



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben  
Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona  
**BRENNER BASISTUNNEL**  
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona  
**GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO**  
Progettazione esecutiva

**D0700: Baulos Mauls 2-3**

**D0700: Lotto Mules 2-3**

**Projekteinheit**

**WBS**

Gesamtbauwerke

Opere generali

**Dokumentenart**

**Tipo Documento**

Technischer Bericht

Relazione tecnica

**Titel**

**Titolo**

Technische Vertragsbedingungen  
Untertagebau, Innenschale

Disposizioni tecniche di contratto  
Lavori in sotterraneo, rivestimenti definitivi



**Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P**  
c/o Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel. +39 026787911, Fax +39 0267152612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche  
Ing. Enrico Maria Pizzarotti  
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

*Mandataria*



*Mandante*



*Mandante*



*Mandante*



*Fachplaner / il progettista specialista*  
Ing. Davide Merlini  
Ord. Ingg. Como N° 2354 A

Datum / Data

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

M.Pace / A.Battaglia

Pini Swiss

Geprüft / Verificato

30.01.2015

D. Merlini

Pini Swiss



Name / Nome  
R. Zurlo

Name / Nome  
K. Bergmeister

Projekt-kilometer /  
Chilometro  
progetto

von / da

32.0+88

/

bis / a

54.0+15

bei / al

Projekt-kilometer /  
Chilometro  
opera

von / da

32.0+88

/

bis / a

54.0+15

bei / al

Status  
Dokument /  
Stato  
documento

Masstab /  
Scala

-

Staat  
Stato

Los  
Lotto

Einheit  
Unità

Nummer  
Numero

Dokumentenart  
Tipo Documento

Vertrag  
Contratto

Nummer  
Codice

Revision  
Revisione

02

H61

DT

990

KTB

D0700

11120

21

## **Bearbeitungsstand Stato di elaborazione**

<b>Revision Revisione</b>	<b>Änderungen / Cambiamenti</b>	<b>Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica</b>	<b>Datum Data</b>
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Pace	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Pace	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Pace	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia / E.Cucciati	30.01.2015

1.	Einleitung.....	9
<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>9</b>
1.1.	Vorwort.....	9
1.1.	Premessa.....	9
1.2.	Allgemeine Beschreibung.....	9
1.2.	Descrizione delle opere.....	9
1.2.1.	Definition der Bauwerke des Bauloses Muls 2-3.....	10
1.2.1.	Definizione delle opere del lotto di costruzione Muls 2-3 .....	10
1.2.2.	unterteilung des baulos muls 2-3.....	12
1.2.2.	Suddivisione in parti del lotto Muls 2-3 .....	12
1.3.	Gliederung der Technischen Vertragsbedingungen.....	15
1.3.	Struttura delle disposizioni tecniche.....	15
2.	TECHNISCHE vERTRAGS-BESTIMMUNGEN Untertagebau, Innenschale	17
<b>2.</b>	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE PER LAVORI IN SOTTERRANEO, RIVESTIMENTO DEFINITIVO.....</b>	<b>17</b>
2.1.	Einleitung .....	17
2.1.	Introduzione.....	17
2.2.	Abdichtung.....	17
2.2.	Impermeabilizzazione .....	17
2.2.1.	Einleitung .....	17
2.2.1.	Introduzione.....	17
2.2.2.	Abdichtungssysteme .....	18
2.2.2.	Sistemi di impermeabilizzazione .....	18
2.2.3.	Eibaukriterien für Abdichtungssysteme .....	18
2.2.3.	Criteria per la messa in opera dei vari sistemi di impermeabilizzazione.....	18
2.2.3.1.	Vollabdichtung .....	18
2.2.3.1.	Impermeabilizzazione completa.....	18
2.2.3.2.	Abdichtung im Schild-TBM-Vortrieb.....	19
2.2.3.2.	Impermeabilizzazione con avanzamento con TBM scudata .....	19
2.2.4.	Vorabdichtung.....	19
2.2.4.	Impermeabilizzazione preliminare.....	19
2.2.4.1.	Allgemeines .....	19
2.2.4.1.	Generalità.....	19
2.2.4.2.	Einbau.....	19
2.2.4.2.	Posa .....	19
2.2.5.	Abdichtungsträger (AT) .....	19
2.2.5.	Strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione .....	19
2.2.5.1.	Anforderungen .....	20
2.2.5.1.	Requisiti.....	20
2.2.6.	Anforderungen an Träger mit Tübbing oder Beton.....	21
2.2.6.	Requisiti del sottofondo costituito da conci prefabbricati o calcestruzzo .....	21
2.2.6.1.	Anforderungen an Träger mit Tübbing.....	21
2.2.6.1.	Requisiti per sottofondo in conci prefabbricati .....	21
2.2.6.2.	Anforderungen an Träger in Beton.....	22
2.2.6.2.	Requisiti per sottofondo in calcestruzzo .....	22
2.2.7.	Flächendrainageelemente mit erhöhter Drainagefunktion .....	22
2.2.7.	Elementi drenanti superficiali con elevata funzione drenante .....	22
2.2.7.1.	Anforderungen .....	22
2.2.7.1.	Requisiti.....	22

2.2.7.2.	Anwendungskriterien .....	23
2.2.7.2.	Criteri per l'applicazione.....	23
2.2.7.3.	Einbau.....	23
2.2.7.3.	Posa .....	23
2.2.8.	Geotextile Schutzschicht (GS) .....	23
2.2.8.	Strato di protezione in geotessile .....	23
2.2.8.1.	Anforderungen .....	23
2.2.8.1.	Requisiti.....	23
2.2.8.2.	Einbau.....	23
2.2.8.3.	Posa .....	23
2.2.9.	Kunststoffdichtungsbahn (KDB) .....	24
2.2.9.	Guaina di impermeabilizzazione .....	24
2.2.9.1.	Anforderungen .....	24
2.2.9.1.	Requisiti.....	24
2.2.9.2.	Einbau.....	25
2.2.9.2.	Posa .....	25
2.2.10.	KDB mit aufkaschiertem Vlies (Kombiprodukt).....	31
2.2.10.	Guaina di impermeabilizzazione con geotessuto accoppiato (composito) .....	31
2.2.11.	Flexibles Anschlussband.....	31
2.2.11.	Nastri di transizione .....	31
2.2.11.1.	Anforderungen .....	31
2.2.11.1.	Requisiti.....	31
2.2.12.	Profilbänder .....	32
2.2.12.	Waterstop .....	32
2.2.12.1.	Anforderungen .....	32
2.2.12.1.	Requisiti.....	32
2.2.12.2.	Einbau.....	38
2.2.12.2.	Posa .....	38
2.2.13.	Fugenbleche.....	41
2.2.13.	Lamiere per giunti .....	41
2.2.13.1.	Anforderungen .....	41
2.2.13.1.	Requisiti.....	41
2.2.13.2.	Einbau.....	41
2.2.13.2.	Posa .....	41
2.2.14.	Verpresssysteme.....	42
2.2.14.	Sistemi di iniezione .....	42
2.2.15.	Firstspaltverfüllung .....	43
2.2.15.	Colmataggio .....	43
2.2.15.1.	Anforderungen .....	43
2.2.15.1.	Requisiti.....	43
2.2.15.2.	Einbau.....	44
2.2.15.2.	Posa .....	44
2.3.	Entwässerungsarbeiten.....	44
2.3.	Opere per lo smaltimento delle acque.....	44
2.3.1.	Teilsickerrohre, Mehrzweckrohre und Vollrohre .....	44
2.3.1.	Tubi di drenaggio parziale, tubi multifunzione e tubi chiusi .....	44
2.3.1.1.	Anforderungen .....	44
2.3.1.1.	Requisiti.....	44
2.3.1.2.	Einbau.....	46

2.3.1.2.	Posa .....	46
2.3.2.	Drainagekörper .....	46
2.3.2.	Corpi drenanti .....	46
2.3.3.	Entwässerungsrigole .....	46
2.3.3.	Canalette .....	46
2.4.	Betonarbeiten .....	48
2.4.	Lavori in conglomerato cementizio .....	48
2.4.1.	Allgemein .....	48
2.4.1.	Generalità .....	48
2.4.1.1.	Geltungsbereich .....	48
2.4.1.1.	Validità .....	48
2.4.1.2.	Tunnelkonstruktion .....	48
2.4.1.2.	Metodi costruttivi della galleria .....	48
2.4.1.3.	Grundsätzliches .....	49
2.4.1.3.	Criteri generali .....	49
2.4.1.4.	Auswahlkriterien des Regelprofils mit zweischaligem Ausbau bei Schild-TBM .....	49
2.4.1.4.	Criteri per la scelta di sezioni tipo a doppio anello con TBM scudata .....	49
2.4.2.	Ausgangsstoffe .....	49
2.4.2.	Componenti .....	49
2.4.2.1.	Bindemittel .....	49
2.4.2.1.	Legante .....	49
2.4.2.2.	Gesteinskörnung .....	51
2.4.2.2.	Aggregati .....	51
2.4.2.3.	Zusatzmittel .....	53
2.4.2.3.	Additivi .....	53
2.4.2.4.	Anmachwasser .....	53
2.4.2.4.	Acqua d'impasto .....	53
2.4.3.	Betonklassen .....	53
2.4.3.	Classi di calcestruzzo .....	53
2.4.3.1.	Druckfestigkeitsklassen .....	53
2.4.3.1.	Classe di resistenza a compressione .....	53
2.4.3.2.	Schwinden .....	54
2.4.3.2.	Ritiro .....	54
2.4.3.3.	Chemischer Angriff .....	54
2.4.3.3.	Attacco chimico .....	54
2.4.3.4.	Anforderungen an den Beton betreffend Expositionsclassen .....	55
2.4.3.4.	Requisiti per il calcestruzzo secondo le classi di esposizione .....	55
2.4.3.5.	Nachweis von Expositionsclassen am Festbeton .....	57
2.4.3.5.	Verifica delle classi di esposizione sul calcestruzzo indurito .....	57
2.4.4.	Beton mit erhöhtem Brandschutz .....	58
2.4.4.	Calcestruzzo con elevata resistenza al fuoco .....	58
2.4.4.1.	Allgemein .....	58
2.4.4.1.	Generalità .....	58
2.4.4.2.	Brandbeständigkeit .....	58
2.4.4.2.	Resistenza al fuoco .....	58
2.4.4.3.	Faserbeton .....	58
2.4.4.3.	Calcestruzzo con fibre .....	58
2.4.4.4.	Brandschutzmörtel .....	61
2.4.4.4.	Malte ignifughe .....	61

2.4.5.	Betonsortenverzeichnis.....	62
2.4.5.	Elenco dei tipi di calcestruzzo .....	62
2.4.6.	Zusammensetzung des Betons.....	63
2.4.6.	Composizione del calcestruzzo .....	63
2.4.6.1.	Innenschale .....	64
2.4.6.1.	Rivestimento definitivo .....	64
2.4.6.2.	Wände (Stirnwände, Trennwände) .....	65
2.4.7.	Frischbeton und Einfluss auf die Bauteiltemperatur.....	65
2.4.7.	Calcestruzzo fresco e influenze sulla temperatura degli elementi strutturali .....	65
2.5.	Anforderungen an die Konstruktion .....	65
2.5.	Requisiti costruttivi .....	65
2.5.1.	Allgemein .....	65
2.5.1.	Generalità .....	65
2.5.2.	Sohle und Widerlager.....	67
2.5.2.	Platea, arco rovescio e fondazioni .....	67
2.5.3.	Zeitpunkt des Auskleidung.....	67
2.5.3.	Messa in opera del rivestimento definitivo.....	67
2.5.3.1.	Innenschale bei bestehenden Bauwerken.....	68
2.5.3.1.	Rivestimento definitivo in opere preesistenti .....	68
2.5.3.2.	Oberflächige Feinarbeit von Betonböden .....	68
2.5.3.2.	Finitura superficiale pavimentazioni in calcestruzzo .....	68
2.5.4.	Vorbereitung des Betonieruntergrundes .....	68
2.5.4.	Preparazione del sottofondo per il getto .....	68
2.5.4.1.	Allgemeines .....	68
2.5.4.1.	Generalità.....	68
2.5.4.2.	Ebenflächigkeit des Betonierungsuntergrundes.....	68
2.5.4.2.	Planarità del sottofondo per il getto .....	68
2.5.5.	Betonfugen.....	69
2.5.5.	Giunti nel calcestruzzo .....	69
2.5.5.1.	Arbeitsfugen .....	69
2.5.5.1.	Giunti di lavoro .....	69
2.5.5.2.	Fugenabdichtungen.....	70
2.5.5.2.	Impermeabilizzazione dei giunti.....	70
2.5.6.	Endgestaltung Bauwerke Untertag .....	70
2.5.6.	Sistemazione finale di opere di logistica in sotterraneo .....	70
2.6.	Bewehrung.....	71
2.6.	Armatura.....	71
2.6.1.	Allgemeines.....	71
2.6.1.	Generalità .....	71
2.6.2.	Baustahl .....	71
2.6.2.	Acciaio per armatura.....	71
2.6.3.	Einbau .....	71
2.6.3.	Posa.....	71
2.6.4.	Betondeckung .....	72
2.6.4.	Copriferro.....	72
2.6.5.	Abstandhalter .....	73
2.6.5.	Distanziatori .....	73
2.6.6.	Ingenieurbauwerke für die Vorbereitung der Erdung.....	74
2.6.6.	Opere civili per la predisposizione della messa a terra .....	74

2.6.6.1.	Ausführung .....	74
2.6.6.1.	Esecuzione .....	74
2.7.	Herstellung, Transport, Verarbeitung, Ausschalen und Nachbehandlung .....	75
2.7.	Produzione, trasporto, lavorazione, disarmo e trattamento stagionante .....	75
2.7.1.	Betonherstellung (Mischanlage) .....	75
2.7.1.	Produzione di conglomerato cementizio (Impianto di betonaggio).....	75
2.7.2.	Transport.....	77
2.7.2.	Trasporto.....	77
2.7.3.	Fördern, Einbau und Verdichten .....	78
2.7.3.	Movimentazione, getto e costipazione .....	78
2.7.3.1.	Fördern .....	78
2.7.3.1.	Movimentazione .....	78
2.7.3.2.	Einbau.....	78
2.7.3.2.	Getto .....	78
2.7.3.3.	Verdichten .....	79
2.7.3.3.	Compattazione .....	79
2.7.4.	Nachbehandlung .....	79
2.7.4.	Trattamento stagionante .....	79
2.7.5.	Ausschalen .....	79
2.7.5.	Disarmo .....	79
2.7.5.1.	Stirnschalung .....	79
2.7.5.1.	Cassero di testata .....	79
2.7.5.2.	Gewölbeschalung .....	80
2.7.5.2.	Cassero della volta.....	80
2.7.6.	Schalbetonoberfläche .....	81
2.7.6.	Superfici casserate del calcestruzzo gettato in opera .....	81
2.7.6.1.	Anforderungen .....	81
2.7.6.1.	Requisiti.....	81
2.7.6.2.	Korrekturmaßnahmen .....	81
2.7.6.2.	Interventi correttivi .....	81
2.7.7.	Kontrolle und Dokumentation .....	83
2.7.7.	Controlli e documentazione .....	83
2.8.	Baubeihelfe.....	84
2.8.	Casseforme .....	84
2.8.1.	Örtliche Schalungen .....	84
2.8.1.	Casserature costruite in loco.....	84
2.8.2.	Schalungen für die offene Bauweise .....	84
2.8.2.	Casserature per gallerie artificiali .....	84
2.8.3.	Verfahrbare Schalungen.....	84
2.8.3.	Casseri mobili .....	84
2.8.3.1.	Trennmittel.....	85
2.8.3.1.	Disarmanti .....	85
2.9.	Ausstattungsarbeiten.....	86
2.9.	Lavori di rifinitura.....	86
2.9.1.	Kontroll- und Reinigungsschächte.....	86
2.9.1.	Pozzetti di ispezione e pulizia.....	86
2.9.2.	Schachtabdeckungen, Schachtablauf .....	87
2.9.2.	Chiusini, caditoie .....	87
2.9.2.1.	Baugrundsätze.....	87

2.9.2.1.	Principi di costruzione .....	87
2.9.2.2.	Kabelschachtabdeckung .....	87
2.9.2.2.	Chiusini per pozzetti tiracavi .....	87
2.9.2.3.	Entwässerungsschachtabdeckung .....	88
2.9.2.3.	Chiusini per pozzetti di drenaggio .....	88
2.9.2.4.	Schachtabläufe .....	89
2.9.2.4.	Caditoie .....	89
2.9.2.5.	Einbau .....	89
2.9.2.5.	Messa in opera .....	89
2.9.3.	Kabelschutzrohre .....	89
2.9.3.	Tubi passacavi .....	89
2.9.4.	Vielrohrige Kabeltrassen .....	90
2.9.4.	Polifore portacavi .....	90
3.	Verzeichnisse.....	91
<b>3.</b>	<b>ELENCHI .....</b>	<b>91</b>
3.1.	TABELLENVERZEICHNIS .....	91
3.1.	ELENCO DELLE TABELLE .....	91
3.2.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	91
3.2.	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI .....	91
3.3.	Projektspezifische Grundlagen.....	92
3.3.	Documenti di riferimento .....	92
3.3.1.	Eingangsdokumente.....	92
3.3.1.	Documenti in ingresso .....	92
3.3.1.1.	Regelplanung.....	92
3.3.1.1.	Progettazione di Sistema.....	92
3.3.1.2.	Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3.....	92
3.3.1.2.	Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3 .....	92
3.4.	Abkürzungsverzeichnis.....	93
3.4.	Elenco delle abbreviazioni .....	93



## 1. EINLEITUNG

### 1.1. VORWORT

Sämtliche Aufwände und Kosten durch die Anwendung der Vertragsbedingungen im gegenständlichen Dokument gehen zu Lasten des Austragnehmers, sofern nicht anders angemerkt.

Sämtliche Aufwände und Kosten durch die Anwendung der Vertragsbedingungen im gegenständlichen Dokument müssen in den Einheitspreisen berücksichtigt werden und sind demnach in den allgemeinen Spesen des Auftragnehmers enthalten.

### 1.2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der Brenner Basistunnel umfasst ein System mit zwei eingleisigen Tunneln, welche auf einem Großteil der Strecke parallel zueinander bei einem konstanten Achsabstand von 70 m verlaufen. Zwischen km 48.2 und km 50.6 ca. (Oströhre) nähern sich die zwei Tunnel bis auf einen Mindestabstand von 40 m einander an, den sie dann bis zum Ende des Bauloses Mauls 2-3 (km 54.0) beibehalten.

Zwischen den zwei Tunneln liegen alle 333 m Verbindungsquerstellen.

Das System wird durch einen Pilotstollen ergänzt, der tiefer als die Hauptröhren liegt, um nicht mit den Verbindungsquerstellen zu interferieren. Laut Lageplan liegt der Servicestollen generell zwischen den zwei Hauptröhren; Bei km 51.6 (Oströhre) entfernt sich der Stollen von seiner zentralen Lage zwischen den zwei Röhren und verläuft bis zum Portal in Aicha außerhalb der Achse der Haupttunnels.

Die Trassenführung im Baulos Mauls 2-3 weist einen meist gradlinigen Verlauf in Lage und Höhe auf, die sich ab dem Nordende des Bauloses durch eine 5 km lange gerade Strecke, eine kurze Linkskurve mit weitem Radius ( $R=10'000$  m) und eine nachfolgende Gerade von ca. 10 km auszeichnet; Dieser folgt eine weitere engere Linkskurve mit größerer Ausdehnung, welche hauptsächlich das bestehende Baulos Mauls 1 betrifft. Die Streckenführung beginnt erneut mit einer geraden Strecke (ca. 1 km), der eine Rechtskurve ( $R=6'000$  m) folgt, um im Bereich der Gleisverdoppelung, wo sich die Verbundstrecken anbinden, mit einer Geraden von ca. 1.500 m zu enden. Die Details zum Verlauf in Lage und Höhe sind in den Plänen [1] [2] erfasst.

In Bezug auf den Höhenverlauf weist die Oströhre eine Steigungsstrecke mit entgegengesetzten Neigungen,  $-3.907\%$  und  $+7.399\%$  auf, deren höchster Punkt bei km 49.6+35 bzw. deren niedrigster Punkt bei km 49.5+90 liegt. Um die

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. PREMESSA

Tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza delle disposizioni previste nel presente documento sono a totale carico dell'Appaltatore, salvo che non sia precisato diversamente.

Tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza delle disposizioni previste nel presente documento sono da includere nei prezzi unitari o sono comunque compresi nelle spese generali dell'appaltatore.

### 1.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

La Galleria di Base del Brennero prevede un sistema con due gallerie a binario semplice che corrono parallele per la maggior parte del tracciato con interasse costante di 70 m. Tra il km 48.2 e il km 50.6 circa (canna est), le due gallerie tendono ad avvicinarsi fino a ridurre l'interasse a 40m, mantenendo tale distanza fino all'estremità sud del Lotto Mules 2-3 (km 54.0).

Tra le due gallerie sono posizionati ogni 333 m cunicoli trasversali di collegamento.

Integra il sistema un cunicolo "pilota" collocato ad una quota inferiore rispetto alle canne principali per non interferire con i cunicoli trasversali di collegamento. Planimetricamente il cunicolo di servizio è collocato generalmente in posizione intermedia alle due canne principali; in corrispondenza del km 51.6 (canna est) il cunicolo si allontana dalla sua posizione centrale tra le due canne e si mantiene fuori dall'asse delle Gallerie di Linea fino all'imbocco ad Aica.

Il tracciato ferroviario nel Lotto Mules 2-3 si presenta con andamento planimetrico principalmente in rettilineo caratterizzato, a partire dall'estremo nord del lotto, da un tratto rettilineo di circa 5 km, da una breve curva sinistrorsa di ampio raggio ( $R=10'000$  m) e da un successivo rettilineo di circa 10 km cui segue un'ulteriore curva sinistrorsa più stretta e di maggiore estensione che interessa principalmente il lotto esistente Mules 1. Il tracciato riprende con un tratto in rettilineo (circa 1 km) cui segue una curva destrorsa ( $R=6'000$  m), per terminare, nella zona di sdoppiamento dei binari in cui si innestano i rami di interconnessione, con un tratto in rettilineo di circa 1'500 m. I dettagli dell'andamento planimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [1] [2].

Altimetricamente si distingue per la canna est una livelletta con due pendenze opposte,  $-3.907\%$  e  $+7.399\%$ , il cui vertice risulta ubicato al km 49.6+35 e il punto di minimo altimetrico del tracciato al km 49.5+90. Per la canna ovest, invece, la necessità

Steigungsstrecke mit der Streckenführung des bereits erstellten Bauloses Mails 1 zu verbinden, mussten für die Weströhre zahlreiche geringfügige Neigungsänderungen eingeführt werden, welche jedenfalls auf die Enden des Bauloses Mails 1 begrenzt sind. Die Details zum Höhenverlauf sind in den Plänen [5] [6] erfasst.

#### 1.2.1. Definition der Bauwerke des Bauloses Mails 2-3

Die in der Ausführungsplanung des Bauloses Mails 2-3 geplanten und auf dem Bauwerkslageplan [4], dargestellten Bauwerke sind folgende: (NB: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens steigen nach Norden, die der Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden an.)

##### Bauwerke nördlich der Einbindung des Fensterstollens Mails mit den Haupttunneln

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) "Ende Baulos Mails 1 – Staatsgrenze", ca. von km 47.2+59 bis ca. km 32.0+88 (Vortrieb und Innenschale);
- 2) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „Tunnelausbau Baulos Mails 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Abschnitt des Bauloses Mails 1 von km 47.2+59 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.9+02 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich an der Kreuzung mit dem Fensterstollen Mails befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.)
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Mails 1 – Staatsgrenze“, von km 47.2+22 ca. bis km 32.0+47 ca. (entspricht km 32.0+87 der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale)
- 4) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Tunnelausbau Baulos Mails 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Mails 1, von km 47.2+22 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.8+73 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich am Schnittpunkt mit dem Fensterstollen Mails befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.)
- 5) Fensterstollen Mails (M): Innenschale des Tunnels und alle dazugehörigen schon bestehenden Bauwerke, bestehend aus: „Zweig A“, „Zweig B“ Logistikkaverne und dazugehörigem Verbindungstunnel, Lüftungszentralkaverne mit entsprechenden Verbindungstunneln und Absaugschacht;
- 6) Nothaltestelle (FdE) "Trens" – System von Tunneln,

di raccordare la livelletta con il tracciato del Lotto Mules 1 già realizzato, ha comportato l'introduzione di numerosi cambi di pendenza della livelletta limitati, in ogni caso, agli estremi del lotto Mules 1. I dettagli dell'andamento altimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [5] [6].

#### 1.2.1. Definizione delle opere del lotto di costruzione Mules 2-3

Le opere previste nel Progetto Esecutivo del lotto Mules 2 – 3, rappresentate sulla Planimetria delle opere [4], sono le seguenti: (N.B.: le progressive del Cunicolo Esplorativo sono crescenti verso nord; quelle delle Gallerie di Linea e della Galleria di Accesso, verso sud).

##### Opere situate a nord del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali

- 1) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "fine lotto Mules 1 – Confine di stato": da km 47.2+59 circa a km 32.0+88 circa (scavo e rivestimento definitivo);
- 2) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+59 circa e cameroni di Montaggio TBM (km 48.9+02 circa) e sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.9+02e 49.0+83 circa)
- 3) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "fine lotto Mules 1 – confine di stato": da km 47.2+22 circa a km 32.0+47 circa (corrispondente alla 32.0+87 della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo)
- 4) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+22 circa e cameroni di Montaggio TBM(km 48.8+73 circa) sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.8+73 e 49.0+57 circa)
- 5) Finestra di Mules (M): rivestimento definitivo della galleria e di tutte le opere afferenti alla stessa già realizzate e costituite da: "Ramo A", "Ramo B" Camerone logistico e connessa Galleria di Collegamento, Caverna Centrale di Ventilazione con relative Gallerie di Collegamento e Pozzo di Aspirazione;
- 6) Fermata di Emergenza (FdE) Trens – sistema di

- Kavernen, Stollen, usw., dessen Projektion auf die Oströhre der Haupttunnels von km 44.5+15 bis km 45.0+25 (Vortrieb und Innenschale) liegt;
- 7) Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, die sich zwischen dem Fensterstollen Mauls und dem Mittelstollen Trens befindet (Vortrieb und Innenschale)
  - 8) Neuer Logistikknoten (NL): Er befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstollens und besteht aus einer Logistikkaverne, drei Verbindungstunneln mit dem Zugangstunnel, einem logistischen Bypass zwischen dem Zugangstunnel (GA) und den beiden Hauptröhren sowie einem Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen [7].
  - 9) Erkundungsstollen (CE) "Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze", von km 12.4+59 ca. bis km 27.2+17 (Vortrieb und Innenschale).
  - 10) Es ist außerdem die Rohbauausrüstung für den Erkundungsstollen geplant, die hauptsächlich aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen bestehen.
  - 11) Erkundungsstollen: „Stollenausbau der vorhergehenden Baulose“: Innenschale der bestehenden Erkundungsstollenstrecke, die im Rahmen der vorhergehenden Baulose, von km 10.4+19 ca. bis zu km 12.4+60 ca. vorgetrieben wurden; Endgestaltung des Verbindungstunnels zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen.
- gallerie, caverne, cunicoli, ecc. la cui proiezione sulla Galleria principale est è compresa dal km 44.5+15 alla km 45.0+25 (scavo e rivestimento definitivo);
- 7) Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza Trens, compresa tra la Finestra di Mules e il cunicolo centrale di Trens (scavo e rivestimento definitivo)
  - 8) Nuovo Nodo Logistico (NL): ubicato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso e costituito da un camerone logistico, tre gallerie di collegamento con la GA, un by-pass logistico di collegamento tra la GA e le Gallerie di Linea e un pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo [7].
  - 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine lotto Mules 1 – Confine di stato": da km 12.4+59 circa a km 27.2+17 (scavo e rivestimento definitivo).
  - 10) Sono inoltre previste le dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo, costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.
  - 11) Cunicolo Esplorativo "rivestimenti lotti precedenti": rivestimento definitivo della tratta del Cunicolo Esplorativo esistente, scavato nell'ambito dei lotti precedenti, compresa tra km 10.4+19 circa e km 12.4+60 circa; sistemazione definitiva della galleria di collegamento tra la canna ovest e il Cunicolo Esplorativo.

#### **Bauwerke südlich des Anbindungspunktes des Fensterstollens Mauls mit den Haupttunneln**

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Mauls – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+83 ca. bis km 54.0+15 ca. (Vortrieb und Innenschale);
- 13) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „TBM Montagekavernen Mauls 1 – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+57 ca. bis km 54.0+02 ca. (entspricht 54.0+42 ca. der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale).
- 14) Im nachfolgend aufgeführten Abschnitt verlaufen die Haupttunnel bis zur Südgrenze des Bauloses Mauls 2-3 zweigleisig: ab km 52.6+29 ca. bis ca. 54.0+15 in der Oströhre und von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02. ca. in der Weströhre.

#### **Opere situate a sud del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali**

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "camerone montaggio TBM Mules – Sottoattraversamento Isarco": da km 49.0+83 circa a km 54.0+15 circa (scavo e rivestimento interno);
- 13) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "camerone montaggio TBM – Sottoattraversamento Isarco": da km 49.0+57 circa a km 54.0+02 circa (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo).
- 14) In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 52.6+29 circa, per la galleria est, e dalla km 52.8+66 circa, per la galleria ovest, fino al limite sud del lotto Mules 2-3 (km 54.0+15 per la canna est, km 54.0+02 circa per la canna ovest), si

Die Baulosgrenzen gehen aus den Plänen [4] hervor, auf die verwiesen wird.

### 1.2.2. Unterteilung des Baulos Mails 2-3

Aufgrund der baulichen Eigenschaften der zuvor ermittelten Bauwerke ist das Baulos Mails 2-3 wie folgt in drei Teile gegliedert worden:

#### Teil 1 - Haupttunnel von km 46+769 bis km 54+015 Oströhre und Innenschalen der vorhergehenden Baulose, konventioneller Vortrieb des Erkundungsstollens:

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 47.2+59 ca. bis km 46.7+69 - Oströhre;
  - von km 47.2+22 ca. bis km 46.7+32 - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, welche im Rahmen des Bauloses Mails 1 ausgebrochen wurde:
  - von km 47.2+59 ca. bis km 48.9+02 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Oströhre;
  - von km 47.2+22 ca. bis km 48.8+73 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der Strecke auf Höhe der bestehenden TBM-Montagekavernen, welche im Rahmen des Bauloses Mails 1 ausgebrochen wurden:
  - von km 48.9+02 ca. bis km 49.0+83 ca. - Oströhre;
  - von km 48.8+73 ca. bis km 49.0+57 ca. - Weströhre.
- Fensterstollen Mails (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Bauwerke, bestehend aus:
  - Fensterstollen Mails (M), 1'607 m ca. lang;
  - Zweig A (M-A), ca. 172 m lang;
  - Zweig B (M-B), ca. 176 m lang;
  - Logistikkaverne, 40 m ca, und dazugehöriger Verbindungstunnel, ca. 142m lang;
  - Zentrale Lüftungskaverne, 67 m, Verbindungszweige zum Fensterstollen Mails (212 m ca.) und Absaugschacht ca. 47 m hoch.
- Erkundungsstollen (CE), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 12.4+59,5 bis km 13.2+30
- Logistische Ausweichstellen (PL), an km 12.6+42,5 und km 12.9+42,5
- TBM-Montagekaverne Richtung Norden (CMC), ca. 60m lang, von km 13.2+30 bis km 13.2+90
- Erkundungsstollen (CE): Innenschale der bereits in

presentano a doppio binario.

I limiti del lotto di costruzione sono rilevabili nelle tavole [4] alle quali si rimanda.

### 1.2.2. Suddivisione in parti del lotto Mules 2-3

In funzione delle caratteristiche costruttive delle opere individuate precedentemente, il lotto Mules 2 - 3 è stato suddiviso in tre parti così definite:

#### Parte 1 -Gallerie di Linea dal km 46+769 al km 54+015 canna est e rivestimenti definitivi lotti precedenti, Cunicolo Esplorativo in tradizionale:

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 47.2+59 circa al km 46.7+69 - canna est;
  - da km 47.2+22 circa a km 46.7+32 - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1:
  - da km 47.2+59 circa a km 48.9+02 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna est;
  - da km 47.2+22 circa a km 48.8+73 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta in corrispondenza dei camerone di montaggio TBM esistenti, scavati nell'ambito del lotto Mules 1:
  - da km 48.9+02 circa a km 49.0+83 circa - canna est;
  - da km 48.8+73 circa a km 49.0+57 circa - canna ovest.
- Finestra di Mules (M) e opere annesse, rivestimento e sistemazione definitiva delle opere già realizzate in lotti precedenti e costituite da:
  - Finestra di Mules (M), lunghezza di 1'607 m circa;
  - Ramo A (M-A), lunghezza di 172 m circa;
  - Ramo B (M-B), lunghezza di 176 m circa;
  - Camerone logistico, 40 m circa, e relativa galleria di collegamento, lunghezza di 142 m circa;
  - Caverna Centrale di Ventilazione, 67 m, rami di collegamento alla Finestra di Mules (212 m circa) e pozzo di Aspirazione di altezza 47 m circa.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - Sezione corrente (CE) tra km 12.4+59,5 e km 13.2+30
  - Piazzole logistiche (PL), ubicate al km 12.6+42,5 e km 12.9+42,5
  - Camerone di montaggio della TBM verso nord (CMC), della lunghezza di circa 60m tra km 13.2+30 e km 13.2+90
- Cunicolo Esplorativo (CE): rivestimento definitivo del

den vorhergehenden Baulosen errichteten Erkundungsstollenabschnitte, die Folgendes umfassen:

- Demontagekaverne der aus Aicha kommenden TBM (MCSS), ca. 40 m lang, von km 10.4+19 bis km 10.4+54.
- Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 10.4+54 bis km 10.9+16;
- Regelquerschnitt (CE) von km 10.9+16 bis km 12.4+59,5
- Bestehende logistische Ausweichstellen (PL-E), an km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Verbindungstunnel (GC): Endgestaltung des bereits im Baulos Muls 1 errichteten Bauwerks, zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen auf einer Länge von ca. 420 m.
- Haupttunnel (GL) südlich des Fensterstollens; hauptsächlich mit offener TBM aufgefahrener Abschnitt (Vortrieb und Innenschale):
  - von km 49.0+83 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Muls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
  - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Muls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.8+44 ca.
- In diesem Abschnitt erfolgt der Vortrieb der Oströhre von km 49.0+83 ca. bis km 49.1+18 und der Weströhre von km 49.0+57 ca bis km 49.2+41 jeweils auf einer Länge von 35 m und 184 m, im konventionellen Vortrieb mit einem verbreiterten Querschnitt, der die Durchfahrt der TBM ermöglicht.
- Doppelgleisige Haupttunnel (GL -D), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 52.6+29 ca. bis km 54.0+15 - Oströhre;
  - von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02 ca. - Weströhre (entspricht ca. km 54.0+42 der Regelplanung).

## **Teil 2 - Nothaltestelle, Zugangstunnel und dazugehörige Bauwerke von km 46+769 bis km 44+191:**

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 46.7+69 ca. bis km 45.0+25 (Anfang NHS) und von km 44.5+55 (Ende NHS) bis km 44.3+51 (TBM-Montagekaverne) - Oströhre;
  - von km 46.7+32 ca. bis km 44.9+88 (Anfang NHS) und von km 44.5+18 (Ende NHS) bis km 44.3+15 (TBM-Montagekaverne) - Weströhre.
- TBM-Montagekavernen entlang der Haupttunnel (GL-CM), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 44.3+52 ca. bis km 44.1+92- Oströhre;

tratto di cunicolo già realizzato in lotti precedenti e costituito da:

- Camere di smontaggio della TBM proveniente da Aica (MCSS), della lunghezza di 40 m circa, tra km 10.4+19 e km 10.4+54.
- Sezione allargata (CL) tra km 10.4+54 e km 10.9+16;
- Sezione corrente (CE) tra km 10.9+16 e km 12.4+59,5
- Piazzole logistiche esistenti (PL-E), ubicate al km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Galleria di collegamento (GC): sistemazione definitiva dell'opera già realizzata nel lotto Muls 1, compresa tra la Galleria di Linea, canna ovest, e il Cunicolo Esplorativo, per una lunghezza di 420 m circa.
- Galleria di Linea (GL) a sud dalla Finestra di Muls, tratta realizzata prevalentemente con TBM aperta (scavo e rivestimento definitivo):
  - da km 49.0+83 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Muls 1) a km 52.6+22 circa - canna est;
  - da km 49.0+57 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Muls 1) a km 52.8+44 circa
- In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 49.0+83 circa, per la galleria est, e dalla km 49.0+57 circa, per la galleria ovest, fino alla km 49.1+18 est e 49.2+41 ovest, rispettivamente per una lunghezza di 35m e 184m, vengono scavate con metodi tradizionali con una sezione allargata che permette il passaggio della TBM.
- Gallerie di Linea a doppio binario (GL-D), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 52.6+29 circa al km 54.0+15 - canna est;
  - da km 52.8+66 circa a km 54.0+02 circa - canna ovest (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema).

## **Parte 2- Fermata di Emergenza, Galleria di Accesso e Opere connesse dal km 46+769 al km 44+191:**

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 46.7+69 circa a km 45.0+25 (inizio FdE) e da km 44.5+55 (fine FdE) al km 44.3+51 (camerone di montaggio TBM) - canna est;
  - da km 46.7+32 circa a km 44.9+88 (inizio FdE) e da km 44.5+18 (fine FdE) al km 44.3+15 (camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Cameroni di montaggio TBM lungo le Gallerie di Linea (GL-CM), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:

- von km 44.3+15 ca. bis km 44.1+55 - Weströhre.
- Nothaltestelle (FdE) und entsprechende Verbindungsstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 45.0+25 ca. bis km 44.5+55 – FdE Oströhre;
  - von km 44.9+88 ca. bis km 44.5+18 – FdE Weströhre;
  - Verbindungsstollen für die Nothaltestelle FdE-C01 ÷ FdE-C06,
  - Querkaverne Trens: Querschlag Typ 5 (km 45.3+75 Oströhre).
- Mittelstollen Trens und Abluftquerstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 0.0+00 bis km 0.6+90, entsprechend den Kilometrierungen der Oströhre km 44.5+15 und km 45.1+92;
  - Abluftquerstollen FdE-V-01 ÷ FdE-V06 und Entlastungsstollen (km 44.5+35 Oströhre)
- Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb und Innenschale: der 3.805 m lange Tunnel beginnt an eine Abzweigung bei km 1.4+79 ca. des Fensterstollen Mauks.
- Neuer Logistikknoten (NL), konventioneller Vortrieb und Endgestaltung; befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstunnels (zwischen km 0.5+00 und 0.8+60 ca. des GA) und besteht aus:
  - einer 110 m langen Logistikkaverne;
  - drei Verbindungstunnel zum Zugangstunnel (38 m, 91 m und 179 m ca.);
  - Logistik Bypass zwischen dem Zugangstunnel und der Weströhre (148m ca.) und zwischen der Weströhre und der Oströhre (137 m ca.)
  - Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen bei km 00.0+71.6 mit Bezug auf die Bauwerkskilometrierung.
- da km 44.3+52 circa a km 44.1+92- canna est;
- da km 44.3+15 circa al km 44.1+55 - canna ovest.
- Fermata di Emergenza (FdE) e i relativi cunicoli trasversali di collegamento, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 45.0+25 circa a km 44.5+55 - FdE canna est;
  - da km 44.9+88 circa a km 44.5+18 - FdE canna ovest;
  - cunicoli di collegamento a servizio della Fermata di Emergenza FdE-C01 ÷ FdE-C06,
  - caverna di Trens: cunicolo trasversale di collegamento tipo 5 (km 45.3+75 canna est).
- Cunicolo centrale di Trens e cunicoli trasversali di aspirazione d'aria, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 0.0+00 a km 0.6+90, corrispondenti rispettivamente alle progressive della canna est km 44.5+15 e km 45.1+92;
  - cunicoli di ventilazione FdE-V-01 ÷ FdE-V06 e cunicolo di scarico (km 44.5+35 canna est)
- Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza di Trens, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo: la galleria, della lunghezza di 3'805 m circa, ha origine, mediante diramazione, dalla progressiva km 1.4+79 circa della finestra di Mules.
- Nuovo Nodo Logistico (NL), scavo con metodi tradizionali e sistemazione definitiva; situato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso (posizionato tra km 0.5+00 e 0.8+60 circa della GA), risulta costituito da:
  - camerone logistico della lunghezza di 110 m;
  - tre gallerie di collegamento con la GA (38 m, 91 m e 179 m circa);
  - by-pass logistico di collegamento tra la GA e la GL ovest (148m circa) e tra la GL ovest e la GL est (137 m circa)
  - pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo, ubicato al km 00.0+71.6 con riferimento delle progressive dell'opera.

**Teil 3 - Erkundungsstollen von km 13+290 (betr. Oströhre 46+013) bis km 27+217 (betr. Oströhre 32+088) und Haupttunnels von km 32+088 bis km 44+192:**

- Haupttunnel (GL), TBM-Vortrieb und Innenschale:
  - von km 44.1+92 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+88 - Oströhre;
  - von km 44.1+55 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+47 ca. (entsprechend dem km 32.0+87 der Regelplanung) - Weströhre.
- Erkundungsstollen (CE), TBM-Vortrieb und Innenschale:

**Parte 3 - Cunicolo Esplorativo dal km 13+290 (rif. canna est 46+013) al km 27+217 (rif. canna est 32+088) e Gallerie di Linea dal km 32+088 al km 44+192:**

- Gallerie di Linea (GL), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
  - da km 44.1+92 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+88 - canna est;
  - da km 44.1+55 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+47 circa (corrispondente al km 32.0+87 della Progettazione di Sistema) - canna ovest.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:

- von km 13.2+90 ca. (TBM-Montagekaverne) bis km 27.2+17 (Staatsgrenze).
  - In diesem Abschnitt sind außerdem im Abstand von jeweils 2 km sieben Ausweichstellen geplant.
- Rohbauausrüstung des Erkundungsstollens (CE), die im Wesentlichen aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen besteht.
  - Dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo (CE), costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.

### 1.3. GLIEDERUNG DER TECHNISCHEN VERTRAGSBEDINGUNGEN

Die technischen Vertragsbedingungen bestehen aus den nachfolgend angeführten Dokumenten

#### Technische Vertragsbedingungen

1. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11100  
Projektbezogene technische Vertragsbedingungen
2. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11105  
Technische Vertragsbedingungen Arbeiten Übertag
3. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11110  
Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, konventioneller Vortrieb
4. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11115  
Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, maschineller Vortrieb
5. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11120  
Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, Innenschale
6. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11125  
Technische Vertragsbedingungen Untertagbau, unterirdische Anlagen

#### Technische Vertragsbedingungen, Anlagen

- A. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11130  
Anlage A: Rechtsvorschriften
- B. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11135  
Anlage B: Bestimmungen zur Prüfung der Dicke der Innenschale
- C. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11140  
Anlage C: Bestimmungen zur Prüfung der Abdichtungen und der Wasserableitung
- D. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11145  
Anlage D: Bestimmungen zur Betonprüfung
- E. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11150  
Anlage E: Bestimmungen zur Prüfung der vorgefertigten Tübbinge
- F. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11155

### 1.3. STRUTTURA DELLE DISPOSIZIONI TECNICHE

Le disposizioni tecniche del Contratto sono composte dai documenti riportati qui di seguito

#### Disposizioni tecniche del Contratto

1. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11100  
Disposizioni tecniche particolari
2. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11105  
Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in superficie
3. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11110  
Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, lavori di scavo tradizionale
4. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11115  
Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, lavori di scavo con TBM
5. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11120  
Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, Rivestimenti definitivi
6. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11125  
Disposizioni Tecniche di Contratto: lavori in sotterraneo, Impiantistica in sotterraneo

#### Disposizioni tecniche del Contratto, allegati

- A. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11130  
Allegato A: Normative
- B. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11135  
Allegato B: Disposizioni di verifica spessore rivestimento
- C. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11140  
Allegato C: Disposizioni di verifica impermeabilizzazioni e smaltimento delle acque
- D. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11145  
Allegato D: Disposizioni di verifica calcestruzzo
- E. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11150  
Allegato E: Disposizioni di verifica conci prefabbricati
- F. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11155

Anlage F: Bestimmungen zur Prüfung der Kabelschächte

- G. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11160  
Anlage G: Bestimmungen zur Prüfung der Herstellung der  
Betonzuschlagstoffe
- H. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11165  
Anlage H: Besondere Stützmaßnahmen und  
Abdichtungsmaßnahmen im Gebirge
- I. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11170  
Anlage I: Schema elektrische Stromversorgung
- L. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11175  
Anlage L: Bautoleranzen

Technische Vertragsbedingungen, Anhang

- I. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11180  
Hinweise zum Leistungsverzeichnis und  
Abrechnungsbestimmungen: Arbeiten Übertag
- II. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11185  
Hinweise zum Leistungsverzeichnis und  
Abrechnungsbestimmungen: Untertagbau

Allegato F: Disposizioni di verifica tubi passacavi

- G. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11160  
Allegato G: Disposizioni di verifica produzione aggregati per  
calcestruzzo
- H. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11165  
Allegato H: Interventi particolari di consolidamento ed  
impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso
- I. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11170  
Allegato I: Schema di approvvigionamento energia elettrica
- L. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11175  
Allegato L: Tolleranze costruttive

Disposizioni tecniche del Contratto, appendici

- I. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11180  
Avvertenze all'elenco prestazioni e disposizioni per la  
contabilità: Lavori in superficie
- II. 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11185  
Avvertenze all'elenco prestazioni e disposizioni per la  
contabilità: Lavori in sotterraneo



## 2. TECHNISCHE VERTRAGS- BESTIMMUNGEN UNTERTAGEBAU, INNENSCHALE

### 2.1. EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument behandelt im Detail die Elemente der Innenschale der Bauwerke Untertag, sowohl für die Abschnitte im konventionellen, als auch für die maschinell vorgetriebenen Abschnitte.

Nachfolgend werden kurz die wichtigsten geplanten Regelquerschnitte zusammengefasst:

- Tunnelvortrieb konventionell
- Tunnelvortrieb mit offener TBM
- Tunnelvortrieb mit Schild-TBM
- Stollen und andere Querschnitte im Sprengvortrieb
- Offene Bauweisen

Die Arten der Innenschale können wie folgt zusammengefasst werden:

- Zweischaliger Ausbau für alle konventionell aufgefahrenen Tunnel und Stollen (Außenschale und Innenschale in Schalbeton);
- Zweischaliger Ausbau für alle Tunnelabschnitte mit offener TBM (Außenschale und Innenschale in Schalbeton);
- Wahlweise einschaliger oder zweischaliger Ausbau der Tunnelabschnitte mit Schild-TBM (Außenschale/Innenschale aus Tübbing und eventuelle definitive Auskleidung in Schalbeton);
- In den Logistikkavernen mit Achse in Achsausrichtung der Tunnel wird der vorgesehene Regelquerschnitt im Sinne einer offenen Bauweise hergestellt. Der Zwischenraum zwischen Tunnel und Kaverne wird mit Verfüllmaterial geschlossen;
- Verfüllung mit Ausbruchmaterial und/oder Beton von Hohlräumen, die eisenbahntechnische keine Funktion erfüllen und nicht mehr inspiziert werden können.

### 2.2. ABDICHTUNG

#### 2.2.1. Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird das zur Anwendung kommende Abdichtungs- und Entwässerungssystem mit den zugehörigen Elementen technisch spezifiziert. Sowohl Materialien und Prüfungen sowie Einbaubestimmungen werden erläutert.

Bei dem gewählten Abdichtungs- und Entwässerungssystem handelt es sich um eine druckwasserentlastete Konstruktion.

## 2. DISPOSIZIONI TECNICHE PER LAVORI IN SOTTERRANEO, RIVESTIMENTO DEFINITIVO

### 2.1. INTRODUZIONE

Il presente documento tratta in modo dettagliato gli elementi che compongono il rivestimento definitivo delle opere in sotterraneo sia per quanto riguarda le sezioni scavate in tradizionale che per quelle scavate meccanicamente.

Si riassumono di seguito le principali tipologie di sezioni tipo previste:

- Gallerie scavate in tradizionale
- Gallerie scavate con TBM aperta
- Gallerie scavate con TBM scudata
- Cunicoli e altre sezioni scavate all'esplosivo
- Gallerie artificiali

Le tipologie di rivestimento possono essere riassunte come segue:

- Rivestimento ad anello doppio per tutte le gallerie ed i cunicoli scavati in tradizionale (rivestimento di prima fase e rivestimento definitivo in calcestruzzo gettato in opera);
- Rivestimento ad anello doppio per tutte le gallerie scavate con TBM aperta (rivestimento di prima fase e rivestimento definitivo in calcestruzzo gettato in opera);
- Rivestimento selettivo ad anello singolo o doppio per le gallerie scavate con TBM scudata (rivestimento di prima fase/definitivo in conci prefabbricati eventuale rivestimento definitivo in calcestruzzo gettato in opera);
- In cameroni logistici in asse alla galleria la sagoma prevista per la sezione tipo viene ripristinata mediante la costruzione di gallerie artificiali. Lo spazio fra gallerie e camerone viene intasato con materiale di riempimento;
- Riempimento con materiale di scavo e/o calcestruzzo di cavità non funzionali all'esercizio ferroviario e non più ispezionabili.

### 2.2. IMPERMEABILIZZAZIONE

#### 2.2.1. Introduzione

Il presente capitolo contiene le specifiche tecniche per il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio e i suoi diversi componenti, descrivendone materiali e prove, nonché fornisce indicazioni sulla posa dello stesso.

A progetto è previsto un sistema di impermeabilizzazione e drenaggio senza sovrappressione idraulica.

Die zur Abdichtung verwendeten Materialien und Komponenten müssen untereinander kompatibel und sofern notwendig verbindbar sein.

Es werden Regelungen für Tunnelabschnitte mit zweischaligem Ausbau behandelt.

Die Prüfbestimmungen sind in Anlage C zu den technischen Vertragsbedingungen (C) beschrieben.

### 2.2.2. Abdichtungssysteme

Das KDB-Abdichtungssystem für einen zweischaligen Ausbau hat von der Gebirgsseite ausgehend in der Regel folgenden Aufbau:

- Vorabdichtung;
- Abdichtungsträger für die Aufbringung der Abdichtung (nur für konventionellen Vortrieb);
- Eventuelle Oberflächendrainelemente;
- Schutzvlies;
- Abdichtungs-KDB;
- Eventuelle Schutzmembran (GL-CM-T).

Die Abdichtung im Bereich der Sohlplatte / Sohlgewölbe besteht aus:

- Abdichtungsträger;
- Oberflächendrainelemente;
- Schutzvlies;
- Abdichtungssystem mit Dichtungsbahn (3 mm);
- Schutzbeton (=7 cm) oder Schutzmembran

Das Abdichtungssystem umfasst auch die folgenden Bauelemente:

- Fugenbänder, Verbindungen und Außenbänder;
- Befestigungselemente;
- Verpresssysteme;
- Systeme für die Firstspalt-Verpressung;
- Dichtungen für die Tübbingelemente (vgl. TVB maschineller TBM-Vortrieb, Dokument 4)

### 2.2.3. Eibaukriterien für Abdichtungssysteme

#### 2.2.3.1. Vollabdichtung

Die Vollabdichtung wird im Falle von aggressiven Tunnelwässern vom Typ XA3 (s. Kap. 2.4.3.3) oder in Bereichen mit Thermalwässern laut den Angaben von Dokument [8] eingebaut.

I materiali e i componenti impiegati per l'impermeabilizzazione devono essere compatibili e, dove necessario, accoppiabili tra loro.

Si tratteranno disposizioni per le tratte di galleria con rivestimento ad anello doppio.

Le disposizioni di verifica sono descritte nell'Allegato C alle disposizioni tecniche di contratto (C):

### 2.2.2. Sistemi di impermeabilizzazione

Nel caso di rivestimento a doppio anello il sistema di impermeabilizzazione con guaina si compone come segue, partendo dal lato dell'ammasso:

- Impermeabilizzazione preliminare;
- Strato di regolarizzazione per la posa dell'impermeabilizzazione (solo per scavo in tradizionale) ;
- Eventuali elementi di drenaggio di superficie
- Geotessuto di protezione;
- Guaina di impermeabilizzazione;
- Eventuale membrana di protezione (GL-CM-T).

L'impermeabilizzazione in platea / arco a rovescio è composta da:

- Strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione;
- Elementi di drenaggio della superficie;
- Strato di protezione in geotessile;
- Sistema di impermeabilizzazione con guaina (3 mm) ;
- Strato di protezione in calcestruzzo (= 7 cm) o guaina di protezione.

Il sistema di impermeabilizzazione comprende anche i seguenti elementi:

- Waterstop (giunto di impermeabilizzazione) di collegamento ed esterni;
- Elementi di fissaggio;
- Sistemi di iniezione;
- Elementi per l'iniezione in calotta;
- Guarnizioni per conci prefabbricati (cfr. DTC scavo con TBM, documento 4).

### 2.2.3. Criteri per la messa in opera dei vari sistemi di impermeabilizzazione

#### 2.2.3.1. Impermeabilizzazione completa

L'impermeabilizzazione completa viene messa in opera in caso di acque aggressive di tipologia XA3 (vedi cap. 2.4.3.3) o in zone con acque termali, secondo le indicazioni contenute nel documento [8].

### 2.2.3.2. Abdichtung im Schild-TBM-Vortrieb

Die Abdichtung wird in den Bereichen mit zweischaligem Ausbau nach den Kriterien in Kap. 2.2.3.1 vorgesehen.

### 2.2.4. Vorabdichtung

#### 2.2.4.1. Allgemeines

Im konventionellen Vortrieb sind Wassereintritte im Vortriebsbereich soweit zu fassen und abzuleiten, als dies für eine qualitativ einwandfreie Ausführung der Ausbruchsicherung, insbesondere für das Auftragen von Spritzbeton, und den Sohlensausbau erforderlich ist.

Die Vorabdichtung setzt sich, je nach Erfordernissen, aus den folgenden Elementen zusammen:

- Flexible Halbschalen / PE-Rohre, inkl. Anschluss- und Formstücke
- Noppenbahnstreifen
- Schnellbindemörtel.

Die Lieferung und der Einbau der Vorabdichtungselemente sind mit den Preispositionen zu den Aufpreisen im Vortrieb bei größeren Wasserzutritten von 5 l/s vergütet.

#### 2.2.4.2. Einbau

Konzentrierte Wassereintritte sind mittels flexiblen Halbschalen (Querschnitt mind. 18 cm<sup>2</sup>) oder PE-Rohren abzuleiten.

Bei flächenhaften bzw. diffusen Wasserzutritten erfolgt ein lokales Verdrängen des Wassers mittels schnellbindendem Spritzmörtel und/oder mit direkt auf den Fels verlegten Noppenbahnstreifen. Am unteren Ende der Noppenbahnstreifen ist das Wasser mittels Halbschalen oder PE-Rohren kontrolliert zu fassen und abzuleiten.

Die Stärke der Noppenbahnen ist vom Unternehmer in Abhängigkeit der Menge der Wassereintritte zu wählen.

Flexiblen Halbschalen und Rohre werden bis zu einer vom Auftraggeber/BLn festgelegten Höhe heruntergezogen und später an die definitive Entwässerung angeschlossen.

Die Noppenbahnstreifen und die Halbschalen werden von Hand oder maschinell vollständig mit schnellbindendem Zement oder schnellbindendem Spritzmörtel überdeckt (Überdeckungsbreite beidseitig je 25 cm).

### 2.2.5. Abdichtungsträger (AT)

Der Abdichtungsträger ist nur in den konventionell vorgetriebenen Tunnelabschnitten vorgesehen.

### 2.2.3.2. Impermeabilizzazione con avanzamento con TBM scudata

Si rimanda alle indicazioni contenute nel documento [8]

### 2.2.4. Impermeabilizzazione preliminare

#### 2.2.4.1. Generalità

Per l'avanzamento in tradizionale le venute d'acqua nella zona d'avanzamento sono da captare e da smaltire così da poter garantire un'esecuzione qualitativamente impeccabile del rivestimento di prima fase, in particolare modo del calcestruzzo spruzzato e del getto della platea/arco rovescio.

L'impermeabilizzazione preliminare si compone, a seconda delle esigenze, dei seguenti elementi:

- Canalette a guscio flessibili in materiale sintetico, tubi in PE, inclusi elementi di raccordo e pezzi speciali.
- Strisce di membrane bugnate in materiale sintetico.
- Malte a presa rapida

La fornitura e la posa degli elementi di impermeabilizzazione preliminare sono compensati nelle voci di prezzo relative ai supplementi di prezzo dello scavo per venute di acqua maggiori a 5 l/s.

#### 2.2.4.2. Posa

Venute d'acqua concentrate sono da smaltire per il tramite di canalette a guscio flessibili in materiale sintetico (sezione minima 18 cm<sup>2</sup>) o tubi in PE.

Nel caso di venute d'acqua in superficie o diffuse, si procede alla captazione della venuta d'acqua per mezzo di malta spruzzata a rapida presa e/o la membrane bugnate applicate direttamente sulla roccia. Al piede delle membrane bugnate l'acqua deve essere captata e smaltita in modo controllato, tramite canalette a guscio o tubi in PE.

Lo spessore delle membrane bugnate deve essere scelto dall'Appaltatore a dipendenza delle venute d'acqua.

Le canalette a guscio flessibili e i tubi presenti su volta e paramento vengono portati fino alla quota dei drenaggi, per poi essere raccordati alle tubazioni di drenaggio.

Le strisce di membrane bugnate in materiale sintetico e le canalette a guscio devono essere ricoperte con cemento a presa rapida o malta spruzzata a presa rapida (larghezza minima di copertura per parte 25 cm).

### 2.2.5. Strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione

Lo strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione è previsto solo per scavo in tradizionale.

Die von Dritten hergestellt wurden, wird der Abdichtungsträger nur aufgebracht, wenn die Außenschale nicht die notwendigen Anforderungen (Ebenheit, Rauigkeit) erfüllt, die nachfolgend beschrieben werden.

#### 2.2.5.1. Anforderungen

Der Abdichtungsträger ist die, nach den besonderen Anforderungen des Abdichtungssystems wie Ebenheit, Oberflächenrauigkeit und Druckfestigkeit herzustellende, hohlraumseitige Oberfläche der Außenschale, welche als schützender Untergrund für die Befestigung der geotextilen Schutzschicht und der KDB dient.

Vor dem Auftrag des Abdichtungsträgers ist der Untergrund zu reinigen.

Des Abdichtungsträgers sind alle aus dem Beton herausstehenden Metallteile, wie zum Beispiel Drähte, Nägel, Bewehrungseisen usw., zu entfernen.

Öffnungen, Löcher, Taschen oder Aussparungen mit einem Durchmesser  $D \geq 5$  cm oder einer Fläche von  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> sind form- und lagestabil, plan zur Oberfläche zu verschließen oder verfüllen.

Scharfe Kanten sind zu brechen. Scharfkantige Ausbrüche sind zu reparieren.

Die Abnahme des Abdichtungsträgers hat im Beisein der Auftraggeber /BL zu erfolgen und ist zu dokumentieren. Dazu muss vom AN ein Gerüst und Beleuchtung zur Verfügung zu stellen.

Folgende Vorgaben sind einzuhalten:

- Mindestdicke 3 cm
- Betongüte mind. SpC30/37
- Ebenheitseigenschaften:
  - Neigung zur Solllage Innenkante maximal 45 Grad bei ausbruchsbedingten Unebenheiten bei flexiblen Dichtungsbahnen bis zu 2,5 mm Dicke, bei größerer Dicke ist der Winkel auf maximal 30 Grad zu reduzieren.
  - Krümmungsradius r der Oberfläche nicht kleiner als 20 cm
  - Verhältnis von Durchmesser zur Höhe der örtlichen ausbruchsbedingten Unebenheiten im Abdichtungsträger mindestens 0:1.
- Dimensione maximale aggregati mm 11
- Eventuale impiego di reti metalliche ad aderenza migliorata aventi la larghezza della maglia non superiore a 150 mm

Lo strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione viene messo in opera esclusivamente se il rivestimento di prima fase non raggiunge i requisiti (planarità, rugosità, ecc.) esposti di seguito.

#### 2.2.5.1. Requisiti

Il betoncino proiettato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione costituisce la superficie di estradosso che funge da supporto per la posa dello strato di protezione e della membrana di impermeabilizzazione; esso deve soddisfare requisiti particolari come planarità, bassa rugosità della superficie e una sufficiente resistenza a compressione.

Il supporto in betoncino proiettato deve essere pulito prima della posa dello strato di regolarizzazione.

Lo strato di regolarizzazione deve essere privo di tutte le parti metalliche che sporgono dal calcestruzzo, come fili, chiodi, barre di armatura, ecc.

Aperture, buchi, cavità o scanalature con diametro  $D \geq 5$  cm o superficie di  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> devono essere chiuse o riempite a filo con il resto della superficie.

Gli spigoli vivi devono essere smussati. Le sbrecciature con spigoli vivi devono essere riparate.

Lo strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione deve essere collaudato in presenza di Committente/DL e il collaudo documentato. Allo scopo l'Appaltatore deve mettere a disposizione ponteggi di lavoro e adeguata illuminazione.

Si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- Spessore minimo 3 cm
- Classe minima del calcestruzzo SpC 30/37
- Caratteristiche di planarità:
  - In caso di irregolarità dello scavo, inclinazione del profilo di intradosso rispetto alla linea teorica di max. 45° per membrane flessibili con spessore fino a 2,5 mm, di max. 30° con spessori maggiori.
  - Raggio di curvatura r della superficie maggiore di 20 cm
  - Rapporto tra estensione e profondità delle irregolarità dello strato di regolarizzazione dovute al profilo di scavo minimo 10:1.
- Dimensione massima aggregati mm 11
- Eventuale impiego di reti metalliche ad aderenza migliorata aventi la larghezza della maglia non superiore a 150 mm

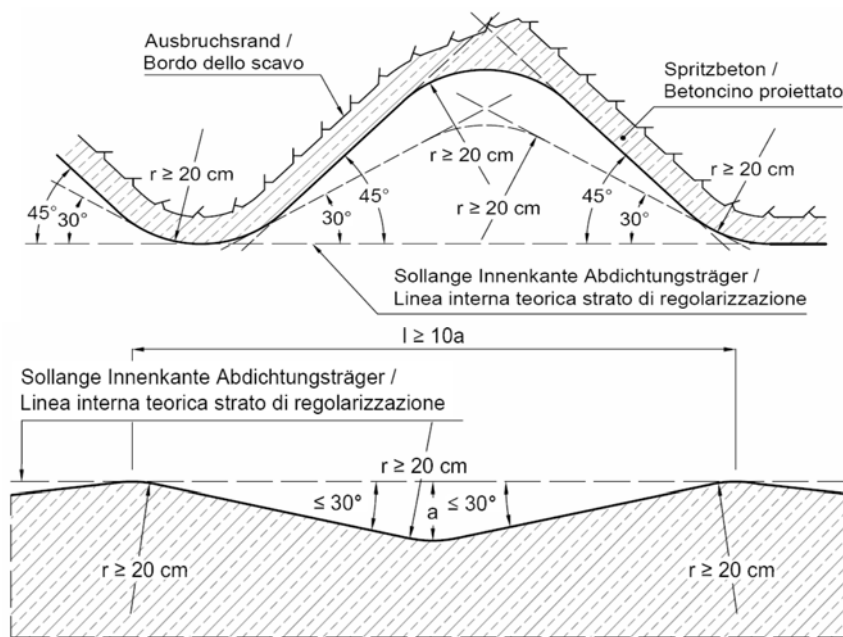


Abbildung 1 Ebenheitseigenschaften Abdichtungsträger  
 Illustrazione 1 Caratteristiche di regolarità per lo strato di regolarizzazione

## 2.2.6. Anforderungen an Träger mit Tübbingem oder Beton

### 2.2.6.1. Anforderungen an Träger mit Tübbingem

In den mit Schild-TBM aufgefahrenen Bereichen mit zweischaligem Ausbau gelten folgende Anforderungen.

Vor dem Auftrag ist der Untergrund zu reinigen.

Alle aus dem Beton herausstehenden Metallteile, wie zum Beispiel Drähte, Nägel, Bewehrungsseisen usw., sind zu entfernen.

Öffnungen, Löcher, Taschen oder Aussparungen mit einem Durchmesser  $D \geq 5$  cm oder einer Fläche von  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> sind form- und lagestabil, plan zur Oberfläche zu verschließen oder verfüllen.

Scharfe Kanten sind zu brechen. Scharfkantige Ausbrüche sind zu reparieren.

Die Oberfläche zur Aufbringung der Abdichtung muss im Beisein der des Auftraggeber/BL abgenommen werden, die Abnahme wird dokumentiert. Dazu muss der Auftragnehmer die entsprechenden Arbeitsgerüste und Plattformen sowie eine ausreichende Beleuchtung bereitstellen.

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein:

- Glatte Oberfläche, trocken, fest und schadlos;
- Öffnungen und Verschiebungen der Fugen  $\leq 20$  mm.

## 2.2.6. Requisiti del sottofondo costituito da conci prefabbricati o calcestruzzo

### 2.2.6.1. Requisiti per sottofondo in conci prefabbricati

Per tratte scavate con TBM scudata ad anello doppio valgono i seguenti requisiti.

Il supporto deve essere pulito prima della posa dello strato di regolarizzazione.

Devono essere rimosse tutte le parti metalliche che sporgono dal calcestruzzo, come fili, chiodi, barre di armatura, ecc.

Aperture, buchi, cavità o scanalature con diametro  $D \geq 5$  cm o superficie di  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> devono essere chiuse o riempite a filo con il resto della superficie.

Gli spigoli vivi devono essere smussati. Le sbrecciature con spigoli vivi devono essere riparate.

Lo strato di posa per l'impermeabilizzazione deve essere collaudato in presenza di Committente/DL e il collaudo documentato. Allo scopo l'Appaltatore deve mettere a disposizione ponteggi di lavoro e adeguata illuminazione.

Si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- Superficie liscia, asciutta solida e senza danni;
- Apertura e sfalsatura dei giunti  $\leq 20$  mm.

### 2.2.6.2. Anforderungen an Träger in Beton

In den Abschnitten mit Abdichtungsträger in Ortbeton (z.B. offene Bauweise) gelten folgende Anforderungen.

Vor dem Auftrag ist der Untergrund zu reinigen.

Alle aus dem Beton herausstehenden Metallteile, wie zum Beispiel Drähte, Nägel, Bewehrungsseisen usw., sind zu entfernen.

Öffnungen, Löcher, Taschen oder Aussparungen mit einem Durchmesser  $D \geq 5$  cm oder einer Fläche von  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> sind form- und lagestabil, plan zur Oberfläche zu verschließen oder verfüllen.

Scharfe Kanten sind zu brechen. Scharfkantige Ausbrüche sind zu reparieren.

Die Oberfläche zur Aufbringung der Abdichtung muss im Beisein des Auftraggeber/BL abgenommen werden, die Abnahme wird dokumentiert. Dazu muss der Auftragnehmer die entsprechenden Arbeitsgerüste und Plattformen sowie eine ausreichende Beleuchtung bereitstellen.

Folgende Vorgaben sind einzuhalten:

- Gleichmäßige Struktur der Oberfläche mit Behandlung von Betonierneuern und Vorständen
- Abwesenheit von Staub, Sand und Zementschlämme

### 2.2.7. Flächendrainageelemente mit erhöhter Drainagefunktion

#### 2.2.7.1. Anforderungen

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass zusickerndes Bergwasser drucklos dem Entwässerungssystem zugeführt wird. Reicht die hydraulische Leistungsfähigkeit der geotextilen Schutzschicht zum Ableiten des Sickerwassers nicht aus, sind Flächendrainageelemente vorzusehen.

Folgende Geokunststoffe kommen zum Einsatz:

- Verbundstoffe: bestehend aus einem druckstabilen Kunststoffnetz mit einseitig aufkaschiertem Vlies.
- Noppenbahn mit systematischem 20 mm hohen Noppenraster.

Es müssen die Anforderungen der Tabelle im Anlage C erfüllt werden.

Bei Gebirgstemperaturen von  $\geq 40$  °C gelten zusätzlich die Anforderungen an die Flächendrainageelemente unter extremen Randbedingungen gemäß Anhang C.

### 2.2.6.2. Requisiti per sottofondo in calcestruzzo

Per tratte con supporto in calcestruzzo gettato in opera (per es. gallerie artificiali) valgono i seguenti requisiti.

Il supporto deve essere pulito prima della posa dello strato di regolarizzazione.

Devono essere rimosse tutte le parti metalliche che sporgono dal calcestruzzo, come fili, chiodi, barre di armatura, ecc.

Aperture, buchi, cavità o scanalature con diametro  $D \geq 5$  cm o superficie di  $\geq 20$  cm<sup>2</sup> devono essere chiuse o riempite a filo con il resto della superficie.

Gli spigoli vivi devono essere smussati. Le sbrecciature con spigoli vivi devono essere riparate.

Lo strato di posa per l'impermeabilizzazione deve essere collaudato in presenza di Committente/DL e il collaudo documentato. Allo scopo l'Appaltatore deve mettere a disposizione ponteggi di lavoro e adeguata illuminazione.

Si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- Struttura uniforme della superficie con trattamento di nidi di ghiaia e sporgenze
- Assenza di polvere, sabbia e boiaccia di cemento

### 2.2.7. Elementi drenanti superficiali con elevata funzione drenante

#### 2.2.7.1. Requisiti

Si deve fare in modo che le acque di falda non in pressione vengano accompagnate al sistema di drenaggio. Se la capacità idraulica dello strato di protezione in geotessile non dovesse essere sufficiente a deviare le acque di venuta, è necessario l'impiego di elementi drenanti superficiali.

Possono essere utilizzati i seguenti geosintetici:

- Materiali compositi: formati da un reticolo di materie sintetiche resistente alla pressione idraulica con tessuto drenante applicato su un lato.
- Membrana bugnata con elevato numero di bugne poste a distanza di 20 mm.

Devono essere rispettati i requisiti indicati nell'allegato C.

Con temperatura dell'ammasso  $\geq 40$  °C valgono inoltre i requisiti degli elementi di drenaggio della superficie in condizioni estreme, in conformità alla relativa tabella nell'allegato C.

### 2.2.7.2. Anwendungskriterien

Die Anwendung von Oberflächenelementen mit hoher Drainleistung im Firstbereich ist wie folgt geregelt:

- Für stationäre Bergwasserzutritte  $< 0,1$  l/s auf einer Länge von 10 m werden die Elemente nicht eingesetzt;
- Für stationäre Bergwasserzutritte  $\geq 0,1$  l/s auf einer Länge von 10 m werden die Elemente systematisch im Firstbereich auf der gesamten Fläche eingesetzt.

### 2.2.7.3. Einbau

Das Material muss gleichmäßig auf dem Abdichtungsträger aufgebracht werden, mit einer Überlappung von mindestens 10 cm. Die Befestigung kann mit Rondellen (Fixierpunkte) erfolgen, die anschließend auch für die Befestigung der Dichtungsbahn verwendet werden können, um das Verschweißen ohne Durchbohrung zu erleichtern.

## 2.2.8. Geotextile Schutzschicht (GS)

### 2.2.8.1. Anforderungen

AT und geotextile Schutzschicht sind so aufeinander abzustimmen, dass eine ausreichende hydraulische Leistungsfähigkeit zur drucklosen Ableitung des anfallenden Sickerwassers in das Entwässerungssystem gewährleistet ist. Reicht diese nicht aus, sind zusätzlich Flächendrainageelemente mit erhöhter Drainagefunktion vorzusehen (siehe Kapitel 2.2.7).

Das Mindestflächengewicht muss bei konventionellem Vortrieb mindestens  $900 \text{ g/m}^2$  betragen.

Die geotextile Schutzschicht ist auf die zu erwartenden Beanspruchungen im Bau- und Gebrauchszustand sowie auf die Schutzwirkung für die KDB abzustimmen und muss mindestens die Anforderungen gemäß der Tabelle im Anhang C erfüllen.

### 2.2.8.2. Einbau

Die geotextile Schutzschicht bzw. die Drainageschicht sind gleichmäßig, mit einer Mindestüberlappung von 10 cm am Abdichtungsträger eng anliegend anzuordnen. Überlappungsstöße sind mit Wärmegas zu heften. Die Befestigung der Schutzschicht erfolgt durch Setzen von Rondellen (Fixierungspunkte), die auch später als Montagehilfe für das perforationsfreie Anschweißen der KDB dienen.

Wird die Schutz- und Drainageschicht in einem Arbeitsgang gemeinsam mit der KDB verlegt, werden die beiden Werkstoffe bereits vom Hersteller miteinander verbunden (Kombinationsprodukte, siehe Kapitel 2.2.10). Die Verbindung zwischen der Schutz- und Drainageschicht und der KDB kann im Kalanderverfahren oder mittels Klebverfahren erreicht werden.

### 2.2.7.2. Criteri per l'applicazione

L'applicazione degli elementi di superficiali ad elevata funzione drenante in volta è regolata come segue:

- Per venute di acque ipogee stabilizzate  $< 0,1$  l/s in una tratta di 10 m gli elementi non vengono posati;
- Per venute di acque ipogee stabilizzate  $\geq 0,1$  l/s in una tratta di 10 m gli elementi vengono posati sistematicamente in volta su tutta la superficie.

### 2.2.7.3. Posa

Il materiale deve essere disposto uniformemente sullo strato di regolarizzazione, con una sovrapposizione minima di 10 cm. Il fissaggio può avvenire con rondelle (punti di fissaggio) che possono essere utilizzate anche in seguito per agevolare la messa in opera con saldatura senza perforazione della guaina di impermeabilizzazione.

## 2.2.8. Strato di protezione in geotessile

### 2.2.8.1. Requisiti

Lo strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione e lo strato di protezione in geotessile devono essere compatibili tra loro, per garantire funzioni idrauliche sufficienti a deviare l'acqua di percolazione nel sistema di drenaggio con limitata pressione. Se ciò non dovesse essere sufficiente, si utilizzeranno elementi di drenaggio a superficie con elevata capacità drenante (si veda il cap. 2.2.7).

La grammatura minima in caso di scavo in tradizionale è di  $900 \text{ g/m}^2$ .

Lo strato di protezione in geotessile deve essere adeguato alle sollecitazioni attese in fase di costruzione e di esercizio e alla funzione protettiva per la guaina di impermeabilizzazione, nonché deve soddisfare i requisiti minimi della tabella nell'allegato C.

### 2.2.8.3. Posa

Lo strato di protezione in geotessile ovvero lo strato di drenaggio devono essere disposti uniformemente sullo strato di regolarizzazione, con una sovrapposizione minima di 10 cm. Lo strato di protezione può essere fissato con rondelle (punti di fissaggio) che possono essere utilizzate anche in seguito per agevolare la messa in opera con saldatura senza perforazione della guaina di impermeabilizzazione.

Se lo strato di protezione e drenaggio viene posato in un unico ciclo di lavoro insieme alla guaina di impermeabilizzazione i due materiali saranno uniti già dal produttore (prodotti compositi, si veda il cap. 2.2.10). Lo strato di protezione e drenaggio e la guaina di impermeabilizzazione possono essere uniti mediante calandratura o incollaggio.

## 2.2.9. Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

### 2.2.9.1. Anforderungen

Alle Anforderungen an die KDB sind im Anhang C zu entnehmen. Die wesentlichen Punkte sind nachfolgend noch einmal angeführt.

Für die KDB kommt Polyvinylchlorid (PVC-P) zur Anwendung.

Die Dicke (inkl. Signalschicht) der KDB beträgt bei druckwasserentlasteter Ausführung 2 mm.

Diese Mindestdicke ist auch dann einzuhalten, wenn die mechanischen Anforderungen gemäß Tabelle im Anhang C mit geringeren Dicken erreicht werden können.

Die KDB ist gegen den Abdichtungsträger mit einer geotextilen Schutzschicht zu schützen (vgl. 2.2.8).

Die KDB darf nicht zur Übertragung von Schubkräften herangezogen werden und muss mögliche Bewegungen angrenzender Bauwerksteile schadlos aufnehmen können.

Als Richtwert der Druckspannungen senkrecht zur Abdichtungsebene gilt ein Wert von  $= 2,0 \text{ N/mm}^2$ , der von der KDB schadlos aufgenommen werden kann.

Die KDB darf keine Schwermetalle wie Cadmium und Blei, halogenierte Flammschutzmittel oder Fremdreyclate enthalten. Sie muss frei sein von Fremdstoffen. Es dürfen keine DOP oder DEHP Weichmacher eingesetzt werden.

Die KDB muss einseitig eine helle Signalschicht im Kontrast zum Grundmaterial aufweisen. Dies erleichtert das Erkennen einer Schadstelle der KDB im Rahmen der visuellen Kontrolle. Die Signalschicht darf die Schweißbarkeit der KDB nicht beeinträchtigen und die Nahtfestigkeit nicht herabsetzen.

Die Dicke der Signalschicht soll zwischen 0,10 mm und 0,18 mm (max. 0,2 mm) betragen und darf in die Bahndicke eingerechnet werden.

#### Produktkennzeichnung und Unterlagen

Die Produktkennzeichnung muss mind. alle 5 m gut lesbar wasserfest aufgedruckt sein.

#### Mechanische Eigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften müssen der KDB ausreichende Flexibilität (geringe Steifigkeit) verleihen, um baubetrieblich bedingte Unebenheiten des Abdichtungsuntergrundes unbeschadet ausgleichen zu können. Andererseits muss die KDB ausreichend widerstandsfähig und robust gegen mechanische Einwirkungen sein, um diese schadlos aufnehmen zu können.

#### Langzeitbeständigkeit

Die KDB muss eine hohe Dauerbeständigkeit gegen alkalisches oder saures Bergwasser aufweisen.

## 2.2.9. Guaina di impermeabilizzazione

### 2.2.9.1. Requisiti

Tutti i requisiti relativi alla guaina di impermeabilizzazione sono riportati nell'allegato C. I principali requisiti sono di seguito riassunti.

La guaina di impermeabilizzazione è in polivinilcloride (PVC-P)

In caso di esecuzione con pressione idraulica ridotta lo spessore (compreso lo strato indicatore) della guaina è di 2 mm.

Lo spessore minimo deve essere rispettato anche nel caso in cui uno spessore inferiore sia sufficiente a raggiungere i requisiti meccanici di cui alla tabella nell'allegato C.

La guaina di impermeabilizzazione deve essere protetta sul lato dello strato di regolarizzazione mediante uno strato di protezione in geotessile (cfr. 2.2.8).

La guaina di impermeabilizzazione non può essere utilizzata per trasmettere le forze di taglio e deve essere in grado di assorbire senza danni gli eventuali movimenti delle opere adiacenti.

Il valore di riferimento della sollecitazione assiale ortogonale al piano di impermeabilizzazione a cui la guaina deve essere in grado di resistere senza danneggiarsi è  $2,0 \text{ N/mm}^2$ .

La guaina di impermeabilizzazione non deve contenere metalli pesanti come cadmio e piombo, ritardanti di fiamma alogenati o materiali riciclati estranei. Deve essere privo di materie estranee. Non si possono utilizzare plastificanti DOP o DEHP.

La guaina di impermeabilizzazione deve avere su un lato uno strato indicatore di colore differente dal materiale di base della membrana, così da facilitare l'individuazione di difetti durante il controllo visivo. Lo strato indicatore non deve compromettere la saldabilità della guaina né ridurre la resistenza delle giunzioni.

Lo strato indicatore deve avere uno spessore compreso tra 0,10 e 0,18 mm (max. 0,2 mm) e può essere calcolato nello spessore complessivo della guaina.

#### Denominazione del prodotto e documentazione

La denominazione del prodotto deve essere stampata almeno ogni 5 m ed essere leggibile e resistente all'acqua.

#### Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche sulla guaina di impermeabilizzazione devono consentire flessibilità (bassa rigidità) per adeguarsi alle asperità del sottofondo senza danneggiarsi. La guaina deve anche essere sufficientemente resistente e robusta così da assorbire le sollecitazioni meccaniche senza danneggiarsi.

#### Resistenza a lungo termine

La guaina di impermeabilizzazione deve resistere nel tempo alle acque di falda alcaline o acide.



### Brandverhalten

Im Sinne der Arbeitssicherheit soll durch vorbeugenden Brandschutz die Brandgefahr während der Einbauphase so weit als möglich eingedämmt werden. Daher erfolgt eine Einstufung der KDB in Klasse E gem. UNI EN 13501-1.

### Anforderungen bei hohen Temperaturen

Bei Gebirgstemperaturen von  $\geq 40$  °C werden zusätzlich Anforderungen an die KDB gemäß Anhang C gestellt.

## **2.2.9.2. Einbau**

### **2.2.9.2.1 Allgemeines**

Vor Beginn der Arbeiten muss der Auftragnehmer ein Konzept zum projektspezifischen Einbau vorlegen, einschließlich des Detailprojektes für die Verbindungen der Abdichtung.

Die KDB-Abdichtung ist lose zu verlegen und im Regelfall durch Überlappnähte mit Prüfkanal (Doppelnähte) zu einer durchgängigen dichten Gesamtlfläche zu fügen. Kann die Schweißnaht an einzelnen Stellen (z.B. Übergänge, Ecken, Flicker und Anschlüsse) nicht als Überlappnaht mit Prüfkanal ausgebildet werden, ist eine mind. 30 mm breite Überlappnaht ohne Prüfkanal (Vollnaht) mit Handwärmgasschweißung in Kombination mit Auftragnaht zulässig.

Dichtungsbahnen werden durch Wärmgas- oder Heizelemente thermisch verschweißt. Die Dichtungsbahnen sind so zu verlegen, dass T-Stöße untereinander einen Abstand von mindestens 20 cm aufweisen. Kreuzstöße sind nicht zulässig.

Einbauhilfen – wie z.B. Befestigungselemente – oder Verpressanschlüsse dürfen die Wirksamkeit der Abdichtung nicht vermindern.

Bei Verschweißung eines Profilbandes mit der KDB ist auf die Schweißignung (Kompatibilität) zwischen KDB und Profilband zu achten, siehe Kapitel 2.2.9.2.4.

Die Verbindungen mit KDB-kompatiblen Elementen werden durch Verschweißen hergestellt. Die Verbindungen mit nicht verschweißbaren Bauelementen erfolgen über mechanische Koppelung oder durch Verkleben.

Es dürfen im Bereich der Abdichtungsarbeiten keine Ansammlungen von Wasser am Abdichtungsträger entstehen. Im aufgehenden Gewölbe muss rinnend zufließendes Bergwasser durch Abschlachtung oder Flächendrängung von den Abdichtungsarbeiten ferngehalten und abgeleitet werden. Im Sohlbereich muss zufließendes Bergwasser durch eine geeignete temporäre Baustellenentwässerung abgeleitet werden, um ein Aufschwimmen der KDB-Abdichtung zu verhindern und formschlüssiges Betonieren zu ermöglichen. Der Verlegevorlauf der Abdichtung vor dem Schalwagen ist außer aus den genannten Brandschutzgründen auch zur Vermeidung von Beschädigungen der ungeschützten KDB zu beschränken (max. 100 m).

### Comportamento in caso di incendio

Per motivi legati alla sicurezza sul lavoro si devono attuare misure preventive per ridurre al minimo il pericolo di incendio in fase di posa. La guaina di impermeabilizzazione viene classificata con la classe E secondo UNI EN 13501-1.

### Requisiti in caso di elevate temperature

Con temperature dell'ammasso  $\geq 40$  °C valgono inoltre i requisiti di cui all'allegato C.

## **2.2.9.2. Posa**

### **2.2.9.2.1 Generalità**

Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore deve presentare un concetto di posa specifico al progetto, incluso il progetto di dettaglio per i raccordi dell'impermeabilizzazione.

La guaina di impermeabilizzazione deve essere posata con doppia saldatura e canale di prova in modo da avere una superficie continua impermeabile. Se in singoli punti (ad es. raccordi, angoli, punti di collegamento) la saldatura non può essere realizzata con canale di prova, è consentita una saldatura con sovrapposizione di almeno 30 mm dei singoli teli senza canale di prova, saldata a caldo manualmente.

Le membrane di impermeabilizzazione vengono saldate termicamente tra loro mediante saldatrici ad aria calda o apparecchiature a caldo. Le membrane di impermeabilizzazione devono essere posate lasciando un intervallo di almeno 20 cm tra giunti a T. Giunti incrociati non sono consentiti.

Gli elementi di fissaggio, ad es. rondelle di fissaggio o allacciamenti ai tubi di iniezione non devono compromettere l'efficacia del sistema di impermeabilizzazione.

Nel caso di saldatura tra il waterstop e la guaina di impermeabilizzazione si deve provare la compatibilità alla saldatura dei due materiali, si veda cap. 2.2.9.2.4.

I raccordi con elementi compatibili con la guaina di impermeabilizzazione sono realizzati mediante saldatura. Il raccordo con elementi non saldabili avviene mediante sistemi di accoppiamento meccanici o incollaggio.

Nelle zone in cui si svolgono i lavori di impermeabilizzazione non deve raccogliersi acqua sullo strato di posa. In calotta l'acqua ipogea deve essere allontanata e deviata dalla zona dei lavori tramite drenaggio della superficie e tubazioni (cfr. 2.2.4). Sul fondo dello scavo si deve eseguire un drenaggio provvisorio di cantiere per convogliare le acque di infiltrazione, onde evitare il galleggiamento della guaina di impermeabilizzazione e consentire il getto del rivestimento. I lavori di posa dell'impermeabilizzazione non devono precedere eccessivamente il getto del rivestimento, oltre che per i già menzionati motivi di protezione dall'incendio, anche per evitare danni alla guaina di impermeabilizzazione non protetta. La distanza massima dal cassero deve essere pertanto di 100 m.

Die KDB ist möglichst spannungsfrei und zur Vermeidung von Überwurffalten und anderer Beschädigungen beim Betonieren der Innenschale mit wenig Materialüberschuss eng an der Oberfläche des AT anliegend eingebaut werden. Daher ist die Befestigung bei Unebenheiten des Abdichtungsträgers möglichst in dessen Tiefpunkten vorzunehmen.

Die Anforderungen für die Stoßüberlappungen der KDB sind nach Pkt. 2.2.9.2.3 einzuhalten. Die KDB müssen für die Dauer des Einbauvorgangs und der Bewehrungs- sowie Betonierarbeiten sicher auf dem Abdichtungsträger befestigt werden. Für die Anzahl der punktförmigen Befestigungselemente gelten die minimalen Anforderungen:

- 3 Stk/m<sup>2</sup> im Firstbereich (120° Öffnungswinkel)
- 2 Stk/m<sup>2</sup> in den Kämpfern und Ulmen
- 1 Stk/m<sup>2</sup> in der Sohle

#### Rondellenmontage

Bei der Rondellenbefestigung wird die KDB mit einem Handschweißgerät mittels Warmgas auf die Rondelle geschweißt. Die Materialkompatibilität zwischen Rondelle und KDB ist sicher zu stellen. Um Beschädigungen der KDB zu vermeiden, dürfen die Befestigungsnägel nicht aus der Vertiefung der Rondelle herausragen.

Rondellen bestehen aus einer Kunststoffscheibe mit einer Vertiefung im Zentrum zur Aufnahme einer Beilagscheibe und den Kopf des Spezialnagels. Der Außendurchmesser beträgt ca. 80 mm, der Durchmesser der zentralen Vertiefung ca. 25 mm und die Dicke ca. 8 mm. Rondellen weisen ein hohes Maß an Elastizität bei gleichzeitig hoher Formstabilität auf. Die Rondellen weisen im Befestigungsbereich des Spezialnagels eine Sollbruchstelle auf.

In Bereichen von unvermeidbaren Wasserzutritten muss ggf. ein engerer Abstand der Befestigungspunkte gewählt werden, um Wassersackbildungen zu verhindern.

#### Klettmontage

Bei Haftbefestigungen durch Klettverbindungen sind reiverschlussartige Ablösungen durch ausreichende Dimensionierung zu verhindern. Hinsichtlich der Art der Befestigung an der Tunnelauenschale werden dieselben Verfahren wie bei Kunststoffrondellen angewandt. Auerdem gelten dieselben Bemessungskriterien zur Bestimmung der Häufigkeit der Befestigungen. Die Gleichwertigkeit zur Rondellmontage ist sicherzustellen.

#### Klebmontage

Die Klebmontage ist nur auf Kunstbauten zugelassen. Die Einsatztauglichkeit ist unter realen Einbaubedingungen (Temperatur, Schmutz, Feuchtigkeit) nachzuweisen.

### **2.2.9.2.2 Schutzschicht**

Zur Verhinderung von Betonumlufigkeiten werden Überlappungen von Sohlenschutzschichten aus KDB und ihre Anschlüsse an die KDBabdichtung thermisch durchgehend gefügt. Die Schutzschicht ist mindestens 30 cm über die Anschlussbewehrung hinaus zu führen.

Le guaine devono essere posate senza essere messe in tensione e, per evitare pieghe ed altri danneggiamenti in fase di getto del rivestimento interno, devono aderire perfettamente alla superficie del rivestimento di prima fase. Pertanto il fissaggio, in caso di irregolarità nella superficie di posa, deve essere eseguito per quanto possibile nelle zone pi depresse.

Si devono rispettare i requisiti per la sovrapposizione dei giunti della guaina di impermeabilizzazione di cui al cap. 2.2.9.2.3. Le guaine di impermeabilizzazione devono essere fissate saldamente allo strato di regolarizzazione per tutta la durata della procedura di posa e dei lavori di posa dei ferri di armatura e di getto del rivestimento. Per quanto attiene la quantit degli elementi di fissaggio valgono i seguenti requisiti minimi:

- 3 pz./m<sup>2</sup> in calotta (sviluppo su 120°)
- 2 pz./m<sup>2</sup> su reni e piedritti
- 1 pz./m<sup>2</sup> sul fondo

#### Montaggio con rondelle di fissaggio

Nel caso di montaggio con rondelle, la guaina di impermeabilizzazione viene saldata alla rondella con saldatrice manuale ad aria calda. Ci si deve assicurare che i materiali della rondella e della guaina siano compatibili. Per evitare danni alla guaina i chiodi di fissaggio non devono uscire dall'incavo realizzato all'interno della rondella.

Le rondelle sono composte da un disco di plastica con incavo centrale per ospitare la rosetta e la testa del chiodo di ancoraggio. Il diametro esterno misura circa 80 mm, il diametro del foro centrale circa 25 mm e lo spessore circa 8 mm. Le rondelle devono presentare una buona elasticit, pur mantenendo la propria forma. Nell'area di fissaggio del chiodo le rondelle devono presentare un punto di rottura predeterminato.

In aree con afflussi d'acqua non altrimenti evitabili i punti di fissaggio devono essere infittiti, cos da evitare la formazione di sacche d'acqua.

#### Montaggio con velcro

In caso di fissaggio tramite velcro, il dimensionamento deve essere sufficiente ad evitare distacchi. Per quanto concerne il tipo di fissaggio al rivestimento di prima fase, si utilizzano gli stessi processi delle rondelle di plastica. Valgono inoltre gli stessi criteri di dimensionamento per la definizione del numero di fissaggi. Si deve garantire l'uniformit nel montaggio dei punti di fissaggio.

#### Montaggio con adesivo

Il montaggio con adesivo è consentito solo su gallerie artificiali. L'Appaltatore deve verificare l'idoneit del sistema nelle reali condizioni di posa (temperatura, sporcizia, umidit).

### **2.2.9.2.2. Strato di protezione**

Gli strati di protezione vengono messi in opera nell'arco rovescio, qualora impermeabilizzato, e nelle zone dove è prevista la posa di armatura. Per evitare infiltrazioni di boiaccia le sovrapposizioni degli strati protettivi ed i relativi fissaggi alla guaina di impermeabilizzazione verranno realizzati

Die Sohlenschutzschichten sind umgehend im Anschluss an den Einbau der KDB einzubringen. Im ungeschützten Zustand darf die KDB-Abdichtung weder begangen noch befahren werden. Im Bauzustand darf sie bei einer Kunststoffschutzbahn nur begangen und mit einer Sohlenschutzschicht aus Beton (C16/20, 15 cm dick, einlagige Matten-bewehrung) auch befahren werden (höchstzulässige Radlast 750 kg).

Die Mindestdicke beträgt 2 mm.

#### 2.2.9.2.3 Schutzstreifen

Um die KDB im Bereich der Anschlussfugen (Kopfschalung) zu schützen, muss auf der KDB ein Schutzstreifen von 0,5 m Breite und Mindestdicke 2 mm angebracht werden. Der Streifen muss in der Mitte der Blockfuge liegen und der gesamten Abwicklung folgen. Um ein Eindringen von Zementschlämme zu verhindern, müssen die Schutzstreifen an die KDB oder an ein außenliegendes Profilband aufgeschweißt werden.

#### 2.2.9.2.4 Fügetechnik

Baustellenstöße müssen durch zertifizierte Fachkräfte hergestellt werden. Diese haben eine Anerkennungsprüfung für thermoplastische Schweißverbindungen nach ÖNORM / UNI EN 13067 (Kunststoffschweißer mit einer Prüfbescheinigung für Dichtungsbahnen für Heizkeilschweißen, Warmgasschweißen und Extrusionsschweißen für die Werkstoffgruppen 6 bis 9) vorzuweisen. Sie sind von der ausführenden Firma namentlich bekannt zu geben. Durch das tätige Personal sind vor Beginn der Abdichtungsarbeiten vor Ort Probestöße herzustellen und zu prüfen.

### Nahtformen Dichtungsbahnen

Die Dichtungsbahnen werden grundsätzlich überlappt verlegt (Überlappstoß). Bei den Fügenähten wird entsprechend Abbildung 2 und Abbildung 3 unterschieden in Überlappnähte mit und ohne Prüfkanal und in Auftragnähte.

Die Überlappnähte mit Prüfkanal werden durch Heizkeilschweißen mit Schweißmaschinen hergestellt. Die Breite der Teilnähte muss jeweils mindestens 15 mm, die Breite des Prüfkanals mindestens 10 mm betragen.

Beide Enden des Prüfkanals sind zu verschließen.

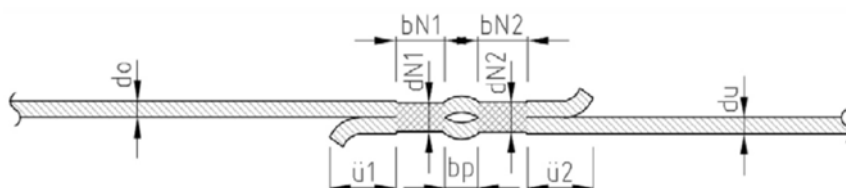


Abbildung 2 Überlappnaht mit Prüfkanal

Illustrazione 2 Giunzioni con lembi sovrapposti con canale di prova

termicamente. Lo strato di protezione deve superare di almeno 30 cm l'armatura di ripresa.

Gli strati di protezione in arco rovescio devono essere messi in opera immediatamente dopo la posa della guaina di impermeabilizzazione. Se priva di protezione, la guaina non può essere percorsa né a piedi né con mezzi. Durante i lavori di costruzione può essere calpestata a piedi, solo se protetta da uno strato di protezione, e il transito è permesso (carico ruota massimo ammesso 750 kg) solo se protetta da uno strato di calcestruzzo (C16/20, spessore 15 cm, armato con strato di rete).

Lo spessore minimo è di 2 mm.

#### 2.2.9.2.3 Strisce di protezione

Per proteggere la guaina di impermeabilizzazione in prossimità dei giunti di ripresa (Cassero di testata) deve essere applicata all'impermeabilizzazione una striscia di protezione di larghezza pari a 0,5 m e spessore minimo di 2,0 mm. La striscia deve essere applicata al centro del giunto di blocco per tutto lo sviluppo dello stesso. Per evitare infiltrazioni di boiaccia le strisce protettive dovranno essere saldate al manto impermeabile.

#### 2.2.9.2.4 Tecnica delle giunzioni

Le saldature realizzate in cantiere devono essere eseguite da personale specializzato qualificato, in possesso di attestato di qualificazione per saldature termoplastiche ai sensi della UNI / ÖNORM EN 13067 (personale per saldature di materie plastiche con prova di qualificazione per membrane di impermeabilizzazione con saldatura a caldo, saldatura ad aria calda ed estrusione per i materiali dei gruppi 6-9). I nominativi dovranno essere resi noti dalla ditta esecutrice. Il personale addetto dovrà realizzare e verificare saldature di prova in loco prima dell'inizio dei lavori di impermeabilizzazione.

### Tipi di giunzioni delle membrane di impermeabilizzazione

Le membrane di impermeabilizzazione vengono generalmente sovrapposte (giunto sovrapposto). Le giunzioni sono distinte, come mostrato nell'illustrazione 2 e nell'illustrazione 3, in saldature sovrapposte con e senza canale di prova e saldature di riporto.

Le giunzioni a doppio cordone con canale di prova si realizzano con saldatrice a cuneo caldo. Le linee di giunzioni devono essere larghe almeno 15 mm, il canale di prova almeno 10 mm.

Entrambe le estremità del canale di prova devono essere chiuse.

**Legende:**

do	Dicke der oberen Bahn
du	Dicke der unteren Bahn
ü1	Überlappung vorne
ü2	Überlappung hinten
bN1	Breite der vorderen Teilnaht $\geq 15$ mm
bN2	Breite der hinteren Teilnaht $\geq 15$ mm
bp	Breite des Prüfkanals $\geq 10$ mm
dN1	Dicke der vorderen Teilnaht
dN2	Dicke der hinteren Teilnaht

Überlappnähte ohne Prüfkanal werden in einer Breite von mindestens 30 mm erstellt. Die Bahnen werden zunächst mit Warmgas vorgeheftet. Bei diskontinuierlicher Arbeitsweise (mit handgeführter Andrückrolle) wird in zwei Arbeitsgängen, bei kontinuierlicher Arbeitsweise (mit mechanisch angetriebener Andrückrolle) in einem Arbeitsgang geschweißt.

Überlappnähte ohne Prüfkanal sind nur in Kombination mit Auftragnähten zulässig.

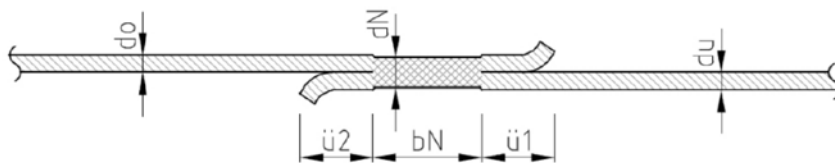


Abbildung 3 Überlappnaht ohne Prüfkanal

Illustrazione 3 Giunzioni con lembi sovrapposti senza canale di prova

**Legende:**

do	Dicke der oberen Bahn
du	Dicke der unteren Bahn
ü1	Überlappung vorne
ü2	Überlappung hinten
bN	Breite der Naht $\geq 30$ mm
dN	Dicke der Naht

Auftragnähte werden durch Warmgasextrusionsschweißen hergestellt. Die Breite der Auftragnah (bN) muss mindestens 25 mm betragen. Die Abweichung der Lage der Nahtmitte (a), bezogen auf die Kante der oberen Dichtungsbahn, kleiner als 5 mm sein.

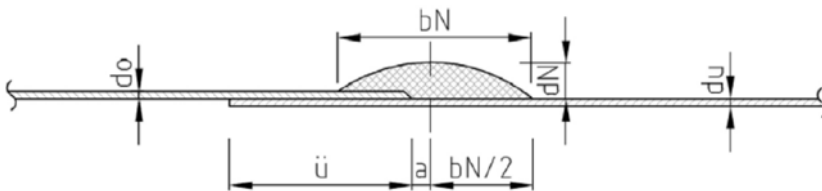


Abbildung 4 Auftragnah

Illustrazione 4 Saldatura di riporto

**Legenda:**

do	spessore della membrana superiore
du	spessore della membrana inferiore
ü1	sovrapposizione anteriore
ü2	sovrapposizione posteriore
bN1	larghezza della linea di giunzione lembo anteriore $\geq 15$ mm
bN2	larghezza della linea di giunzione lembo posteriore $\geq 15$ mm
bp	larghezza del canale di prova $\geq 10$ mm
dN1	spessore della linea di giunzione lembo anteriore
dN2	spessore della linea di giunzione lembo posteriore

Le giunzioni con sovrapposizione senza canale di prova hanno una larghezza minima di 30 mm. Le membrane vengono fissate con aria calda. Se il ciclo di lavoro è discontinuo (compressione manuale con rullo) la saldatura è divisa in due fasi, mentre con ciclo continuo (compressione meccanica con rullo) si realizza in una sola fase.

Le giunzioni con lembi sovrapposti sono ammesse solo in combinazione a saldature di riporto.

**Legenda:**

do	spessore della membrana superiore
du	spessore della membrana inferiore
ü1	sovrapposizione anteriore
ü2	sovrapposizione inferiore
bN	larghezza della giunzione $\geq 30$ mm
dN	spessore della giunzione

Le saldature di riporto vengono realizzate con estrusore con gas caldo. Tali saldature devono essere larghe almeno 25 mm (bN). Lo sfalsamento del centro della linea di saldatura (a), rispetto all'estremità del lembo della membrana superiore, deve essere inferiore a 5 mm.

**Legende:**

do	Dicke der oberen Bahn
du	Dicke der unteren Bahn
ü	Überlappung < 60 mm
bN	Breite der Naht $\geq 25$ mm
dN	Dicke der Naht
a	Außermittigkeit, Versatz $\leq 5$ mm

Auftragnähte als Dichtnaht sind nur zulässig in Kombination mit Überlappnähten ohne Prüfkanal.

**Schweißverfahren**

Als baustellengerechte Fügeverfahren für Dichtungsbahnen aus flexiblen, thermoplastischen Werkstoffen werden in der Regel das Heizkeilschweißen, das Warmgasschweißen und das Warmgasextrusionsschweißen eingesetzt.

Die Fügeflächen müssen trocken und frei von Verunreinigungen sein.

Eventuell an der KDB und den Profilbändern auftretende Oxidationsschichten (materialabhängig) sind hinsichtlich Schweißeignung zu beachten und erforderlichenfalls zu behandeln.

An der bereits gefertigten Naht sind beide Überlappungen sowie die hintere Teilnaht sorgfältig abzarbeiten. Der Übergang von der oberen auf die untere Bahn erfolgt in der vorderen Teilnaht. Dieser Übergangsbereich soll durchgehend die Dicke der Dichtungsbahn aufweisen.

Die Umgebungsbedingungen können den Schweißvorgang und damit die Qualität der Verbindung wesentlich beeinflussen. Es ist folgendes zu beachten:

- Bei Temperaturen unterhalb von + 5 °C oder bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von mehr als 80 % sind besondere Vorkehrungen (z.B. heizen, Witterungsschott) zu treffen. Die Wirksamkeit der jeweiligen Maßnahme ist gesondert nachzuweisen.
- Beim Warmgasextrusionsschweißen und beim Warmgasschweißen von Hand muss der Untergrund so beschaffen sein, dass er die erforderliche Gegenkraft für den Fügedruck aufnehmen kann.

Bei allen Schweißverfahren müssen die Fügeflächen auf die für den jeweiligen Werkstoff erforderliche Schweißtemperatur gebracht werden. Dabei sollen nur die oberflächennahen zu schweißenden Bereiche erwärmt werden, um die Wärmeausdehnung der Dichtungsbahnen im Fugebereich möglichst gering zu halten. In Tabelle 1 sind die Schweißverfahren mit ihren kennzeichnenden Merkmalen zusammengestellt. Die Schweißparameter und die Umgebungsbedingungen sind in Schweißprotokollen festzuhalten.

**Legenda:**

do	spessore della membrana superiore
du	spessore della membrana inferiore
ü	Sovrapposizione < 60 mm
bN	larghezza della giunzione $\geq 25$ mm
dN	spessore della giunzione
a	punto centrale, sfalsamento $\leq 5$ mm

Le saldature di riporto a tenuta sono ammesse solo in combinazione alle giunzioni con lembi sovrapposti senza canale di prova.

**Processo di saldatura**

Le procedure utilizzate in cantiere per le membrane di impermeabilizzazione in materiali flessibili e termoplastici sono in genere la saldatura a cuneo caldo, la saldatura ad aria calda e l'estrusione con gas caldo.

Le superfici di saldatura devono essere asciutte e prive di sporcizia.

Strati di ossidazione (dipendenti dal tipo di materiale usato) eventualmente presenti sul manto impermeabile o sui waterstop devono essere osservati e, se necessario, eliminati.

Sulla saldatura completata si applicano le sovrapposizioni e la linea di saldatura posteriore.

Con la linea di saldatura anteriore si passa dalla membrana superiore a quella inferiore.

La giunzione deve garantire ovunque lo spessore minimo della membrana di impermeabilizzazione.

Le condizioni ambientali possono pregiudicare il processo di saldatura e, di conseguenza, la qualità del lavoro. Si deve fare attenzione, in particolare, a quanto segue:

- Con temperature inferiori a + 5°C o con umidità relativa dell'aria superiore all'80% si devono prendere precauzioni particolari (ad es. riscaldamento, misure di protezione dagli agenti atmosferici). L'Appaltatore deve garantire l'adeguatezza di tali interventi.
- Nel caso di saldatura ad estrusione o manuale ad aria calda, il supporto deve essere in grado di resistere alla pressione necessaria per la realizzazione della saldatura.

Durante tutti i processi di saldatura le superfici dei giunti devono essere portate alla temperatura necessaria per i rispettivi materiali. Si devono riscaldare solo le aree vicine alla superficie su cui si eseguirà la saldatura, per mantenere l'aumento del calore delle membrane di impermeabilizzazione circostanziate all'area dei giunti. Nella Tabella 1 sono riepilogati i metodi di saldatura con le loro caratteristiche. L'Appaltatore deve definire i parametri di saldatura e le condizioni ambientali nei protocolli di saldatura.

Schweißverfahren / Processo di saldatura	Einsatzbereiche / Zone di impiego	Nahtform / Forma della saldatura	Schweißzusatz / Aggiunta alla saldatura	Plastifizie- rungsmethode / Metodo di plastificazione	Schweißvor- gang / Processo di saldatura	Prüfmöglich- keiten / Possibilità di collaudo
Heizkeil- oder Wargasschweißen / Saldatura con cuneo caldo o con aria calda	Regelnaht, große Nahtlängen / Saldature regolari, saldature lunghe	Überlappnäht e mit Prüfkanal / Saldatura sovrapposta con canale di prova	Keiner / Nessuna	Kontaktwärme (beheizter Heizkeil) / Calore di contatto (cuneo caldo)	Fügekraft ma- schinell, kon- tinuierliches Andrück-system / forza di assemblaggio meccanica, sistema di pressione continuo	Druckluft (durchgehend) / Aria compressa (sistemica)
Wargasschweißen nur zulässig in Kom-bination mit Warm- gasextrusionsschwei- ßen / Saldatura ad aria calda ammessa solo insieme a salda-tura ad estrusione	Heften, Nach- besserungen, An- schlussarbeiten, kurze Nahtlängen, schwierige Tunnel- geometrie, Ein-/ Ausfahrstellen der Schweißmaschine/ Fissaggio, ritocchi, collegamenti, salda- ture corte, geometrie difficili della galleria, punti di entrata/ uscita della saldatrice	Überlap- nähte ohne Prüfkanal / Saldatura sovrapposta senza canale di prova	Keiner / Nessuna	Konvektion (Wargas) / Convezione (aria calda)	kontinuierlich oder diskon- tinuierliche Andrücksystem / sistema di pressione continuo o discontinuo	visuell, mechanisch (Reißnadel), Vakuum (Stichproben) / Esame visivo, meccanico (punteruolo), sotto vuoto (a campione)
Wargas-extrusions- schweißen nur zuläs-sig in Kombination mit Wargasschweißnaht / Saldatura ad estru-sione solo insieme alla saldatura ad aria calda	Nachbesserungen, Anschlussarbeiten, kurze Nahtlängen, schwierige Tunnel- geometrie, Sicher- ungsnähte / Ritoc-chi, collegamenti, geometrie difficili della galleria, sal- dature di sicurezza	Auftragnah / Saldatura di riporto	Extrudat / Estrusione	Konvektion (Wargas) / Convezione (aria calda)	Kontinuierli- ches oder diskontinuier- liches An- drücksystem / sistema di pressione continuo o discontinuo	visuell, mecha- nisch (Reiß- nadel), Vakuum (Stichproben), Funkenbesen / Esame visivo, meccanico (pun- teruolo), sotto vuoto (a campione), scintilla

Tabelle 1 Übersicht Schweißverfahren

Tabella 1 Quadro dei metodi di saldatura

## Hinweise zu Nachbesserungen von Dichtungsbahnen

Die Prüfung erfolgt gemäß Anlage C. Die Nachbesserungen sind nach den Einbaurichtlinien der Hersteller vorzunehmen.

Bei den Nachbesserungsarbeiten ist größte Sorgfalt aufzuwenden, da eine Prüfung dieser Arbeiten nach allen Qualitätskriterien und eine weitere Nachbesserung nur in begrenztem Umfang möglich sind.

Die Art der Nachbesserungen hängt von der Größe und Häufigkeit der Unregelmäßigkeiten und Fehler ab:

- Beim Nachbessern mit Bahnzuschnitte sollen die Fehlstelle allseitig um mind. 10 cm überlappen. Die Ecken der Zuschnitte sind abzurunden und mit Warmgas zu fügen.
- Bei größeren fehlerhaften Nahtbereichen und durchgehenden Fehlstellen (Löchern) sind Bahnenstücke oder -streifen aufzubringen. Diese Bahnzuschnitte müssen mindestens 10 cm über die jeweiligen Fehlerbereiche hinausgehen und sind mit Warmgasschweißen und Warmgasextrusionsschweißen über dem Fehlstellenbereich aufzubringen.
- Nachbessern von Nähten auf voller Länge: Durchgehend fehlerhafte Nähte und solche mit durchgehenden Prüfkanalunregelmäßigkeiten sind neu zu fügen.

### 2.2.10. KDB mit aufkaschiertem Vlies (Kombiprodukt)

Zusätzlich zu den Anforderungen an die Einzelkomponenten werden für KDB mit aufkaschiertem Vlies die Anforderungen der Tabelle im Anhang C gestellt.

### 2.2.11. Flexibles Anschlussband

Wo eine Verbindung zwischen PVC-Abdichtungsbahn und Bauelementen in Beton notwendig ist, erfolgt diese über flexible Anschlussbänder.

Das Verbindungssystem besteht aus:

- Vorgefertigten flexiblen Dichtungsbändern aus PVC, Bitumen-resistent;
- Klebstoff (Zweikomponenten-Epoxidharz) für das Verkleben der Ränder mit dem Beton.

Die KDB wird thermisch mit dem Anschlussband verschweißt, das dann an der gegenüberliegenden Seite auf die Betonoberfläche aufgeklebt wird.

#### 2.2.11.1. Anforderungen

Die Betonoberfläche muss sauber und frei von Ölen, Fetten, bröckeligen Bereichen oder Zementverschmierungen sein.

Das Anschlussband und die Schweißnähte müssen den Anforderungen laut Tabelle 2 gerecht werden.

## Indicazioni per i ripristini

La verifica deve essere secondo l'allegato C. I ripristini devono essere eseguiti nel rispetto delle indicazioni del produttore.

I lavori di ripristino devono essere svolti con grande attenzione, poiché il controllo della qualità delle lavorazioni secondo tutti i criteri e ulteriori ripristini sono possibili solo limitatamente.

Il tipo di ripristino dipende dalle dimensioni e dalla frequenza delle irregolarità e degli errori:

- Ripristini con rappezi di membrana, devono sovrapporsi alla parte difettosa di almeno 10 cm per parte. I lembi delle pezze devono essere arrotondati e applicati con aria calda.
- In caso di ampi tratti con saldature difettose o mancanti i ripristini sono da eseguire con pezze o strisce di guaina. Questi elementi di riporto devono svilupparsi in larghezza per almeno 10 cm per parte oltre la zona di saldatura da ripristinare e devono essere applicati ad aria calda e ad estrusione.
- Ripristini di saldature su tutta la lunghezza: Saldature completamente difettose o con irregolarità continue del canale di prova devono essere scomposte e rifatte.

### 2.2.10. Guaina di impermeabilizzazione con geotessuto accoppiato (composito)

In aggiunta ai requisiti per i singoli componenti per la guaina di impermeabilizzazione con tessuto geotessile accoppiato valgono i requisiti di cui alla tabella nell'allegato C.

### 2.2.11. Nastri di transizione

Laddove necessario il raccordo fra l'impermeabilizzazione in PVC ed elementi costruttivi in calcestruzzo avviene mediante nastri di transizione.

Il sistema di raccordo comprende:

- Nastri di sigillatura preconfezionati in PVC flessibile resistente al bitume;
- Adesivo (resina epossidica bicomponente) per l'incollaggio dei bordi al calcestruzzo.

Il manto impermeabile viene saldato termicamente al nastro di transizione, il quale a sua volta viene incollato, sul bordo opposto, alla superficie in calcestruzzo.

#### 2.2.11.1. Requisiti

La superficie in calcestruzzo deve essere pulito, privo di oli, grassi, parti friabili o pellicola di cemento.

Il nastro di saldatura e le saldature devono adempiere ai requisiti secondo Tabella 2.

Eigenschaft / Proprietà	Prüfvorschrift bzw.Regelwerk / Prescrizioni di verifica	Anforderung / Requisito
Dicke / Spessore	UNI EN 1849-2	1,50 mm (-5 % / + 10 %)
Scherwiderstand der Fügenaht (PVC) / Resistenza al taglio della saldatura (PVC)	UNI EN 12317-2	≥ 500 N / 50 mm
Reissfestigkeit Längs - Quer / Resistenza allo strappo longitudinale – perpendicolare (incollaggio)	UNI EN 12311-2	≥ 9 N / mm <sup>2</sup> - ≥ 7 N / mm <sup>2</sup>
Wasserdampf- durchlasswiderstand μ / Imperbeabilität μ	UNI EN 1931	150'000 (±30%)

Tabelle 2 Flexibles Anschlussband

Tabella 2 Nastri di transizione / Requisiti

Der Einbau muss nach den Angaben des Herstellers erfolgen.

La posa deve avvenire secondo indicazioni del fornitore.

## 2.2.12. Profilbänder

## 2.2.12. Waterstop

### 2.2.12.1. Anforderungen

Es werden innen- und außenliegende Fugenbänder aus PVC-P und Elastomer-Fugenbänder mit Stahllaschen (FMS) eingesetzt. Die Materialstoffgruppen (PVC-P) der außenliegenden Fugenbänder werden auf die der Kunststoffdichtungsbahn abgestimmt.

### 2.2.12.1. Requisiti

Si utilizzeranno waterstop interni ed esterni in PVC-P e waterstop in elastomero con giunture laterali in acciaio (FMS). I gruppi di materiali (PVC-P) dei profili esterni devono essere compatibili con la guaina di impermeabilizzazione.

Innenliegende und außenliegende Fugenbänder aus PVC-P und Elastomer-Fugenbänder mit Stahllaschen (FMS) müssen Mindesteigenschaften, wie in der Tabelle im Anhang C beschrieben, aufweisen (Fugenbänder mit gleicher Rezeptur aber unterschiedlicher Geometrie benötigen nur ein Prüfzeugnis).

I waterstop interni ed esterni in PVC-P e i waterstop in elastomero con giunture laterali in acciaio devono soddisfare i requisiti minimi di cui alla tabella nell'allegato C (per waterstop con la stessa composizione ma diverse caratteristiche geometriche è necessario solo un certificato di prova).

#### Kennzeichnung:

Fugenbänder sind werkseitig, maschinell in Abständen von höchstens 2 m fortlaufend mit einer lesbaren und dauerhaften Kennzeichnung zu versehen.

#### Marcatura:

Su tutti i waterstop deve essere applicata una marcatura, permanente e leggibile, da applicare in fabbrica, a macchina e con intervallo massimo di 2 m.

#### Maßhaltigkeit der Profilgeometrie:

Die Banddicken sind mit einem Durchmesser der drückenden (oberen) Messfläche von 10 mm, mit einem Anpressdruck von 20 kPa zu ermitteln. Alle weiteren Masse müssen mit geeigneten Messgeräten ermittelt werden.

#### Stabilität dimensionaler der profili:

Lo spessore dei waterstop deve essere misurato applicando una pressione pari a 20 kPa su una superficie di 10 mm (superficie superiore). Tutte le altre misure devono essere determinate con appositi strumenti di misurazione.

Stege müssen nach dem Einbau, spätestens vor der Betonage, senkrecht auf die Grundplatte des Bandes stehen.

Dopo la posa o al più tardi prima del getto, le alette di ancoraggio devono essere in posizione perpendicolare alla base del nastro.

#### Verhalten der Fügenaht im Stoßbereich:

Die Verbindung im Stoßbereich der Fugenbänder wird durch den Kurzzeitfügefaktor (Division der Zugfestigkeit mit Naht durch die Zugfestigkeit ohne Naht) bestimmt.

#### Comportamento delle giunzioni:

Il collegamento nel punto di giunzione dei profili viene definito in base al "fattore di giunzione a breve termine" (rapporto tra resistenza a trazione con giunzione e resistenza a trazione senza giunzione).

Für die Fügenaht sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

Per le saldature dei giunti si devono rispettare i seguenti requisiti:



Eigenschaft / Proprietà	Prüfvorschrift bzw.Regelwerk / Prescrizioni di verifica	Anforderung / Requisito
Ausführung / Esecuzione	DVS 2225-5 / UNI 10567	Fehlerfrei / senza errori
Kurzzeit-Fügefaktor $f_z$ / Fattore di giunzione a breve termine $f_z$	ÖNORM / UNI EN 12317-2	> 0,6

*Tabelle 3 Anforderungen an die Fügenaht Fugenband/Fugenband*

*Tabella 3 Requisiti delle giunzioni tra water stop*

Bei Verschweißung eines Profilbandes mit einer Kunststoffdichtungsbahn ist die Schweißbeignung (Kompatibilität) zwischen Kunststoffdichtungsbahn und Profilband durch Schweißversuche nachzuweisen. Die Schweißnähte sind visuell hinsichtlich äußerer Beschaffenheit sowie im Kurzeitschälversuch zu prüfen.

Prima di saldare un profilo alla guaina di impermeabilizzazione si deve eseguire una verifica di compatibilità alla saldatura tra la guaina e il water stop mediante saldature di prova. Vanno eseguiti un controllo visivo delle caratteristiche esterne dei cordoni di saldatura e delle prove di distacco a breve termine.

Für die Fügenaht sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

Per le saldature dei giunti si devono rispettare i seguenti requisiti:

Eigenschaft / Proprietà	Prüfvorschrift bzw.Regelwerk / Prescrizioni di verifica	Anforderung / Requisito
Ausführung / Esecuzione	DVS 2225-5 / UNI 10567	Fehlerfrei / Senza errori
Verhalten beim Scherversuch / Comportamento nella prova di taglio	ÖNORM / UNI EN 12317-2	Abriss außerhalb der Fügenaht / Strappo al di fuori della saldatura
Verhalten beim Schälversuch / Comportamento nella prova di distacco	ÖNORM / UNI EN 12316-2	Aufschälen ist zulässig, falls Schälwiderstand erreicht wird / Distacco consentito se si raggiunge la resistenza al distacco
Schälwiderstand RS / Resistenza a distacco RS		> 6,0 N/mm

*Tabelle 4 Anforderungen an die Fügenaht KDB/Profilband*

*Tabella 4 Requisiti delle giunzioni tra guaina di impermeabilizzazione e waterstop*

### 2.2.12.1.1 Fugenbandabmessungen

Die nachfolgend angegebenen Maße sind Nennmaße. Es sind Maßtoleranzen von 5 % des Nennmaßes zulässig.

#### Außenliegendes Arbeitsfugenband

Das außenliegende Fugenband ist mit folgenden Mindestabmessungen auszuführen:

### 2.2.12.1.1. Dimensioni dei water stop

In seguito vengono indicate le dimensioni nominali. Sono consentite tolleranze del 5 % rispetto al valore teorico.

#### Waterstop esterno per giunti di lavoro

Il waterstop esterno deve avere la seguente dimensione minima:

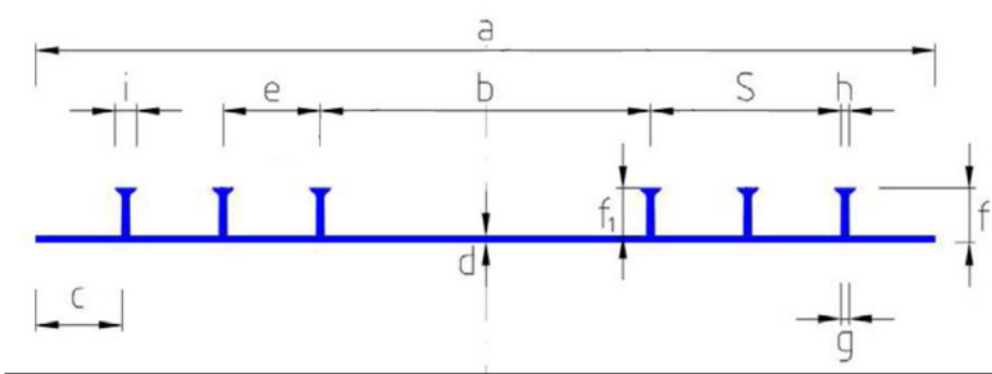


Abbildung 5 Außenliegendes Fugenband im Sohlbereich des Haupttunnels

Illustrazione 5 Waterstop esterno sotto la platea della galleria principale

**Legende:**

- a Gesamtbreite
- b Breite des Dehnteils
- d Banddicke
- e Achsabstand der Sperranker
- f Höhe des Profils
- f1 Höhe der Sperranker
- g Dicke der Sperranker an der Wurzel
- h Dicke der Sperranker an der dünnsten Stelle
- i Dicke der Kopfverstärkung
- S Breite der Dichtteile

**Legenda:**

- a larghezza complessiva
- b lunghezza della parte allungabile
- d spessore del profilo
- e interasse delle nervature
- f altezza del profilo
- f1 altezza delle nervature
- g spessore delle nervature alla radice
- h spessore delle nervature nel punto più sottile
- i spessore del rinforzo in testata
- S larghezza delle parti impermeabili

Breiten / Larghezza			Dicke / Spessore	Profilierung / Profilatura					Anzahl Sperranker / Quantità nervature
a	b	c		e	f	g	h	i	
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	n
≥ 320	≥ 320	≥ 30	≥ 4,0	≥ 40	≥ 26	≥ 4	≥ 4	≥ 11	[Stk / pezzo]
									≥ 6

Waterstop esterno longitudinale saldato al profilo per il sistema di drenaggio

Il waterstop esterno longitudinale, saldato al profilo in PVC per il sistema di drenaggio, deve avere le seguenti dimensioni minime:

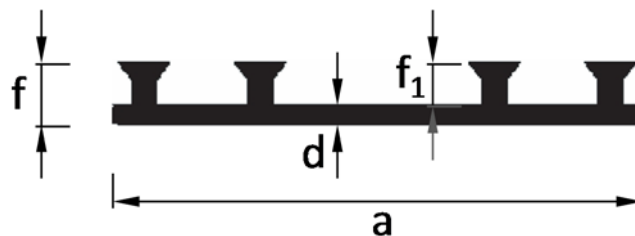


Abbildung 6 Außenliegendes Längsfugenband

Illustrazione 6 Waterstop esterno longitudinale

**Legende:**

- a Gesamtbreite
- d Banddicke
- f Höhe des Profils
- f1 Höhe der Sperranker

**Legenda:**

- a larghezza complessiva
- d spessore del profilo
- f altezza del profilo
- f1 altezza delle nervature

Breiten / Larghezza	Dicke / Spessore	Profilierung / Profilatura		Anzahl Sperranker / Quantità nervature
a [mm]	d [mm]	f [mm]	f <sub>1</sub> [mm]	n [Stk / pezzo]
≥ 200	≥ 4,0	≥ 20	≥ 16	≥ 4

Innenliegendes Fugenband (Dehnfugenband)

Das innenliegende Fugenband ist mit folgenden Mindestabmessungen auszuführen:

Waterstop interno (per giunti di dilatazione)

Il waterstop interno deve avere le seguenti misure minime:

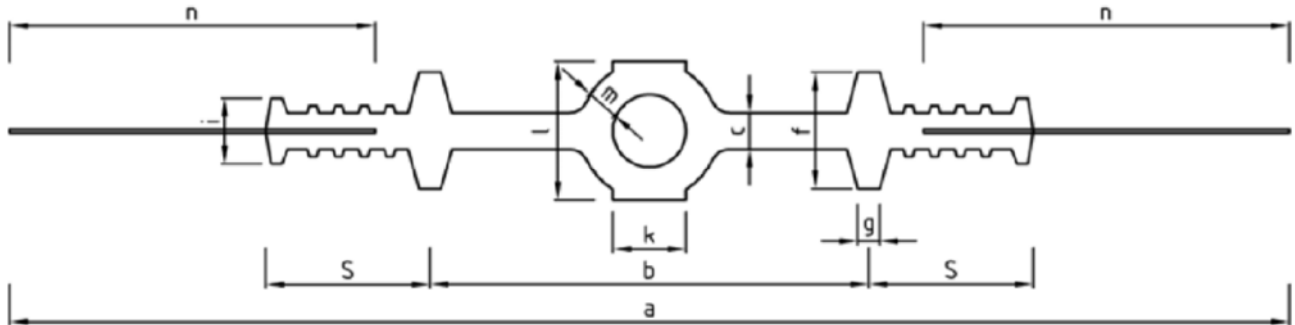


Abbildung 7 Innenliegendes Dehnfugenband, Elastomer mit Stahllasche (FMS)

Illustrazione 7 Waterstop interno in elastomero con giunture laterali in acciaio (FMS)

**Legende:**

- a Gesamtbreite
- b Breite des Dehnteils
- c Dicke des Dehnteils an der dünnsten Stelle
- f Höhe der Ankerrippen
- g Dicke der Ankerrippen an der Wurzel
- i Dicke der Randverstärkung
- k Breite des Hohlkörpers
- l Höhe des Hohlkörpers
- m Wanddicke des Hohlkörpers an der dünnsten Stelle
- n Länge der Stahllasche
- S Breite der Dichtteile

**Legenda:**

- a larghezza complessiva
- b larghezza della parte allungabile
- c spessore minimo delle parti allungabili
- f altezza delle nervature
- g spessore delle nervature alla radice
- i spessore del rinforzo sul contorno
- k larghezza del corpo cavo
- l altezza del corpo cavo
- m spessore della parete del corpo cavo nel punto più sottile
- n Lunghezza giunture laterali in acciaio
- S larghezza delle parti impermeabili

Breiten / Larghezza			Dicke / Spessore	Profilierung / Profilatura			Hohlkörper / Corpo cavo			Blech / lamiera di acciaio
a [mm]	b [mm]	S [mm]	c [mm]	f [mm]	g [mm]	l [mm]	K [mm]	l [mm]	m [mm]	n [mm]
≥ 350	≥ 120	≥ 45	≥ 10	≥ 38	≥ 6	≥ 20	≥ 20	≥ 38	≥ 9	≥ 100

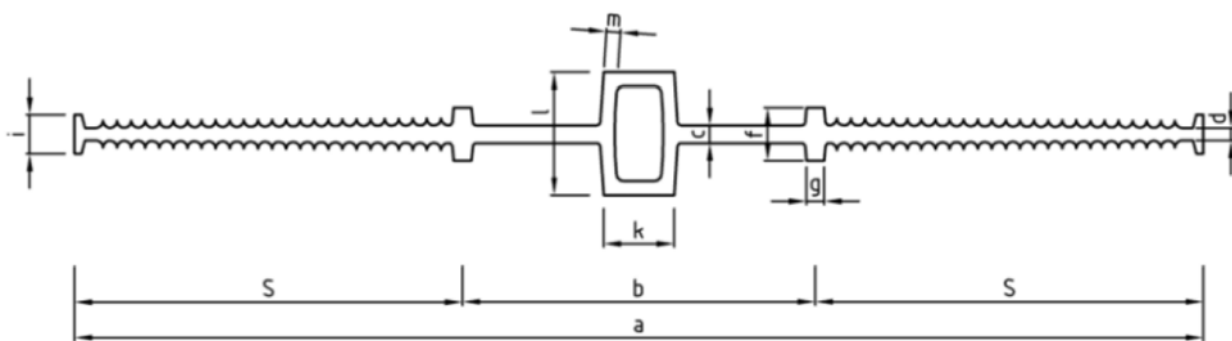


Abbildung 8 Innenliegendes Dehnfugenband (FM), PVC

Illustrazione 8 Waterstop interno allungabile (FM), PVC

**Legende:**

- a Gesamtbreite
- b Breite des Dehnteils
- c Dicke des Dehnteils an der dünnsten Stelle
- d Dicke der Dichtteile an der dünnsten Stelle
- f Höhe der Ankerrippen
- g Dicke der Sperranker an der Wurzel
- i Dicke der Randverstärkung
- k Breite des Hohlkörpers
- l Höhe des Hohlkörpers
- m Wanddicke des Hohlkörpers an der dünnsten Stelle
- S Breite der Dichtteile

**Legenda:**

- a larghezza complessiva
- b larghezza della parte allungabile
- c spessore minimo delle parti allungabili
- d spessore minimo delle parti impermeabili
- f altezza delle alette di ancoraggio
- g spessore delle nervature alla radice
- i spessore del rinforzo sul contorno
- k larghezza del corpo cavo
- l altezza del corpo cavo
- m spessore minima della parete del corpo cavo
- S larghezza delle parti impermeabili

Breiten / Larghezze			Dicke / Spessore	Profilierung / Profilatura				Hohlkörper / Corpo cavo		
a	b	S		d	f	g	i	k	l	m
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
≥ 320	≥ 100	≥ 75	≥ 5	≥ 3,5	≥ 15	≥ 5	≥ 11	≥ 20	≥ 35	≥ 4

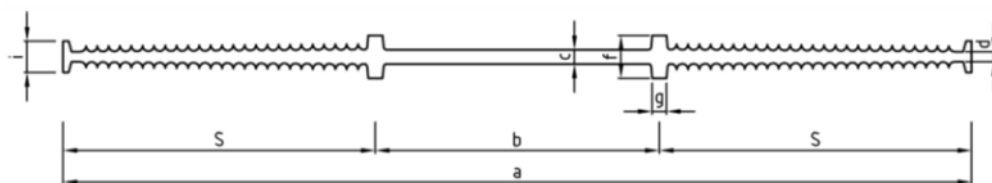


Abbildung 9 Innenliegendes Arbeitsfugenband (FM), PVC

Illustrazione 9 Waterstop interno per giunto di lavoro (FM), PVC

**Legende:**

- a Gesamtbreite
- b Breite des Dehnteils
- c Dicke des Dehnteils an der dünnsten Stelle
- d Dicke der Dichtteile an der dünnsten Stelle
- f Höhe der Ankerrippen
- g Dicke der Ankerrippen an der Wurzel
- i Dicke der Randverstärkung
- S Breite der Dichtteile

**Legenda:**

- a larghezza complessiva
- b larghezza della parte allungabile
- c spessore minima della parte allungabile
- d spessore minima delle parti impermeabili
- f altezza delle nervature
- g spessore delle nervature alla radice
- i spessore del rinforzo sul contorno
- S larghezza delle parti impermeabili

Breiten / Larghezze			Dicke / Spessore		Profilierung / Profilatura		
a	b	S	c	d	f	g	i
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
≥ 320	≥ 100	≥ 75	≥ 4,5	≥ 3	≥ 13,5	≥ 4,5	≥ 11

#### Anschlussfugenband

Das Anschlussband ist mit folgenden Mindestabmessungen auszuführen:

#### Waterstop di collegamento

Il waterstop di collegamento deve avere le seguenti misure minime:

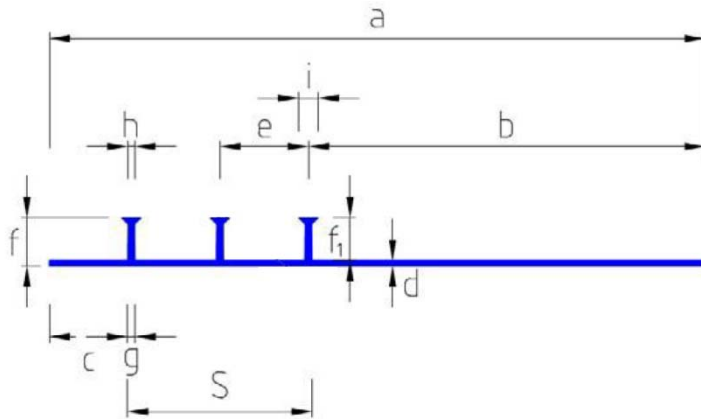


Abbildung 10 Anschlussband

Illustrazione 10 Waterstop di collegamento

#### Legende:

a	Gesamtbreite
b	Breite des Dehnteils
d	Banddicke
e	Achsabstand der Sperranker
f	Höhe des Profils
f <sub>1</sub>	Höhe der Sperranker
g	Dicke der Sperranker an der Wurzel
h	Dicke der Sperranker an der dünnsten Stelle
i	Dicke der Kopfverstärkung
S	Breite der Dichtteile

#### Legenda:

a	larghezza complessiva
b	larghezza della parte allungabile
d	spessore del profilo
e	interasse delle nervature
f	altezza del profilo
f <sub>1</sub>	altezza delle nervature
g	spessore delle nervature alla radice
h	spessore delle nervature nel punto più sottile
i	spessore del rinforzo della testata
S	larghezza delle parti impermeabili

Breiten / Larghezze			Dicke / Spessore	Profilierung / Profilatura					Anzahl Sperranker / Quantità nervature
a	b	c		e	f <sub>1</sub>	g	h	i	
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	N
≥ 400	≥ 200	≥ 30	≥ 4	≥ 54	≥ 26	≥ 4,5	≥ 4	≥ 12	≥ 3

### 2.2.12.2. Einbau

Die Eigenschaften der außenliegenden Schweißnähte müssen auf Sicht und mechanisch (Reißnadel) geprüft werden sowie über einen Kurzzeitreißversuch. Die Dicke der Schweißzone muss den geltenden Anforderungen an die KDB entsprechen.

Geringfügige Rezepturabweichungen zur Verbesserung der Herstellbarkeit sind zulässig. Die Profilbänder müssen mit der Dichtungsbahn schweißbar sein. Die Schweißbeignung (Kompatibilität) zwischen Kunststoffdichtungsbahn und Anschlussband ist durch Schweißversuche nachzuweisen.

Stumpfstöße von thermoplastischen Dicht- bzw. Profilbändern sind mit dem HeiBschwert unter Verwendung einer Führungsmechanik auszuführen. Nach der Fügung der Stumpfnahht ist der entstandene Schweißwulst vorsichtig zu entfernen. Der max. zulässige Versatz der Sperrankerachsen beträgt 2 mm.

Innenliegende Dicht- und Profilbänder aus Elastomer dürfen nur durch Vulkanisieren miteinander gefügt werden. Bei Blockfugen ist daher auf Baustellenstöße der Fugenbänder soweit wie möglich zu verzichten.

#### 2.2.12.2.1 Profilbänder im Bereich von Fugen

Fugenbänder sind in ihrer geplanten Lage so zu fixieren, dass beim Einbringen des Betons keine Verschiebung erfolgen kann. Für die Befestigung sind die vom Hersteller vorgesehenen Hilfsmittel zu verwenden bzw. die speziellen Einbauvorschriften zu beachten.

Aus einem Betonierabschnitt herausragende Fugenbandhälften sind vor Betonieren des Anschlussbauteils sorgfältig zu reinigen. Für den Fall, dass nicht unmittelbar anschließend der Nachbarabschnitt betoniert werden kann, sind die Fugenbänder entsprechend zu schützen. Schalung und Schalungsstöße sind vor allem im Bereich der Fugenbänder so dicht herzustellen, dass ein Ausrinnen der Zementschlämme und Feinteile verhindert wird.

Bei bewehrten Innenschalen muss die erforderliche Überdeckung der Bewehrung im gesamten Bereich der Fugenausbildung (mit Ausnahme des Bereiches der Sperranker) gewährleistet sein.

Die Geräteanforderungen nach DIN 2208-1 oder UNI 10520 – 10521 sind zu beachten. Am Einbauort dürfen nur Längsstöße der Profilbänder geschweißt werden. Alle anderen Stöße sind unter Werkstattbedingungen vorzufertigen. Auch für die Stumpfnähte ist eine Probeschweißung zur Überprüfung der gewählten Schweißparameter durchzuführen. Nach der Fügung der Stumpfnahht muss rundum ein gleichmäßiger Schweißwulst sichtbar sein, der anschließend vorsichtig zu beseitigen ist. An den Kurzzeitfügefaktor werden die gleichen Anforderungen gestellt wie an Überlappnähte zwischen KDB. Beim Einbau von Formstücken ist darauf zu achten, dass die Sperranker von horizontal- und vertikallaufenden Profilbändern formschlüssig aufeinander treffen. Die vorgefertigten Elemente sind so einzubauen, dass eine blockübergreifende Umläufigkeit ausgeschlossen wird.

### 2.2.12.2. Posa

Le charakteristiche esterne delle saldature devono essere controllate visivamente e manualmente (con punteruolo) e con prove a strappo a breve termine. Lo spessore nella zona della saldatura deve adempiere ai requisiti validi per la guaina di impermeabilizzazione.

Sono ammesse lievi modifiche alle ricette per migliorare la posa in opera. I profili devono poter essere saldati alla membrana di impermeabilizzazione. La compatibilità alla saldatura tra la guaina di impermeabilizzazione e il profilo di collegamento deve essere verificata mediante prove di saldatura

I giunti di testa di waterstop termoplastici devono essere realizzati con la saldatrice a caldo con meccanismo di guida. Dopo aver realizzato la giuntura di testa si deve rimuovere con attenzione il bordo di saldatura. Lo sfalsamento massimo consentito dell'asse delle nervature è di 2 mm.

I waterstop interni in elastomero possono essere uniti tra loro solo mediante vulcanizzazione. Pertanto nei giunti di blocco si devono evitare per quanto possibile giunti di testa tra i waterstop.

#### 2.2.12.2.1. Waterstop in prossimità dei giunti

I waterstop sono da fissare nella posizione prevista di modo che nella fase di getto non si muovano. Per il loro fissaggio sono da utilizzare i materiali e sono da seguire le indicazioni di posa previsti dal produttore.

Nel caso di riprese di getto, la parte di profilo che rimane libera va pulita correttamente prima del successivo getto. Nel caso non venga realizzato subito il blocco adiacente, i profili vanno adeguatamente protetti. Le casseratura e i giunti del cassero sono da realizzare stagni, soprattutto nell'area del water stop, in modo da impedire la fuoriuscita di boiaccia cementizia e di parti fini.

In presenza di armatura il copriferro deve essere garantito su tutta la lunghezza del giunto (con l'eccezione della zona delle nervature).

Si devono osservare i requisiti della strumentazione secondo DIN 2208-1 o UNI 10520 – 10521. Sul luogo di posa possono essere saldati solo giunti longitudinali del waterstop. Gli altri raccordi devono essere realizzati in officina. Anche per le giunzioni di testa è necessaria una prova di saldatura per controllare la correttezza i parametri scelti. La saldatura dovrà presentare una forma costante su tutto il suo sviluppo. Le parti di saldatura sporgenti dovranno essere rimosse con cautela. Per il fattore di giunzione a breve termine valgono gli stessi requisiti delle giunzioni tra guaine di impermeabilizzazione. Nella posa dei pezzi stampati bisogna prestare attenzione che le nervature dei profili orizzontali e verticali si connettano tra loro. Gli elementi prefabbricati devono essere posati in modo da evitare discontinuità

### 2.2.12.2.2 Außenliegende Fugenbänder

Die außenliegenden Fugenbänder dürfen mit einer zulässigen Abweichung von max.  $b/3$  eingebaut werden, wobei  $b$  die Breite des Dehnteils darstellt. Die Sperranker beidseitig der Blockfuge werden einwandfrei in den Beton eingebunden.

Außenliegende Fugenbänder müssen an der Schalung, auf dem Sauberkeitsbeton, auf der Abdichtung, an Spritzbetonflächen und an sonstigen Auflagerflächen sauber, vollflächig und möglichst eben aufliegen. Vor allem im Sohlbereich ist auf Sauberkeit in den Stegen der Fugenbänder zu achten. Um die Funktionsfähigkeit von außenliegenden Fugenbändern im Firstbereich zu garantieren, sind Nachverpresseinrichtungen vorzusehen.

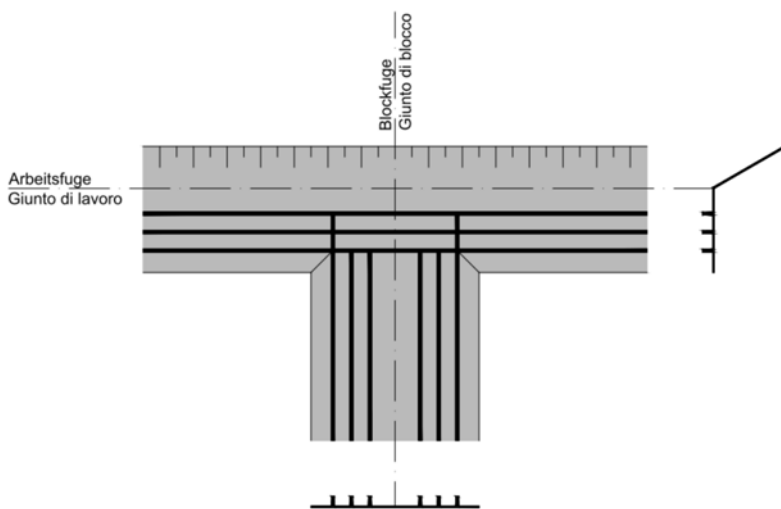


Abbildung 11 Anschluss außenliegendes Fugenband in der Sohle zum Anschlussband im Widerlager

Illustrazione 11 Giunzione del waterstop esterno sul fondo con il waterstop di collegamento sul piedritto

### 2.2.12.2.2. Waterstop esterni

I waterstop esterni possono essere installati con una tolleranza massima di  $l/3$ , dove  $l$  è la larghezza della parte che si può dilatare. Le alette di ancoraggio su entrambi i lati dei giunti di blocco vanno annegate nel calcestruzzo.

I waterstop esterni vanno posati su superfici pulite, possibilmente piane, siano queste costituite da casseri, calcestruzzi di sottofondo, guaine di impermeabilizzazione, superfici in betoncino proiettato o altri tipi di supporto. In particolare nella zona della platea va prestata attenzione alla pulizia delle nervature del profilo. Per garantire la funzionalità del water stop in chiave di volta, sono previste iniezioni di colmataggio.

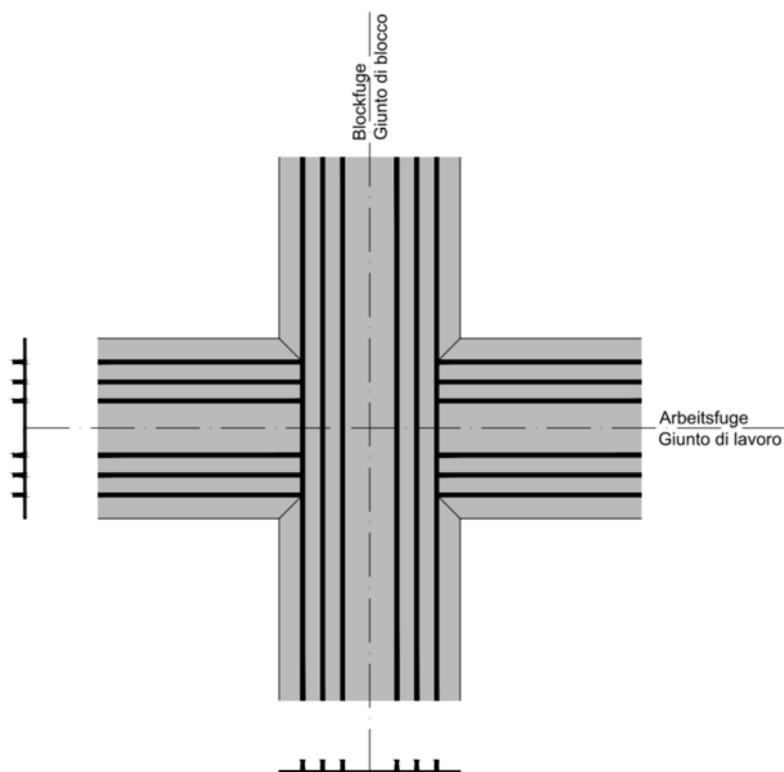


Abbildung 12 Außenliegende Fugenbänder, Kreuzstoß

Illustrazione 12 Waterstop esterni, giunzione a croce

Beim Einbau sind die Vorgaben der Tabelle im Anhang C, einzuhalten.

Nella posa devono essere osservate le istruzioni della tabella nell'allegato C.

### 2.2.12.2.3 Korrekturmaßnahmen Fugen und Fugenbänder

### 2.2.12.2.3. Interventi di ripristino di giunti e water stop

Sollten wasserdurchlässige Arbeitsfugen, wasserdurchlässige Dehnfugen und/oder beschädigte Fugenbänder auftreten, so sind folgende Korrekturbzw. Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen:

In caso di giunti di lavoro e dilatazione permeabili e/o di waterstop danneggiati sono da attuare misure e provvedimenti correttivi seguenti:

- wasserdurchlässige Arbeitsfugen  
Tritt bei wasserführenden Arbeitsfugen keine Selbstheilung ein, sind sie zu verpressen.
- wasserdurchlässige Dehnfugen  
Der AN hat ein Sanierungskonzept dem BL vorzulegen.
- beschädigte Fugenbänder  
Die freigelegten Bereiche des Fugenbandes sind nach Reparatur mittels druckwasserdichten Mörtels (z.B. Epoxidharzmörtel) kraftschlüssig zu reprofilieren. Geringfügige Beschädigungen sind bei Fugenbändern aus PVC durch Aufschweißen eines „Bandflickens“ mittels Heißluftföhne zu reparieren. Sind größere Teile des Fugenbandes beschädigt, sind diese Bereiche, sofern eine Überlappung möglich ist, mit einem passenden Fugenbandstück thermisch zu verschweißen oder durch geeignete Kleber (Polyurethane) zu verkleben. Ist die Beschädigung des Fugenbandes so groß, dass eine Reparatur mittels überlappender Klebung nicht möglich

- Giunti di lavoro impermeabili  
Nel caso di giunti di lavoro con infiltrazioni di acqua sono da prevedere delle iniezioni.
- Giunti di dilatazione impermeabili  
L'Appaltatore deve presentare un piano di risanamento alla D.L.
- Waterstop danneggiato  
Dopo la riparazione delle zone esposte di waterstop, il tratto va rimodellato con malta impermeabile (p. es. malta epossidica). Piccoli danni, nel caso di profili in PVC, vanno riparati applicando dei "rappezzì" saldati ad aria calda. Nel caso di danneggiamenti più estesi, quando è possibile una sovrapposizione, vanno riparati saldando termicamente un pezzo di giunto o incollandolo con adesivi idonei (poliuretano). Nel caso di danneggiamento esteso tale da non rendere interamente possibile una giunzione con sovrapposizione, il waterstop va rimosso e sostituito con un profilo fissato con flange.



ist, ist das beschädigte Band zu entfernen und durch ein angeflanshtes Fugenband zu ersetzen.

Die Sanierung ist jeweils vorab mit dem BL abzustimmen.

### 2.2.13. Fugenbleche

#### 2.2.13.1. Anforderungen

Fugenbleche sind mit einer Breite von 300 mm und einer Dicke von 2 mm auszuführen. Sie müssen der Materialgüte S 235JR gemäß ÖNORM / UNI EN 10025-2 entsprechen, fettfrei sowie auf der Baustelle schweißbar sein.

Beschichtete Fugenbleche sind nicht zulässig.

#### 2.2.13.2. Einbau

Fugenbleche sind sorgfältig einzubauen und so zu befestigen, dass sie beim Betonieren ihre Lage nicht verändern.

Fugenbleche müssen jeweils zur Hälfte in die beiden Betonierabschnitte einbinden. Bei Innenschalen-dicken = 40 cm ist das Arbeitsfugenblech mittig, bei größeren Dicken maximal 15 cm von Wasserseite einzubauen. Dabei ist die Höhe der Aufkantung auf die Blechhöhe abzustimmen. Arbeitsfugenbleche müssen voll umschlossen und hohlraumfrei einbetoniert sein. Der Abstand zwischen dem Fugenblech und der Bewehrung muss ein vollständiges Einbetonieren der Fugenbleche ermöglichen. Daher ist ein Mindestabstand von 30 mm zwischen Fugenblech und Anschlussbewehrung einzuhalten. Ein nachträgliches Eindrücken oder Einrütteln der Fugenbleche in den Frischbeton ist nicht zulässig.

Fugenbleche werden in längslaufende Arbeitsfugen eingebaut und in den Radialfugen mit den innenliegenden Fugenbändern mit Stahllaschen wasserdicht zusammengefügt. Je nach Fugenbandtyp geschieht dies in der Regel baustellenseitig durch das Anschweißen der Arbeitsfugenbleche an die seitlichen Stahllaschen, an werkseitig an den Fugenbändern angeschweißte oder anvulkanisierte Blechanschlüsse. Werden baustellenseitig die Fugenbleche direkt an die seitlichen Stahllaschen angeschweißt, so hat dies aufgrund der geringen Dicke der Stahllaschen ( $d = 1 \text{ mm}$ ) durch Schutzgasschweißen erfolgen. Beim Schweißen der Fugenbleche ist das Fugenband vor Schweißfunken zu schützen. Der Mindestabstand zwischen Schweißnaht und Fugenband ist 30 mm. Kommt es zu Verbrennungen des Elastomers, so ist das verbrannte Elastomer abzuschleifen und fachgerecht zu reparieren.

Fugenbleche sind im Stoßbereich wasserdicht miteinander zu verschweißen. Ein Überlappungsstoß, eine Verklebung oder eine Klemmung mit dichtender Zwischenlage ist nicht zulässig. Bei der Verschweißung haben sich die Bleche etwa 20 – 30 mm zu überlappen. Die Schweißnaht ist über die gesamte Blechhöhe als Kehlnaht auszuführen. Vor dem Verschweißen sind Verunreinigungen zu entfernen.

Il risanamento deve sempre essere concordato preliminarmente con la D.L..

### 2.2.13. Lamiere per giunti

#### 2.2.13.1. Requisiti

Le lamiere devono essere larghe 300 mm e spesse 2 mm, realizzate con materiale di classe S 235JR, in conformità alla norma UNI / ÖNORM EN 10025-2, prive di grasso e saldabili al cantiere.

Non sono ammesse lamiere verniciate.

#### 2.2.13.2. Posa

Le lamiere devono essere posate con cura e fissate in modo da garantire la stabilità durante la fase di getto del calcestruzzo.

Le lamiere devono essere annegate per metà in ciascun tratto di getto. Se lo spessore del rivestimento definitivo è = 40 cm la lamiera deve essere posta a metà dello spessore, se questo è maggiore deve essere invece al massimo a 15 cm dal lato esterno. In questo caso va tenuto conto anche dello spessore della lamiera. Le lamiere poste in corrispondenza dei giunti di lavoro devono essere completamente annegate nel calcestruzzo. Lo spazio tra la lamiera e l'armatura deve consentire il passaggio del calcestruzzo e pertanto deve essere di almeno 30 mm. Non è consentito inserire successivamente al getto le lamiere nel calcestruzzo fresco.

Le lamiere vengono usate per i giunti di lavoro longitudinali e nei giunti radiali con collegamento impermeabile ai waterstop interni con giunture laterali in acciaio. In base al tipo di waterstop le lamiere vengono saldate in cantiere alla giuntura laterale oppure la lamiera viene saldata o vulcanizzata in fabbrica con i waterstop. Poiché i giunti in acciaio hanno uno spessore ridotto ( $d = 1 \text{ mm}$ ), se questi vengono saldati direttamente alle lamiere in cantiere si deve eseguire una saldatura con gas inerte. Durante la saldatura della lamiera il waterstop deve essere protetto dalle scintille. La distanza minima tra la saldatura e il waterstop è di 30 mm. In caso l'elastomero prenda fuoco deve essere poi smerigliato e riparato a regola d'arte.

Le giunzioni tra le lamiere devono avvenire mediante saldatura e devono essere impermeabili. Non sono consentite sovrapposizioni, incollaggio o uso di morsetti di fissaggio con inserti impermeabili. Quando vengono saldate, le lamiere si devono sovrapporre di circa 20 – 30 mm. La saldatura ad angolo si esegue su tutto lo spessore della lamiera. Prima della saldatura le lamiere vanno pulite.

Wie Fugenbänder müssen auch Fugenbleche beim Einbetonieren frei von Verschmutzungen sein, um Dichtigkeit und Verbund zwischen Fugenblech und Beton zu gewährleisten. Gegebenenfalls sind Bleche vor dem Einbau zu reinigen.

#### 2.2.14. Verpresssysteme

Der Einsatz von Injektionsschläuchen ist eine Vorsorgemaßnahme zur Behebung etwaiger Mängel wie das Nachdichten von Profilbändern.

Sie ersetzen auf keinen Fall die fachgerechte Ausbildung von Fugen mit Profilbändern.

Der Injektionsschlauch müssen folgenden Anforderungen genügen:

- die Innengeometrie muss kreisrund und frei von Kanten oder Ecken sein.
- bei Einsatz von zementbasierenden Verpressmaterialien sind engmaschig gewebeummantelte Verpressschläuche, die zur Entmischung des Verpressmaterials führen, nicht zulässig.
- ausreichende Stabilität und Robustheit für den Einbau unter Baustellenbedingungen
- bei Verwendung von zementbasierenden Verpressmaterialien muss der Innendurchmesser des Verpressschlauches min. 10 mm betragen
- ausreichender Querschnitt und Durchlässigkeit des Injektionskanals und der Austrittsöffnungen nach dem Betonieren
- Verhinderung des Eindringens von Zementleim beim Betoniervorgang oder von Rückfluss von Injektionsmaterial
- Sicherstellung der Nachinjizierbarkeit innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes
- Robustheit der Schläuche und des Befestigungssystems beim Einbau des Schlauches sowie beim Einbau des Konstruktionsbetons
- Die Eignung des zur Anwendung kommenden Injektionsschlauches muss durch Prüfungen nachgewiesen werden.
- Verwendbarkeit des zur Anwendung kommenden Verpressmaterials muss durch Prüfung nachgewiesen werden (Verpresslänge abgestimmt auf Verpressmaterial und Dimension, Materialverträglichkeit, Verpressdruck, Verlegeradien und Dichtigkeit gegen Eindringen von Betonschlämme)
- Beide Enden müssen in das Tunnelinnere führen. Die Durchgängigkeit ist kurz nach dem Betonieren zu prüfen.
- Die Injektionsschläuche müssen eine ausreichende Einbindung in den Beton aufweisen, damit die Außenseite des Schlauches keine Wasserwegigkeit darstellt.

Analogamente ai waterstop, anche le lamiere durante il getto devono essere prive di impurità per garantire impermeabilità e aderenza con il calcestruzzo. Se necessario, le lamiere vanno pulite prima della posa.

#### 2.2.14. Sistemi di iniezione

I tubi flessibili di iniezione vengono utilizzati per ripristinare eventuali difetti, per esempio dei waterstop.

Tali interventi non rappresentano comunque una realizzazione a regola d'arte di giunti con waterstop.

I tubi di iniezione devono soddisfare i seguenti requisiti:

- La forma interna deve essere rotonda e priva di spigoli o angoli.
- Se si utilizzano materiali di iniezione a base cementizia non sono consentiti tubi con tessuto rivestimento a maglia fitta, poiché causano la separazione dei materiali di iniezione.
- Stabilità e resistenza sufficienti per l'impiego in cantiere.
- Se si utilizzano materiali di iniezione a base cementizia il diametro interno del tubo di iniezione deve essere almeno 10 mm.
- Sufficiente sezione e permeabilità dopo il getto del canale e degli ugelli di iniezione.
- Evitare la perdita di boiaccia di cemento durante la fase di getto o il rifluimento dei materiali di iniezione
- Garantire la possibilità di eseguire iniezioni successive fino a che il materiale di riempimento è lavorabile
- Resistenza dei tubi e del sistema di fissaggio durante la posa del tubo e nella fase di getto
- L'idoneità dei tubi di iniezione impiegati.
- La possibilità di utilizzo del materiale di iniezione (lunghezza di iniezione è da adattare al tipo e dimensione del materiale di iniezione, alla compatibilità dei materiali, alla pressione di iniezione, ai raggi di posa e alla impermeabilità contro l'ingresso di boiaccia cementizia).
- Entrambe le estremità dei tubicini devono arrivare a tergo del rivestimento. Poco dopo il getto occorre verificare che i tubi siano liberi.
- I tubi di iniezione devono essere sufficientemente inglobati nel calcestruzzo così che sul lato esterno del tubo non si formino vie dove possa infiltrarsi l'acqua.

- Injektionsschläuche sind so einzubauen, dass sie gegen Auftrieb im Frischbeton gesichert sind. Der Abstand der Befestigungspunkte beträgt maximal 20 cm.
- Die Injektionsschläuche (z.B. Durchmesser, Länge) sind auf das vorgesehene Injektionsgut abzustimmen.
- Der Auftragnehmer muss vor Beginn der Arbeiten ein eigenes Injektionskonzept vorlegen.
- I tubi di iniezione sono da fissare di modo da sopportare la sotto spinta derivante dal calcestruzzo fresco. La distanza massima tra due punti di fissaggio è di 20 cm.
- I tubi di iniezione (p.es. diametro, lunghezza) vanno scelti in base al materiale di iniezione.
- L'Appaltatore deve presentare prima dell'esecuzione il proprio concetto di iniezione.

## 2.2.15. Firstspaltverfüllung

## 2.2.15. Colmataggio

### 2.2.15.1. Anforderungen

### 2.2.15.1. Requisiti

Die nach dem Betoniervorgang vorwiegend in der Firste verbleibenden Hohlräume sind nach ausreichender Erhärtung des Gewölbes, jedoch frühestens nach 70 Tagen nach dem Betonieren des betreffenden Blocks, mit einer stabilen Bindemittelsuspension auf Zementbasis zu verfüllen.

I vuoti che restano dopo il getto soprattutto in chiave di volta devono essere riempiti, dopo sufficiente indurimento del calcestruzzo, in ogni caso non prima di 70 giorni dal getto nel blocco interessato, con una sospensione stabile a base cementizia.

Eine stabile Bindemittelsuspension hat die Anforderungen gemäß Tabelle 5 zu erfüllen. Die Werte sind vor Beginn der Ausführung zu verifizieren.

La sospensione stabile a base cementizia deve rispettare i requisiti di cui alla Tab. 5. Questi valori sono da verificare prima di iniziare i lavori.

Anforderungen / Requisiti:	Prüfung / Prova:
Wasserbindemittelwert (w/z-Wert) max. 0,80 Rapporto acqua – cemento (a/c) max. 0,80	Rückröstung Asciugatura a fiamma
Dichte auf 1 g/l (= 1 kg/m <sup>3</sup> ) genau bestimmen Determinazione densità con precisione di 1 g/l (= 1 kg/m <sup>3</sup> )	1000 ml Messzylinder Cilindro graduato di 1000 ml
Wasserabsonderung max. 10 % nach 2 h / Essudazione max. 10% dopo 2 h	1000 ml Kolben / cilindro
Fließverhalten / Marshtrichter mind. 30 sec Scorrimento viscoso / Viscosità Marsh min. 30 sec.	Marshtrichter Cono di Marsh
Druckfestigkeit mind. 15 N/mm <sup>2</sup> oder 60 % der Innen-schalenbetondruckfestigkeit an der Einbaustelle nach 28 Tagen. Resistenza a compressione min. 15 N/mm <sup>2</sup> o 60% della resistenza dopo 28 giorni del rivestimento definitivo sul luogo di messa in opera.	Zylinder d = 10 mm / d:h = 1 Cilindri diam. 10 mm / d/h = 1

*Tabelle 5 Anforderungen an eine stabile Bindemittelsuspension*

*Tabella 5 Requisiti della sospensione cementizia stabile*

Bei bewehrten Innenschalen mit druckwasser-haltender Abdichtung ist auf eine entsprechende Verfüllung von Hohlräumen zwischen Abdichtung und bewehrtem Gewölbeteil zu achten. Neben dem Verfüllen des Firsthohlraums ist auch ein systematisches Verfüllen der Kämpfer, Ulmen und des Übergangs Sohle/ Gewölbe notwendig. Dadurch soll eine Beschädigung der Abdichtung durch freiliegende Bewehrung vermieden werden.

Nel caso di rivestimento armato va prestata attenzione al riempimento di vuoti tra impermeabilizzazione e parti d'opera armate. Potrebbe essere necessario provvedere, oltre a un'iniezione del colmo, anche ad un riempimento sistematico nella zona dei piedritti, reni e al contatto volta/platea-arco rovescio. Durante tale operazioni va evitato di danneggiare la guaina con eventuali ferri di armatura liberi.

### 2.2.15.2. Einbau

Die Verfüllung hat über Verfüllstutzen (mind. 5 je Block bzw. Abstand der Verfüllstutzen  $\leq 2,5$  m) in der Firste zu erfolgen. Der Abstand des Verfüllstutzens zur Blockfuge beträgt 1,5 – 2 m.

Die Stahlsplione werden während des Abbindevorgangs gezogen.

Zum Schutz der KDB werden im Bereich der Splione zusätzliche Schutzbahnen  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup> angebracht.

Bei der Firstspaltverfüllung ist darauf zu achten, dass kein Verfüllmaterial in die Drainage gelangt. Ggf. muss diese umgehend nach Abschluss der Firstspaltverfüllung gereinigt bzw. mittels Wasser freigespült werden.

Als Barriere gegen Auslaufen des Verfüllmaterials ist in der Pressfuge ein rundum laufender Schaumstoffstreifen einzubauen.

Bei Austritt an der Blockfuge muss der Verfüllvorgang unterbrochen werden und zu einem späteren Zeitpunkt fortgesetzt werden.

Die Injektion der stabilen Bindemittelsuspension in Übereinstimmung mit Kap. 2.2.15.1 beginnt am tiefsten und nächsten Punkt zur Blockfuge, an der eine Injektion möglich ist; anschließend wird nach oben weitergefahren bis zur Vervollständigung der Verfüllung. Der Injektionsdruck muss auf 1 bar am Injektionsmund beschränkt werden, oder an die statischen Anforderungen des Tunnels laut Angaben des Planers angepasst werden.

Der statische Holm des Schalwagens soll nicht in Firstmitte zu liegen kommen, da hier die Verfüllstutzen angebracht werden.

## 2.3. ENTWÄSSERUNGSARBEITEN

### 2.3.1. Teilsickerrohre, Mehrzweckrohre und Vollrohre

#### 2.3.1.1. Anforderungen

Die Drainage- und Entwässerungsrohre sind auf nachfolgende Einwirkungen dauerhaft (Nutzungsdauer) beständig:

- Saures und alkalisches Bergwasser
- Bergwasser mit hohem Sulfatgehalt (SO<sub>4</sub>: 3000 mg/l) und kohlensaure Bergwässer (HCO<sub>3</sub>: 900 mg/l)
- Zementhaltige und chemische Baustoffe mit hohem pH-Wert  $\geq 12,5$
- Temperaturbeständigkeit bis 45 °C Dauer-temperatur sowie Frosteinwirkung
- Hochdruckreinigung, Reinigungsdruck an der Düsenspitze:  $\geq 20$  MPa

### 2.2.15.2. Posa

Il riempimento deve essere realizzato in chiave di volta tramite tubi di iniezione (almeno 5 per blocco ovvero intervallo  $\leq 2,5$  m). La distanza dal giunto del blocco deve essere di 1,5 – 2 m.

Gli elementi utilizzati per lasciare il foro all'interno del rivestimento devono essere estratti.

Per proteggere la guaina di impermeabilizzazione dal punzonamento con i tubi in acciaio si posano delle pezze di guaina di protezione  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>.

Durante le operazioni di iniezione si deve prestare attenzione che il materiale di riempimento non finisca nelle tubazioni di drenaggio, che dovranno essere eventualmente pulite o lavate subito dopo i lavori.

Quale barriera contro la fuoriuscita di materiale di riempimento intorno al giunto sono da posare delle strisce di gommapiuma.

In caso di fuoriuscita in corrispondenza dei giunti tra i blocchi, l'iniezione deve essere interrotta e proseguita in un secondo momento.

Il processo di iniezione con sospensione stabile, in conformità al cap. 2.2.15.1, inizia in corrispondenza del punto più basso e più vicino al giunto del blocco in cui sia possibile l'iniezione e prosegue verso l'alto fino a completamento del riempimento. La pressione di iniezione deve essere limitata a 1 bar misurata a boccaforo, ovvero adattata alle caratteristiche statiche della galleria secondo indicazioni del progettista.

Gli elementi portanti della cassaforma non devono trovarsi in corrispondenza del colmo della calotta, per evitare conflitti con tubi di iniezione.

## 2.3. OPERE PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE

### 2.3.1. Tubi di drenaggio parziale, tubi multifunzione e tubi chiusi

#### 2.3.1.1. Requisiti

I tubi di drenaggio e scarico devono resistere alle seguenti azioni a cui sono costantemente soggetti nel corso della vita utile:

- Acque di falda acide e alcaline
- Acque di falda con alto contenuto di solfato (SO<sub>4</sub>: 3000 mg/l) e acido carbonico (HCO<sub>3</sub>: 900 mg/l)
- Materiali da costruzione contenenti cemento e sostanze chimiche con pH elevato  $\geq 12,5$
- Resistenza ad elevate e durature temperature fino a 45 °C e al gelo
- Pulizia ad alta pressione, pressione all'ugello:  $\geq 20$  MPa

- Kettenschleuderspülung, daher nur Vollwandrohre

#### Geometrische Anforderungen:

- Kreisrund und innen glatt
- Vollrohre:
  - Fahrbahnentwässerung: DN/OD  $\geq 315$
  - Falleitung Querschlag: DN  $\geq 300$
- Teilsickerrohre und Mehrzweckrohre
  - Ulmendrainage: Teilsickerrohr DN/OD  $\geq 250$
  - Sohl drainage: Mehrzweckrohr DN/OD  $\geq 250$
  - Sammelleitung: Mehrzweckrohr DN/OD  $\geq 315$
  - Schlitz: Schlitzbild in Anlehnung an DIN 4262 und DIN 4266. Schlitzbreite vorzugsweise 10 mm, mindestens 8 mm. Das Schlitzbild darf die Rohrstatik nicht unnötig schwächen. HDPE-Rohre sind die Schlitzöffnungen gerundet (kerbfrei) vorzusehen. Die max. Schlitzlänge eines Einzelschlitzes beträgt 1/8 des Rohrumfangs.

#### Konstruktive Ausbildung:

- Vollwandrohre, keine Verbundrohre
- Wassereintrittsfläche:
  - Teilsickerrohr – 220°:  $\geq 200 \text{ cm}^2/\text{m}$
  - Mehrzweckrohr 120°:  $\geq 100 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### Rohrmaterial:

- PP-Rohre SN 8 gemäß ÖNORM EN 1582 bzw. UNI EN 1582
- PE-HD-Rohre SN 8 gemäß ÖNORM EN 1266-1 bzw. UNI EN 1266-1.
- Reines HD-PE bzw. PP-Neumaterial ohne Füllstoffe zum HDPE oder PP-Ausgangsstoff, kein Rezyklat.
- Bei hohen Umgebungstemperaturen bzw. Betriebstemperaturen  $> 30 \text{ °C}$  oder Bildung von harten und stärkeren Kalkablagerungen sind Rohre aus PP vorzusehen.

Der Scheitel der Teilsicker-, Vollsicker- und Mehrzweckrohre muss gekennzeichnet sein.

Die Ringsteifigkeit am geschlitzten Rohr muss nach ÖNORM / UNI EN ISO 9969  $\geq 8,0 \text{ kN/m}^2$  betragen.

Es sind nur Rohre mit Muffen oder Doppelmuffen zu verwenden. Die Rohrverbindung bei Mehrzweckrohren muss im nicht geschlitzten Rohrbereich wasserdicht (nach DIN 4262-1) sein. Weder an der Muffe noch an den Spitzenden darf die Wanddicke des Rohres unterschritten werden.

Ein Abfasen der Kanten für das Einschleiben ist zulässig.

- Pulizia con raschiatore a catena, quindi solo tubi a parete piena

#### Requisiti geometrici:

- Forma circolare e superficie interna liscia
- Tubi chiusi:
  - Drenaggio della piattaforma: DN/OD  $\geq 315$
  - Tubazione cunicolo trasversale: DN  $\geq 200$
- Tubi a drenaggio parziale e tubi multifunzione
  - Drenaggio dei piedritti: dreno parziale DN/OD  $\geq 250$
  - Drenaggio del fondo: tubo multifunzione DN/OD  $\geq 250$
  - Tubo collettore: tubo multifunzione DN/OD  $\geq 315$
  - Fessure: predisposizione di fessure in conformità alla DIN 4262 e DIN 4266. Larghezza delle fessure preferibilmente 10 mm, min. 8 mm. Le fessure non devono indebolire il tubo. Nei tubi in PEAD le fessure devono essere arrotondate. La lunghezza di una singola fessura deve essere pari al max. 1/8 della circonferenza del tubo.

#### Caratteristiche:

- Tubo a parete piena e non multistrato
- Sviluppo/Superficie di captazione:
  - Dreno parziale - 220°:  $\geq 200 \text{ cm}^2/\text{m}$
  - Tubo multifunzione - 120°:  $\geq 100 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### Materiale grezzo:

- Tubi in PP SN 8 in conformità alla norma UNI EN 1852 ovvero ÖNORM EN 1852
- Tubi in PE-HD SN 8 in conformità alla norma UNI EN 1266-1 ovvero ÖNORM EN 1266-1.
- Tubi in HD-PE ovvero PP in materiale puro senza riempitivi; HDPE o PP, materia prima senza utilizzo di materiale riciclato.
- In caso di alte temperature ovvero temperature d'esercizio  $> 30 \text{ °C}$  o di formazione di depositi calcarei duri e spessi sono previsti tubi in PP

I tubi a drenaggio parziale, totale o multifunzione devono essere marcati.

La rigidità anulare del tubo fessurato deve essere, in conformità alla norma UNI / ÖNORM EN ISO 9969,  $\geq 8,0 \text{ kN/m}^2$ .

Si devono utilizzare tubi con giunti a bicchiere o a doppio bicchiere. Il collegamento dei tubi a drenaggio multifunzione deve essere a tenuta nel tratto non fessurato (secondo la DIN 4262-1). Lo spessore della parete del tubo non deve mai essere ridotto, né in corrispondenza del bicchiere né delle estremità.

È consentito smussare gli angoli per agevolare l'inserimento dei tubi tra loro.

Die Versuchsdurchführung zur Prüfung der Hochdruckreinigungsbeständigkeit von Rohren hat gemäß CEN/TR 14920, unter Berücksichtigung der in der Anlage C angeführten abweichenden und ergänzenden Parameter zu erfolgen.

Die Versuchsdurchführung zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegenüber den Reinigungsvorgängen mit dem Kettenschleuderspülkopf erfolgt nach Anlage C.

#### 2.3.1.2. Einbau

Das Gefälle muss mindestens 0,4 % betragen. Nur in Ausnahmefällen und mit Zustimmung des Auftraggeber/BL kann davon abgewichen werden.

Eine satte Auflagerung und Betonbettung, mindestens zu den Kämpfern bei Vollrohren oder bis zu den Sickeröffnungen bei Mehrzweckrohren und Teilsickerrohren, ist vorzusehen.

Für Auflagerung und Bettung der Drainagerohre ist Beton der Sorte X0 (A) F38 / GK 16 zu verwenden. Zementart: CEM III/B, CEM II + AHWZ (mit einem Mischungsverhältnis, dass der Portlandzement-klinkeranteil 20 – 35 Masse-% beträgt) oder Sulfathüttenzement.

Im Bereich der Schächte dürfen in der durchlaufenden Fließsohle keine Höhengsprünge ausgeführt werden.

Die Bettung darf nicht den geschlitzten/gelochten Bereich berühren.

Zur Gewährleistung der Formstabilität der Rohre müssen diese im Ulmenbereich der Tunnelauskleidung (Bankett oder Sohlplatte) fixiert sein. Während der Betonierarbeiten müssen die notwendigen Maßnahmen gegen eine Hebung getroffen werden.

Die Richtungswechsel der Drainagerohrleitungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken und erfolgen in der Regel mit einem Winkel von 15° und nur in Ausnahmefällen, nach Genehmigung durch den Auftraggeber/BL, unter 45°.

#### 2.3.2. Drainagekörper

Drainagekörper aus ungebundenen, gerundetem Kies,

- bei Ulmendrainage: Korngruppe  $\geq 16/32$
- bei Sammelleitung und Sohlfilter: Korngruppe  $\geq 16/45$
- Korngruppenkategorie nach EN 12620, Unterkorn gemäß Kategorie GC 90/15, Frostklasse F2. Gebrochenes Material ist gut zu runden; siehe auch Anlage C.

#### 2.3.3. Entwässerungsrigole

Die Entwässerungsrigolen seitlich der Fahrbahn müssen den Einwirkungen der Verkehrslasten standhalten.

La prova di resistenza al lavaggio ad alta pressione dei tubi deve essere eseguita, ai sensi della CEN/TR 14920, in considerazione dei parametri di cui all'allegato C.

La prova di resistenza alla pulizia con raschiatore a catena deve essere eseguita in conformità all'allegato C.

#### 2.3.1.2. Posa

La pendenza deve essere almeno dello 0,4 %, e può variare solo in casi eccezionali e con l'approvazione di Committente/DL.

Per la posa vanno previsti un letto di calcestruzzo ed un corretto rinfiacco che raggiunga almeno la quota delle imposte delle tubazioni nel caso dei tubi chiusi e la quota inferiore delle fessure o dei fori nel caso di tubi multifunzione ed a drenaggio parziale.

Per il rinfiacco e il letto di appoggio dei tubi di drenaggio si deve utilizzare calcestruzzo rispondente alle seguenti caratteristiche: X0 (A) F38 /  $D_{max}$  16. Cemento: CEM III/B, CEM II + additivi ad attività idraulica latente (con rapporto di miscelazione che comprenda clinker di cemento Portland 20 – 35 %) o cemento sovrasolfatato.

In prossimità dei pozzetti non possono essere creati salti di quota rispetto al piano di scorrimento.

Il rinfiacco del tubo non può interferire con la superficie fessurata o forata.

Per la stabilità dimensionale delle tubazioni, queste devono essere fissate al piedritto del rivestimento della galleria (banchina o platea). Durante il getto devono essere attuate le necessarie misure contro il sollevamento.

I cambi di direzione delle condotte di drenaggio sono da limitare al minimo e sono di regola effettuati con angoli a 15° e solo in casi eccezionali, previa approvazione di Committente/DL, a 45°.

#### 2.3.2. Corpi drenanti

Corpo drenanti in ghiaia non legata, arrotondata,

- per il drenaggio dei piedritti: granulometria  $\geq 16/32$
- per collettori e filtri sul fondo: granulometria  $\geq 16/45$
- Categoria granulometrica conforme a EN 12620, granulometria inferiore GC 90/15, classe di resistenza al gelo F2. Il materiale frantumato deve essere ben arrotondato; vedi anche All. C.

#### 2.3.3. Canalette

Le canalette ai lati della carreggiata devono resistere alle azioni trasmesse dai carichi stradali.

Diese Bauelemente können bestehen aus:

- L-förmigen Rigolen laut Projektplänen; die Höhe der Rigole ergibt sich beim Betonieren der Fahrbahnauflager. Der Anschluss zwischen Rigole und Schwarzschiicht muss so ausgeführt werden, dass sich keine Stabilitätsprobleme für die Transportfahrzeuge ergeben und dass es zu keinerlei Behinderung eines freien Abflusses der Fahrbahnwässer zum seitlichen Sammelschacht kommt.
- U-förmige Rigolen in Polymer-Beton mit geschlitztem Gitterrost aus Gusseisen als Abdeckung; der Typ und die Abmessungen sind in den Projektplänen dargestellt. Dieses Bauelement muss in die Auflagerstruktur der Fahrbahn (Sohlplatte oder Magerbetonfüllung) eingelassen werden.

Gli elementi potranno essere costituiti da:

- Cunette sagomate a L, secondo gli elaborati di progetto; l'altezza della canaletta sarà ricavata nel getto della fondazione della pavimentazione. Il raccordo tra la cunetta e gli strati dei neri dovrà essere eseguito in modo che non si creino problemi di stabilità ai mezzi in transito e non vi siano impedimenti al normale defluire dell'acqua dalla pavimentazione all'elemento marginale di raccolta.
- Canalette sagomate a U in calcestruzzo polimerico, con griglie a fessura realizzate in ghisa sferoidale come copertura; la tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto. L'elemento dovrà essere posato nella struttura di fondazione della pavimentazione (soletta strutturale o riempimento in cls magro).

## 2.4. BETONARBEITEN

### 2.4.1. Allgemein

#### 2.4.1.1. Geltungsbereich

Es werden in diesem Dokument Regelungen für die Herstellung folgender Betonbauteile getroffen:

- Innenschale
- Widerlager
- Sohle (Sohlplatte, Sohlgewölbe)
- Bankett (Gehweg)
- Trennwände Querschlagsbereich

#### 2.4.1.2. Tunnelkonstruktion

Für den Tunnelausbau sind folgende Baumethoden vorgesehen:

## 2.4. LAVORI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

### 2.4.1. Generalità

#### 2.4.1.1. Validità

Nel presente capitolo si definiscono le regole per l'esecuzione delle seguenti parti d'opera in conglomerato cementizio:

- Rivestimento definitivo
- Fondazioni
- Platea e arco rovescio
- Banchina (marciapiede di servizio)
- Pareti di separazione dei cunicoli trasversali

#### 2.4.1.2. Metodi costruttivi della galleria

Per le opere di rivestimento sono previsti i seguenti metodi costruttivi:

Zyklisch (Inkl. Tagbauten) / TBM-O Scavo tradizionale (incl. Gallerie artificiali) / TBM aperta		TBM-S TBM scudata	
Spritzbetonaußenschale Rivestimento esterno in betoncino proiettato		Tübbingschale Rivestimento in conci	
Gewölbebereich / Zona Volta	Sohle und besondere Bauwerke / Platea e altre strutture particolari	Bei Einschalige Ausbau/ Per Costruzione ad anello singolo:	Bei Zweischalige Ausbau <sup>2)</sup> / Per Costruzione ad anello doppio <sup>1)</sup> :
Abdichtungssystem (KDB) / Sistema di impermeabilizzazione (KDB)  +	Profilbänder / Waterstop  +	Dichtungsrahmen / Giunti di impermeabilizzazione	Dichtungsrahmen und Abdichtungssystem (KDB) / Giunti di impermeabilizzazione e Sistema di imp. (KDB)  +
Innenschale (unbewehrt oder bewehrt) / Rivestimento definitivo (armato o non armato)	WDI <sup>1)</sup> / Rivestimento impermeabile <sup>1)</sup> definitivo		Innenschale (unbewehrt oder bewehrt) <sup>1)</sup> / Rivestimento definitivo (armato o non armato)

Tabelle 6 Tunnelkostruktion

Tabella 6 Metodi costruttivi della galleria

1) In ausgewählten Bereichen kann bei einer Tübbingschale eine Innenschale angeordnet werden. Für weitere Details wird auf das Kapitel 2.4.1.4 verwiesen.

1) In alcune zone con rivestimento in conci è possibile posare il rivestimento definitivo. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 2.4.1.4.



### 2.4.1.3. Grundsätzliches

Es gilt die EN 1992-1-1 soweit in der Folge keine Abweichungen dazu festgelegt werden.

Gemäß des derzeitigen Wissensstand, der geografischen Lage der Baustelle sowie des Typs des Bauwerks wurden die Expositionsclassen X0, XC3 – XC4, XF3 und XA1 – XA2 behandelt.

Der Nachweis der Betoneigenschaften erfolgt nicht nach dem Prinzip der Betonleistungsfähigkeit gemäß EN 206, Pkt. 5.3.2.

Für die Herstellung von Innenschalenbeton sind verschiedene Anforderungen zu beachten, die zum Teil gegenläufig sind. Einerseits wird zur Erzielung eines möglichst frühen Ausschalzeitpunktes im Zusammenhang mit rascher Festigkeitsbildung eine ausreichend hohe Temperaturentwicklung des Betons als notwendig erachtet, auf der anderen Seite wird dadurch aber die Entstehung von Rissen gefördert. Besondere Anforderungen an Expositionsclassen wie XA oder XF können ebenfalls hohe Betontemperaturen und damit Risse bewirken. Zu langsam ablaufende Reaktionen verlängern die Ausschalfrist und behindern damit den Bauablauf. Die richtige Betonzusammensetzung für Innenschalenbeton erfordert die Optimierung der Betonausgangsstoffe sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht, um die maßgebenden Anforderungsbereiche wie:

- Verarbeitbarkeit
- Ausschalfrist und Ausschalfestigkeit
- Vermeidung von Rissen
- Gebrauchseigenschaften

durch günstigen Voraussetzungen zu erreichen.

Die Anforderungen für XC3 und XC4 werden in diesem Dokument gesondert definiert und am Festbeton durch die Prüfung der Wassereindringtiefe geprüft. Diese Anforderungen stellen eine hohe Gefügedichte des Betons bei entsprechender Verdichtung sicher. Dies führt zu einer geringeren Eindringgeschwindigkeit und Eindringtiefe von betonschädlichen Stoffen.

### 2.4.1.4. Auswahlkriterien des Regelprofils mit zweischaligem Ausbau bei Schild-TBM

Es wird auf die Angaben des Dokuments [8] verwiesen.

### 2.4.2. Ausgangsstoffe

Ausgangsstoffe sind gemäß [6] zu prüfen. Für die Betonausgangsstoffe ist ein CE-Zeichen erforderlich.

#### 2.4.2.1. Bindemittel

##### 2.4.2.1.1 Zement

Es sind Zemente, die der EN 197-1 entsprechen, zu verwenden.

### 2.4.1.3. Criteri generali

Vale la EN 1992-1-1 se in seguito non sono evidenziati scostamenti.

In relazione ai dati disponibili ed all'ubicazione ed il tipo di opera, di seguito si considerano le classi di esposizione X0, XC3 – XC4, XF3 e XA1 – XA2.

La verifica delle caratteristiche del cls non avviene in ottemperanza al principio del valore limite per la composizione, come dalla EN 206, par. 5.3.2.

Per la produzione di rivestimenti definitivi in calcestruzzo si deve tenere conto di diversi requisiti, a volte in contrasto tra loro. Se da un lato una temperatura sufficientemente alta del calcestruzzo è necessaria per minimizzare i tempi di scasseratura, legati allo sviluppo della resistenza, dall'altro un'eccessiva temperatura favorisce la formazione di fessure. Inoltre, i particolari requisiti richiesti per classi di esposizione come la XA e la XF potrebbero causare alte temperature nel calcestruzzo e di conseguenza provocare fessurazioni. Reazioni troppo lente prolungano i tempi di scasseratura, ritardando l'andamento dei lavori. Per una giusta composizione del calcestruzzo per il rivestimento definitivo è necessario ottimizzare i componenti utilizzati, sia dal punto di vista qualitativo che da quello quantitativo, al fine di ottenere i migliori presupposti in relazione ai principali requisiti, quali:

- Lavorabilità
- Tempi di scasseratura e resistenza al disarmo
- Eliminazione delle fessure
- Proprietà richieste

I requisiti per XC3 e XC4 vengono definiti separatamente nel presente documento e verificati sul calcestruzzo indurito attraverso la verifica della profondità di penetrazione dell'acqua. Questi requisiti sono garantiti da un'elevata compattezza strutturale del cls. Questo riduce la velocità e la profondità di penetrazione di sostanze nocive per il calcestruzzo.

### 2.4.1.4. Criteri per la scelta di sezioni tipo a doppio anello con TBM scudata

Si rimanda alle indicazioni ripostate nel documento [8].

### 2.4.2. Componenti

I materiali componenti devono essere controllati secondo [6]. Per i componenti del calcestruzzo è necessario il marchio CE.

#### 2.4.2.1. Legante

##### 2.4.2.1.1. Cemento

Si deve utilizzare cemento conforme alla norma EN 197-1.

Für Beton der Expositionsklassen X0, XC1 – XC4, XF1 – XF3 und XA1 – XA2 sind folgende Zementsorte zulässig:

- CEM I
- CEM II/A-S
- CEM II/A-V
- CEM II/A-W
- CEM II/A-L
- CEM II/A-M
- CEM II/A-D
- CEM II/B-S
- CEM II/B-V
- CEM II/B-M
- CEM III/A

Für die Expositionsklassen XA1 und XA2 (treibender Angriff durch Sulfat) ist Zement mit einem C<sub>3</sub>A-Gehaltes des Klinkers von max. 0% zulässig (charakteristischer Wert). Dieser Zement wird als C<sub>3</sub>Afreier Zement bezeichnet. Ergibt eine Prüfung des C<sub>3</sub>A-Gehaltes am Zement einen höheren C<sub>3</sub>A-Gehalt, aber unter 1,0% so ist der Nachweis durch Prüfung des Klinkers zu erbringen. Es ist dem Auftraggeber/BL der Zutritt zum Zementwerk für eine Probenahme im Rahmen der Identitätsprüfungen zu sichern.

Wird der charakteristische Wert überschritten und der Grenzwert für Einzelwerte eingehalten, so ist eine weitere Probe zu ziehen. Bei dieser Probe muss der charakteristische Wert eingehalten werden.

Für treibenden Angriff ist für den Zement der C<sub>3</sub>A-Gehalt nachzuweisen. Die Berechnung des C<sub>3</sub>A-Gehaltes hat gemäß der folgenden Formel zu erfolgen:

$$C_3A = 2,65 * Al_2O_3 - 1,69 * Fe_2O_3$$

Für Beton der Expositionsklasse XA1 und XA2 darf kein Zement mit dem Hauptbestandteil „Kalkstein“ gemäß EN 197-1 verwendet werden (z.B. CEM II/A-L oder CEM II/A-M (S-L)).

Die Eignung des Zementes ist durch Vorlage einer entsprechenden Kennzeichnung (CE-Zeichen) nachzuweisen. Ist der Nachweis des C<sub>3</sub>A-Gehaltes erforderlich, so ist dieser versuchstechnisch nachzuweisen.

Der Blaine-Wert des Zementes ist anzugeben. Der Variationskoeffizient des Blaine-Wertes darf max. 5 % schwanken. Die Abweichung vom angegebenen Wert darf max. ± 400 cm<sup>2</sup>/g betragen.

Per calcestruzzo delle classi di esposizione X0, XC1 – XC4, XF1 – XF3 e XA1 – XA2 sono ammessi i seguenti tipo di cemento:

- CEM I
- CEM II/A-S
- CEM II/A-V
- CEM II/A-W
- CEM II/A-L
- CEM II/A-M
- CEM II/A-D
- CEM II/B-S
- CEM II/B-V
- CEM II/B-M
- CEM III/A

Per le classi di esposizione XA1 e XA2 (attacco solfatico) è ammesso cemento con contenuto massimo C<sub>3</sub>A del clinker dello 0% (valore caratteristico), che si definisce privo di C<sub>3</sub>A. Se dalla prova del dosaggio di C<sub>3</sub>A sul cemento risulta un valore maggiore di C<sub>3</sub>A, tuttavia inferiore all'1,0%, si deve eseguire una prova con controllo del clinker. Si deve garantire che Committente/DL abbia accesso allo stabilimento di produzione del cemento per campionatura nell'ambito delle prove di identità.

Se il valore caratteristico viene superato rispettando tuttavia il valore limite per i singoli casi, si deve eseguire un'ulteriore verifica, in cui deve essere rispettato il valore caratteristico.

Per le situazioni di attacco chimico si deve verificare il contenuto di C<sub>3</sub>A nel cemento. Il contenuto di C<sub>3</sub>A si calcola utilizzando la seguente formula:

$$C_3A = 2,65 * Al_2O_3 - 1,69 * Fe_2O_3$$

Per calcestruzzo con classe di esposizione XA1 e XA2 non può essere utilizzato cemento il cui materiale componente principale contenga calcare, secondo la EN 197-1 (per es. CEM II/A-L o CEM II/A-M (S-L)).

L'idoneità del cemento deve essere accertata con apposita certificazione (marchio CE). Se necessario il contenuto di C<sub>3</sub>A deve essere certificato con prove.

Si deve indicare il coefficiente di finezza Blaine del cemento. La variazione della finezza Blaine può oscillare entro il 5 %; è consentita una differenza massima di ± 400 cm<sup>2</sup>/g rispetto al valore indicato.

#### 2.4.2.1.2 Zusatzstoffe

Material, welches fein in den Beton eingemischt wird mit dem Zweck, gewisse Eigenschaften zu verbessern und spezielle Eigenschaften zu erzielen. Die Norm UNI EN 206-1:2006 berücksichtigt zwei Typen von anorganischen Zusatzstoffen:

- praktisch inerte Zusatzstoffe (Typ I)
- Hochofenzusätze oder solche mit verdeckten hydraulischen Aktivitäten (Typ II)

Es dürfen nur Zusatzstoffe der Type II verwendet werden. Zusatzstoffe der Type II müssen der EN 450, EN 13263 oder ÖN B 3309 entsprechen. Die Verwendung von Zusatzstoffen gemäß ÖN B 3309 entspricht weder der UNI11104 noch der UNI EN 260-1.

Die Anrechenbarkeit für Zusatzstoffe hat gemäß EN 206 zu erfolgen. Eine Anwendung eines höheren k-Wertes ist zulässig, allerdings ist dieser versuchstechnisch nachzuweisen (siehe Anlage D, Pkt. D3 4)

Weiters sind in diesem Fall die folgenden Mengen des Zusatzstoffgehaltes im Bindemittel (Zement+Zusatzstoff) für die Berechnung des w/z-Wertes oder w/b-Wertes einzuhalten:

- Der Anteil im Bindemittel (Zement + Zusatzstoff) darf max. 25 %, bei Verwendung von CEM I betragen.
- Der Anteil im Bindemittel (Zement + Zusatzstoff) darf max. 20 %, bei Verwendung von CEM II/A 42,5 betragen.
- Der Anteil im Bindemittel (Zement + Zusatzstoff) darf max. 15 %, bei Verwendung von CEM II/A 32,5 betragen.
- Der Anteil im Bindemittel (Zement + Zusatzstoff) darf max. 10 %, bei Verwendung von CEM II/B 42,5 betragen.
- Für die Verwendung in Beton der Sorte XA1 oder XA2 bei treibendem Angriff die Sulfatbeständigkeit des Zusatzstoffes durch Prüfung gemäß ÖN B 3309 (Koch-Steinegger-Verfahren) nachgewiesen wird.

#### 2.4.2.2. Gesteinskörnung

Als Zuschlagstoff ist aufbereitetes Tunnelausbruchmaterial oder Fremdmaterial aus Schottergruben zugelassen.

Die Gesteinskörnung muss den Anforderungen gemäß EN 12620 der folgenden Tabelle entsprechen. Sowie im Bezug auf gefährliche Inhaltsstoffen und dem Nachweis der Alkali-Aggregat-Reaktion sind die entsprechenden nationalen Anforderungen am Einbauort einzuhalten.

#### 2.4.2.1.2. Aggiunte

Materiale finemente suddiviso usato nel calcestruzzo allo scopo di migliorare certe proprietà o di ottenere proprietà speciali. La norma UNI EN 206-1:2006 considera due tipi di aggiunte inorganiche:

- aggiunte praticamente inerti (tipo I);
- aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente (tipo II).

Sono consentite solo aggiunte del tipo II, conformi alla EN 450, EN 13263 o ÖN B 3309. L'utilizzo di aggiunte conformi alla ÖN B 3309 non è conforme né alla UNI11104 né alla UNI EN 260-1.

Il calcolo degli additivi deve essere eseguito in conformità alla EN 206. È ammesso un valore k superiore; ma il valore deve essere accreditato tramite prove (vedi allegato D, par. D3 4).

In aggiunta, in questo caso devono essere rispettate le quantità seguenti di additivi contenuti nel legante (cemento+additivo), per il calcolo del rapporto, rispettivamente a/c e a/l:

- La frazione massima di legante è il 25 % del legante (cemento + aggiunta) con cemento di tipo CEM I.
- La frazione massima di legante è il 20 % del legante (cemento + aggiunta) con cemento di tipo CEM II/A è del 42,5%.
- La frazione massima di legante è il 15 % del legante (cemento + aggiunta) con cemento del tipo CEM II/A è del 32,5%.
- La frazione massima di legante è il 10 % del legante (cemento + aggiunta) con cemento del tipo CEM II/B è del 42,5%.
- Per l'utilizzo con calcestruzzo del tipo XA1 o XA2 con attacco chimico, la resistenza ai solfati dell'aggiunta deve essere testata con prova conforme alla ÖN B 3309 (metodo Koch-Steinegger).

#### 2.4.2.2. Aggregati

Come aggregato è ammesso materiale di scavo trattato o materiale da cava.

L'aggregato deve essere conforme ai requisiti della EN 12620 riportate nella seguente tabella e, per quanto concerne componenti pericolosi e la verifica della reazione alcali-aggregati, ai requisiti nazionali vigenti sul luogo di utilizzo.

<b>Anforderung gemäß EN 12620 / Requisiti secondo la EN 12620</b>	
<b>Beschreibung /Descrizione</b>	<b>Werte / Valori</b>
Siebe zur Festlegung der Korngruppen / Setaccio per la misurazione del gruppo granulometrico	0,063, 0,125, 0,25, 0,50, 1, 2, 4, 5,6, 8, 11, 16, 22, 32, 45
Kornzusammensetzung gemäß EN 933-1 / Classe granulometrica secondo la EN 933-1	Grob / grossolana: G <sub>c</sub> 90/15, fein / fine G <sub>r</sub> 85
Verminderte Grenzabweichung für die vom Hersteller angegeben typischen Kornzusammensetzung von feinen Gesteinskörnungen / Scostamento ridotto dai valori limite dati dal costruttore per la classe granulometrica tipica di granuli fini	gemäß / conforme a EN 12620, Tab. C.1
Plattigkeit und Kornform (grobe Gesteinskörnungen) gemäß EN 933-3 oder EN 933-4 / Appiattimento e forma dei granuli (aggregato grosso) secondo le EN 933-3 e EN 933-4	Sl <sub>40</sub> und Fl <sub>35</sub>
Muschelschalengehalt / Contenuto di conchiglie	SC <sub>10</sub> <sup>1)</sup>
Gehalt an Feinanteilen / Contenuto di fini	<u>Grob / grossolana:</u> f <sub>1,5</sub> <u>Fein / fine:</u> f <sub>3</sub>
Qualität der Feinanteile / Qualità dei fini	Bestanden <sup>2)</sup> / superato <sup>2)</sup>
Kornrohddichte gemäß EN 1097-6 / Peso specifico apparente del granulo ai sensi della EN 1097-6	Mindestens / minimo 2,30 Mg/m <sup>3</sup> , Schwankung / oscillazione max. 0,03 Mg/m <sup>3</sup>
Frost-Tauwiderstand grobe Gesteinskörnung gemäß EN 1367-1/ Resistenza a gelo e disgelo frazione granulometrica grossolana ai sensi della EN 1367-1	F2
Raumbeständigkeit-Schwinden gemäß EN 1367-4 / Degradabilità-ritiro ai sensi della EN 1367-4	Bestanden <sup>3)</sup> / superato <sup>3)</sup>
Alkali-Kieselsäure-Reaktivität / Reattività alcali silice	EN 932-3, UNI 8520-22 Die Prüfung gemäß UNI 8520-22 ist zumindest einmal durchzuführen. Weitere monatliche Prüfungen sind nur durchzuführen wenn die Prüfung gemäß EN 932-3 Hinweise auf ASR-reaktive Inhaltstoffe ergibt. Le prove secondo UNI 8520-22 devono essere condotte almeno una volta. Se le prove secondo la EN 932-3 indicano potenziale reattività di componenti o minerali, devono essere eseguite prove aggiuntive ogni mese.
Chlorid / Cloruro EN 1744-1, Pkt. 7	≤ 0,01%
Säurelösliches Sulfat / Solfati solubili in acido EN 1744-1, Pkt. 12	AS <sub>0,8</sub>
Gesamtschwefelgehalt / Contenuto totale di Zolfo EN 1744-1, Pkt. 11	S ≤ 1,0 % S ≤ 0,1 % bei Anteilen an Eisensulfid / con frazione di solfuro ferroso
Humusgehalt gemäß EN 1744-1, Pkt. 15.1 / Contenuto di sostanza organica ai sensi della EN 1744-1 punto 15.1	Bestanden / superato
Fulvosäure gemäß EN 1744-1, Pkt. 15.2 / Acido fulvico ai sensi della EN 1744-1 punto 15.2	Bestanden / superato
Druckfestigkeitsprüfung – Erstarrungszeit gemäß EN 1744-1, Pkt. 15.3 / Verifica della resistenza a compressione – tempo di presa ai sensi della EN 1744-1 punto 15.3	Bestanden / superato

<b>Anforderung gemäß EN 12620 / Requisiti secondo la EN 12620</b>	
<b>Beschreibung /Descrizione</b>	<b>Werte / Valori</b>
Leichtgewichtige organische Verunreinigungen gemäß EN 1744-1, Pkt. 14.2 / Impurità organiche leggere ai sensi della EN 1744-1 Punto 14.2	feine Gesteinskörnung / Classe granulometrica fine: ≤ 0,5%-M grobe Gesteinskörnung / Classe granulometrica grossolana: ≤ 0,1 %-M
Nachweis, dass keine gefährlichen Stoffe enthalten sind, gemäß den Anforderungen der UNI 8520. / Certificazione dell'assenza di sostanze pericolose ai sensi della UNI 8520.	Bestanden / superato

*Tabelle 7      Anforderungen an die Gesteinskörnung gemäß EN 12620*

*Tabella 7      Requisiti per gli aggregati secondo la EN 12620*

- 1) Bei Gesteinskörnungen, mit denen langjährige positive Erfahrung bei der Betonherstellung vorliegt gilt SC<sub>10</sub> ohne gesonderten Nachweis als erfüllt.
- 2) „Bestanden“ bedeutet, dass Gesteinskörnungen die Anforderungen der UNI 8520-2, Kapitel 4.5 erfüllen
- 3) Für Gesteinskörnungen, mit denen langjährige positive Erfahrung bei der Betonherstellung vorliegt gilt die Anforderung ohne Nachweis als bestanden.

Gefrorene Gesteinskörnungen dürfen nicht verwendet werden. Die Temperatur der Gesteinskörnungen muss vor der Mischanlage mind. + 3 °C betragen.

Die Eignung der Gesteinskörnung ist durch Vorlage eines Prüfberichtes einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen.

#### **2.4.2.3. Zusatzmittel**

Es sind nur Zusatzmittel zulässig die der EN 934-2 entsprechen. Die Eignung der Zusatzmittel ist durch Vorlage eines Prüfberichtes einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen. Die Verwendung von Frostschutzmittel ist nicht zulässig.

Als Nachweis der Verträglichkeit von Luftporenbildnern mit anderen Zusatzmitteln (FM, BV, LP, VZ) ist ein Nachweis einer akkreditierten Prüfstelle vorzulegen.

#### **2.4.2.4. Anmachwasser**

Als Anmachwasser ist Wasser oder Restwasser aus der Betonherstellung zulässig, das der EN 1008 entspricht. Dies ist durch einen Prüfbericht einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen.

#### **2.4.3. Betonklassen**

##### **2.4.3.1. Druckfestigkeitsklassen**

Die in der folgenden Tabelle festgelegten Druckfestigkeitsklassen sind für die Betone zu verwenden, sofern die Anforderungen an die Expositionsklasse keine höhere Festigkeitsklasse erfordert:

- 1) Per inerti per cui esiste una lunga esperienza positiva nella produzione del calcestruzzo il requisito SC<sub>10</sub> si considera soddisfatto senza verifiche specifiche.
- 2) “Superato” significa che l’aggregato risponde ai requisiti del punto 4.5 della norma 8520-2
- 3) Per inerti per cui esiste una lunga esperienza positiva nella produzione del calcestruzzo il requisito si considera soddisfatto senza verifica.

Non possono essere utilizzati aggregati gelati. La temperatura minima degli aggregati prima della miscelazione deve essere di + 3 °C.

L’idoneità degli aggregati deve essere accertata da un laboratorio accreditato tramite relazione di controllo.

#### **2.4.2.3. Additivi**

Sono consentiti solo additivi conformi alla EN 934-2. L’idoneità degli additivi dovrà essere accertata da un laboratorio accreditato e dimostrata mediante apposito certificato. Non è consentito l’utilizzo di prodotti antigelo.

Per dimostrare la compatibilità degli additivi aeranti con altri additivi (FM, BV, LP, VZ) deve essere presentata una certificazione.

#### **2.4.2.4. Acqua d’impasto**

Per l’impasto si può utilizzare acqua o acqua riciclata proveniente dalla produzione del calcestruzzo, conforme all’EN 1008. La conformità deve essere certificata con relazione di un laboratorio accreditato.

#### **2.4.3. Classi di calcestruzzo**

##### **2.4.3.1. Classe di resistenza a compressione**

Per i calcestruzzi, devono essere utilizzate le classi di resistenza a compressione indicate nella seguente tabella, nella misura in cui non siano richieste classi di resistenza superiori per la classe di esposizione:

Betonsorte / Classe di calcestruzzo	Verwendung / Utilizzo
C12/15	Sauberkeitsschichten / Sottofondi
C16/20	Füllbeton / Calcestruzzo per riempimenti
C25/30	Bankettbeton / Calcestruzzo per banchina
C30/37	Für Innenschalen / Calcestruzzo per rivestimento definitivo
C30/37	Beton für Trennwände (zu Querschlag) / Calcestruzzo per le pareti di separazione (cunicoli trasversali di collegamento)

Tabelle 8 Druckfestigkeitsklassen

Tabella 8 Classi di resistenza a compressione

Die Druckfestigkeit ist auf 15 cm Würfel bezogen und mit dieser Probekörpergröße auch nachzuweisen.

La classe di resistenza va verificata su cubetti di 15 cm di lato.

Das Prüfalter beträgt 28 Tage. Von 28 Tagen abweichende Prüfalter sind in der Betonsortenbezeichnung durch die Angabe des Alters in Klammer hinter der Würfel Druckfestigkeit anzugeben. Die Lagerung der Würfel hat gemäß EN 12390-2 zu erfolgen. Die Beurteilung der Konformität erfolgt gemäß EN 206.

I provini devono essere maturati a 28 giorni. Tempi di maturazione diversi da 28 giorni devono essere indicati nella denominazione del tipo di calcestruzzo. La conservazione dei cubetti deve essere conforme alla EN 12390-2. La valutazione della conformità si esegue ai sensi della EN 206.

#### 2.4.3.2. Schwinden

#### 2.4.3.2. Ritiro

Für Beton in Bauteilen muss das Schwinden mit Hilfe von entsprechenden Zusatzmitteln auf einen maximal zulässigen Wert von 0,015 % in 90 Tagen eingeschränkt werden.

Per i calcestruzzi negli elementi strutturali il ritiro deve essere limitato attraverso appositi additivi ad un valore massimo pari allo: 0.015 % a 90 gg.

Es obliegt ausschließlich dem Auftragnehmer die Rezeptur dahingehend anzupassen und die nötigen Zusätze vorzusehen, um diese Vorgaben zu erfüllen.

È onere esclusivo dell'Appaltatore adattare il mix-design e prevedere le necessarie aggiunte onde rispettare il raggiungimento di questo requisito.

#### 2.4.3.3. Chemischer Angriff

#### 2.4.3.3. Attacco chimico

Die Grenzwerte (abweichend von der EN 206) für die einzelnen Expositionsklassen des chemischen Angriffs sind in der folgenden Tabelle enthalten:

La seguente tabella riporta i valori limite (in deroga alla EN 206) per le classi di esposizione all'attacco chimico:

		XA1	XA2	XA3
<b>Grundwasser - Bergwasser / Acqua di falda, acque di montagna</b>				
SO <sub>4</sub> mg/l	EN 196-2	≥ 200 – ≤ 600	> 600 – ≤ 3000	> 3000 – ≤ 6.000
pH-Wert	ISO 4316	≤ 6,5 – ≥ 5,5	< 5,5 – ≥ 4,5	< 4,5 – ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> angreifend / aggressiva mg/l	EN 13577 <sup>1)</sup>	≥ 15 – ≤ 40	> 40 – ≤ 100	> 100
NH <sub>4</sub> mg/	ISO 7150-1	≥ 15 – ≤ 30	> 30 – ≤ 60	> 60 – ≤ 100
Mg mg/l	ISO 7980	≥ 300 – ≤ 1.000	> 1000 – ≤ 3.000	> 3.000
°dH	EN 13577 <sup>1)</sup>	0 – 3	-	-

Tabelle 9 Expositionsklassen chemischer Angriff

Tabella 9 Classi di esposizione per l'attacco chimico

1) Zusätzlich zur EN 13577 gilt:

1) In aggiunta alla EN 13577:

- Für die Berechnung des Härtegrades gilt:  $^{\circ}\text{dH} = 2,8 * \text{H}_1$
- Zu Pkt 7.1.1 in EN 13577: Gemäß der Reaktionsgleichung:  
 $2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
 entsprechen 2 Mole  $\text{CO}_2$  einem Mol  $\text{CaO}$ , es ist daher LCD nicht mit 44/56 (=0,79) sondern mit 88/56 (=1,57) zu multiplizieren. Die Formel lautet daher:  $14 * (\text{H}_2 - \text{H}_1)$ .

Für die Klasseneinteilung gilt der höchste Wert. Liegen 2 Werte in derselben Klasse und sind beide Werte nicht im unteren Drittel der Klasse, so gilt die nächst höhere Klasse. Dies gilt nicht für eine Einteilung in die Klasse XA3.

Das Nachweisverfahren gemäß Punkt 2.4.3.4 ist nur bis zu einem  $\text{SO}_4$  Grenzwert von 1500 mg/l vorgesehen. Daraus ergibt sich die Abweichung zur EN 206-1 in obiger Tabelle.

Die Klasseneinteilung für chemischen Angriff erfolgte aufgrund der prognostizierten chemischen Zusammensetzung des Bergwassers. Der anstehende kompakte Fels wurde nicht als Boden klassifiziert. Dies stellt eine Abweichung zur EN 206-1 dar.

#### 2.4.3.4. Anforderungen an den Beton betreffend Expositionsklassen

In den folgenden Tabellen sind die Anforderungen an den Beton betreffend w/z-Wert, Mindestzementgehalt, erforderlichen Zementtypen und mind. Druckfestigkeitsklasse dargestellt.

Es wurde, mit Ausnahme der Betone, welche mit Havariewässer in Kontakt kommen können (Bankette, etc.), in Bezug auf den chemischen Angriff nur treibender Angriff berücksichtigt.

Für den Nachweis des Wassergehaltes ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{Wassergehalt} = (\text{Gesamtwassergehalt} - \text{Kernfeuchte})$$

Für den Nachweis des Mindestzementgehalts ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{Zementgehalt} = (\text{Zement} + k * \text{Zusatzstoffgehalt})$$

Für den Nachweis des w/z-Wertes ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{w/z-Wert} = (\text{Gesamtwassergehalt} - \text{Kernfeuchte}) / (\text{Zement} + k * \text{Zusatzstoffgehalt})$$

Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung ist in der Erstprüfung nachzuweisen.

- Per il calcolo del grado di durezza vale  $^{\circ}\text{dH} = 2,8 * \text{H}_1$
- Sul punto 7.1.1 nella EN 13577: in conformità all'equazione di relazione:  
 $2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
 2 moli di  $\text{CO}_2$  corrispondono a una mole di  $\text{CaO}$ , quindi LCD deve essere moltiplicato non per 44/56 (=0,79) ma per 88/56 (=1,57). La formula è  $14 * (\text{H}_2 - \text{H}_1)$ .

La classificazione si riferisce al valore più alto riscontrato. Se due si trovano nella medesima classe e entrambi non si trovano nel terzo inferiore della classe, allora vale la classe successiva. Ciò non vale per l'attribuzione alla classe XA3.

I metodi di indagine di cui al successivo punto 2.4.3.4 hanno valore solamente fino al limite di 1500 mg/l per il  $\text{SO}_4$ ; ciò è la ragione della deviazione rispetto alla norma UNI EN 206-1 dei valori della tabella precedente.

La composizione chimica prevista per l'acqua di falda determina l'assegnazione delle classi per l'attacco chimico. La roccia compatta non è stata classificata come terreno, in difformità alla EN 206-1.

#### 2.4.3.4. Requisiti per il calcestruzzo secondo le classi di esposizione

Le seguenti tabelle contengono i requisiti previsti dalle norme sul calcestruzzo riguardo a valore a/c, dosaggio minimo di cemento, tipi di cemento ammessi e classe minima di resistenza a compressione.

Ci si riferisce all'attacco chimico, ad eccezione dei calcestruzzi che vengono a contatto con liquidi pericolosi (banchine, ecc.).

Per controllare il contenuto di acqua, si utilizza la seguente formula:

$$\text{Contenuto di acqua} = (\text{contenuto complessivo di acqua} - \text{assorbimento})$$

Per controllare il contenuto minimo di cemento si utilizza la seguente formula:

$$\text{Contenuto di cemento} = (\text{cemento} + k * (\text{contenuto di aggiunta}))$$

Per controllare il valore a/c si utilizza la seguente formula:

$$\text{Valore a/c} = (\text{contenuto complessivo di acqua} - \text{assorbimento}) / (\text{cemento} + k * (\text{contenuto di aggiunta}))$$

L'assorbimento dell'aggregato deve essere controllata mediante la prova preliminare.

Expositionsklasse / Classe di esposizione		XC3	XC4
Mindestzementgehalt / Contenuto minimo di cemento	kg/m <sup>3</sup>	280	300
Max. zul. w/z-Wert gem. 2.4.3.4 / Valore a/c massimo ammesso secondo 2.4.3.4	-	0.55	0.50
Mind. Druckfestigkeitsklasse / Classe minima di resistenza a compressione	-	C30/37;	
Zementtype / Tipo di cemento	-	siehe Pkt. 2.4.2.1.1, zulässige Zemente / si veda punto 2.4.2.1.1, cementi ammessi	
Zusätzliche Anforderung am Festbeton / Requisito aggiuntivo del calcestruzzo indurito	-	Wassereindringtiefe 50 mm Profondità di penetrazione dell'acqua 50 mm	Wassereindringtiefe 20 mm Profondità di penetrazione dell'acqua 20 mm

Tabella 10      *Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XC3 und XC4*

Tabella 10      *Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XC3 e XC4*

#### 2.4.3.4.1 Expositionsklasse XF3

#### 2.4.3.4.1. Classe di esposizione XF3

Expositionsklasse / Classe di esposizione		XF3
Mindestzementgehalt / Contenuto minimo di cemento	kg/m <sup>3</sup>	320
Max. zul. w/z-Wert gem. 2.4.3.4 / Valore a/c massimo ammesso secondo 2.4.3.4	-	0,50
Luftgehalt im Frischbeton / Contenuto di aria nel calcestruzzo fresco	%	Min. 3,0
Luftgehalt im Festbeton (A300) / Contenuto di aria nel calcestruzzo indurito (A300)	%	1,0
Mind. Druckfestigkeitsklasse / Classe minima di resistenza a compressione	-	C30/37
Zementtype / Tipi di cemento	-	siehe Pkt. 2.4.2.1.1, zulässige Zemente / si veda punto 2.4.2.1.1, cem. ammessi
Gesteinskörnung / Aggregato		F2
Zusätzliche Anforderung / Requisito aggiuntivo	-	Nachweis XF3 am Festbeton, mind. 3 % Luft im Frischbeton, A300 mind. 1,0 % Prova XF3 su calcestruzzo indurito, minimo 3% di aria nel calcestruzzo fresco, A300 minimo 1,0%

Tabella 11      *Anforderungen an den Beton, Expositionsklasse XF3*

Tabella 11      *Requisiti del calcestruzzo, classe di esposizione XF3*



#### 2.4.3.4.2 Expositionsclassen XA1 bis XA3

#### 2.4.3.4.2. Classi di esposizione da XA1 a XA3

Expositionsklasse / Classe di esposizione		XA1 (treibend / attacco chimico)	XA2 (treibend / attacco chimico)	XA3 (treibend / attacco chimico)
Zulässiger Sulfatgehalt / Contenuto di solfato ammesso		200 – 600 mg/l	600 – 1500 mg/l	> 1500 mg/l
Mindestzementgehalt / Contenuto minimo di cemento	kg/m <sup>3</sup>	300	320	
Max. zul. w/z-Wert gem. 5.3.3 / Valore a/c massimo ammesso secondo 5.3.3	-	0,55	0,50	XA2 und konstruktive Maßnahmen erforderlich, wie Schutz durch Kunststoffabdichtungsbahnen (KDB) / Necessari XA2 e interventi, come protezione con guaine di impermeabilizzazione in materiale sintetico.
Mind. Druckfestigkeitsklasse/ Classe minima di resistenza a compressione	-	C30/37	C30/37	
Zementtype / Tipi di cemento	-	siehe Pkt. 2.4.2.1.1, zulässige Zemente / si veda punto 2.4.2.1.1, cementi ammessi		
Zusätzliche Anforderung, Nachweis am Festbeton / Requisito aggiuntivo – Prova sul calcestruzzo indurito	-	XC3	XC4	

Tabelle 12 Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XA1 ÷ XA3

Tabella 12 Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XA1 ÷ XA3

#### 2.4.3.5. Nachweis von Expositionsclassen am Festbeton

Der Nachweis der Expositionsclassen XC3, XC4, XF3, XA1 und XA2 hat gemäß den folgenden Festlegungen zu erfolgen:

##### 2.4.3.5.1 Expositionsklasse XC3 und XC4

Für den Nachweis der Expositionsklasse XC3 oder XC4 ist die Wassereindringtiefe am Festbeton, mit dem Prüfverfahren gemäß Anlage D3.12 nachzuweisen. Für die Expositionsklasse XC3 ist ein maximal zulässiger Wert von 50 mm und für die Expositionsklasse XC4 von 20 mm nachzuweisen. Bei der Erstprüfung müssen diese Werte um 20 % unterschritten werden.

##### 2.4.3.5.2 Expositionsklasse XF3

Die Frostbeständigkeit ist am Festbeton, gemäß dem Prüfverfahren in Anlage D3.11, nachzuweisen. Die Prüfung ist an Beton mit einem Luftporengehalt von 2,5 – 5,0 % (gemessen am Frischbeton) durchzuführen.

Es ist ein Mikroluftporengehalt (A300) von mind. 1,0 % nachzuweisen, geprüft gemäß EN 480-11.

Bei der Erstprüfung des Betons muss der Luftporengehalt des Frischbetons zwischen 2,5 und 3,5 % liegen und der geforderte Mikroluftporengehalt (A300) muss um mindestens 20 % überschritten werden.

#### 2.4.3.5. Verifica delle classi di esposizione sul calcestruzzo indurito

Le prove per le classi di esposizione XC3, XC4, XF3, XA1 e XA2 si eseguono secondo le seguenti indicazioni:

##### 2.4.3.5.1. Classi di esposizione XC3 e XC4

Per la prova della classe di esposizione XC3 ovvero XC4 si deve verificare la profondità di penetrazione dell'acqua sul calcestruzzo indurito, con la procedura illustrata nell'Allegato D3.12. Per la classe di esposizione XC3 il valore massimo ammesso è pari a 50 mm, per la classe di esposizione XC4 di 20 mm. Nella prova preliminare ci si deve mantenere 20% al di sotto di questi valori.

##### 2.4.3.5.2. Classe di esposizione XF3

La resistenza al gelo deve essere verificata sul calcestruzzo indurito mediante la procedura illustrata nell'Allegato D3.11. Tale prova deve essere eseguita sul calcestruzzo con contenuto di bolle d'aria del 2,5 – 5,0% (misurato sul calcestruzzo fresco).

Si deve verificare un contenuto di micro-bolle di aria (A300) minimo dell'1,0%, in conformità alla EN 480-11.

Nella prova preliminare del calcestruzzo il contenuto di micro-bolle di aria nel calcestruzzo fresco deve essere compreso tra il 2,5 e il 3,5%, e ci si deve tenere 20% al di sotto del contenuto di micro-pori di aria (A300) richiesto.

#### **2.4.3.5.3 Expositionsklasse XA1 bei treibendem Angriff (Sulfatangriff 200 – 600 mg/l SO<sub>4</sub> im Bergwasser)**

Es ist „C3A-freier Zement“ gemäß Pkt. 2.4.2.1.1 zu verwenden. Der Anteil des Zusatzstoffes vom Typ II im Bindemittel muss mind. 20 % betragen. Als Zusatzstoff ist nur Typ II als Flugasche gemäß EN 450. Die Verwendung von AHWZ gemäß ist nicht zulässig. Es ist ein Nachweis der Expositionsklasse XC3 am Festbeton gemäß obigem Absatz zu erbringen. Die Wassereindringtiefe darf bei der Erstprüfung des Betons maximal 40 mm betragen.

#### **2.4.3.5.4 Expositionsklasse XA2 bei treibendem Angriff (Sulfatangriff bis max. 1500 mg/l SO<sub>4</sub>)**

Es ist „C3A-freier Zement“ gemäß Pkt. 2.4.2.1.1 zu verwenden. Der Anteil des Zusatzstoffes vom Typ II im Bindemittel mind. 20 % betragen. Als Zusatzstoff ist nur Typ II als Flugasche gemäß EN 450. Es ist ein Nachweis der Expositionsklasse XC4 am Festbeton gemäß obigem Absatz zu erbringen. Die Wassereindringtiefe darf bei der Erstprüfung des Betons maximal 20 mm betragen

### **2.4.4. Beton mit erhöhtem Brandschutz**

#### **2.4.4.1. Allgemein**

Für Beton mit erhöhtem Brandwiderstand wird die Bezeichnung „FaB-BBG“ in der Betonsortenbezeichnung verwendet. Beton der Sorte „FaB-BBG“ muss, zusätzlich zu den geforderten Betoneigenschaften gemäß Sortenbezeichnung, einen Fasergehalt einer Polypropylenfaser aufweisen, der in einer Grundsatzprüfung (vgl Anlage D) ermittelt und nachgewiesen wurde. Für die Faser ist die positive Grundsatzprüfung nachzuweisen. Die Prüfnachweise bei der Erst-, Konformitäts- und Identitätsprüfungen müssen gemäß Anlage D erfolgen.

#### **2.4.4.2. Brandbeständigkeit**

Für Beton der Sorte FaB-BBG ist zum Nachweis einer entsprechenden günstigen Betonzusammensetzung vor dem erstmaligen Einbau eine Probewand mit einer Höhe von 3 m, einer Länge von 4 m und einer Dicke von 25 cm zu betonieren. Die Wand ist zu bewehren (Bewehrung ist mit dem Auftraggeber/BL abzustimmen). Der Beton ist über Einfüllstutzen in Wandmitte einzubringen und mittels Schalungsrüttler zu verdichten. Der Beton darf kein Bluten (Wasseransammlung an der Oberfläche) oder Tendenz zum entmischen aufweisen.

#### **2.4.4.3. Faserbeton**

Die Zugabe von Fasern bewirkt eine steifere, klebrig wirkende Konsistenz, die in der Regel durch die Zugabe von verflüssigenden Zusatzmitteln ausgeglichen wird. Es ist

#### **2.4.3.5.3. Classe di esposizione XA1 con attacco chimico (attacco solfatico 200 – 600 mg/l SO<sub>4</sub> nell'acqua di montagna)**

Si deve utilizzare cemento privo di C3A, in conformità al punto 2.4.2.1.1 La frazione di aggiunta di tipo II nel legante deve essere minimo del 20%. Come aggiunte sono ammesse solo il tipo II, ceneri volanti, in conformità alla EN 450. L'utilizzo di additivi ad attività idraulica latente non è ammesso. Si deve inoltre eseguire una prova della classe di esposizione XC3 sul calcestruzzo indurito secondo il criterio di cui sopra. La massima profondità di penetrazione dell'acqua ammessa durante la prova preliminare è pari a 40 mm.

#### **2.4.3.5.4. Classe di esposizione XA2 con attacco chimico (fino a max 1500 mg/l SO<sub>4</sub>)**

Si deve utilizzare cemento privo di C3A, in conformità al punto 2.4.2.1.1 La frazione di aggiunta di tipo II nel legante deve essere minimo del 20%. Come aggiunte sono ammesse solo il tipo II, ceneri volanti, in conformità alla EN 450. Si deve inoltre eseguire una prova della classe di esposizione XC4 sul calcestruzzo indurito secondo il criterio di cui sopra. La massima profondità di penetrazione dell'acqua ammessa durante la prova preliminare è pari a 20 mm.

### **2.4.4. Calcestruzzo con elevata resistenza al fuoco**

#### **2.4.4.1. Generalità**

Il calcestruzzo con elevata resistenza al fuoco deve presentare, oltre alle caratteristiche richieste per il calcestruzzo del tipo corrispondente, anche un contenuto di fibre in polipropilene calcolato e determinato nell'ambito di una verifica di base (vedi Allegato D). Si deve dimostrare l'esito positivo della prova sulle fibre. Il controllo nell'ambito delle prove preliminari, di conformità e di idoneità deve essere conforme all'Allegato D.

#### **2.4.4.2. Resistenza al fuoco**

Prima dell'impiego di un calcestruzzo di tipo CF-ERF per controllare che la composizione del calcestruzzo sia idonea, deve essere realizzata una parete di prova alta 3 m, lunga 4 m e spessa 25 cm. Tale parete deve essere armata (l'armatura deve essere definita con Committente/DL). Il calcestruzzo deve essere gettato al centro della parete attraverso appositi bocchettoni e costipato con vibratori. Il calcestruzzo non deve mostrare segni di essudazione (raccolta dell'acqua sulla superficie) o tendenza a segregazione.

#### **2.4.4.3. Calcestruzzo con fibre**

Aggiungendo fibre si ottiene una consistenza più rigida e viscosa, che è generalmente possibile riequilibrare mediante l'aggiunta di additivi fluidificanti. Si deve garantire che, anche in

sicherzustellen, dass auch bei Erhöhung der Dosierung von verflüssigenden Zusatzmitteln die geforderten Ausschalfrieten eingehalten werden können. Es wird empfohlen zeitgerecht vor Betonierbeginn eine Probebetonierung durchzuführen, die eine entsprechende Aussage über die Einbaufähigkeit mit den vorgesehenen Einbau- und Verdichtungsgeräten ermöglicht.

Bei bewehrtem Faser-Gewölbebeton ist die erschwerte Betonverteilung hinter der Schalung und die erschwerte Verdichtung im Bereich zwischen Außenschale und Bewehrung durch ein entsprechendes Einbau- und Verdichtungskonzept (z.B. häufigeres Umschlagen der Pumpleitung, angepasste Rüttelenergie, Frequenz) zu berücksichtigen.

Die Fasern müssen nach der ÖNORM / UNI EN 14889-1 (Stahlfasern) und ÖNORM / UNI EN 14889- 2 (PP-Fasern) zertifiziert sein.

Von den Faserherstellern sind in einem Datenblatt folgende Angaben zu machen:

- Herstellungsart
- Art und Einheit der Verpackung und Lagerungsbedingung
- Zugfestigkeit
- Länge  $l_f$
- Querschnittsform
- Durchmesser  $d_f$  bzw. Querschnitts-abmessung
- Oberflächenbeschaffenheit und Verankerung
- Toleranzen

Fasern müssen folgende grundlegende Eigenschaften aufweisen:

caso di aumento del dosaggio di additivi fluidificanti, si mantengano i tempi richiesti per la scasseratura. Si raccomanda di eseguire preliminarmente un getto di prova per verificare l' idoneità dei mezzi di getto e di costipamento impiegati.

Nel caso di utilizzo di calcestruzzo armato con fibre per i getti della volta occorre considerare le difficoltà relative alla distribuzione del calcestruzzo dietro il cassero e al costipamento nell'area tra rivestimento esterno e l'armatura, provvedendo all'elaborazione di un concetto inerente metodologia di posa e costipamento (per es. spostamento frequente della condotta di pompaggio, adattamento dell'energia di vibrazione e della frequenza).

Le fibre devono essere certificate in conformità alle UNI / ÖNORM EN 14889-1 (fibre di acciaio) e UNI / ÖNORM EN 14889-2 (fibre di polipropilene).

Il produttore delle fibre deve fornire le schede tecniche con le seguenti indicazioni:

- Tipo di produzione
- Tipo e unità dell'imballaggio e condizioni di stoccaggio
- Resistenza a trazione
- Lunghezza  $l_f$
- Forma della sezione
- Diametro  $d_f$  ovvero dimensioni della sezione
- Caratteristiche della superficie e ancoraggio
- Tolleranze

Le fibre devono avere le seguenti caratteristiche fondamentali:

Werkstoff / Materiale	Art der Herstellung / Tipo di produzione	Art / Tipo	Form in Längsrichtung / Forma longitudinale	Dichte / Densità	Länge $l_f$ / Lun-ghezza $l_f$	Querschnitt / Sezione	Breite, Durchmesser / larghezza, diametro	Oberflächenbeschaffenheit / Caratteristiche della superficie	Alkalibeständigkeit / Resistenza agli alcali	Schmelzpunkt / Punto di fusione
[-]	[-]	[-]	[-]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[mm]	[-]	[µm]	[-]	[-]	[°C]
Polypropylen / Polipropilene	Gesponnen / filata	Monofil / monofilamento	gerade, gewellt / dritta, ondulata	0,9	3 – 10	Rund / circolare	10 – 32	Glatt / liscia	Sehr gut / molto buona	150 – 170

Tabelle 13 Eigenschaften von Mikrofasern aus PP

Tabella 13 Caratteristiche delle microfibre in PP

#### Luftgehalt

Der Faserbeton der Klasse BBG ist mit künstlichen Luftporen herzustellen. In der Erstprüfung ist der Luftgehalt vor und nach der Faserzugabe zu prüfen. Im Zuge der Erstprüfung sind von

#### Contenuto di aria

Il calcestruzzo fibrorinforzato della classe ERF è da produrre con pori artificiali. In sede di prova preliminare si deve misurare il contenuto di aria prima e dopo l'aggiunta di fibre. Nel corso

den Fasern, den Zusatzmitteln und dem Zement bzw. Zusatzstoff Rückstellproben zu entnehmen, um im Bedarfsfall eine Beeinflussung des Luftporengehalts einwandfrei nachvollziehbar zu machen.

Ist der Luftgehalt des Frischbetons zu ermitteln, muss er nach EN 12350-7 (siehe Anlage D) geprüft werden.

Es gelten die untenstehenden Minimal- und Maximalluftgehalte.

della prova preliminare si devono estrarre campioni delle fibre, degli additivi e del cemento ovvero delle aggiunte, per risalire in caso di necessità all'influenza del contenuto di pori.

Il calcolo del contenuto di pori nel calcestruzzo fresco si esegue secondo la EN 12350-7 (si veda Allegato D).

Valgono i contenuti minimi e massimi di seguito indicati.

Betonsorte / Tipo di calcestruzzo	Minimaler Luftporengehalt am Frischbeton / Contenuto di aria minimo nel calcestruzzo fresco	Maximaler Luftporengehalt am Frischbeton / Contenuto di aria massimo nel calcestruzzo fresco
XF3	3,0 %	
Normalfall / Caso normale	X % - 1,5 % ≥ 2,5 % (X % gemäß Grundsatzprüfung des Faserherstellers / in conformità alla prova di base del produttore delle fibre)	≤ 9,0 %

Tabelle 14 Mindest- und Maximalluftgehalt

Tabella 14 Contenuto di aria minimo e massimo

#### Stoffraumrechnung

Die Betonzusammensetzung ist mit einer Stoffraumrechnung mit dem Fasergehalt in Vol.-% zu bestimmen. Die Dichte (in g/cm<sup>3</sup>) der Fasern ist in Tabelle 13 angegeben.

Die Umrechnung des Fasergehalts von Vol.-%, ein Kennwert für die mechanische Wirksamkeit, auf den Fasergehalt in kg/m<sup>3</sup>, erfolgt mit der Gleichung:

$$C_f [kg / m^3] = V_f [Vol. -\%] * \rho_f [g / cm^3] * 10$$

#### Faserdosierung

- ≥ 1,5 kg/m<sup>3</sup> (Trockengewicht) und
- gemäß Punkt 2.7.1 „Faserbeton“

#### Nachweis erhöhter Brandbeständigkeit

Der Nachweis einer entsprechend erhöhten Brandbeständigkeit erfolgt an einem standardisierten Brandversuch am Großversuchskörper gemäß Anlage D.

Diese Versuche stellen für die Faserhersteller eine Grundsatzprüfung dar und gelten gleichzeitig als Zulassungsprüfung. Nicht geprüfte Fasern dürfen nicht eingesetzt werden.

#### Progetto della miscela

La composizione del calcestruzzo si definisce mediante un calcolo, dove il contenuto di fibre è espresso in volume %. La densità (espressa in g/cm<sup>3</sup>) delle fibre è riportata in Tabella 13.

La conversione del contenuto di fibre da volume %, il parametro per l'efficacia meccanica, al contenuto di fibre in kg/m<sup>3</sup>, deve essere ottenuto con l'equazione:

#### Dosaggio delle fibre

- ≥ 1,5 kg/m<sup>3</sup> (peso asciutto) e
- si veda punto 2.7.1 „calcestruzzo fibrorinforzato“

#### Prova di elevata resistenza al fuoco

La prova di un'elevata resistenza al fuoco si esegue mediante una prova standard di incendio su un provino di grandi dimensioni, in conformità all'allegato D.

Si tratta di prove basilari per il produttore delle fibre, che valgono anche come prove autorizzative. Non è consentito utilizzare fibre che non siano state sottoposte a verifica.

#### 2.4.4.4. Brandschutzmörtel

Zum passiven Brandschutz der Sohlplatte des Mittelstollens der Nothaltestelle (NHS-CCT) ist die Aufbringung einer 3 cm dicken Schicht aus Brandschutzmörtel vorgesehen.

Der Einkomponenten-Brandschutzmörtel muss aus einem hochresistenten hydraulischem Bindemittel und PP-Kunststoffasern bestehen.

Es werden die folgenden Anforderungen gestellt:

- Größtkorn Zuschlagstoff: 1,5 mm;
- Anmachwasser: 29 – 31 %;
- Konsistenz des Mörtels: thixotropisch;
- Druckfestigkeit nach 1 Tag: > 3,0 MPa;  
Druckfestigkeit nach 28 Tagen: > 15,0 MPa  
(Druckfestigkeitsversuche gemäß EN 196/1)

Der Einbau muss den Anwendungsangaben des Herstellers gerecht werden.

#### 2.4.4.4. Malte ignifughe

Per la protezione passiva contro gli incendi della soletta del cunicolo centrale della fermata di emergenza (FdE-CCT) è prevista l'applicazione di uno strato 3 cm di malta ignifuga.

La malta cementizia monocomponente deve essere composta da leganti idraulici ad alta resistenza e fibre sintetiche di polipropilene.

Sono richiesti i seguenti requisiti:

- Dimensione massima dell'aggregato: 1,5 mm;
- Acqua di impasto: 29 – 31 %;
- Consistenza dell'impasto: tissotropico;
- Resistenza a compressione dopo 1 giorno: > 3,0 MPa;  
Resistenza a compressione dopo 28 giorno: > 15,0 MPa  
(prove di resistenza a compressione secondo EN 196/1)

La posa deve rispettare le modalità di applicazione indicate dal produttore.

#### 2.4.5. Betonsortenverzeichnis

Die folgenden Betonsorten sind für den Innenausbau zu verwenden. Die angeführten Druckfestigkeiten sind die Mindestfestigkeiten.

#### 2.4.5. Elenco dei tipi di calcestruzzo

Per il rivestimento definitivo si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo. Le resistenze a compressione menzionate sono da intendersi come resistenze minime.

<b>Eingangsbereich / Tratto iniziale della galleria</b>	
<b>Gewölbe / Volta</b>	
C30/37(56)/XC3/XF3/GK-D <sub>max</sub> 32/F4	unbewehrt / non armato
C30/37(56)/XC3/XF3/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt / Armato
<b>Widerlager und Sohle (Sohlplatte und Sohlgewölbe) / Fondazioni, platea e arco rovescio</b>	
C32/40/XC3//XA2/XF3/GK-D <sub>max</sub> 32/F4	unbewehrt mit treibendem Angriff XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> ) / non armato con attacco chimico XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> )
C30/37/ XC3 /XF3/GK-D <sub>max</sub> 32/F4	Unbewehrt / non armato
C30/37/ XC3/XF3/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt / Armato
C32/40/ XC3/XA2/XF3/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt mit treibendem Angriff XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> ) / Armato con attacco chimico XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> )
<b>Bankett / Banchina</b>	
C30/37/XC3/XA1/XF3/GK-D <sub>max</sub> 16/F4	Bewehrt / Armato
<b>Füllbeton / Riempimenti</b>	
C16/20/XA1/XF3/GK-D <sub>max</sub> 22/F4	Unbewehrt / Non armato
<b>Unterbeton / Magrone di sottofondo</b>	
C12/15/X0/GK-D <sub>max</sub> 22/F4	Unbewehrt / Non armato
<b>Trennwände / Pareti divisorie</b>	
C30/37/XC3/XF3/F5/GK-D <sub>max</sub> 16/F4	Bewehrt / Armato

Tabella 15 Betonsortenverzeichnis des Eingangsbereichs

Tabella 15 Elenco dei tipi di calcestruzzo per il tratto di ingresso della galleria

<b>Tunnelinnenstrecke (1000 m ab Portal) / Tratto interno della galleria (almeno a 1000 m dal portale)</b>	
<b>Gewölbe / Volta</b>	
C30/37(56)/XC3/GK-D <sub>max</sub> 32/F4	unbewehrt / non armato
C30/37(56)/XC3/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt / Armato
<b>Widerlager und Sohle (Sohlplatte und Sohlgewölbe) / Fondazioni, platea e arco rovescio</b>	
C32/40/XC3//XA2/GK-D <sub>max</sub> 32/F4	unbewehrt mit treibendem Angriff XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> ) / non armato con attacco chimico XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> )
C30/37/ XC3 /GK-D <sub>max</sub> 32/F4	Unbewehrt / non armato
C30/37/ XC3/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt / Armato

C32/40/ XC3/XA2/GK-D <sub>max</sub> 22/F5	bewehrt mit treibendem Angriff XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> ) / Armato con attacco chimico XA2 (max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> )
<b>Bankett / Banchina</b>	
C30/37/XC3/XA1/GK-D <sub>max</sub> 16/F4	Bewehrt / Armato
<b>Füllbeton / Riempimenti</b>	
C16/20/XA1/GK-D <sub>max</sub> 22/F4	Unbewehrt / Non armato
<b>Unterbeton / Magrone di sottofondo</b>	
C12/15/X0/GK-D <sub>max</sub> 22/F4	Unbewehrt / Non armato
<b>Trennwände im Tunnel und Querschlagsbereich / Pareti divisorie nella galleria principale e nei CT</b>	
C30/37/XC3/F5/GK-D <sub>max</sub> 16/F4	Bewehrt / Armato

Tabelle 16      *Betonsortenverzeichnis*

Tabella 16      *Elenco dei tipi di calcestruzzo*

#### 2.4.6. Zusammensetzung des Betons

Der gewählte Zementgehalt und Zusatzstoffgehalt sind so zu wählen, dass die erforderliche Ausschalfestigkeit bei möglichst geringer Hydratationswärmeentwicklung erreicht wird, um Temperaturspannungsrisse zu vermeiden. Der Wassergehalt ist, unter Beachtung der Verarbeitbarkeit des Betons, möglichst gering zu halten um die Schwindspannungen zu minimieren.

Der Beton ist so zusammen zu setzen, dass die Verarbeitbarkeit des Betons mit den vom AN gewählten Transporteinrichtungen, Schalungen und Verdichtungsgeräten transportiert, eingebaut und verdichtet werden kann. Abhängig von der Transportentfernung ist eine verlängerte Verarbeitungszeit, oder verzögerte Anfangserhärtung erforderlich. Die Betonqualität ist bei der Erstprüfung am Ende der zulässigen Verarbeitungszeit nachzuweisen.

Der Beton ist als Pumpbeton zu konzipieren.

Die Sieblinie des Betons muss innerhalb der folgenden Sieblinienbänder liegen.

Werden davon abweichende Sieblinien verwendet, so ist die Pumpbarkeit des Betons durch Pumpversuche und die Verdichtbarkeit des Betons durch Prüfung der Rohdichte, der Druckfestigkeit und der Wassereindringtiefe an Bohrkernen, die aus dem ersten hergestellten Block oder Bauwerk zu entnehmen sind, nachzuweisen.

#### 2.4.6. Composizione del calcestruzzo

Il dosaggio di cemento e di aggiunte devono consentire di ottenere la resistenza minima richiesta per la scasseratura, mantenendo lo sviluppo del calore di idratazione più basso possibile, per evitare fessurazioni indotte dalle sollecitazioni termiche. Il contenuto di acqua deve essere mantenuto basso, tenendo conto della lavorabilità del calcestruzzo, per minimizzare le tensioni da ritiro.

La composizione del calcestruzzo deve mirare a una lavorabilità tale da permettere di trasportare, posare e costipare il calcestruzzo con gli strumenti di trasporto, i casseri e i mezzi di costipamento scelti dall'Appaltatore. Secondo la distanza di trasporto, sarà necessario aumentare il tempo di lavorazione o ritardare l'inizio della presa. Al termine del periodo di lavorazione consentito, deve essere verificata la qualità del calcestruzzo durante la prova preliminare.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in modo tale che sia pompabile.

La curva granulometrica del calcestruzzo deve trovarsi entro i fusi granulometrici di seguito indicati.

Nel caso di utilizzo di curve granulometriche diverse deve essere verificata la possibilità di pompaggio tramite prove preliminari, così come deve essere verificato il costipamento controllando il peso specifico, la resistenza a compressione e la profondità di penetrazione dell'acqua su carote prelevate sul primo concio o sulla prima opera realizzata.

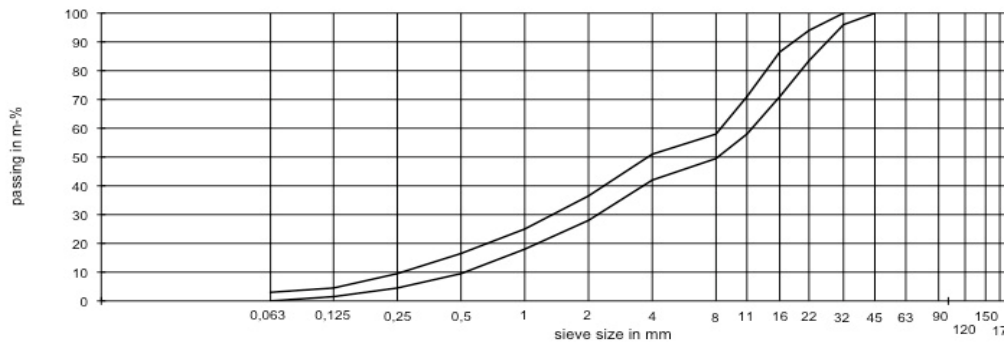


Abbildung 13 Sieblinienband für Größtkorn GK 32

Illustrazione 13 Curva granulometrica per  $D_{max}$  32

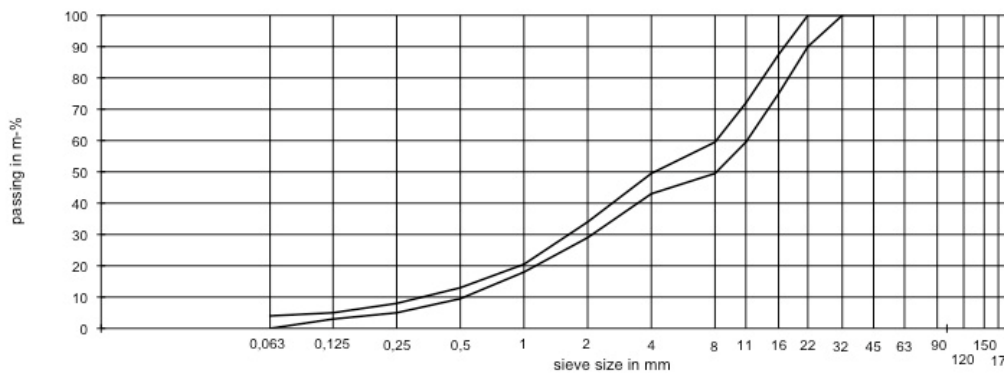


Abbildung 14 Sieblinienband für Größtkorn GK 22

Illustrazione 14 Curva granulometrica per  $D_{max}$  22

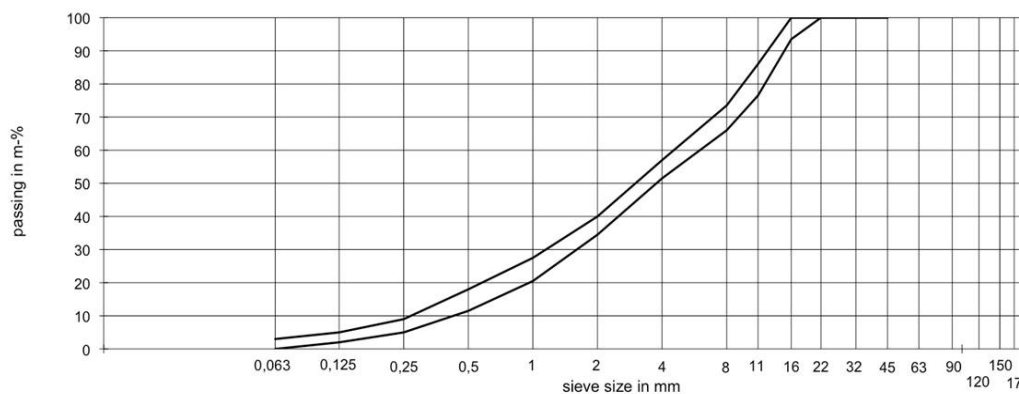


Abbildung 15 Sieblinienband für Größtkorn GK 16

Illustrazione 15 Curva granulometrica per  $D_{max}$  16

#### 2.4.6.1. Innenschale

Das Ausbreitmaß ist kein ausreichendes Mittel zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit des Innenschalenbetons. Das Ausbreitmaß ist allerdings gut geeignet die Pumpbarkeit des Betons zu beurteilen. Aufgrund der Fallhöhe, der Fließlänge in der Schalung beim Einbringen sowie der Verdichtung mittels

#### 2.4.6.1. Rivestimento definitivo

La classe di consistenza non è un criterio sufficiente per valutare la lavorabilità del calcestruzzo usato per il rivestimento definitivo. Tuttavia consente di valutare bene l'idoneità al pompaggio del calcestruzzo. A causa dell'altezza di caduta e dello scorrimento sul cassero durante la posa, nonché del



Schalungsrüttlern lediglich auf einer Seite des Gewölbes (Luftseite) muss der Beton einen guten Zusammenhalt und damit einen entsprechenden Mehlkorngelhalt (Anteil  $\leq 0,125$  mm) aufweisen. Ein Mehlkorngelhalt von

- 390 kg/m<sup>3</sup> für Beton mit GK16
- 370 kg/m<sup>3</sup> für Beton mit GK22 und
- 360 kg/m<sup>3</sup> für Beton mit GK32

darf nicht unterschritten werden.

Zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit des Betons ist ein Luftporenmittel (Zusatzmittel) einzusetzen (Luftporengehalt im Beton 2,5 % – 5,0 %).

#### 2.4.6.2. Wände (Stirnwände, Trennwände)

Erfolgt der Anschluss der Trennwände an den Gewölbebeton mit dichter Fuge, so ist ein Beton mit geringem Bluten und Schwinden sowie einer höheren Konsistenz (z.B. F5) zu verwenden.

#### 2.4.7. Frischbeton und Einfluss auf die Bauteiltemperatur

Um die maximal zulässige Temperatur der Bauteile nicht zu überschreiten, muss die Planung der Betonmischung so abgestimmt werden, dass Temperaturanstiege durch die Hydratationswärmeentwicklung so weit als möglich vermieden werden, zumindest um den Anforderungen der Ausschallfestigkeiten gerecht zu werden. Die Temperatur von Frischbeton beim Betoneinbau darf 27°C nicht überschreiten. Zu diesem Zweck wird eine übertriebene Erwärmung der Ausgangsstoffe vermieden.

### 2.5. ANFORDERUNGEN AN DIE KONSTRUKTION

#### 2.5.1. Allgemein

Die Innenschale übernimmt im wesentlichen folgende Funktionen:

- Tragfähigkeit
- Schutz der Abdichtung/Abdichtungsfunktion
- Brandschutz
- Gebrauchstauglichkeit

Der Abstand zwischen den Quertugen in bezug auf die Tunnelachse ist im Projekt festgelegt. Kleinere Abstände müssen entsprechend motiviert sein und von der Auftraggeber/BL genehmigt werden.

Die Anzahl der Arbeitsfugen ist auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Jede Fuge muss sich über den gesamten Umfang der Tunnelauskleidung erstrecken, durchgehend, quer zur Tunnelachse. Zwischen Sohle und Gewölbe versetzte Fugen oder solche mit verschiedenen Richtungen sind nicht zulässig.

costipamento per mezzo di vibratori applicati solo sul lato interno del cassero, il calcestruzzo deve presentare una buona coesione e di conseguenza un buon contenuto di fini (frazione  $\leq 0,125$  mm). Il contenuto minimo dei fini deve essere:

- 390 kg/m<sup>3</sup> per calcestruzzo con  $D_{max}$  16,
- 370 kg/m<sup>3</sup> per calcestruzzo con  $D_{max}$  22,
- 350 kg/m<sup>3</sup> per calcestruzzo con  $D_{max}$  32.

Per migliorare la lavorabilità del calcestruzzo può essere aggiunto un additivo aerante (additivi – contenuto di bolle aria nel calcestruzzo 2,5 % – 5,0 %).

#### 2.4.6.2.1 Pareti (pareti frontali, pareti divisorie)

Se le pareti divisorie sono collegate alla volta con giunti impermeabili, si deve utilizzare un calcestruzzo con bassa essudazione e ritiro e consistenza elevata (per es. F5).

#### 2.4.7. Calcestruzzo fresco e influssi sulla temperatura degli elementi strutturali

Al fine di non superare le temperature massime degli elementi strutturali, il progetto della miscela di calcestruzzo deve essere ponderato in modo da evitare per quanto possibile aumenti di temperatura dovuti al calore di idratazione, comunque nel rispetto dei requisiti per la resistenza alla scasseratura. La temperatura del calcestruzzo fresco sul luogo di messa in opera non può superare i 27 °C. A tale scopo va evitato un eccessivo riscaldamento delle componenti.

### 2.5. REQUISITI COSTRUTTIVI

#### 2.5.1. Generalità

Il rivestimento definitivo svolge essenzialmente le seguenti funzioni:

- Capacità portante
- Protezione dell'impermeabilizzazione e funzione di impermeabilizzazione
- Protezione al fuoco
- Efficienza funzionale

La distanza fra i giunti trasversali, riferita all'asse della galleria, è stabilita nel progetto. Distanze inferiori devono essere adeguatamente motivate ed autorizzate da Committente/DL.

Si deve minimizzare il numero di giunti di lavoro.

Ogni giunto deve svilupparsi per l'intera circonferenza del rivestimento della galleria, senza soluzione di continuità, in direzione trasversale all'asse della galleria stessa. Non sono ammessi giunti sfalsati o con posizioni diverse fra platea e volta.

Kriterium / Criterio	Gewölbe / Volta		
Abdichtung, Bewehrung / Impermeabilizzazione, armatura	Unbewehrt, mit Abdichtung / Non armato, impermeabilizzato	Bewehrt, mit Abdichtung / Armato, impermeabilizzato	WDI "Wasserun-durchlässige Innenschale" / Rivestimento definitivo impermeabile
Minstdicke $d_{min}$ in cm / Spessore minimo $d_{min}$ in cm	30 <sup>1)</sup>	35	40 <sup>2)</sup>
Regelblocklänge <sup>5)</sup> in m / Lunghezza standard dei blocchi <sup>5)</sup> in m	12,5	12,5	12,5 / 10 <sup>2)</sup>
Mindestausschalfrist <sup>6)</sup> in h / Tempo minimo <sup>6)</sup> per il disarmo (scasseratura) in ore	10	10	10
Maßnahmen zur Rissebeschränkung / Interventi di limitazione della fessurazione			
Trennschichten / Elementi di separazione	KDB-Abdichtung / Membrana di impermeabilizzazione	KDB-Abdichtung / Membrana di impermeabilizzazione	Gleitfolie mit Vlieskaschierung / Membrana di separazione con geotessile rivestito
Bewehrung / Armatura	-	Gemäß Kap. 2.6 / In conformità al cap. 2.6	Gemäß Kap. 2.6 / In conformità al cap. 2.6
Fugenausbildung / Formazione dei giunti	Pressfuge / Giunto a pressione	Pressfuge / Giunto a pressione	Fugenhänder an Arbeits- und Blockfugen erforderlich <sup>4)</sup> / Waterstop necessari su giunti di lavoro e tra blocchi <sup>4)</sup>
Ebenflächigkeit des Untergrundes / Planarità del sottofondo	Gemäß Toleranzen gem. Anlage L / In conformità alle tolleranze secondo Allegato L		
Nennmaß der Betondeckung / Copriferro nominale di progetto	-	Gemäß Toleranzen gem. Anlage L / In conformità alle tolleranze secondo Allegato L	

Tabelle 17 Konstruktive Mindestanforderungen an Innenschalen (Gewölbe)

Tabella 17 Requisiti costruttivi minimi per il rivestimento definitivo (volta)

- |   |   |
|---|---|
| <p>1) Bei Tübbingausbau <math>\geq 25</math> cm</p> <p>2) Im Querschlag <math>\geq 35</math> cm.</p> <p>3) WDI Sohlplatte und Widerlager in den Hauptröhren: 12,5 m; im QS: 10 m</p> <p>4) Spezifikationen gem. Kap. 2.2.12.</p> <p>5) Die Länge bezieht sich auf die Gleisachse</p> <p>6) Ausschalfrist: Zeitspanne vom Ende des letztes Betoneinbaues bis zum Ausschalzeitpunkt</p> | <p>1) Con rivestimento con conci prefabbricati <math>\geq 25</math> cm.</p> <p>2) Nel cunicolo trasversale di collegamento <math>\geq 35</math> cm.</p> <p>3) Rivestimento definitivo impermeabile – platea e fondazione della galleria principale: 12,5 m; cunicolo trasversale: 10 m.</p> <p>4) specifiche secondo cap. 2.2.12.</p> <p>5) La lunghezza si riferisce all'asse del binario.</p> <p>6) Tempo minimo di disarmo: periodo dalla fine dell'ultimo getto fino al momento del disarmo</p> |
|---|---|

Die tatsächliche Innenschalendicke ( $d_{max}$ ) ist wie folgt zu begrenzen:

- Unbewehrte Innenschale Haupttunnel / Querschläge:  
 $d_{max} \leq 2 \times d_{plan}$
- Bewehrte Innenschale Haupttunnel / Querschläge – drainierte Ausbildung:  
 $d_{max} \leq 2,0 \times d_{plan}$  oder  $d_{max} \leq d_{plan} + 40$  cm

Über das o.a. Maß von  $d_{max}$  hinausgehende Bereiche sind mit Spritzbeton aufzufüllen.

Il massimo spessore effettivo consentito ( $d_{max}$ ) del rivestimento definitivo è limitato come segue:

- Rivestimento definitivo non armato per galleria principale / cunicoli trasversali:  
 $d_{max} \leq 2 \times d_{plan}$
- Rivestimento definitivo armato per galleria principale / cunicoli trasversali – drenante:  
 $d_{max} \leq 2,0 \times d_{plan}$  ovvero  $d_{max} \leq d_{plan} + 40$ cm

Le aree che vanno oltre le misure summenzionate di  $d_{max}$  dovranno essere riempite con betoncino proiettato.

$d_{\text{plan}}$  entspricht dem auf den Plänen angeführten Planmaß.

Bei Überschreitung der Innenschalendicke können folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Innenschale bewehrt oder unbewehrt: Auffüllen des Überprofils mit Spritzbeton oder Beton
- Innenschale bewehrt: Berücksichtigung der tatsächlichen Innenschalendicke in der statischen Berechnung.

Die Aufnahme der Innenschalendicke erfolgt gemäß der Anlage B.

Die Prüfung erfolgt auf Anordnung der Auftraggeber/BL.

Für die zerstörungsfreie Bestimmung der Dicke der fertigen Bauteile sind nur Prüfstellen, die eine entsprechende Referenz für die Prüfdurchführung nachweisen können, zulässig. Die Referenzen sind dem Auftraggeber/BL vorzulegen.

Nach der Positionierung der Schalung muss zudem die Bauteildicke an den äußeren Enden und an den Inspektionsöffnungen gemessen werden.

Höhere Wasserwegigkeiten, die nach einem festzulegenden Beobachtungszeitraum nicht versintern, müssen durch Injektionen oder Verpressungen behoben werden.

Bei Vorhandensein von durchgehenden Ankerlöchern sind Hüllrohre und Verschlussysteme zu verwenden, die eine Umströmung mit Wasser ausschließen und eine dauerhafte Abdichtung gewährleisten.

### 2.5.2. Sohle und Widerlager

Bei allen Arten von Sohlplatten und Sohlgewölben aus Ortsbeton müssen die Blockfugen mit jenen im Gewölbe übereinstimmen, entsprechend ist die maximal zulässige Länge der Sohlblöcke auf 12,5 m begrenzt. Weitere Unterteilungen sind in Längsrichtung zulässig.

In Bereichen mit wasserundurchlässiger Innenschale (WDI), gelten für die Sohle die gleichen Anforderungen wie für das Gewölbe.

### 2.5.3. Zeitpunkt des Auskleidung

Der Zeitpunkt des Betoneinbaus ist von der Verformungsgeschwindigkeit des Hohlraumrandes nach Einbau der Stützmittel und dem Arbeitsvermögen der Innenschale abhängig.

Grundsätzlich kann ab einer Verformungsgeschwindigkeit von kleiner 2 mm pro Monat die Innenschale eingebaut werden.

Die Betonvorgänge dürfen nur nach Genehmigung durch der Auftraggeber/BL ausgeführt werden und nach positiver Begutachtung des korrekten Einbaus der Bewehrungen und des Zustandes eventueller Abdichtungsbahnen.

$d_{\text{plan}}$  corrisponde alle misure di progetto negli elaborati grafici.

Se si supera lo spessore massimo consentito del rivestimento definitivo, si possono attuare i seguenti interventi:

- Rivestimento definitivo armato o non armato - Riempimento del sovrascavo con betoncino proiettato o calcestruzzo
- Rivestimento definitivo armato - considerazione dello spessore effettivo del rivestimento definitivo nei calcoli statici.

Per misurare lo spessore del rivestimento definitivo si procede come descritto all'allegato B.

La prova viene eseguita su disposizione di Committente/DL.

In deroga è ammesso che solo un ente di controllo che disponga delle necessarie referenze possa svolgere il controllo non distruttivo dello spessore dell'opera ultimata. Le referenze devono essere presentate a Committente/DL.

Dopo il posizionamento del cassero dovrà essere inoltre misurata lo spessore degli elementi strutturali in corrispondenza delle sue estremità ed in corrispondenza delle bocchette di ispezione.

Eventuali rilevanti infiltrazioni di acqua che, dopo un periodo di osservazione da definire, non si esauriscono, devono essere eliminate mediante iniezioni o intasamenti.

Se sono presenti con continuità fori per gli ancoraggi, si devono utilizzare tubi di rivestimento e sistemi di sigillatura per evitare infiltrazioni idriche e garantire un'impermeabilizzazione duratura.

### 2.5.2. Platea, arco rovescio e fondazioni

Per tutti i tipi di platea o arco rovescio realizzati con calcestruzzo gettato in opera, i giunti devono coincidere con quelli della volta, di conseguenza la lunghezza massima dei conci non deve superare i 12,5 m. Sono possibili ulteriori suddivisioni degli elementi in senso longitudinale.

Nelle zone in cui è previsto un rivestimento definitivo impermeabile valgono per la platea e l'arco rovescio gli stessi requisiti della volta.

### 2.5.3. Messa in opera del rivestimento definitivo

Il momento del getto dipende dalla velocità di deformazione della cavità dopo il consolidamento e dalla capacità portante del rivestimento definitivo.

Di principio a partire da una velocità di deformazione minore di 2mm al mese, il rivestimento definitivo può essere messo in opera.

I getti del calcestruzzo possono essere eseguiti solo dopo l'autorizzazione di Committente/DL, e a seguito di verifica positiva della corretta posa delle armature e delle condizioni delle eventuali membrane di impermeabilizzazione.

#### 2.5.3.1. Innenschale bei bestehenden Bauwerken

In den folgenden Bauwerksbereichen sind Ausbruch und Außenschale bereits in vorherigen Baulosen bewerkstelligt worden; hier ist im Rahmen des Bauloses Muls 2-3 die Herstellung einer Innenschale vorgesehen.

- Bereiche der Haupttunnel;
- Zugangstunnel Muls;
- Querschlag 48/3 (inkl. Schacht), 48/1, 47/3;
- Erkundungsstollen.

Neben dem Einbau der Innenschale sind, sofern notwendig im Sinne der Anforderungen des gegenständlichen Dokumentes, der Abdichtungsträger und das Abdichtungssystem vorzusehen.

Die Arbeiten werden auf Basis der Berechnungen aus den Laserscan-Aufnahmen (Bestimmung der Außenseite der Innenschale) vergütet. Das Protokoll zu den Laserscan-Aufnahmen wird von den Technikern des Auftraggeber/BL und vom Auftragnehmer einvernehmlich gegengezeichnet.

#### 2.5.3.2. Oberflächige Feinarbeit von Betonböden

Die Sohlplatte der Zugangstunnel und der Anbindung an den Zugangstunnel Muls dient in der Bauphase als Fahrbahn für gummibereifte Fahrzeuge. Die Platte muss entsprechend im Fischgrätmuster aufgeraut werden um die Haftung der Reifen zu verbessern. Die Aufrauung muss auf dem frischen Beton erfolgen.

#### 2.5.4. Vorbereitung des Betonieruntergrundes

##### 2.5.4.1. Allgemeines

Der Betonieruntergrund (z.B. Spritzbeton- oder Felsoberfläche, Tübbing) ist von Verschmutzungen zu reinigen und von losen Teilen zu befreien. Gegebenenfalls ist die Oberfläche mit Druckluft oder Luft-Wasser-Gemisch, sofern die Oberfläche dies zulässt, zu reinigen. Die Druckluft muss ölfrei sein.

Die Nachbehandlungsmittel müssen vor dem Anbetonieren entfernt werden.

Das Einfließen von Zementschlamm in tiefer liegende Drainagen und Filterkörper ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

##### 2.5.4.2. Ebenflächigkeit des Betonieruntergrundes

Vor dem Einbringen des Betons sind die Oberflächen sowohl im Gewölbe als auch im Sohlbereich entsprechend vorzubereiten.

Die Oberflächenbeschaffenheit und Ebenflächigkeit des Abdichtungsträgers ist bei Regenschirmabdichtungen (mit und ohne Bewehrung) entsprechend Kap. 2.2 auszuführen.

#### 2.5.3.1. Rivestimento definitivo in opere preesistenti

Nelle seguenti parti d'opera dove scavo e rivestimento di prima fase sono già stati realizzati da Lotti precedenti, è prevista la realizzazione del rivestimento definitivo da parte del Lotto Muls 2-3:

- Parte della Galleria di Linea;
- Finestra di Muls;
- By pass 48/3 (compreso il pozzo), 48/1, 47/3;
- Cunicolo Esplorativo.

Oltre al getto del rivestimento sono da prevedere ai sensi dei requisiti richiesti nel presente documento, lo strato di regolarizzazione per l'impermeabilizzazione e il sistema di impermeabilizzazione.

Le lavorazioni verranno compensate sulla base dei computi dedotti dai rilievi laser-scan (definizione dell'estradosso del rivestimento). Il verbale dei rilievi laser-scan verrà redatto in contraddittorio tra i tecnici di Committente/DL, e quelli dell'Appaltatore.

#### 2.5.3.2. Finitura superficiale pavimentazioni in calcestruzzo

La platea delle gallerie di accesso e dell'innesto alla finestra di Muls in fase di esercizio fungerà da pavimentazione stradale per mezzi gommati. La platea dovrà quindi essere irruvidita a spina di pesce per migliorarne l'adesione dei pneumatici. L'irruvidimento dovrà essere eseguita su calcestruzzo fresco.

#### 2.5.4. Preparazione del sottofondo per il getto

##### 2.5.4.1. Generalità

Il sottofondo per il getto (per es. superficie in betoncino proiettato o in roccia, conci) deve essere liberato dalle impurità. Se la superficie lo consente, deve essere pulita con aria compressa o con aria e acqua. L'aria compressa non deve contenere tracce di olii.

I prodotti stagionanti devono essere rimossi prima del successivo getto.

Si devono adottare idonee misure per evitare l'infiltrazione di boiaccia cementizia nelle condotte di drenaggio o nei corpi filtranti.

##### 2.5.4.2. Planarità del sottofondo per il getto

Prima del getto le superfici, nella zona della volta e il fondo scavo, devono essere preparate in modo idoneo.

La caratteristica della superficie e la planarità dello strato di regolarizzazione, nelle impermeabilizzazioni ad ombrello (con o senza armatura) deve essere conforme al cap. 2.2.

Bei WDI ist die luftseitige Begrenzungsfläche des Betonieruntergrundes so auszuführen, dass die Verzahnung zwischen der wasserundurchlässigen Innenschale (WDI) und der Spritzbetonschale möglichst gering ist (siehe 2.2).

### 2.5.5. Betonfugen

Die Ausführung der Fugen muss in Übereinstimmung mit dem Projekt erfolgen.

#### 2.5.5.1. Arbeitsfugen

Alle Arbeitsfugen sind vor dem Anbetonieren zu reinigen. Insbesondere sind Nachbehandlungsmittel rückstandsfrei zu entfernen.

Bei definierten Fugen mit Kraftschluss wie zum Beispiel Gewölbe-Sohle (Widerlager) ist ein „Greencut“ auszuführen. Ein „Greencut“ ist das Freilegen des Korngerüsts des jungen Betons. Dies erfolgt mit einem ölfreien Luftdruck-Wasser-Gemisch ca. 3 bis 4 Stunden nach dem Betonieren.

Abweichend vom EN 1992-1-1 gilt für die Arbeitsfuge Widerlager/Sohle-Innenschale die Anforderung „rau“.

Die Blockfuge muss eine Trapezform von 40/60 mm Breite und 24 mm Tiefe aufweisen. Verschiebungen in den Blockfugen sind nicht zulässig.

Bei bewehrten Innenschalen muss das Profil der eingelegten Dreikant- oder Trapezleiste (siehe nachfolgende Abbildung) die erforderliche Überdeckung der Bewehrung gewährleisten.

In caso di rivestimento definitivo impermeabile la superficie lato cavità del sottofondo, deve essere tale da minimizzare le asperità tra il rivestimento definitivo impermeabile e il rivestimento in betoncino proiettato (si veda cap. 2.2).

### 2.5.5. Giunti nel calcestruzzo

L'esecuzione dei giunti deve avvenire in conformità al progetto.

#### 2.5.5.1. Giunti di lavoro

Tutti i giunti di lavoro devono essere puliti prima del successivo getto. In particolare i prodotti stagionanti devono essere rimossi senza lasciare tracce.

In determinati giunti con trasmissione degli sforzi, come tra la volta e la platea (muretta), si deve eseguire un "green cut". Il "green cut" è l'asportazione del calcestruzzo di ricoprimento dopo il getto in modo da lasciare gli aggregati scoperti. Questo avviene con una miscela di aria compressa e acqua ca. dopo 3 - 4 ore dopo il getto del calcestruzzo.

In difformità all'EN 1992-1-1 per il giunto di lavoro platea/muretta-rivestimento definitivo vale il requisito „scabro“.

Il giunto del blocco deve essere allestito in forma trapezoidale, di larghezza 40/60 mm e altezza 24 mm. Sfalsature nei giunti dei blocchi non sono permessi.

In caso di rivestimento definitivo armato il profilo dell'inserto triangolare o trapezoidale (si veda la figura successiva) deve garantire il copriferro richiesto.

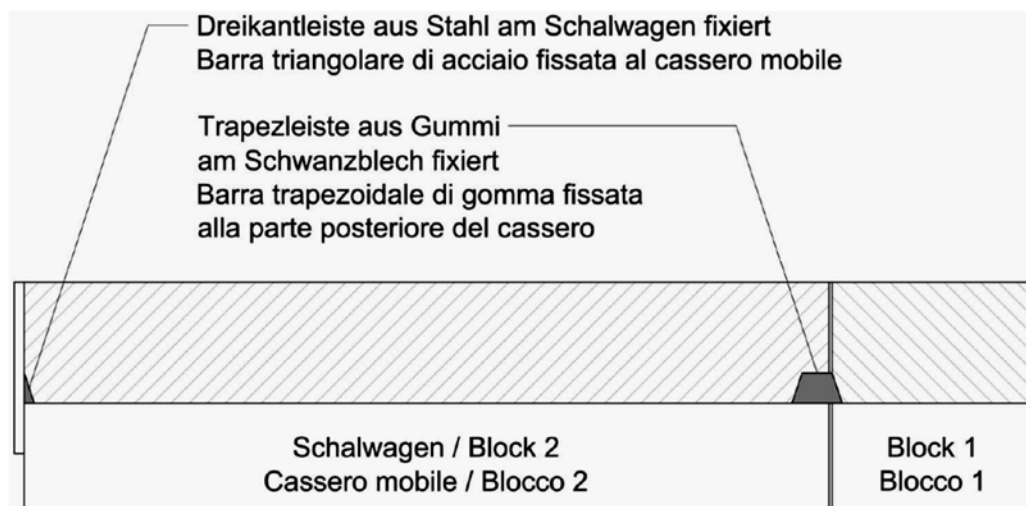


Abbildung 16 Fugenausbildung Blockfuge Innenschale

Illustrazione 16 Giunti tra i blocchi del rivestimento definitivo

### 2.5.5.2. Fugenabdichtungen

Hinsichtlich der Auswahl der Materialien, Lagerung, Transport, Einbau wird auf das Kap. 2.2 verwiesen.

### 2.5.6. Endgestaltung Bauwerke Untertag

Die Bauwerke, die nicht dem Tunnelbetrieb dienen, werden in der Regel mit Ausbruchmaterial und/oder Beton verfüllt. Dabei handelt es sich insbesondere um:

- Logistikknoten:
  - NL-BYP;
  - NL-MM-Nord;
  - NL-MM-Sud.
- NL-C;
- Stollen Unterplattner;
- Logistikstollen;
- Montagekavernen TBM.

Die Verfüllung muss den folgenden Anforderungen entsprechen

- Ausbruchmaterial der Klasse B oder C;
- Lagenweiser Einbau von Schichten von maximal 50 cm Mächtigkeit;
- Ausreichende Verdichtung (ME im Endzustand von 30'000 kN/ m<sup>2</sup>);
- Verfüllung bis auf 2 m unter Firste, sofern in den Ausführungsplänen nicht anders angegeben.

Am tiefsten Punkt auf Höhe der Sohlplatte müssen Drainagerohre verlegt werden, die am Ende des verfüllten Abschnittes an das Entwässerungssystem anzuschließen sind.

An den Endpunkten der zu verfüllenden Bauwerke müssen Stahlbeton-Trennwände (C 30/37) von ca. 2 m Dicke errichtet werden. Jene Trennwände, die an die Haupttunnel angrenzen, müssen mit Spritzbeton angeglichen werden um das theoretische Ausbruchprofil wiederherzustellen.

Beim Stollen Unterplattner ist neben den 2 Trennwänden an den Portalen noch ein Betonblock im Bereich der Unterquerung der Straßenbrücke ins Pustertal vorgesehen; dieser ist ca. 20 m lang und wird in Magerbeton (C16/20) ausgeführt.

Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber/BL ein Konzept zur Einbringung des Verfüllmaterials zur Genehmigung unterbreiten.

Nischen und andere Baulogistik-Ausbrüche, die der Auftragnehmer für notwendig im Sinne einer reibungslosen Baustellenlogistik erachtet, müssen auf dieselbe Weise verfüllt auf Kosten des Auftragnehmers werden. Das Projekt zur Endgestaltung dieser Bauwerke muss dem Auftraggeber/BL zur Genehmigung vorgelegt werden.

### 2.5.5.2. Impermeabilizzazione dei giunti

Per quanto attiene la scelta dei materiali, lo stoccaggio, il trasporto e l'installazione si rimanda al cap. 2.2.

### 2.5.6. Sistemazione finale di opere di logistica in sotterraneo

Le opere non funzionali all'esercizio della galleria vengono di principio riempite con materiale di scavo e/o calcestruzzo. Queste sono in particolare:

- Nodo Logistico:
  - NL-BYP;
  - NL-MM-Nord;
  - NL-MM-Sud.
- NL-C;
- Cunicolo di Unterplattner;
- Cunicoli logistici;
- Caverne di montaggio TBM.

Il riempimento deve adempiere ai seguenti requisiti

- Materiale di scavo di Classe B o C;
- Messa in opera di strati completi di spessore massimo 50 cm;
- Sufficientemente compattato (ME finale di 30'000 kN/ m<sup>2</sup>);
- Riempimento fino a 2 m sotto l'apice della volta, se non indicato diversamente nei documenti esecutivi.

Nel punto più basso a livello della platea devono essere posate delle condotte di drenaggio che, alla fine del settore riempito, sono da collegare al sistema di smaltimento delle acque.

Alle estremità delle opere da riempire dovranno essere realizzati dei diaframmi in calcestruzzo armato (C 30/37) dello spessore di circa 2 metri. I diaframmi a contatto con le gallerie di linea dovranno essere regolarizzati con betoncino proiettato, in modo da ricreare il profilo teorico di scavo.

Il cunicolo di Unterplattner prevede, oltre ai diaframmi ai due portali, un diaframma presso il sottopasso al viadotto stradale per la Val Pusteria, da realizzare su una lunghezza di circa 20 m in calcestruzzo magro (C16/20).

L'Appaltatore deve consegnare a Committente/DL per approvazione il concetto di messa in opera del materiale di riempimento.

Nicchie o altri scavi di logistica di cantiere che l'Appaltatore dovesse ritenere necessari a scopi logistici dovranno essere sistemati in modo analogo, a spese dell'Appaltatore. Il progetto di sistemazione finale di tali opere dovrà essere consegnato a Committente/DL per l'approvazione.

## 2.6. BEWEHRUNG

### 2.6.1. Allgemeines

Für die Durchführung gelten die UNI EN 1992-1-1 und NTC 2008 sofern nachfolgend nicht anders vorgesehen.

Als Bewehrung sind vorgebogene, dem jeweiligen Radius angepasste Betonstabstähle und/oder Betonstahlmatten zu verwenden und über Tragkonstruktionen einzubauen.

### 2.6.2. Baustahl

Für die Bewehrung ist ein FPC-Zertifikat (Factory Production Control) und eine Kopie der Zertifizierung über die Qualifikation durch den zentralen technischen Dienst (STC) des Obersten Rates für Öffentliche Arbeiten (CC.SS.LL.PP) erforderlich.

Folgende Betonstahl sind für die Bemessung heranzuziehen:

$$B450C - f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Hierbei ist:

$f_{yk}$  charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

Es dürfen nur Stähle verwendet werden, die der UNI EN 10080 und der NTC 2008 entsprechen.

Betonstahl und Betonstahlmatten aus glatten Stäben sind nicht zugelassen. Die Maschenweite der Matten darf 150 mm, bei WDI 100 mm nicht überschreiten. Stabdurchmesser größer 26 mm sind nur in Ausnahmefällen zugelassen.

### 2.6.3. Einbau

Die planmäßige Lage der Bewehrung ist durch geeignete Maßnahmen, welche die Betoneinbringung möglichst wenig behindern sollen, sicherzustellen. Mattenstöße sollen weder bei den Betonierstützen noch bei den Beobachtungsfenstern angeordnet werden.

Überlappungen mit Baustahlgitter sind mit drei Maschenweiten quer zur Tunnelachse und mit zwei Maschenweiten in Tunnellängsrichtung zu wählen. Bei Überlappungen mit Stabstahl gilt die EN 1992-1-1 und in Italien die NTC 2008.

Mattenstöße sind derart anzuordnen, dass keine vierfache Mattenlage entsteht (Behinderung der Betoneinbringung).

Die Verlegung der Bewehrung der Innenschale muss als geschlossene, käfigförmige und völlig selbsttragende Struktur ausgeführt werden. In keinem Fall sind Verankerungen in der Unterstruktur (Außenschale) erlaubt, welche ein Durchdringen der Abdichtungshaut erfordern.

Das Projekt aller Vorrichtungen zur Befestigung der Bewehrungen geht zu Lasten des Auftragnehmers.

## 2.6. ARMATURA

### 2.6.1. Generalità

Per la realizzazione valgono le norme UNI EN 1992-1-1 e NTC 2008, se non diversamente previsto in seguito.

Per l'armatura si utilizzano barre di acciaio presagomate in base ai rispettivi raggi di curvatura, e/o reti elettrosaldate.

### 2.6.2. Acciaio per armatura

Per l'impiego di acciaio per cemento armato è necessario il certificato FPC (Factory Production Control) e una copia dell'Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale del CC.SS.LL.PP.

Per il dimensionamento si utilizza il seguente acciaio di armatura:

Dove:

$f_{yk}$  Tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

Sono ammessi solo acciai conformi alle norme NTC 2008 e UNI EN 10080.

Non sono ammessi acciai di armatura e reti elettrosaldate con barre lisce. La larghezza della maglia delle reti non può superare i 150 mm, 100 mm in caso di rivestimento definitivo impermeabile. Barre con diametro superiore a 26 mm sono ammesse solo in casi eccezionali.

### 2.6.3. Posa

La posizione di progetto dell'armatura deve essere garantita da misure idonee che ostacolino il meno possibile la fase di getto del calcestruzzo. Vanno evitate sovrapposizioni delle maglie sia in corrispondenza dei bocchettoni che delle finestre di getto.

La sovrapposizione dei fogli di rete elettrosaldata deve essere di tre maglie in direzione trasversale della galleria e di due in direzione longitudinale. Per la sovrapposizione delle barre valgono la EN 1992-1-1 e in Italia le NTC 2008.

Le giunzioni tra i fogli di reti elettrosaldate devono essere tali da evitare che si sovrappongano quattro strati di rete (ostacolo al getto del calcestruzzo).

La posa dell'armatura del rivestimento deve essere eseguita in modo da realizzare una struttura chiusa e completamente autoportante. In nessun caso sono ammessi ancoraggi alla sottostante struttura (rivestimento di prima fase) che richiedano l'attraversamento della membrana impermeabile.

Il progetto di tutti i dispositivi per il sostegno dell'armatura è onere dell'Appaltatore.

Der Einbau der Bewehrungen muss nach Modalitäten und Vorkehrungen erfolgen, die in jedem Fall die Beschädigung der Abdichtungsbahn ausschließen. Eventuelle Schäden sind vor dem Guss zu reparieren.

Der Einbau der Bewehrungen muss nach den im Projekt vorgesehenen Entwürfen oder Angaben erfolgen und nach Einhaltung der vorgeschriebenen Betondeckungen.

Vor dem Betonieren überprüft und genehmigt der Auftraggeber/BL die korrekte Anordnung der Bewehrungen und stellt die Einhaltung der vorgeschriebenen Betondeckung fest. Die Stirnschalung, die eventuell die Sicht auf die Bewehrungen verhindern könnte, darf erst nach der Überprüfung durch den Auftraggeber/BL eingebaut werden.

Vor der Überprüfung der Bewehrungen durch den Auftraggeber/BL darf kein Betonieren erfolgen. Der Auftraggeber/BL kann den Abbruch der ohne diese Vorüberprüfung ausgeführten Betonarbeiten verlangen.

Aufgrund der Induktion der Magnetfelder, die durch Kabelleitungen hervorgerufen werden, sind Bewehrungsringe in Form von elektrischen Leitern um die Kabelleitungen (Kabelrohre, vielrohrige Kabeltrassen, etc.) herum zu vermeiden.

Etwaige Schutzaufwendungen der Bewehrung im Sinne der Arbeitssicherheit sind in den Positionen des Preisverzeichnisses inkludiert.

#### 2.6.4. Betondeckung

Das Nennmaß der Betondeckung  $c_{nom}$  setzt sich gemäß ÖNORM / UNI EN 1992-1-1 aus der Mindestbetondeckung  $c_{min}$  und dem Vorhaltemaß  $\Delta c_{dev}$  zusammen. Im Vorhaltemaß ist bereits die Messtoleranz des Prüfgeräts für die Betondeckung von + 3 mm enthalten.

$c_{min,dur}$	Anforderungskategorie gemäß ÖNORM / UNI EN 1992-1-1 Classe di requisito secondo UNI / ÖNORM EN 1992-1-1	<b>XC3</b>	<b>XC4 (XA2)</b>
		25 mm	30 mm
	Nutzungsdauer 200 Jahre Durabilità 200 anni s	+ 10 mm	+ 10 mm
Erhöhtes Vorhaltemaß $\Delta c_{dev}$ (/) Tolleranza elevata $\Delta c_{dev}$ :		+ 10 mm	+ 10 mm
$c_{nom}$ :		<b>45 mm</b>	<b>50 mm</b>

*Tabelle 18 Nennmaß der Betondeckung*

*Tabella 18 Valore nominale del copri ferro*

Die hohlraumseitige Betondeckung ist entsprechend den Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse (in Bereichen mit erhöhtem Brandschutzniveau auf österreichischer Seite) entsprechend den Vorgaben des Bericht [7] zu verifizieren.

Die Messung der Betondeckung der Stahleinlagen wird mit elektronischem Messgerät (z.B. Profometer oder Gleichwertiges) durchgeführt.

La posa delle armature deve avvenire secondo modalità e con precauzioni tali da escludere in ogni caso il danneggiamento della membrana impermeabile. Eventuali danni andranno riparati prima del getto.

La posa delle armature deve essere realizzata secondo gli schemi o disposizioni previsti nel progetto e rispettando i prescritti valori di copriferro.

Prima di ogni getto, Committente/DL controlla ed approva la corretta disposizione delle armature ed accerta il rispetto dei prescritti valori di copriferro. La posa del controcassero che eventualmente occlude la vista delle armature deve essere eseguita solo dopo l'ispezione di Committente/DL.

Nessun getto può essere eseguito prima che Committente/DL abbia effettuato la verifica delle armature. Committente/DL può disporre la demolizione dei getti eseguiti se non ha eseguito tale controllo preventivo.

A causa dell'induzione dovuta ai campi magnetici generati dai cavi è da evitare la creazione di anelli di armatura elettricamente conduttori attorno a cavi (tubi portacavi, polifore, ecc.).

Eventuali oneri di protezione dell'armatura per la sicurezza sul lavoro sono da considerarsi compresi nelle voci di elenco prezzi.

#### 2.6.4. Copriferro

La misura nominale del copriferro  $c_{nom}$  è composta, in conformità alla ÖNORM / UNI EN 1992-1-1, dalla misura minima del copriferro  $c_{min}$  e dalla tolleranza  $\Delta c_{dev}$ . Nella tolleranza è compresa la tolleranza di misurazione dello strumento di verifica per il copri ferro di + 3 mm.

Il copriferro verso l'intradosso deve essere verificato in base ai requisiti di resistenza al fuoco (nelle aree con elevato livello di resistenza al fuoco su lato austriaco), in accordo con le indicazioni della relazione [7].

Il copriferro delle armature si misura con uno strumento elettronico (per es. pacometro o simile).



Um systematische Fehler auszuschalten, sind Messungen spätestens zwei Wochen nach dem Ausschalen durchzuführen.

Die Kalibrierung des Gerätes und die Feststellung der Messtoleranz sind durchzuführen. Das Messgerät ist für die der Betonoberfläche nächstgelegene Bewehrungslage einzustellen.

Die Messungen sind einvernehmlich zwischen dem Auftraggeber/BL und Auftragnehmer durchzuführen.

Spätestens nach der Herstellung der ersten 3 Blöcke eines Tunnelabschnittes mit bewehrter Innenschale ist an diesen unverzüglich im verdichteten Messraster (1 m x 1 m) die Betondeckung nachzuweisen. Wird die Mindestbetondeckung nicht überschritten, kann vorerst davon ausgegangen werden, dass kein systematischer Fehler bei der Verlegung vorliegt. In diesem Fall sind die weiteren Betondeckungsmessungen des 7. und 10. Blockes mit einem Messraster von ca. 2,25 m x 2,25 m (entspricht einem Messpunkt alle 5 m<sup>2</sup>) durchzuführen. Werden auch an diesen Blöcken keine Betonüberdeckungsmängel festgestellt, so wird in weiterer Folge die Betondeckung bei jedem 10. Block im Messraster von ca. 2,25 m x 2,25 m wiederholt.

Wird an einem dieser Blöcke an einer Stelle die Mindestbetondeckung unterschritten, ist an diesem Block der Messvorgang mit einem verdichteten Messraster von 1 m x 1 m zu wiederholen. Darüber hinaus muss an den benachbarten Blöcken der Nachweis erbracht werden, dass die Mindestbetondeckung eingehalten ist.

Per evitare errori sistematici le misurazioni vanno eseguite al massimo entro due settimane dalla scasseratura.

Si deve eseguire la calibratura dello strumento e definire delle tolleranze di misurazione. Lo strumento di misurazione deve essere regolato per lo strato di armatura più vicino alla superficie in calcestruzzo.

Le misurazioni sono svolte congiuntamente da Committente/DL e dall'Appaltatore.

Il controllo del copriferro si svolge al più tardi dopo la produzione dei primi 3 blocchi di una tratta di galleria con rivestimento definitivo armato, con raster di misura (1 m x 1 m). Se non si supera la misura minima del copriferro si può ritenere che non sussistano errori nella posa. In questo caso le misurazioni successive del copriferro del settimo e decimo blocco si svolgono con una maglia di circa 2,25 m x 2,25 m (corrisponde a un punto di misurazione ogni 5 m<sup>2</sup>). Se anche in questi blocchi non si rilevano limitazioni del copriferro la misurazione si ripete ogni 10 blocchi con maglia di circa 2,25 m x 2,25 m.

Se in uno di questi conci si rileva che in un punto non è stato rispettato il copriferro minimo, si ripete in quel punto la misurazione con una maglia più fitta di 1 m x 1 m. Si deve inoltre controllare che nei conci adiacenti sia stato rispettato il copriferro minimo.

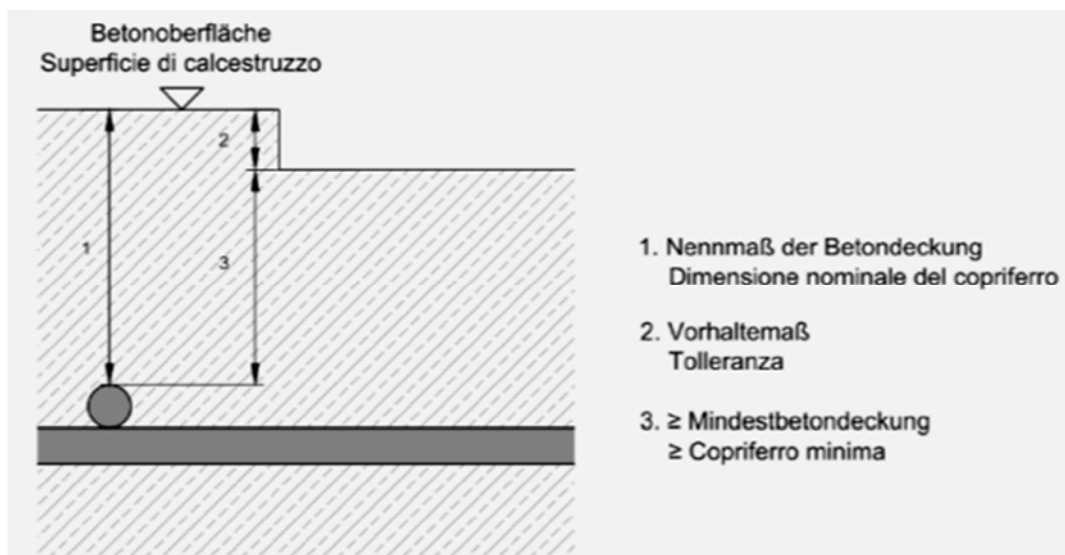


Abbildung 17 Zusammensetzung des Nennmaßes für die Betondeckung

Illustrazione 17 Composizione della dimensione nominale per il copriferro

### 2.6.5. Abstandhalter

Die Höhe der Abstandhalter hat dem Nennmaß der Betondeckung  $C_{nom}$  zu entsprechen.

Es sind hohlraumseitig linienförmige, kippsichere mineralische

### 2.6.5. Distanziatori

Lo spessore dei distanziatori deve essere conforme alla dimensione nominale del copriferro  $C_{nom}$ .

Sul lato di intradosso (lato della cavità) si utilizzano distanziatori

Abstandhalter zu verwenden.

Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- Abstandhalter aus Beton haben mindestens der geforderten Güte für Innenschalenbeton zu entsprechen.
- Mindestens 1,0 pz/m<sup>2</sup> Abstandhalter sind einzubauen
- Bewehrung aus Kunststofffaser
- Zur Verhinderung der Verkipfung müssen dreikantige Abstandhalter verwendet werden
- Einbau der Abstandhalter im Ulmenbereich der Gewölbeschalung unter 45° zur Horizontalen

### 2.6.6. Ingenieurbauwerke für die Vorbereitung der Erdung

Die Vorbereitung der Bewehrung für die Erdung, welche mit den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses vergütet wird, wird wie folgt ausgeführt:

- Verbindungspunkt (Druckschelle)
- selbstlöschende flexible Rohre DN 50

Die Planung und die Ausführung der Erdungsanlage ist die Aufgabe Dritter, mit welchen sich der AN mittels des Auftraggeber/BL absprechen muss.

Im Dokument [3] ist begrifflich die Erdungsanlage dargestellt. Es wird dennoch folgendes unterstrichen:

- Die dargestellte Anlage ist indicativ und ist nicht Bestandteil des Auftrages des AN, mit Ausnahme des in den vorigen Absätzen Beschriebenen.

#### 2.6.6.1. Ausführung

Falls vorhanden, muss die Bewehrung der Sohlplatte und der Ulmenbereiche unterhalb des Bankettniveaus an das Erdungssystem angebunden werden.

Insbesondere sind diese Bauelemente an das Erdungssystem anzubinden, wenn sie parallel zur Gleisführung eine Länge von über 15 m aufweisen bzw. in Querrichtung von über 2 m.

Um dem künftigen Auftragnehmer für die eisenbahntechnische Ausrüstung die Verlegung einer Ringleitung zur Potentialkompensation senkrecht zur Tunnelachse zu ermöglichen, werden Kabelleerrohre quer zum Bankett verlegt. Diese liegen in der Regel in 50 m Abstand zueinander sowie in den Bereichen der Querschläge (2x). Querrillen sind immer auch am Anfang und am Ende eines jeden bewehrten Tunnelabschnittes vorzusehen.

di forma lineare, che siano stabili e a base minerale.

Si devono rispettare le seguenti condizioni:

- I distanziatori in calcestruzzo devono corrispondere almeno alla stessa qualità del calcestruzzo per rivestimento definitivo.
- Devono essere posati distanziatori in quantità di almeno 1,0 pz/m<sup>2</sup>.
- Armatura con fibre sintetiche
- Per evitare che i distanziatori si ribaltino devono avere sezione di forma triangolare
- Posa dei distanziatori nell'area dei piedritti del rivestimento definitivo, con inclinazione inferiore a 45° sull'orizzontale

### 2.6.6. Opere civili per la predisposizione della messa a terra

La predisposizione dell'armatura alla messa a terra compensata con appositi prezzi contrattuali consiste nella realizzazione di quanto elencato:

- punto di collegamento (morsetto a compressione);
- tubi flessibili in PVC autoestinguente DN 50.

La progettazione e la realizzazione dell'impianto di messa a terra è compito di terzi, con cui l'Appaltatore si dovrà interfacciare tramite Committente/DL.

Nel documento [3] è concettualmente rappresentato l'impianto di messa a terra. Si sottolinea tuttavia quanto segue:

- L'impianto rappresentato è indicativo e non è oggetto dell'incarico dell'Appaltatore, fatta eccezione per quanto riportati ai paragrafi precedenti.

#### 2.6.6.1. Esecuzione

Se presente, l'armatura della platea e dei piedritti al di sotto della quota della banchina deve essere collegata al sistema di messa a terra.

In particolare, queste parti d'opera sono da collegare al sistema di messa a terra se parallelamente al binario hanno una lunghezza superiore a 15 metri e trasversalmente superiore a 2 m.

Per permettere all'Appaltatore successivo della tecnica ferroviaria di posare una condotta anulare di compensazione del potenziale perpendicolare all'asse della galleria, verranno inseriti dei tubi portacavo trasversali nelle banchine (si sottolinea che le banchine non oggetto del presente appalto). Questi saranno situati regolarmente alla distanza di ca. 50 m e nella zona dei cunicoli trasversali (2x). Scanalature trasversali sono da eseguire sempre anche all'inizio e alla fine di un settore armato.

Der Auftraggeber/BL überprüft das Potential der Bewehrung vor dem Betoneinbau und nach der Verschließung der Schalung. Der Auftragnehmer muss den Auftraggeber/BL dahingehend rechtzeitig benachrichtigen. Etwaige notwendige Maßnahmen zum Erreichen der Leitfähigkeitsprüfung sind vom Auftragnehmer zu dessen Lasten vorzubereiten.

## 2.7. HERSTELLUNG, TRANSPORT, VERARBEITUNG, AUSSCHALEN UND NACHBEHANDLUNG

### 2.7.1. Betonherstellung (Mischanlage)

#### Allgemein

Für den Betrieb und die Überwachung der Mischanlagen sind die Bestimmungen und Anforderungen der NTC 2008 einzuhalten.

Es sind Mischanlagen mit Mikroprozessorsteuerung zu verwenden. Die Mischanlagen müssen nachstehende zusätzliche Anforderungen erfüllen und nachstehende Vorgänge durchführen:

- Rezept-Speicherung mit Ausdruck,
- Messung und Protokollierung des Wassergehaltes von mindestens 90 % des Kornanteiles unter 4 mm mit Messsonden mit einem Toleranzbereich  $\pm 0,5$  % der Masse und automatischer Korrektur der Wasserzugabe.  
Das Verfahren für die Messung des restlichen Kornanteils ist im Zuge der Ausführung festzulegen und durch den Auftraggeber/BL zu genehmigen.
  - Schnelle Austrocknung von kleinen repräsentativen Mengen vom gelagerten Material
  - Anwendung der ermittelten Feuchtigkeitswerte für die Eingabedaten der Software zur Vorbereitung der Anlage.
- Soll-Ist-Wert-Kontrolle der Einwaage aller Betonkomponenten jeder Charge oder Ladung,
- Protokollierung aller Einwaagen für eine Charge oder eine Ladung mit den Wägeabweichungen,
- Protokollierung des Ist-w/z-Wertes (Berechnung gemäß Nachweis des Mindestzementgehaltes),
- Protokollierung der Mischzeit,
- Statistik und Dokumentation:  
Folgende Daten müssen erfasst, gespeichert und dokumentiert werden können:
  - Anzahl der Gesamtchargen,
  - Anzahl der Chargen mit Überschreitung der Toleranzen oder Handumschaltung,
  - Mittelwert, Maximum und Minimum der Einwaagen der Betonausgangsstoffe (Zement, Zusatzstoffe, Zusatzmittel, trockenen Gesteinskörnungen je Korngruppe, Wassergehalt der Gesteinskörnungen, Zugabe- und

Committente/DL kontrolliert das Potential der Bewehrung vor dem Gießen und nach der Verschlussung der Schalung. Der Auftragnehmer muss den Auftraggeber/BL dahingehend rechtzeitig benachrichtigen. Etwaige notwendige Maßnahmen zum Erreichen der Leitfähigkeitsprüfung sind vom Auftragnehmer zu dessen Lasten vorzubereiten.

## 2.7. PRODUZIONE, TRASPORTO, LAVORAZIONE, DISARMO E TRATTAMENTO STAGIONANTE

### 2.7.1. Produzione di conglomerato cementizio (Impianto di betonaggio)

#### Generalità

Per il calcestruzzo messo in opera, l'esercizio e le procedure di controllo degli impianti di betonaggio devono rispettare i requisiti richiesti dalle NTC 2008.

L'impianto di betonaggio utilizzato deve inoltre essere automatizzato, dotato di un software di gestione e di confezionamento, nonché rispettare i seguenti re-quisiti e svolgere le seguenti procedure:

- Archiviazione e stampa del mix design,
- Misurazione e registrazione del contenuto d'acqua di una parte non inferiore al 90% della frazione granulometrica avente diametro inferiore a 4 mm mediante sonda di misurazione con margine di tolleranza di  $\pm 0,5$  %  
Il metodo di misurazione della componente granulometrica deve essere stabilito durante l'esecuzione e deve essere approvata da Committente/DL.
  - Essiccazione speditiva di piccole quantità rappresentative del materiale stoccato all'impianto
  - Utilizzo dei valori di umidità così ottenuti nei dati di input del software impiegato nell'allestimento dell'impianto.
- Confronto teorico-effettivo del peso netto di tutti i componenti del calcestruzzo, di ogni carico,
- Registrazione di tutti i pesi netti per ogni carico con confronto dei diversi pesi,
- Registrazione del valore effettivo a/c (calcolato in base alla verifica del dosaggio minimo di cemento),  
Registrazione del tempo di miscelazione,
- Statistica e documentazione:  
I seguenti dati devono essere rilevati, archiviati e documentati:
  - Numero complessivo dei carichi.
  - Numero di carichi con superamento delle tolleranze o modifiche manuali.
  - Valori medio, massimo e minimo dei pesi netti dei materiali costituenti il calcestruzzo (cemento, additivi, aggiunte, aggregati, contenuto di acqua

Spülwasser) im Vergleich zur Sollmenge, bezogen auf einen m<sup>3</sup> Beton

- Frischbetontemperatur

Der Auftragnehmer muss die Kenndaten der verwendeten Mischanlage und eventueller Ersatzanlagen mindestens 8 Wochen vor der Lieferung des Betons mitteilen.

Die Toleranzen für das Dosieren der Ausgangsstoffe sind gemäß UNI EN 206 einzuhalten.

Die beschriebenen Daten und Protokolle müssen ausgedruckt werden. Abweichungen zu den Anforderungen sind zu bewerten und dem Auftraggeber/BL zur Kenntnis zu bringen.

Der Lieferschein muss den Gesetzen entsprechen.

Die Mischanlage muss die Zugabe von Warmwasser mit einer max. Temperatur von 60 °C in den Wintermonaten ermöglichen.

Die Boxen für die Gesteinskörnung müssen überdacht sein.

Es ist eine Ersatzmischanlage vorzusehen, die eine Betonlieferung bei Gerätebruch ermöglicht. Aus der Ersatzmischanlage darf nur Beton zur Fertigstellung des begonnenen Bauteils geliefert werden. Die Betonzusammensetzung der Ersatzmischanlage muß der der Hauptmischanlage entsprechen oder es muss eine Erstprüfung des Betons für die Ersatzmischanlage vorliegen.

Auf die Ersatzmischanlage kann verzichtet werden, wenn in der Mischanlage zwei voneinander unabhängige Produktionslinien (Steuerungen, Dosieranlagen und Mischer) vorhanden sind.

Das bei den Betonfertigungsanlagen und den Anlagen zur Verarbeitung des Ausbruchmaterials anfallende Wasser ist im Kreislauf zu führen.

Die daraus resultierenden Mehraufwendungen sind mit den Einheitspreisen für Betonarbeiten abgegolten.

#### Schalbeton

Ergänzend zu den oben angeführten Anforderungen müssen Mischanlagen für die Herstellung von Schalbeton nachstehende zusätzliche Anforderungen erfüllen und nachstehende Vorgänge durchführen:

- Ortsfeste Mischanlage
- Die erforderliche Mindestmischzeit muss für Betone mit Luftporenbildnern gesondert nachgewiesen werden (UNI EN 12350-7.). Der Luftporengehalt darf durch das Nachmischen im Fahrmischer nicht mehr als 1% ansteigen.

#### Faserbeton

Sowohl PP-Fasern als auch Stahlfasern dürfen nur in der Mischanlage zugegeben werden.

Faserdosierung, Faserzugabe in den Mischer und Mischvorgang müssen eine homogene Faserverteilung gewährleisten. Die

degli aggregati, acqua aggiunta ed acqua di lavaggio) comparati con le rispettive quantità teoriche.

- Temperatura del calcestruzzo fresco

L'Appaltatore deve comunicare le caratteristiche dell'impianto di miscelazione utilizzato nonché di eventuali impianti di riserva con almeno 8 settimane d'anticipo prima della fornitura del calcestruzzo.

Le tolleranze secondo EN 206 per il dosaggio dei materiali componenti devono essere rispettate.

Tutti i suddetti dati e le registrazioni devono poter essere stampati. Scostamenti dai requisiti devono essere valutati e Committente/DL ne deve essere informato.

La bolla di consegna deve essere conforme alle leggi e ai regolamenti.

L'impianto deve consentire di aggiungere acqua calda con temperatura massima di 60 °C nei mesi invernali.

I depositi di stoccaggio degli aggregati devono essere coperti.

Deve essere previsto un impianto di betonaggio di riserva per consentire la fornitura del calcestruzzo in caso di guasto. Il calcestruzzo proveniente dall'impianto di riserva può essere utilizzato solo per il completamento dell'elemento strutturale già iniziato. Le caratteristiche e le prestazioni dell'impianto di riserva devono corrispondere a quelle dell'impianto principale; la miscela deve essere la stessa dell'impianto principale o si devono prevedere prove preliminari.

L'impianto di betonaggio di riserva non è necessario se l'impianto principale possiede due linee di produzione indipendenti (centro di controllo, dosatore e miscelatore).

Gli impianti di betonaggio e gli impianti per la lavorazione del materiale proveniente dallo scavo devono essere provvisti di sistema di riciclo completo dell'acqua di risulta.

I costi aggiuntivi risultanti sono inclusi nei prezzi unitari per i lavori in conglomerato cementizio.

#### Calcestruzzo gettato in opera

Oltre ai requisiti summenzionati gli impianti di betonaggio per la produzione del calcestruzzo gettato in opera devono rispettare i seguenti requisiti e svolgere le seguenti procedure:

- Impianto di betonaggio fisso
- Per i calcestruzzi che contengono areanti il tempo minimo richiesto di mescolamento deve essere calcolato a parte (UNI EN 12350-7). Il contenuto di bolle d'aria non può aumentare di più dell'1% dopo il mescolamento nell'autobetoniera.

#### Calcestruzzo fibrorinforzato

Le fibre di polipropilene e di acciaio possono essere aggiunte solo all'impianto di miscelazione.

Il dosaggio, l'aggiunta delle fibre nell'impianto di betonaggio e il processo di miscelazione devono garantire una distribuzione

Mischzeit muss gesondert nachgewiesen werden. Diese ist zu unterscheiden in Mischzeit im Zwangsmischer und Nachmischzeit im Fahrmischer. Für die Faserzugabe und den Mischvorgang muss eine Mischanweisung vorliegen. Die maximal zulässigen Abweichungen des Fasergehalts und Faserverteilung vom Zielwert bei einer Überprüfung gemäß Kapitel D3.17 für Stahlfasern und Kapitel D3.18 für PP-Fasern der Anlage D ist einzuhalten.

Die Mischanweisung hat zu enthalten:

- erforderliche Faserdosierung
- Ort, Art, Zeitpunkt und Geschwindigkeit der Faserzugabe in den Mischer
- Mischzeit nach Faserzugabe zur Einhaltung einer gleichmäßigen Faserverteilung
- erforderliche Nachmischzeiten im Fahrmischer
- Art und Füllgrad (Prozentsatz vom Nennvolumen) der verwendeten Mischer im Werk
- Füllgrad (Prozentsatz vom Nennvolumen) der verwendeten Fahrmischer
- Verzeichnis der eingesetzten Fahrmischer

Die PP- und Stahlfasern sind in Verpackungseinheiten bereit zu halten.

Die Fasern sind nach Masse mit einer Genauigkeit von  $\pm 3\%$  beim Abwiegen beizugeben. Die Verpackungsgrößen und die Betonmenge im Mischer sind aufeinander abzustimmen, sodass möglichst nur ganze Verpackungseinheiten zugegeben werden. Es muss eine Dosieranlage verwendet werden.

### 2.7.2. Transport

#### Allgemein

Im Sinne einer durchgehenden Qualitätssicherung sind alle Ablaufschritte (Planung, Herstellung, Prüfung und Ausführung) entsprechend nachvollziehbar zu dokumentieren. Die gesamte Betonbezeichnung ist am Lieferschein anzugeben.

#### Schalbeton

Der Beton ist während des Transportes vor Witterungseinflüssen zu schützen. Wird dieser Zeitraum überschritten, so ist die Zulässigkeit der verlängerten Verarbeitungszeit nachzuweisen. Der Betontransport darf nur in Einrichtungen erfolgen, die ein Aufmischen des Betons vor der Pumpe oder der Einbaustelle ermöglichen.

Bei Beton, der gepumpt wird, muss die Probenahme für die Qualitätssicherung nach der Pumpleitung entnommen werden (siehe Prüfbestimmungen, Anlage D).

Verzögernde Zusatzmittel (VZ) dürfen nur in der Mischanlage zugegeben werden, wenn ein entsprechender Nachweis im Rahmen der Erstprüfung geführt wurde. Chemische Pumphilfen sind nicht zulässig.

omogenea delle fibre. Il tempo di miscelazione deve essere verificato a parte, distinguendo tra il tempo di miscelazione nell'impianto e il tempo di miscelazione nell'autobetoniera. Per l'aggiunta di fibre e per la miscelazione devono essere redatte delle istruzioni a cui attenersi per la produzione del calcestruzzo. Lo scostamento massimo ammesso per il dosaggio e la distribuzione delle fibre rispetto al valore obiettivo, verificato con le prove di cui al capitolo D3.17 per fibre in acciaio e al capitolo D3.18 per fibre in polipropilene dell' Allegato D, devono essere rispettati.

Le istruzioni devono contenere:

- Dosaggio necessario di fibre.
- Luogo, tipo, momento e velocità dell'aggiunta di fibre nell'impianto di miscelazione.
- Tempo di miscelazione dopo l'aggiunta di fibre per mantenere una distribuzione omogenea.
- Tempo di miscelazione necessario nell'autobetoniera.
- Tipo e grado di riempimento (percentuale di volume nominale) dell'impianto di miscelazione utilizzato in stabilimento.
- Grado di riempimento (percentuale del volume nominale) dell'autobetoniera.
- Elenco delle autobetoniere utilizzate.

Le fibre di polipropilene e di acciaio devono essere stoccate in imballaggi per la produzione del calcestruzzo.

Le fibre devono essere aggiunte in base al peso con precisione del  $\pm 3\%$ . Le dimensioni dell'imballaggio rispetto alla quantità di calcestruzzo nell'impianto devono essere tali da aggiungere per quanto possibile sempre imballi interi. Si deve utilizzare un dosatore.

### 2.7.2. Trasporto

#### Generalità

Per garantire una qualità costante tutte le fasi (progettazione, produzione, controllo ed esecuzione) devono essere documentate in modo tracciabile. L'intera denominazione del calcestruzzo deve essere inserita nella bolla di consegna.

#### Calcestruzzo gettato in opera

Durante il trasporto il calcestruzzo deve essere protetto dagli agenti atmosferici. In caso di tempi di trasporto lunghi si deve dimostrare la validità della soluzione tecnica. Il calcestruzzo può essere trasportato solo in appositi mezzi che ne consentano il mescolamento prima del pompaggio o della messa in opera.

In caso di calcestruzzo pompato si deve estrarre un campione per il controllo di qualità dopo il pompaggio (si veda il elenco delle disposizioni di verifica, allegato D).

I ritardanti si possono aggiungere se durante le prove preliminari è stata eseguita la relativa verifica, l'aggiunta può essere svolta solo nel miscelatore. Non sono ammessi coadiuvanti chimici di pompaggio.

### 2.7.3. Fördern, Einbau und Verdichten

#### 2.7.3.1. Fördern

Gewölbebeton, der mit Pumpen gefördert wird, kann unter Einsatz entsprechender Relaispumpen im Regelfall bis 1500 m gepumpt werden. Bei langen Pumpleitungen und Relaispumpen ist besonders auf ein ausreichendes Vorhaltemaß für die erforderliche Einbaukonsistenz und die Einhaltung des geforderten LP-Gehaltes des Betons zu achten.

Nicht entsprechende Konsistenz (Wasserverlust, Ansteifen) kann durch die Zugabe eines entsprechenden Fließmittels in den Transportbetonmischer korrigiert werden.

#### 2.7.3.2. Einbau

Das Betongemisch muss in den vom Projekt festgelegten Phasen eingebaut und gerüttelt werden. Alle betonierten Gewölbeblöcke müssen mittels Pumpen ausgeführt werden, ausgenommen ist der Einsatz von Luftdruckpumpen.

Für die Verarbeitung des Betons gilt EN 13670, soweit in der Folge keine abweichenden Bestimmungen getroffen werden.

Die Oberflächen der Schalungen, die mit dem Beton in Kontakt treten, müssen vorab gereinigt und von verschmutzendem Material befreit werden außer bei Einsatz einer eventuellen Ausschaltungsflüssigkeit.

Das Einbringen des Betons innerhalb eines Betonierabschnittes muss kontinuierlich und ohne Unterbrechung erfolgen.

Der Betoniervorgang darf nur an den vorgesehenen Fugen unterbrochen werden.

Der Betoneinbau hat mit geschultem Fachpersonal zu erfolgen. Das Verdichten des Betons muss mittels hochtourigen Innen- und/oder Schalungsrüttlern erfolgen. Schalungsrüttler sind gleichmäßig, abhängig von der Schalwagenkonstruktion, auf der Schalautoberfläche zu verteilen (mind. 1 Stück pro 3–4 m<sup>2</sup>). Die Rüttler sind so zu dimensionieren und anzuordnen, dass eine einwandfreie Verdichtung des Betons erfolgt. In Schalungsbereichen, in denen die Schalung auf bereits fertigen Bauteilen aufliegt oder im Bereich der Arbeitsfuge Sohle zu Gewölbe, ist die Anzahl der Schalungsrüttler zu erhöhen.

Der horizontale Abstand von Betonierfenstern oder Füllstützen darf 3,0 m nicht übersteigen. Die freie Fallhöhe des Betons (Austrittsöffnung des Betonfördergerätes zur Betonoberfläche) darf 1,5 m nicht überschreiten.

Das Einbringen des Betons in die Schalungen muss generell symmetrisch auf beiden Seiten erfolgen, um jegliche Verformung der Stützbogenstruktur zu vermeiden, und in Schichten von nicht mehr als 50 cm, mittels Rohren, an deren Enden geeignete einziehbare Elemente angebracht sind, um die Betonzufuhr bei eingetauchter Öffnung zu ermöglichen.

Das Betonieren muss durchgehend erfolgen, wobei die Öffnungen der Füllrohre allmählich mittels der entsprechenden Muffen in der Schalung bis zum Bereich der Firste angehoben werden.

### 2.7.3. Movimentazione, getto e costipazione

#### 2.7.3.1. Movimentazione

Il calcestruzzo del rivestimento definitivo può di norma essere pompato mediante pompe per calcestruzzo fino a distanze di 1500 m. Con pompe associate a condotte più lunghe si deve prestare particolare attenzione a conservare sufficienti margini per raggiungere la necessaria consistenza e per rispettare il contenuto richiesto di bolle d'aria nel calcestruzzo.

Una consistenza non soddisfacente (perdita di acqua, indurimento) può essere corretta aggiungendo del fluidificante all'autobetoniera.

#### 2.7.3.2. Getto

Il conglomerato cementizio deve essere gettato e vibrato in opera secondo le fasi stabilite. Tutti i rivestimenti definitivi in conglomerato cementizio devono essere eseguiti mediante pompa con esclusione dell'impiego di pompe ad aria compressa.

Per la lavorazione del calcestruzzo vale la EN 13670, qualora in seguito non ci siano disposizioni differenti.

Le superfici della casseforma a contatto con il getto devono essere preventivamente pulite e prive di materiale inquinante salvo l'eventuale liquido disarmante.

La fase di getto deve avvenire in modo continuo e senza interruzioni.

Le interruzioni dei getti devono avvenire solo in corrispondenza dei giunti previsti.

Il getto del calcestruzzo deve essere eseguito da personale esperto. Il calcestruzzo deve essere compattato con aghi vibranti o vibratori a parete. I vibratori per calcestruzzo devono essere distribuiti uniformemente sulla superficie del cassero, a seconda della struttura del cassero (almeno 1 ogni 3–4 m<sup>2</sup>), e devono essere dimensionati e collocati in modo da consentire un perfetto costipamento del calcestruzzo. Nelle zone di contatto del cassero con elementi strutturali già realizzati o nella zona di giunto tra platea e volta dovrà essere aumentato il numero di vibratori.

La distanza orizzontale delle finestre di getto o sostegni di riempimento non può superare i 3,0 m. L'altezza di caduta del calcestruzzo (distanza dal bocchettone della zona di getto) non può superare 1,5 m.

Il getto del conglomerato cementizio nelle casseforme deve avvenire di norma in maniera simmetrica su ambo i lati, per evitare qualsiasi deformazione della struttura della cassaforma ed in strati non superiori a 50 cm, per mezzo di tubi muniti all'estremità di appositi elementi retraibili in modo da permettere l'adduzione del conglomerato a bocca sommersa.

Il getto deve avvenire senza soluzione di continuità, rialzando gradualmente le bocche del tubo adduttore utilizzando i manicotti predisposti nella cassaforma, fino alla chiave di volta.

Die Schließung der Innenschale im Gewölbe muss vollständig erfolgen. Um den Betoneinbau zu überprüfen müssen im Firstbereich Kontrollschläuche in 1,5 – 2 m Abstand (mindestens 5 pro Block, bzw. in einem Abstand von  $\leq 2,5$  m), die bis an den höchsten Gewölbepunkt vordringen.

Die Einbringung des Gewölbebetons kann durch einen Betonverteiler, Verteilermastpumpen oder durch händisches Umschlagen über Füllstützen erfolgen.

Die Betoniergeschwindigkeit und die Betonspiegeldifferenz sind entsprechend den statischen Gegebenheiten des Schalwagens einzuhalten. Die maximale Steiggeschwindigkeit beträgt 2,0 m/h, die maximale Betonspiegeldifferenz 0,7 m – dies gilt sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung (zwischen den Ulmen)

Fahrzeuge dürfen erst nach Erreichen eines ausreichenden Reifegrades des Betons die Betonauskleidung der Sohle befahren, dabei muss die Oberfläche in geeigneter Weise vor möglichen Schäden durch die Arbeitsmaschinen mit Raupen oder Gummibereifung geschützt werden.

#### 2.7.3.3. Verdichten

Der Auftragnehmer muss ein Konzept zur Verdichtung des Betons ausarbeiten und dieses vorab dem Auftraggeber/BL unterbreiten.

In der Arbeitsfuge zwischen Sohle und Gewölbe oder bei jenen Schalungsbereichen, in denen die Schalung auf bereits fertige Bauteile aufsetzt oder aufliegt, ist das Erfordernis einer zusätzlichen Verdichtungsmaßnahme zu den Schalungsrüttlern zu prüfen.

#### 2.7.4. Nachbehandlung

Unmittelbar nach dem Ausschalen (Gewölbe) oder nach dem Betoneinbau (Sohlplatte) müssen die Betonoberflächen mit einem Wagen für das Aushärten geschützt werden oder der Frischbeton muss mit entsprechenden spezifischen Produkten nachbehandelt werden. Im Falle einer Nachbehandlung mit Verdunstungsschutz muss das Produkt eingefärbt sein.

Der Verdunstungsschutz muss geeignet für die Anwendung auf Frischbeton sein und einen Rückhaltekoefizienten von mindestens 95% (Nachweis laut Anhang D) aufweisen. Die Anwendung erfolgt mit zweimaligem Auftrag. Die Flüssigkeit muss flächig und gleichmäßig aufgetragen werden.

Nach erfolgter Reifung wird das Produkt vollständig entfernt.

#### 2.7.5. Ausschalen

##### 2.7.5.1. Stirnschalung

Die Stirnschalung wird nach 4 – 5 Stunden abgenommen, um dort die Druckfestigkeitsentwicklung festzustellen.

La chiusura del rivestimento in chiave di volta deve essere completa. Per controllare la posa del calcestruzzo dovranno essere previsti nella calotta dei tubi di controllo posti a distanza di 1,5 – 2 m (almeno 5 per concio, ovvero a distanza  $\leq 2,5$  m), inseriti fino al punto più alto di estradosso della volta.

Il calcestruzzo può essere messo in opera con un distributore di calcestruzzo, con una pompa per calcestruzzo o manualmente, con getto attraverso bocchettoni.

Si devono rispettare la velocità e il dislivello di messa in opera in base alle caratteristiche statiche della cassaforma. La velocità massima di innalzamento è di 2,0 m/h, il dislivello massimo di 0,7 m, sia in direzione longitudinale che trasversale (tra i piedritti).

Il transito con automezzi sul calcestruzzo di rivestimento di platee / archi rovesci non deve avvenire prima che abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione, né senza opportune protezioni della superficie da possibili danneggiamenti ad opera delle macchine operatrici gommate o cingolate.

#### 2.7.3.3. Compattazione

L'Appaltatore deve proporre stabilire un concetto di compattazione del calcestruzzo da sottoporre anticipatamente a Committente/DL.

Nei giunti di lavoro tra platea/arco rovescio e volta o nelle zone in cui il cassero poggia su opere già ultimate, va verificata la necessità di adottare ulteriori misure per la compattazione del calcestruzzo oltre ai vibratorii a parete.

#### 2.7.4. Trattamento stagionante

Immediatamente dopo il disarmo (volta) o dopo il getto (platea), le superfici in calcestruzzo devono essere protette con un carro per la stagionatura o trattate con prodotti specifici applicati sul calcestruzzo ancora fresco. Nel caso in cui vengano applicati dei trattamenti antievaporanti il prodotto deve essere colorato.

Il prodotto antievaporante deve essere idoneo ad essere applicato su superfici di calcestruzzo fresco e deve avere un coefficiente di "trattenimento" almeno del 95% (verifica secondo allegato D). L'applicazione deve avvenire in 2 mani. Il liquido deve essere applicato in modo completo e uniforme.

Una volta avvenuta un'adeguata stagionatura il prodotto va completamente rimosso.

#### 2.7.5. Disarmo

##### 2.7.5.1. Cassero di testata

Il cassero frontale viene rimosso dopo 4-5 ore per determinare lo sviluppo della resistenza in opera.

### 2.7.5.2. Gewölbeschalung

Die Mindestzeiten und Standardzeiten für das Ausschalen sind in Tabelle 17 angegeben. Die folgenden Bedingungen müssen auf jeden Fall eingehalten werden.

Die Ausschalung der betonierten Teile darf erst erfolgen, sobald der Beton eine angemessene Festigkeit erreicht hat, die in jedem Fall durch geeignete Tests direkt am Beton selbst überprüft werden muss, die Gültigkeit der Proben muss von dem Auftraggeber/BL genehmigt werden.

Die Ausschalfestigkeit des Gewölbes muss mindestens 2,0 N/mm<sup>2</sup> betragen.

Nach der Ausschalung muss die fertige Oberfläche des Betons frei von jeglichen Schäden oder Mängeln sein. Im Besonderen müssen die Oberflächen zur Abnahme des Blocks frei von Nestern und Unregelmäßigkeiten an den Anschlussflächen sein, da dies ein möglicher Auslöser von Beschädigungen sein kann, vor allem in Bereichen mit zeitlicher Lastzunahme.

Die Ausschalfestigkeit ist bei jedem Betonierabschnitt vor Absenken der Schalung an der Stirnfläche der Firste und an der Betonoberfläche im Ulmenbereich (Betonierfenster) zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Druckfestigkeit zum Ausschaltzeitpunkt für Gewölbe in geschlossener Bauweise (bis maximal 24 Stunden) ist am Bauwerk, z.B. mittels Pendelhammer nach *E. Schmidt* Modell PT, zu ermitteln. Der Pendelhammer ist im Rahmen der Erstprüfung des Betons zu kalibrieren.

Die erforderliche Ausschalfestigkeit zum vorgesehenen Zeitpunkt ist im Rahmen der Erstprüfung für den Beton nachzuweisen.

Die nachfolgenden Anforderungen bezüglich der Ausschalttemperatur müssen eingehalten werden:

- Maximaler Temperaturgradient Kern – Oberfläche: 25 K
- Maximaler Temperaturgradient Oberfläche – Umgebungstemperatur: 25 K
- Maximal zulässige Abkühlgeschwindigkeit der Betonoberfläche: 10 K/h
- Eine Bauteiltemperatur von 45 °C darf nicht überschritten werden. Eine Ausnahme stellen dicke Sohlen (Dicke über 1,2 m) dar, bei denen eine maximale Bauteiltemperatur von 50 °C nicht überschritten werden darf.

Bei der Ausschalung muss mit der notwendigen Vorsicht und gleichmäßig vorgegangen werden, um jegliches Ablösen von Beton von den Gussoberflächen zu vermeiden. Eventuelle Schäden müssen repariert werden.

Die Bauwerksteile mit einer besonderen Form und Abmessung (z.B. die Nischen), bleiben längere Zeit eingeschalt.

Zur Vermeidung von Kantenschäden bleiben die Ringfugenprofile, soweit sie nicht fix mit der Stahlschalung verbunden sind, länger am Beton.

### 2.7.5.2. Cassero della volta

I tempi minimi e standard per il disarmo si trovano alla Tabella 17. Le seguenti condizioni devono comunque essere rispettate.

Il disarmo dei getti non può avvenire prima che la maturazione del calcestruzzo abbia sviluppato un'adeguata resistenza, che deve in ogni caso essere verificata sui getti stessi tramite opportune prove dirette sul calcestruzzo, la cui validità deve essere approvata di Committente/DL i.

La resistenza minima per la scasseratura deve essere 2,0 N/mm<sup>2</sup>.

Dopo il disarmo, la superficie finita del calcestruzzo deve essere esente da qualsiasi danno o difetto. In particolare, per l'accettazione del concio, le superfici devono essere prive di vespai e di irregolarità nelle riprese di getto, in quanto origine di possibile innesco di lesioni specie in zone che successivamente verranno caricate.

In ogni tappa di getto la resistenza al momento del disarmo deve essere controllata, sulla parte frontale della calotta e sulla superficie in calcestruzzo nell'area dei piedritti (finestre di getto), e documentata prima dell'allontanamento del cassero. La resistenza per la scasseratura della volta (fino a massimo 24 ore) deve essere determinata in opera, per es. mediante sclerometro secondo il modello PT di *E. Schmidt*. Lo sclerometro deve essere calibrato durante la prova preliminare del calcestruzzo.

Durante la prova preliminare del calcestruzzo si deve dimostrare che la necessaria resistenza per la scasseratura venga raggiunta per tempo.

I seguenti requisiti inerenti la temperatura prima del disarmo devono essere rispettati:

- Gradiente massimo temperatura interno – esterno: 25 K
- Gradiente massimo temperatura superficie – temperatura ambientale: 25 K
- Velocità massima di raffreddamento ammessa sulla superficie in calcestruzzo: 10 K/h
- La temperatura degli elementi strutturali non può superare i 45 °C. Fanno eccezione la platea o l'arco rovescio con spessore superiore a 1,2 m, che possono raggiungere temperature massime di 50 °C.

Il disarmo deve essere condotto con la necessaria cautela e in modo uniforme al fine di evitare ogni distacco di calcestruzzo dalle superfici del getto. Eventuali danni devono essere riparati.

Le parti d'opera particolari, a seconda della forma e dimensione (per es. le nicchie), restano casserate più a lungo.

Per evitare danni agli spigoli dell'elemento, i profili installati in corrispondenza dei giunti, se non fissati al cassero in acciaio, devono restare più a lungo a contatto con la superficie del calcestruzzo.



## 2.7.6. Schalbetonoberfläche

### 2.7.6.1. Anforderungen

Betonoberflächen von Innenschalen haben hinsichtlich Maß-, Form- und Lagetoleranzen den Anforderungen gem. Anlage L zu entsprechen.

Die Betonoberfläche muss glatt und geschlossen sein, sowie den Anforderungen an die zulässigen Toleranzen entsprechen. Oberhalb der Ulmen (Bereich 3 bis 9 Uhr) dürfen keine Poren (Luft einschüsse in Beton die oberflächlich erkennbar sind) mit einem Durchmesser von mehr als 1 mm und weniger als 15 mm auftreten, die gemessen an einer Fläche von 60 \* 60 cm einen Oberflächenanteil von mehr als 0,3 % in Summe aufweisen. Poren mit einem Durchmesser über 15 mm sind in diesem Bereich unzulässig.

Unterhalb dieses Bereiches sind Poren an der Betonoberfläche mit einem Durchmesser von > 20 mm unzulässig.

Im Bereich der unbewehrten Innenschale sind sie bis zu einer Tiefe von 1,5 cm zulässig, im Fall einer bewehrten Innenschale bis in 1,0 cm Tiefe.

Die Anzahl dieser Poren muss auf jeden Fall mit geeigneten Eingriffen auf ein Minimum beschränkt werden.

Die ausgeschalteten Oberflächen müssen völlig gleichmäßig sein, frei von Unebenheiten und mit den Profilen laut Projekt. Nach der Ausschalung des Betonierblockes darf nichts ergänzt oder gespachtelt werden ohne vorherige Kontrolle durch der Auftraggeber/BL, die, wenn notwendig, die vom Auftragnehmer für den Eingriff vorgeschlagenen Materialien und Vorgehensweisen genehmigt.

Alle sichtbar bleibenden Kanten des ausgeschalteten Betons müssen zum Schutz abgefast werden, in die Schalungen müssen daher die entsprechenden Elemente mit Dreiecks-Querschnitt eingelegt werden (vgl. Kap. 2.5.5.1).

Alle eventuellen Öffnungen, Hohlräume, Löcher für Verankerungen usw. müssen perfekt geschlossen und abgedichtet werden, mit demselben Dichtigkeitswert wie der umliegende Beton.

### 2.7.6.2. Korrekturmaßnahmen

Fehlstellen, die auf die Tragsicherheit Einfluss nehmen, müssen gesondert statisch beurteilt werden.

Lose Betonteile sind generell zu entfernen. Korrekturmaßnahmen sind unter dem Gesichtspunkt durchzuführen, dass abschleifen, wenn möglich, dem Aufbringen von Instandsetzungsmörteln der Vorzug zu geben ist. Geringfügige, die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinflussende Fehlstellen sind nicht instand zu setzen. Als derartige Fehlstellen sind folgende Einzuordnen:

- Poren mit einer Tiefe von max. 1,5 cm bei unbewehrten Innenschalen und 1,0 cm bei bewehrten Innenschalen.

## 2.7.6. Superfici casserate del calcestruzzo gettato in opera

### 2.7.6.1. Requisiti

Le superfici di calcestruzzo del rivestimento definitivo devono essere conformi all'Allegato L per quanto attiene le tolleranze di dimensione, forma e posizione.

La superficie deve essere liscia e chiusa, e deve soddisfare i requisiti delle tolleranze ammesse. Al di sopra dei piedritti (area tra "le ore 3 e le ore 9") non possono essere presenti pori (inclusioni di aria nel calcestruzzo riconoscibili in superficie) con diametro compreso tra 1 mm e 15 mm, in quantità maggiore allo 0,3 % su una superficie di 60 \* 60 cm. In quest'area non sono ammessi pori di diametro superiore a 15 mm.

Nella zona inferiore non sono ammessi pori con diametro > 20 mm sulla superficie di calcestruzzo.

Nel caso di rivestimento definitivo non armato possono essere profondi 1,5 cm e nel caso di rivestimento definitivo armato 1,0 cm.

La quantità di tali pori deve comunque essere minimizzata mediante idonei interventi.

Le superfici disarmate devono apparire del tutto regolari, prive di asperità e con profilatura secondo progetto. Nessun ripristino o stuccatura può essere eseguita dopo il disarmo del concio senza la preventiva autorizzazione di Committente/DL che, se necessario, autorizza i materiali e la metodologia, proposti dall'Appaltatore per l'intervento.

In tutti gli spigoli che rimangono a vista nel calcestruzzo disarmato deve essere realizzata la smussatura di protezione, pertanto nelle casseriformi devono essere inseriti gli opportuni elementi a sezione triangolare (vedi cap. 2.5.5.1).

Tutte le eventuali aperture, cavità, fori per ancoraggi etc devono essere perfettamente richiusi e sigillati allo stesso livello di impermeabilità del calcestruzzo adiacente.

### 2.7.6.2. Interventi correttivi

I difetti che influiscono sulla capacità strutturale dell'opera devono essere sottoposti a verifica statica.

I residui di calcestruzzo devono essere sempre rimossi. Per gli interventi correttivi si deve preferire, quando possibile, l'uso di smerigliatrici all'applicazione di malta di ripristino. I difetti non importanti, che non influiscono sulla funzionalità dell'opera possono non essere risanati. Tali difetti possono essere classificati come segue:

- Pori nel rivestimento definitivo con profondità massima di 1,5 cm se non armato e 1,0 cm se armato.
- Scostamenti superficiali del rivestimento definitivo

- Abweichungen von der Oberfläche der Innenschale von der Soll-Lage bis maximal 5 cm luftseitig, soweit das Lichtraumprofil nicht betroffen wird und max. 2,0 cm bergseitig, soweit die Betonüberdeckung von bewehrten Innenschalen nicht unterschritten wird.
  - Grate bei Schalungsstößen bis zu einer Höhe von 0,3 cm, wenn sie nicht mittels eines massiven Schabers händisch entfernt werden können. Lose Teile sind jedenfalls zu entfernen.
  - Injektions- und Montagebohrungen bis 3,0 cm Durchmesser, sofern sie nicht 2/3 der Schalendicke überschreitet.
  - Einzelne, kleinflächige Ablösungen an der Betonoberfläche bis 0,1 m<sup>2</sup> und bis zu einer Tiefe von 0,5 cm, mit stetigem Verlauf, wenn die erforderliche Mindestbetondeckung der Bewehrung nicht unterschritten wird.
  - Risse in bewehrten Innenschalen bis zu einer Breite von 0,30 mm und in unbewehrten Innenschalen bis zu einer Breite von 1 mm, soweit nicht die Dauerhaftigkeit, die Dichtigkeit und Tragfähigkeit beeinflusst wird. Halbmondförmige Risse im Bereich der Blockfugen müssen hinsichtlich der Gefahr von Ausbrüchen gesondert beurteilt werden. Wird eine derartige Gefahr festgestellt so sind diese Risse jedenfalls instand zu setzen.
- Sbvature in corrispondenze dei giunti del cassero fino a spessori di 0,3 cm, se non possono essere rimosse manualmente con raschietto. Le parti distaccate devono essere rimosse in ogni caso.
  - Fori di iniezione e montaggio fino a 3,0 cm di diametro, se non superano i 2/3 dello spessore del rivestimento.
  - Distacchi isolati e di piccole dimensioni sulla superficie di calcestruzzo, fino a 0,1 m<sup>2</sup> e fino a 0,5 cm di profondità, con andamento continuo, purché sia rispettato il copriferro minimo.
  - Fessure nel rivestimento definitivo armato, larghe fino a 0,30 mm, e nel rivestimento definitivo non armato fino a 1 mm, se non influiscono sulla durabilità, sulla impermeabilità e sulla capacità portante. Le fessure con andamento a "mezzaluna" nell'area dei giunti tra i blocchi devono essere oggetto di verifica in merito al pericolo di distacchi. Qualora sussista tale pericolo le fessure devono essere assolutamente risanate.

Vor der Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen ist eine Bestandsaufnahme und Dokumentation der vorhandenen Fehlstellen zu erstellen. Die einzelnen Fehlstellen sind in Kategorien einzuteilen. Basierend auf dieser Einteilung ist ein Instandsetzungskonzept zu erstellen und mit dem BL abzustimmen.

Nach der Ausschalung kann der Auftraggeber/BL die Behandlung der Oberflächen mit einem geeigneten Schutzprodukt fordern.

Die Instandsetzung ist gemäß den Anforderungen der EN 1504, insbesondere EN 1504-5 durchzuführen. Das Auftragen von Anstrichen, Hydrophobierungen, und dünnen Beschichtungen (bis zu einer Dicke von 5 mm) ist nicht zulässig da zu wenig dauerhaft. Reprofilierungen sind nur mit Instandsetzungsmörtel der Klasse R4 unter Berücksichtigung der für den Altbeton geforderten Festigkeits- und Expositionsklassen zulässig. Reprofilierungsmörtel der über Kopf aufgetragen wird ist im Spritzverfahren zu verarbeiten.

Es ist einer Sanierung mit oberflächlichem Betonabtrag im Gegensatz zum dünnschichtigen Mörtelauftrag immer dem Vorzug zu geben.

Zur Behebung von Fehlstellen (z.B. Betonierneester, Poren, etc.) sind die Vorbereitung des Untergrundes sowie die Instandsetzungsmaßnahmen mit geeigneten Materialien (Beschichtungen, Reprofiliermörtel) durchzuführen.

Großflächige Fehlstellen mit Tiefe > 2 cm sind z.B. zur Herstellung der erforderlichen Betondeckung mit entsprechenden Reprofilierungsmörteln im Spritzverfahren instanzzusetzen.

Durchgehende Risse > 0,3 mm müssen bei bewehrten

Prima del risanamento è necessario fare un rilievo documentato dei difetti presenti sulla struttura. I difetti devono essere suddivisi in categorie, sulla base delle quali si svilupperà un progetto di risanamento in accordo con la D.L..

Dopo il disarmo la Committente/DL può richiedere il trattamento delle superfici con idoneo prodotto protettivo.

Il risanamento deve tenere conto dei requisiti della EN 1504, soprattutto della EN 1504-5. Non sono ammessi verniciatura, idrofobizzazione e rivestimenti sottili (con spessore inferiore a 5 mm) poiché poco duraturi. La riprofilatura è consentita solo con malta da riparazione classe R4 in considerazione delle classi di resistenza ed esposizione del calcestruzzo vecchio. La malta per riprofilatura, se applicata sopra testa, deve essere applicata a spruzzo. In caso di spessore superiore a 3,0 cm si devono utilizzare barre di ancoraggio incollate e reti d'armatura per il rinforzo.

Per il risanamento è sempre da preferire la rimozione di uno strato superficiale di calcestruzzo anziché l'applicazione di uno strato sottile di malta.

Per risanare i difetti (per es. nidi di ghiaia nel calcestruzzo, pori, ecc.) si deve preparare il sottofondo ed eseguire gli interventi di riparazione con materiali idonei (rivestimenti, malte di riprofilatura).

Difetti di grandi dimensioni profondi > 2 cm (per es. per ripristinare il necessario copriferro) devono essere riparati con malta di riprofilatura applicata a spruzzo.

Fessure continue > 0,3 mm nel rivestimento definitivo armato

Innenschalen durch geeignete Injektionen kraftschlüssig nach ZTV-ING; Teil 3 Abschnitt 5 verpresst werden (z.B. Feinzement).

Unvermeidbare Überzähne zwischen einzelnen Innenschalenbetonabschnitten werden durch die Ausbildung von Fugen mit Dreikant- oder Vierkantleisten kaschiert, Fehlstellen in den Fugen sind verlaufend abzuschleifen.

Bei Einfüllöffnungen (Füllstützen) sind Abweichungen von der plangemäßen Innenfläche bis zu 1/5 der Betondicke oder maximal 5 cm zulässig. Dies gilt auch für bewehrte Innenschalen, wenn die Bewehrung entsprechend ausgeschnitten und ausgewechselt wurde.

Sämtliche Löcher, einschließlich jener für die Befestigung der Anlagen und Einbauten, müssen so verschlossen werden, dass sie einer dynamischen Beanspruchung durch Sogwirkung von 11 kPa standhalten.

#### **2.7.7. Kontrolle und Dokumentation**

Die Qualitätsüberwachung betreffend Betonherstellung, Betoneinbau ist gemäß Prüfbestimmungen, Anlage D durchzuführen.

devono essere riempite con idonee iniezioni secondo la direttiva ZTV-ING, parte 3, par. 5 (per es. cemento fine).

Gli inevitabili "denti" tra i singoli blocchi del rivestimento definitivo saranno mascherati posando in corrispondenza dei giunti degli smussi di forma triangolare o quadrata. I difetti in corrispondenza dei giunti devono essere rimossi mediante smerigliatura.

Nelle bocche di getto sono ammesse divergenze dalla superficie interna di progetto fino a 1/5 dello spessore del calcestruzzo ovvero 5 cm. Ciò vale anche per il rivestimento definitivo armato, se l'armatura viene adeguatamente sagomata e tagliata in corrispondenza di questi punti.

Tutti i fori, inclusi quelli creati per il sostegno di impianti ed installazioni, devono essere chiusi in modo da resistere alle sollecitazioni dinamiche di pressione e risucchio di 11 kPa.

#### **2.7.7. Controlli e documentazione**

Il controllo di qualità per quanto attiene la produzione e messa in opera del calcestruzzo deve essere conforme all'elenco delle disposizioni di verifica, Allegato D.

## 2.8. BAUBEHELFE

### 2.8.1. Örtliche Schalungen

Diese Schalungen werden aus vorgefertigten Elementen errichtet. Als Schalungsträger kommen vorgebogene oder polygonal zusammengesetzte Stahlträger oder Holzkonstruktionen zum Einsatz. Umsetzvorgänge werden durch Absenken über Keile oder Spindeln eingeleitet und eventuell durch Teildemontagen mittels Seilwinden oder Hubzügen vorgenommen.

Örtliche Schalungen kommen – nach Zustimmung durch den Auftraggeber/BL - nur für Sonderbauteile zur Anwendung, wo der Einsatz einer umsetzbaren Regelschalung wegen zu geringer Anzahl an Regelbetonierabschnitten oder veränderlicher Querschnittsform wirtschaftlich nicht vertretbar ist. Für die Haupttunnelröhren und Querschläge sind keine örtlichen Schalungen zugelassen.

### 2.8.2. Schalungen für die offene Bauweise

Der Auftragnehmer trägt die Kosten und die Verantwortung für die Planung und Lieferung der Schalungen und Gerüste für die Betonierung der Abschnitte in offener Bauweise.

Es müssen Stahl- oder in Ausnahmefällen und nur für die Außenseite – nach Zustimmung des Auftraggebers – glatte Holzschalungen zur Anwendung kommen.

Die Schalkonstruktion muss entsprechend ausgesteift und verstrebt werden und so bemessen werden, dass vernachlässigbare Verformungen unter der Betonauflast auftreten, unabhängig von dessen Konsistenz.

Die Nachweise und die Baumaßnahmen für eine ausreichende Sicherheit gegen ein Anheben der Schalung gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

Die Rohrstücke für die Abstandhalter / Schalungsanker müssen so verschlossen werden, dass sie einer dynamischen Beanspruchung durch Sogwirkung von 11 kPa standhalten.

### 2.8.3. Verfahrbare Schalungen

Der Auftragnehmer trägt Kosten und Verantwortung für die Planung und Lieferung der mobilen Schalungen und der Gerüste für den Einbau der Auskleidung.

Für das Innengewölbe im Fahrtunnel und die Querschläge kommen vollhydraulisch absenkbar und verfahrbare Schalungen (Schalwagen) zum Einsatz. Die Verwendung einer Stahlschalung ist im Fahrtunnel vorgeschrieben.

Für die Innenschale der Querschläge können Stahl- oder in Ausnahmefällen – nach Zustimmung des AG – glatte Holzschalungen zur Anwendung kommen.

Die Schalkonstruktion muss entsprechend ausgesteift und verstrebt werden und so bemessen werden, dass

## 2.8. CASSEFORME

### 2.8.1. Casserature costruite in loco

Questi casseri sono formati da elementi prefabbricati. Quale struttura portante si utilizzano profilati presagomati o di forma poligonale o elementi in legno. Gli spostamenti dei casseri avvengono tramite abbassamento su cunei o puntelli e eventualmente con smontaggio parziale mediante verricelli o sollevatori.

Casseri costruiti in loco si utilizzano, previa autorizzazione di Committente/DL, solo per opere particolari, quando l'impiego di un sistema di casseratura non è economicamente fattibile a causa della quantità ridotta di sezioni di getto o a causa di sezioni con forme variabili.

Per le canne principali della galleria e i cunicoli trasversali di collegamento non è ammesso l'uso di casseri costruiti in loco.

### 2.8.2. Casserature per gallerie artificiali

L'Appaltatore ha l'onere e la responsabilità della progettazione e della fornitura delle casseforme e dei ponteggi per i getti delle gallerie artificiali.

Devono essere utilizzate casseforme in acciaio o, in casi eccezionali e soltanto per l'estradosso, in accordo con Committente/DL, casseri in legno lisci.

La struttura delle casseforme deve essere opportunamente irrigidita e controventata, e dimensionata per avere deformazioni trascurabili sotto il carico del conglomerato cementizio qualunque sia la sua consistenza.

La verifica e gli interventi costruttivi per garantire un sufficiente resistenza alle spinte di sollevamento del cassero sono onere dell'Appaltatore.

I tubi dei distanziatori / legature devono essere chiusi in modo da resistere alle sollecitazioni dinamiche di pressione e risucchio di 11 kPa.

### 2.8.3. Casseri mobili

L'Appaltatore ha l'onere e la responsabilità della progettazione e della fornitura delle casseforme mobili e dei ponteggi per i getti del rivestimento.

Per i getti della volta in galleria e nei cunicoli trasversali di collegamento si utilizzano casseforme mobili idrauliche ribassabili. In galleria è necessario l'utilizzo di una cassaforma metallica.

Per il rivestimento definitivo dei cunicoli trasversali di collegamento possono essere utilizzate casseforme in acciaio o, in casi eccezionali e in accordo con Committente/DL, casseri in legno lisci.

La struttura delle casseforme deve essere opportunamente irrigidita e controventata, e dimensionata per avere

vernachlässigbare Verformungen unter der Betonauflast auftreten, unabhängig von dessen Konsistenz, bzw. dass keine zusätzliche Stützung über jene der verfahrbaren Schalung hinaus notwendig ist (selbstregulierende Schalung).

Beim Betoneinbau müssen die hydraulischen Absenkzylinder des Schalwagens zusätzlich mechanisch blockiert werden können.

Zur Kontrolle der Verformungen und Setzungen während des Betoniervorgangs sind leicht zugängliche Messpunkte in ausreichender Anzahl vorzusehen.

Die Schalung für den Einbau der Kalotte muss über geeignete Inspektionsöffnungen und Muffen zum Einpumpen des Betons in mittleren Höhen verfügen.

Die Ausführungsunterlagen für die Schalwagen müssen folgende ergänzende Angaben enthalten:

- Ausbildung, Anzahl und Anordnung der Betonierfenster oder Betonierstützenart, Anzahl, Anordnung und Leistung der Rüttler;
- Angabe des maximalen Pumpendruckes beim Scheitelschluss;
- Betriebsanweisung zum Aufbau, Absenken, Verfahren und Betonieren;
- Anordnung der Messpunkte;
- Statik.

Der Nachweis und die konstruktiven Maßnahmen zur Sicherstellung einer ausreichenden Auftriebssicherheit des Schalwagens sind Sache des AN.

Die Schalung muss über mindestens einen Wandrüttler pro 3 - 4 Quadratmeter verfügen.

Die Schalungen für die Betonarbeiten dürfen in keiner Weise mit den Stützmitteln des Abbauraums interferieren.

### 2.8.3.1. Trennmittel

Bei Trennmitteln handelt es sich um ein Bauhilfsstoff, der das Ausschalen erleichtert.

Trennmittel sind grundsätzlich auf das verwendete Schalungsmaterial und auf eventuelle nachträgliche Anstriche und Beschichtungen abzustimmen und müssen umweltverträglich sein. Vorzugsweise sind chemisch-physikalisch wirkende Trennmittel zu verwenden, Trennmittel auf biologischer Basis sind nicht zugelassen. Ein gleichmäßiger dünner Auftrag auf die gut gereinigte Stahlschalung ist besonders wichtig. Außerdem müssen die Trennmittel rostverhindernde Zusätze (Inhibitoren) enthalten.

Jedes Trennmittel ist deutlich und dauerhaft unter Angabe der Stoffgruppe eindeutig zu kennzeichnen. Soweit Verdünnungen zulässig sind, ist anzugeben, womit und in welchem Umfang verdünnt werden darf. Stichwortartig sollen auf dem Etikett enthalten sein:

- die zweckmäßige Verarbeitungsweise,
- die durchschnittliche Auftragsmenge,
- die Wirkung bei Überdosierung,
- Hinweise zur Entfernung von Rückständen des

deformazioni trascurabili sotto il carico del conglomerato cementizio qualunque sia la sua consistenza, e comunque tale da non richiedere ulteriori appoggi oltre a quelli mobili della cassaforma stessa (Casseratura autoreagente).

Nella fase di getto i martinetti idraulici per l'abbassamento dell'attrezzatura devono essere bloccabili meccanicamente.

Per monitorare deformazioni e cedimenti durante la messa in opera del calcestruzzo si devono prevedere punti di misurazione in quantità sufficiente e facilmente accessibili.

Il cassero per il getto della calotta deve essere provvisto di adeguate bocchette di ispezione e di manicotti per il pompaggio del calcestruzzo ad altezze intermedie.

La documentazione di dettaglio per le casseforme mobili deve contenere le seguenti indicazioni aggiuntive:

- Forma, quantità e disposizione delle finestre di getto ovvero sostegni di getto, quantità, disposizione e prestazione degli strumenti di costipamento;
- Indicazione della pressione massima di pompaggio nella chiusura laterale;
- Indicazioni di funzionamento per il montaggio, abbassamento, movimentazione e getto;
- Posizione dei punti di misurazione;
- Verifica statica.

La verifica e gli interventi costruttivi per garantire un sufficiente resistenza alle spinte di sollevamento del cassero sono onere dell'Appaltatore.

Il cassero deve essere attrezzato con almeno un vibratore a parete ogni 3 - 4 m<sup>2</sup>.

Le casseforme a sostegno del getto del rivestimento non devono in alcun modo interferire con i sostegni dello scavo.

### 2.8.3.1. Disarmanti

I disarmanti sono prodotti volti a facilitare il disarmo delle cassaforme.

I disarmanti devono essere scelti in base al materiale della cassaforma e a eventuali verniciature e rivestimenti successivi, oltre ad essere biodegradabili. Si preferiscono disarmanti ad azione chimico/fisica, non sono ammessi disarmanti a base biologica. È di particolare importanza che venga applicato uno strato sottile e uniforme sul cassero ben pulito. Inoltre il disarmante deve contenere inibitori per prevenire la ruggine.

Ogni disarmante deve essere contrassegnato chiaramente e permanentemente, indicando il tipo di materiale. Sebbene sia ammessa la diluizione, si deve indicare mediante cosa e in quale misura questa può avvenire. Sull'etichetta deve essere indicato quanto segue:

- Modalità di utilizzo
- Quantità mediamente utilizzata
- Effetti in caso di dosaggio eccessivo
- Indicazioni per la rimozione di residui del disarmante

Trennmittels auf der Betonoberfläche,

- die Feuergefährlichkeit (Gefahrenklasse) sowie Lagerungsfähigkeit und -bedingungen.

Ferner ist die Kennzeichnung bezüglich gefährlicher Arbeitsstoffe vorzunehmen.

Bei jeder Einzellieferung sind auf dem Gebinde anzugeben:

- die Chargennummer,
- Jahr und Monat der Herstellung sowie die zulässige Lagerungszeit.

## 2.9. AUSSTATTUNGSARBEITEN

Der Vollständigkeit der Informationen halber werden im Folgenden auch jene Arbeiten (Bankette, betriebstechnische Vorbereitungen, Bahnausrüstung - Schienen, technische und elektrische Anlagen, usw.) beschrieben und angeführt, welche eng an die Baumeisterarbeiten gekoppelt sind und deren Projektierung durch sie beeinflusst wird, auch wenn sie zu nachfolgenden Baulosen gehören.

Die Arbeiten betreffend die Bankette wurden aus dem Baulos Muls „-3 gestrichen und in das Kapitel der Summe zur Verfügung eingefügt, mit einziger Ausnahme jener des Zugangstunnels Muls und des Zugangstunnels zur Nothaltestelle Trens, welche im Bauauftrag der Hauptbauarbeiten bleiben. Die für die Bankette vorgesehenen Arbeiten und Aktivitäten sind folgende:

- Das Einbringen des Auffüllbetons für die Herstellung des Arbeitsplanums mit rutschfester Bearbeitung
- Die Fertigteilbankette mit den Kabelschutzrohren für die betriebstechnischen Vorbereitungen
- Die Ringe und Rahmen zur Fertigstellung der Schächte unter Ausschluss der Schachtdeckel und der metallischen Einlaufschächte.
- Die Polifore im Bereich der Einmündungen in die verschiedenen Erkundungsstollen
- Das verschließen mit Beole, Schachtdeckel in Beton
- Die Herstellung der Verschlusswände der Querschläge (mit Ausnahme der Türen und Tore)
- Der Kabeldoppelboden in den verschiedenen Querschlägen
- Die verschiedenen Betriebstechnikschächte
- Es sind die Feuerlöschleitungen (jedoch wird das Einschubloch vorgesehen), die Hydranten, die Folie aus Mineralfaser und der Ummantelungssand

Alle Fertigbauteile wie Kabelführungen, Schächte, Abdeckplatten aus Beton, usw. müssen von qualifizierten Herstellern kommen und von dem Auftraggeber/BL genehmigt werden, sie müssen den Abnahmeprüfungen laut Projektunterlagen unterzogen werden.

### 2.9.1. Kontroll- und Reinigungsschächte

Die Schächte für die Ulmen-, Sohl- und Fahrbahmentwässerung

sulla superficie di calcestruzzo

- Classe di infiammabilità, condizioni e possibilità di conservazione

Inoltre, si devono indicare eventuali sostanze pericolose.

Per ciascuna fornitura va indicato sulla confezione:

- Il numero della bolla di carico,
- Anno e mese di produzione e scadenza.

## 2.9. LAVORI DI RIFINITURA

Per completezza d'informazione verranno descritte e rappresentate nel seguito anche quelle lavorazioni (banchine, predisposizioni impiantistiche, attrezzaggio ferroviario – armamento, impianti elettrici e tecnici, etc.) che pur facendo parte di lotti successivi, risultano strettamente legate alle opere civili e influenzano la loro progettazione

Le opere relative alle Banchine sono stralciate dal Lotto Muls 2-3 ed inserite nel capitolo di spesa relativo alle Somme a disposizione, con la sola esclusione di quelle relative alla finestra di Muls ed alla galleria di accesso alla fermata di Trens che restano nell'appalto dei lavori principali. I lavori e le attività previste nelle Banchine sono le seguenti:

- I getti di riempimento per la realizzazione del piano di calpestio della banchina con lavorazione antisdrucchio;
- Le banchine prefabbricate con i cavidotti per le predisposizioni impiantistiche;
- Gli anelli e torrioni a completamento dei pozzetti con esclusione dei chiusini e delle caditoie metalliche;
- Le polifore in corrispondenza degli innesti con i vari cunicoli esplorativi;
- La chiusura con beole, chiusini in calcestruzzo;
- La realizzazione delle pareti di chiusura dei cunicoli trasversali (con esclusione di porte e portoni);
- Il pavimento tecnico nei vari cunicoli trasversali;
- I vari pozzetti impianti;
- Sono escluse le tubazioni antincendio (ma viene predisposto il foro di passaggio), gli idranti, la guaina in fibra minerale e la sabbia di calottamento.

Tutti i manufatti prefabbricati quali canalette portacavi, pozzetti, lastre di copertura in calcestruzzo, etc. devono provenire da fornitore qualificato ed approvato da Committente/DL devono essere sottoposti ai controlli di accettazione stabiliti dalla documentazione progettuale.

### 2.9.1. Pozzetti di ispezione e pulizia

I pozzetti per il drenaggio di piedritti, fondo e piattaforma sono

werden in einem max. Abstand von 111 m angeordnet.

Schächte mit einer Tiefe  $\leq 1,5$  m sind wie folgt auszuführen:

- Schächte für die Ulmendrainage:  $\geq 60 \times 120$  cm
- Schächte für die Sohl- und Fahrbahntwässerung (mittige Lage):
  - Einstieg:  $\geq 60 \times 120$  cm
  - Schacht:  $\geq 70 \times 120$  cm

und weisen an der Innenseite Abstufungen immer auf der Seite auf, wo der Schacht am tiefsten ist (Tiefpunkt der Drainage- oder Entwässerungsrohre).

Schächte werden aus Polymerbeton hergestellt. Der Übergang zwischen Schachtkörper und Rohren ist mit dichten Systemrohrenbindungen auszuführen.

## 2.9.2. Schachtabdeckungen, Schachtablauf

### 2.9.2.1. Baugrundsätze

Die Schachtabdeckungen und Schachtabläufe im Haupttunnel und Querschlag sind mit der Klasse B 125 nach UNI Normen EN 124 auszuführen.

Dämpfende Einlagen sind am Deckel oder am Rahmen zu fixieren. Das Einlegematerial muss den zu erwartenden Belastungen standhalten.

### 2.9.2.2. Kabelschachtabdeckung

Für Kabelziehschächte kommen Schacht-abdeckungen aus Stahlbeton zur Anwendung und werden folgendermaßen ausgeführt:

- Folgende Betonsorten sind zu verwenden:
  - Portalbereich (bis 1000 m): C30/37/XC3/XF3/GK22
  - Tunnelinnenstrecke (1000 m ab Portal): C30/37/XC3/GK22
- Herstellungs- und Prüffestlegungen des Materials befinden sich in der Anlage D.
- Die Oberfläche ist rutschfest auszuführen (Besenstrich).
- Zwischen den Platten sind Belüftungsschlitze von 4 – 5 mm mit aufgeklebten Elastomerstreifen als Abstandhalter herzustellen.
- Abhebevorrichtungen sind vorzusehen.
- Die Schachtabdeckungen werden nur eingelegt und nicht verriegelt oder verschraubt.
- Sie haben keine Dichtheitsanforderungen zu erfüllen.
- Es ist die Feuerwiderstandsklasse EI 120 gemäß EN 13501-3 zu erreichen.

di norma posti ad una distanza massima di 111 m l'uno dall'altro.

I pozzetti con profondità  $\leq 1,5$  m sono da realizzare come segue:

- Pozzetti per il drenaggio dei piedritti:  $\geq 60 \times 120$  cm
- Pozzetti per il drenaggio del fondo e della piattaforma (in mezzeria):
  - Passo d'uomo:  $\geq 60 \times 120$  cm
  - Pozzetto:  $\geq 70 \times 120$  cm

e sono dotati di scalini interni disposti sempre su lato dove il pozzetto è più profondo (punto più basso della condotta di drenaggio o di scarico).

I pozzetti sono realizzati in calcestruzzo polimerico. Il collegamento tra pozzetto e tubazione deve essere a tenuta stagna.

## 2.9.2. Chiusini, caditoie

### 2.9.2.1. Principi di costruzione

I chiusini dei pozzetti e le caditoie nella galleria nel cunicolo trasversale di collegamento devono essere di classe B 125 secondo UNI EN 124.

Sul chiusino o sul telaio vanno fissate delle guarnizioni ammortizzanti. Il materiale deve essere in grado di resistere alle sollecitazioni attese.

### 2.9.2.2. Chiusini per pozzetti tiracavi

Per i pozzetti tiracavi si utilizzano chiusini in calcestruzzo armato, realizzati come segue:

- Si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo:
  - Area di imbocco (fino a 1000 m): C30/37/XC3/XF3/Dmax22
  - Tratto interno della galleria (1000 m dal por tale): C30/37/XC3/Dmax22
- La realizzazione e verifica del materiale è definita nell'allegato D.
- La superficie deve essere antisdrucchiolevole (superficiale ottenuta mediante trascinarsi di una scopa)
- Tra le piastre sono da realizzare fessure di ventilazione di 4 – 5 mm con strisce di elastomero incollato con funzione di distanziatore.
- Si devono prevedere anelli per il sollevamento
- I chiusini dei pozzetti sono solo posati, senza essere bloccati o incernierati.
- Non devono essere ermetici.
- Si deve raggiungere una classe di resistenza al fuoco EI 120 in conformità alla EN 13501-3.

- Die Mindestdicke beträgt aus Brandschutzgründen 12 cm gemäß DIN 4102, Teil 4, Tabelle 9 und UNI 9502:2001, Kapitel 7.2.1.

In die seitlichen Vertiefungen der Schacht-abdeckungen sind umlaufend intumiszierende Brandschutzlaminatstreifen einzubauen. Die Laminatstreifen müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- Abmessungen: b/d=2,5 mm/20 mm
- Konsistenz: flexibel / fest
- Expansionstemperatur: ab ca. 150 °C
- Expansionsvermögen: min. 1:10
- Expansionsdruck: ca. 10 bar
- Unempfindlich gegen Wasser und atmosphärische Einwirkungen
- Frei von organischen Lösungsmitteln

Die Befestigung der Laminatstreifen hat dauerhaft zu sein (> 50 Jahre). Bei Verklebungen muss der Kleber eine Haftzugfestigkeit von > 1,0 N/mm<sup>2</sup> dauerhaft aufweisen. Mechanische Befestigungen müssen mindestens 3 x je Meter und an allen Eckpunkten der Abdeckung erfolgen und müssen in Summe mindestens die Haftzugfestigkeit eines voll verklebten Streifens erreichen.

### 2.9.2.3. Entwässerungsschachtabdeckung

Für das Entwässerungssystem kommen gusseiserne Schachtabdeckungen zur Anwendung und werden folgendermaßen ausgeführt:

- Material: Gusseisen mit Kugelgraphit (Sphäroguss) GJS. Das Material des Schachtrahmens soll identisch mit dem des Deckels sein oder in abgestimmten Werkstoffkombinationen.
- Es ist eine verriegelbare und tagwasserdichte Schachtabdeckungen auszuführen. Die Verriegelung muss auch nach Jahren leichtgängig funktionieren. Es sind Schlüsselverriegelungen mit Vorreibern und Rückstellfedern, welche ein unbefugtes Öffnen oder Ausheben des Deckels verhindern, vorzusehen. Die Verriegelungsvertiefungen müssen vor Staub und Schmutz dauerhaft geschützt sein. Sie sind auf eine Druck-/Sogbelastung durch den Betrieb von mindestens 11 kPa auszulegen.
- Oberfläche ist rutschfest auszuführen.
- Abhebevorrichtungen sind vorzusehen.

- Lo spessore minimo per motivi legati alla protezione dall'incendio è pari a 12 cm, in conformità alla DIN 1402, parte 4, tabella 9 e alla UNI 9502:2001, cap. 7.2.1.

Negli incavi laterali dei chiusini vanno posate su tutta la lunghezza strisce di laminato antincendio intumescenti. Le strisce devono avere le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni: b/spessore=2,5 mm/20 mm
- Consistenza: flessibile / rigida
- Temperatura di dilatazione: a partire da circa 150°C
- Capacità di dilatazione: min. 1:10
- Pressione di dilatazione: circa 10 bar
- Non sensibile all'acqua e agli agenti atmosferici
- Senza solventi organici

Le strisce di laminato devono essere fissate in maniera duratura (> 50 anni). L'adesivo utilizzato deve avere una resistenza allo strappo di > 1,0 N/mm<sup>2</sup>. Circa ogni 3 m e su tutti gli angoli vanno applicati fissaggi di tipo meccanico, che devono raggiungere in totale almeno la resistenza allo strappo di una striscia completamente incollata.

### 2.9.2.3. Chiusini per pozzetti di drenaggio

Per il sistema di drenaggio si utilizzano chiusini in ghisa, realizzati come segue:

- Materiale: ghisa con grafite sferoidale (ghisa sferoidale) Il materiale del telaio del pozzetto deve essere identico a quello del chiusino o combinato con materiali compatibili.
- I chiusini devono essere ermetici e garantire una chiusura di sicurezza, anche a distanza di anni. Sono previsti chiusure a chiavistello e molle per l'apertura, che impediscono l'apertura non autorizzata o il sollevamento del chiusino. Le serrature devono essere protette in maniera duratura da polvere e sporco e devono resistere alle sovrappressioni aerodinamiche indotte dal passaggio del treno, almeno 11 kPa.
- La superficie deve essere antisdrucchiolo
- Si devono prevedere anelli per il sollevamento



#### 2.9.2.4. Schachtabläufe

Die Schächtabläufe sind wie folgt auszuführen:

- Material: Gusseisen mit Kugelgraphit (Sphäroguss) GJS
- Es ist ein nicht verriegelbarer Schachtablauf auszuführen.
- Der Schachtablauf in Rinnenform ist als Rost mit Querstäben auszubilden.
- Wassereinflussfläche:  $\geq 500 \text{ cm}^2$  bei Einläufen mit einer Mindestfläche von  $1600 \text{ mm}^2$  und Geometrien, welche in Abhängigkeit des Typs der Gleisbettung zu definieren sind (ca.  $40 \times 40 \text{ cm}$ )

#### 2.9.2.5. Einbau

Die Oberfläche der Rahmen der Schachtabdeckungen muss mit der Verkehrsfläche in einer Ebene liegen. Die nach unten zulässige Abweichung beträgt 5 mm.

Schachtabdeckungen dürfen erst nach Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit des Mörtelbettes o der des Verbindungsmaterials befahren werden.

Schachtrahmen, die zum kraftschlüssigen Einbau auf der Schachtkonstruktion (Oberkante Konus/ Ausgleichsring) vorgesehen sind, müssen auf der gesamten Rahmenaufgabe satt aufliegen. Die Höhe des Versetzmörtelbettes, das bis zur Schachttinnenwand voll auszuführen ist, darf an keiner Stelle geringer als 20 mm und nicht höher als 50 mm sein. Die Beschränkung von 50 mm gilt nicht für spezifische Ausgleichskonstruktionen, die zur Höhenverstellung von Rahmen dienen.

Schachtrahmen, die nicht zum kraftschlüssigen Einbau auf der Schachtkonstruktion vorgesehen sind, müssen so verankert sein, dass ein sicherer Verbund mit der Verkehrsfläche sichergestellt ist.

Beim Versetzen ist die Einbauanweisung des Herstellers zu beachten.

#### 2.9.3. Kabelschutzrohre

Kabelschutzrohre werden aus PVC-U ausgeführt. Spezifikationen siehe Anlage F.

Die Rohre sind so zu verlegen, dass gewährleistet werden kann, dass keine Baurückstände (z.B. Beton) oder Wasser (Tiefpunkt) in den Rohren verbleibt, die den Kabelzug später unmöglich machen.

Die glattwandigen Kabelschutzrohre müssen folgende Mindestwanddicken (s) aufweisen:

DN/OD 50	s = 1,5 mm
DN/OD 110	s = 5,0 mm
DN/OD 160	s = 7,0 mm

Der Einsatz von biegsamen Rohren ist verboten.

#### 2.9.2.4. Caditoie

Le caditoie sono da realizzare come segue:

- Materiale: ghisa con grafite sferoidale (ghisa sferoidale)
- Si deve prevedere una caditoia senza chiusura di sicurezza.
- Le caditoie tipo canalette devono essere composte da una griglia con barre trasversali.
- Superficie di captazione:  $\geq 500 \text{ cm}^2$  per caditoie con superficie minima di  $1600 \text{ mm}^2$  e geometrie da definire in funzione al tipo di armamento (indicativamente  $40 \times 40 \text{ cm}$ ).

#### 2.9.2.5. Messa in opera

La quota superiore dei telai dei chiusini dei pozzetti deve essere allo stesso livello del piano di transito. È tollerata una differenza di 5 mm verso il basso.

Si può transitare sui chiusini dei pozzetti solo una volta raggiunta la capacità portante dello strato di malta o del materiale di allettamento.

I telai che vengono fissati ermeticamente al pozzetto (quota finita dell'elemento di raccordo/anello di compensazione) devono poggiare completamente sulla sede di appoggio. Lo strato di malta di allettamento, che deve essere distribuita uniformemente fino all'interno del pozzetto, non deve essere mai inferiore a 20 mm e comunque non superiore a 50 mm. La limitazione a 50 mm non vale per le speciali elementi di compensazione, utilizzati per l'adattamento di quota del telaio.

I telai del pozzetto senza chiusura ermetica devono essere incernierati alla sede di appoggio in modo da garantire un collegamento sicuro con il piano di transito.

Per la posa si deve tenere conto delle istruzioni fornita dal produttore.

#### 2.9.3. Tubi passacavi

I tubi passacavi sono realizzati in PVC-U. Per le specifiche si veda l'allegato F.

I tubi devono essere posati in modo da garantire che non rimangano al loro interno residui provenienti da altre lavorazioni (per es. calcestruzzo) o acqua (nel punto più basso) che renderebbero impossibile il tiraggio dei cavi.

I tubi con superficie interna liscia devono avere il seguente spessore (s) minimo:

DN/OD 50	s = 1,5 mm
DN/OD 110	s = 5,0 mm
DN/OD 160	s = 7,0 mm

È vietato l'uso di tubi flessibili.

Sämtliche Kabelschutzrohre werden an beiden Enden mit einer Abdeckklappe verschlossen.

Die Kabelschutzrohre müssen mit einem Vorspanndraht verlegt werden.

Die Mündungen der Kabelschutzrohre in den Kabelschächten dürfen keine scharfen Ecken und Kanten aufweisen und müssen 5 cm über die Betonkante hinausragen.

Der Einbau der Entwässerungsrohre in die Schächte darf keine scharfen Kanten oder Vorstände bewirken, die Rohre müssen plan zum Schacht abgeschnitten werden.

Die Standfestigkeit der Rohre ist hinsichtlich des auftretenden Betonierdrucks unter Berücksichtigung der Hydratationswärmeentwicklung zu überprüfen.

Die Durchgängigkeit sämtlicher Kabelschutzrohre ist durch Kalibrierung nachzuweisen.

Die Kalibrierung hat kurz nach dem Betonieren und im Zuge der Übernahme zu erfolgen.

#### **2.9.4. Vielrohrige Kabeltrassen**

Zur Realisierung vielrohriger Kabeltrassen müssen starre Rohre aus schwerem PVC mit glatter Wand verwendet werden.

Wo notwendig können alternativ dazu biegsame gerippte Rohre in PE-HD verwendet werden.

Während der Verlegung der Rohre und dem anschließenden Guss des Betonkastens muss das Eintreten von Schmutz, Erde oder Beton durch das entsprechende Verschließen der freien äußeren Rohrenden vermieden werden.

Tutti i tubi passacavi sono chiusi a entrambe le estremità mediante tappi.

I tubi passacavi devono essere dotati di cavo di pretensione.

L'inserimento dei tubi passacavi nei pozzetti non deve presentare angoli e spigoli vivi e devono sporgere dal filo interno del pozzetto di 5 cm.

L'inserimento dei tubi di smaltimento delle acque nei pozzetti non deve presentare angoli e spigoli vivi e devono essere tagliati a filo del pozzetto.

La resistenza dei tubi deve essere verificata in funzione della pressione esercitata dal calcestruzzo durante lo sviluppo del calore di idratazione.

Va verificato mediante l'uso di calibri per tubazioni che tutti i tubi passacavi siano liberi.

La calibratura deve essere eseguita subito dopo il getto e durante la consegna.

#### **2.9.4. Polifore portacavi**

Per la realizzazione delle polifore portacavi devono essere utilizzate tubazioni rigide in PVC pesante a parete liscia.

Dove necessario, possono essere impiegati in alternativa tubazioni flessibili corrugate in PE-HD.

Durante la posa delle tubazioni ed il successivo getto del rinfiacco di calcestruzzo deve essere evitato l'ingresso di sporcizia, terreno o calcestruzzo con opportuna chiusura delle estremità libere dei tubi.

### 3. VERZEICHNISSE

#### 3.1. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Übersicht Schweißverfahren .....
Tabelle 2	Flexibles Anschlussband .....
Tabelle 3	Anforderungen an die Fügenaht Fugenband/Fugenband .....
Tabelle 4	Anforderungen an die Fügenaht KDB/Profilband 33
Tabelle 5	Anforderungen an eine stabile Bindemittelsuspension .....
Tabelle 6	Tunnelkonstruktion .....
Tabelle 7	Anforderungen an die Gesteinskörnung gemäß EN 12620 53
Tabelle 8	Druckfestigkeitsklassen .....
Tabelle 9	Expositionsklassen chemischer Angriff.....
Tabelle 10	Anforderungen an den Beton, Expositionsklassen XC3 und XC4.....
Tabelle 11	Anforderungen an den Beton, Expositionsklasse XF3 .....
Tabelle 12	Anforderungen an den Beton, Expositionsklassen XA1 ÷XA3 .....
Tabelle 13	Eigenschaften von Mikrofasern aus PP .....
Tabelle 14	Mindest- und Maximalluftgehalt .....
Tabelle 15	Betonsortenverzeichnis des Eingangsbereichs 62
Tabelle 16	Betonsortenverzeichnis.....
Tabelle 17	Konstruktive Mindestanforderungen an Innenschalen (Gewölbe).....
Tabelle 18	Nennmaß der Betondeckung.....

#### 3.2. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Ebenheitseigenschaften Abdichtungsträger.....
Abbildung 2	Überlappnaht mit Prüfkanal.....
Abbildung 3	Überlappnaht ohne Prüfkanal .....
Abbildung 4	Auftragnaht .....
Abbildung 5	Außenliegendes Fugenband im Sohlbereich des Haupttunnels 34
Abbildung 6	Außenliegendes Längsfugenband.....
Abbildung 7	Innenliegendes Dehnfugenband, Elastomer mit Stahllasche (FMS) .....
Abbildung 8	Innenliegendes Dehnfugenband (FM), PVC.....
Abbildung 9	Innenliegendes Arbeitsfugenband (FM), PVC....
Abbildung 10	Anschlussband.....
Abbildung 11	Anschluss außenliegendes Fugenband in der Sohle zum Anschlussband im Widerlager.....
Abbildung 12	Außenliegende Fugenbänder, Kreuzstoß .....

### 3. ELENCHI

#### 3.1. ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1	Quadro dei metodi di saldatura .....
Tabella 2	Nastri di transizione / Requisiti .....
Tabella 3	Requisiti delle giunzioni tra water stop .....
Tabella 4	Requisiti delle giunzioni tra guaina di impermeabilizzazione e waterstop .....
Tabella 5	Requisiti della sospensione cementizia stabile 43
Tabella 6	Metodi costruttivi della galleria.....
Tabella 7	Requisiti per gli aggregati secondo la EN 12620 53
Tabella 8	Classi di resistenza a compressione .....
Tabella 9	Classi di esposizione per l'attacco chimico .....
Tabella 10	Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XC3 e XC4.....
Tabella 11	Requisiti del calcestruzzo, classe di esposizione XF3 56
Tabella 12	Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XA1 ÷XA3 .....
Tabella 13	Caratteristiche delle microfibre in PP .....
Tabella 14	Contenuto di aria minimo e massimo .....
Tabella 15	Elenco dei tipi di calcestruzzo per il tratto di ingresso della galleria.....
Tabella 16	Elenco dei tipi di calcestruzzo .....
Tabella 17	Requisiti costruttivi minimi per il rivestimento definitivo (volta) .....
Tabella 18	Valore nominale del copri ferro .....

#### 3.2. ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Illustrazione 1	Caratteristiche di regolarità per lo strato di regolarizzazione 21
Illustrazione 2	Giunzioni con lembi sovrapposti con canale di prova 27
Illustrazione 3	Giunzioni con lembi sovrapposti senza canale di prova 28
Illustrazione 4	Saldatura di riporto.....
Illustrazione 5	Waterstop esterno sotto la platea della galleria principale 34
Illustrazione 6	Waterstop esterno longitudinale.....
Illustrazione 7	Waterstop interno in elastomero con giunture laterali in acciaio (FMS) .....
Illustrazione 8	Waterstop interno allungabile (FM), PVC.....
Illustrazione 9	Waterstop interno per giunto di lavoro (FM), PVC 36
Illustrazione 10	Waterstop di collegamento .....

Abbildung 13	Sieblinienband für Größtkorn GK 32 .....
Abbildung 14	Sieblinienband für Größtkorn GK 22 .....
Abbildung 15	Sieblinienband für Größtkorn GK 16 .....
Abbildung 16	Fugenausbildung Blockfuge Innenschale.....
Abbildung 17	Zusammensetzung des Nennmaßes für die Betondeckung 73

Illustrazione 11	Giunzione del waterstop esterno sul fondo con il waterstop di collegamento sul piedritto .....
Illustrazione 12	Waterstop esterni, giunzione a croce .....
Illustrazione 13	Curva granulometrica per $D_{max}$ 32 .....
Illustrazione 14	Curva granulometrica per $D_{max}$ 22 .....
Illustrazione 15	Curva granulometrica per $D_{max}$ 16 .....
Illustrazione 16	Giunti tra i blocchi del rivestimento definitivo 69
Illustrazione 17	Composizione della dimensione nominale per il copriferro 73

### 3.3. PROJEKTSPEZIFISCHE GRUNDLAGEN

#### 3.3.1. Eingangsdokumente

##### 3.3.1.1. Regelplanung

- [1] 00\_Ü01\_GD\_001\_D0616\_VI\_04-TB-06202-25 - Ausrüstung, Traktionsstrom, Technischer Bericht, Erdungskonzept

##### 3.3.1.2. Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan–Grundriss Trassierung Oströhre
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan –Grundriss Trassierung Weströhre
- [3] 02\_H61\_OP\_991\_KED\_D0700\_12011 Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Erdungssystem
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan –Lageplan der Bauwerke (Blätter 12/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100–12110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung – Oströhre (Blätter 15/25 - 25/25)

### 3.3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.3.1. Documenti in ingresso

##### 3.3.1.1. Progettazione di Sistema

- [1] 00\_Ü01\_GD\_001\_D0616\_VI\_04-TB-06202-25 - Progettazione di sistema, Attrezzaggio, Trazione Elettrica, Relazione tecnica, Concetto di messa a terra

##### 3.3.1.2. Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Est
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Ovest
- [3] 02\_H61\_OP\_991\_KED\_D0700\_12011 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Impianto di messa a terra
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria delle opere (Tavv. 12/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100-12110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Est (Tavv. 15/25 - 25/25)

- [6] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt–Bautechnisches Längenprofil und Trassierung - Weströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [7] 02\_H61\_OP\_085\_KLP\_D0700\_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Logistikknoten – Lageplan – NL-Übersichtsplan
- [8] 02\_H61\_GD\_035\_KTB\_D0700\_23052 Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Richtlinien zum Einbau des Innenausbauens in den Bereichen mit Vortrieb mittels Schild-TBM

- [6] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Ovest (Tavv. 15/25 - 25/25)
- [7] 02\_H61\_OP\_060\_KHS\_D0700\_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Nodo logistico – Planimetria – NL-Planimetria generale
- [8] 02\_H61\_GD\_035\_KTB\_D0700\_23052 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Linee guida per l'applicazione dei rivestimenti definitivi nelle tratte di scavo con TBM scudata

#### 3.4. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BBG	Faserbetonklasse – Erhöhung der Brandbeständigkeit
BV	Betonverflüssiger Beton
da	Dicke des Abdichtungsträgers
df	Durchmesser / Querschnittsabmessung der Faser
di	plangemäße Dicke der Innenschale einschließlich Abdichtungsträger und Abdichtung
din	plangemäße Dicke der Innenschale
ds	plangemäße Spritzbetondicke
ERF	Faserbetonklasse – Erhöhung der Brandbeständigkeit
EV	Energieabsorptionsvermögen
FaB	Faserbeton
FaSpC	Faserspritzbeton
FM	Fließmittel
FMS	Fugenband mittig mit Stahllasche
GK	Größtkorn
KDB	Kunststoffdichtungsbahn
lf	Länge der Faser
LP	Luftporenbildner
PE	Polyethylen
PE-HD	Polyethylen mit hoher Dichte

#### 3.4. ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

BBG	Classe di calcestruzzo con fibre –Elevata Resistenza al Fuoco
BV	Plastificante del calcestruzzo
cls	Calcestruzzo
da	Spessore dello strato di regolarizzazione
df	Diametro /dimensioni delle sezioni delle fibre
di	Spessore del rivestimento definitivo di progetto comprensivo lo strato di per regolarizzazione e l'impermeabilizzazione
din	Spessore del rivestimento definitivo di progetto
ds	Spessore del betoncino proiettato di progetto
ERF	Calcestruzzo con fibre –Elevata Resistenza al Fuoco
E	Capacità di assorbimento di energia
CF	Calcestruzzo fibro-rinforzato
CFSpC	Betoncino proiettato fibrorinforzato
FM	Fluidificante
FMS	Waterstop centrale con giunture laterali in acciaio
Dmax	Diametro massimo dell'inerte
KDB	Membrana di impermeabilizzazione
lf	Lunghezza delle fibre
LP	Areante
PE	Polietilene
PE-HD	Polietilene ad alta densità

PP	Polypropylen	PP	Polipropilene
PS-H	Polystyrol-Hartschaum	PS-H	Schiumato rigido di polistirolo
PVC-P	flexibles Polyvinylchlorid	PVC-P	Polivinilcloride flessibile
R	Radius der Innenschale	R	Raggio del rivestimento definitivo
SpC	Spritzbeton	SpC	Betoncino proiettato
TPE-O	thermoplastische Elastomere auf Olefinbasis	TPE-O	Elastomero termoplastico a base di olefina
VZ	Verzögerer	VZ	Ritardante
w/b	Wasser-Bindemittel-Wert	a/l	Acqua/legante
w/z	Wasser-Zement-Wert	a/c	Acqua/cemento
WDI	Wasserundurchlässige Innenschale	WDI	Rivestimento definitivo impermeabile