsgeräte in der Kalotte wurde bereits bei der Leistungsberechnung im konventionellen Vortrieb getroffen (vgl. 2.2).

Folgende Geräte kommen in der Kalotte zum Einsatz:

- zweiarmiger Bohrwagen *ATLAS COPCO - Rocket Boomer 353S*
- Radlader mit 3,5 m³ - Schaufelinhalt *LIEBHERR L 551 B*
- knickgelenkte Muldenhinterkipper *KIRUNA K250*
- Tunnelbagger *LIEBHERR R 932 Lit.*

Die detaillierte Gerätekostenermittlung erfolgt in der Tabelle ab Seite 19.

3.3 PERSONALKOSTEN

Unter den Personalkosten werden nur die Kosten für die Vortriebsmannschaft in der Kalotte untersucht. Die Zusammensetzung der Vortriebsmannschaft und die einzelnen Tätigkeiten während eines Abschlagszyklus sind im Punkt 2.1.2 beschrieben.

Berechnung und Kosten sind in der Tabelle auf Seite 22 dargestellt.

3.4 MATERIALKOSTEN

3.4.1 Stützmittel

Unter diesem Punkt wurden alle Kostenanteile für Sicherungsmaßnahmen aufgelistet. Darunter fallen die Kosten für Spritzbeton, Baustahlgitter, Anker, Tunnelbögen und Spieße. In Abhängigkeit von den einzelnen Vortriebsklassen variieren die eingebauten Mengen der Stützmittel, die Kosten je Vortriebsklasse ergeben sich wie auf Seite 22 und 23 dargestellt.

3.4.2 Bohrstahl und Sprengstoff

Die Kosten für Bohrstahl, Sprengstoff und Zünder ergeben sich aus den im Punkt 2 dargestellten Grundlagen:

- Anzahl der Bohrlöcher pro lfm-Tunnel
- Bohrmeter pro Abschlag
- mittlerer Sprengstoffbedarf pro m³-Ausbruch

- Kostenansatz für Bohrstahl / lfm-Bohrloch 0,95 €/lfm-Bohrloch
- Kostenansätze für Sprengstoff 2,05 €/kg
- Kostenansatz für Zünder 1,30 €/Stk.

Die Ermittlung der Kosten für Bohrstahl und Sprengstoff pro Laufmeter Tunnel erfolgt in der Tabelle auf Seite 24.

3.5 SONSTIGE KOSTEN

Unter sonstige Kosten wurden all jene Kostenanteile zusammengefasst, die in dieser Kalkulation nicht gesondert berücksichtigt wurden:

- **Spezialmaßnahmen**

Nischen, Sondermaßnahmen in Störzonen (z.B. Injektionen), Lüftungsschächte,....
ca. 3 bis 10 % der Vortriebskosten

- **Baustelleneinrichtung**

inkl. Werkstätte, Betonanlage, Kieslager, ev. Materialaufbereitungsanlage, Tankstelle, Wohnlager, Tagesunterkünfte,

ca. 3 bis 5 % der Vortriebskosten

- **zeitgebundene Baustellengemeinkosten**

Gehälter, Pkw, Kleinbusse, Bürokosten

ca. 4 bis 6 % der Vortriebskosten

3.6 ZUSAMMENSTELLUNG DER VORTRIEBSKOSTEN PRO LAUFMETER TUNNEL

Als Zusammenfassung gibt die Tabelle Seite 25 einen Überblick über die prozentuelle Verteilung der Kostenbestandteile sowie über die Gesamtkosten in Abhängigkeit der Vortriebsklasse.

3.7 VORTRIEBSKLASSENMATRIX Leistung / Kosten

Auf der Seite 26 werden die ermittelten Vortriebsleistungen (garantierte Vortriebsleistungen pro Vortriebsklasse und Tag) und die Kosten für Ausbruch und Sicherung in der jeweiligen Vortriebsklasse pro Laufmeter Tunnel eingetragen.

ZUSAMMENSTELLUNG LEISTUNGSGERÄTE

Im gegenständlichen Beispiel werden nur die wichtigsten Leistungsgeräte kalkuliert, die restliche notwendige Geräteausstattung (z.B. Spritzbetonmaschine etc.) wird nicht berücksichtigt.

LEISTUNGSGERÄTE KALKULATIONS- GRUNDLAGEN	Neuwert lt. ÖBGL od. Herstellerangabe in €	Motor- leistung in kW	Vorhalte- monate in Mo	Nutzungs- dauer in Jahre	monatl. Satz f. A&V in %	monatl. Satz f. Rep.- entgelt in %
2-armiger Bohrwagen	639.120,00	175	30	4	3,8	3,0
Radlader	312.710,00	180	50	5	2,3	2,2
Tunnelbagger	280.480,00	120	40	5	2,9	2,5
Tunneltransporter, luftbereift 25t	300.950,00	165	35	5	3,3	2,4

Sonstige Angabewerte

Preisbasis 2002

ÖBGL-Abminderung Abschreibung & Verzinsl.	0,60
ÖBGL-Abminderung Reparatur	0,70
Regelarbeitszeit / Monat	172,00 h/Mo
Schichtbetrieb (durchschn. Geräteeinsatzstunden)	220,00 h/Mo
ZMSF: (Zeitmehrschichtfaktor)	1,28
RMSF: (Reparaturmehrschichtfaktor)	1,10
SMF: (Schmiermittelfaktor)	1,05
BStVF: (Betriebsstoffverbrauchsfaktor)	0,85
Betriebsstoffkosten - Strom	0,15 €/kWh
Betriebsstoffkosten - Diesel	0,70 €/l
Diesel-Verbrauch	0,25 l/kWh
Zinssatz für Verzinsungskosten	6,50%

LEISTUNGSGERÄTE KOSTENGRUNDLAGEN		monatl. Abschr. in €/Mo	monatl. Verz. in €/Mo	monatl. Rep. L:S = 50:50 in €/Mo	Betriebs- kosten in €/Mo	Summe Kosten/Mo AV in €/Mo	Summe Kosten/Mo Stoff in €/Mo	Summe Kosten/Mo + Gerät in €/Mo
2-armiger Bohrwagen	E	16.349,58	1.661,71	18.883,77	5.154,19	18.011,29	14.596,07	32.607,36
Radlader	D	4.799,73	609,78	6.775,63	6.185,03	5.409,52	9.572,84	14.982,36
Tunnelbagger	D	5.381,30	683,67	6.906,00	4.123,35	6.064,97	7.576,35	13.641,32
Tunneltransporter, luftbereift 25t	D	6.598,90	838,36	7.113,62	5.669,61	7.437,26	9.226,42	16.663,68

KOSTEN DER LEISTUNGSGERÄTE pro Laufmeter Tunnel in Abhängigkeit der Vortriebsklasse

Vortriebsleistung pro AT	VTKL 2/1,08
Vortriebsleistung pro Monat	8,46 m/AT
	236,99 m/Monat 28 AT/Monat

GERÄT	Anzahl in Stk.	Geräte- kosten	Stoff- kosten	Geräte- kosten	Stoff- kosten
		pro Gerät und Monat		in € pro lfm-Tunnel	
2-armiger Bohrwagen	1	18.011,29	14.596,07	76,00	61,59
Radlader	1	5.409,52	9.572,84	22,83	40,39
Tunnelbagger	1	6.064,97	7.576,35	25,59	31,97
Tunneltransporter, luftbereift 25t	4	7.437,26	9.226,42	125,53	155,73
÷ Gerätekosten:				249,95	289,68

Vortriebsleistung pro AT	VTKL 3/1,72
Vortriebsleistung pro Monat	5,76 m/AT
	161,22 m/Monat 28 AT/Monat

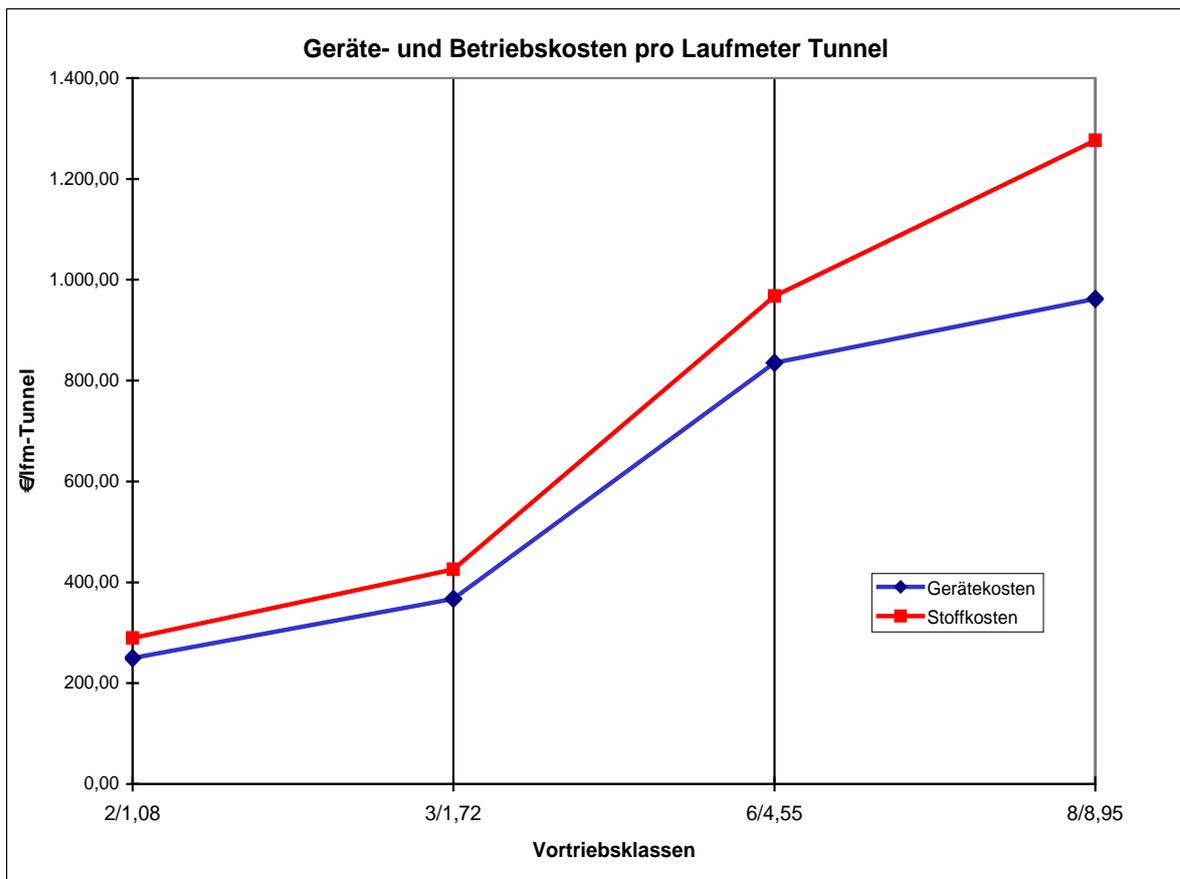
GERÄT	Anzahl in Stk.	Geräte- kosten	Stoff- kosten	Geräte- kosten	Stoff- kosten
		pro Gerät und Monat		in € pro lfm-Tunnel	
3-armiger Bohrwagen	1	18.011,29	14.596,07	111,72	90,53
Radlader	1	5.409,52	9.572,84	33,55	59,38
Tunnelbagger	1	6.064,97	7.576,35	37,62	46,99
Tunneltransporter, luftbereift 25t	4	7.437,26	9.226,42	184,52	228,91
÷ Gerätekosten:				367,41	425,81

Vortriebsleistung pro AT	VTKL 6/4,55
Vortriebsleistung pro Monat	2,53 m/AT
	70,93 m/Monat 28 AT/Monat

GERÄT	Anzahl in Stk.	Geräte- kosten	Stoff- kosten	Geräte- kosten	Stoff- kosten
		pro Gerät und Monat		in € pro lfm-Tunnel	
2-armiger Bohrwagen	1	18.011,29	14.596,07	253,93	205,78
Radlader	1	5.409,52	9.572,84	76,26	134,96
Tunnelbagger	1	6.064,97	7.576,35	85,51	106,81
Tunneltransporter, luftbereift 25t	4	7.437,26	9.226,42	419,41	520,30
÷ Gerätekosten:				835,11	967,86

Vortriebsleistung pro AT	VTKL 8/8,95
Vortriebsleistung pro Monat	1,25 m/AT
	35,12 m/Monat 28 AT/Monat

GERÄT	Anzahl in Stk.	Gerätekosten	Stoffkosten	Gerätekosten	Stoffkosten
		pro Gerät und Monat		in €/pro lfm-Tunnel	
Radlader	1	5.409,52	9.572,84	154,02	272,57
Tunnelbagger	1	6.064,97	7.576,35	172,69	215,72
Tunneltransporter, luftbereift 25t	3	7.437,26	9.226,42	635,28	788,11
+ Gerätekosten:				961,99	1.276,39



ZUSAMMENSTELLUNG DER KOSTEN NACH VORTRIEBSKLASSEN

VTKL	Gerätekosten	Stoffkosten	Gesamtkosten
2/1,08	€/lfm 249,95	€/lfm 289,68	€/lfm 539,64
3/1,72	€/lfm 367,41	€/lfm 425,81	€/lfm 793,22
6/4,55	€/lfm 835,11	€/lfm 967,86	€/lfm 1.802,96
8/8,95	€/lfm 961,99	€/lfm 1.276,39	€/lfm 2.238,38

VORTRIEBSMANNSCHAFT

Vortriebsdrittel	Dritzelführer	1
	Mineure	4
	Schlosser	1
	Elektriker	1

MANNANZAHL JE DRITTEL	7
------------------------------	----------

Anzahl der Schichten im 4/3-Betrieb	4 Schichten
3 Schichten a 8 Stunden / 12 Tage Arbeit + 4 Tage frei	
Arbeitsstunden pro Woche	42,0 h/Wo
mittl. Wochenarbeitszeit = 8,0 h x 7 AT/Wo x 12/16	
Arbeitsstunden pro Monat	182,7 h/Mo
mittl. Monatsarbeitszeit = 42,0 h/Wo x 4,35 Wo/Mo	

Mittellohnenkosten (Preisbasis 2002)	42,50 €/h
---	-----------

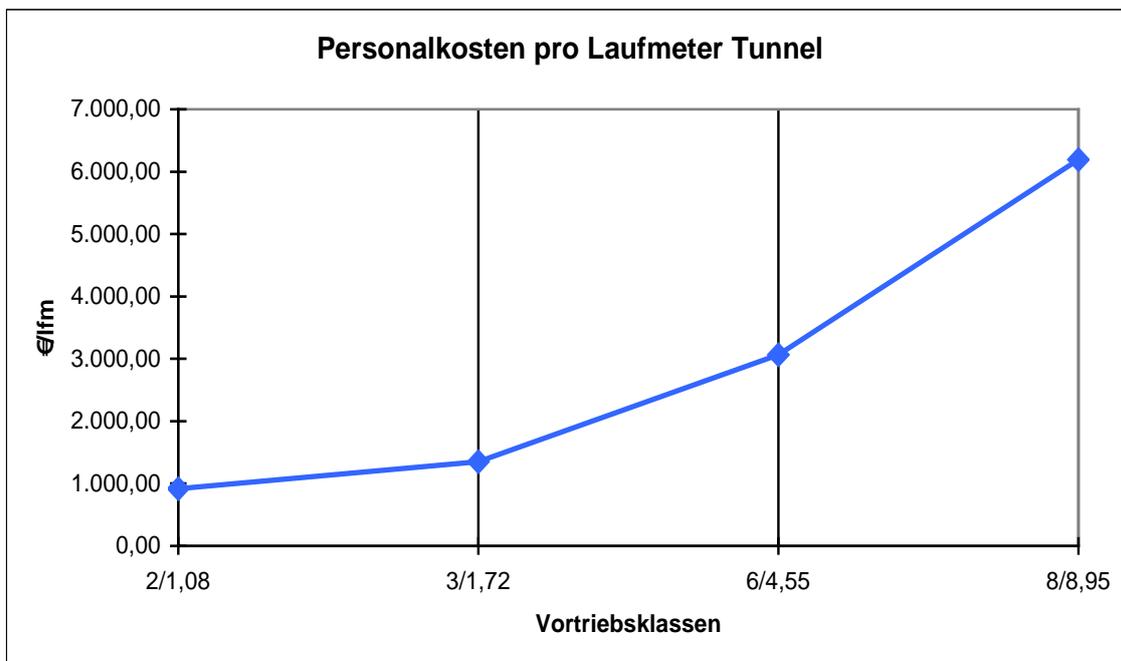
PERSONALKOSTEN

Vortriebsklasse			
2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

Personalkosten pro Monat	217.413,00	217.413,00	217.413,00	217.413,00
---------------------------------	------------	------------	------------	------------

Vortriebsleistung in m/Mo	236,99	161,22	70,93	35,12
----------------------------------	--------	--------	-------	-------

Personalkosten pro lfm-Tunnel	917,41	1.348,52	3.065,14	6.190,36
--------------------------------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------



STÜTZMITTELKOSTEN

SPRITZBETON

Kalotte & Ortsbrust

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Abrechnungslinie (Tunnelumfang)	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Spritzbeton Dicke	m	0,05	0,15	0,25	0,35
m ³ -Spritzbeton / lfm (theoretisch)	m ³ /lfm	1,05	3,23	5,50	7,88
Faktor - Rückprall und Überprofil		2,50	2,50	2,50	2,50
Kalotte m ³ -SpB / lfm	m ³ /lfm	2,63	8,06	13,75	19,69
Ortsbrust m ³ -SpB/lfm	m ³ /lfm	0,00	0,00	3,42	9,75

Kosten Spritzbeton in €/m ³	160,00
--	---------------

(inkl. Gerätekostenanteil)

Kosten Spritzbeton pro lfm	€/lfm	420,00	1.290,00	2.746,46	4.710,00
-----------------------------------	--------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------

BAUSTAHLGITTER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
CQS 6 - Baustahlgitter	3,13 kg/m ²				
Baustahlgitter Fläche pro lfm	m ² /lfm	21,00	21,50	44,00	45,00
		stellenweise	einlagig	zweilagig	zweilagig
Baustahlgitter Gewicht in kg/lfm	kg/lfm	65,73	67,30	137,72	140,85

Kosten Baustahlgitter in €/kg	0,38
-------------------------------	-------------

Kosten Baustahlgitter pro lfm	€/lfm	24,98	25,57	52,33	53,52
--------------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ANKER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
		Swellex-Anker		SN-Anker	
Ankermeter pro Abschlag	m	9,00	24,00	55,00	105,00
Ankermeter pro lfm	m	2,25	8,00	42,31	131,25

Kosten Swellex-Anker in €/m	8,30
-----------------------------	-------------

Kosten SN-Anker in €/m	2,70
------------------------	-------------

Kosten Anker pro lfm	€/lfm	18,68	66,40	114,23	354,38
-----------------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------

BOGEN- UND LASTVERTEILER

	Einheit	Vortriebsklasse			
		2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Tunnelbögen IPB 120	26,7 kg/m				
Tunnelbögen Anzahl pro Abschlag	Stk.	0,00	1,00	1,00	1,00
Tunnelbögen Anzahl pro lfm	Stk./lfm	0,00	0,33	0,77	1,25
Länge des Tunnelbogens	m	21,00	21,50	22,00	22,50
Tunnelbögen Gewicht pro lfm	kg/lfm	0,00	191,35	451,85	750,94

Kosten Tunnelbogen in €/kg	0,90
----------------------------	-------------

Kosten Tunnelbögen pro lfm	€/lfm	0,00	172,22	406,66	675,84
-----------------------------------	--------------	-------------	---------------	---------------	---------------

SPIESSE

Einheit	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

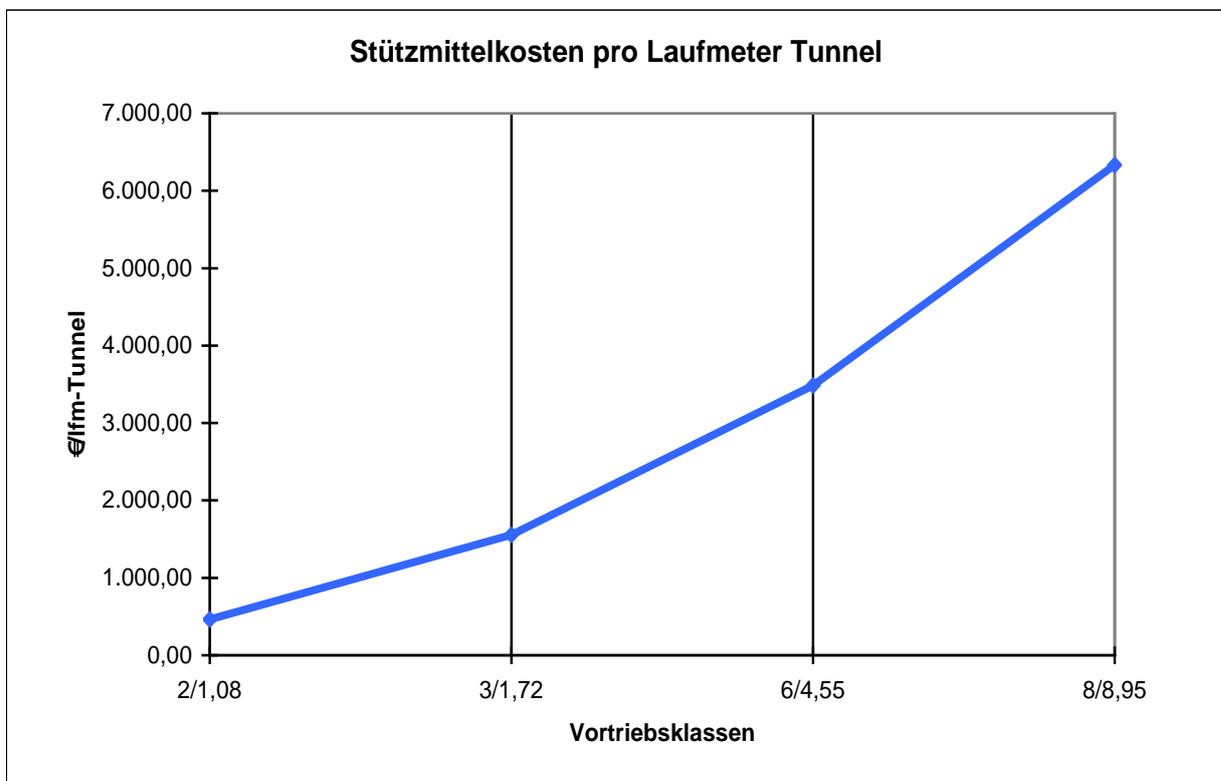
Ges.länge der Spieße pro Abschlag	m	0,00	0,00	50,00	100,00
Meter Spieße pro lfm	m/lfm	0,00	0,00	38,46	125,00

Kosten Spieß in €/m	4,30
---------------------	-------------

Kosten Spieße pro lfm	€/lfm	0,00	0,00	165,38	537,50
------------------------------	--------------	-------------	-------------	---------------	---------------

Einheit	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

SUMME Stützmittelkosten	€/lfm	463,65	1.554,19	3.485,07	6.331,24
--------------------------------	--------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------



MATERIALKOSTEN

BOHRSTAHL

Einheit	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

Kosten je lfm-Bohrloch	0,95 €/lfm-Bohrloch
------------------------	---------------------

Bohrlochmeter pro Abschlag	m/Ab.	737,10	489,60	199,80	0,00
Bohrlochmeter pro lfm	m/lfm	184,28	163,20	153,69	0,00
Bohrstahlkosten pro lfm	€/lfm	175,06	155,04	146,01	0,00

SPRENGSTOFF

Einheit	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

Sprengstoffkosten	2,05 €/kg
Zünderkosten	1,30 €/Stk.

spez. Sprengstoffbedarf	kg/m³	1,75	1,30	1,00	-----
Abschlagskubatur	m³/Ab.	260,00	204,00	96,20	62,40
Sprengstoffverbrauch / Abschlag	kg/Ab.	455,00	265,20	96,20	-----
Sprengstoffkosten pro Abschlag	€/Ab.	932,75	543,66	197,21	-----

Sprengstoffkosten pro lfm	€/lfm	233,19	181,22	151,70	0,00
----------------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------	-------------

Anzahl Bohrlöcher pro Abschlag	Stk./Ab.	175,50	153,00	133,20	-----
Zünderkosten	€/Ab.	228,15	198,90	173,16	-----

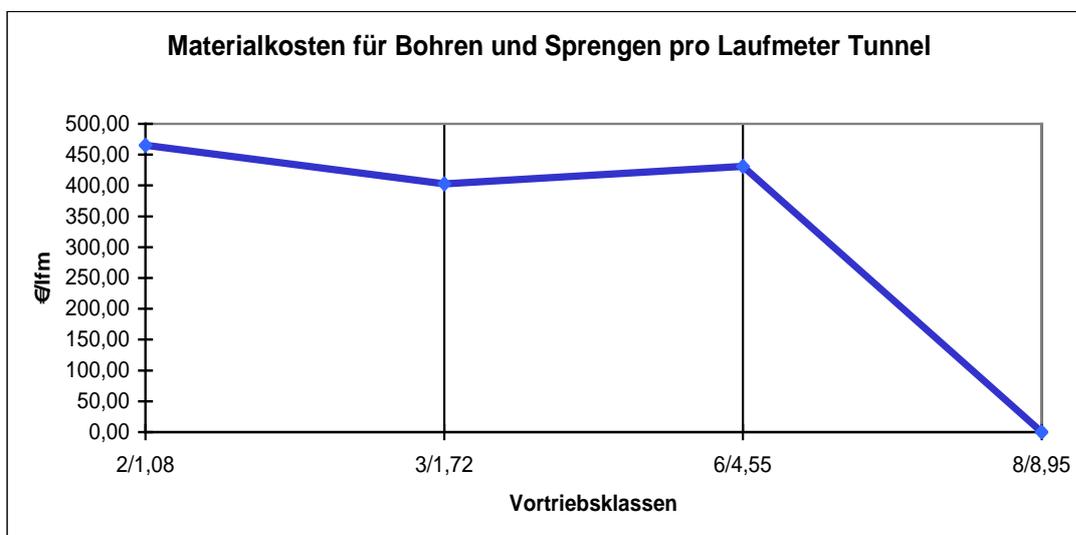
Zünderkosten pro lfm	€/lfm	57,04	66,30	133,20	0,00
-----------------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	-------------

MATERIALKOSTEN

GESAMT

Einheit	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95

Bohren und Sprengen	€/lfm	465,29	402,56	430,91	0,00
----------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------	-------------

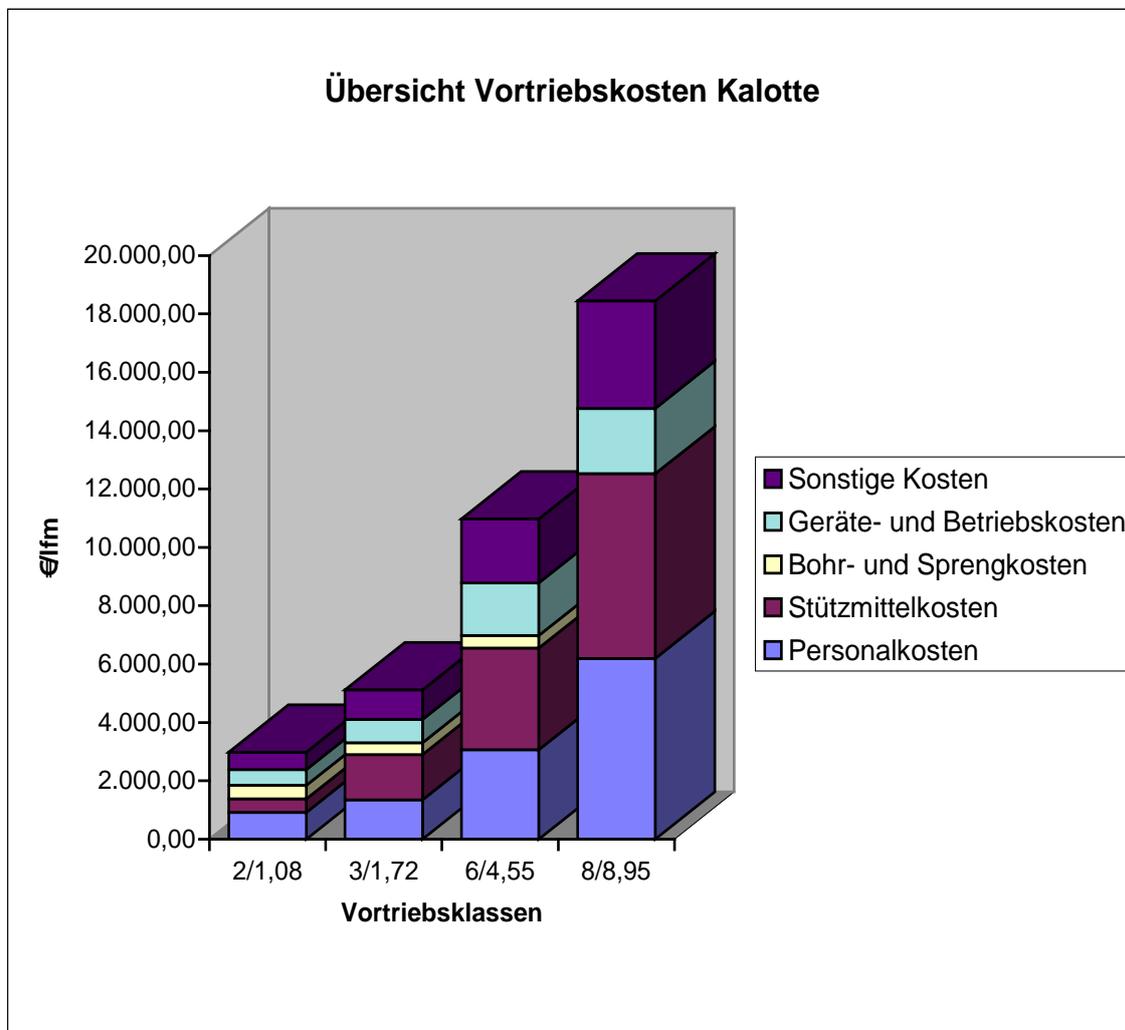


GESAMTKOSTEN KALOTTENVORTRIEB pro Laufmeter in Abhängigkeit von der Vortriebsklasse

	Vortriebsklasse			
	2/1,08	3/1,72	6/4,55	8/8,95
Wertangaben in €				
Personalkosten	917,41	1.348,52	3.065,14	6.190,36
Stützmittelkosten	463,65	1.554,19	3.485,07	6.331,24
Bohr- und Sprengkosten	465,29	402,56	430,91	0,00
Geräte- und Betriebskosten	539,64	793,22	1.802,96	2.238,38
Zwischensumme	2.385,98	4.098,49	8.784,09	14.759,99
Sonstige Kosten	596,50	1.024,62	2.196,02	3.690,00

Annahme für sonst. Kosten = 25 % der Zwischensumme

÷ VORTRIEBSKOSTEN in €	2.982,48	5.123,11	10.980,11	18.449,99
-------------------------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------



Prognostizierte VORTRIEBSLEISTUNGEN JE VORTRIEBSKLASSE UND ARBEITSTAG

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	Wird im gegenständlichen Beispiel nicht behandelt!											
2	4,00 m		8,46										
3	3,00 m			5,76									
4	2,20 m												
5	1,70 m												
6	1,30 m						2,53						
7	1,00 m												
8	0,80 m										1,25		
9	0,60 m												

*Eintragung in die Matrix: m/AT

KOSTEN (Ausbruch & Sicherungsbedarf) JE VORTRIEBSKLASSE UND VORTRIEBSMETER

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	Wird im gegenständlichen Beispiel nicht behandelt!											
2	4,00 m		2.982										
3	3,00 m			5.123									
4	2,20 m												
5	1,70 m												
6	1,30 m						10.980						
7	1,00 m												
8	0,80 m										18.450		
9	0,60 m												

*Eintragung in die Matrix: €/lfm